В.І. Ніколаєвич

АНАТОМІЯ І ФІЗІОЛОГІЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Рекомендовано Міністерством аграрної політики та продовольства України як навчальний посібник для студентів аграрних вищих навчальних закладів І–ІІ рівнів акредитації із спеціальностей 5.11010101 "Ветеринарна медицина" та 5.09010201 "Виробництво та переробка продукції тваринництва"

Київ
"Аграрна освіта"
2014

УДК 636:611/612(075.8)
ББК 45.2:28.673
Н 60

Гриф надано Міністерством аграрної політики та продовольства України (лист № 37-128-13/15365 від 08.10.2014)

Р е ц е н з е н т и :

Сокольський В.П., кандидат ветеринарних наук, **Саморай М.М.**, кандидат біологічних наук, доценти Білоцерківського НАУ;
Вергелес О.П., викладач ВП НУБіП України "Немішаївський агротехнічний коледж";
Джуринський О.М., Мельник В.М., Кушнір А.В., викладачі Тульчинського технікуму ветеринарної медицини Білоцерківського НАУ;
Заяць В.Й., Петрук І.Є., викладачі Рожищенського коледжу Львівського НУВМ та БТ ім. С.З. Гжицького;
Воловчак Л.В., викладач Рогатинського державного аграрного коледжу

Анатомія і фізіологія сільськогосподарських тварин : навч. посіб. / В.І. Ніколаєвич. – К. : Аграрна освіта, 2014. – 511 с.

ISBN 978-966-2007-86-2

Висвітлено основні закономірності будови та функції клітин тваринного організму і будови тіла свійських тварин за системами органів: скелет, з'єднання кісток, м'язи, система органів шкірного покриву, апарати травлення, дихання, органи сечовиділення і розмноження, серцево-судинна та нервова системи, органи чуття та особливості будови тіла свійських птахів. Подано відомості про життєдіяльність організму тварин та про фізіологічні процеси і функції усіх систем організму: крово- і лімфообігу, дихання, травлення, розмноження, виділення, лактації, обміну речовин, шкіри, м'язів, нервів, центральної і вищої нервової системи, аналізаторів та залоз внутрішньої секреції.

Рекомендовано для підготовки фахівців аграрних вищих навчальних закладів I–II рівнів акредитації зі спеціальностей 5.11010101 "Ветеринарна медицина" та 5.09010201 "Виробництво та переробка продукції тваринництва".

ISBN 978-966-2007-86-2 **© В.І. Ніколаєвич, 2014 р.**

ЗМІСТ

Вступ 4

1. ЦИТОЛОГІЯ, ГІСТОЛОГІЯ, ЕМБРІОЛОГІЯ..... 10
1.1. Загальна цитологія..... 10
1.2. Гістологія з основами ембріології..... 25

2. АНАТОМІЯ..... 39
2.1. Органи, апарати і системи органів тваринного організму..... 39
2.2. Будова скелета..... 43
2.3. З'єднання кісток скелета..... 69
2.4. М'язова система..... 74
2.5. Система органів шкірного покриву..... 92
2.6. Органи травлення..... 104
2.7. Органи дихання 133
2.8. Органи сечовиділення..... 141
2.9. Органи розмноження..... 145
2.10. Система крово- і лімфообігу, кровотворення та імунного захисту. 159
2.11. Нервова система та органи чуттів..... 186
2.11. Органи внутрішньої секреції..... 214
2.12. Особливості будови органів свійських птахів..... 219

3. Фізіологія..... 235
3.1. Фізіологія травлення..... 235
3.2. Фізіологія крові та лімфи..... 268
3.3. Фізіологія крово- і лімфообігу..... 288
3.4. Фізіологія дихання..... 306
3.5. Фізіологія обміну речовин і енергії..... 319
3.6. Теплорегуляція..... 343
3.7. Фізіологія виділення..... 350
3.8. Фізіологія шкіри..... 358
3.9. Фізіологія розмноження..... 366
3.10. Лактація..... 397
3.11. Фізіологія м'язів і нервів..... 409
3.12. Фізіологія центральної нервової системи..... 422
3.13. Фізіологія вищої нервової системи..... 439
3.14. Фізіологія аналізаторів..... 454
3.15. Фізіологія внутрішньої секреції..... 475

Додатки..... 490
Література..... 510

ВСТУП

Вивчення анатомії, цитології, ембріології, гістології, фізіології як базових дисциплін має важливе значення у підготовці фахівців для тваринництва. Анатомія і фізіологія є фундаментальною дисципліною для вивчення спеціальних дисциплін та належить до біологічних наук.

Біологія (*bios – життя, logos – вчення*) – наука, яка всебічно вивчає живі організми і всі їхні властивості, до складу біології входить цілий комплекс наук, що вивчають живі організми.

БІОЛОГІЯ

Морфологія (morphe – форма) – вивчає форму і будову організму. До неї належать анатомія, гістологія, ембріологія, цитологія.

Фізіологія – вивчає життєві процеси в здорових тварин.

Анатомія (*anatome – розтин*) – наука про будову, топографію та закономірності розвитку окремих органів і цілого організму.

АНАТОМІЯ

Нормальна (вивчає будову здорового організму)

Системна (вивчає системи органів)
Вікова (зміни в організмі в різні періоди життя)
Топографічна (місцеположення органів)

Патологічна

Вивчає зміни в будові хворого організму

Гістологія (histos – тканина) – наука про тканини.
Цитологія (cytos – клітина) – наука про клітину.
Ембріологія (embryon – зародок) – наука про розвиток зародка.

Коротка історія розвитку цих наук. Анатомія як наука почала формуватися в Стародавній Греції за п'ять століть до нашої ери. Ще давньогрецькі вчені-мислителі Гіппократ і Аристотель та давньоримський лікар Гален сформували матеріалістичне уявлення про будову та розвиток організмів. Вони вперше застосували розтин трупів. В епоху Відродження поряд з торгівлею, промисловістю почало посилено розвиватися тваринництво, що сприяло розквіту й подальшому розвитку анатомії.

З винайденням мікроскопа у 1665 р. англійський фізик Р. Гук виявив клітини в рослинах, а пізніше голландський учений А. Левенгук (1632–1723) у тварин. З цього часу починає свій розвиток наука цитологія. У 1839 р. німецький біолог Т. Шванн узагальнив нагромаджені багатьма вченими-біологами факти про будову та розвиток живих організмів і сформулював клітинну теорію, яка з матеріалістичних позицій пояснює спільність походження рослин і тварин на основі подібності будови їх клітин. Так виникла мікроскопічна анатомія, або гістологія – наука про мікроскопічну будову тварин.

Зародження фізіології як науки, що базується на експерименті, датують другою половиною XVI і початком XVII ст.

Важливим етапом у розвитку фізіології слід вважати відкриття у 1628 р. англійським лікарем, анатомом і фізіологом У. Гарвеєм (1578–1657) великого та малого кіл кровообігу у людей і тварин.

Значний вплив на розвиток анатомії, фізіології та інших біологічних наук мала еволюційна теорія Ч. Дарвіна (1809–1882), згідно з якою рослини тварини і людина з'явилися на Землі природним шляхом, поступово перетворюючись з простих форм на складніші під впливом довкілля. Основними рушійними силами еволюції, за Ч. Дарвіном, є спадковість, мінливість та природний добір.

Значний внесок у розвиток еволюційної теорії зробили російські вчені-біологи. Видатний російський анатом і хірург М.І. Пирогов (1810–1881) вперше розробив і застосував методику вивчення топографії внутрішніх органів на заморожених трупах. О.О. Ковалевський (1840–1901) та І.І. Мечников (1845–1916) вважаються засновниками еволюційної ембріології, а В.О. Ковалевськиий (1842–1883) – еволюційної палеонтології (наука, що вивчає рештки викопних тварин). Крім того, І.І. Мечников є творцем теорії фагоцитозу.

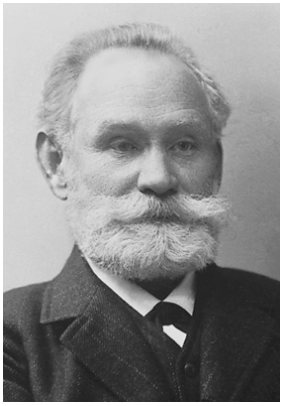
О.М. Сєверцов (1866–1936) є творцем еволюційної морфології. П.Ф. Лесгафт (1837–1909) вперше вивчив взаємозв'язок між будовою і

функцією органів та значення умов зовнішнього середовища для розвитку організму. На основі цієї теорії впроваджують моціон для тварин.

Професор О.П. Климов провів порівняльно-анатомічні дослідження функцій апарату руху свійських тварин. Він є засновником першої самостійної анатомічної школи.



І.М. Сєченов (1829–1905)



І.П. Павлов (1849–1936)



О.П. Климов (1878–1940)

Значний внесок у розвиток фізіології зробили І.М. Сєченов (1829–1905), М.Є. Введенський (1852–1922), О.О. Ухтомський (1875–1942) та І.П. Павлов (1849–1936). І.М. Сєченов уперше в історії фізіології дослідив функцію головного мозку тварин і виявив у ньому особливі нервові центри, в яких відбуваються процеси збудження й гальмування, що зумовлюють узгодженість у роботі всіх систем організму. Найвидатніше відкриття І.М. Сєченова є вивчення рефлексів.

Виняткова роль у розвитку фізіології належить І.П. Павлову, який вивчав фізіологію кровообігу, органів травлення та функцію великих півкуль головного мозку. Він довів вплив нервової системи на діяльність органів і організму в цілому, на залежність фізіологічних процесів організму та поведінки тварини від зовнішніх подразників, умов зовнішнього середовища, на єдність організму і всіх його функцій із довкіллям. Вчення І.П. Павлова про умовні рефлекси дало змогу відкрити закони вищої нервової діяльності людини.

Продовжуючи розвивати вчення І.П. Павлова, його учні і послідовники зробили значний внесок у фізіологію. До цієї групи дослідників слід віднести Л.А. Орбелі (1882–1958), який вивчав трофічний вплив нервової системи і створив адаптаційно-трофічну

теорію симпатичної іннервації. К.М. Биков (1886–1959) досліджував вплив кори великих півкуль головного мозку на діяльність внутрішніх органів.

Вивченням стадій розвитку зародка займається наука ембріологія, засновниками якої є К.Ф. Вольф (1733–1794) і К.М. Бер (1792–1876).

Основні етапи наукових відкриттів і роль учених у розвитку цих дисциплін

5 століть до н.е.	Гіппократ, Аристотель, Гален	Матеріалістичне уявлення про живий організм
1665	Роберт Гук	Виявив клітини в рослинах
1632–1723	Антоні Левенгук	Виявив клітини в тварин
1839	Т. Шванн	Сформулював клітинну теорію
1809–1882	Ч. Дарвін	Створив еволюційну теорію (дарвінізм)
1810–1881	М. Пирогов	Розробив метод замороження трупів, створив топографічну анатомію людини
1840–1901 1845–1916	О.О. Ковалевський І.І. Мечников	Основоположники еволюційної ембріології
1578–1657	У. Гарвей	Відкрив велике коло кровообігу в організмі людини і тварини
1829–1905	І.М. Сєченов	Дослідив функцію головного мозку. І доказав, що нервова діяльність – це робота нервових клітин
1849–1936	І.П. Павлов	Вивчав функції органів кровообігу, травлення і нервової системи
1882–1958	Л.А. Орбелі	Дослідив адаптаційно-трофічну функцію нервової системи
1898–1974	П.К. Анохін	Розробив теорію про функціональні системи і з'ясував значення зворотних зв'язків
1903–1971	В.В. Парін	Засновник космічної фізіології
1733–1794 1792–1876	К.Ф. Вольф К.М. Бер	Засновники науки ембріології

Вікові особливості індивідуального розвитку організму. У тварин різного віку будова і функція тіла неоднакова, тому існують вікові анатомія і фізіологія, які вивчають будову і функції тіла з урахуванням індивідуального розвитку організму. Індивідуальний розвиток організму, або ***онтогенез***, триває від запліднення статевої клітини, народження плоду й до смерті тварини.

Філогенез (phylon) – це історичний розвиток класів тварин чи окремих їх видів від простих форм до сучасних у зв'язку з чинниками зовнішнього середовища, спадковістю та онтогенезом.

Об'єктом вивчення є різні види тварин: коні, велика рогата худоба, свині, вівці, кози, собаки та свійська птиця.

Вид – це сукупність особин, що характеризуються спадковою подібністю морфологічних, фізіологічних та біохімічних особливостей, дають потомство під час схрещування і пристосування до життя в певних умовах зовнішнього середовища.

Усі види сільськогосподарських тварин належать до класу ссавців, підкласу плацентарних. Сучасні ссавці розвинулися від спільного кореня первісних ссавців, які поділялися на три підкласи: клоачні, сумчасті й плацентарні.

Основними ознаками всіх ссавців є наявність у них молочних залоз, вигодовування своїх малят молоком, а в плацентарних ссавців ще й наявність плаценти органа, що забезпечує розвиток зародка і плоду в материнському організмі. Особливе місце серед плацентарних ссавців посідає людина, яка належить до ряду приматів. Однак вона різко відрізняється від тварин здатністю мислити і працювати.

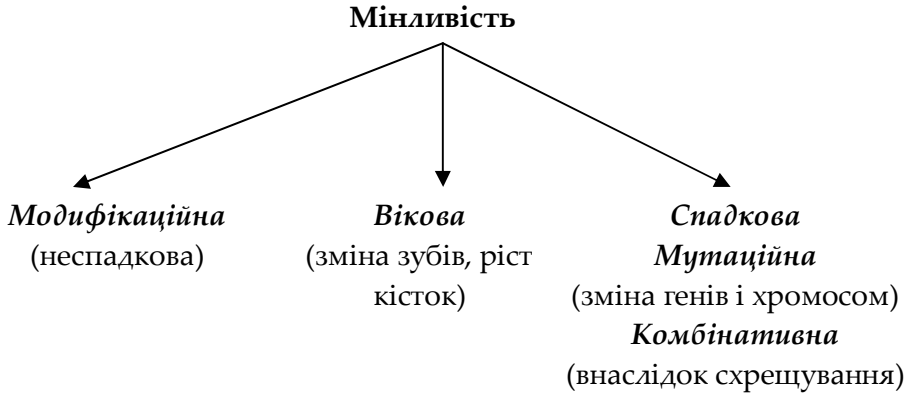
До виникнення ссавців і птахів на нашій планеті Земля вже існували одноклітинні організми потім з'явилися риби, амфібії, плазуни, а від плазунів походять ссавці.

Основні фактори еволюції: природний добір (відбір) спадковість, мінливість.

Природний добір (або вібір) – виживання найбільш пристосованих у боротьбі за існування організмів, здатних залишити численне потомство.

Спадковість – властивість батьків передавати свої ознаки потомству.

Мінливість – властивість організму набувати нових ознак.





Питання для самоконтролю

1. Що вивчає біологія?
2. До яких наук відноситься анатомія?
3. Що таке морфологія?
4. Яка наука вивчає клітини?
5. Яка наука вивчає тканини?
6. Яка наука вивчає органи?
7. Що вивчає фізіологія?
8. Який вчений виявив клітини у рослин?
9. Хто сформулював клітинну теорію?
10. Який внесок у розвиток фізіології вніс І.П.Павлов?
11. Що вивчає онтогенез і філогенез?
12. Що є основними факторами еволюції?

1. ЦИТОЛОГІЯ, ГІСТОЛОГІЯ, ЕМБРІОЛОГІЯ

1.1. ЗАГАЛЬНА ЦИТОЛОГІЯ

Клітина – це основна структурна та функціональна одиниця живих організмів, що здатна до самооновлення, саморегуляції та самовідтворення.

Наука, яка вивчає будову, розвиток та життєдіяльність клітин називається ***цитологією.***

Термін "клітина" ввів Р. Гук у 1665 р. (завдяки дослідженням під мікроскопом клітин тонких зрізів пробкової тканини рослин); Левенгук, Мальпігі, Грю і Пуркін'є підтвердили наявність клітин в живих організмах.

Клітинна будова організму впроваджена П.Ф. Горяніновим у 1834 р., а також висловлювання про походження самої клітини в її історичному розвитку.

Т. Шванн (на основі праць М. Шлейдена) в 1838–1839 рр. сформулював клітинну теорію.

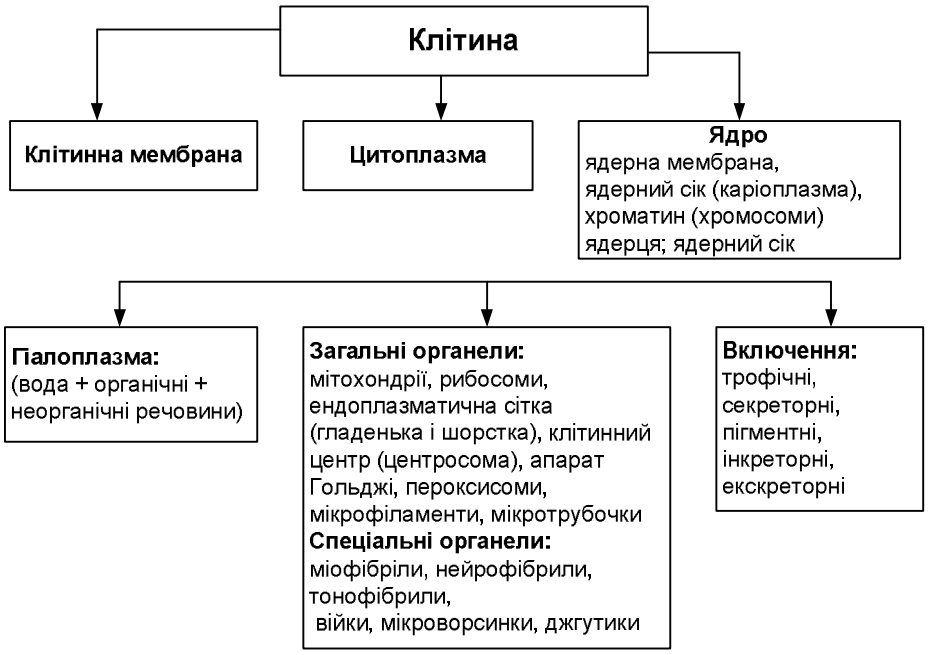
Положення клітинної теорії.

- Клітина – є основою будови всіх живих організмів.
- Всі клітини подібні за будовою та хімічним складом.
- Нові клітини утворюються поділом існуючих.
- Розвиток від найпростішого до складнішого (філогенез).
- Клітина має певний індивідуальний період життя (онтогенез).
- Всі клітини спеціалізовані за функцією і диференційовані за будовою.
- Живий організм це єдина система на основі тісної взаємодії клітин, що регулюється нервовою, судинною та ендокринною системами.

Клітина є основною структурною одиницею організму. Це найменша частина тіла, у якій відбуваються всі процеси життєдіяльності: дихання, рух, травлення, розмноження тощо. Кожна клітина може підтримувати всі вищезгадані функції. Більшість клітин невидимі для неозброєного ока. Розмір і форма клітини визначається її функцією. Величина 10–150 мікрометрів.

Кожна клітина має характерну форму, розмір, тривалість життя, які залежать від її функціональних властивостей. Нервові клітини мають аксони, якими передаються нервові сигнали. Лейкоцити завдяки гнучкій мембрані сплющуються, проходячи через тонкі пори в капілярах. Сперматозоїди за допомогою хвоста самостійно рухаються по геніталіях. М'язові клітини змінюють свою довжину відповідно до сили скорочень (дод., рис. 1).

Більшість клітин містить субструктури, які називаються *органелами* ("маленькі органи"); кожна виконує певні функції та переважно більшість із них оточена мембраною. Органели плавають у цитоплазмі – желеподібній речовині, що на 90% складається з води. Клітини також містять ензими, амінокислоти та інші молекули, які необхідні для її функціонування.



Клітинна мембрана регулює надходження та виведення речовин з клітини. Однак вона пропускає лише певні речовини, тому її називають селективним фільтром. Клітинні мембрани можуть містити декілька видів білкових рецепторів, кожний з яких реагує на специфічну молекулу. Деякі мембранні білки пов'язані між собою, утворюючи міжклітинні зв'язки.

Ядро – центр контролю клітини містить гранульовану речовину хроматин, що складається з ДНК (генетичний матеріал клітини). Ядерце складається з РНК та білків. Ядро оточене оболонкою – двошаровою мембраною з порами.

Хроматин – речовина ядра клітини, з якої внаслідок конденсації і стискання під час поділу клітини утворюються хромосоми, складається з ДНК і невеликої кількості РНК і білків.

Перед поділом хроматин (спадковий матеріал клітини) подвоюється та утворює паличкоподібні тільця, які групуються в Х-подібні ***хромосоми.*** Окремі ділянки хромосоми називаються генами.

Ген – це елементарна одиниця спадковості, за допомогою якої відбувається кодування збереження і передавання спадкових властивостей організму в поколіннях.

Сукупність усіх ознак і властивостей організму тварини становить його ***фенотип***, який є результатом взаємодії генотипу та зовнішнього середовища.

Соматичні клітини тіла тварини мають у ядрі подвійний (диплоїдний), а статеві (гамети) одинарний гаплоїдний набір хромосом. Кожному виду тварин властивий певний набір хромосом (***каріотип***).

ДНК *(дезоксирибонуклеїнова кислота*) – матеріал, з якої формуються хромосоми клітинних ядер, регулює ріст клітини та спадковість, стимулює хімічні сполуки до утворення (синтезу) білків, що контролюють специфічні функції клітини.

Лізосоми – потужні ензими цієї органели розщеплюють небезпечні речовини, що потрапили в клітину, наприклад бактерії, а також інші небажані субстанції та відпрацьовані органели. Розщеплені продукти виводяться через клітинну мембрану.

Ендоплазматична сітка – це система трубочок і канальців, яка допомагає транспортувати речовини по клітині. У гранулярній (шорсткій) сітці містяться рибосоми, що беруть участь в утворенні

білка. У агранулярній (гладкій) сітці депонується кальцій та синтезуються ліпіди.

Рибосоми – функція цих маленьких гранулярних структур полягає у синтезі білка.

Мітохондрія – ця органела є енергетичною станцією клітини, де відбувається дихання та розщеплення жирів і вуглеводів, унаслідок чого вивільняється енергія. Внутрішні складки (кристи) містять ензими, які продукують енергію, що накопичується в хімічних зв'язках аденозинтрифосфорної кислоти (АТФ) і забезпечує процеси життєдіяльності клітини.

Вакуоля – цей мішечок транспортує та зберігає поглинуті матеріали, шлаки та воду.

Піноцетозний міхурець – процес поглинання клітиною рідини разом з розчиненими в ній сполуками. Процес піноцитозу нагадує фагоцитоз, але відбувається здебільшого за рахунок втягування мембрани.

Апарат (комплекс) Ґольджі – безліч плоских замкнених мішечків-цистерн містять маленькі пухирці з білком, які були депоновані з шорсткої (гранулярної) ендоплазматичної сітки. Білки модифікуються у великі міхурці й виводяться з клітини.

Центріолі – клітинний центр, поблизу центра клітини розміщені два циліндри, кожен з яких утворений дев'ятьма парами порожнистих трубочок. Центріолі відіграють важливу роль у поділі клітини.

Хімічний склад та фізико-хімічні властивості протоплазми клітин. Клітина складається з органічних і неорганічних речовин, які побудовані з великої кількості хімічних елементів. Вони поділяються на ***макроелементи*** (вуглець, кисень, азот, водень, сірку, фосфор, кальцій, натрій, калій, хлор) припадає 99,9% маси тіла тварини. Решту 0,1% становлять ***мікроелементи*** (залізо, мідь, йод, манган, кобальт, бром, магній, золото, цинк та ін.), які в досить малих кількостях входять до складу гормонів, вітамінів, ферментів і відіграють важливу роль у регулюванні процесів обміну речовин.

У клітинах хімічні елементи знаходяться у вигляді органічних і неорганічних речовин, кількість і співвідношення речовин, що входять до її складу наведено в таблиці.

Кількість речовин у клітині (за Ю.І.Полянським)

Неорганічні речовини	Масова частка, %	Органічні речовини	Масова частка, %
Вода	70–80	Білки	10–20
Солі, кислоти та ін.	1–1,5	Нуклеїнові кислоти	1–2
		Жири	1–5
		Вуглеводи	0,2–2
		АТФ, АДФ та ін.	0,1–0,5

Білки становлять близько 50% сухої маси клітини. До складу всіх білків входять такі хімічні елементи: вуглець, кисень, водень, азот, сірка та ін. Вони виконують головну роль у життєдіяльності клітини й організму тварини, з ними пов'язані всі прояви життя.

Білки мають складну хімічну будову і за складом поділяються на прості (*протеїни*) та складні (*протеїди*). Прості білки побудовані тільки з амінокислот, сполучених між собою поліпептидними зв'язками в ланцюги (альбуміни, глобуліни, фібриноген крові). Складні білки, крім амінокислот, містять ще й інші речовини (нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди, метали).

У клітині білки виконують різноманітні специфічні функції: мають каталітичні властивості (ферменти), виконують захисні функції (імуноглобуліни), дихальну функцію (гемоглобін, міоглобін), забезпечують рухову функцію (актин, міозин, тубулін), є джерелом енергії та входять до складу мембранних структур клітини.

Біосинтез білків відбувається в усіх клітинах організму, в їх рибосомах. Будівельним матеріалом для синтезу білків є 20 амінокислот, які поділяють на *замінні й незамінні*. Білки корму, в складі яких містяться всі незамінні амінокислоти, називаються біологічно повноцінними.

Завдяки біосинтезу забезпечується постійне оновлення білків, ріст, диференціація клітин, процеси обміну речовин, їх регуляція. Інформація про первинну структуру кожного білка закодована в дезоксирибонуклеїновій кислоті (ДНК), яка знаходиться в хромосомах ядра клітини.

Нуклеїнові кислоти – це складні полімерні сполуки, з якими пов'язані зберігання, відтворення та передавання спадкової інформації.

Розрізняють два типи нуклеїнових кислот: *ДНК (дезоксирибонуклеїнова кислота) і РНК* (*рибонуклеїнова кислота*). Структуру молекули ДНК вперше описали в 1953 р. Дж. Уотсон і Ф. Крік. Молекула ДНК має вигляд подвійної спіралі, до складу якої входять два гетерополімерних ланцюги.

Кожний ланцюг побудований з послідовно сполучених дезоксирибонуклеотидів. Кістяк нитки складають залишок фосфорної кислоти і моноцукрид дезоксирибоза. Кожний залишок дезоксирибози сполучений з азотистою основою (пуринові основи аденін (А) і гуанін (Г); піримідинові основи – тимін (Т) і цитозин (Ц)). Азотисті основи обох ланцюгів обернені всередину спіралі і сполучені водневими зв'язками за принципом комплементарності (попарно: А–Т або Г–Ц).

Спадкова (генетична) інформація закодована у вигляді послідовності азотистих основ в одній з ниток ДНК.

Синтез ДНК у клітинах здійснюється реплікацією (подвоєнням) своєї молекули в період інтерфази життєвого циклу клітини.

Генетична інформація, закодована в ДНК, реалізується синтезом на ній окремих молекул РНК. Цей процес називається *транскрипцією* і здійснюється ферментом РНК-полімеразою за принципом комплементарності.

На відміну від ДНК, молекула РНК має один ланцюг у вигляді спіралі, побудований з рибонуклеотидів. До складу рибонуклеотиду РНК, замість моноцукриду дезоксирибози, входить рибоза, а замість азотистої основи цитозину урацил.

Розрізняють три види РНК: ***інформаційну*** (і-РНК), ***транспортну*** (т-РНК), ***рибосомальну*** (р-РНК), які беруть участь у процесах біосинтезу білків.

Аденозинтрифосфорна кислота, аденозинтрифосфат (АТФ) – це нуклеотид, що складається з моноцукриду D-рибози, залишку фосфорної кислоти та азотистої основи аденіну. Залежно від кількості залишків фосфорної кислоти є АМФ (аденозинмонофосфат), АДФ (аденозиндифосфат) і АТФ (аденозинтрифосфат). АТФ є джерелом накопичення (акумулятором) і перенесення енергії. Під час відщеплення від АТФ залишків фосфорної кислоти вивільнюється

енергія, яка потім використовується під час м'язового скорочення, передавання нервового збудження, секреції залоз, біосинтезу білків тощо.

Вуглеводи, або цукри, бувають *прості – моноцукриди* (глюкоза, фруктоза), *складні – дицукриди* (сахароза, мальтоза) і поліцукриди (крохмаль, глікоген, хітин, целюлоза); вуглеводи є джерелом енергії в клітині (1 г дає 17,6 кДж).

Ліпіди — жироподібні речовини, що входять до складу клітин і відіграють важливу роль у їх організації та обміні речовин. Це один із основних структурних компонентів клітинних мембран. Ліпіди виконують захисні функції (водовідштовхувальні, термоізоляційні), входять до складу стероїдних гормонів, є джерелом енергії (1 г дає 38,9 кДж), а також розчинником деяких вітамінів (A, D та ін.). За будовою ліпіди поділяють на прості (жири, воски) і складні (фосфоліпіди, гліколіпіди).

Неорганічні речовини. Вода і мінеральні солі – це складові частини клітини й організму тварини в цілому. Тіло тварини в середньому на 65% складається з води, яка в клітинах знаходиться у вільному і зв'язаному стані. Вода розчиняє багато речовин, що надходять в організм, здійснює перенесення поживних речовин і газів, видалення продуктів розпаду, бере участь у терморегуляції та інших процесах. Витрата води понад 20% спричиняє загибель клітини.

Мінеральні солі в цитоплазмі клітин перебувають у дисоційованому стані у вигляді катіонів та аніонів і відіграють важливу роль у здійсненні таких процесів, як дифузія і осмос. Наявність солей у цитоплазмі клітин визначає її буферні властивості, здатність підтримувати pH на сталому рівні. Багато мінеральних солей міститься в клітинах опорних тканин (кісткових).

Деякі органічні речовини (білки) не розчиняються у воді і утворюють колоїдні розчини, які можуть перебувати в стані желатинізації або коагуляції.

Похідні клітин – волокна й міжклітинна аморфна речовина рідкої, драглеподібної або твердої консистенції. Ці структури знаходяться в міжклітинних проміжках і щілинах та є результатом життєдіяльності клітин. Розрізняють колагенові, еластичні та ретикулярні волокна. ***Колагенові*** волокна – мікроскопічні міцні нитки, побудовані з білка колагену, не розтягуються. Виварюючи, з них отримують клей (желатин). Вони входять до складу сполучної тканини. ***Еластичні*** волокна входять до складу стінок кровоносних

судин, еластичних хрящів і зв'язок, пухкої сполучної тканини і побудовані з білка еластину. Їм властива еластичність – здатність до відновлення форми та розмірів після розтягування або стискання. ***Ретикулярні*** волокна – нитчасті структури ретикулярної тканини, що входить до складу органів кровотворення: червоного кісткового мозку, селезінки, лімфатичних вузлів, мигдаликів.

Міжклітинна аморфна безструктурна речовина – це мікроскопічна прозора основа, в якій розміщені клітини й волокна. Вона має вигляд драглеподібної маси або пластинок. Основу її становлять білково-вуглеводні речовини (глікозаміноглікани), які надають їй властивостей гелю.

Неклітинні структури – це симпласт і синцитій. ***Симпласт*** характеризується відсутністю клітинних меж і розміщенням численних ядер у суцільній масі цитоплазми. Прикладом симпласту є м'язові волокна скелетної м'язової тканини. ***Синцитій*** – цитоплазматичні сітки з ядрами, в яких не відбулося повного відокремлення клітин одна від одної. Прикладом синцитію є ретикулярна тканина.

Фізіологічні властивості клітин. Клітині, як одній із форм живої матерії, притаманні такі основні властивості: обмін речовин та енергії, розмноження, мінливість і спадковість, рух, подразливість ріст і розвиток, старіння та відмирання.

Обмін речовин і енергії (метаболізм) – це основна умова підтримання життєдіяльності клітини, основа її функціонування й розвитку.

Обмін речовин та енергії – це закономірний процес перетворення поживних речовин та енергії в живих системах, спрямований на їх збереження й самовідтворення. **Обмін речовин** – це цілісна, чітко відрегульована система хімічних реакцій у клітині, в організмі тварини в цілому, що склалася в результаті тривалого еволюційного розвитку.

Обмін речовин і енергії між клітиною та навколишнім середовищем складається з двох нерозривних, взаємозумовлених процесів – ***асиміляції*** *(анаболізму)* та ***дисиміляції (катаболізму)***. У процесах перетворення речовин у клітинах організму тварини беруть участь ферменти, вітаміни, кисень, вода і мінеральні сполуки. При асиміляції, або пластичному обміні, із зовнішнього середовища в клітину надходять поживні речовини корму (їжі), які після внутрішньоклітинного травлення використовуються нею, як будівельний та енергетичний матеріал. Надходження поживних речовин крізь клітинну мембрану здійснюється за законами осмосу і дифузії, а також шляхом

ендоцитозу (піноцитозу і фагоцитозу). При *піноцитозі* клітина активно поглинає краплини рідини, а при *фагоцитозі* – тверді частинки. Поживні речовини після надходження їх у цитоплазму клітини за допомогою ферментів лізосом перетравлюються, внаслідок чого утворюються простіші поживні речовини, які потім використовуються клітиною для синтезу власних речовин.

При дисиміляції, або енергетичному обміні, органічні речовини клітини зазнають постійного розщеплення з виділенням енергії, яка частково використовується клітиною для життєвих функцій, а частково акумулюється в АТФ та утворенням кінцевих продуктів (води, вуглекислого газу, аміаку тощо), які потім виводяться з клітини у навколишнє середовище.

Біосинтез білків. Універсальним для всіх живих організмів видом пластичного обміну є постійний процес біосинтезу білка. Це пов'язано з тим, що в процесі життєдіяльності в клітинах регулярно відбувається розпад білків, які необхідно поновлювати. Процес біосинтезу білка особливо інтенсивно відбувається в періоди росту й розвитку клітин та організму в цілому, коли в них синтезуються ферменти, гормони та інші білкові речовини. Найважливішу роль у процесі біосинтезу білка відіграють нуклеїнові кислоти – ***ДНК і РНК***. ДНК прямої участі в синтезі білка не бере, оскільки вона знаходиться в хромосомах ядра, а основним місцем синтезу білка є рибосоми на ендоплазматичній сітці цитоплазми. На довгому ланцюзі молекули ДНК закодована інформація про безпосередню структуру різноманітних білків. Ділянка молекули ДНК, що містить інформацію про структуру певного виду білка, називається ***геном***.

У біосинтезі білків беруть участь три види РНК: ***р-РНК*** (рибосомальна), ***т-РНК*** (транспортна), ***і-РНК*** (інформаційна) або ***м-РНК*** (матрична). У цьому процесі можна виділити чотири етапи: ***І етап*** – *транскрипція* передавання інформації про структуру певного білка з гена ДНК на молекулу і-РНК. При цьому певна ділянка ДНК (ген) стає матрицею для синтезу молекули відповідної і-РНК або м-РНК.

Переписування інформації з гена молекули ДНК на молекулу і-РНК здійснюється, коли подвійна спіраль ДНК на певному відрізку роз'єднується і ланцюги віддаляються один від одного. Цей процес відбувається за допомогою специфічних ферментів, що розривають водневі зв'язки між азотистими основами окремих ланцюгів ДНК. Після цього за участю ферменту РНК-полімерази з принципом

комплементарності вздовж одного з ланцюгів молекули ДНК розпочинається синтез молекули і-РНК. Як у друкарні з матриці можуть бути віддруковані сотні тисяч примірників книг чи газет, так і з гена молекули ДНК можна отримати безліч точних копій у вигляді молекул і-РНК.

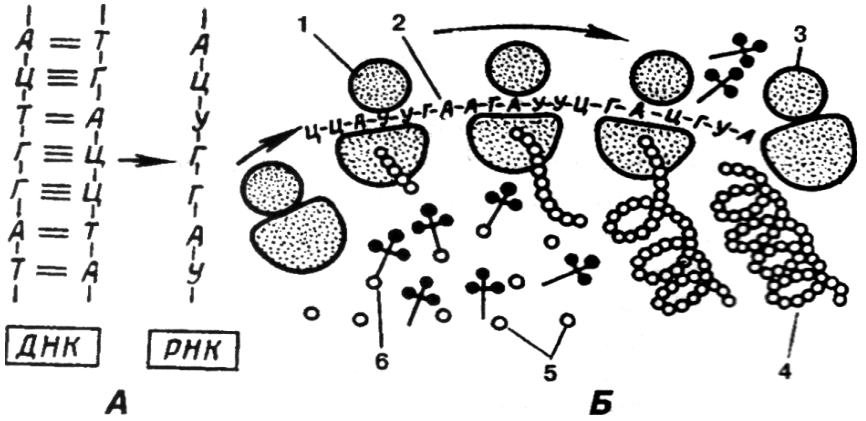


Схема синтезу білка:

А – утворення молекули і-РНК на правому ланцюзі розгорнутої спіралі ДНК, що є для неї матрицею; Б – синтез білка в полірибосомі: 1 – рибосома, що надійшла на молекулу м-РНК (рибосоми переміщуються зліва направо); 2 – м-РНК з азотистими основами (А – аденін, Ц – цитозин, Г – гуанін, У – урацил); 3 – рибосома, що відокремилася від полірибосоми після закінчення синтезу білкової молекули; 4 – новоутворена білкова молекула; 5 – амінокислоти; 6 – т-РНК з амінокислотами

Синтезовані молекули і-РНК за участю інших спеціальних ферментів відокремлюються від ланцюга ДНК і переходять з ядра в цитоплазму на рибосоми, де прикріплюються до малої субодиниці, а молекула ДНК знову відновлює свою структуру.

ІІ етап *– активація* амінокислот відбувається в цитоплазмі клітини шляхом приєднання різноманітних амінокислот, що утворюються внаслідок розщеплення білків, за участю специфічних ферментів і молекул АТФ. Активовані молекули амінокислот сполучаються з молекулами т-РНК. Кожній із 20 амінокислот відповідає певна т-РНК. Транспортні РНК з амінокислотами приєднуються до великих субодиниць рибосом.

У молекулах т-РНК є дві важливі ділянки: до однієї з них прикріплюється відповідна амінокислота, а інша містить триплет нуклеотидів (антикодон), який відповідає коду даної амінокислоти в гені молекули ДНК.

Активовані амінокислоти, сполучені з т-РНК, надходять до рибосом, де й починається ***ІІІ етап*** синтезу білка – *трансляція*. Внаслідок протягування і-РНК між двома субодиницями рибосом відбувається процес трансляції зчитування інформації, закодованої на і-РНК, за допомогою т-РНК. При цьому антикодон т-РНК на короткий час приєднується до кодона і-РНК за принципом комплементарності. Послідовність приєднання амінокислот однієї до другої визначається порядком чергування триплетів у молекулі і-РНК. Опинившись поряд, амінокислоти утворюють пептидні зв'язки одна з одною, використовуючи енергію АТФ. У результаті цього з рибосоми, як з конвеєра, сходить поліпептидний ланцюг (первинна структура білка). Т-РНК, звільнившись від зв'язку з рибосомою, амінокислотою та і-РНК, знову потрапляє в гіалоплазму і може приєднувати наступну молекулу амінокислоти.

IV етап *синтезу білка* полягає в утворенні вторинної і третинної структур білкової молекули. Цей етап відбувається в цитоплазмі шляхом скручування, згортання поліпептидного ланцюга.

Життєві процеси в клітині. Розмноження — одна з основних властивостей усіх живих організмів, що забезпечує безперервність і спадковість життя на Землі. Розмножуються клітини поділом. Під час поділу в клітині відбуваються істотні морфологічні й фізико-хімічні зміни. Розрізняють прямий, непрямий та редукційний поділи клітини. Для соматичних клітин організму тварини характерними є прямий – *амітоз* і непрямий – *мітоз*, або каріокінез, поділи. Статеві клітини розмножуються редукційним поділом – *мейозом*.

У життєвому циклі клітини, крім її поділу, є ще *інтерфаза* – період між двома поділами, під час якого відбувається ріст клітини, синтез білків і ДНК, подвоєння хромосом, центріолей, центросоми, накопичення АТФ. Триває інтерфаза 6–10 год, а іноді в стані інтерфази клітини існують усе своє життя (еритроцити, нервові клітини тощо). Складається інтерфаза з трьох періодів: пресинтетичного, синтетичного та постсинтетичного.

Пресинтетичний період (G_1,) починається відразу після завершення поділу клітини й триває до подвоєння (редуплікації) ДНК. У цей період клітина інтенсивно росте, в ній збільшується кількість

органел, подвоюються центріолі, центросоми, синтезуються РНК, ферменти та інші речовини.

Синтетичний період (S) характеризується подвоєнням молекули ДНК. У кінці цього періоду кількість ДНК у клітині збільшується вдвічі, набір хромосом стає диплоїдним, кожна хромосома містить дві молекули ДНК і називається ***хроматидою,*** збільшується синтез РНК і білків-гістонів (рис. 2).

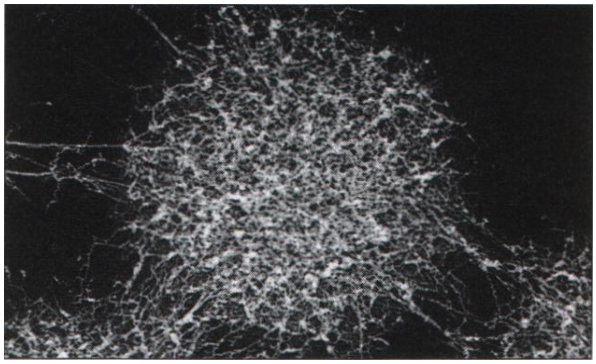


Рис. 2. ДНК-реплікація

Постсинтетичний період (G_2) нетривалий і характеризується ростом ядра й цитоплазми, накопиченням енергії, синтезом спеціальних скоротливих білків тубулінів, необхідних для утворення мітотичного апарату. У кінці цього періоду клітина починає ділитися.

Мітоз – процес подвоєння, що організовує і розподіляє ДНК під час клітинного поділу за нормального росту. Він триває безперервно під час функціонування організму. Унаслідок копіювання кожна клітина утворює дві дочірні клітини, ідентичні між собою та з батьківською клітиною. Клітини в ембріональному розвитку розмножуються мітозом як зрілі тканини, наприклад, шкіра та оболонка кишок.

Етап, що передує активному клітинному поділу, називається ***інтерфазою***. Під час поділу молекули ДНК довільно організовуються в сітку із видовжених (витягнутих) філаментів хроматину.

Профаза – нитки ДНК подвоюються і скручуються, формуючи спіральні філаменти-хроматиди, які з'єднані центромерами (дод., рис. 3). Ці філаменти конденсуються, утворюючи 46 пар Х-подібних хромосом.

Метафаза – пари хромосом розміщуються в центрі клітини. Ниткоподібні волокна утворюють веретено, яке з'єднує центромери

кожної пари хромосом з протилежними полюсами поділу клітини (дод., рис. 4).

Анафаза – кожна центромера розщеплюється, розділяючи пари хромосом. Таким чином утворюються 92 окремі хромосоми. Розділившись навпіл (по 46 дочірніх хромосом), вони розходяться до протилежних сторін клітини (дод., рис. 5).

Телофаза – волокна веретена зникають і навколо кожної групи з 46 дочірніх хромосом утворюється ядерна оболонка. Клітина ділиться навпіл і хромосоми починають розкручуватись (дод., рис. 6).

Пізня телофаза – цитоплазма починає ділитись, утворюючи клітинний диск між двома групами хромосом, внаслідок чого утворюються дві клітини. Кожна клітина має набір із 46 хромосом, які повертаються до хроматинових філаментів (дод., рис. 7).

Амітоз – прямий поділ клітини. Спочатку перешнуровується ядро, а за ним поділяється й цитоплазма клітини. У результаті утворюються дві дочірні клітини, які надалі ростуть до розмірів материнської клітини. Прямий поділ клітин в організмі тварини відбувається досить рідко. Ним розмножуються старі клітини, клітини плаценти, пухлин у місцях запалення.

Мейоз – це поділ статевих клітин (яйцеклітин і сперматозоонів), складається з двох поділів і характеризується складними змінами в ядрі, що призводять до зменшення (редукції) кількості хромосом. Внаслідок поділу мейозом з материнської клітини утворюються дочірні клітини з *половинним (гаплоїдним)* набором хромосом. Перший і другий поділи мейозу роз'єднані короткою інтерфазою, в якій відсутній S-період, тобто перед другим поділом не відбувається редуплікація ДНК. Кожний поділ при мейозі також складається з чотирьох фаз: *профази, метафази, анафази й телофази*. Найважливіші процеси відбуваються в *профазі* першого поділу, який має найбільшу тривалість. На початку ***профази I*** кожна хромосома складається з двох спіралізованих хроматид, потім гомологічні хромосоми наближаються одна до одної і з'єднуються між собою. У результаті з'єднання в клітині утворюються тетради – комплекси з чотирьох хроматид. Число тетрад дорівнює гаплоїдному набору хромосом.

Потім настає ***метафаза I***, коли тетради розміщуються в площині екватора. В ***анафазі I*** кожна тетрада ділиться навпіл, і до полюсів відходять цілі хромосоми, що мають по дві хроматиди.

У ***телофазі*** при поділі цитоплазми на дві дочірні клітини в кожну з них потрапляє лише по одній з кожної пари гомологічних

хромосом. Отже, в результаті першого поділу утворюється дві клітини, кількість хромосом у яких зменшена вдвічі, але кожна з них містить подвійну кількість ДНК.

Під час другого поділу відбуваються процеси, характерні для мітозу. Внаслідок цього з кожної статевої клітини утворюється чотири нові клітини з гаплоїдним набором хромосом.

ВИДИ ПОДІЛУ КЛІТИНИ

Непрямий (мітоз)	***Мейоз*** – поділ статевих клітин, під час якого утворюються дочірні клітини з половинним (гаплоїдним) набором хромосом	***Прямий (амітоз)***, під час якого відбувається перешнуровування ядерця, ядра і цитоплазми. У результаті утворюється дві дочірні клітини, які надалі ростуть до розмірів материнської клітини
1 – профаза (спіралізація, вихід їх в хромосомцитоплазму) **2 –** метафаза (фаза материнської зірки, хромосоми в центрі клітини) **3 –** анафаза (фаза дочірніх зірок, утворює дочірні хромосоми) **4 –** телофаза (утворюються дочірні клітини з диплоїдним набором хромосом)		

Подразливість – властивість клітини активно змінювати свою життєдіяльність під впливом чинників зовнішнього середовища (подразників): температури, світла, хімічних речовин, радіації тощо. М'язові клітини скорочуються, залозисті – виділяють певний секрет, нервові – збуджуються тощо.

Рухливість клітини – одна з форм відповіді на її подразнення. Здебільшого зустрічаються такі рухи клітини: амебоїдний, миготливий і м'язовий. *Амебоїдний рух* властивий клітинам крові (лейкоцитам), які мігрують з кровоносних судин в осередки запалення, а також деяким клітинам інших видів сполучних тканин. Органом руху у таких клітин є тимчасові випинання цитоплазми – псевдоподії. *Миготливий рух* відбувається за допомогою війок та джгутиків клітини. *М'язовий рух* властивий м'язовим клітинам, що входять до складу м'язової тканини, і здійснюється спеціальними органелами міофібрилами.



Питання для самоконтролю

1. Що таке клітина?
2. Які основні положення сучасної клітинної теорії?
3. З яких основних частин складається клітина?
4. Які структурні елементи входять до складу цитоплазми та ядра клітини?
5. Яка будова і роль клітинної мембрани?
6. Яка будова і функції загальних органел клітини?
7. Яка будова і функції спеціальних органел клітини?
8. Яка будова і функції ядра клітини?
9. Який хімічний склад клітини?
10. Яку роль відіграють білки, жири, вуглеводи та нуклеїнові кислоти у життєдіяльності клітини?
11. Яка роль води та мінеральних речовин?
12. Який поділ відбувається в клітинах?
13. Яка будова хромосом і що таке каріотип?

1.2. ГІСТОЛОГІЯ З ОСНОВАМИ ЕМБРІОЛОГІЇ

Основні відомості про будову та розвиток статевих клітин. *Для* свійських тварин характерне статеве розмноження, тобто організм розвивається з одноклітинного зародка – зиготи, що утворюється в результаті запліднення, тобто злиття двох статевих клітин (гамет): чоловічої – сперматозоона і жіночої – яйцеклітини.

Сперматозоон: має голівку (ядро і акросому, що має ферменти), шийку (центріолі, що беруть участь в поділі зиготи), хвіст (головний, зв'язуючий і хвостовий відділи).

Яйцеклітина: телолицитальний тип (птахи), оліголецитальний (плацентарні ссавці), цитоплазма, ядро, ядерце, 3 види оболонок (жовткова, прозора, променева)

Сперміогенез – розмноження, ріст, дозрівання, формування – в канальцях сім'яників за настання статевої зрілості (у бугая – 63 доби, кнура – 48 діб, барана – 40 діб). Статеві клітини розвиваються в чоловічих статевих залозах в сім'яниках у чотири стадії: розмноження, ріст, дозрівання та формування. Сперматогенез розпочинається з настання статевої зрілості.

Розмноження – сперматогенний епітелій звивистих сім'яних канальців шляхом поділу мітозом утворює сперматогонії.

Ріст – в сперматогоніях відбуваються активні процеси асиміляції синтезу ДНК, поділ мітохондрії і він стає сперматоцитом *І-порядку*.

Дозрівання – зменшується кількість хромосом внаслідок двох поділів мейозом. Із сперматоцита першого порядку утворюється два сперматоцита *ІІ порядку* з гаплоїдним набором хромосом, під час другого поділу мейозом із сперматоцитів другого порядку утворюється дві сперматиди з гаплоїдним набором хромосом, що мають набір хромосом, одні *Х*-статеву хромосому, інші *Y*-статеву хромосому.

Формування – сперматиди перетворюються в зрілі сперматозоони, що вкриті вуглеводно-білковою оболонкою, набувають однойменного заряду в каналі придатка сім'яника та здатні самостійно рухатись.

Овогенез – утворення та розвиток яйцеклітини; розпочинається внутрішньоутробно, циклічно і триває протягом репродуктивного життя самки.

Розвиток яйцеклітини проходить у три стадії.

Розмноження – зародкові жіночі статеві клітини (овогонії) багаторазово діляться мітозом.

Ріст. З овогонії утворюються овоцити *І-порядку*.

Дозрівання – після овуляції (розрив фолікула яєчника) овоцит І-порядку потрапляє в яйцепровід де відбувається його дозрівання, шляхом редукційного поділу (мейозом) утворюються овоцити *ІІ-порядку.*

Після овуляції на місці розірваного фолікула утворюється жовте тіло, що починає функціонувати, як залоза внутрішньої секреції і виділяє гормон прогестерон (дод., рис. 8).

Поняття про запліднення та розвиток зародка, розвиток плідних оболонок. Розвиток нового організму – ***онтогенез*** складається з двох періодів: пренатального (внутрішньоутробний) і постнатального (позаутробного).

Внутрішньоутробний період поділяється на *ембріональний* (від запліднення до утворення органів зародка*) і плідний* – до народження плоду.

Запліднення – це злиття двох статевих клітин (сперматозоон + яйцеклітина) та утворення *зиготи*. Запліднення розпочинається з проникнення одного сперматозоона через зовнішню оболонку яйцеклітини (дод., рис. 9). Це ініціює у яйцеклітині низку хімічних перетворень, які блокують проникнення інших сперматозоонів. Оболонка і хвіст сперматозоона залишаються зв'язаними з оболонкою яйцеклітини, а головка, що містить ядро з генетичним матеріалом, продовжує рух у напрямку ядра яйцеклітини.

У сільськогосподарських тварин внутрішньоутробний період триває: у корів – 285–290 діб; кобил – 335–338; вівцематок 150; свиноматок – 114; кролематок – 30 діб; у сук – 62 доби.

Ембріогенез поділяється на такі періоди:

- дроблення
- гаструляція
- гістогенез
- органогенез

Дроблення зиготи проходить мітозом та утворюється багатоклітинний зародок, який називається ***бластомерами***.

Морула – є багатоклітинним зародком, що складається з клубка маленьких світлих і великих темних бластомерів, між якими утворюється порожнина, і зародок стає ***бластоцистою.*** Стінка, утворена маленькими бластомерами, яка виконує трофічну функцію, називається ***трофобластом зародка***. Всередині бластоцисти розташовані великі бластомери, з яких утворюється зародковий вузлик або

ембріобласт. З ембріобласта розвивається тіло зародка і деякі незародкові органи; з трофобласта розвиваються незародкові органи (плідні оболонки, плацента), які виконують трофічну, захисну, дихальну та видільну функції.

У корів дроблення зиготи триває 8 діб, з них 4 – в яйцепроводі, 4 доби у матці, через 12–15 діб після запліднення прикріпляється до слизової оболонки одного з рогів матки. Під час імплантації ембріон отримує зв'язок з материнським організмом.

Після утворення бластоцисти розпочинається період ***гаструляції***, внаслідок якого утворюється ***гаструла***. Зародок складається із зародкових листків і основних органів. На початку гаструляції з ембріобласта відокремлюються два шари клітин, з яких утворюється зовнішній зародковий листок ***ектодерма*** та внутрішній – ***ентодерма***. Зростаючись між собою вони утворюють зародковий щиток. На 21 добу в ембріона корови між ектодермою і ентодермою починає утворюватись середній зародковий листок – ***мезодерма***. Одночасно із зародкових листків починається "виселення" клітин, з яких утворюється ембріональна сполучна тканина – ***мезенхіма***. З неї утворюються судини, клітини крові.

Внаслідок диференціації клітин зародкових листків (на 14 добу у свиноматок, на 15 – у вівцематок, на 19 – у корів) з клітин ектодерми утворюється нервова пластинка, а з неї нервова трубка, з якої розвиваються органи нервової системи, органи чуттів і поверхневий шар шкіри, клітини ектодерми диференціюють і утворюють первинну кишку та жовтковий міхур. З клітин мезодерми формуються кістки, кровоносна, м'язова, сполучна, видільна та репродуктивна системи. На трофобласті зародка утворюються первинні ворсинки, які заглиблюються в слизову оболонку матки і всмоктують секрет пристінкових маткових залоз – маткове молоко. Так здійснюється живлення зародка у ссавців до утворення плаценти.

За гаструляцією починається відокремлення тіла зародка від незародкових частин за допомогою тулубової складки. Вона має вигляд кільця, яке в міру розвитку зародка стискається і ділить бластодермічний пухирець на дві частини: порожнину кишечника й позазародкову частину – порожнину жовткового мішка. Тулубова складка одночасно ділить ектодерму, ендодерму й спланхнотоми на зародкову і позазародкові частини.

Розвиток органів травлення починається з поділу зародка бластодермічного пухирця на дві порожнини: меншу порожнину –

кишечник і більшу – жовтковий мішок. Порожнина кишечника перетворюється в замкнену кишкову трубку, утворену ентодермою і мезодермою, що формує сполучну і м'язову тканини органів травлення. Ектодерма з боку ротової і задньопрохідної ямок вгинається, з'єднується із стінкою кишкової трубки й утворює суцільний травний канал. Початком його є ротовий отвір, кінцем анальний отвір. Увесь канал вистелений слизовою оболонкою.

У результаті випинання стінки травної трубки формуються травні залози: слинні, печінка, підшлункова залоза.

Одночасно з розвитком внутрішніх органів у зародка з'являються серозні порожнини, які виникають з мезобласта. У савців вони діляться діафрагмою на грудну парну плевральну і черевну непарну порожнину. Стінки, утворені серозною оболонкою у грудній порожнині, називають ***плевроюю***, а в черевній ***очеревиною***. Очеревина утворює зв'язки: брижі кишечника (малий сальник) або шлунково-кишкову зв'язку і великий сальник, що має вигляд мішка.

З нижньої стінки головної кишки утворюється дихальна трубка, з якої формується гортань, трахея і легені.

Кровоносна система виникає з кров'яних острівців мезенхіми, зовнішні клітини острівців, з'єднуючись між собою, утворюють стінки судин. А з внутрішніх клітин утворюються форменні елементи первинної крові.

Органи сечовиділення закладаються одночасно з кровоносною системою і розвиваються з нефрогенної тканини, проходячи три послідовні стадії: переднирка, первинна нирка і постійна нирка.

Органи розмноження утворюються з мезотелію.

М'язи виникають з міотомів, клітини яких (міобласти) перетворюються в поперечносмугасті волокна, розвиваючись міотоми діляться на дорсальні та вентральні частини, з дорсальної частини утворюються м'язи хребта, а з вентральної – м'язи тулуба. У кожний міотом врастають відповідний нерв і кровоносні судини.

Нервова система формується з певної частини ектодерми, проходячи стадії: нервової пластинки, нервового жолоба і нервової трубки. З нервової трубки утворюється спинний мозок, а з її головного кінця – головний мозок. Шкіра формується з ектодерми.

Разом з диференціацією зародкових листків відбувається утворення та розвиток тимчасових (провізорних) зародкових органів – плідних оболонок: жовтковий міхур, амніон, алантоїс, хоріон, плацента.

Жовтковий міхур (позазародкова частина) – на ранніх стадіях забезпечує зародок поживними речовинами

З зародкових листків утворюються плідні оболонки.

Амніон – водна оболонка, розвивається з трофобласта, виконує захисну, трофічну функції, виробляє навколоплідну рідину. ***Алантоїс*** – сечова оболонка, утворюється із кишки зародка, розвивається на 15–20 добу, де проростає багато судин, накопичується зародкова сеча, розміщується між амніоном і хоріоном, зростається з хоріоном (місцями) і утворює дитячу плаценту.

Хоріон – судинна оболонка, розвивається з трофобласта і оточує плід з усіх боків на поверхні має виступи – це ворсинки, в яких розгалужуються артеріальні капіляри пупкових артерій, у верхівках артеріальних капілярів переходять у венозні капіляри. Він виконує трофічну і захисну функції. Через нього дифузно проходять поживні речовини і кисень. Вростає в матку і утворює материнську плаценту (з 28 доби) (дод. рис. 10).

Плацента та її типи. Плацента – тимчасовий (провізорний) орган, що є місцем зв'язку алантохоріона плода із слизовою оболонкою матки. Плацента є особливим органом, який забезпечує плід поживними речовинами і киснем, всмоктує кінцеві продукти метаболізму і служить бар'єром для шкідливих речовин. Вона розвивається із трофобласта, зовнішнього шару бластоцити клітинної маси зародка, що забезпечує його імплантацію в ендометрій). Формування плаценти розпочинається одразу після завершення імплантації зародка.

Розвиток плаценти.

1. Спеціалізовані клітини імплантованого трофобласта роз'їдають прилеглі кровоносні судини. Материнська кров із цих судин заповнює порожнини трофобласта (дод., рис. 11).

2. Від інших клітин трофобласта в ендометрій вростають пальцеподібні вирости, так звані ворсинки *хоріона*, які досягають заповнених материнською кров'ю порожнин. У ворсинки хоріона вростають кровоносні судини плода (дод., рис. 12).

3. Кров матері та плода у плаценті не змішуються, їх відокремлюють структури, що формують так званий плацентарний бар'єр. Через цей бар'єр з материнської крові до крові плода надходять кисень, поживні речовини й антитіла та виводяться кінцеві продукти його метаболізму (дод., рис. 13).

4. Під час росту плода розвивається також плацента – наприкінці вагітності вона досягає діаметра 20 см і товщини 2,5 см. Плацента зв'язана із серединою живота плода пупковим канатиком (дод., рис. 14).

Залежно від розміщення ворсинок на ***хоріоні*** є чотири типи плаценти:

- *дифузна* – по всій поверхні (кінь, свиня, осел, верблюд);
- *котиледонна* – в окремих ділянках (жуйні);
- *кільцеподібна* – у вигляді кільця (хижаки);
- *дискоїдальна* – у вигляді диску (гризуни, примати, людина).

Залежно від взаємозв'язку ***хоріона з маткою*** розрізняють такі типи плацент:

- *епітеліохоріальна* (свиня, кінь, верблюд) – ворсинки плаценти контактують тільки з поверхневим епітеліальним шаром, слизова оболонка матки;
- *десмохоріальна* (жуйні) – алантохоріон – проникає в сполучну тканину;
- *ендотеліохоріальна* (хижаки) – алантохоріон проникає до кровоносних судин;
- *гемохоріальна* (гризуни, примати, люди) – алантохоріон занурюється в кров.

Кров матері у плаценті не змішується з кров'ю плода, тому що судини не сполучаються між собою.

Поняття про тканини, їх класифікація. В організмі нараховується не менше 150 типів клітин, які утворюють різні тканини.

Тканина – система клітин та їхніх похідних, що характеризуються спільними морфологічними властивостями. Основними елементами тканини є клітини, які утворюють похідні: волокна, аморфну (однорідну) речовину, синтицій і синапласт.

Синтицій – це клітини з відростками, які щільно з'єднані між собою.

Симпласт – це безліч клітин, між якими не видно межі навіть у електронний мікроскоп.

Колагенові волокна – це ниткоподібні похідні клітини сполучної тканини, складаються з фібрину, побудовані з білка колагену, виконують опорну функцію, в пухкій сполучній тканині утворюють сітку, в щільній – пучки; в хрящовій тканині їх називають ***хондриновими***, а в кістковій – ***осеїновими***.

Еластичні волокна – ниткоподібні похідні сполучних тканин складаються з білкової речовини еластину. Розтягуються і входять до складу пухкої сполучної тканини, стінок кровоносних судин, еластичних хрящів і зв'язок.

Основних типів тканин в організмі чотири: епітеліальні, опорно-трофічні або сполучні, м'язові і нервові.

Кожен тип має багато різновидностей тканин, але їх об'єднує морфологічна будова і фізіологічні властивості.

Наприклад: всі *епітеліальні* тканини складаються з клітин, які тісно прилягають одна до одної, міжклітинної речовини між ними дуже мало. Клітини однотипні.

Сполучна тканина містить різні види клітин, між якими багато міжклітинної речовини. Клітини не мають полярності.

М'язова тканина представлена міофібрилами – білковими нитками, за допомогою яких м'язи скорочуються.

Нервова тканина складається з високоспеціалізованих нервових клітин, які мають відростки і велику кількість білкових ниток – нейрофібрил.

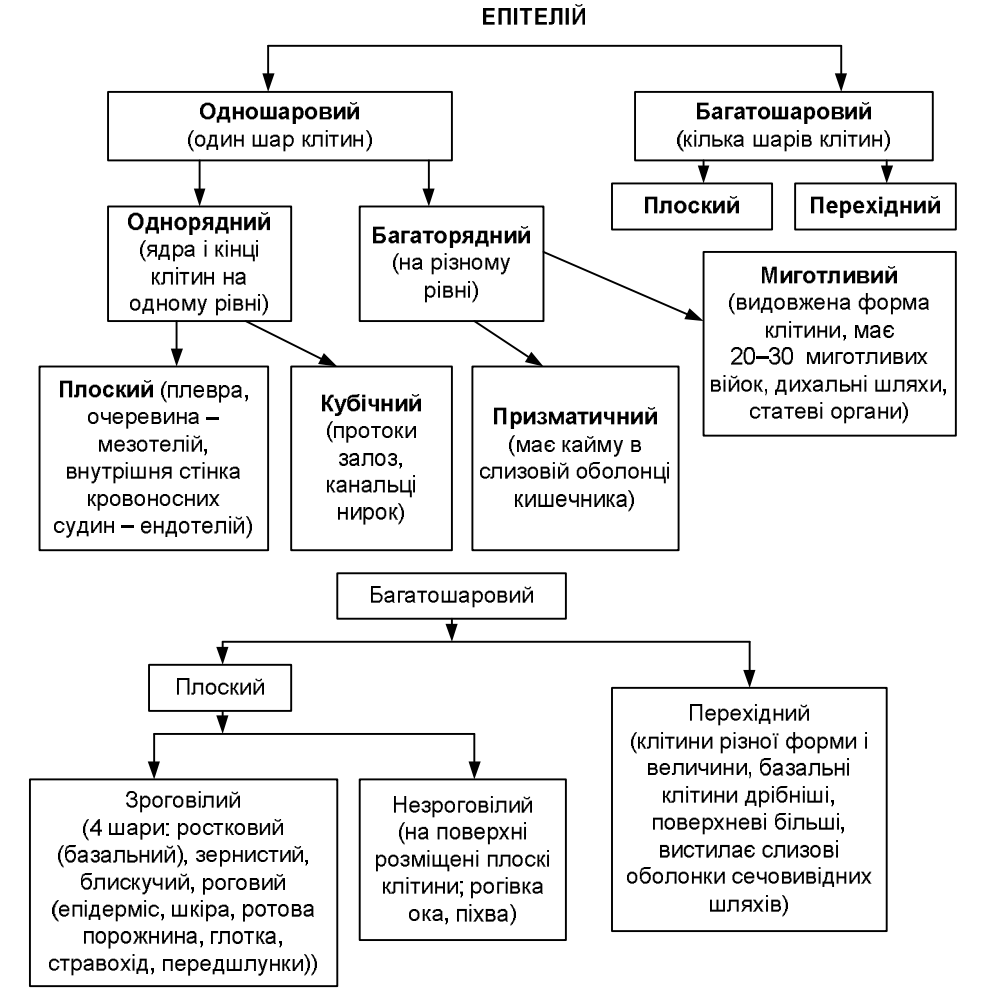
Будова та функціональне значення епітеліальних тканин. Епітеліальна клітина розвивається із трьох зародкових листків.

Ектодермальний епітелій покриває тіло зверху і входить до складу шкіри, дихальних шляхів, рогівки ока, переднього і заднього відділів кишкової трубки.

Ентодермальний – вистилає всередині травну трубку і є основною складовою частиною травних залоз.

Основні ознаки епітелію.

- Виконує роль межі між організмом від зовнішнього до внутрішнього середовища.
- Відсутність міжклітинної речовини.
- Клітини розташовані у вигляді пласта.
- Клітини епітелію розташовані на чітко вираженій базальній мембрані, яка відокремлює їх від тканин.
- Морфологічна і функціональна полярність клітин.
- Епітелію властива швидка регенерація – здатність до відновлення зруйнованих клітин.
- В епітелій не заходять кровоносні капіляри, він отримує поживні речовини і кисень дифузно з крові судин, розміщених в сполучних тканинах.



Мезодермальний епітелій утворює внутрішню стінку порожнини тіла, входить до складу серозних оболонок (мезотелій), статевих залоз, матки, нирок, сечовивідних шляхів.

Класифікація епітелію залежить від морфологічних і функціональних ознак.

Морфологічна класифікація епітелію основана на кількості пластів і форм клітин (дод., рис. 16).

Функції епітелію:

- захисна (покривний епітелій);
- трофічна (всмоктувальний епітелій);
- видільна (нирковий епітелій);
- секреторна (залозистий епітелій);
- бере участь у сприйнятті подразливості (слуховий, смаковий).

Опорно-трофічна (сполучна тканина).

Сполучні тканини побудовані з клітин і з похідних (міжклітинної аморфної речовини і волокон). Сполучні тканини походять з мезенхіми і виконують такі функції: захисну, трофічну, транспортну, пластичну, опорну, дихальну. Функціонально розрізняють: сполучні тканини, що виконують ***трофічну і захисну*** функції (кров, лімфа, ендотелій), ***опорно-трофічні*** (ретикулярна, пухка, жирова, сполучні тканини), ***опорні*** (щільна, хрящова і кісткова).

Для неї характерні ознаки:

- вільне розміщення клітин, які складають менше половини маси тканини. Часто клітини самостійно рухаються;
- велика кількість міжклітинної речовини, яка може бути у вигляді волокон і аморфної речовини;
- відсутність морфологічної полярності (за виключенням ендотелію), у зв'язку з ізоляцією від зовнішнього середовища.

Класифікація за будовою

Опорно-трофічні	Опорні	Трофічні
Ретикулярна Пухка сполучна жирова	Кісткова Хрящова (гіаліновий еластичний волокнистий) Щільна	Кров Лімфа Ендотелій

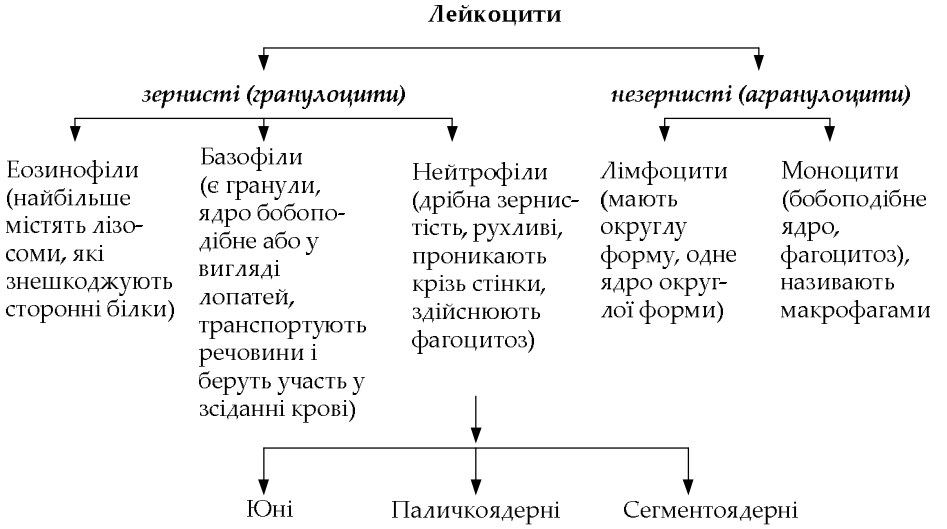
Кров

формені елементи (40–50%) плазма (50–60%)

Еритроцити (*червоні клітини*) – без'ядерні у ссавців, мають форму двовгнутого диска, в кількості 7–9 млн/мм^3, утворюються в червоному кістковому мозку і розпадаються у селезінці та печінці, живуть 30–125 днів;

Лейкоцити (*білі клітини*) – мають ядра і здатні самостійно рухатись, живуть 3–200 діб, 5–20 тис., утворюються у червоному кістковому мозку, селезінці, лімфовузлах і тимусі, виконують захисну функцію, активно захоплюючи й перетравлюючи мікроорганізми. Поділяються на дві групи*: зернисті – гранулоцити і незернисті –агранулоцити*;

Тромбоцити (*кров'яні пластинки*) – 200–400 тис., живуть 2–5 діб, беруть участь у зсіданні крові (дод., рис. 17).



Плазма – рідка частина крові, містить воду і сухі речовини: білки 6–8%, солі – 0,9%, глюкоза – 1%. Білки крові – альбуміни, глобуліни, фібриноген і протромбін. Видалення з плазми фібриногену називають її *сироваткою.*

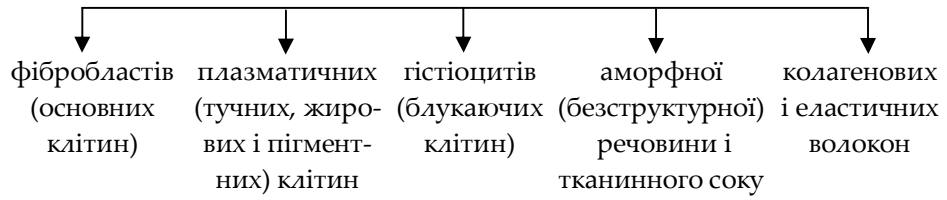
Лімфа – циркулює в лімфосудинах, складається з клітин і плазми. Плазма лімфи має менше білків ніж плазма крові. Клітинами лімфи є лімфоцити, що потрапили до неї з лімфовузлів. Вона містить також жири, коли відтікає від кишок.

Ендотелій складається з одного шару плоских клітин, що встеляє внутрішню поверхню кровоносних та лімфатичних судин і серце. За будовою нагадує епітелій, але походить з мезенхіми, бере участь у процесах регенерації та захисту і виконує трофічну функцію.

Ретикулярна (сітчаста) тканина складається з зірчастих клітин (ретикулоцитів), міжклітинної речовини, ретикулінових волокон.

Вона є основною тканиною червоного кісткового мозку, селезінки, лімфовузлів, слизових оболонках органів травлення у вигляді лімфофолікулів, утворює ретикулоендотеліальну систему з ендотелієм судин.

Пухка сполучна тканина є в усіх органах і складається з:

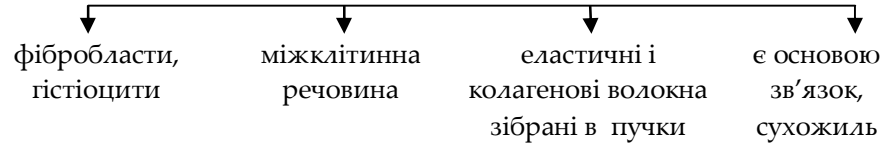


Жирова тканина – це комплекс жирових перснеподібних клітин, розміщена під шкірою, у свиней утворює *сало*, а у овець – на хвості *курдюк*. Є джерелом енергії, бере участь у терморегуляції.

Щільна сполучна тканина складається з фібробластів, гістіоцитів, еластичних і колагенових волокон та міжклітинної аморфної речовини. Залежно від розміщення волокон її поділяють на щільну оформлену і неоформлену.

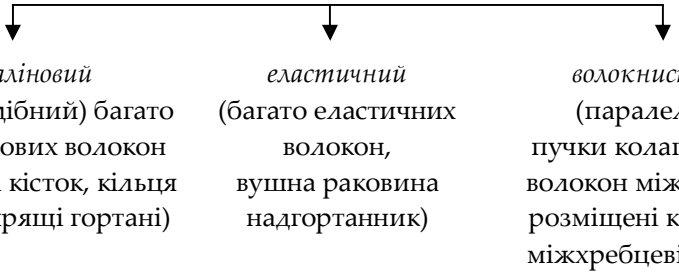
Щільна неоформлена сполучна тканина складається з колагенових і еластичних волокон, які переплітаються в різних напрямах, між ними фіброцити – клітини.

Щільна сполучна тканина оформлена

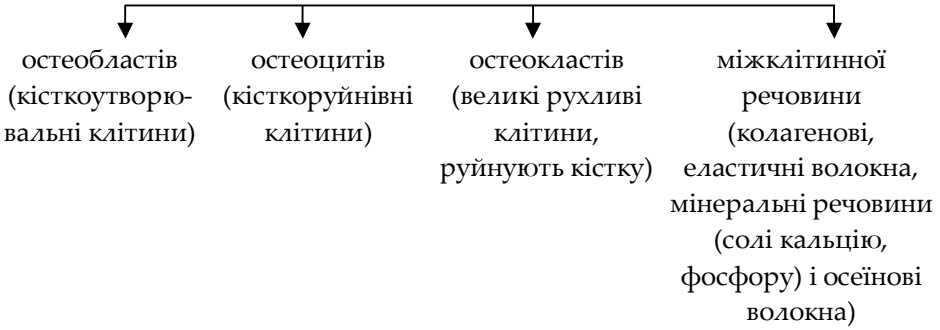


Хрящова тканина складається хондроцитів, твердої міжклітинної речовини, волокон: колагенових і еластичних.

Хрящі

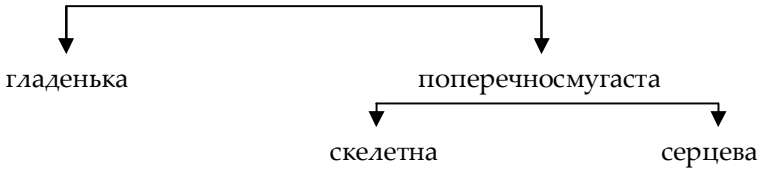


Кісткова тканина складається з:



Структурною одиницею кісткової тканини є *остеон* – система трубочок вставлених одна в одну, в центрі якої міститься *судинний (гаверсів)* канал.

М'язові тканини



Гладенька (утворює оболонки трубчастих органів): м'язові клітини (міоцити) – видовжені, з паличкоподібними ядрами, утворює пласти (*дод.*, рис. 20).

Скелетна поперечносмугаста – м'язові волокна (за типом симпласта), які мають сарколему і саркоплазму, яка має багато ядер і спеціальних міофібрил (спеціальні включення), у міофібрилах розміщені скоротливі білки у вигляді ниток: міозин – темні, актин – світлі, що зумовлюють смугастість (*дод.*, рис. 18).

Серцева м'язова тканина – є основою міокарда серця, поділяється на робочу і провідну. Робоча – з одноядерних тканин кардіоміоцитів, які мають багато спеціальних міофібрил. Кардіоміоцити сполучаються між собою цитоплазматичними містками (*дод.*, рис. 19).

Провідна – серцевих волокон, але в цитоплазмі кардіоміоцитів мало міофібрил. З неї складається провідна систем серця, яка забезпечує автоматизм і ритмічність скорочень передсердь і шлуночків.

Нервова тканина – становить основу органів нервової системи. Основним елементом нервової системи є *нейрон*. Тіло цієї клітини має відростки, які або сприймають електричні сигнали, або надсилають їх до інших нейронів, м'язів чи залоз (*дод.*, рис. 22). Мільярди взаємозв'язаних нейронів, які формують нервову систему, перебувають під захистом та в оточенні підтримуючих нервових клітин, так званої *нейроглії.* Ці клітини, що локалізуються між тілами нейронів та їхніми відростками, нездатні до збудження і становлять більшу частину клітин нервової системи.

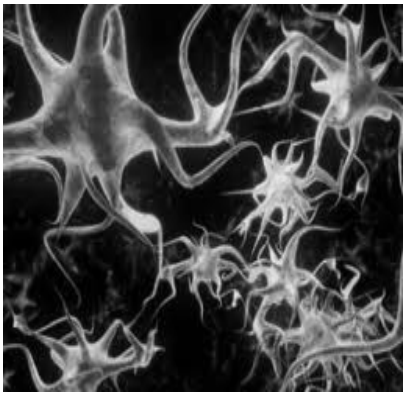
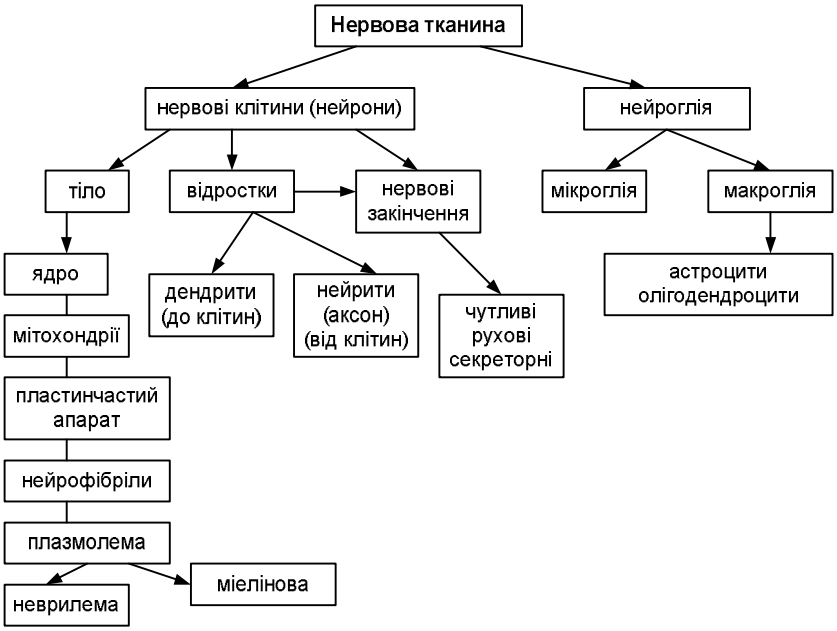


Рис. 21. Нервова клітина

Відростки нейронів формують нервові волокна. Нервові волокна бувають м'якушеві та безм'якушеві. *М'якушеві* мають неврилему і мієлінову оболонку, а безм'якушеві тільки неврилему. Нейрони: *чутливі (аферентні*) – сприймають подразнення і передають збудження від рецепторів до головного та спинного мозку; вставні (передавальні) – зв'язують нейрони між собою; *рухові (моторні, еферентні*) – посилають імпульси до робочих органів.



Контактування нейронів між собою здійснюється за допомогою *синапсів* (структура зв'язку між нейронами, складається із *синаптичного*

горбка (закінчення), синаптичної щілини і постсинаптичної мембрани). Нейрони утворюють рефректорну дугу. З тіл нейронів складається сіра мозкова речовина спинного і головного мозку, та спинномозкові гангліїї. З нервових волокон – біла мозкова речовина головного і спинного мозку та нерви.

Нейроглія заповнює проміжки між тілами нейронів та їх відростками, поділяється на макроглію і мікроглію. *Макроглія* – клітини зірчастої форми виконують опорну, трофічну та секреторну функції. *Мікроглія* складається з клітин зірчастої форми, досить рухомих. Виконують захисну фукцію (фагоцитоз).

Олігодендроцити – клітини своєю плазматичною мембраною обгортають відростки нейронів головного і спинного мозку і формують мієлінову оболонку.

Астроцити – ("астро" означає "зірчастий") зумовлена наявністю тонких відростків навколо них. Відростки деяких астроцитів обволікають кровоносні капіляри і забезпечують транспорт речовин з крові до головного і спинного мозку.



Питання для самоконтролю

1. Яка мікроскопічна будова сперматозоона?
2. Які стадії розвитку сперматозоона?
3. Яка мікроскопічна будова яйцеклітини?
4. Які стадії розвитку овогенезу?
5. Що таке запліднення?
6. Які стадії розвитку зиготи?
7. Як відбувається розвиток зародка?
8. Які плідні оболонки у плода?
9. Які типи плацент у ссавців?
10. Що таке тканина?
11. Що належить до похідних тканини?
12. Як класифікують тканини?
13. Яка будова і функції епітеліальних тканин?
14. Як класифікують сполучні тканини?
15. Яка будова сполучних тканин, що виконують трофічну і захисну функцію?
16. Яка будова опорнотрофічних тканин?
17. Яка будова опорних тканин?
18. Яка будова і функції м'язових тканин?
19. Яка будова і функції нервових тканин?

2. АНАТОМІЯ

2.1. ОРГАНИ, АПАРАТИ І СИСТЕМИ ОРГАНІВ ТВАРИННОГО ОРГАНІЗМУ

Орган – частина тіла, що виконує одну або кілька спеціальних функцій, має певну форму і складається з закономірно розміщених тканин, що утворюють цілісну структуру.

Типи органів. За будовою розрізняють два типи органів: паренхіматозні й трубчасті.

Трубчаті органи складаються з внутрішньої, середньої та зовнішньої оболонок. Внутрішня – це слизова оболонка із підслизовою основою. Середня – це м'язова оболонка (гладенька м'язова тканина). Зовнішня – це серозна оболонка (для органів, розміщених у грудній і черевній порожнинах), або адвентиція (сполучна тканина) – для органів, розміщених за межами порожнин тіла.

Паренхіматозні органи складаються із строми і паренхіми. Строма – капсула, яка утворена сполучною тканиною, що оточує органи зовні (печінку, нирки, підшлункову залозу і перегородки, які відходять від неї в середину органа та розділяють його на частинки).

Паренхіма – тканина, яка виконує основну функцію органа: наприклад, у м'язах паренхімою є м'язові волокна, поперечно смугаста м'язова тканина, а у залозах – залозистий епітелій.

Гомологічні органи – спільне походження і подібна будова (грудні кінцівки хребетних).

Аналогічні органи – однакова функція, мають різну будову і походження (крила птахів і метеликів).

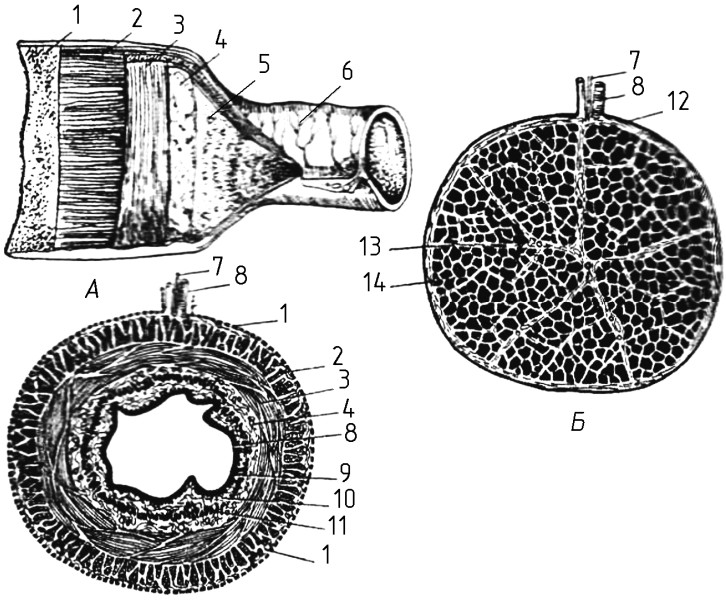


Рис. 23. Будова органів:

А – трубчастого (вгорі поздовжній, внизу – поперечний розрізи);
Б – паренхіматозного; 1 – серозна оболонка; 2 – поздовжній і 3 – кільцевий м'язові шари; 4 – підслизова і 5 – слизова оболонки; 6 – кровоносні судини; 7 – нерв; 8 – слизова оболонка; 9 – її епітеліальне поле; 10 – основа слизової оболонки; 11 – м'язовий шар слизової оболонки; 12 – капсула; 13 – сполучнотканинні тражбекули; 14 – паренхіма

Апарати і системи органів.

Апарати – одна функція, але різна будова: крово- і лімфообігу, руху, травлення, дихання, сечостатеві, залози внутрішньої секреції.

Системи – органи подібної будови і функції: органи шкірного покриву, нервова і органи чуттів.

У тілі тварин розрізняють такі апарати і системи органів: апарат руху; травлення; дихання; сечостатевий апарат; крово- і лімфообігу; залози внутрішньої секреції; система органів шкірного покриву; нервова система та органи чуттів.

Усі апарати і системи органів у живому організмі нерозривно зв'язані між собою, впливають один на одного і функціонують узгоджено.

Загальні закономірності будови тіла тварин

У будові тіла тварин є такі закономірності:

- одновісність – тіло витягнуте в довжину по одній осі і має два полюси : головний і хвостовий;
- двобічна симетрія – дві половини;
- сегментарність – окремі ділянки, сегменти.

Через тіло тварини проводять площини повздовжні – сагітальні і фронтальні, та поперечні сегментарні.

Серединна сагітальна площина, проведена вздовж стовбурної частини тіла, поділяє його на дві симетричні половини.

Фронтальні площини розділяють тіло тварини на верхню, або спинну, і нижню, або черевну, частини.

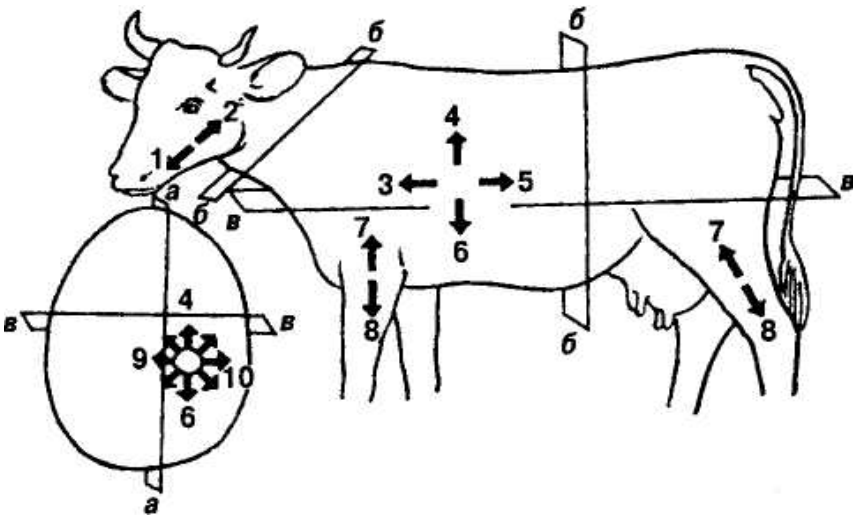


Рис. 24. Поділ тіла тварини

Площини: *а-а – серединна; б-б – поперечні; в-в – дорсальні.*

Напрями: *1 – ростральний (краніальний); 2 – каудальний; 3 – краніальний; 4 – дорсальний; 5 – каудальний; 6 – вентральний; 7 – проксимальний; 8 – дистальний; 9 – медіальний; 10 – латеральний*

Спеціальні анатомічні терміни. В анатомії застосовуються спеціальні терміни для позначення місцеположення органів та їх частин. Тіло тварини поділяють на площини:

дорсальна – паралельно проведена горизонтальній площині;

поперечна – впоперек тіла тварини;

сагітальна (медіанна) – вертикально вздовж тіла тварини.

Для уточнення положення і напряму частин органа орієнтуються за медіанною площиною і крайніми частинами тіла тварин:

медіальна – орган звернений до медіанної площини;

латеральна – орган звернений назовні.

На органах прийнято називати частини, що звернені:

до голови – *краніально;*

до хвоста – *каудально*.

Частини органів напрямлені:

вентрально – до черевної стінки;

дорсально – до спини.

Для голови частини органа звернені:

до носа – *рострально (назально);*

в протилежному напрямі – *каудально (аборально).*

Для кінцівок відрізки та її частини напрямлені:

вверх – *проксимально;*

вниз – *дистально.*

Передня поверхня кінцівок – *дорсальна;*

протилежна поверхня на грудній кінцівці *пальмарна (волярна).*

На тазовій кінцівці в ділянці стопи – *плантарна.*

Поверхні кінцівок:

зовнішня – *латеральна*;

внутрішня – *медіальна.*

На органах розрізняють підвищення (горбик, горб, відросток, гребінь, головка) та заглибини (ямка, порожнина, жолоб, отвір, канал).

Ділянки тіла (*дод.*, рис. 25, 26): голова, шия, грудна клітка, поперечно-черевна, грудна кінцівка, тазова кінцівка.



Питання для самоконтролю

1. Які закономірності будови тіла тварин?
2. Які види органів та закономірності будови?
3. Які ділянки тіла відомі?
4. Які анатомічні терміни вам відомі?

2.2. БУДОВА СКЕЛЕТА

Роль кістяка в організмі як опори та важелів під час руху тварин. *Скелет* (sceleton – висушений) складається з кісток (os), хрящів (cartilago) і зв'язок (ligamentum). Скелет тварини поділяється на осьову і периферичну частини. До осьового скелета належать череп і скелет стовбурної частини тіла, до периферичної частини – кістки поясів і вільних кінцівок.

Скелет – це тверда, опорна частина апарату руху. Він визначає зовнішній вигляд тварин, тобто *екстер'єр*. Кістки виконують роль важелів, за допомогою яких здійснюється рух тіла в просторі, відносне переміщення частин тіла або, навпаки, фіксують тіло в певному положенні.

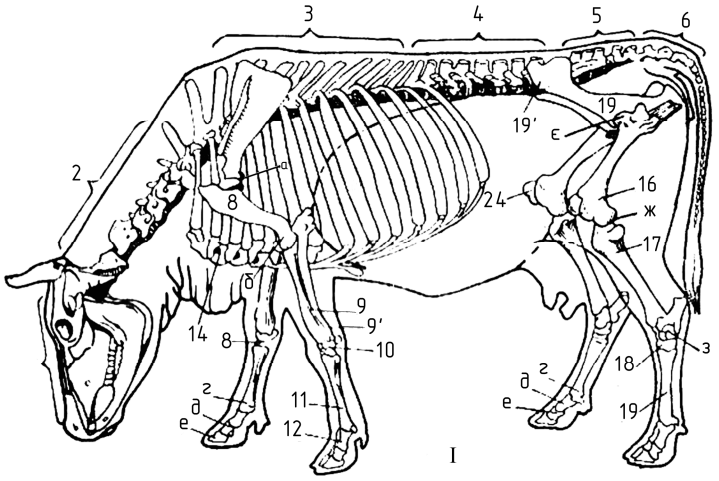
До кісток скелета прикріплюються м'які частини тіла, створюючи зовнішній вигляд тварини, її екстер'єр. Кістки скелета утворюють порожнини – *грудну, черевну, черепно-мозкову* та ін. У скелеті сільськогосподарських тварин близько 200 кісток.

Скелет є могутнім депо мінеральних солей і червоного кісткового мозку, який виконує кровотворну функцію і є центральним органом імунної системи.

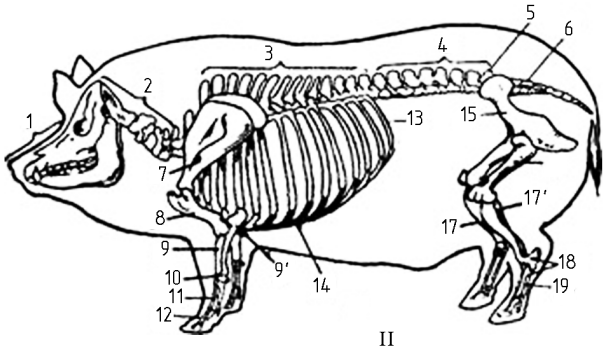
Будова кістки як органа. Їх хімічний склад та фізичні властивості. Кістки відзначаються великою твердістю. Вони удвоє твердіші за граніт: 1 $см^3$ кістки витримує навантаження до 2000–2400 кг. Така велика міцність і пружність кістки зумовлена з'єднанням її органічної речовини *(осеїну*) з неорганічними речовинами – мінеральними солями. Органічна речовина кістки становить 30–33 %, неорганічна – 67–70 % її загальної маси.

У кожній кістці, незалежно від її форми, розрізняють такі частини: окістя, кісткову речовину, кровоносні судини і нерви. За рухомого з'єднання кісток на їхніх кінцях є суглобові хрящі.

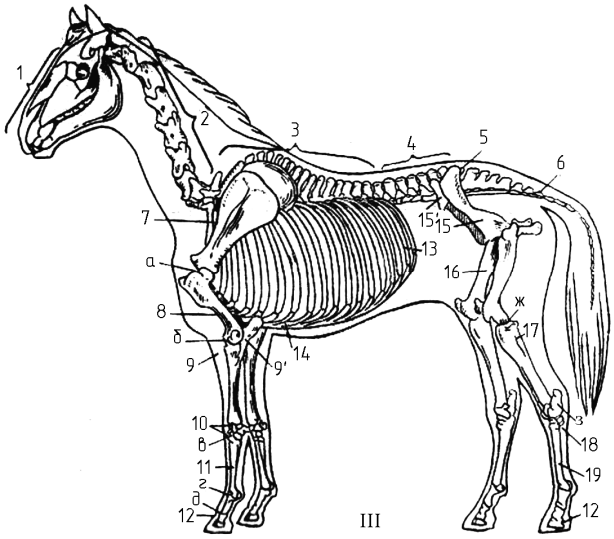
Окістя, або періост (periosteum), одягає всю кістку, за винятком частин, покритих хрящем. Ця тонка, щільна сполучнотканинна оболонка складається з двох шарів. Зовнішній шар її утворений грубими волокнами, які виробляють клей і серед яких проходять судини, що живлять кістку; у внутрішньому шарі містяться остеобласти, які утворюють кістку. Зрощення кісток під час переломів здійснюється остеобластами окістя.


3
4
5
6
19
19'
2
8
24
16
17
9
9'
14
10
18
11
12
19

I


5
6
3
4
2
1
13
15
7
17'
8
17
9
18
9'
14
10
19
11
12

II


1
2
3
4
5
6
7
15'
15
13
16
8
17
9
9'
14
10
18
11
19
12

III

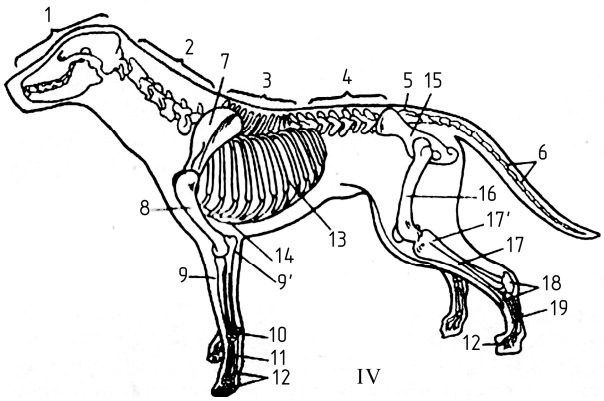


Рис. 27. Будова скелета:
І – корови; ІІ – свині; ІІІ – коня; IV – собаки;
1 – череп; 2 – шийні, 3 – грудні, 4 – поперекові хребці; 5 – крижова кістка; 6 – хвостові хребці; 7 – лопатка; 8 – плечова кістка; 9 – кістки передпліччя (променева і 9′ – ліктьова); 10 – кістки зап'ястя; 11 – кістки п'ясті й 12 – пальців (фаланги – I, II, III); 13 – ребра; 14 – грудна кістка; 15 – тазова кістка; 15′ – маклак клубової кістки; 16 – стегнова кістка; 17 – великогомілкова й 17′ – малогомілкова кістки; 18 – кістки передплесна і 19 – плесна. Суглоби: а – плечовий, б – ліктьовий, в – зап'ястний, г – путовий, д – вінцевий, е – копитний (ратичний), є – кульшовий, ж – колінний, з – передплесновий

Кісткова речовина поділяється на компактну і губчасту. Компактна речовина утворює зовнішній тонкий шар кістки, всередині кістка побудована з губчастої речовини. Довгі кістки всередині мають порожнину.

Губчаста речовина кістки має коміркову будову. Вона утворюється тонкими пластинками кісткової речовини, має вигляд паличок, які переплітаються між собою подібно до губки в цілком певному порядку. Проміжки між пластинками губчастої речовини мають різну величину і форму. У багатьох кістках вони заповнені мозком. Кістковий мозок буває червоний і жовтий. Крім кольору, мозок відрізняється гістологічною будовою і фізіологічною роллю. *Червоний кістковий мозок* складається в основному з *ретикулярної тканини,* у петлях якої містяться ростучі й зрілі еритроцити і лейкоцити. Цей мозок є органом кровотворення і біологічного захисту організму. *Жовтий кістковий мозок* складається в основному з *жирової* тканини, що надає йому жовтого кольору, функції кровотворення не має.

Зв'язок кістяка з нервовою і кровоносною системами. У кожній кістці є кровоносні судини, які проникають через окістя в судинні

канали різного розміру. Судинних отворів у кістках більше там, де є губчаста речовина. Розрізняють артеріальні, венозні й артеріально-венозні судинні отвори. У довгих трубчастих кістках є отвір, крізь який проходить артерія діафіза. Крізь ці отвори до кісток надходить дуже багато нервів.

Вікові особливості. У кістках молодих тварин органічних речовин більше, ніж у кістках старих тварин. Цим пояснюється значна еластичність кісток молодих тварин, яка з віком зменшується.

Поділ скелета на відділи. Осьовий скелет: скелет черепа, тулуба. Скелет тварини прийнято поділяти на дві частини: ***осьову і периферичну***. До *осьового* скелета належать скелет голови, або череп, скелет тулуба і скелет хвоста. Скелет тулуба, в свою чергу, поділяється на шийний, грудний поперековий, крижовий і хвостовий відділи.

Периферичний скелет складається із двох пар кінцівок: передніх (грудних) і задніх (тазових).

Скелет кожної кінцівки складається зі скелета пояса – плечового або тазового і скелета вільного відділу кінцівок – грудної або тазової.

Скелет *плечового пояса* складається тільки з однієї кістки – лопатки; тазового пояса з трьох парних кісток: клубової, сідничної і лобкової, які, зростаючись між собою, утворюють тазову, або безіменну кістку.

У скелеті *вільного відділу кінцівок розрізняють три ланки*: перша складається з плечової кістки в грудній кінцівці і стегнової кістки – у тазовій; друга – з двох кісток передпліччя (променевої і ліктьової) у грудній із двох кісток гомілки (великої гомілкової і малої гомілкової) – у тазовій кінцівці; третя – лапа (передня і задня), яка поділяється на три ланки: верхню – кістки зап'ястя в грудній кінцівці і кістки заплесна в тазовій кінцівці; середню – кістки відповідно п'ясті й кістки плесна; нижню – кістки пальців (три фаланги в кожному пальці: путова, копитова, або ратична).

Осьовий скелет складається з черепа, хребта, ребер і грудної кістки.

Хребет у цілому захищає спинний мозок і внутрішні органи, він є опорою для всього тіла й бере участь у русі тварини. Хребет складається з непарних кісток – хребців (vertebra), що йдуть один за одним і побудовані за одним типом. У хребці розрізняють тіло, дужку, м'язові й суглобові відростки. Хребет має шийний, грудний, поперековий, крижовий і хвостовий відділи. Оскільки функції цих відділів

неоднакові, їхні хребці відрізняються деякими деталями будови. Крім того, є й видові особливості в будові хребта й скелета в цілому.

Сегментарну будову мають тварини, тіло яких складається з окремих ділянок – сегментів, розміщених один за одним уздовж його поздовжньої осі.

Осьовий скелет об'єднує скелет голови, шиї, утворений кістковими сегментами. ***Грудний сегмент*** складається з хребця, пари ребер та частки грудної кістки. Повні кісткові сегменти є тільки в передній половині грудного відділу.

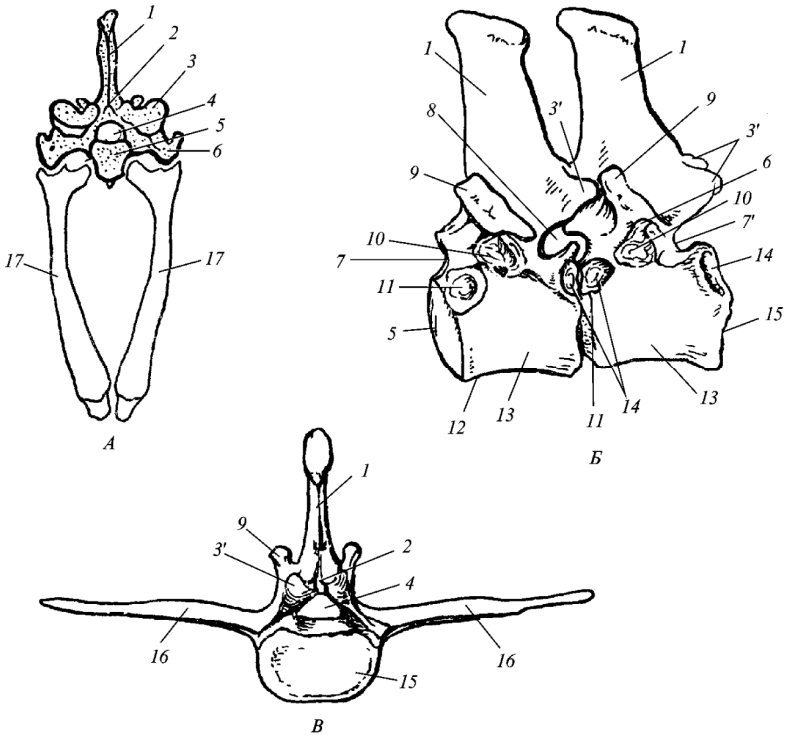


Рис. 28. Будова кісткового сегмента:
А – грудний кістковий сегмент (спереду);
Б – два грудних хребці (з лівого боку); В – поперековий хребець (ззаду);
1 – остистий відросток; 2 – дужка хребця; 3 – відросток суглобовий краніальний; 3' – відросток суглобовий каудальний; 4 – хребцевий отвір; 5 – головка хребця; 6 – відросток поперечний; 7, 7' – вирізка міжхребцева каудальна; 8 – міжхребцевий отвір; 9 – соскоподібний відросток; 10 – реберна поперечна ямка; 11– реберна краніальна ямка; 12 – вентральний гребінь; 13 – тіло хребця; 14 – ямка реберно-каудальна; 15 – ямка хребця; 16 – поперечно-реберний відросток; 17 – ребра

Хребетний стовп утворений шийними, грудними, поперековими, крижовими і хвостовими хребцями.

Шийний відділ (vertebrae cervicales) у сільськогосподарських тварин складається із 7 хребців.

Найдовший хребець – другий, довжина інших хребців поступово зменшується. Третій, четвертий і п'ятий хребці майже кубічної форми. Вони називаються ***середніми*** або ***типовими***.

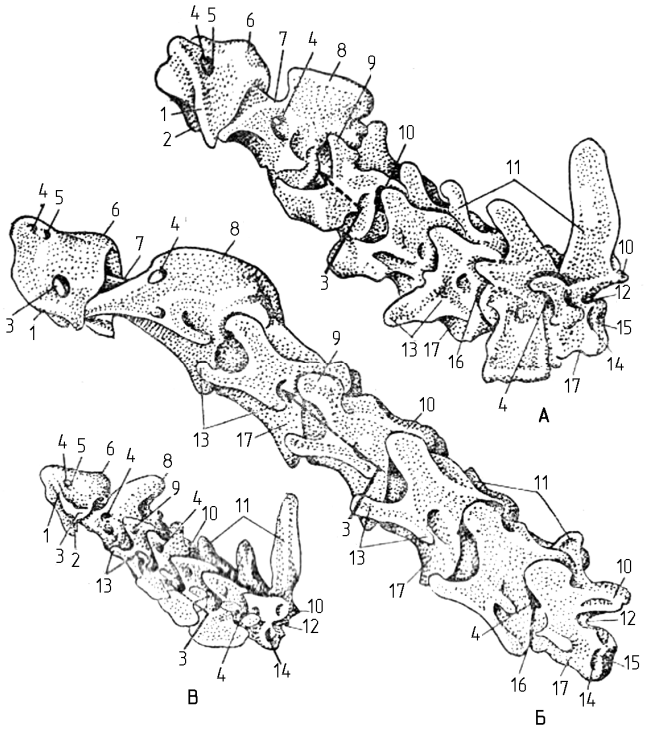


Рис. 29. Будова шийних хребців (за І. П. Осиповим):

А – великої рогатої худоби; Б – коня; В — свині; І – крило атланта; 2 – вентральний горбик; 3 – міжпоперечний, 4 – міжхребцевий і 5 – криловий отвори; 6 – дорсальний горбик; 7 – зубоподібний відросток і 8 – гребінь другого шийного хребця (осьового); 9 – краніальний і 10 – каудальний суглобові відростки 11 – остистий відросток; І2 – каудальна міжхребцева вирізка; 13 – поперечнореберний відросток; 14 – каудальна реберна ямка; 15 – ямка хребця; 16 – головка хребця; 17 – тіло хребця

Тіла середніх шийних хребців рогатої худоби округлої форми з добре виявленими головкою і ямкою. З вентрального боку на тілі хребців є вентральний гребінь для прикріплення м'язів. Остисті відростки добре виявлені й збільшуються від третього до сьомого хребця,

нахилені вперед і на кінці закруглені. Суглобові відростки відходять у боки, вони з плоскими поздовжніми суглобовими поверхнями, які на каудальних відростках напрямлені косо вниз, а на краніальних – угору, тому на з'єднаних хребцях перші лежать на других.

Дуже розвинені поперечні відростки розділені на дві гілки, з них краніальна – рудиментарні шийні ребра, а каудальна є власне поперечним відростком, тому разом вони й називаються поперечно-реберними.

Біля основи поперечні відростки мають міжпоперечні отвори; через них проходять судини і нерви.

Описані відмінності стосуються трьох середніх (третього, четвертого, п'ятого) шийних хребців. У ***шостого*** шийного хребця немає гребеня на вентральному боці тіла, у нього особлива форма поперечного відростка, який у вигляді широкої пластинки напрямлений вентрально. *Для* ***сьомого*** шийного хребця характерні деякі ознаки грудних хребців: немає міжпоперечного отвору, але з каудального кінця тіла є каудальні реберні ямки для з'єднання з реберними головками.

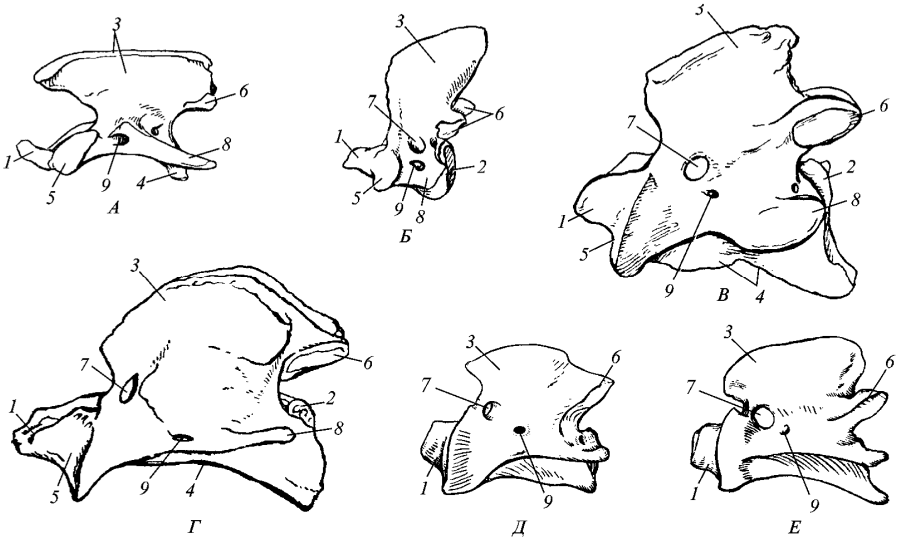


Рис. 30. Другий шийний (осьовий) хребець:
А – собаки; Б – свині; В – корови; Г – коня; Д – вівці; Е – кози;
1 – зубовидний відросток; 2 – суглобова ямка; 3 – гребінь епістрофея; 4 – вентральний гребінь; 5 – кремiальний суглобовий відросток; 6 – каудальний суглобовий відросток; 6 – міжхребцевий отвір; 8 – поперечнореберний відросток; 9 – поперечний отвір

Другий шийний хребець, або аксис (*axis*), називається осьовим, бо навколо його передньої частини повертається вправо і вліво перший шийний хребець. Тіло другого шийного хребця дуже видовжене. На передній частині замість головки є *зуб* півциліндричної форми. Його вентральна суглобова поверхня зчленовується з вентральною дужкою першого хребця. Краніальні суглобові відростки відокремлені від дужки й містяться позаду зуба.

Замість остистого відростка розвинений *гребінь* у вигляді чотирикутної пластинки; позаду нього розміщені суглобові відростки звичайної форми. На передньому боці дужки є самостійні міжхребцеві отвори замість краніальних вирізок. Поперечні відростки слабовиявлені, нероздвоєні й мають міжпоперечні отвори.

Перший шийний хребець, або атлант (*atlas*), має вигляд широкого кільця, за будовою він ще більше відрізняється від середніх шийних хребців, його тіло редукувалося. На зовнішній поверхні дужки добре виявлений вентральний горбик, на внутрішній поверхні є поздовжньо вгнута *суглобова поверхня* для зчленування з зубом другого хребця. Дорсальна дужка опукліша й ширша; замість остистого відростка в неї є слаборозвинений дорсальний горбик. На каудальному кінці атланта – плоска *суглобова поверхня*.

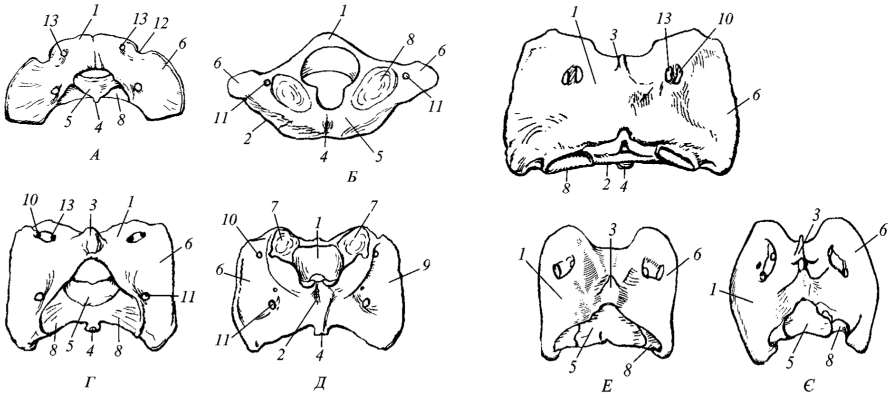


Рис. 31. Атлант:

А – собаки; Б – свині; В – корови; Г – коня (дорсальна поверхня);
Д – коня (вентральна поверхня); Е – вівці; Є – кози;

1 – дорсальна дуга; 2 – вентральна дуга; 3 – дорсальний горбик; 4 – вентральний горбик; 5 – суглобова поверхня для хребця; 6 – крило атланта; 7 – суглобова ямка; 8 – каудальна суглобова ямка; 9 – крилова ямка; 10 – криловий отвір; 11 – поперечний отвір; 12 – крилова вирізка; 13 – бічний хребцевий отвір

Замість краніальних суглобових відростків є вгнуті суглобові поверхні, які зчленовуються з виростками потиличної кістки. Поперечні відростки атланта, розміщені у вигляді широких пластинок горизонтально, називаються *крилами*. На них розміщені крилові отвори, які лежать між вентральною дужкою і крилом атланта, латерально від міжхребцевих отворів.

У *свиней* шийний відділ хребта масивний і відносно коротший, ніж у тварин інших видів.

Вентрального гребеня на тілі хребців немає. Остисті відростки третього – сьомого хребців дуже розвинені, видовжені. У другого шийного хребця коротке тіло й круглий з тупим кінцем зубоподібний відросток, гребінь дуже виступає й загнутий дорсокаудально. Вентральна дужка атланта дуже коротка, від неї відходить униз і назад масивний вентральний горб для прикріплення м'язів, дорсальний горб великий.

Шийні хребці *коня* довші, ніж у рогатої худоби, з добре виявленими головкою і ямкою та значно виступаючим униз гребенем. Поперечні відростки роздвоєні, витягнутої форми, з шорсткою поверхнею. Остисті відростки слабовиявлені. У шостого шийного хребця немає гребеня, поперечні відростки складаються з трьох гілок, з них каудальна зливається з тілом. На сьомому шийному хребці порівняно розвинений остистий відросток. Другий шийний хребець характеризується більшою довжиною тіла, зуб його загострений. Атлант має великі крила, напрямлені в боки й трохи загнуті вниз.

Грудний відділ складається з грудних хребців, ребер і грудної кістки (грудини), які разом утворюють грудну клітку.

Грудні хребці (*vertebrae thoracales*). Кожен хребець є частиною повного кісткового сегмента. У великої рогатої худоби – 13 грудних хребців.

У грудному хребці розрізняють тіло й дужку. Тіло має з краніального боку головку, з каудального – ямку. З вентрального боку тіла є гребінь. Збоку від головки і ямки тіла хребця видно краніальні й каудальні реберні ямки. Ямки сусідніх хребців утворюють глибоку реберну ямку для з'єднання з головкою ребра. Дужка грудного хребця має слабовиявлені краніальні й каудальні суглобові відростки, які зчленовуються із сусідніми хребцями. Біля кореня дужки розрізняють краніальні хребетні вирізки, а ззаду – міжхребцеві отвори. Латерально від дужки відходять слаборозвинені поперечні відростки, які мають поперечні реберні суглобові поверхні, до яких приєднується горбик

ребра. Остисті відростки в ділянці холки високі й широкі, з гострим краніальним і каудальним краєм. Крім останнього, всі остисті відростки грудних хребців жуйних дуже нахилені назад. Біля останнього, 13-го хребця, остистий відросток напрямлений дорсально. Цей хребець називається ***діафрагмальним***. У свині діафрагмальним вважається 11-й грудний хребець, у коня – 15-й.

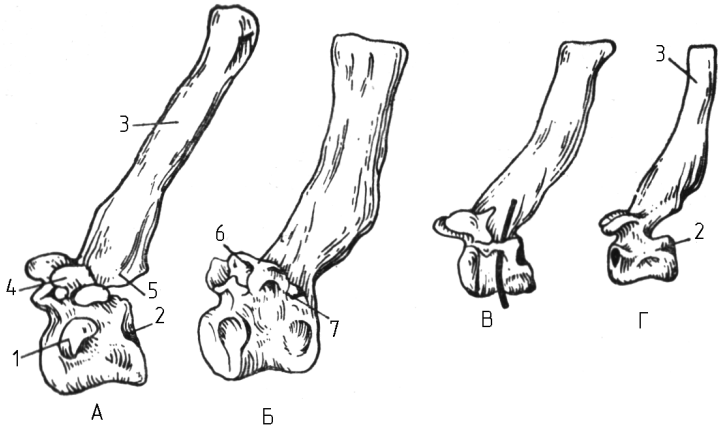


Рис. 32. Грудні хребці:
А – коня; Б – великої рогатої худоби; В – свині; Г – собаки; 1 – краніальна і 2 – каудальна реберна напів'ямки; 3 – остистий відросток; 4 – краніальний і 5 – каудальний суглобові відростки; 6 – соскоподібний відросток; 7 – міжхребцевий отвір

У *свині 14–15 грудних хребців,* тіла хребців за довжиною різняться мало, але коротші від шийних хребців. Краніальних реберних ямок на останніх чотирьох хребцях немає. Поперечні відростки мають біля основи спеціальні отвори. В останніх чотирьох хребців суглобові відростки майже циліндричні.

У *коня 18(19) грудних хребців,* головки і ямки хребців слабовиявлені. Тіла хребців тригранної форми, короткі. Реберні ямки глибокі. Остисті відростки передніх десяти хребців тригранні, з напрямленим уперед гострим краєм. В останніх восьми – остисті відростки плоскі.

Ребра (costae) – це парні кістки тулуба. Вони утворюють скелет бічних стінок грудної клітки. Кількість їх звичайно дорівнює кількості грудних хребців. Ребра мають вигляд довгих вузьких зігнутих кісток з опуклою латеральною й угнутою медіальною поверхнями. Біля переднього краю зовнішньої поверхні ребра проходить м'язовий

жолоб, біля заднього краю з внутрішньої поверхні — судинний жолоб. У ребра розрізняють тіло, верхній (вертебральний) і нижній — грудинний (стернальний) кінці. До грудинного кінця приєднується реберний хрящ.

Розрізняють ребра ***стернальні й астернальні***. У стернальних (справжніх) ребер реберні хрящі з'єднуються з грудною кісткою. Реберні хрящі астернальних (несправжніх) ребер послідовно прикріплюються сполучною тканиною до каудального краю хрящів попередніх ребер, утворюючи *реберну дугу* скелета грудної клітки. Останні ребра лежать вільно. Довжина ребер від першого, найкоротшого, поступово збільшується, а потім знову зменшується. Біля хребетного кінця ребро вигнуте більше, це місце називають кутом ребра.

Для зчленування з хребцями на верхньому кінці ребра є два виступи: реберна головка і реберний горбик. Реберна головка має дві опуклі суглобові ділянки, відокремлені шорсткою борозенкою. Ці ділянки призначені для зчленування з реберними ямками двох суміжних хребців. Горбик ребра розміщений на задньому його краї й віддалений на деяку відстань від головки. Як і в головки, у нього є суглобова поверхня для зчленування з поперечним відростком хребця. Трохи звужена частина ребра між головкою і горбиком називається шийкою.

У *жуйних* є 13 пар ребер, перші 8 пар, які з'єднані з грудною кісткою, називаються стернальними. Від 2 до 10-го ребра на дистальних кінцях є суглобові ямки для з'єднання суглобів з реберними хрящами.

У *свині* є 14–15 пар ребер. Перші 7 пар – стернальні. Ребра від другого до п'ятого з'єднуються з реберними хрящами суглобами. На останніх ребрах головки й горбики зливаються між собою.

У *коня* – 18–19 пар ребер, ребра масивні, шийки їх короткі, кути добре виявлені. Реберні хрящі з'єднуються з ребрами синхондрозом.

Грудна кістка, або груднина (sternum), – непарна кістка тулуба, обмежовує грудну клітку знизу. З обох боків з нею зчленовуються хрящі справжніх ребер.

У грудній кістці розрізняють *рукоятку, тіло й мечоподібний відросток*. Рукояткою називають передню частину грудини до місця з'єднання з нею другої пари реберних хрящів. Тіло – це середня частина грудини від рукоятки до суглобових ямок для хрящів останніх стернальних ребер. Каудальну її частину становить мечоподібний відросток, який закінчується мечоподібним хрящем.

У ***жуйних*** тіло грудної кістки сплющене дорсовентрально й розширюється в каудальному напрямі. Вентральна поверхня тіла трохи вгнута, дорсальна – плоска. На кожному боці грудини по шість суглобових ямок для реберних хрящів. Рукоятка злегка загнута. Мечоподібний хрящ добре розвинений, має вигляд овальної пластинки.

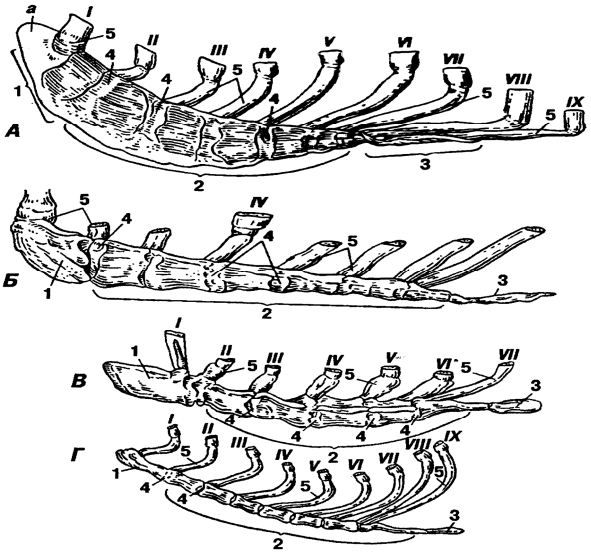


Рис. 33. Грудна кістка з лівої поверхні:
А *– коня;* ***Б*** *– великої рогатої худоби;* ***В*** *– свині;* ***Г*** *– собаки;*
1 – рукоятка грудної кістки; 2 – тіло; 3 – мечоподібний хрящ;
4 – реберні ямки; 5 – реберні хрящі; а – соколок; I–IX – ребра

У ***свині*** тіло грудної кістки такої самої форми, як у жуйних. Рукоятка з'єднується з тілом суглобом і має прямокутну форму.

У ***коня*** грудна кістка видовжена, значно стиснена з боків, на вентральній поверхні має кобилку. Мечоподібний хрящ має вигляд округлої пластинки.

Грудна клітка (thorax). Дорсальну стінку грудної клітки утворюють грудні хребці. Знизу вона обмежована грудною кісткою і хрящами стернальних ребер. Бічні її стінки складаються з ребер. Простір, обмежований грудною кліткою, називається ***грудною порожниною***.

У *жуйних* грудна клітка відносно коротка, з більшим діаметром і більшого об'єму. У *свині* грудна клітка відносно довга, з плоскими реберними стінками, незначного об'єму. Грудна клітка *коня* довга, з крутими реберними стінками.

Поперековий відділ. Поперекові хребці (***vertebrae lumbales)*** – мають довге тіло з плоскою головкою і ямкою. Вони відрізняються від хребців інших відділів дуже розвиненими *поперечнореберними* відростками, які в перших п'яти хребців поступово видовжуються, а в шостого стають коротшими. Поперечнореберні відростки мають вигляд тонких пластинок, розміщених у фронтальній площині. Остисті відростки широкі, але невисокі. Суглобові відростки півциліндричної форми.

У *великої рогатої худоби* шість поперекових хребців, на краніальних суглобових відростках є жолобоподібні суглобові поверхні, каудальні відростки циліндричні, поперечнореберні мають гострі й нерівні краї. Тіло довге, з вентральними гребенями.

У *свині* найчастіше сім поперекових хребців. Тіла їхні відносно довгі. Широкі поперечнореберні відростки напрямлені в боки, (кінцями трохи вниз і вперед). Високі остисті відростки напрямлені вгору і вперед, в останнього хребця – вгору. Суглобові відростки майже циліндричної форми, побудовані, як у жуйних.

У *коня* шість поперекових хребців, поперечнореберні відростки поперекових хребців досить довгі, з рівними краями. У п'ятого і шостого поперекових хребців вони мають овальні суглобові поверхні, які утворюють суглоби. Такими самими суглобами з'єднуються поперечнореберні відростки шостого поперекового хребця з крилами крижової кістки.

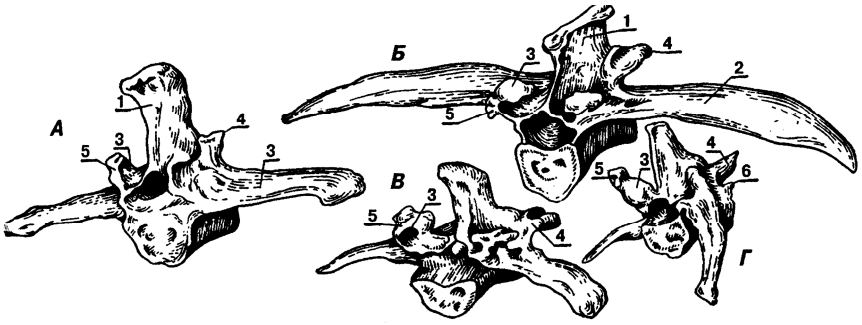


Рис. 34. Поперекові хребці:
А – коня; Б – великої рогатої худоби; В – свині; Г – собаки;
1 – остистий і 2 – поперечнореберний відростки; 3 – краніальний і 4 – каудальний суглобові відростки; 5 – соскоподібний і 6 – додатковий відростки

Крижовий відділ. Крижові хребці, зростаючись, у дорослих тварин утворюють одну крижову кістку – ***os sacrum***. Кісткове зрощення

між хребцями робить крижову кістку міцною основою для з'єднання тулуба з тазовими кінцівками.

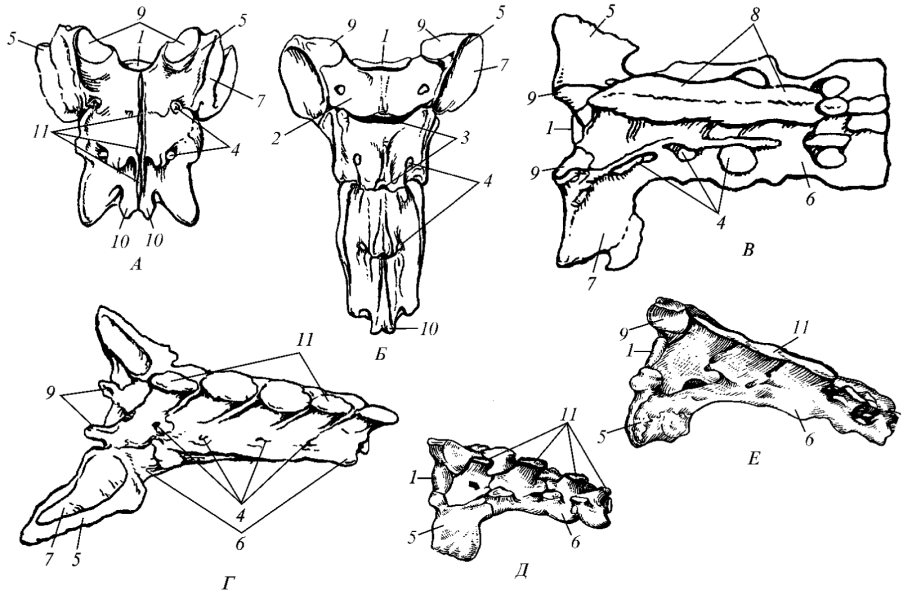


Рис. 35. Крижова кістка:
А – собаки; Б – свині; В – корови; Г – коня; Д – вівці; Е – кози;
1 – основа крижової кістки; 2 – дужка хребця; 3 – міждужковий отвір; 4 – дорсальні крижові отвори; 5 – крила крижової кістки; 6 – боковий гребінь; 7 – вушкоподібна поверхня; 8 – медіальний гребінь крижової кістки; 9 – краніальний суглобовий відросток; 10 – каудальний суглобовий відросток; 11 – спінальний відросток

У *жуйних* крижова кістка утворена *п'ятьма* хребцями, має вигляд трикутного тіла. Дорсальна поверхня крижової кістки називається сідничною, вентральна – тазовою. Тазова поверхня зігнута й утворює склепіння. Остисті відростки на кінцях потовщені й зростаються, утворюючи серединний гребінь. Товсті короткі крила чотирикутної форми загнуті вниз. На кожному крилі є вушкоподібна поверхня, призначена для з'єднання з клубовою кісткою, де утворюється малорухомий, або тугий, суглоб. Суглобові відростки формують латеральні крижові гребені, між ними містяться дорсальні крижові отвори. На тазовій поверхні є вентральні крижові отвори.

У *свині* крижова кістка утворюється з *чотирьох* зрослих хребців. Остистих відростків немає, замість них збереглися дуже незначні гребені. Міждугові отвори великі. Крила слаборозвинені й лежать у сагітальній площині.

У *коня* крижова кістка утворюється *п'ятьма* зрослими між собою хребцями. Тіло має майже плоску тазову поверхню. Остисті відростки лишаються роз'єднаними, на кінцях потовщені й нерідко роздвоєні. Крила крижової кістки лежать у фронтальній площині, мають трикутну форму.

Хвостовий відділ **(vertebrae caudales**) утворений хвостовими хребцями. У *жуйних 18–20 хребців,* тіла перших хвостових хребців плоскі. Остисті відростки низькі, широкі. На тілах другого – п'ятого хребців є з вентрального боку гемальні (кров'яні) дуги, через які проходить хвостова артерія.

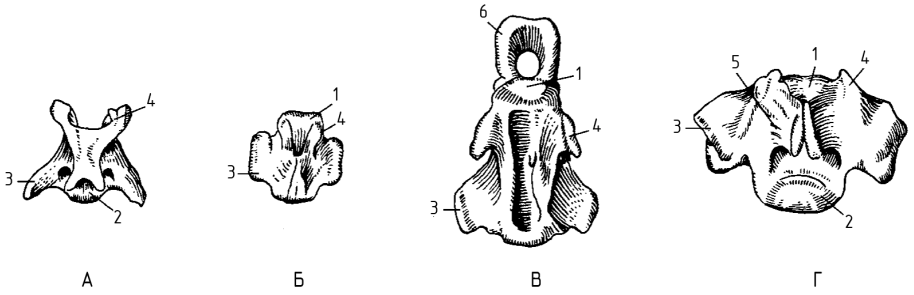


Рис. 36. Хвостові хребці:
А – собаки; Б – свині; В – корови; Г – коня;
1 – тіло хребця; 2 – ямка хребця; 3 – каудальний відросток;
4 – краніальний відросток; 5 – дужка хребця; 6 – гемальна дужка

У *свині 20–23* хвостових хребців. Перші три, а іноді п'ять хребців мають повні дуги з каудальними і краніальними суглобовими відростками.

У *коня* 18 (15–20), тіло хребців коротке, рудимент дужки виявлений слабо, гемальних дуг немає.

Скелет голови називається черепом (cranium). Череп прийнято поділяти на мозковий і лицевий відділи, але чіткої межі між кістками цих відділів немає.

Мозковий відділ **–** це черепна коробка, де розміщуються головний мозок, органи зору і слуху. Кістки черепа, за винятком потиличної й клиноподібної, побудовані за типом плоских кісток. Зовнішня і внутрішня стінки черепних кісток складаються з компактної кісткової речовини, а між ними лежить шар губчастої речовини. У черепі *три пари великих пазух*: ***верхньощелепна, клиноподібна й лобна***. Вони заповнені повітрям, яке проникає сюди через особливі отвори з носової порожнини. Завдяки такій будові кісток череп за значних

розмірів легкий. Кістки мозкового черепа поділяються на парні й непарні. До непарних належать кістки: потилична, клиноподібна, решітчаста і міжтім'яна. Остання кістка в рогатої худоби невдовзі після народження зростається з тім'яними кістками. Парними кістками є: вискові, тім'яні й лобні.

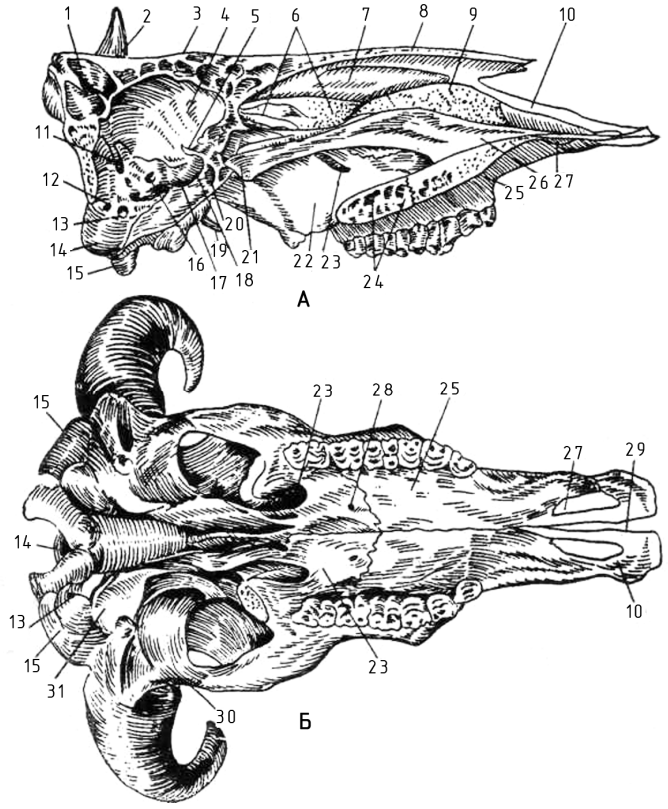


Рис. 37. Череп великої рогатої худоби:
А – поздовжній розпил; Б – вентральний бік;
1 – задня пазуха лобної кістки; 2 – роговий відросток; 3 – лобна кістка; 4 – мозкова порожнина; 5 – жолоб зорового перехрестя; 6 — лабіринт решітчастої кістки; 7 – дорсальна раковина; 8 – носова кістка; 9 – вентральна раковина; 10 – різцева кістка; 11 – скроневий канал; 12 – виростковий канал; 13 – під'язиковий отвір; 14 – великий потиличний отвір; 15 – яремний відросток; 16 – внутрішній слуховий прохід; 17 – овальний отвір; 18 – очноямковий круглий отвір; 19 – м'язовий відросток кам'янистої кістки; 20 – пазуха клиноподібної кістки; 21 – задня частина лемеша; 22 – піднебінна кістка; 23 – клинопіднебінний отвір; 24 – піднебінна пазуха; 25 – піднебінний відросток верхньої щелепи; 26 – леміш; 27 – піднебінна щілина; 28 – великий отвір піднебінного каналу; 29 – різцева вирізка; 30 – скронева кістка; 31 – кістковий барабан

Потилична кістка (os occipitale) – утворює задню, або аборальну, стінку черепно-мозкової коробки й з'єднує череп з хребтом. У центрі її є *великий потиличний отвір*. *Тіло* потиличної кістки коротке й потовщене. Воно обмежовує великий потиличний отвір з вентрального боку. Орально тіло йде до м'язових відростків, де воно з'єднується з тілом клиноподібної кістки. Бічні частини кістки мають *потиличні виростки і яремні відростки*. Яремні відростки лежать латерально, короткі, товсті й загнуті в медіальний бік. Між яремним відростком і виростком є *виросткова ямка з під'язиковим отвором*.

Клиноподібна кістка **(os sphenoidale)** – обмежовує черепну порожнину з вентральної сторони і з боків. У ній розрізняють непарне *тіло й дві пари крил: очноямкові й вискові*. Тіло коротке, починається від м'язових відростків потиличної кістки, і йде орально до лемеша. Усередині його є незначна *клиноподібна пазуха*. На поверхні тіла, зверненій до мозкової порожнини, є *турецьке сідло з ямкою гіпофіза*, де міститься залоза внутрішньої секреції – гіпофіз. Невелике роздвоєне підвищення позаду сідла називають спинкою сідла. Орально від турецького сідла розміщений жолоб зорового перехрестя. Очноямкові крила добре розвинені й містяться в проміжку між піднебінними й лобними кістками; вискові крила розвинені слабше, мають зоровий отвір для зорового нерва. Вентральніше від нього – круглоочно-ямковий отвір. Біля аборального краю вискового крила є овальний отвір.

Решітчаста кістка (os ethmoidale) міститься на межі черепної і носової порожнин усередині черепа. Вона складається *з решітчастої пластинки* з великою кількістю отворів, перпендикулярної і бічних пластинок, які охоплюють лівий і правий лабіринти.

Міжтім'яна кістка (os interpariotale) у рогатої худоби трикутна, через сильний розвиток лобних кісток відтісняється на потиличну поверхню й зростається з лускою потиличної кістки, знизу й ззаду лобної кістки.

Лобна кістка (os frontale) парна, утворює верхню стінку мозкового черепа, а оральна її частина простягається на лицевий відділ черепа. У рогатої худоби лобні кістки найбільші, *з роговими відростками*, що становлять основу рогів. Роговий відросток – це порожнистий кістковий конус. В основі він має шийку й кісткове кільце – вінчик. Порожнина рогового відростка сполучається з лобною позухою. Орально від рогових відростків розміщена *лобна поверхня* з *одним або двома надочноямковими отворами*. *Виличний відросток* лобної

кістки починається широкою основою й не доходить до виличної дуги. Він з'єднується швом з напрямленим до нього лобним відростком виличної кістки й разом з ним латерально замикає край орбіти. На *очноямковій поверхні* виличного відростка помітна *полога ямка слізної залози*.

Вискова кістка (os temporale) парна, разом з тім'яною кісткою утворює *вискову ямку*. Вискова кістка складається *з луски і кам'янистої кістки*. Виличний відросток луски з'єднується швом з висковим відростком виличної кістки і на вентральній поверхні має суглобовий горбик для зчленування з нижньою щелепою. Під час жування згладжені суглобові поверхні дають змогу нижній щелепі робити бокові рухи.

Кам'яниста кістка (os petrosum) в свою чергу, поділяється на скелясту, соскоподібну і барабанну частини. У рогатої худоби вона дуже рано зростається з лускою вискової кістки.

Скелясту частину звернена своєю поверхнею в черепну порожнину; складається з міцної, компактної речовини, має *внутрішній слуховий отвір*. Всередині скелястої частини міститься лицевий канал, через який виходить з черепно-мозкової порожнини лицевий нерв.

Барабанна частина складається з *кісткового барабана з барабанною* порожниною. Біля основи кісткового барабана є *м'язовий відросток*, від якого починається *кісткова слухова труба*. Дорсально від неї розміщений циліндричної форми під'язиковий відросток, яким прикріплюється під'язикова кістка. Зовнішній слуховий прохід у формі довгої трубки відкривається біля основи яремного відростка і призначений для прикріплення хрящової вушної раковини. *Соскоподібна частина* міститься між яремним відростком і барабанною частиною.

Лицевий відділ черепа є кістковою основою.

Верхньощелепна кістка (maxilla) парна, утворює бічну стінку носової і верхню стінку ротової порожнини. Складається з тіла, *піднебінного відростка* і *носової пластинки*. Між кістковими листками носової пластинки розміщена *верхньощелепна (гайморова) пазуха.* Зовнішня пластинка має лицевий горб і *підочноямковий отвір*. Від тіла верхньощелепної кістки відходять *два* відростки: зубний, з альвеолами для кутніх зубів, *і піднебінний*, що утворює більшу частину кісткової основи піднебіння носової і ротової порожнин.

Різцева (міжщелепна) кістка (os incisivum) парна. Вона формує передню частину лицевого черепа. У рогатої худоби немає верхніх

різцевих зубів та іклів, тому різцеві кістки слабо розвинені. Різцева частина поділяється на *тіло*, що лежить спереду у вигляді тонкої пластинки, і два *відростки: носовий* і *піднебінний*. Між піднебінними відростками широка *піднебінна щілина*.

Носова кістка (os nasale) парна. Це довга кісткова пластинка у вигляді жолоба з роздвоєним оральним кінцем, утворює *верхню стінку носової* порожнини, або стінку носа.

Слізна кістка (os lacrimale) парна, розміщується перед очною ямкою, між лобною і верхньощелепною кістками; має *лицеву й очноямкову пластинки.* Очноямковий край кістки з вирізкою; поряд з ним *ямка слізного мішка*, звідки починається *слізноносовий канал*.

Вилична кістка (os zygomaticum) парна, лежить вентральніше від слізної кістки й очної ямки. На ній розрізняють лицеву, очноямкову поверхню, висковий і лобний відростки. Останній з'єднується з виличним відростком лобної кістки.

Піднебінна кістка (os palatinum) парна, розміщена в аборальній частині кісткової основи твердого піднебіння. У ній розрізняють *горизонтальну й перпендикулярну* пластинки, які утворюють вихід з носової порожнини – хоани. Горизонтальна пластинка має три отвори*: великий піднебінний, малий* і *аборальний.* У горизонтальній пластинці є *піднебінна пазуха*, яка сполучається з клиноподібною й верхньощелепною пазухами.

Крилоподібна кістка (os pterygoideum) парна – це вузька пластинка, що зрослася з медіальною поверхнею крилоподібного відростка клиноподібної кістки.

Носові раковини (conchae) містяться всередині носової порожнини – це парні тонкі кісткові пластинки, скручені в трубки. Дорсальна носова раковина прикріплюється – до гребеня на носовій кістці, вентральна до верхньощелепної кістки.

Леміш (vomer) – непарна кістка у вигляді широкого короткого жолоба, що лежить у середній сагітальній площині, на дні носової порожнини. Вона є опорою носової хрящової перегородки.

Носова перегородка складається з хряща, поділяє носову порожнину на дві половини. Вона продовжується орально від перпендикулярної пластинки решітчастої кістки.

Нижньощелепна кістка (mandibula) парна, утворює вентральну кісткову основу ротової порожнини. З'єднуючись рухомо з черепом, вона виконує важливу роль під час жування. Нижньощелепна кістка складається з *тіла* й *щелепної гілки*. Оральна частина тіла має *різцевий край* з чотирма альвеолами для різцевих зубів. Середня частина тіла

має *альвеоли для кутніх зубів*. Проміжок між різцями і кутніми зубами називається *беззубим краєм*. Вентральніше від нього розміщений *підборідковий отвір*. На нижній поверхні є *судинна вирізка*, де можна визначити пульс.

Гілка нижньої щелепи відходить від тіла під тупим кутом. Латеральна її поверхня має *ямку великого жувального м'яза*, а медіальна *ямку крилоподібного м'яза і нижньощелепний отвір*. Дорсальний кінець гілки з двома відростками розділений вирізкою. З них довгий відросток з довгим загнутим назад кінцем *м'язовий, а суглобовий відросток*, який зчленовується з висковою кісткою, утворює щелепний суглоб.

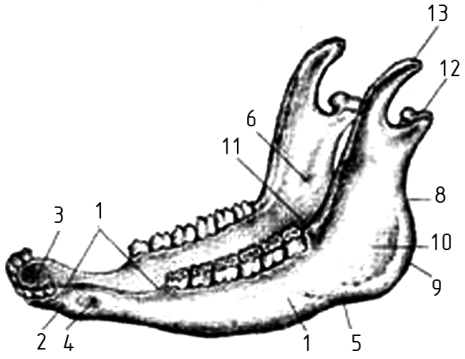


Рис. 38. Нижня щелепа корови:
1 – тіло нижньої щелепи; 2 – губна поверхня; 3 – язикова поверхня; 4 – підборідний отвір; 5 – лицева судинна вирізка; 6 – отвір нижньої щелепи; 7 – міжальвеолярний край; 8 – гілка нижньої щелепи; 9 – кут нижньої щелепи; 10 – жувальна ямка; 11 – крилоподібна ямка; 12 – виростковий відросток; 13 – вінцевий відросток

Під'язикова кістка (os hyoideum) непарна, розміщена між гілками нижньої щелепи, аборально від язика й орально від гортані. У під'язиковій кістці розрізняють *тіло з язиковим відростком*, який міститься в товщі язика, *парні гілки*, які складаються з *великих і малих рогів*. Великі роги напрямлені аборально і з'єднані з щитоподібним хрящем гортані. Малі роги напрямлені дорсально. До них приєднуються дистальні членики гілки під'язикової кістки. Середні її членики довгі, а проксимальні короткі й з'єднуються з під'язиковим відростком кам'янистої кістки.

Особливості черепа сільськогосподарських тварин інших видів. У свині череп видовжений, нагадує конус, розширений на рівні виличних дуг. *Потилична кістка* має розвинену луску і яремні відростки у вигляді довгих важелів. До них прикріплюються м'язи, що

розгинають шию, особливо розвинені в свині, як у риючої тварини. *Міжтім'яна кістка* зростається ще в утробний період з лускою потиличної кістки. *Лобні кістки* довгі й відносно вузькі. Виличний відросток короткий, не досягає виличної дуги, тому орбіта в свині не має суцільного кісткового кільця. *Верхньощелепні кістки* значно розвинені в довжину. Зубний відросток із сімома альвеолами для кутніх зубів і однією альвеолою для ікла. Тіло *різцевої кістки* вузьке, до губної його поверхні прилягає ***хоботкова кістка (os rostrale)***. Вона є тільки в свині, розміщена в проміжку губної поверхні тіл різцевих і вільних кінців носових кісток, становить основу хоботка (п'ятачка). *Носові кістки* свині довгі. *Леміш* майже досягає тіл різцевих кісток. *Нижньощелепна* кістка наймасивніша з кісток черепа. Тіло має по три альвеоли з кожного боку для різцевих зубів і одну альвеолу для ікла. Альвеол для кутніх зубів сім. *Під'язикова кістка* з дуже розвиненим тілом, язикового відростка немає.

У ***коня*** *потилична* кістка дуже розвинена, обмежовує череп з аборального боку. *Клиноподібна* – має вигляд метелика, турецьке сідло і ямка гіпофіза слабовиявлені. *Міжтім'яна* – ромбоподібної форми, мозкова поверхня її з двома відростками, з них поперечний називається кістковим наметом, а поздовжній – пластинчастим відростком. *Лобна* – має один надочноямковий отвір. *Кам'яниста кістка* не зростається з лускою. *Верхньощелепна* – має лицевий гребінь. *Різцева* – з трьома альвеолами для різців. Тіло *нижньощелепної кістки* має три альвеоли для різців і шість для кутніх зубів.

Скелет кінцівок. Ногоподібні кінцівки наземних тварин виникли з парних плавникоподібних кінцівок водяних хребетних.

У зародків усіх видів сільськогосподарських тварин грудні й тазові кінцівки розвиваються з подібних зачатків – "пупків", тому в будові скелета грудних і тазових кінцівок багато спільного. У скелеті кінцівок розрізняють пояс і скелет вільних кінцівок.

Кістки грудної кінцівки великої рогатої худоби.

Лопатка (scapula) – плоска парна кістка трикутної форми, приєднується м'язами до стінки грудної клітки. На лопатці розрізняють три *краї* і три *кути. Хребетний край* – основа лопатки, з'єднаний з великим *лопатковим хрящем. Л*атеральна поверхня лопатки розділена поздовжнім гребенем – *остю л*опатки – на *передостну* й ширшу *заостну ямки*. Ость лопатки в нижній частині круто обривається, закінчуючись відростком – *акроміоном.* На медіальній поверхні лопатки *є підлопаткова ямка*, вище від неї – *зубчаста лінія*. Нижній кут

лопатки має *суглобову западину* для зчленування з головкою плечової кістки. На краніальному краї суглобового кута міститься *горб* лопатки, а на його медіальній поверхні *дзьобоподібнний відросток* – рудимент коракоїдної кістки. Основа лопатки напрямлена дорсокаудально, суглобовий кут – краніовентрально.

Вільна грудна кінцівка складається з плечової кістки, кісток передпліччя, зап'ястя, п'ясті й пальців.

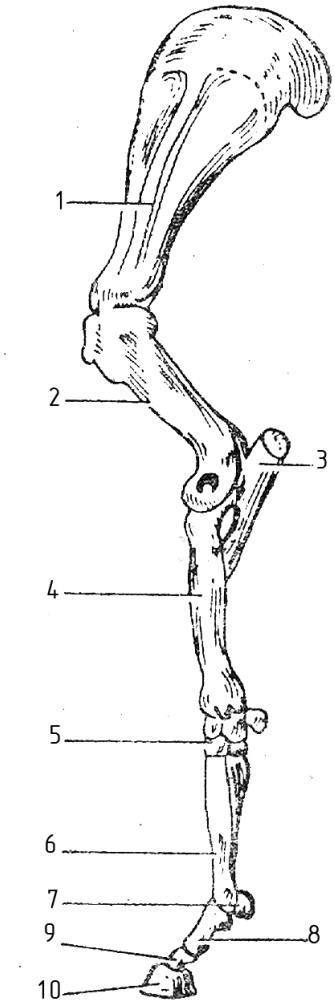


Рис. 39. Скелет грудної кінцівки:

1 – лопатка; 2 – плечова кістка; 3 – ліктьова кістка; 4 – променева кістка; 5 – кістка зап'ястя; 6 – кістки зап'ястя; 7 – сезамоподібні кістки; 8 – путова кістка; 9 – вінцева кістка; 10 – копитна кістка

Плечова кістка (os brachii) трубчаста, виконує роль важеля під час руху тварини. На проксимальному кінці кістки є *голівка, шийка і м'язові горби*, між ними міжгорбовий жолоб. *Медіальний* горб називається *малим, латеральний великим*. Великий горб високий із загостреним кінцем. Дистальніше від великого горба спускається гребінь плечової кістки, в середині тіла кістки міститься *кругла шорсткість*. На дистальному кінці плечової кістки є поперечно поставлений блок з *великим латеральним і малим медіальним виростками*. На протилежній (волярній) поверхні – *глибока ліктьова ямка*, обмежована *надвиростками*.

Кістки передпліччя – променева і ліктьова. Між ними є два міжкісткових простори: проксимальний і дистальний. *Променева кістка (radius)* довга, трубчаста, її проксимальний кінець має *головку із суглобовою ямкою, зв'язкові горбики і променеву шорсткість*. На дистальному кінці променевої кістки є косо поставлений *блок* для зчленування з кістками зап'ястя.

Ліктьова кістка (ulna) у великої рогатої худоби добре розвинена, досягає нижнього кінця променевої кістки і зростається з нею. На проксимальному кінці ліктьової кістки є *ліктьовий відросток* з ліктьовим *горбом*, а на дорсальній поверхні *півмісяцева вирізка з дзьобоподібним відростком*. Дистальний кінець ліктьової кістки має *грифелеподібний відросток* і суглобові ділянки для з'єднання з кістками зап'ястя.

Кістки зап'ястя (ossa carpi) розміщуються в два ряди. У *проксимальному ряді* чотири короткі кістки. Якщо лічити від медіальної поверхні, першою кісткою буде *променева*, потім *проміжна, ліктьова* й додаткова кістки зап'ястя.

Дистальний ряд зап'ястя представлений тільки двома кістками. Одна з них утворилася від злиття *другої і третьої* кісток зап'ястя (перша редукувалася). Друга кістка сформована *четвертою і п'ятою* зап'ястними кістками.

Кістки п'ясті (ossa metacarpalia) довгі, трубчасті. П'ятипалі тварини мають на одній кінцівці п'ять п'ясних кісток. У великої рогатої худоби третя і четверта п'ясні кістки зростаються між собою, утворюючи одну кістку з жолобом на дорсальній поверхні. Вона має на проксимальному кінці *суглобову ямку, латеральні й медіальні зв'язкові горби*, на дорсальній поверхні – *п'ясну шорсткість*. На дистальному кінці цієї кістки є два суглобові валики. П'ята п'ясна кістка довжиною 3–4 см лежить біля проксимального кінця четвертої п'ясної кістки.

Кістки пальців кисті (ossa digitorum manus). У великої рогатої худоби на кожній кінцівці два основних пальці – третій і четвертий, на які спирається тварина, і два недорозвинених пальці – підошовні. Палець складається з путової, вінцевої і ратичної кісток.

Путова кістка трубчаста, на проксимальному кінці має *суглобову ямку*, на дистальному – *суглобовий блок*. Сезамоподібні кістки путового суглоба лежать на пальмарній поверхні і відповідають кожному пальцю.

Вінцева кістка коротша за путову кістку, на проксимальному кінці має суглобову ямку, на дистальному – суглобовий блок.

Ратична кістка нагадує тригранну піраміду, напрямлену вершиною дистально. На ній розрізняють підошовну й стінкову поверхні, підошовний і вінцевий краї. На дорсальній поверхні в ділянці вінцевого краю виступає розгинальний відросток, з її дорсальною поверхнею рухомо з'єднується сезамоподібна кістка третьої фаланги.

Будова таза і тазової порожнини. Таз складається з двох симетричних кісток, які називаються *безіменними*.

Безіменна кістка в свою чергу складається з трьох кісток, які зростаються між собою в суглобовій западині. Спереду від неї міститься клубова кістка, ззаду – сіднична та медіально-лобкова.

У ***клубовій кістці*** *(os ilium)* розрізняють *крило* й *тіло*. У *крилі* дві поверхні: зовнішня, або сіднична, і *внутрішня* — тазова з *вушкоподібною поверхнею*. На крилі виділяють *медіальний (крижовий*) та *латеральний (маклак)* горби *і клубовий гребінь*. *Тіло* клубової кістки має форму стовпчика.

Сідничнa кістка *(os ischii)* – це каудальна частина тазової кістки. На ній розрізняють *тіло* й дві гілки: *шовну* й *западинну.* Обидві гілки обмежовують замкнений отвір. Каудальний кінець сідничної кістки має трикутної форми *сідничний горб*. Між сідничними горбами проходить *сіднична дуга.*

Лобкова кістка *(os pubis)* займає краніо-медіальне положення відносно сідничної кістки, складається з двох гілок: *шовної і западинної*. Остання бере участь в утворенні суглобової западини. Шовна западина зростається з однойменною гілкою протилежної лобкової кістки, утворюючи тазове зрощення, на його краніальному кінці — *лобковий горб*.

Парні безіменні кістки разом з крижовою кісткою й першими хвостовими хребцями утворюють кісткову основу *тазової порожнини*.

Вхід у таз, обмежований тілом першого крижового хребця, крилами крижів, клубово-лобковим і лобковим гребенями овальної форми, стиснений з боків. Вихід таза обмежований з вентрального боку сідничною дугою й сідничними горбами, дорсально – першими хвостовими хребцями. Найвужче місце таза — середня його частина.

Дно таза з великою заглибиною, вісь таза в корови – це не пряма, а дуже ламана лінія, що також часто є причиною затримки теляти під час отелення.

Кістки тазової кінцівки великої рогатої худоби. *Стегнова кістка* (os femoris) – довга, трубчаста. У ній розрізняють *тіло,* проксимальний і дистальний кінці. На проксимальному її кінці є голівка з чітко вираженою шийкою та відоросток – великий вертел. Під голівкою лежить *вертлюжна* западина, нижче від якої – *малий вертел*. Дистальний кінець стегнової кістки має *латеральний і медіальний виростки*, між ними – *міжвиросткова ямка*. Дорсально від виростків міститься *блок для* колінної чашки, а на плантарній поверхні – полога *підошовна ямка*.

Колінна чашка – коротка сезамоподібна кістка, має суглобову поверхню для зчленування з блоком стегнової кістки.

Великогомілкова кістка (os tibia) – довга трубчаста, з тригранним проксимальним епіфізом. На ньому виділяють два виростки: латеральний (менший) і медіальний (більший). На дорсальній поверхні між виростками *м'язовий жолоб*, а на плантарній – *міжвиросткова ямка*. По дорсальній поверхні кістки *тягнеться гребінь* великогомілкової кістки. Від латерального виростка відходить відросток – рудиментарна мала гомілкова кістка. На дистальному кінці великогомілкової кістки є *блок*, латерально від нього виступ – *щиколоткова* кістка.

Малогомілкова кістка (os fibula) у великої рогатої худоби дуже редукована. Дистальний кінець малогомілкової кістки перетворюється в *щиколоткову кістку*, яка є тільки в жуйних.

Кістки передплесна (ossa tarsi) належать до коротких кісток, які виконують буферну функцію. У великої рогатої худоби передплеснових кісток п'ять, розміщені вони в три ряди, верхній ряд складається з *таранної і п'яткової* кісток. На таранній кістці є проксимальний прямий суглобовий блок і головка з блоком, який зчленовується з центральною і п'ятковою кістками.

П'яткова кістка великої рогатої худоби видовжена, має *тіло*, яке закінчується невеликим *п'ятковим горбом*. *Центральна кістка* – єдина кістка середнього ряду передплесна. У рогатої худоби вона зростається

з четвертою кісткою нижнього ряду. У нижньому ряду дві маленькі кістки: *перша передплеснова*, а також друга й третя, які зрослися в одну кістку.

Кістки плесна (ossa metatarsi) – відповідають п'ясним кісткам грудної кінцівки, але трохи довші за них.

Кістки пальців та їхні суглоби такої ж будови, як і на грудній кінцівці. Тільки фаланги пальців у тазовій кінцівці відносно тонші й довші.

Будова і характеристика вільних ланок грудної і тазової кінцівок у сільськогосподарських тварин.

У ***свині*** *лопатка* трикутна, горб ості дуже розвинений і загнутий назад. *Променева й ліктьова* кістки відносно короткі й міцно з'єднані між собою хрящем. У *зап'ястному суглоб*і вісім коротких кісток, по чотири у верхньому й нижньому рядах. *П'ясних* кісток чотири, третя й четверта призначені для опори тварини, друга й п'ята – менш розвинені. *Пальців у свині чотири*, з них третій і четвертий призначені для опори, а другий і п'ятий – коротші.

У ***коня*** з п'яти пальців на кожній кінцівці лишився один — третій по порядку. Решта пальців редукувалася. *Лопатка* довга з широким лопатковим хрящем. Горб ості добре виявлений. Головка *плечової* кістки широка, сплющена. Дельтоподібна шорсткість добре розвинена. Основну опорну роль відіграє променева кістка. *Ліктьова* кістка зберігається тільки в проксимальній частині передпліччя. *Зап'ястний суглоб* складається із семи коротких кісток, у верхньому ряду чотири кістки, у нижньому – три. Повністю розвинена тільки третя п'ясна кістка; друга й четверта кістки слаборозвинені (грифельні). Палець у коня один (третій). Остання кістка пальця має форму *копита*.

Особливості скелета тазової кінцівки тварин інших видів. У ***свині*** безіменні кістки розміщені паралельно, як у жуйних. *Безіменна* кістка має закруглений крижовий горб і опуклий клубовий горб. Вхід у таз широкий, тому опорос, як правило, відбувається нормально. *Малогомілкова* кістка розвинена добре й розміщена паралельно великогомілковій кістці з латерального боку. У *передплесні* сім окремих кісток, четверта й п'ята передплеснові кістки зростаються. *Плеснових* кісток *і пальців* чотири, третій і четвертий пальці є опорою тварини.

У ***коня*** горби і ямки на кістках добре виявлені. У *тазі* проміжок між клубовими кістками більший, ніж між сідничними. Вхід у таз овальний. Дно таза й тіло крижової кістки гладкі, що сприяє

нормальним родам. *Мала гомілкова* кістка слаборозвинена. *Передплеснові* кістки коня: таранна з косим блоком, *п'яткова* – коротка й масивна, *центральна* – відокремлена, перша з другою, а четверта з п'ятою передплесновою зростаються. Відокремлена тільки третя, добре розвинена *передплеснова* кістка. З нею зчленовується третя плеснова кістка. *Пальці* такі ж, як і на грудній кінцівці.



Питання для самоконтролю

1. Які є відділи, ділянки тіла тварини і кістки, що лежать в їх основі?
2. Яка роль скелета в тілі тварини?
3. Що входить до складу кістки як цілісного органа?
4. Які відмінності в будові скелета поясів грудної й тазової кінцівок?
5. Чим відрізняється таз корови від таза кобили і свині?
6. Що вивчає остеологія?
7. З чого утворена кістка?
8. На які відділи ділиться скелет?
9. Що таке скелет поясів?
10. На які відділи ділиться череп?
11. З чого утворений грудний відділ?
12. Яка особливість будови крижового відділу?
13. Які кістки утворюють вільну кінцівку (грудну і тазову)?

2.3. З 'ЄДНАННЯ КІСТОК СКЕЛЕТА

Загальні відомості про з'єднання кісток у скелеті. Розділ анатомії, який вивчає типи з'єднання кісток скелета називають *синдесмологією*.

Кістки скелета з'єднуються двома типами: ***синартроз*** – нерухоме з'єднання, або безперервне, і ***діартроз*** – рухоме з'єднання.

Безперервне з'єднання виникає в разі зрощення кісток або їх частин. Зрощення кісток відбувається за допомогою тканин, якими з'єднані між собою кістки. Зрощення за допомогою сполучної тканини називається – ***синдесмоз*** (з'єднуються ліктьова, променева і кістки черепа), внаслідок з'єднання кісток утворюються шви і вони є: зубчаті,

лускаті, плоскі; ***синхондроз*** – за допомогою хрящової тканини (з'єднуються тіла хребців, реберні кістки з хрящами ребер, деякі кістки черепа молодих тварин); ***синостоз*** – за допомогою кісткової тканини (таке з'єднання спостерігається серед кісток черепа й крижової); ***синсаркоз*** – м'язове з'єднання кісток між ребрами (кістки передніх кінцівок та шиї, голови й тулуба).

Більшість кісток скелета з'єднані рухомо *суглобом*. Суглоб складається з *капсули, суглобових хрящів*, які вкривають з'єднувальні поверхні кісток і *суглобової порожнини*, що заповнена *синовіальною* рідиною, що змащує суглобові хрящі.

До допоміжних елементів суглоба належать зв'язки, мембрани, внутрішньосуглобові хрящі (меніски, диски).

Суглоб має капсулу, що його зовні вкриває і створює герметично закритий суглобовий простір. Капсула має два шари: *зовнішній – фіброзний* (утворений сполучною тканиною), *внутрішній – синовіальний* (утворений пухкою сполучною тканиною, що вкрита одним шаром ендотеліальних клітин, що виділяють жовтувату рідину – *синовію).*

За характером руху суглоби є одно-, дво- і багатовісні.

Одновісні суглоби – рухи в яких можливі тільки навколо однієї осі (згинання і розгинання)

Двовісні суглоби – рухи навколо двох осей. У такому суглобі можливі згинання, розгинання, відведення і приведення.

Багатовісні суглоби – дають змогу робити різноманітні рухи (згинання, розгинання, відведення, приведення, а також обертальні рухи). Суглобові поверхні в них мають головку й ямку.

Малорухомі суглоби утворені кістками з плоскими суглобовими поверхнями (крижово-клубовий, зап'ястно-п'ясний, передплесно-плесний).

За будовою вони є прості і складні.

Прості – утворені двома кістками.

Складні – утворені більше ніж двома кістками або, якщо між двома кістками є хрящові прокладки.

Види рухів у суглобах:

1. Згинання – flexio
2. Розгинання – extensio
3. Приведення – adductio
4. Відведення – abductio
5. Обертання – pronatio
6. Коловий рух – circulatio

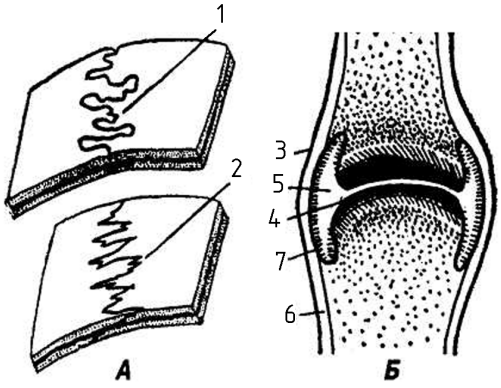


Рис. 40. Різні види з'єднання кісток (схема):
***А** – безперервне і **Б** – переривчасте з'єднання (суглоб):*
1 – зубчастий і 2 – лускатий шви; 3 – капсула суглоба; 4 – суглобові поверхні кісток, вкриті гіаліновим хрящем; 5 – порожнина суглоба; 6 – окістя; 7 – синовіальний шар суглобової сумки

З'єднання хребців у хребтовому стовпі, короткі і довгі зв'язки хребта

Назва суглоба	Якими кістками утворений	Вид суглоба за будовою	Вид суглоба за рухом	Зв'язки суглоба
1	2	3	4	5
Атланто-осьовий	Суглобова поверхня атланта і епістрофея	Простий	Одновісний	Капсула, крилові зв'язки, зв'язка верхівки зуба
Хребцевий	Ямка і голівка хребця, міжхребцеві диски	Складний	Малорухомий	Зв'язки міждугові, міжостисті, міжпоперечні, вийна (надостиста), поздовжні вентральна і дорсальна
З'єднання ребер з хребцями і грудною кісткою				
Реберно-хребетні: а) голівки ребра	Голівка ребра, два суміжні грудні хребці, краніальна й каудальна реберні ямки	Складний	Малорухомий	Зв'язки: головки ребра, радіальна зв'язка головки ребра, зв'язка горбика ребра
б) поперечно-реберний	Горбки ребер і поперечні відростки грудних хребців	Простий	Малорухомий	Реберно-поперечна зв'язка

1	2	3	4	5
в) з'єднання грудної кістки (з'єднується між собою за допомогою хряща)	Ручка груднини й тіла; між стернальними ребрами і їх тілами; між тілом і мечеподібним відростком	Простий	Не рухомий	Зв'язка груднини по дорсальній поверхні її
З'єднання кісток черепа				
Скронево-нижньощелепний	Луска вискової кістки і суглобові відростки нижньощелепної кістки, меніск	Складний	Двовісний	Капсула, латеральна і каудальна зв'язки
Атланто-потиличний	Вирости потиличної кістки і ямка атланта	Простий	Двовісний	Капсула, дорсальна і вентральна мембрана, латеральні зв'язки
Характеристика суглобів передньої і задньої кінцівок				
Лопатко-плечовий	Суглобова ямка лопатки і головка плечової кістки	Простий	Багатовісний	Капсула
Ліктьовий	Блок плечової кістки, ямка головки променевої і ліктьовий відросток ліктьової кістки	Простий	Одновісний	Капсула, латеральна і медіальна бокові зв'язки, міжкісткова
Зап'ястний	Суглобові поверхні передпліччя і п'ястя, між якими є два ряди зап'ястних кісток	Складний	Одновісний	Капсула, латеральні і медіальні довгі і короткі зв'язки, міжкісткові
Пальці: а) путовий	Суглобові блоки п'ясної і путової кісток	Простий	Одновісний	Капсула, бокові зв'язки, зв'язки сезамоподібних кісток
б) вінцевий	Суглобовий блок путової кістки і суглобова ямка вінцевої	Простий	Одновісний	Капсула, бокова і пальмарна зв'язка

1	2	3	4	5
в) ратичний	Суглобові поверхні вінцевої і копитної (ратичної) кістки	Простий	Одновісний	Капсула і бокові зв'язки
Крижово-клубовий	Суглобова поверхня крила клубової та крило-крижової кістки	Простий	Малорухомий, тугий	Капсула, вентральна і дорсальна крижово-клубова та широка тазова зв'язки
Кульшовий	Суглобова западина безіменної кістки і голівка стегна	Простий	Багатовісний	Капсула, кругла зв'язка
Колінний: а) стегно-гомілковий	Вирости стегнової та великогомілкової кісток, між якими є меніски	Складний	Одновісний	Капсула, латеральна і медіальна, хрестоподібна, поперечна зв'язки
б) стегно-чашковий	Блок стегнової кістки і колінна чашка	Простий	–	Медіальна, середня і латеральна стегно-чашкові зв'язки
Скакальний (заплесневий суглоб)	Суглобові поверхні гомілки і плесни, між якими є три ряди заплесневих кісток	Складний	Одновісний	Капсула, довгі і короткі бокові, плантарна, міжкісткові і міжрядові зв'язки

Суглоби пальців задньої кінцівки за будовою такі ж як передньої.

Питання для самоконтролю

1. Які є види з'єднань кісток?
2. Чим утворений суглоб?
3. Які бувають суглоби за будовою?
4. Які бувають суглоби за рухами?
5. Як з'єднуються кістки хребта?
6. Як з'єднуються кістки черепа?
7. Які є суглоби передньої кінцівки?
8. Які є суглоби задньої кінцівки?

2.4. М'ЯЗОВА СИСТЕМА

Загальна характеристика та функція м'язової системи. М'язи є активною частиною апарату руху, одним із показників екстер'єру тварини і найвагомішою в кількісному та якісному відношенні складовою частиною м'яса.

М'язова система складається з окремих м'язів (грец. mys – миша; лат musculus – зовнішньо схожий з мишею) та їх допоміжних пристосувань. Основними властивостями м'яза, м'язової клітини або м'язового волокна є ***збудливість, скоротливість, еластичність***. У стані спокою м'яз не розслаблюється до утворення складок, а перебуває в дещо напруженому стані, як ледь натягнута гума. Такий стан м'яза, що забезпечує негайну реакцію в разі його збудження без попередньої витрати енергії на приведення в стан певного напруження, називають ***тонусом***.

М'язова система тісно пов'язана з усіма системами організму. Всі необхідні для функції м'язової системи поживні речовини надходять у неї, а продукти життєдіяльності виділяються з неї по судинній системі. Недостатність живлення того чи іншого м'яза або цілої групи м'язів призводить до послаблення їх працездатності, зменшення об'єму – атрофії, а порушення зв'язку з центральною нервовою системою – до припинення їх діяльності – паралічу чи парезу.

Розділ анатомії, що вивчає м'язову систему називають *міологією*.

Будова м'яза як органа. Види м'язів за напрямом розміщення м'язових волокон за будовою, за дією на суглоб. М'язи синергісти і антагоністи. М'яз є органом, що має певну форму, виконує функцію, складається з тканин: м'язової та сполучної.

У м'язі анатомічно розрізняють дві частини: м'язове черевце, два сухожилки. Початковий – голівка, кінцевий – сухожильна гілка (хвіст). М'язове черевце під час скорочення виконує роботу, а сухожилки призначені для прикріплення м'яза до кісток, передавання сили на кістки, що розвивається м'язовим черевцем.

За будовою м'яз є паренхіматозним органом, має строму і паренхіму. Паренхіма м'язового черевця – поперечносмугаста скелетна м'язова тканина, а стромою є сполучнотканинні оболонки, які вкривають м'яз зовні, м'язові пучки і м'язові волокна, а також судини і нерви, що заходять у м'яз.

Строма включає зовнішній перемізій, що оточує черевце зовні, та внутрішній перемізій, який оточує м'язові пучки. М'язові пучки складаються з м'язових волокон, вкритих сполучнотканинною оболонкою ендомізієм.

Залежно від способу розміщення пучків м'язових волокон відносно сухожилків розрізняють одно-, дво- і багатоперсні м'язи.

В *одноперсних* м'язів пучки м'язових волокон проходять від одного сухожилка до іншого приблизно паралельно довжині м'яза. У *двоперсних* м'язів один сухожилок розщеплений на дві пластинки, які лежать на м'язі поверхнево, другий – виходить із середини м'язового черевця. У *багатоперсних* м'язів пучки м'язових волокон розміщуються в кількох напрямах, оскільки всередину черевця проникає кілька сухожилків.

Функція м'язів:

1. Динамічні – робота (скорочення завдяки збудженню).
2. Статичні – фіксація.
3. Проміжні – робота і фіксація.

Форма м'язів:

1. Пластинчаті (широкі).
2. Кільцеподібні (трубчаті органи).
3. Веретеноподібні (довгі).

Веретеноподібні розміщені на кінцівках, мають черевце – середня частина, початкова частина – голівка і кінцева частина – хвіст. Деякі м'язи мають кілька голівок, тоді їх називають *дво-, три- і чотириголовими*.

Трапляються такі, що складаються з двох черевець, їх називають *двочеревцевими*.

За функцією м'язи поділяють на згиначі – флексори, розгиначі – екстензори, відвідні – абдуктори, привідні – аддуктори, піднімачі – леватори, опускачі – депресори, розширювачі – дилататори, напружувані – тензори, звужувачі – конструктори, стискачі – сфінктери, обертачі – ротатори (обертачі назовні – супінатори, обертачі всередину – пронатори), вдихачі – інспіратори, видихачі – експінатори.

М'язи ***синергісти*** – в одному напрямку, ***антагоністи*** – в різних напрямках.

Допоміжні органи м'язів і їх значення. Зв'язок м'язів з кровотворною і нервовою системами.

Допоміжні органи м'язів:

1. *Фасції* (зменшують тертя) – це сполучнотканинні футляри, в яких містяться окремі м'язи чи групи м'язів, є *поверхневі* – розміщені під шкірою, *глибокі* – кріпляться до кісток, утримують м'язи в певному місці. Відповідно до положення в тілі тварини фасції поділяють на фасції *шиї, голови, кінцівок і тулуба*.

2. *Синовіальні сумки* мають форму мішечків із сполучної тканини, складаються з двох шарів: зовнішнього – фіброзного і внутрішнього-синовіального, що виділяє синовію, яка зменшує тертя між м'язами і кістками.

3. *Синовіальні піхви* охоплюють сухожилок зовні у вигляді футляра, сприяє зменшенню тертя сухожилка об кістку. За будовою вони подібні до синовіальних сумок і складаються з фіброзного і синовіального шару.

4. *Сезамоподібні кістки* – утворюються в сухожилках, що проходять через вершину кута суглоба або в місцях де додатково створюється важіль опори.

У функції м'язів важливе значення мають нерви. Їхні нервові волокна за допомогою рухових закінчень установлюють зв'язок з поперечносмугастими м'язовими волокнами, утворюючи єдину функціональну одиницю – *нервово-м'язовий апарат*, який формується в процесі розвитку.

Характеристика окремих груп м'язів. Від локалізації м'язів та тіла тварини вони поділяються на:

М'язи голови

Лицеві	***Жувальні***
Коловий рота	Великий жувальний (масетер)
Носо-губний піднімач	Медіальний криловий
Виличний	Висковий
Опускач нижньої губи	
Спеціальний піднімач верхньої губи	
Ікловий	
Щічний	
Коловий ока	

М'язи хребта

Розгиначі	*Згиначі*
Остистий і напівостистий спини і шиї	Довгий шиї
Багатороздільний	Довгий голови
Клубово-реберний	Квадратний поперековий
Найдовший спини, шиї (пластироподібний)	

Грудні м'язи

Вдихальні (інспіратори)	*Видихальні (експіратори)*
Зубчатий дорсальний	Зубчатий дорсальний
Драбинчастий	Попереково-реберний
Прямий грудей	Внутрішні міжреберні
Піднімач ребер	
Зовнішні міжреберні	
Діафрагма	

М'язи живота

Зовнішній косий
Внутрішній косий
Прямий
Поперечний

М'язи грудної кінцівки

М'язи, що з'єднують плечовий пояс	*М'язи вільної кінцівки*
Трапецієподібний	
Ромбоподібний	
Зубчатий вентральний	
Плечо-головний	
Грудо-головний	
Найширший м'яз спини	
Поверхневий грудний	
Глибокий грудний	

М'язи плечового суглоба

Розгиначі	*Згиначі*	*Відвідні*	*Привідні*
Передостний	Дельтоподібний	Заостний	Привідний
Дзьобоплечовий	Малий круглий		
	Великий круглий		

М'язи ліктьового суглоба

Розгиначі	*Згиначі*
Триголовий м'яз плеча	Двоголовий м'яз плеча
Ліктьовий	Плечовий
Напружувач фасції передпліччя	

М'язи зап'ястя

Розгиначі	*Згиначі*
Променевий розгинач	Променевий згинач
Довгий абдуктор великого пальця	Ліктьовий згинач
	Ліктьовий розгинач

М'язи пальців

Розгиначі	*Згиначі*
Загальний розгинач	Поверхневий
Боковий 3-го пальця	Глибокий

ТАЗОВА КІНЦІВКА

М'язи кульшового суглоба

Розгиначі	*Згиначі*
Сідничні поверхневий, глибокий, середній	Клубово-поперековий
Двоголовий	Кравецький
Напівсухожильний	Гребінцевий
Напівперетинчастий	Струнký
Квадратний стегна	

М'язи колінного суглоба

Розгиначі	*Згиначі*
Чотириголовий стегна	Підколінний

М'язи передплеснового суглоба

Розгиначі	*Згиначі*
*Л*итковий	Гомілковий
Підошовний	Краніальний
	Великогомілковий
	*Д*овгий малогомілковий
	Малогомілковий 3-ій

М'язи пальців

Розгиначі	*Згиначі*
*Д*овгий	Поверхневий
*Л*атеральний	Глибокий

М'язи хребта, їх взаєморозміщення та дія на хребтовий стовп

Назва м'язів	Початок м'яза	Закінчення м'яза	Функція м'яза
1	2	3	4
1. М'язи плечового поясу. Трапецієподібний м'яз (m. trapezius)	Серединний сухожильний шов і надостиста зв'язка від 1–2 шийного до 10–11 грудного хребця	Ость *л*опатки: шийна частина – спереду, спинна частина – ззаду	Обертає *л*опатку: шийна частина – вперед, спинна частина – назад
2. Ромбоподібний (m. rhomdoideus) (шийна і спинна частина), лежить під трапецієподібним м'язом	Середній сухожильний шов і вийна зв'язка	Медіальна поверхня *л*опаткового хряща	Шийна частина обертає *л*опатку, спинна укріплює *л*опатку на тулубі

1	2	3	4
3. Найширший м'яз спини (m. latissimus dorsi) (лежить позаду лопатки на грудній клітці)	Попереково-спинна фасція від 3–4 до останнього грудного хребця і останніх ребер	Шорсткість медіальної поверхні плечової кістки	Відтягує підняту кінцівку, підтягує тулуб уперед, зафіксувавши кінцівки
4. Плечоголовний м'яз (m. brachiocephalicus) (лежить на шиї спереду суглоба)	Від потиличної і вискової кістки	До горба плечової кістки	Якщо фіксована шия, розгинає плечовий суглоб і виносить кінцівку вперед

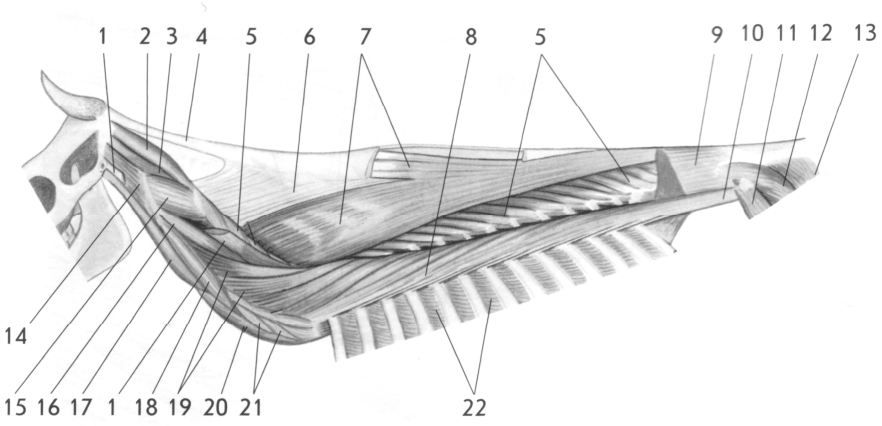


Рис. 41. М'язи хребта корови (глибокий шар)

1 – найдовший м'яз голови (закінчення); 2 – прямий дорсальний більший м'яз голови; 3 – прямий дорсальний менший м'яз голови; 4 – канатик карка (канатик каркової зв'язки); 5 – багатороздільні м'язи; 6 – каркова пластинка; 7 – остистий і напівостистий м'яз грудної клітки і шиї; 8 – клубово-реберний м'яз грудної клітки; 9 – найдовший м'яз попереку; 10 – клубово-реберний м'яз попереку; 11 – напружувач широкої фасції; 12 – середній сідничний м'яз; 13 – сіднично-двоголовий м'яз; 14 – краніальний косий м'яз голови; 15 – каудальний косий м'яз голови; 16 – найдовший м'яз атланта; 17 – довгий м'яз голови; 18 – довгий м'яз шиї (шийна частина); 19 – найдовший м'яз шиї; 20 – довгий м'яз шиї (грудна частина); 21 – міжпоперечні вентральні м'язи шиї; 22 – зовнішні міжреберні м'язи

М'язи грудних стінок

Назва м'язів	Початок м'яза	Закінчення м'яза	Функція м'яза
1	2	3	4
М'язи грудних стінок 1. Дорсальний зубчастий вдихач (m. serratus dorsalis)	Від надостистої зв'язки передніх грудних хребців спрямований вниз каудовентрально	Зубцями на краніальних краях 5–8 ребер	Інспіратор (вдихач)
2. Драбинчастий м'яз (m. scaleni) (має частини: дорсальну, середню, вентральну)	Поперечні відростки 3–7 шийний хребець. Середня і вентральна – на поперечних відростках п'яти останніх шийних хребців	На бічних поверхнях ребер з 2–4 (дорсальна частина). Середня і вентральна закінчується на поперечних відростках	Опускають, повертають шию Беруть участь у вдиху
3. Зовнішні міжреберні м'язи (mm. intercostales externi)	Каудальні краї ребер вентрокаудальний напрям волокон	Краніальні краї ребер, розміщений позаду	Інспіратори (вдихач)
4. М'язи-піднімачі ребер (mm. levatores costarum)	На поперечних відростках грудних хребців	Краніальні краї ребер, що лежать позаду, з другого до останнього ребра	Інспіратори (вдихач)
5. Дорсальний зубчастий видихач (m.serratus dorsalis caudalis)	Верхні кінці останніх ребер	На остистих відростках останніх грудних і перших поперекових хребців	Експіратори (видихач)
6. Внутрішні міжреберні м'язи (mm. intercostales externi)	Каудальні краї ребер вентрокраніальний напрям волокон	Краніальні краї ребер, розміщених позаду	Експіратори (видихач)
7. Попереково-реберний (m.lumbocostalis)	Останнє ребро	Перший поперековий хребець	Експіратор (видихач)

1	2	3	4
8. Поперечний грудний (m. transversus thoracis)	На груднині на рівні 1–6 реберного хряща	На медіальній поверхні фасції передпліччя	Експіратор (видихач)
9. Діафрагма (diaphragma) (має частини поперекову, реберну, грудну – м'язиста або периферична, сухожилкові або центральну)	*Поперекова* – під тілами поперекових хребців *Реберна* – на внутрішній поверхні ребер, *грудна* – мечоподібний відросток грудної кістки	Розмежовує грудну і черевну порожнину у сухожилкові проходить три *отвори аортальний, стравохідний, каудальної порожнистої вени*	Експіратор (видихач) відокремлює грудну порожнину від черевної
10. Прямий грудний м'яз (m. rectus thoracis)	На першому ребрі	3–4-реберний хрящ	Інспіратор (вдихач)

М'язи черева. Паховий канал. Біла лінія черева

Назва м'язів	Початок м'яза	Закінчення м'яза	Функція м'яза
М'язи черевних стінок 1. Зовнішній косий черевний м'яз (m.obliquus externus abdominis)	Зубцями на реберній стінці між зубцями вентрального зубчастого м'яза грудної клітки	На передлобковому сухожилку і білій лінії живота та переходить у апоневроз	Підтримує і стискає черевні органи, допомагає експіраторам, утворює зовнішнє пахвинне кільце
2. Внутрішній косий черевний м'яз (m. obliquus internus abdominis)	На маклаку і пахвинній зв'язці	До білої лінії живота, останніх ребер та переходить у апоневроз	Підтримує і стискає черевні органи, допомагає експіраторам Утворює глибоке *пахвинне кільце*
3. Прямий черевний(m. rectus abdominis)	Зовні на стернальних ребрах	Лобкова кістка	Підтримує і стискає черевні органи, допомагає експіраторам
4. Поперечний черевний м'яз (m. transversus abdominis)	Поперечний відросток поперекових хребців і реберна дуга	На білій лінії черева	Утворює глибоке *пахвинне кільце*

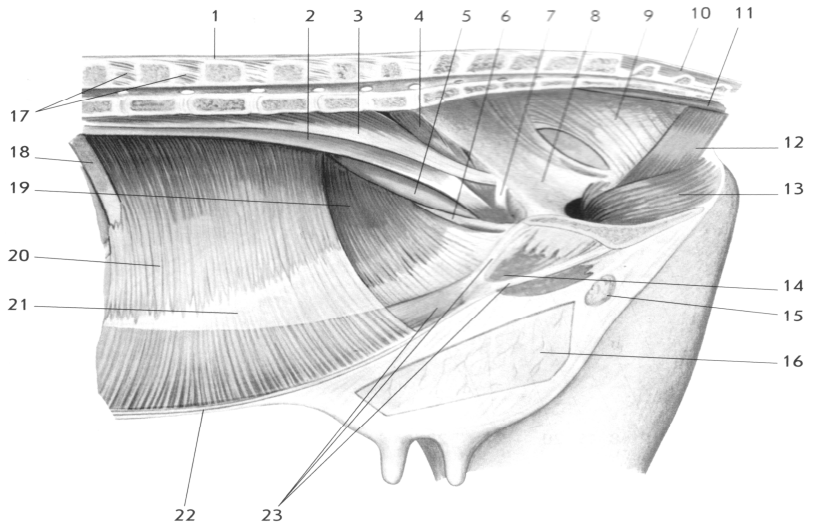


Рис. 42. Глибокі м'язи хребта та живота корови з медіальної поверхні
1 – надостиста зв'язка; 2 – більший поперековий м'яз; 3 – менший поперековий м'яз; 4 – клубовий м'яз (медіальна частина); 5 – клубовий м'яз (латеральна частина); 6 – пахвинна дуга; 7 – кравецький м'яз; 8 – тазова кістка; 9 – широка крижово-гербова зв'язка; 10 – крижово-хвостовий дорсальний медіальний м'яз; 11 – крижово-хвостовий вентральний медіальний м'яз; 12 – хвостовий м'яз; 13 – зовнішній затульний м'яз (внутрішньотазова частина); 14 – струнký м'яз; 15 – поверхневий пахвинний лімфатичний вузол; 16 – паренхіма вим'я; 17 – міжостисті зв'язки; 18 – ребро; 19 – внутрішній косий м'яз живота; 20 – поперечний м'яз живота; 21 – апоневроз поперечного м'яза живота; 22 – біла лінія; 23 – прямий м'яз живота

М'язи голови

Назва м'язів	Початок м'яза	Закінчення м'яза	Функція м'яза
1	2	3	4
Мімічні м'язи			
1. Коловий м'яз рота (m.orbicularis oris	Лежить в основі губів	На коловому м'язі рота	Стискає ротовий отвір
2. Опускач нижньої губи (m. depressor labii inferioris)	Нижня щелепа під массетером	На коловому м'язі рота	Опускає нижню губу
3. Виличний м'яз (m. zygomaticus)	Виличний гребінь	У коловому м'язі рота на зовнішньому крилі носа	Відтягує кут рота

1	2	3	4
4. Носо-губний піднімач (m. levator nasolabialis)	Фасція носогубної ділянки	На латеральному краї носового отвору	Підтягує губу вгору, розширює носовий отвір
5. Ікловий м'яз (m. caninus)	Нижче лицьового горба	У коловому м'язі рота	Розширює ніздрі
6. Спеціальний піднімач верхньої губи (m. levator labii superioris)	Лицьовий горб	Нижня щелепа	Піднімає верхню губу
7. Щічний м'яз (m. buccinator)	Верхня щелепа	Латеральна поверхня нижньої щелепи	Подає на зуби корм, що потрапив у защічний простір
Жувальні м'язи			
1. Великий жувальний м'яз (m. masseter)	Вилична дуга і виличний гребінь	М'язовий відросток нижньої щелепи	Замикає щелепи
2. Висковий м'яз (m. temporalis)	Вискова ямка		Замикає щелепи

М'язи кінцівок. Розміщення м'язів по відношенню до кутів суглобів. М'язи підвішуючого пояса. М'язи передньої кінцівки. М'язи, що діють на плечовий, ліктьовий, зап'ястний та пальцеві суглоби. *Згиначі* містяться в середині кута суглоба, скорочуючись, вони наближають кістки одна до одної і зменшують його. *Розгиначі,* скорочуючись, збільшують кут суглоба і містяться на протилежному боці відносно згиначів.

Назва м'язів	Початок м'яза	Закінчення м'яза	Функція м'яза
1	2	3	4
М'язи грудної кінцівки *М'язи, що діють на плечовий суглоб* 1. Передостний (m. supraspinatus)	Передостна ямка лопатки	Горби плечової кістки	Екстензор (розгинач)
2. Дельтоподібний (m. deltoideus)	Лопаткова ость	Дельтоподібна шорсткість латеральної поверхні плечової кістки	Флексор (згинач) і супінатор
3. Заостний (m. infraspinatus)	Заостна ямка лопатки	Великий горб плечової кістки, латеральна поверхня	Абдуктор (відвідний)

1	2	3	4
4. Малий круглий (m. teres minor)	Дистальний (нижній) кінець каудального краю лопатки	Між дельтоподібною шорсткістю і латеральним горбом плечової кістки	Флексор (згинач) і супінатор
5. Підлопатковий (m. subscapularis)	Підлопаткова ямка	Медіальний горб плечової кістки	Аддуктор (привідний) і екстензор (розгинач) плечового суглоба
6. Великий круглий (m. teres major)	Каудальний край лопатки	Шийка плечової кістки	Флексор (згинач) і еддуктор (привідний)
М'язи, що діють на ліктьовий суглоб			
1. Триголовий (m. triceps brachii) (має три головки: довга, латеральна і медіальна)	Каудальний край лопатки, тіло плечової кістки (латерально і медіально)	Ліктьовий горб ліктьового відростка	Екстензор (розгинач), довга головка згинає плечовий суглоб, тензор (напружувач)
2. Ліктьовий (m. anconeus)	Навколо ліктьової ямки плечової кістки	Ліктьовий горб	Екстензор (розгинач)
3. Напружувач фасції передпліччя (m. tensor fasciae antebrachii)	Каудальний край лопатки і сухожилок найширшого м'яза	Ліктьовий горб і фасція передпліччя	Екстензор (розгинач) ліктьового суглоба
4. Двоголовий м'яз плеча (m. Biceps brachii)	Надсуглобовий горб лопатки	На горбистості променевої і ліктьової кістки	Флексор (згинач), тензор (напружувач) фасції передпліччя
М'язи зап'ясткового суглоба			
1. Променевий розгинач зап'ястя (m. extensor carpi radialis)	Латеральна виростка плечової кістки	На шорсткості третьої п'ясткової кістки	Флексор (згинач) ліктьового і екстензор (розгинач) плечового суглоба фіксує плечовий і зап'ястковий суглоби

1	2	3	4
2. Довгий абдуктор великого пальця (m. abductor pollicis longus)	Латеральна поверхня променевої кістки	Друга п'ясткова кістка	Екстензор (розгинач), і абдуктор відводить зап'ястковий суглоб
3. Ліктьовий розгинач зап'ястя (m. extensor carpi ulnaris)	Латеральний надвиросток плечової кістки	Додаткова і п'ята зап'ясна кістки	Екстензор (розгинач)
4. Променевий згинач зап'ястя m. flexsor carpi radialis)	Медіальний надвиросток променевої кістки	Головка другої, третьої п'ясткової кістки	Екстензор (розгинач)
5. Ліктьовий згинач зап'ястя (m. flexsor carpi ulnaris)	Ліктьовий відросток	Додаткова кістка зап'ястя	Флексор (згинач)
М'язи суглобів пальців 1. Загальний розгинач пальців (m. extensor digitorum communis)	Латеральний над виросток плечової кістки і латеральний горб плечової кістки	На третій фаланзі пальців (ратична кістка)	Флексор (згинач) фіксує зап'ястковий і ліктьовий суглоб
2. Боковий розгинач пальців (m. extensor digitorum lateralis)	Латеральна зв'язка ліктьового суглоба і проксимальні кінці кісток передпліччя	Ратична кістка III–V пальців	Екстензор (розгинач) пальцевих суглобів, зап'ястковий суглоб
3. Поверхневий згинач пальців (m. flexsor digitorum superficialis)	Медіальний надвиросток плечової кістки	Плантарна поверхня проксимального кінця кісток II фаланги пальців	Екстензор (розгинач)
4. Глибокий згинач пальців (m. flexsor digitorum profundus) (має три голівки – плечову, ліктьову і променеву)	*Плечова* голівка – на медіальному надвиросту плечової кістки,	– на дистальних фалангах III–IV пальців	Флексор (згинач)

1	2	3	4
	ліктьова голівка – на поверхні ліктьового відростка, *променева* голівка – в середній третині заднього краю променевої кістки	– на дистальних фалангах III–IV пальців – на згинальній поверхні копитної кістки	Флексор (згинач) суглобів пальців і зап'ястковий суглоб Допомагає розгинати ліктьовий суглоб

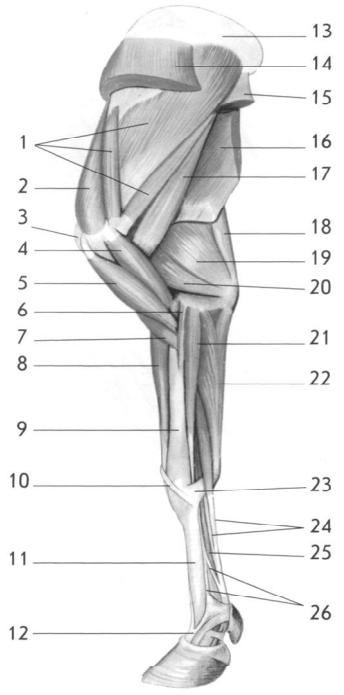


Рис. 43. М'язи грудної кінцівки корови (медіальна поверхня):

1 – підлопатковий м'яз (*m. subscapularis*); *2* – передостний м'яз (*m. supraspinafus*); 3 – більший горбик плечової кістки (*tuberculum majus humeri*); 4 – дзьобо-плечовий м'яз (*m. coracobrachialis*); 5 – двоголовий м'яз плеча (*m. biceps brachii*); 6 – круглий пронатор (*m. pronator teres*); *7* – плечовий м'яз (*m. brachialis*); 8 – променевий розгинач зап'ястка (*m. extensor carpi radialis*); 9 – променева кістка (*radius*); 10 – довгий абдуктор першого пальця (*m. abductor digiti primi longus*); 11 – третя та четверта п'ясткові кістки (*os metacarpale fertium et quartum*); 12 – загальний розгинач пальців (*m. extensor digitorum communis*); 13 – хрящ лопатки (*carfilago scapulae*); 14 – зубчастий вентральний м'яз шиї (*m. serrafus ventralis cervicalis*); 15 – зубчастий вентральний м'яз грудної клітки (*m. serratus ventralis thoracis*); 16 – найширший м'яз спини (*m. latissimus dorsi*); 17 – більший круглий м'яз (*m. teres major*); 18 – напружувач фасції передпліччя (*m. tensor fasciae antebrachii*); 19 – триголовий м'яз плеча (довга головка) (*m. triceps brachii* (*caput longum*); 20 – триголовий м'яз плеча (медіальна головка) (*m. triceps brachii* (*caput mediale*); 21 – променевий згинач зап'ястка (*m. flexor carpi radialis*); 22 – ліктьовий згинач зап'ястка (*m. flexor carpi ulnaris*); 23 – поверхнева поперечна п'ясткова зв'язка (*lig. metacarpeum fransversum superficiale*); 24 – поверхневий згинач пальців (*m. flexor digitorum superficialis*); 25 – глибокий згинач пальців (*m. flexor digiforum profundus*); 26 – міжкістковий м'яз (*m. interosseus*)

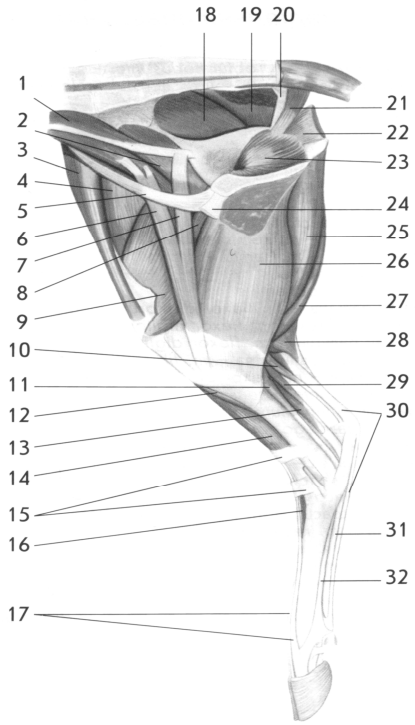
М'язи тазової кінцівки. М'язи, що діють на кульшовий, колінний, заплесновий та пальцеві суглоби

Назва м'язів	Початок м'яза	Закінчення м'яза	Функція м'яза
М'ЯЗИ ТАЗОВОЇ КІНЦІВКИ **М'язи кульшового суглоба**			
1. Середній сідничний м'яз (m. gluteus medius)	Крило клубової кістки	Передній нижній край великого вертлюга	Екстензор (розгинач). Розгинає кульшовий суглоб, тягне назад і обертає на зовні кінцівку
2. Поверхневий сідничний і двоголовий м'яз (сідничний-двоголовий) (m. biceps femoris)	Сіднична фасція	Третій вертлюг стегнової кістки та фасція стегна	Згинає кульшовий суглоб, тягне вперед і приводить кінцівку в рух
3. Напівсухожилковий м'яз (m. semitendinosus)	Сідничний горб і крижово-сідничная зв'язка	Гребінь великогомілкової кістки (медіально)	Екстензор (розгинач). Кульшовий, колінний і заплесневий суглоби, при висячій кінцівці згинає колінний суглоб, обертає кінцівку до середини і тягне її назад
4. Напівперетинчастий м'яз (m.semimembranosus)	Вентральна поверхня сідничного горба	Медіальні виростки стегнової і великогомілкової кісток	При опорі розгинає кульшовий і колінний суглоб. Проштовхує тулуб уперед, при висячій кінцівці тягне її назад і до середини, є пронатором

1	2	3	4
5. Глибокий сідничний м'яз (m. glutaeus profundus)	Тіло клубової кістки	Великий вертел стегнової кістки	Абдуктор (відвідний)
6. Квадратний м'яз (m. quadratus femoris)	Вентральна поверхня тіла сідничної кістки	Стегнова кістка поблизу вертлюжної ямки	Екстензор (розгинач) кульшового суглоба
7. Клубово-поперековий м'яз (має клубову і поперекову частину) (m. iliopsoas)	*Клубова частина* – тіло і крило клубової кістки *Поперекова* – на двох останніх грудних і поперекових хребцях на вентральній поверхні	Малий вертлюг стегнової кістки	Згинає поперековий відділ хребта. Флексор кульшового і екстензор колінного суглобів
8. Напружувач широкої фасції стегна (m. tensor fascial latae)	Маклак	Широка фасція стегна	Напружує широку фасцію. Флексор (згинач) кульшового і екстензор (розгинач) колінного суглобів
9. Кравецький м'яз (m. sartorius)	Клубова фасція і клубово-лобкове підвищення	Надколінник, діальна зв'язка, фасція гомілки	Аддуктор (привідний) і супінатор. Флексор (згинач) кульшовий суглоб
10. Гребінцевий м'яз (m. pectineus)	Клубово-лобкове підвищення таза	Медіальна поверхня стегнової кістки	Аддуктор (привідний). Розгинає колінний суоглб
11. Струнký м'яз (m. gracilis)	Тазове зрощення	Пряма зв'язка колінної чашки, гребінь великогомілкової кістки	Аддуктор (привідний)
12. Привідний м'яз (m. adductor femoris)	Вентральна на лобковій і сідничних кістках	Шорстка поверхня стегнової кістки	Екстензор (розгинач), довга головка – флексор кульшового суглоба

1	2	3	4
М'язи колінного суглоба			
1. Чотириголовий м'яз стегна (має чотири головки) (m. quadriceps femoris)	*Пряма головка* на клубовій кістці над суглобовою западиною, *латеральна, медіальна і проміжна головки* на стегновій кістці	На гористості великогомілкової кістки та її передньому краї	Фіксує і згинає колінний суглоб
М'ЯЗИ ЗАПЛЕСНОВОГО СУГЛОБА			
1. Триголовий м'яз гомілки (литковий і підошовний м'яз) (m. triceps surare)	*Литковий* – на задній поверхні стегнової кістки, над виростками, *підошовний* – на латеральному виростку великогомілкової кістки	Загальним (ахіловим) сухожиллям на горбі п'яткової кістки	Екстензор заплеснового і флексор колінного суглобів
М'ЯЗИ ПАЛЬЦЕВИХ СУГЛОБІВ			
1. Довгий розгинач пальців (два черевця) (m. extensor digitorum longus)	Ямка латерального виросту стегнової кістки	Медіальна частина на II фаланзі III пальця, латеральна –поверхня путового суглоба	Екстензор суглобів пальців, тягне вперед кінцівку, допомагає згинати заплесневий суглоб
2. Бічний розгинач пальців (m. extensor digitorum lateralis)	Латеральна зв'язка колінного суглоба, малогомілкова кістка	Вінцева кістка IV пальця	Екстензор пальців
3. Поверхневий згинач пальців (m. flexsor digitorum superficialis)	Між головками литкового м'яза на горбистості стегнової кістки, надвиросткова ямка	Друга фаланга пальців	Флексор пальців, допомагає екстензорам заплесного і флексорам колінного суглоба
4. Глибокий згинач пальців (має три голівки) (m. flexsor digitorum profundus)	Латеральний виросток великогомілкової кістки	Ратичні кістки пальців	Флексор пальців і екстензор заплесного суглоба

Рис. 44. М'язи тазової кінцівки корови (медіальна поверхня):



1 – менший поперековий м'яз (*m. psoas minor*);
2 – клубовий м'яз (*m. iliacus*);
3 – напружувач широкої фасції (*m. tensor fasciae latae*);
4 – прямий м'яз стегна (*m. rectus femoris*);
5 – пахвинна зв'язка (*lig. Inguinale*);
6 – кравецький м'яз (краніальна частина) (*m. sartohus* (*pars cranialis*);
7 – кравецький м'яз (каудальна частина) (*m. sartorius (pars caudalis)*;
8 – гребінчастий м'яз (*m. Pectineus*);
9 – медіальний широкий м'яз (*m. vastus medialis*); 10 – литковий м'яз (латеральна головка) (*m. gastrocnemius (capuf laterale)*; 11 – медіальний згинач пальців (*m. flexor digiforum medialis*); 12 – краніальний великогомілковий м'яз (*m. tibialis cranialis*); 13 – латеральний згинач пальців (*m. flexor digitorum iateralis*); 14 – третій малогомілковий м'яз (*m. peroneus tertius*); 15 – вуздечка сухожилків (*vinculum tendinum*); 16 – короткий розгинач пальців (*m. extensor digitorum brevis*); 17 – довгий розгинач пальців (*m. extensor digitorum* longus); 18 – середній сідничний м'яз (*m. gluteus medius*); 19 – сіднично-двоголовий м'яз (*m. gluteobiceps*); 20 – широка крижово-горбова зв'язка (*lig. sacrofuberale lafum*); 21 – хвостовий м'яз (*m. coccygeus*); 22 – м'яз-підіймач відхідника (*m. levator ani*); 23 – зовнішній затульний м'яз (*m. obfuraforius externus*); 24 – прямий м'яз живота (закінчення) (*m. rectus abdominis (terminatio);* 25 – напівперетинчастий м'яз (*m. Semimembranosus*); 26 – стрункий м'яз (*m. Gracilis*); 27 – напівсухожилковий м'яз (*m. Semitendinosus*); 28 – литковий м'яз (медіальна головка) (*m. gastrocnemius* (*caput mediale*); 29 – каудальний великогомілковий м'яз (*m. tibialis caudalis*); 30 – поверхневий згинач пальців (сухожилок) (*m. flexor digitorum superficialis (tendo)*; 31 – глибокий згинач папьців (сухожилок) (*m. flexor digitorum profundus*); 32 – міжкістковий м'яз (*m. Interosseus*)



Питання для самоконтролю

1. Що таке м'яз ?
2. Чим утворений м'яз?
3. Які бувають м'язи за будовою?
4. Які бувають м'язи за функцією?
5. Які м'язи діють на ліктьовий суглоб?
6. Які м'язи діють на колінний суглоб?
7. Які м'язи діють на кульшовий суглоб?
8. Які м'язи розташовуються в ділянці живота?
9. Які м'язи діють на хребет?
10. Які м'язи розташовуються в ділянці лопатки?
11. Які м'язи діють на плечовий суглоб?
12. Які м'язи діють на зап'ястний суглоб?
13. Які м'язи діють на пальці?

2.5. СИСТЕМА ОРГАНІВ ШКІРНОГО ПОКРИВУ

Шкірний покрив, зовнішня оболонка тіла тварин. Функції і будова шкіри. Епідерміс шкіри утворюється за рахунок ектодерми, а власне шкіра і підшкірна основа розвивається з мезодерми.

Шкірний покрив є зовнішньою оболонкою тіла тварин і птахів, який складається з шкіри і похідних шкірного покриву: волосся копит, ратиць, кігтів м'якушів, рогів, потових сальних та молочних залоз, а в птахів – пір'я рогового покриву дзьоба, шпор, кігтів, гребеня, сережок, мочок та куприкової залози. Шкіра захищає організм від шкідливих впливів зовнішнього середовища (механічних, хімічних, термічних, променевих, бактеріальних тощо), бере участь у терморегуляції, обміні речовин (зокрема в газообміні, водно-сольовому обміні, є депо крові, виділяє пахучі, отруйні або поживні речовини, що є сигналами або засобом вигодовування потомства). У шкірі багато чутливих нервових закінчень – рецепторів, якими вона сприймає механічні та больові впливи, тобто виконує функцію органа дотику. У підшкірному шарі відкладається жир, який захищає тварину від холоду, є джерелом енергії, а у свиней салоцінний продукт харчування людей.

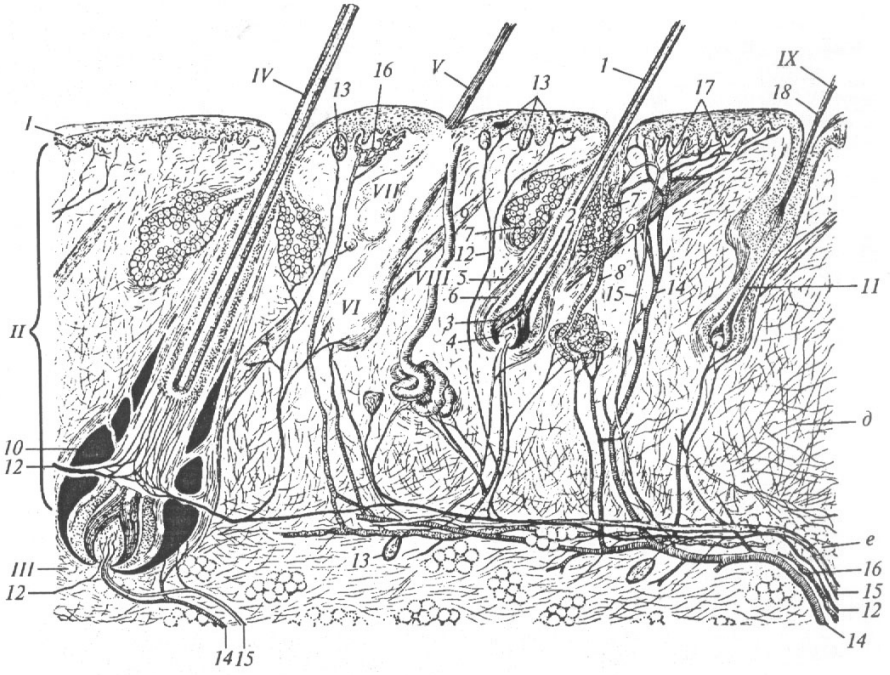


Рис. 45. Схема будови шкіри:

I – епідерміс; II – власне шкіра; III – підшкірна основа; IV – чутлива волосина; V – покривна волосина; VI – фолікул волосини; VII – сальна залоза; VIII – потова залоза; IX – зміна волосини; 1 – стрижень волосини; 2 – корінь волосини; 3 – волосяна цибулина; 4 – сосочок волосини; 5 – сумка волосини; 6 – коренева піхва; 7 – сальна залоза на розрізі; 8 – потова залоза на розрізі; 9 – підіймач волосини; 10 – синуси сумки волосини; 11 – нова волосина; 12 – нерви; 13 – шкірні рецептори; 14 – артерія; 15 — вена; 16 – лімфатична судина; 17 – судинне сплетення; 18 – линяюча волосина

Під дією ультрафіолетового сонячного випромінювання у шкірі тварини утворюється вітамін D, який регулює в організмі обмін кальцію і фосфору, є профілактикою рахіту у молодих тварин.

Шкіра складається з трьох основних шарів: надшкір'я, основи шкіри та підшкірної клітковини.

Маса шкіри в більшості тварин становить 5-7% (без руна у овець) маси тіла (у великої рогатої худоби – 20–40 кг, овець – 1,5–2,5, свиней – 7–10, коней – 8–20 кг). Товщина шкіри в різних видів тварин на різних ділянках тіла неоднакова: у великої рогатої худоби – 3–6 мм, овець – 0,7–2 мм, свиней – 5–7 см (з підшкірною клітковиною), коней – 1–7 мм.

Значно товща шкіра на дорсальній поверхні шиї, спини, крупа, ніж на череві і пахвинах. У молодих тварин шкіра тонша, ніж у старих.

Надшкір'я, або ***епідерміс*** (*epidermis*), – це зовнішній тонкий шар шкіри, який безпосередньо контактує з навколишнім середовищем і захищає тіло тварини від шкідливих впливів. Товщина епідермісу становить у великої рогатої худоби 30–60 мкм, у овець 10–30 мкм, у коней 40–50 мкм. Епідерміс шкіри побудований з п'яти шарів клітин: *багатошарового плоского зроговілого епітелію: базального (росткового), шипуватого, зернистого, блискучого та рогового.*

Шари епідермісу формуються за рахунок розмноження клітин базального шару. В епітеліальних клітинах епідермісу знаходяться пігментні клітини – меланоцити, що виробляють пігмент жовто-бурого кольору – *меланін,* який придає колір шкірі і захищає від ультрафіолетового опромінення. Зроговіння клітин шарів епідермісу відбувається поступово внаслідок зменшення живлення і відкладання в їх цитоплазмі особливого білка, *кератогіоліну*. У зроговілому шарі клітини втрачають ядро, відмирають і мають форму твердих лусочок, багатих на білок кератин, які поступово відпадають від епідермісу, тобто відбувається лущення шкіри, зроговілий шар змінюється новими рядами клітин, що надходять з глибших шарів. Відпадання лусочок епідермісу сприяє очищенню шкіри.

Основа шкіри, або ***дерма*** (*derma*) – це шар, що лежить під епідермісом, відмежований від нього базальною мембраною і складається з двох шарів: сосочкового і сітчастого.

Сосочковий шар складається з пухкої і ретикулярної тканини. У цьому шарі розміщена густа сітка кровоносних лімфатичних судин, чутливі нервові закінчення.

Сітчастий шар утворюється щільною сполучною тканиною багатоколагенових і еластичних волокон, що переплітаються між собою і надають дермі міцності і еластичності. У товщі дерми знаходяться потові та сальні залози, корені волосся. Дерма шкіри разом з епідермісом знята із загиблої або забитої тварини називається *шкурою*. Шкура без підшкірного жиру називається *хутром*, або *овчиною* (у овець).

Підшкірна клітковина (*tela subcutanea*) з'єднує шкіру з тканинами, що лежать глибше, і складається з пухкої сполучної тканини, яка з віком перетворюється в жирову. Цец шар дуже пухкий, надає шкірі рухомості, сприяє утворенню складок шкіри, захищає

організм від надмірного охолодження і виконує роль депо поживних речовин. У свиней підшкірний жир називається *шпиком*.

У м'якушках добре розвинений підшкірний шар з жировими прошарками, що виконують функцію пружного пристосування. У деяких видів тварин підшкірний жир відкладається в певних місцях: *у верблюда – в горбі, в овець – на хвості*, який витрачається в період голодування і за нестачі води.

Будова залоз шкіри: потових, сальних, молочних. Сальні, потові і молочні залози є похідними шкіри.

Сальні залози (*glandulae sebaceae*) – це залози зовнішньої секреції, які за будовою належать до альвеолярних залоз, виробляють секрет – шкірне сало, яке по вихідних протоках потрапляє в кореневі піхви волосся або на поверхню шкіри.

Змащує їх, надає їм м'якості, еластичності і захищає від висихання та частково від змочування. У коней і собак сальні залози розвинені краще, ніж у *великої рогатої худоби і свиней, їх немає на м'якушках, носовому, носо-губному дзеркалах, на дійках вимені*. У деяких ділянках тіла тварин сальні залози *досить розвинені у міжратичному мішечку і у пахвинній кишенці вівці, біля основи рога кози, у куприковій залозі птахів.* У овець шкірне сало змішується з потом потових залоз і утворює *жиропіт* (змащує вовнинки руна, надає їм еластичності, захищає від забруднення.

З жиропоту овець виготовляють речовину *ланолін*, яку використовують для виготовлення мазей.

Потові залози (glandulae sudoriferae) – це залози зовнішньої секреції лежать глибше ніж сальні, за будовою належать до типу трубчастих, секреторний відділ яких згорнутий у клубок, виробляють секрет – ***піт,*** який по вивідних протоках надходить на поверхню шкіри або в волосяну піхву.

Потові залози є двох типів: звичайні та специфічні.

Звичайні – розміщуються на ділянках шкіри, де мало волосся або його зовсім немає, виділяють піт, який немає запаху. Він змащує епідерміс шкіри, впливає на терморегуляцію і водно-сольовий обмін. З потом з організму виводиться вода, білок (у коня) і хлорид натрію (0,3–0,5%) солонуватий на смак, а також шкідливі речовини – сечовина, сечова кислота, аміак, прийняті лікарські препарати.

Специфічні потові залози виділяють піт, збагачений білком, що розпадається на поверхні шкіри і надає поту специфічного запаху, або піт, що містить особливі ароматичні речовини.

Кількість потових залоз на різних ділянках шкіри неоднакова особливо багато їх у пахвинних западинах, статевих органах, підошвах, м'якушках, губах, біля сосків вимені.

Виділення і випаровування поту сприяє охолодженню тіла і захищає організм від перегрівання.

Залози шкіри носо-губного дзеркала великої рогатої худоби, овець, кіз і хоботка свиней подібні до потових, однак виділяють не піт, а прозору рідину, багату на білок. У здорової тварини шкіра носо-губного дзеркала завжди зволожена секретом цих залоз (сухе дзеркало ознака захворювання).

Молочні залози (*glandulae lactiferae*) побудовані за типом альвеолярно-трубчастих залоз, генетично пов'язані з потовими залозами. У різних тварин вони мають різну форму і розміщені по-різному. У жуйних тварин і кобили вони містяться у пахових ділянках і називаються ***вим'ям***, а у свиней, гризунів, хижаків – праворуч і ліворуч від білої лінії живота. Молочні залози складаються з альвеол, молочних ходів і проток.

Кожна залоза закінчується соском, по якому через сосковий канал виводиться молоко із залози.

Будова вимені корови. Особливості вимені овець, кіз, кобил. Особливості молочних залоз свині, собаки. Вим'я корови (*uber*) — непарний орган, що утворюється внаслідок злиття трьох пар залоз. Розвиваються тільки дві передні пари, а третя часто залишається недорозвиненою. Вим'я вкрите м'якою, еластичною шкірою. Воно прикріплене до черевної стінки і утримується підвішуючим апаратом: поверхневою і глибокою фасціями та підвішуючою зв'язкою вим'я. Отже, під шкірою вим'я знаходиться *поверхнева і глибока фасції*, а також *сполучно-тканинна жирова капсула*, від якої відходять *перекладки*, що ділять залозу на *часточки*. Вим'я складається з залозистої, сполучної, жирової тканин, кровоносних судин, лімфатичних судин і нервів.

Тіло має дві пари сосків (дійок), поздовжня перегородка (підвішуюча зв'язка) розподіляє вим'я *на праву та ліву половини (частки)*. Кожна половина складається з передньої та задньої частки. *Паренхіма складається з окремих часточок*, що складаються з *альвеол і трубок*. ***Альвеоли*** – це видовжені з кількома перехватами міхурці трубочки, їхні стінки складаються із залозистих клітин, *міоепітелію, мембрани, тонкого шару сполучної тканини*, із сіткою кровоносних судин і нервів. Вим'я є *альвеолярно-трубчастою залозою*. Від альвеол відходять *відвідні трубочки*, які, сполучаючись, утворюють *молочні*

канали, що об'єднуються в *молочні протоки*, які розширюються біля основи соска в *молочну пазуху*. Вона поділяється на *залозисту та соскову* частини. Із соскової частини починається *сосковий канал*, який відкривається отвором на верхівці соска, навколо якого знаходиться м'яз – *стискач соска*.

Добираючи корів для машинного доїння звертають увагу на форму, величину, будову вим'я бо саме в ньому утворюється молоко.

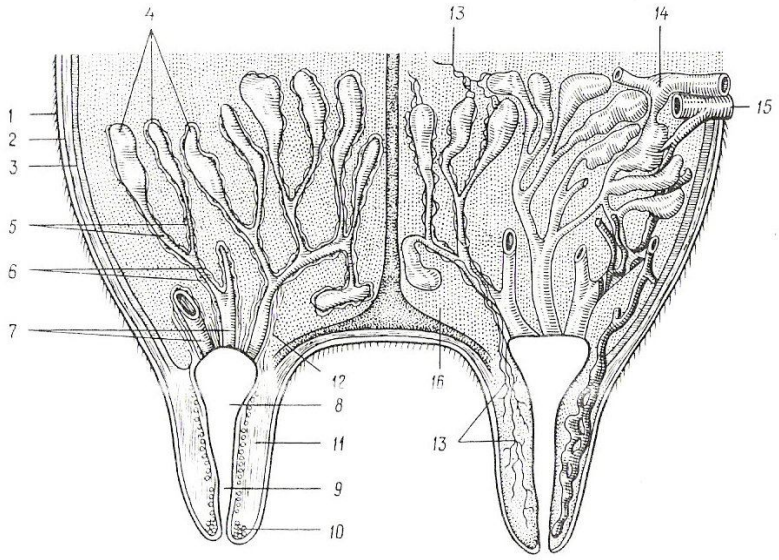


Рис. 46. Схема будови вимені корови у розрізі:
1 – шкіра; 2 – поверхнева фасція ; 3 – глибока фасція; 4 – молочні альвеоли з альвеолярними протоками; 5 – вивідні канальці; 6 – молочні канали; 7 – молочні ходи; 8 – молочна цистерна; 9 – сосковий канал; 10 – кільцевий шар гладеньких м'язів: 11 – гладенькі м'язи соска; 12 – гладенькі м'язи молочних ходів; 13 – нерви; 14 – артерія; 15 – вена; 16 – сполучна тканина

Вим'я має *основу*, прикріплену до черевної стінки, *тіло* і *дві чи більше пар* дійок. Досить часто зустрічаються додаткові рудиментарні дійки. Шкіра на задній поверхні вим'я утворює *молочне дзеркало*. Нижній край вим'я називається *дном*. Воно буває горизонтальним ступінчастим, дуже нахиленим.

Розрізняють такі форми вим'я: *ванноподібне, чашоподібне, округле і козяче*. Корови з ванноподібною і чашоподібною формою вим'я найбільш придатні для машинного доїння.

Дійки за формою бувають *циліндричні, конічні, пляшкоподібні, грушоподібні.* Довжина дійок становить від 2 до 14 см. Для машинного

доїння придатні корови з дійками завдовжки 4–9 см, діаметром 1,8–3,2 см. Передні дійки трохи довші від задніх.

Вим'я покрите тонкою еластичною шкірою з ніжними волосками, сальними і потовими залозами. Тільки на дійках *немає сальних і потових залоз*.

Стан вимені у самок залежить від їх вагітності і періоду лактації, у молодих самок (теличок) до настання статевої зрілості строма переважає над паренхімою. З настанням вагітності паренхіма вимені досягає найвищого розвитку і так тримається протягом усього періоду лактації. З припиненням лактації розвиток паренхіми знову зменшується.

Особливості вимені овець, кіз, кобил.

Вим'я *вівці й кози* подібне за будовою, складається з двох половин, у кожній половині по одній дійці з молочним синусом і однією дійковою протокою. У вим'ї *кобили* також дві половини. Кожна половина має один сосок. На верхівці соска два, рідше три соскових отвори, які ведуть у самостійні соскові протоки й синуси.

Особливості молочних залоз свині, собаки.

У *свині* молочних залоз і сосків від п'яти до восьми пар, дуже рідко буває десять пар. На верхівці соска є два–три соскових отвори. Досить часто бувають так звані кратерні соски, в яких на верхівці є здавленість, що нагадує кратер. Ці соски фальшиві, в них затримується молоко, що призводить до запалення молочної залози. У *собак* чотири–п'ять пар молочних залоз. Кожний сосок має шість–дванадцять соскових проток.

Похідні шкіри: волосся, роги, копита, м'якуші, кігті, нігті та ін.

Волосся (*pili*) – це еластичні ороговілі нитки, що вкривають майже всю поверхню тіла тварини, є похідними епідермісу шкіри, воно захищає організм від охолодження, а шкіру від механічних ушкоджень. За зовнішнім виглядом волосся розрізняють: покривне, довге, чутливе (у вівці – остьове, пухове, перехідне).

Покривне – має добре виражену серцевину (належить щетинисте волосся у свині).

Довге волосся – чубчик, грива, щітки у коней, борода – у козлів, волосся хвоста – у великої рогатої худоби та коня.

Чутливе волосся розміщується в шкірі голови особливо біля носових отворів, очей, рота. Корені їх лежать глибше і багаті на нервові закінчення, немає підіймачів волосини, але у фолікул волосини впинаються волокна скелетних м'язів.

У ***волосині*** розрізняють *корінь*, розміщений у шкірі, і *стрижень*, що виступає з шкіри.

Корінь волосини починається потовщенням, яке називається *волосяною цибулиною*, є місцем росту волосини. У центрі волосяної цибулини є *сосочок* волосини, який багатий на судини і живить її. Корінь волосини розміщується в сполучнотканинно-епітеліальному фолікулі волосини, що складається з сумки *волосини і кореневої піхви*. *Стрижень* складається з внутрішнього (мозкового) шару, середнього (кіркового) шару (пігментної клітини), зовнішнього (кутикули) шару (рогові лусочки – розташовані черепицеподібно).

Волосся росте до певної довжини і певний час, а потім замінюється. Цей процес називається ***линянням***. Розрізняють три види зміни волосся: ювенільну (вікову), періодичну (сезонну), перманентну. *Вікове линяння* відбувається до періоду статевої зрілості і від сезону не залежить. *Періодичне* або сезонне на весні та восени. *Перманентне линяння* – замінюється лише частина волосся, це линяння властиве волосу чубка, гриви, щітки, хвоста, щетинистому волоссю у свині, шерстному в овець.

Линяння проходить у першу чергу в ділянці спини, шиї, лопатки, крижів та нижньої частини кінцівок, потім – ділянки пахвини і останніми – ділянки живота і голови.

Світле волосся линяє повільніше від темного. У молодих *коней* волосся змінюється впродовж 15–20 днів, у старих і худих – до 30 днів.

У *великої рогатої худоби* покривне волосся відносно коротке. У *овець* між волоссям шерсті виступає довге остьове волосся, яке виходить із шкіри пучками по 10–12 волосин. У *кіз* навпаки – пухове волосся розсіяне, у самців виділяється борода. У *свиней* між щетинистим волоссям трапляються тонкі і м'які волосини. У *собаки* залежно від породи буває різноманітний волосяний покрив.

Ріг (*cornu*) – утвір, який в порожнисторогих (жуйні) вкриває роговий відросток лобної кістки. Складається з двох *шарів, власне шкіри та епідермісу*. Ріг має *корінь, тіло і верхівку*.

У тварин ріг росте постійно проте інтенсивність росту у самок зменшується в період вагітності, на розі утворюється кільце.

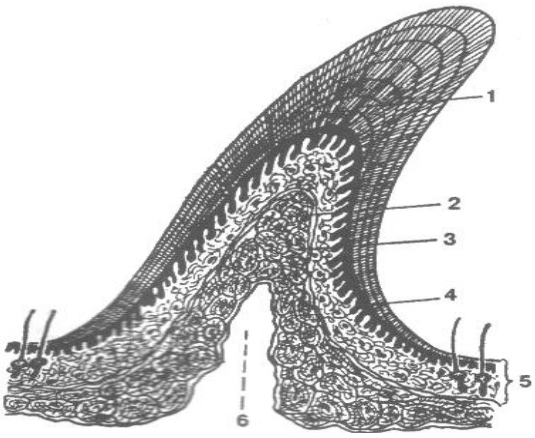


Рис. 47. Схема будови рога корови:
1 – роговий футляр; 2 – роговий відросток лобної кістки; 3 – окістя; 4 – основа шкіри рога із сосочками; 5 – шкіра з волоссям; 6 – пазуха лобної кістки

Копито (ungula) – складний спеціалізований утвір, розміщений на дистальних кінцях ніг у однокопитних. Воно є гомологічним органом кігтя і нігтя. Разом з пальцевим м'якушем, який входить до його складу, копито забезпечує опору на землю та амортизацію. На копиті розрізняють анатомічно добре виражені чотири ділянки: *облямівку, вінець, стінку та підошву*. Кожна ділянка складається з епідермісу і власне шкіри. Підшкірна основа є лише в ділянці облямівки і вінця.

Копитова облямівка (край) – у вигляді вузької (0,5 см), безволосої смужки шкіри міститься на межі шкіри і рогової капсули копита. Ростковий шар епідермісу облямівки продукує тонкий блискучий *трубчастий ріг*, який зовні вкриває *рогову капсулу* копита – *глазур*.

Копитовий вінець у вигляді широкого валика до 1,5 см, розміщений дестальніше від облямівки, обмежовуючи півкільцем передні і бічні стінки пальця. Він формує проксимальний *вінцевий край рогової капсули*. Шкіра вінця на внутрішній поверхні рогової капсули формує *вінцеву борозну*. Шкіра разом з ростковим шаром епідермісу має вигляд валика з тонкими сосочками, які опущені вниз. Ростковий шар епідермісу продукує найтовщий (1,5 см) трубчастий ріг рогової капсули.

Копитова стінка – найбільша частина копита, утворює *передні і бічні поверхні копита* і, продовжуючись на підошву, формує заворотну стінку та кут. Шкіра стінки разом з ростковим шаром епідермісу має форму *листочків*, а заворотна частина стінки – *сосочків.* Шкіра стінки міцно зростається з окістям копитової кістки. Ростковий шар

епідермісу продукує м'який і світлий листочковий ріг. Дистальний край рогу на підошві виділяється в вигляді *білої лінії* куди під час підковування коня вбивають цвяхи (ухналі).

Копитова підошва немає підшкірної основи і власне шкіра підошви зростається з окістям копитової кістки. Шкіра підошви має форму тонких сосочків, ростковий шар епідермісу продукує м'який трубчастий ріг. Позаду підошви розміщена *копитова стрілка*, це видозмінена пальцева м'якушка коня. Вона має попереду *верхівку*, а позаду – *подушку*. По боках копитової стрілки розміщені *м'якушкові хрящі*, які разом з нею утворюють значне амортизаційне пристосування.

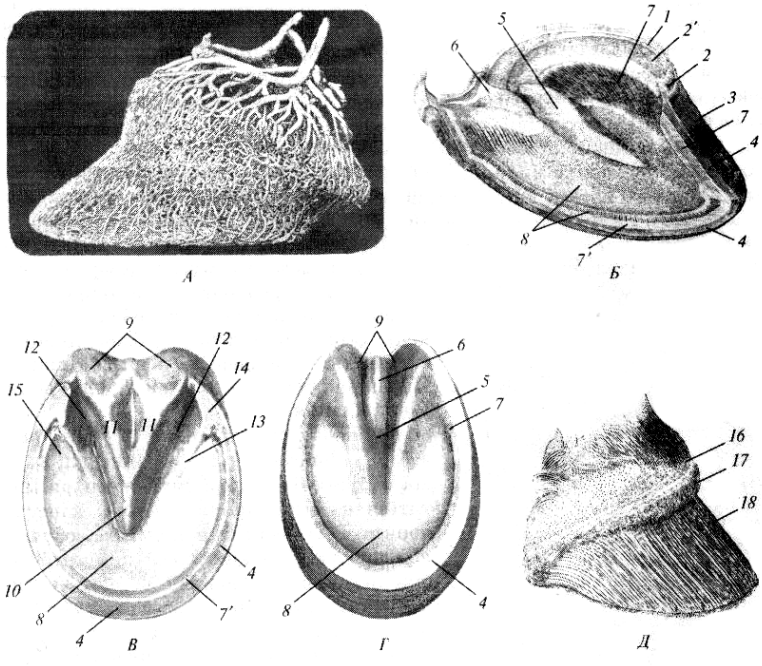


Рис. 48. Копито і стрілка коня:

А – васкуляризація копита; Б – рогова капсула на сагітальному розрізі, В – з підошовної, Г – з дорсальної поверхонь; Д – власне шкіра та ростковий шар епідермісу копита; 1 – рогова облямівка; 2 – роговий вінець; 2¹ – вінцева борозна; 3 – глазур; 4 – трубчастий ріг копитного вінця; 5 – центральна стрілкова борозна; 6 – ость стрілки; 7 – листочковий ріг копитної стрілки; 7¹ – біла лінія; 8 – трубчастий ріг копитової підошви; 9 – стрілка; 10 – верхівка стрілки; 11 – ніжки стрілки; 12 – білястрілкові борозни; 13 – зворотна ділянка стінки; 14 – заворотний кут; 15 – гілка ротової підошви; 16 – копитова облямівка; 17 – копитовий вінець; 18 – копитова стінка

Рогові шари всіх частин копита формують його *роговий футляр – роговий башмак*, що має форму скошеного циліндра. Передню частину називають *зачіпною ділянкою*, яка переходить у бічні та *завороmні кути*. Місце переходу стінки на підошву називається заворотним кутом, а загнуті ділянки – заворотними. Рогова підошва складається з *тіла і гілок*, між якими знаходиться *рогова стрілка.*

Ратиці (*ungulicula*) – це видозмінені ділянки шкіри на дистальних ділянках пальців великої рогатої худоби, овець, кіз і свиней. За формою вони нагадують половину копита коня і за будовою також подібні копиту. Ратиці не мають заворотних ділянок, а пальцева м'якушка немає стрілки, її підошва розвинена слабше ніж у копиті коня.

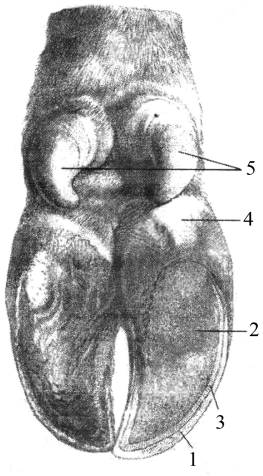


Рис. 49. Ратиця корови:
1 – стінка; 2 – підошва; 3 – біла лінія;
4 – пальцевий м'якуш; 5 – рогові утвори

Кіготь (*unguiculus*) – характерний утвір у хижаків та гризунів функціонує, як орган нападу, захисту та переміщення по деревах. Форма кігтя різна. Кіготь складається з *кігтьового валика* з *нігтьовою борозною, вінця, стінки і підошви*. Підшкірна основа є лише в ділянці кігтьового валика. А кігтьовий валик – це перехідна ділянка зі шкіри в кіготь, яка формує кігтьову борозну.

Ніготь (*unguis*) – видозміненість кігтя властива приматам. Ніготь має більш плоску і тонку *нігтьову стінку*. Нігтьовий валик і борозна виражені слабо, а підошви немає.

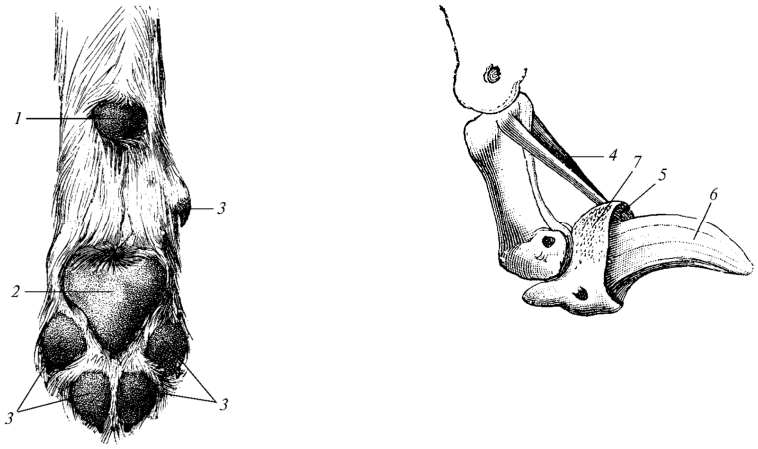


Рис. 50. Дистальний відділ кінцівки собаки:
1 – зап'ястковий м'якуш; 2 – п'ястків м'якуш; 3 – пальцеві м'якуші; 4 – зв'язка кігтя; 5 – нігтьова борозна; 6 – кігтьова стінка; 7 – кігтьовий валик

М'якуші (*torus*) – це подушкоподібні пружні потовщення шкіри на задній поверхні кисті і стопи деяких тварин, що утворені підшкірною основою, багатою на еластичну сполучну тканину жировими прошарками, у м'якушах багато нервових закінчень. Виконують амортизаційну й чутливу функцію (грудні кінцівки). Кожний м'якуш складається з *епідермісу*, *власне шкіри* та *підшкірної основи*. Розрізняють зап'ястковий, п'ястків, заплесновий, плесновий і пальцевий м'якуші. У коней зап'ястні і заплесневий м'якуші називають *каштанами*. П'ясткові, плеснові – *шпорами*, а пальцьові становлять основу копитової стрілки.

Питання для самоконтролю

1. Які шари є в шкірі?
2. Чим утворений епідерміс?
3. Які шари є в дермі?
4. Які є шкірні залози? Яку вони мають будову?
5. Яке буває волосся? З чого воно складається?
6. Яку гістологічну будову має вим'я?
7. Яка буває форма вимені і дійок?
8. Яку будову має копито?
9. З чого складаються роги?
10. Чим утворені м'якуші?

2.6. ОРГАНИ ТРАВЛЕННЯ

Будова порожнин тіла: грудної, черевної, тазової та їх серозні оболонки. Розділ анатомії, який вивчає внутрішні органи тіла, називають ***спланхнологією*** (*splanchnológia*).

Нутрощі розміщені здебільшого в порожнинах тіла: грудній, черевній і тазовій, а також у ділянці голови та шиї.

Грудна порожнина (*cávum thorácis*) формується кістками грудної клітки, зверху відмежована грудними хребцями, з боків – ребрами і міжреберними м'язами, знизу – грудною кісткою, ззаду – діафрагмою. Стінки грудної порожнини зсередини вистилені внутрішньогрудною фасцією – *серозною оболонкою (плеврою)*, що має парієтальний і вісцеральний листки, а зовні м'язами та шкірою. У грудній порожнині розміщені: серце, легені, трахея, тимус, частина стравоходу, судини, лімфатичні і нервові вузли, нерви та їх сплетіння, перикардіальна та дві плевральні порожнини.

Черевна порожнина (*cávum abdóminis*) зверху відмежована поперековими хребцями з м'язами, знизу і з боків черевними стінками, спереду – *діафрагмою*, яка куполоподібно входить у грудну порожнину. Каудально черевна порожнина переходить у ***тазову порожнину*** (***cávum pélvis)***. Стінка черевної порожнини вкрита серозною оболонкою, яка називається *очеревиною*. Частина очеревини, яка вкриває стінки черевної порожнини, називається *пристінковою, або парієнтальною*, а та частина, що вкриває внутрішні органи черевної порожнини – називається *нутрощевою (вісцеральною) очеревиною*. Між парієнтальним і вісцеральним листками очеревини є невелика порожнина, що називається *парієнтальною*. Подвійна пластинка очеревини при переході пристінкової пластинки в нутрощеву називається *брижею*, за допомогою якої підвішуються кишки до хребта. У процесі розвитку шлунка брижа розтягується – розвивається *великий сальник*, а вентральна частина брижі називається *малим сальником*. Брижа при переході з одного органа на інший називається *зв'язкою* або *складкою*.

У черевній порожнині розміщені такі органи: шлунок, частина стравоходу, печінка, селезінка, підшлункова залоза, кишки, нирки, надниркові залози, сечоводи, судини, лімфатичні і нервові вузли, нерви та їх сплетіння, частина органів розмноження, перитонеальна порожнина (дод., рис. 51–56).

Тазова порожнина (*cávum pélvis*) відмежована зверху крижовою кісткою і першими хвостовими хребцями, з боків і знизу тазовими кістками і зв'язками. Задня межа тазової порожнини проходить у жуйних на рівні третього, а у свиней другого хвостового хребця, з середини вистелена фасціями та серозною оболонкою. Зовні вкрита м'язами та шкірою. У тазовій порожнині розміщені такі органи: частина прямої кишки, сечовий міхур, частина статевих органів, судини і нерви.

Поділ черевної порожнини на відділи. Ділянки черевної порожнини. *Для* точнішого визначення розміщення органів у черевній порожнині її поділяють на відділи та ділянки. Так двома поперечними площинами, які проходять по реберній дузі і маклоках, черевну порожнину можна розділити на краніальну (передню), середню і каудальну (задню).

Краніальна (передня) *ділянка* відділяється від грудної порожнини діафрагмою, а від середньої ділянки – площинною умовно проведеною сигментально по найбільш опуклому контуру останнього ребра. Площиною, яка проходить уздовж правої і лівої реберних дуг і серединною площиною краніальна ділянка ділиться на *праву і ліву підреберні* і *непарну мечеподібну* ділянки.

Середня ділянка відокремлюється двома сагітальними площинами проведеними на рівні кінців попереково-реберних відростків, поперекових хребців, ділиться на *праву і ліву (здухвинні) бічні* ділянки. Решта середньої ділянки поділяється на дві частини фронтальною площиною, умовно проведеною на рівні середини першого ребра, верхня частина називається *поперековою*, а нижня – *пупковою*.

Каудальний (задній) відділ займає простір від середньої ділянки до входу в тазову порожнину, ця ділянка двома сагітальними площинами, проведеними на рівні вільних кінців поперекових хребців каудально ділиться на *праву і ліву пахвинні* ділянки, є продовженням здухвинних ділянок. Середня частина є продовженням пупкової ділянки і називається *лобковою*.

Органи травлення, будова і розвиток органів травлення та їх роль в обміні речовин. Органи травлення за характером будови прийнято поділяти на два типи: трубкоподібні і паренхіматозні.

Трубкоподібні – це порожнисті органи травлення, які є шляхами переміщення вмісту (корму, води, вмістимого кишечника). Стінка їх

складається з кількох оболонок: *слизової, підслизової основи, м'язової і серозної або адвентиції*.

Слизова оболонка (*tunica mucosa*) – це внутрішня оболонка, яка складається з епітелію власної та м'язової пластин. *Епітелій,* що вкриває слизову оболонку може бути одно- чи багатошаровим, що відокремлюється від інших тварин базальною мембраною. *Власна пластина* слизової оболонки утворена пухкою, ретикулярною сполучною тканинами, в яких розміщені судини, нерви та пристінкові залози. *М'язова пластина* слизової оболонки утворена гладенькою м'язовою тканиною і забезпечує утворення в ній складок. Слизова оболонка завжди зволожена і вкрита слизом, який виділяють *келихоподібні* клітини епітелію і ***пристінкові*** залози.

Підслизова основа утворена пухкою сполучною тканиною, де розташовані судини, нерви і пристінкові залози.

М'язова оболонка *(tunica muscularis)* складається у більшості органів із *гладенької м'язової тканини*, яка має два шари – *кільцеподібний* (внутрішній) і *повздовжній* (зовнішній) та забезпечує хвилеподібні рухи або перистальтику, що спричиняє перемішування і переміщення вмісту трубкоподібного органу.

Серозна оболонка *(tunica serosa)* складається з *одношарового епітелію* (мезотелію), під яким розміщений прошарок пухкої сполучної тканини. Ця оболонка зволожена серозною рідиною, яку виробляють клітини мезотелію і тому вона слизька.

Трубкоподібні органи розташовані за межами порожнин тіла тварини (шийна частина стравоходу, частина прямої кишки зовні вкриті оболонкою – *адвентицією* (*tunica adventitia*)), що складається з *пухкої сполучної* тканини.

Паренхіматозні – мають округло-овальну або сплющену форму і складаються зі строми і паренхіми. *Стромою* у них є сполучно-тканинна капсула з щільної сполучної тканини, перегородки, які відходять від неї в середину органа, судини і нерви оточені зовні пухкою сполучною тканиною. Перегородки поділяють органи на часточки, де розташована паренхіма.

Паренхімою в залозах є епітелій, що виконує секреторну, інкреторну та екскреторну функції.

Апарат травлення свійських тварин поділяється на чотири відділи залежно від характеру розвитку. Похідними *головної кишки* є органи ротової порожнини (губи, щоки, ясна, зуби, піднебіння, язик, слинні залози), мигдалики та глотка; *передньої кишки* – стравохід і

шлунок; *середньої кишки* – тонка кишка (дванадцятипала, порожня, клубова) з пристінними й застінними залозами (печінка, підшлункова залоза) та лімфоїдними утворами. До похідних *задньої кишки* відносять товсту кишку (сліпа, ободова, пряма) з лімфоїдними утворами.

Будова ротової порожнини та її органів. До органів ротової порожнини належать губи, щоки, ясна, тверде і м'яке піднебіння, мигдалики, язик.

Ротова порожнина (*cávum óris*) – є початком травної трубки. За допомогою її органів здійснюється захоплення корму і води, проводиться механічна обробка (пережовування), формування кормової грудки, часткове розщеплення вуглеводів корму, визначення смаку корму та води, зволоження корму слиною, формуються звуки. Вони виконують також захисну функцію.

Ротова порожнина складається з присінка та власне ротової порожнини. *Присінок* – це простір між губами, щоками і зубами. *Порожнина* спереду і з боків обмежена зубами та яснами, зверху – твердим і м'яким піднебінням, знизу дном ротової порожнини з язиком. Порожнина рота обмежена кістковою основою (верхня й нижня щелепи, різцеві, піднебінні та крилоподібні кістки) і м'якими тканинами (шкіра, м'язи, оболонки). Склепінням порожнини рота є *тверде й м'яке піднебіння*, а *дном — м'язи міжщелепового простору, язика та під'язикового апарату*. Обабіч язика та під його верхівкою знаходиться *щілиноподібний простір.*

У ротову порожнину веде вхід, або *ротова щілина*, а вихід у глотку називається *зівом*.

Губи (*lábia*) – шкірно-м'язові складки, зовні вкриті шкірою, а з середини слизовою оболонкою, призначені для захоплення корму і води. Розрізняють верхню і нижню губи.

Основою їх є коловий м'яз рота. У підслизовій основі губ закладені пристінні слинні залози, нижня губа переходить у підборіддя.

У *коней, овець і кіз губи* добре розвинені, надто рухливі і чутливі за рахунок наявності в шкірі чутливого волосся. Нижня губа переходить у *підборіддя*. Губи *великої рогатої худоби* відносно короткі товсті і малорухомі. Верхня губа має *носо-губне* дзеркало, без волосяного покриву, яке завжди вологе й холодне. А у хворобливому стані воно стає гарячим і сухим. Слизова оболонка верхньої губи має конусоподібні сосочки, спрямовані в бік щік. У *свиней* губи малорухливі,

верхня губа зливається з *дзеркальцем рила*. Нижня губа спереду загострена. Губні залози слаборозвинені.

У *собак* губи малорухливі, тонкі. Верхня губа розділена посередині поздовжньою борозенкою, переходить у носове дзеркало.

Щоки (*búccae*) – шкірно-м'язові складки, що утворюють бічні стінки ротової порожнини. Зовні вкриті шкірою, з середини – слизовою оболонкою, середню частину формують м'язи. Щоки з'єднують верхню й нижню щелепи, тягнуться від кута рота до крило-нижньощелепної складки, яка переходить з верхньої щелепи на нижню позаду кутніх зубів.

У *великої рогатої худоби* щоки утворюють об'ємний защічний присінок, на слизовій оболонці є конусоподібні зроговілі сосочки, верхівки яких спрямовані назад. Сосочок привушної слинної залози відкривається на рівні 3–4-го верхнього кутнього зуба.

У *коня* щоки довгі, сосочок протоки привушної і слинної залози відкривається на рівні 3-го кутнього зуба.

У *свині і собаки* щоки короткі, протоки привушних слинних залоз відкриваються на рівні 4-5-го і 3-го кутніх зубів.

Ясна (*gingívae*) – це утвори слизової оболонки, що вкривають зубні краї щелеп з їх губною, щічною та язиковою поверхнями. Позаду останнього кутнього зуба слизова оболонка ясен переходить з однієї щелепи на іншу, створюючи крило-нижньощелепну складку. У жуйних на місці відсутніх верхніх різців слизова оболонка має значну товщину і утворює *зубну пластинку*. Підслизової основи в яснах немає. Ясна малочутливі, але надзвичайно багаті на судини. Епітелій слизової оболонки ясен з віком змінює свою структуру як у тварин, так і в людини.

Тверде піднебіння (*palátum dúrum*) – це слизова оболонка, що вкриває склепіння ротової порожнини. Слизова оболонка вистелена плоским багатошаровим епітелієм. По середній лінії твердого піднебіння проходить *піднебінний шов*. Обабіч шва розміщені *піднебінні валики* (зморшки), різні за формою й кількістю. Каудально валики згладжуються і зникають. Позаду різців на піднебінному шві виділяється різцевий сосочок. Збоку від сосочка відкривається парна різцева протока, через яку носова порожнина сполучається з ротовою. Каудально тверде піднебіння переходить у м'яке *піднебіння*, а спереду і по боках – в *ясна*.

У *великої рогатої худоби* тверде піднебіння відносно широке з добре вираженим піднебінним швом. Обабіч шва розміщено близько

20 парних піднебінних валиків, вільні краї яких мають щербинки і спрямовані назад. Задні валики виступають слабо і нечітко виражені. Різцевий сосочок округло-трикутої форми. У задній частині піднебіння розміщені слизові піднебінні залози.

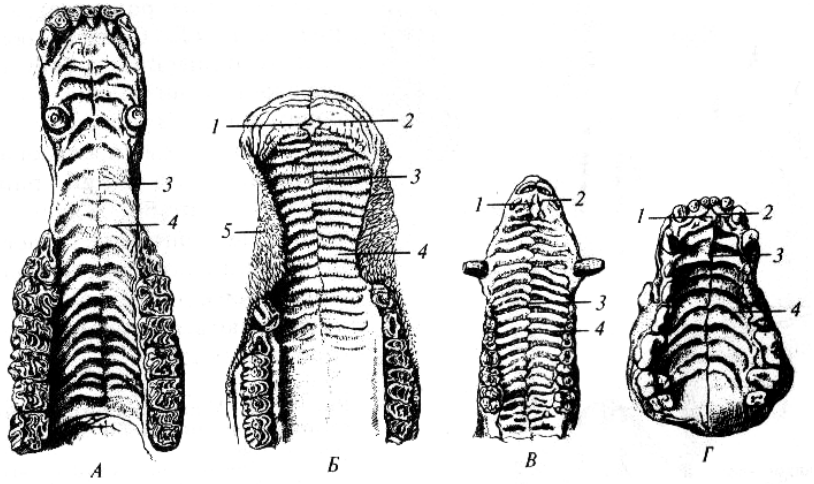


Рис. 57. Тверде піднебіння і верхня зубна дуга:
А – коня; Б – великої рогатої худоби; В – свині; Г – собаки;
1 – різцевий сосочок; 2 – різцева протока; 3 – піднебінний шов;
4 – піднебінні валики (зморшки); 5 – щічний сосочок

У *коня* різцевого сосочка і різцевої протоки немає. Піднебіння надзвичайно багате на венозні сплетення, розміщені в кілька рядів (звідси схильність до значних набряків). Піднебінні валики (18–24) продовжуються до початку м'якого піднебіння. У *свині* тверде піднебіння має добре виражений піднебінний шов (3), який розділяє піднебіння на дві половини, кожна з яких має 20–25 піднебінних валиків, більш високих у передній ділянці. Між першим і другим валиками розміщений невеликий різцевий сосочок (1).

У *собаки* тверде піднебіння каудально дуже розширюється від різцевих зубів і має до 10 дугоподібно вигнутих піднебінних валиків. Між основними валиками трапляються неповні валики. Спереду від перших валиків виділяється трикутної форми різцевий сосочок.

М'яке піднебіння (*palátum mólle*), або піднебінна завіска – є продовженням каудально твердого піднебіння. Задній кінець м'якого піднебіння закінчується вільно.

М'яке піднебіння рухливе і знаходиться на межі ротової порожнини і глотки, утворює отвір, який зветься *зівом*. Збоку ротова

порожнина вкрита багатошаровим плоским не зроговілим епітелієм, а з боку глотки миготливим епітелієм. У момент ковтання під тиском грудки корму і внаслідок скорочення м'язів м'яке піднебіння піднімається догори, пропускаючи їжу в глотку.

У *коней* м'яке піднебіння дуже довге, щільно закриває зів, і тому вони не можуть дихати ротом.

У *собак* воно коротке, тому вони можуть вільно дихати ротом.

Мигдалики (*tonsillae*) – це скупчення ретикулярної (лімфоїдної) тканини у вигляді лімфатичних фолікулів, розміщені в слизовій оболонці стінки мигдаликових крипт ліворуч і праворуч від кореня язика, м'якого піднебіння та глотки. Вони виконують захисну функцію, запобігають проникненню в організм збудників хвороб.

Язик (*língua, s. glóssa*) – рухливий м'язовий орган, що лежить на дні ротової порожнини. Складається з *верхівки, тіла і кореня*. Він захоплює, утримує та переміщує корм, приймає воду, на ньому розміщений орган смаку, у собак бере участь у процесі терморегуляції.

Верхівка приплюснуто-розширена або звужено-загострена, ввігнута, рухлива має дві поверхні – дорсальну і вентральну, два бічних краї. Нижня поверхня язика переходить на дно ротової порожнини у вигляді подвійної складки слизової оболонки, яка називається *вуздечкою*. Тіло язика становить основну частину язика і лежить на дні ротової порожнини між кутніми зубами. На тілі розрізняють виступаючу частину язика – *спинку язика* і дві *бічні поверхні*. *Корінь язик*а – найбільш слабовиражена задня частина язика, що прилягає до надгортанника і кріпиться до під'язикової кістки. Слизова оболонка язика міцна і її епітелій частково зроговілий. Зроговіння сильновиражене у великої рогатої худоби. На бічних поверхнях слизова оболонка більш ніжна особливо на нижній поверхні язика. Слизова оболонка на дорсальній поверхні вкрита сосочками. Серед сосочків язика розрізняють: *механічні* (*ниткоподібні, конічні) і смакові (грибоподібні, валикоподібні, листоподібні).*

Грибоподібні – мають вигляд гриба, невеликі, білі, розміщені по одинці, на верхівці і тілі язика особливо з країв.

Валикоподібні – мають вигляд валика, великі, добре помітні, мають смакові цибулини. Розміщені на тілі біля кореня симетрично по одному або кілька (жуйні).

Листоподібні – нагадують складені листочки, овальної форми, лежать на корені язика по одному з кожного боку.

Ниткоподібні – вкривають дорсальну поверхню і верхівки язика і надають язику бархатистого вигляду, у великої рогатої худоби зроговілі.

Конічні – розміщені на корені язика.

У *великої рогатої худоби* язик товстий грубий, верхівка загострена, вуздечка подвійна на спинці язика різко виділяється подушка язика, що відокремлюється від передньої частини язика пограничною борозною, яка збільшує рухливість переднього відділу язика під час захоплення та жування корму.

Язик *коня* не має подушки і язикового хряща. Ниткоподібні сосочки м'які, тонкі і довгі.

У *свині* язик відносно вузький з довгою верхівкою.

У *собаки* язик широкий, із загостреними краями, по середній частині язика проходить язикова борозна.

Будова і класифікація слинних залоз, їх розміщення та зв'язок з ротовою порожниною.

Залози ротової порожнини (*glándulae óris*) поділяють на пристінні (губні, щічні, піднебінні, язикові) і застінні (привушні, піднижньощелепні, під'язикові).

Привушна залоза (*gl. parótis*) – найбільша і найкомпактніша із слинних залоз. Розміщена вона під шкірою, вентральніше від основи вушної раковини, в заглибленні позаду заднього краю нижньої щелепи й атлантом.

У великої рогатої худоби ***привушна*** залоза має бурувато-червоне забарвлення, її верхня частина ширша за нижню. Протока залози йде в міжщелепному просторі, потім переходить через судинну вирізку з медіального боку щелепи на латеральний край і відкривається в щоці на рівні 4-го верхнього кутнього зуба. У *овець* протока проходить по зовнішній поверхні жувального м'яза.

У *коня* ***привушна*** залоза найбільша, чотирикутної форми, сірого чи жовто-червоного кольору. Протока залози проходить так як у великої рогатої худоби, і відкривається низьким слинним сосочком на рівні 3-го кутнього зуба.

У *свині* залоза лежить у жировій тканині, сильнорозвинена, трикутної форми. Протока залози проходить через судинну вирізку і відкривається в щоці на рівні 4-го чи 5-го кутнього зуба.

У *собаки* залоза порівняно невелика. Округлої форми і обмежує верхнім кінцем основу вушної раковини. Протока залози проходить

упоперек зовнішнього боку жувального м'яза і відкривається на щоці на рівні 3-го кутнього зуба.

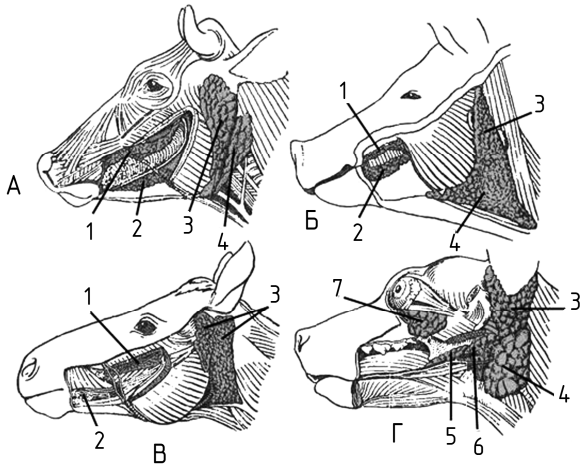


Рис. 58. Залози ротової поржнини:
А – великої рогатої худоби; Б – свині; В – коня; Г – собаки;
1 – дорсальні щічні залози; 2 – вентральні щічні залози;
3 – привушна слинна залоза; 4 – піднижньощелепна слинна залоза; 5 – під'язикова багатопротокова залоза;
6 – однопротокова під'язикова залоза;
7 – велична залоза

Нижньощелепна залоза (*glándulae mandibuláris*) у великої рогатої худоби відносно добре розвинена і тягнеться від атланта до підщелепного простору. Вона більша від привушної залози, має видовжену форму, жовтувате забарвлення. Протока залози відкривається на під'язиковій *бородавці*. Залоза виділяє серозно-слизовий секрет.

У *коня* піднижньощелепна слинна залоза видовжена, дорсально доходить до атланта і продовжується в підщелепний простір. Лежить частково під привушною залозою. Протока залози спрямовується до під'язикової бородавки.

У *свині* залоза невелика, червонуватого кольору, округлої форми, прикрита привушною залозою. Протока відкривається біля вуздечки язика.

У *собаки* залоза округлої форми, такого самого розміру, як привушна. Лежить нижче від привушної залози і частково прикрита останньою Протока залози відкривається на під'язиковій бородавці.

Під'язикова слинна залоза (*gl. sublinguális*) у *великої рогатої худоби* складається з багатопротокової і однопротокової залоз. Під'язикова багатопротокова залоза побудована з низки *пакетиків*, розміщених під слизовою оболонкою дна ротової порожнини в ділянці між язиком і яснами. Її численні вивідні протоки відкриваються в бічній частині *дна ротової* порожнини. Однопротокова під'язикова залоза прилягає дорсально до передньої ділянки багатопротокової залози. Її протока проходить разом з протокою піднижньощелепної слинної залози і відкривається на під'язиковій *бородавці.*

У *коня* є лише багатопротокова слинна залоза, яка лежить під слизовою оболонкою дна ротової порожнини, збоку від середньої частини язика від підборіддя до 3-го кутнього зуба. Залоза дещо піднімає слизову оболонку у вигляді валика. Близько тридцяти її вивідних проток відкриваються на валику на дні ротової порожнини.

У *свині* залоза подвійна. Багатопротокова залоза розміщена в ростральній частині дна ротової порожнини, її вивідні протоки відкриваються на дні ротової порожнини збоку від язика. Однопротокова під'язикова залоза має стрічкоподібну форму і розміщується позаду попередньої, доходячи каудально до піднижньощелепної слинної залози. Протока залози розміщується поряд з протокою піднижньощелепної слинної залози, часто вони зливаються.

У *собаки* під'язикова слинна залоза подвійна. Багатопротокова під'язикова залоза видовжена, вузька і лежить збоку від язика. Невелика кількість її вивідних проток відкривається в дні ротової порожнини, а більша кількість впадає в протоку однопротокової під'язикової залози. Однопротокова під'язикова залоза прилягає ззаду до попередньої, сильнорозвинута і тісно зв'язана з піднижньощелепною слинною залозою.

Зуби і їх види за віком, розміщенням і будовою різних тварин. ***Зуби*** (*éntes*) розміщені в порожнині рота у вигляді верхньої і нижньої зубних аркад (дуг), призначені для захоплення й подрібнення їжі. Форма й будова зубів відображають характер живлення та спосіб життя тварин. За функцією, будовою і розміщенням зуби поділяють на різці, ікла та кутні.

Різцеві зуби – розміщені позаду губ по три-чотири з кожного боку. Серед різців розрізняють*: зачепи, середні різці і окрайки*.

Ікла – розміщені позаду різців по одному з кожного боку на верхній і нижній щелепах.

Кутні – поділяють на *передкутні* або *премоляри*, *і власне кутні*, або *моляри*.

Зуби поділяють на *молочні (випадні) і постійні*. *Молочні* зуби з'являються після народження або до народження в певному порядку. За розміром вони менші й коротші від постійних. Розрізняють молочні різці, ікла та премоляри. Моляри молочних попередників не мають.

Кількість зубів залежить від виду тварин і визначається за зубною формулою. ***Зубна формула*** – це простий дріб, де в чисельнику вказана кількість зубів на одній половині верхньої щелепи, а в знаменнику – кількість зубів на одній половині нижньої щелепи. Для визначення загальної кількості зубів у тварин за зубною формулою потрібно додати цифри в чисельнику й знаменнику і суму подвоїти.

У дорослих тварин згідно з формулою кількість зубів така: у коней 40 (36), у жуйних – 32, у свиней – 44, у собак 42. У коней, свиней і собак на нижніх щелепах і різцевих кістках розміщується по 6 різців. У жуйних тварин на нижніх щелепах – 8 різців, а на різцевих кістках їх немає.

Кутні зуби в коней і жуйних розміщені в альвеолах на верхніх і нижніх щелепах по 6 з кожного боку, у свиней і собак – по 7. У 3–4 передніх кутніх зубів є молочні попередники – *премоляри*. Задні кутні зуби – *моляри* молочних попередників не мають, поверхня кутніх зубів широка, бугриста і призначена для подрібнення грубого корму.

Кожний зуб має **коронку**, що вільно вступає в ротову порожнину над яснами, **корінь** – розміщений в альвеолах кісток черепа, **шийку**, що знаходиться між коронкою і коренем. Всередині зуба є порожнина, заповнена *зубною пульпою*, в якій містяться судини і нерви. Кожна коронка зуба зовні вкрита твердою речовиною білого кольору – *емаллю*, а корінь – речовиною сірого кольору – *цементом*. Під емаллю та цементом розміщений шар основної речовини зуба – *дентину*.

Короткокоронкові зуби мають досить довгий корінь і коротку коронку. До таких зубів належать різці жуйних, зуби свиней і собак.

Довгокоронкові зуби мають довгу коронку і короткий корінь. За таким типом побудовані кутні зуби жуйних і всі зуби коня. Довгокоронкові зуби в міру стирання висуваються із зубної альвеоли, доки не випадуть. Ці зуби мають характерну будову: їхня коронка зовні вкрита *цементом*, під яким лежить *емаль*, а потім *дентин*.

Різцеві зуби за місцем розташування поділяються на *зачепи* (два центральних), *середні* (праворуч і ліворуч від зачепів) і *окрайки* (крайні ліворуч і праворуч).

Різцеві зуби коня мають форму зігнутих клинів, опукла поверхня яких обернена до губів. На тертьовій поверхні кожного різця є помітна заглибина – *зубна чашка*. У разі стирання зуба пульпа не оголюється і вкривається новоутвореним дентином, який на тертьовій поверхні зуба виділяється у вигляді темної плями, що називається *кореневою зіркою*.

Залежно від часу появи молочних зубів та їх замінами на постійні, а також за стиранням і зміною форм поверхні різцевих зубів можна визначити вік тварин.

Будова глотки. Поділ на рото- і носоглотку. Зв'язок глотки з суміжними органами. Мускули глотки. ***Глотка*** (*pharynx*) – трубчатий лійкоподібний орган, з'єднує ротову і носову порожнину з стравоходом і гортанню: носоглотка (дорсальна), гортанна частина (вентральна) має сім отворів*: зів* (корм), два *в хоани* (повітря з носа в глотку), два в *слухові труби* (середнє вухо), *гортань, стравохід*.

Стінка глотки складається з трьох оболонок:

- *слизова* (носоглотка – одношаровий миготливий епітелій, рото-глотка – багатошаровий плоский незроговілий);
- *м'язова* (трьома м'язами-стискачами: рострального, середнім, каудальним і м'язом-розширювачем глотки, побудованих з поперечно-смугастої скелетної м'язової тканини);
- *адвентиція* (пухка сполучна тканина).

У *великої рогатої худоби* глотка відносно коротка, широка і стиснена з боків. Отвори слухових труб невеликі і розміщені глибоко біля дорсальної стінки хоан, вхід у глотку з ротової порожнини широкий.

У *коня* за формою нагадує конус, верхівка якого спрямована в бік гортані, отвори слухових труб знаходяться біля хоан на рівні латеральних кутів ока, що ведуть в повітроносні мішки.

У *свині* межі глотки чітко виділяються завдяки горизонтальному положенню м'якого піднебіння, над входом у стравохід знаходиться заглоткова заглибина, яка утворена випинанням слизової оболонки носоглотки.

Під час ковтання: рострального м'яз підтягує глотку, інші стискають. Хоани закриваються м'яким піднебінням, гортань – надгортанником.

Стравохід, його будова та розміщення.

Стравохід (*oesóphagus*) – є продовженням травної трубки. Через стравохід їжа надходить у шлунок. Глотка, переходячи в стравохід, різко звужується на рівні перших кілець трахеї. Стравохід належить до трубчастих органів і поділяється на *шийну, грудну й черевну частини*. У *шийній* ділянці стравохід лежить між вентральними м'язами шиї і трахеєю, створюючи *стравохідно-трахейну борозну*, в якій проходять судини та нерви. У нижній третині шиї стравохід зміщується на ліву поверхню трахеї, створюючи невеликий *вигин.* Саме в цій частині можна пропальпувати стравохід і спостерігати проходження кормової грудки. При вході в грудну порожнину стравохід випрямляється і розміщується на дорсальній поверхні трахеї. *Грудна* частина стравоходу розміщується на дорсальній поверхні трахеї, потім у верхній частині середостіння, між тупим краєм легень і аортою. *Черевна* частина стравоходу коротка (кілька сантиметрів), відразу за діафрагмою відхиляється вліво і входить у шлунок.

Стравохід має неоднаковий просвіт і товщину стінок на всьому протязі. *Слизова оболонка* стравоходу вистелена *багатошаровим плоским епітелієм* білуватого кольору. На поверхні слизової оболонки відкриваються численні слизові залози, які розміщені не лише у верхній частині стравоходу (травоїдні), а й по всій його довжині (собака, свиня). *Підслизова основа* добре розвинута.

М'язова оболонка досить товста і складається в основному з двох шарів: *внутрішнього – колового і зовнішнього – поздовжнього*.

У тварин, в яких їжа може повертатися назад із шлунка в ротову порожнину (жуйні, собака), м'язова оболонка складається переважно з посмугованої м'язової тканини. А у тварин, яким не властива така функція, посмугована м'язова тканина є лише в шийній частині стравоходу (кінь, свиня), інша частина складається з непосмугованої м'язової тканини. У шийній частині стравохід вкритий *адвентицією* у грудній і черевній порожнинах – *серозною* оболонкою.

У *великої рогатої худоби* стравохід відносно широкий, однак стінки його тонкі. Перед входженням у рубець він розширюється. Обидва шари м'язової оболонки добре розвинуті і взаємно переплітаються.

У *коня* стравохід вузький, має товсті стінки, які особливо потовщуються перед входом у шлунок. Стравохід на рівні 13-го ребра проходить крізь отвір діафрагми в черевну порожнину і входить у шлунок, не розширюючись.

У *свині* стравохід широкий, у початковій і кінцевій частинах дещо розширений. У місці переходу в шлунок він лійкоподібно розширюється.

У *собаки* стравохід починається від глотки добре вираженим стравохідним присінком з дрібними поздовжніми складками. По всій довжині він формує два звуження і два розширення. Залози стравоходу добре виражені.

Шлунок. Поділ шлунків на типи за розміщенням залоз. Одно- та багатокамерний шлунки. Їх будова і топографія. Особливості шлунків у різних тварин.

Шлунок (*ventrículus, s. gáster*) – це мішкоподібне розширення травної трубки, де нагромаджується їжа. Шлунок виконує механічну функцію: перемішує і переміщує вміст. Під дією шлункового соку, який виділяється залозами шлунка, їжа перетворюється на кашоподібну масу (хімус), що періодично надходить у тонку кишку. У шлунку деякі речовини можуть всмоктуватися, хоча і в незначній кількості.

Залежно від кількості мішкоподібних утворів (камер) розрізняють *однокамерні* (кінь, свиня, собака) і *багатокамерні* (жуйні, верблюди) шлунки. За характером будови слизової оболонки ***однокамерні шлунки*** поділяють на шлунки стравохідного, кишкового та стравохідно-кишкового типу. У шлунках *стравохідного типу* (кенгуру) слизова оболонка вистелена багатошаровим плоским епітелієм, як і в стравоході. Такий шлунок називають ще *беззалозистим*, він не має шлункових залоз і є місцем нагромадження їжі. Слизова оболонка шлунка *кишкового типу* (собака) вистелена *циліндричним епітелієм*, який властивий кишкам. Вони невеликі і характерні для тварин, які поїдають концентровану їжу. У шлунках *стравохідно-кишкового типу* (кінь, свиня, жуйні) слизова оболонка на вхідній ділянці шлунка *стравохідного* типу, а на вихідній – *кишкового*. Остання відрізняється від першої темно-рожевим кольором і бархатистістю. Обидва типи слизової оболонки можуть займати в шлунку різні за розміром ділянки, проте слизова оболонка стравохідного типу завжди займає меншу частину. Межа між обома ділянками слизової оболонки добре помітна.

У *багатокамерному шлунку* передшлунки чітко відділені від залозистого шлунка. Вони є резервуаром для великої кількості трав'янистої їжі, і завдяки наявності мікрофлори тут відбуваються складні бродильні процеси, в результаті яких розщеплюється груба клітковина їжі. Отже, в передшлунках відбувається підготовка і бактеріально-хімічна обробка їжі.

Однокамерний шлунок властивий більшості ссавців. Це видовжений мішок з нижнім опуклим краєм – *більша кривина* і верхнім угнутим краєм – *менша кривина*. У початкову розширену частину шлунка, ліворуч на меншій кривині, входить стравохід крізь вхідний, або *кардіальний*, отвір. Кінцева, права частина шлунка, має вихідний, або *пілоричний* отвір у дванадцятипалу кишку. Середню частину шлунка з боку великої кривини називають *дном шлунка*. Передня, діафрагмальна, або пристінкова, поверхня прилягає до печінки й діафрагми, а задня, нутрощева, – до кишок.

Слизова оболонка шлунка має залози на всій довжині (собака) або лише в залозистій частині (кінь, свиня). Саме в цій частині слизової оболонки розрізняють *кардіальні, шлункові, або власні, або донні, і пілоричні* залози. Слизова оболонка у ділянці залоз дна шлунка дещо відрізняється від інших ділянок. Вона товща і має більш червонувате забарвлення, борозни і шлункові ямки, куди відкриваються залози.

У ненаповненому шлунку слизова оболонка збирається в складки.

М'язова оболонка шлунка побудована з непосмугованої (гладенької) м'язової тканини і складається з трьох шарів*: поздовжнього, косого і колового*.

*Серозна оболонк*а шлунка з меншої кривини переходить у *менший сальник*, який у вигляді печінково-шлункової зв'язки з'єднує шлунок з печінкою. Ліворуч сальник зливається з печінково-стравохідною зв'язкою, праворуч – з печінково-дванадцятипалою.

Серозна оболонка шлунка з більшої кривини переходить у *більший* сальник. Між листками більшого сальника лежить селезінка, яка з'єднується з більшою кривиною шлунка і шлунково-селезінковою зв'язкою.

У *коня* шлунок однокамерний, стравохідно-кишкового типу, відносно невеликої місткості (6–15 *л*). На лівій частині шлунка виділяється *сліпий мішок*. Слизова оболонка сліпого мішка вистелена багатошаровим плоским епітелієм. Стравохід входить у шлунок *косо.* Менша кривина коротка і утворює кутову вирізку. У ділянці пілоричного отвору виділяється борозна з м'язовим кільцем і стискачем.

Слизова оболонка *стравохідного типу* відділяється від залозистої частини складчастим краєм, вздовж якого розміщена незначна ділянка кардіальних залоз. *Ділянка власних залоз* шлунка на слизовій оболонці чітко виділяється темним забарвленням і наявністю ямок. *Ділянка пілоричних залоз* виділяється жовтуватим кольором. Косий шар

м'язових волокон розділяється на зовнішні й внутрішні косі пучки. Внутрішні косі пучки утворюють передню й задню ніжки, які обмежують вхід у шлунок, утворюючи *петлю кардії*. Петля, а також вузький з товстим м'язовим шаром стравохід, кінець якого не розширюється, утворюють пристосування, що виконує функцію стискача. Зворотне надходження вмісту в стравохід у нормі неможливе. Більший сальник із шлунка переходить на початок дванадцятипалої, ободову кишки та підшлункову залозу. Шлунок повністю розміщується в лівому підребер'ї і лише пілорична частина його заходить у праве підребер'я. Основна частина шлунка лежить дорсально на ободовій кишці. Сліпий мішок підходить до лівої ніжки діафрагми на рівні 14–15-го ребра.

У *свині* шлунок однокамерний, стравохідно-кишкового типу, великий. Незначних розмірів слизова оболонка в ділянці *кардії* вистелена багатошаровим плоским епітелієм. На зовнішній поверхні шлунка, поблизу кардії, виділяється *дивертикул з верхівкою*, спрямованою каудально і вправо. Ділянка кардіальних залоз велика, займає ділянку дивертикулу і лівої частини шлунка. Ділянка власних залоз шлунка заходить у *пілоричну частину*. Коловий шар м'язової оболонки розміщений в пілоричній і донній частинах шлунка. У пілоричній частині він формує стискач у порожнину пілоруса. Більший сальник вкриває з вентральної поверхні всі кишки. Менший сальник з'єднує шлунок з печінкою. Шлунок лежить упоперек переднього відділу черевної порожнини, більше зміщений у ліве підребер'я.

У *собаки* шлунок відносно об'ємний і належить до шлунків кишкового типу. Ділянка кардіальних залоз проходить вузькою стрічкою біля кардії. Ділянка власних залоз дна шлунка займає велику площу, розділяючись на світлу й темну частини; ділянка пілоричних залоз займає праву половину шлунка. Поздовжній шар м'язів, крім більшої й меншої кривин, займає всю пілоричну частину шлунка. Коловий шар м'язів поширюється майже по всьому шлунку; в ділянці дна шлунка він знаходиться між двома пучками косого шару, а в ділянці пілоруса формує стискач.

Шлунок лежить у лівому підребер'ї в площині між 9–12-м ребрами; в праве підребер'я заходить лише пілорична частина шлунка.

Багатокамерний шлунок. Шлунок жуйних багатокамерний, *стравохідно-кишкового типу*. Перші три камери – рубець, сітка, книжка – передшлунки і їх слизові оболонки вистелені багатошаровим плоским

епітелієм, не мають травних залоз. Четверта камера – сичуг – має слизову оболонку кишкового типу з розвинутою системою залоз.

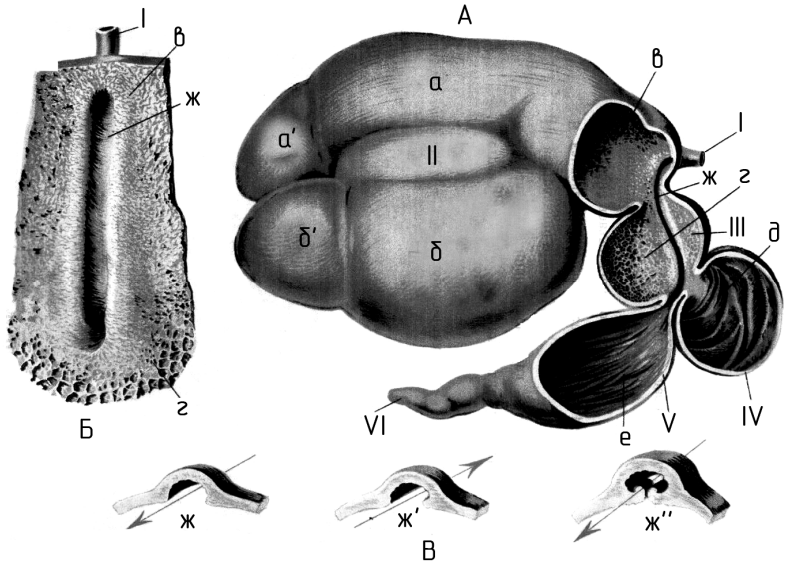


Рис. 59. Схема розташування стравохідного жолоба та проходження корму по ньому:

А – відділи шлунка жуйних; Б – поздовжній вид стравохідного жолоба; В – поперечний розріз стравохідного жолоба; I – стравохід; II рубець; а – дорсальний мішок; а/ - дорсальний задній сліпий мішок; б – вентральний мішок рубця; б/ – вентральний задній сліпий мішок; в – слизова оболонка рубця; III – сітка (г – слизова оболонка сітки); IV – книжка (д – листки книжки); V – сичуг (е – слизова оболонка сичуга); VI – дванадцятипала кишка; ж – стравохідний жолоб розкритий (при поступанні корму з ротової порожнини); ж/ - стравохідний жолоб розкритий при виведенні корму в ротову порожнину під час ремигання; ж// - стравохідний жолоб закритий і корм поступає прямо в сичуг

Рубець (*rúmen*) – у вигляді видовженого мішка розміщується в лівій половині черевної порожнини від діафрагми (рівень шостого міжреберного простору) до тазової порожнини, заходячи частково в задню праву половину черевної порожнини. Своєю пристінковою поверхнею рубець прилягає до лівої черевної стінки, а нутрощевою до кишок. Дорсальним краєм рубець прикріплюється до діафрагми і поперекових м'язів. Вентральний край рубця прилягає до нижньої стінки черевної порожнини.

Рубець двома поздовжніми борознами поділяється на *дорсальний і вентральний мішки*. Краніальна борозна відмежовує спереду присінок рубця, у який впадає стравохід.

Слизова оболонка рубця вистелена багатошаровим плоским зроговілим епітелієм і густо всіяна рухливими *сосочками*. У середині сосочків є м'язові волокна та густа сітка судин. У присінку рубця від стравоходу починається сіткова (стравохідна) борозна. Дещо каудальніше знаходиться *рубцево-сітковий отвір*, обмежений відповідною складкою.

М'язова оболонка рубця утворена зовнішніми *поздовжніми і внутрішніми коловими* волокнами. У ділянці складок м'язова оболонка потовщена. ***Серозна оболонка*** рубця в ділянці поздовжніх борозен переходить у більший сальник.

Сітка (*retículum*) – має округлу форму і є продовженням уперед і вниз присінка рубця. Вона розміщена спереду від рубця в ділянці мечоподібного хряща, прилягає до вентральної частини діафрагми. *Слизова оболонка* сітки зібрана в складки (до 12 мм заввишки), які формують своєрідні чотири-, п'яти- або шестигранні *великі комірки*, які нагадують комірки сітки, у зв'язку з чим цей орган і дістав таку назву.

Від місця входу стравоходу в рубець до отвору в книжку по правій стінці сітки згори вниз тягнеться особлива борозна — *борозна сітки* (стравоходу). Борозна обмежена губами. Губи борозни, з'єднуючись між собою вільними краями, формують *канал*, по якому проходить рідина безпосередньо із *стравоходу в книжку*. Борозна сітки добре розвинута у телят, у дорослих тварин губи значно атрофуються.

З рубцем сітка сполучається великим рубцево-сітковим отвором, а з книжкою – щілиноподібним *сітково-книжковим отвором*. На сітці розрізняють діафрагмальну й нутрощеву поверхні. *М'язова оболонка* сітки складається із *зовнішнього колового і внутрішнього поздовжнього* шарів м'язових волокон.

Книжка (*omásum*) – округлої форми орган, дещо сплющений з боків. Вона розміщена між сіткою і сичугом дорсально від них.

На книжці розрізняють пристінкову й нутрощеву поверхні. *Верхній щілиноподібний отвір веде в сітку*, другий отвір *веде вправо і вниз, у передній кінець сичуга*. Обидва отвори розміщені поряд і між ними по нижній стінці проходить дно (основа) книжки. На дні розміщена борозна книжки, яка сполучає отвори.

Слизова оболонка не має залоз, утворює пластинки – листочки різного розміру, поверхня яких вкрита зроговілими сосочками.

Простори між листочками називаються нішами, вони мають м'язові волокна, скорочення яких приводить в рух листочки. Між листочками книжки кормова маса перетирається і віджимається.

М'язова оболонка книжки складається із *зовнішнього (поздовжнього)* і *внутрішнього (колового) шарів м'язових волокон*. Останній шар у ділянці книжково-сичужного отвору утворює стискач. Зовні книжка вкрита *серозною оболонкою.*

Сичуг (*abomásum*) має форму витягнутої в довжину груші. Потовщена основа його сполучається *з книжкою*, а звужена – вигнута на кінці частина (пілорус) переходить *у дванадцятипалу кишку*. Сичуг, розміщений вентрально в правій половині черевної порожнини, займає невеликий відділ правого підребер'я і ділянку мечоподібного хряща. На ньому розрізняють, як і на однокамерному шлунку, вигнуту вентрально *велику кривину* і дорсально *малу кривину, дно* сичуга, а також пристінкову і нутрощеву поверхні.

Слизова оболонка сичуга *кишкового типу* ніжна, бархатиста і зібрана в довгі складки (12–16, близько 5 см заввишки), які беруть початок від отвору книжки в сичуг, тягнуться спіралеподібно вздовж сичуга до пілоруса. Ці складки називаються спіральними, у книжково-сичужному отворі вони утворюють сичужні паруси. Останні не допускають надходження вмісту сичуга в книжку.

Як і в однокамерному шлунку, в сичузі розрізняють залозисті ділянки його слизової оболонки: невелику *кардіальну, пілоричну і власне шлунка*. Стискач пілоруса утворює з боку меншої кривини потовщення, або подушку. *М'язова оболонка* сичуга складається з двох шарів*: поздовжнього і колового*. Сичуг *зовні* вкритий *серозною оболонкою.*

Тонкий відділ кишечника, значення для травлення, особливості будови слизової оболонки. Будова дванадцятипалої, порожньої і клубової кишок. Їх положення у різних тварин.

Тонка кишка (*intestínum ténue*) – це звужений відділ кишкової трубки, в якому перетравлюється корм і всмоктуються в кров і лімфу поживні речовини. *Слизова оболонка* тонких кишок утворює численні колові або злегка спіралеподібні складки, які особливо розвинуті у травоїдних тварин. Вона ніжна, бархатиста, має ворсинки, які скорочуючись, виконують ритмічні рухи. Їх кількість і форма по довжині тонких кишок неоднакові (в кінцевих відділах їх менше). Ворсинки містять судини, нерви і м'язові волокна. Ворсинки бувають неоднакових форми й розміру. Вони значно збільшують всмоктувальну поверхню кишок (до 20 разів).

У слизовій оболонці тонких кишок міститься значна кількість травних залоз. Розрізняють *кишкові (крипти), або ліберкюнові дванадцятипалі*, або *бруннерові залози*. *Кишкові залози* – це прості трубчасті залози, які розміщені між ворсинками. Кількість їх велика, за добу у травоїдних тварин залози виділяють кілька літрів соку.

Дванадцятипалі залози дрібні, трубчасто-альвеолярного типу.

Між ворсинками помітні поодинокі лимфоїдні вузлики, які об'єднуються в більші утвори – лімфоїдні (пейєрові) бляшки, або агрегатні лімфоїдні вузлики.

М'язова оболонка утворена двома шарами м'язових волокон: зовнішнім – поздовжнім і внутрішнім – коловим.

Серозна оболонка переходить на кишки з брижі, на якій вона підвішена.

До тонкої кишки належать три кишки: дванадцятипала, порожня і клубова. У ссавців спостерігається чітка межа між тонкою і товстою кишками.

Дванадцятипала кишка (*intestínum duodénum*) – початковий відділ тонкої кишки, зв'язана з підшлунковою залозою, має вигляд великої петлі. Вона відносно коротка і у тварин не відповідає назві. Кишка підвішена на короткій брижі в правому підребер'ї і лише дистальним кінцем входить у ниркову ділянку, де повертає справа наліво і переходить у порожню кишку. У початковий відділ дванадцятипалої кишки відкривається *протока печінки*, а разом з нею і основна *протока підшлункової залози*.

Порожня кишка (*intestínum jejúnum*) називається так тому, що під час розтину трупа в ній майже не помітно вмісту. Вона дещо ширша за клубову кишку і виділяється більш світло-рожевим кольором. Кишка підвішена на довгій брижі й утворює численні петлі. Порожня кишка без помітних меж переходить у клубову кишку.

Клубова кишка (*intestínum íleum*) – кінцева частина тонкої кишки, з'єднується зі сліпою кишкою *клубово-сліпокишковою складкою*. Клубовій кишці властиве значне скупчення в її стінках лімфоїдних елементів. Ворсинки в ній рідкі й слабовиражені.

У *великої рогатої худоби дванадцятипала кишка* 90–120 см завдовжки. Спочатку вона йде від пілоруса вперед і вгору до печінки. У правому підребер'ї, біля воріт печінки, вона формує сигмоподібний згин, утворює дванадцятипало-порожнистий згин і переходить у порожню кишку. Жовчна протока відкривається на відстані 50–70 см від пілоруса сичуга на невеликому сосочку. Протока підшлункової

залози відокремлена від печінкової і відкривається каудальніше на 30–40 см.

Порожня кишка розміщена в правому підребер'ї, правій клубовій і пахвинній ділянках. Вона довга (до 40 м) й огинає собою лабіринт ободової кишки, утворюючи навколо останньої гірлянду. Порожня кишка підвішена на короткій брижі, яка спускається спочатку на товсту кишку, а з останньої – на порожню кишку.

Клубова кишка спрямована майже прямолінійно від останнього витка гірлянди порожньої кишки вперед і вгору до вентральної стінки сліпої кишки, на рівні 4-го поперекового хребця. Її отвір – визначає межу між сліпою і ободовою кишками, а слизова оболонка клубової кишки формує між ними заслінку.

У коня дванадцятипала кишка біля пілоруса грушоподібно розширюється, утворюючи ампулу, потім утворює на печінці сигмоподібний згин, огинаючи тіло підшлункової залози. Цю частину кишки виділяють як низхідну.

Дванадцятипала кишка з'єднується зв'язками з:

1) печінкою;

2) ниркою і сліпою кишкою;

3) малою ободовою кишкою.

Сосочок дванадцятипалої кишки знаходиться на відстані 10–12 см від пілоруса, в ньому відкриваються протоки печінки й підшлункової залози.

Петлі *порожньої кишки* підвішені на довгій брижі. Кишка лежить у заглибленні, яке утворене сліпою й більшою ободовою кишками, і займає в лівій половині черевної порожнини верхню і середню третини. Довжина порожньої кишки у коня до 30 м. Поодиноких лімфоїдних вузликів і пейєрових бляшок багато, вони добре розвинуті.

Клубова кишка за будовою стінки не відрізняється від порожньої кишки. Починається кишка без помітної межі від порожньої кишки, переходить на правий бік і на рівні 3–4-го поперекових хребців вступає в меншу кривину сліпої кишки. Кишка невелика (до 30 см), розміщується в лівому підребер'ї й лівій клубовій ділянці.

У *свині дванадцятипала кишка* від пілоруса шлунка в правому підребер'ї проходить по печінці в правій дорсальній частині черевної порожнини каудально до заднього кінця правої нирки. За правою ниркою кишка повертає вліво і переходить у порожню кишку.

Протока печінки відкривається на відстані 2–5 см, протока підшлункової залози — на відстані 15–25 см від пілоруса.

Порожня кишка лежить між печінкою і конусом ободової кишки. Порожня кишка має довжину 15–20 м, утворює багато кишкових петель. Пейєрові бляшки (6–38) стрічкоподібні, довгі.

Клубова кишка спрямовується вгору і вправо до сліпої кишки. На слизовій оболонці сліпої кишки місце входження клубової кишки чітко виступає, утворюючи сосочок.

У *собаки дванадцятипала кишка* відносно коротка, підвішена на довгій брижі і за діаметром майже така, як і товста кишка. Слизова оболонка має довгі ворсинки. Протока печінки разом з протокою підшлункової залози відкривається на відстані 3–8 см від пілоруса.

Порожня кишка прилягає до черевної стінки, її довжина — 2–7 м, формує велику кількість петель. З вентральної поверхні кишка прикрита більшим сальником. *Клубова кишка* в ділянці 1–2-го поперекового хребця піднімається дорсально і відкривається сосочком на межі сліпої й ободової кишок.

Пейєрові бляшки (11–25) округлої і овальної форм, до 3,5 мм завдовжки.

Будова і топографія печінки, підшлункової залози. Значення їх для травлення та особливості будови і розміщення в різних тварин.

Печінка (*hepar*) – це найбільша залоза (3–9 кг), яка виробляє і виділяє жовч, емульгує жири, бере участь в обміні речовин (обмін білків, утворення сечовини), депо вуглеводів (глікогену), вітамінів A,E,D, K, синтезує білки плазми крові (альбуміни, глобуліни, фібриноген, протромбін, вітамін B_{12}), відіграє захисну роль (руйнує отруйні речовини), в ембріональний період виконує кровотворну функцію.

Печінка розміщена у правому підребер'ї в межах від восьмого до останнього ребра примикаючи до діафрагми.

Поверхні: передня – *діафрагмальна*, задня – *вісцеральна* – до кишечника, два краї: тупий – верхній і гострий – вентральний. На *вісцеральній* поверхні знаходяться *ворота печінки*, з яких розміщені ворітна вена, печінкова артерія, нерви, жовчна протока, портальні лімфатичні вузли, на цій поверхні розміщений жовчний міхур, в якому зберігається секрет печінки – жовч, яка через жовчну протоку впадає в 12-палу кишку.

На *дорсальному* краї *дві вирізки для стравоходу і задньої порожнистої вени*. На вентральному краї печінки дві глибокі вирізки

поділяються на три основні частки: *ліва, середня, права*. *Середня* поділяється на *квадратну* і *хвостату частки*.

Печінка покрита серозною оболонкою, яка переходить на інші органи і утворює зв'язки: печінково-діафрагмальні, шлунково-печінкові. Крім того є кругла зв'язка печінки, що є залишком пупкової вени зародка, живиться печінковою артерією. Іннервується від сонячного сплетіння і блукаючий нерв.

Печінка є паренхіматозним органом. Зовні вкрита внутріщевим листком очеревини, який є капсулою печінки. Від капсули, особливо в ділянці воріт, сполучна тканина проникає судинами в товщу печінки і тут формує її сполучнотканинний каркас, заповнений паренхімою. Паренхіма складається з багатогранних печінкових клітин (*гепатоцитів*), що формують печінкові часточки, головним елементом яких є печінкові клітини і печінкові капіляри. Печінкові клітини однією своєю поверхнею дотикаються до венозних капілярів, що містять зірчасті клітини (купферові), другою – прилягають до сусідніх паренхіматозних клітин, а третьою – утворюють жовчні капіляри. Капіляри – це щілини між стінками клітин. Печінкові клітини виділяють жовч, яка по капілярах надходить у протоки і виводиться в просвіт дванадцятипалої кишки.

Жовчний міхур (*vésica féllea*) – це грушоподібної форми резервуар для жовчі, де жовч згущується приблизно в 3–5 разів внаслідок всмоктування води його слизовою оболонкою. Саме тому жовч, що надходить у кишки, має різний склад, залежно від того звідки вона надійшла (загальна печінкова протока чи жовчний міхур). Стінка жовчного міхура складається із слизової, м'язової й серозної оболонок.

У *великої рогатої худоби печінка* відносно невелика, буро-червоного кольору із слабовираженими частками. Лише між лівою квадратною частками виділяється невелика вирізка, де проходить кругла зв'язка. Хвостата частка, крім хвостатого відростка має ще сосочковий відросток. На хвостатому відростку та правій частці печінки є ниркове втиснення.

Жовчний міхур опускається значно нижче від вентрального краю печінки. Печінкова протока відкривається в дванадцятипалу кишку на відстані 50–70 см від пілоруса.

У *коня печінка* плоска, видовжена, поділяється на частки неглибокими вирізками. Ліва частка поділяється на дві частки: латеральну і медіальну. Квадратна частка відділяється вирізкою від правої частки. *Жовчного міхура немає*. Жовч із печінки надходить у

дванадцятипалу кишку по печінковій протоці і відкривається разом з протокою підшлункової залози. Більша частина печінки розміщується в правому підребер'ї, досягаючи 16-го ребра, у лівому підребер'ї знаходиться в ділянці 7–12-го ребра.

У *свині* печінка велика, поділена на частки глибокими вирізками. Ліва і права частки поділяються на латеральні і медіальні частки. Квадратна і хвостата частки слаборозвинуті. Жовчний міхур розміщений на правій медіальній частці в ямці жовчного міхура. Жовчна протока відкривається у дванадцятипалу кишку на відстані 2–5 см від пілоруса. Печінкові часточки великі (1,5–2 мм) і добре помітні. Печінка лежить у правому підребер'ї, досягаючи 14-го ребра.

У *собаки* печінка велика, з глибокими вирізками. Права й ліва частки поділені на латеральні і медіальні частки. Хвостата частка має добре виражений хвостатий і сосочковий відростки. Квадратна частка відділена глибокими вирізками. Жовчна протока відкривається разом з протокою підшлункової залози на відстані 3–8 см від пілоруса. Печінка розміщена у правому й лівому підребер'ї та в ділянці мечоподібного відростка. Жовчний міхур міститься між квадратною і правою медіальною частками.

Підшлункова залоза (*páncreas*) – паренхіматозний орган, що складається з окремих часточок, зв'язаних між собою пухкою сполучною тканиною. Залоза з подвійною секрецією: зовнішньою і внутрішньою. Одна частина клітин виділяє секрет — *панкреатичний сік*, має часточки і протоки. Друга частина паренхіми представлена дрібними клітинами, що нагромаджуються у вигляді острівців (острівці Лангерганса). Вони не мають проток і виділяють у кров гормони (інкрет).

Підшлункова залоза розміщена в початковій звивині дванадцятипалої кишки і за будовою належить до трубчасто-альвеолярних залоз. У залозі немає спеціальної капсули. Залоза поділена на середню (тіло), ліву і праву частки. *Протока підшлункової залози*, або вірзунгова протока, відкривається у *дванадцятипалу кишку* самостійно або разом із жовчною протокою.

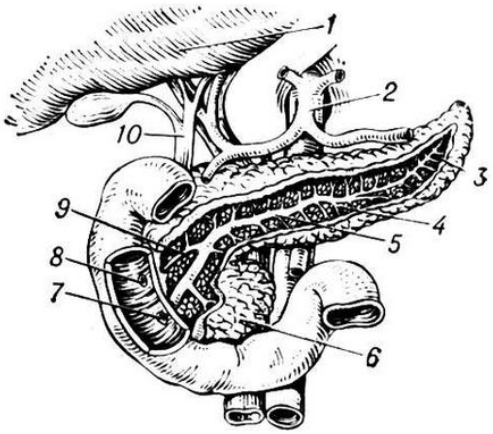


Рис. 60. Підшлункова залоза:
1 – печінка; 2 – черевний стовбур; 3 – хвіст підшлункової залози, 4 – її тіло, 5 – протока, 6 – голівка; 7 – великий сосочок; 8 – малий сосочок дванадцятипалої кишки; 9 – додаткова протока підшлункової залози; 10 – загальна жовчна протока

У *великої рогатої худоби* підшлункова залоза сірого кольору, розміщена вздовж дванадцятипалої кишки від рівня 12-го грудного до 4-го поперекового хребця, під правою ніжкою діафрагми. Залоза складається з лівої частки, що прилягає до дорсального мішка рубця правої і середньої часток, які прилягають до дванадцятипалої кишки. Протока підшлункової залози відкривається самостійно в дванадцятипалу кишку на відстані 30–40 см від жовчної протоки.

У *коня* залоза трикутної форми, жовтого кольору. Ліва частка розвинута сильніше за інші і лежить на меншій кривині шлунка. Права частка підіймається від дванадцятипалої кишки до правої нирки. Середня частка прилягає до ворітного згину дванадцятипалої кишки. Підшлункова протока відкривається разом з жовчною протокою на сосочку дванадцятипалої кишки.

У *свині* підшлункова залоза велика, сіро-жовтого кольору. Середня частка залози лежить дорсально на дванадцятипалій кишці і вентрально від ворітної вени. Права частка тягнеться по дванадцятипалій кишці до середини медіального краю правої нирки. Ліва частка межує із селезінкою й лівою ниркою. Залоза розміщена приблизно в межах двох останніх грудних і двох перших поперекових хребців. Протока залози відкривається на 13–20 см каудальніше від жовчної протоки.

У *собаки* підшлункова залоза має вигляд зігнутої під кутом, довгої пластинки червоного кольору. Ліва частка більша, лежить на меншій кривині шлунка і досягає селезінки й лівої нирки. Права частка тягнеться по дванадцятипалій кишці і підіймається до правої нирки. Середня частка добре виражена. Підшлункова протока відкривається разом з жовчною протокою у дванадцятипалу кишку.

Товстий відділ кишечника. Особливості будови слизової оболонки кишечника. Сліпа, ободова, пряма кишка. Їх будова і топографія в різних тварин. Іннервація та кровозабезпечення кишечника.

Товста кишка (*intestínum crássum*) має такі відмінності від тонкої кишки:

- більший діаметр;
- наявність на межі з тонкою кишкою особливого сліпого виросту – сліпої кишки;
- значну складчастість кишок;
- відсутність ворсинок.

Товста кишка поділяється на три – *сліпу, ободову й пряму*. Всі три кишки, як правило, чітко відмежовані одна від одної, різко відрізняються за формою й положенням. У цих кишках закінчується всмоктування поживних речовин, розщеплюється клітковина і формуються калові маси.

Слизова оболонка вистелена циліндричним облямівковим епітелієм. Кишкових залоз багато. Якщо діаметр кишок значний (у коня, свині), поздовжні пучки м'язової оболонки концентруються в *стрічки, або тенії.*

Сліпа кишка (*intestínum caécum*) – це сліпий виріст на межі тонкої й товстої кишок. У травоїдних тварин вона велика, різної форми, у м'ясоїдних – невелика.

У великої рогатої худоби сліпа кишка циліндричної форми, 30–70 см завдовжки. Верхівка спрямована в тазову порожнину, а вся кишка міститься в правій клубовій ділянці черевної порожнини, зверху від лабіринту ободової кишки.

У коня сліпа кишка значних розмірів, має форму великої коми. На ній розрізняють: основу, що має вигляд шлункоподібного розширення з більшою й меншою кривизнами, тіло і верхівку. На дорсальній поверхні меншої кривизни розміщені два отвори, більший з яких є початком ободової кишки – це сліпоободовий отвір. Другий

отвір є місцем входження клубової кишки, обмежений стискачем і утворює сосочок клубової кишки.

Вздовж усієї кишки тягнуться чотири *тенії* і чотири ряди випинів. Останніх на основі сліпої кишки немає.

Основа сліпої кишки розміщена в правій клубовій ділянці, тіло – у пупковій ділянці, а верхівка закінчується поблизу мечоподібного хряща груднини, відділяючись від останнього вентральним діафрагмальним вигином більшої ободової кишки. Зв'язками сліпа кишка з'єднана з ободовою і клубовою кишками.

У свині сліпа кишка відносно коротка, але широка. На поверхні сліпої кишки видно три ряди *теній* і три ряди випинів. Сліпа кишка розміщена каудально в поперековій ділянці, а її верхівка спрямована вентрокаудально і трохи вправо від серединної лінії.

У собаки сліпа кишка підвішена на короткій брижі між 2–4-м поперековими хребцями, утворює два-три випини.

Ободова кишка (*intestínum cólon*) – основна частина товстої кишки. Вона має різну довжину (найкоротша у м'ясоїдних, найдовша у травоїдних) і форму.

У *собаки* ободова кишка має найпростішу форму, що нагадує підкову. Із сліпої кишки вона спочатку спрямовується краніально як права, або висхідна, частина ободової кишки до правої нирки, де повертає вліво, роблячи правий згин і переходить у коротку поперечну частину ободової кишки. Позаду лівої нирки кишка робить лівий згин і спрямовується як ліва, або низхідна, частина ободової кишки до тазової порожнини, де переходить у пряму кишку.

У *великої рогатої худоби* ободова кишка скручена в спіраль в одній площині (диск) і розміщена в правій клубовій ділянці черевної порожнини, справа від рубця. В ободовій кишці розрізняють початкову, або проксимальну, петлю, спіральну і кінцеву, або дистальну петлю. Без помітної межі дистальна петля переходить у пряму кишку. На її поверхні немає теній і кишеньок.

У коня ободова кишка сильнорозвинута і поділяється на *товсту й тонку* ободові кишки. *Товста ободова кишка* має значні розміри і за формою нагадує *подвійний обід або підкову*. Займає всю нижню половину черевної порожнини. Утворює вентральне і дорсальне коліно. Вентральне коліно має чотири тенії і чотири ряди кишеньок. У поперековій ділянці ця кишка різко звужується і переходить в тонку ободову кишку, яка з двома теніями та двома рядами кишеньок підвішена на тонкій брижі, яка лежить у центральній частині черевної

порожнини, між правими і лівими положеннями товстої ободової кишки.

У *свині* ободова кишка згорнута у вигляді конуса і її широка основа лежить у ділянці попереку, а вершина торкається черевної стінки в ділянці пупка. Ободова кишка, виходячи із сліпої кишки, має дві стрічки, два ряди випинів (кишеньок).

Пряма кишка (*intestínum réctum*) – це короткий кінцевий відділ товстої кишки. Лежить під крижовою кісткою та першими хвостовими хребцями і закінчується відхідником. Підвішена на короткій брижі. Її *початкова частина* вкрита *серозною оболонкою*, а *кінцева – адвентицією*, що з'єднує пряму кишку з прилеглими органами. *Слизова оболонка прямої кишки* в краніальній частині вистелена *одношаровим призматичним епітелієм*, а в *кінцевій частині – багатошаровим плоским епітелієм*, переходячи на стінки *ануса*, утворює *поздовжні складки*. У слизовій оболонці містяться численні слизові залози, що виділяють велику кількість слизу. Пряма кишка й відхідник прикріплюються м'язами і зв'язками до перших хвостових хребців і кісток таза. У тазовій порожнині пряма кишка дещо розширюється і утворює *ампулу* прямої кишки, яка слаборозвинута у великої рогатої худоби. Відхідниковий (анальний) канал пристосований для затримання калових мас називають ***анусом***. Він утворений коловим шкірно-м'язовим валиком і відхідниковим отвором. Шкіра відхідника не має волосся, на ній багато потових і сальних залоз. Вона звернена в середину відхідника і утворює шкірну зону, яка переходить у слизову оболонку проміжної зони. Остання вистелена *багатошаровим плоским епітелієм*, не містить залоз і відділена від шкірної зони відхідниково-шкірною лінією, а від слизової оболонки прямої кишки — відхідниково-ректальною лінією.

Відхідник має два стискачі: внутрішній з непосмугованої м'язової тканини – і зовнішній з посмугованої м'язової тканини.

У *великої рогатої худоби* м'язова оболонка прямої кишки товща, ніж у попередніх відділах, і має кілька кільцевих перехватів. Стовпчастої зони немає.

У *коня* відхідник втулкоподібно виділяється каудально на 3–4 см. Стовпчастої зони немає.

У *свині* відхідник розміщений на рівні 3–4-го хвостового хребця.

У *собаки* в шкірній зоні відкриваються численні отвори залоз відхідника. На латеральній стінці відхідника розміщена відхідникова

пазуха. В останню відкриваються отвори привідхідникових залоз, які виділяють темно-сіру рідину з неприємним запахом.



Питання для самоконтролю

1. Які порожнини тіла є в організмі?
2. Які є трубчасті органи із системи травлення?
3. Які є паренхіматозні органи?
4. Які органи розташовані в ротовій порожнині?
5. Які є зуби за будовою та функцією?
6. Які отвори є в глотці?
7. Які частини має стравохід?
8. Які бувають шлунки?
9. Що таке передшлунки? Назвіть їх.
10. Які отвори і зони є в однокамерному шлунку?
11. Які кишки відносяться до тонкого відділу?
12. Які кишки відносяться до товстого відділу?
13. Які протоки відкриваються в дванадцятипалу кишку?
14. Які особливості будови слизової оболонки тонкого і товстого кишечника?
15. Які долі є в печінці?
16. Чим утворена паренхіма печінки?
17. Де розташовується підшлункова залоза?
18. Яку будову має паренхіма підшлункової залози?
19. Що таке тенії і кишеньки?

2.7. ОРГАНИ ДИХАННЯ

Функції органів дихання. Органи дихання забезпечують постійний газообмін між організмом тварини і довкіллям. У результаті такого обміну в організм надходить кисень, потрібний для процесів окислення, і виділяється назовні вуглекислий газ, що постійно утворюється в організмі як кінцевий продукт обміну речовин. Крім газообміну органи дихання виконують ще й інші функції: очищають повітря від пилу, мікрофлори, зігрівають і зволожують його, беруть участь у теплорегуляції, водно-сольовому обміні, імунологічному захисті.

Система органів дихання складається з повітряних шляхів (ніс з носовою порожниною, гортань, трахея і бронхи легень) та органа газообміну – легень.

Носова порожнина, приносові пазухи, носоглотка, гортань, трахея, бронхи.

Носова порожнина (*cávum nási*) – початок провідних повітряних шляхів. У носовій порожнині знаходиться орган нюху, завдяки якому повітря обстежується на запах. Тут же повітря зігрівається або охолоджується, очищається від механічних частинок, зволожується. Входом у носову порожнину є *ніздрі,* а виходом – *хоани*.

Носова порожнина знаходиться в лицевому відділі черепа і зовні формує ділянку голови тварини, яка називається ***носом*** (*ásus*). На носі розрізняють спинку, бічні стінки, корінь та верхівку.

Спинка носа верхня частина носової порожнини, обмежена передніми відділами лобових кісток, носовими кістками та хрящами носа. Спинка носа латерально переходить у *бічні стінки*, які сформовані відростками верхньощелепних і різцевих кісток та хрящами носа. Каудально спинка й бічні стінки носа продовжуються в *корінь носа*, який обмежений решітчастою пластинкою. *Верхівка носа* розміщена над верхньою губою, на ній є два отвори – *ніздрі*, які ведуть у носову порожнину. *Ніздрі* обмежені рухливими парними крилами носа, в основі яких знаходяться крилові хрящі носа.

Шкірний покрив між ніздрями і навколо них формує ***носове дзеркало.*** У деяких тварин дзеркало під час нюхальних рухів дуже рухливе (кролик). Носове дзеркало зливається з дзеркалом верхньої губи і утворює *носогубне дзеркало (велика рогата худоба), у свиней – хоботкове дзеркало, у овець і кіз – носове дзеркало*. На дзеркалі немає

волосся, проте є багато серозних залоз. Залози виділяють велику кількість секрету, тому дзеркало завжди вологе і холодне. Навколо дзеркала ростуть чутливі волосини.

Носова порожнина має два вхідних отвори ніздрі, які з'єднують її з навколишнім середовищем і два вихідних – *хоани*, що з'єднують її з глоткою і гортанню. Основу носової порожнини становлять кістки і хрящі. Тому вона ніколи не спадається і забезпечує вільне проходження повітря. У стінці ніздрів розміщені хрящі, завдяки яким вони завжди перебувають у відкритому стані. Рухомість ніздрів забезпечується спеціальними м'язами, які добре розвинені в коней. Кожна їх ніздря має збоку шкірну кишеньку – *носовий дивертикул*.

Носова порожнина поділена на праву й ліву половину хрящовою перегородкою. Носові раковини утворені завиткоподібно закрученими тонкими кістковими пластинками. Носова порожнина між носовими раковинами поділена на чотири носові ходи: дорсальний (нюховий), середній (синусоїдний), вентральний (дихальний), загальний.

Дорсальний носовий хід розміщений між дахом носової порожнини і дорсальною носовою раковиною. Повітря рухається до лабіринта решітчастої кістки, де розміщений нюховий епітелій, завдяки якому повітря аналізується на запах.

Середній – проходить між носовими раковинами по ньому повітря потрапляє в синуси (пазухи) носових кісток.

Вентральний – проходить між вентральною носовою раковиною і дном носової порожнини. Повітря рухається через хаони в глотку та гортань.

Загальний – розміщений між раковинами і носовою перегородкою. Повітря рухається в усіх напрямках до всіх інших ходів.

Внутрішня поверхня носової порожнини вистелена слизовою оболонкою, яка в різних ділянках вкрита певним видом епітелію.

Носову порожнину поділяють на *три відділи*: присінок, дихальну і нюхову ділянку.

Присінок прилягає до ніздрів, слизова оболонка вистелена *багатошаровим плоским не зроговілим епітелієм, рожева.*

Дихальна ділянка займає більшу частину носової порожнини. Слизова – вистелена *одношаровим багаторядним миготливим (війчастим) епітелієм*, рожева. Слизова оболонка постійно зволожена секретом численних дрібних серозно-слизових залоз.

Нюхова – займає задню частину носової порожнини слизова оболонка *жовтуватого кольору, вистелена нюховим епітелієм*, який

здатний сприймати подразнення молекул летких речовин повітря і визначати його запах. Нюховий і носовий хід закінчується сліпо.

Слизова оболонка в *пазухах* вистелена *одношаровим багаторядним миготливим епітелієм.*

У носовій порожнині повітря очищається від пилових частинок та мікроорганізмів, зігрівається, зволожується та досліджується на запах.

У *великої рогатої худоби* носова порожнина велика, об'ємна. Основа верхівки носа складається з носової перегородки. Крила носа потовщені і малорухливі.

У *коня* ніздрі рухливі. Шкіра медіального крила носа під час переходу з пластинки крилового хряща на стінку носової порожнини формує носовий випин конусоподібної форми, заввишки 5–7 см (фальшива ніздря).

У *свині* носова порожнина відносно вузька, довга й дещо розширена вентрально. Короткий хоботок містить кістку рила, від дорсальної частини якої відходять дорсальні бічні хрящі.

У *собаки* хрящі носа довгі, передній відділ носа рухливий. Носова порожнина об'ємна і заповнена складними складками слизової оболонки.

Гортань, трахея, бронхи. Особливості їх будови, топографія та значення для дихання.

Гортань (*lárynx*) розміщена між глоткою і трахеєю, проводить повітря з носової порожнини і глотки в трахею. Це орган, що не лише проводить повітря, а й утворює звук. Крім того, гортань захищає органи дихання від потрапляння в них корму під час ковтання. Гортань рухливо з'єднується з під'язиковим скелетом і глоткою, бере активну участь в акті ковтання.

Основу гортані становлять п'ять хрящів: *щитоподібний, кільцеподібний (перснеподібний), надгортанний і два черпакуватих*. Хрящі рухливо з'єднані між собою, на них прикріплюються м'язи гортані, глотки та під'язикового скелета. Порожнина гортані вкрита *слизовою оболонкою*, яка утворює складки, вистелена *миготливим епітелієм*, а *зовні - адвентицією* з пухкої сполучної тканини.

На бокових стінках слизова оболонка утворює пристінкову та *голосові складки з голосовою щілиною* між ними. В основі голосової складки міститься *голосова зв'язка*, з щільної еластичної сполучної тканини, і голосові м'язи з поперечносмугастої скелетної м'язової

тканини. Зовні до хрящів гортані прикріплюється кілька м'язів, які звужують і розширюють порожнину гортані.

Хрящі гортані. Найбільший і наймасивніший ***щитоподібний хрящ***, який має форму жолобоподібної пластинки. На хрящі розрізняють пластинки і тіло. Пластинки є основою бічних стінок гортані.

Кільцеподібний хрящ непарний і приєднується ззаду до щитоподібного хряща.

Черпакуватий хрящ парний гіаліновий, трикутної форми.

Надгортанний хрящ (надгортанник) побудований з еластичного хряща, має листкоподібну форму. Разом з черпакуватими хрящами обмежує вхід у гортань.

У *великої рогатої худоби* гортань невелика, прямокутної форми.

У *коня* – добре розвинута, хрящі рухливі.

У *свині* – видовжена, із звуженою порожниною.

У *собаки* – широка і майже кубічної форми.

Трахея (*tráchea*) має вигляд трубки, що складається з рухливих трахейних хрящів. У тварин з короткою шиєю трахея коротка, широка і містить невелику кількість хрящів (у свині), а у тварин з довгою шиєю їх кількість може становити 100 (у жирафи).

Трахея розміщена в нижній частині шиї разом зі стравоходом, утворюючи трахейно-стравохідну борозну, в якій лежать судини та нерви. У грудній порожнині під 5–6-м грудними хребцями (над серцем) трахея поділяється на два *головних бронхи*. Місце поділу трахеї називають *роздвоєнням (біфуркацією)*. Роздвоєння трахеї спостерігається у тварин на різному рівні.

У ділянці шиї трахея вкрита *адвентицією*, в грудній порожнині – *серозною оболонкою. Слизова оболонка* трахеї вкрита *миготливим епітелієм* і містить трахейні залози.

Основу трахеї становлять *трахейні хрящі*, що мають форму незамкнених кілець. Хрящі здебільшого незамкнені з дорсальної поверхні. Трахейні кільця з'єднуються між собою кільцеподібними зв'язками та трахейним м'язом.

Трахейні хрящі побудовані *з гіалінового хряща*.

У *великої рогатої худоби* трахейних хрящів 46–50. Вони стиснені з боків, кінці спрямовані дорсально, утворюючи високий гребінь, дещо загнутий убік. *Біфуркація трахеї* знаходиться на рівні *5-го ребра*. Перед біфуркацією відгалужується *трахейний бронх* до краніальної частки правої легені.

У *коня* трахейних хрящів 48–60, вони мають поперечно-овальну форму, вільні кінці їх дещо заходять один за другий. *Біфуркація* трахеї знаходиться на рівні *5–6-го ребра*.

У *свині* трахея складається з 32–36 хрящів кільцеподібної форми. *Біфуркація* трахеї знаходиться на рівні *4–5-го ребра*. Перед біфуркацією відділяється *трахейний бронх*.

У *собаки* трахея складається з 36–46 трахейних хрящів кільцеподібної форми.

Анатомічна характеристика легень Будова паренхіми і строми легень.

Легені (*pulmónes*) – парні паренхіматозні органи. Легені мають блідо-рожевий колір. Права і ліва легені за формою нагадують конус із звуженою верхівкою і розширеною основою. Права легеня дещо більша за ліву, оскільки серце зміщене вліво.

На кожній легені розрізняють ***реберну, або латеральну, діафрагмальну та середостінну поверхні***, які спрямовані відповідно до ребер, діафрагми та середостіння. На легенях розрізняють ***частини та втиснення***: хребтову та середостінну частину, серцеве і стравохідне втиснення та борозну порожнистої каудальної вени.

Крім того, на кожній легені розрізняють *дорсальний*, або *тупий*, край, який прилягає до хребців. Протилежний край – *гострий*, утворений реберною та середостінною поверхнями. Гострий край кожної легені глибокими вирізками поділяється на частки: ***краніальну (верхівкову), серцеву (середню) та діафрагмальну (каудальну)***. На правій легені виділяють додаткову частку.

Зовні легені вкриті *плеврою*, яка опускається від хребта до легені двома пластинками, що називаються *середостінною плеврою*. Простір між правою й лівою пластинками середостінної плеври називають *середостінням*, у ньому містяться серце, стравохід, трахея, судини та нерви.

Основний, або головний, бронх у товщі дорсального краю кожної легені спрямовується каудально і розгалужується на дрібніші бронхи, утворюючи *бронхіальне дерево*, тобто головні бронхи розгалужуються на бронхи першого, другого порядку і т. д. Найдрібніші бронхи, діаметром до 1 мм, називають *бронхіолами, у них немає хрящової основи*. Бронхіоли входять у легеневі часточки, розгалужуються в них і утворюють *альвеолярне дерево*, де й відбувається газообмін. У часточках бронхіоли поділяються на 20–30 коротких альвеолярних ходів, які закінчуються альвеолярними мішечками. Стінки альвеолярних

мішечків утворюють кінцеві легеневі випини – ***альвеоли.*** Усі альвеоли, що належать до однієї дихальної бронхіоли та її розгалуження, утворюють структурну й функціональну одиницю легень – первинну легеневу часточку, або ***ацинус.***

Слід зазначити, *що стінка легеневих альвеол* складається *з одного шару плоских клітин респіраторного епітелію. Зовнішня поверхня легеневих альвеол обплетена густою сіткою кровоносних капілярів,* стінка яких складається з одного шару клітин — *ендотелію*. Обмін газу відбувається відповідно крізь два шари клітин: респіраторного епітелію і ендотелію кровоносних капілярів, які мають спільну базальну мембрану. Отже, в легенях розрізняють *сполучнотканинну основу і паренхіму*. Сполучнотканинна основа добре виражена і помітна на поверхні легень у вигляді багатогранних комірок, всередині яких міститься паренхіма. Сполучна тканина легень містить крім колагенових значну кількість еластичних волокон, яка утворює перегородки між часточками, а всередині часточок розділяє альвеолярні ходи. Еластичні волокна надають легеням еластичності.

На середостінній поверхні кожної легені розміщені *ворота* легені, через які входять головний бронх, легенева артерія і нерви, а виходять легеневі вени. *Легені мають рухові й секреторні нерви, больових рецепторів немає.*

У *великої рогатої худоби* легені мають добре виражені частки. *Краніальна частка* (верхівка) легені поділяється на дві окремі частини: *краніальну і каудальну*. До краніальної частки відгалужується трахейний бронх. Сполучнотканинний прошарок між частками добре виражений, що зумовлює характерний малюнок легень у вигляді багатогранних комірок.

Величину легень визначають за їх заднім краєм. Він проходить по лінії, що сполучає такі точки: *верхня – на рівні маклака*, в 11-му міжреберному просторі; *середня – на рівні плечового суглоба*, у 8-му міжреберному просторі; *нижня – у 4-му міжреберному* просторі.

У *коня* легені мають глибокі серцеві вирізки. Серцева й діафрагмальна частки зливаються в одну. Асиметрія легень виражена нечітко. У старих коней права й ліва плевральні порожнини позаду серця з'єднуються.

Задній край під час вдиху проходить по лінії , що сполучає такі точки: біля хребетного кінця 17 ребра; *на рівні маклака* – в 16 міжребір'ї; на рівні *плечового суглоба* – в 10 міжребер'ї.

У *свині* легені поділені на чітко виражені частки видовженої форми. Є додатковий трахейний бронх до краніальної частки.

Задня межа проходить по лінії, що сполучає точки, розміщені в 11-му міжребер'ї, *на рівні клубової кістки*, у 9-му міжребер'ї – *на рівні сідничного горба*, у 7-му міжребер'ї – *на рівні плечового суглоба*.

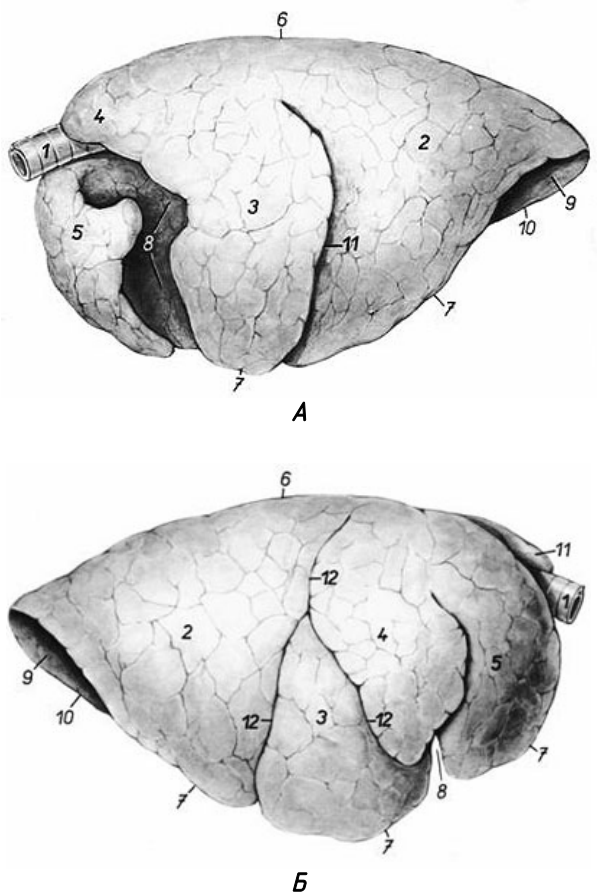


Рис. 61. Легені великої рогатої худоби:

А – вид з лівої сторони: *1 – трахея; 2 – каудальна доля; 3 – каудальна частина краніальної долі; 4 – краніальна частина краніальної долі лівої легені; 5 – краніальна частина краніальної долі правої легені; 6 – дорсальний (тупий) край; 7 – гострий край; 8 – серцеве тиснення; 9 – діафрагмальна поверхня; 10 – середостінний край; 11 – міждольова щілина;*

Б –вид з правої сторони: *1 – трахея; 2 – реберна поверхня легені; 3 – середня доля; 4 – каудальна частина краніальної долі; 5 – краніальна частина краніальної долі; 6 – дорсальний (тупий) край; 7 – гострий край; 8 – серцева вирізка; 9 – діафрагмальна поверхня; 10 – основний край; 11 – краніальна частина краніальної долі лівої легені; 12 – краніальна і каудальна міждольові вирізки*

У *собаки* поділ на частки особливо виражений, вирізки досягають основних бронхів. Легені відносно короткі і форма їх залежить від конституції тварини. Додаткова частка зустрічається не лише на медіальній, а й на реберній поверхні. У собак (кішок) у задній частині середостіння є сполучення між правим і лівим плевральними мішками.

Зв'язок легень із нервовою, кровоносною системами. Основна функція апарату дихання – здійснення обміну газів між зовнішнім середовищем і кров'ю. Завдяки контакту крові з повітрям між ними відбувається газообмін (дифузія газів) крізь тонку ендотеліальну стінку – венозна кров віддає вуглекислий газ (кінцевий продукт окисних процесів у тканинах) і одночасно збагачується киснем, який використовується в тканинах для внутрішнього газообміну.

Апарат дихання неможливо розглядати без тісного зв'язку з нервовою системою, яка зумовлює ритмічну роботу окремих органів дихання. Не менш тісний функціональний зв'язок апарату дихання з локомоторним апаратом, що створює необхідні умови для надходження в легені повітря.

Питання для самоконтролю

1. Які є ходи носової порожнини?
2. Що є початком носа?
3. Що таке хоани? З чим вони з'єднані?
4. Які хрящі утворюють гортань?
5. Які оболонки утворюють трахею?
6. Що таке біфуркація?
7. Чим утворена паренхіма легень?
8. По яких лініях визначають задню межу легень?

2.8. ОРГАНИ СЕЧОВИДІЛЕННЯ

Функції органів сечовиділення та значення їх у підтриманні гомеостазу організму.

До органів сечовиділення належать парні нирки і сечоводи, непарний сечовий міхур, сечівник, сечостатевий канал. У самок сечівник відкривається в сечостатевий присінок. Органи сечовиділення виробляють сечу, тимчасово її зберігають і виводять з організму. З крові сечею виділяються кінцеві продукти білкового обміну, неповного окиснення жирів і вуглеводів, різні солі та вода. У сечі містяться деякі гормони (пролан, фолікулін, андростерон). Нирки підтримують сталий осмотичний тиск і хімічний склад крові виділенням надлишків солей, кислих продуктів та інших шкідливих речовин. Процес виділення сечі надзвичайно складний. На першому етапі виділяється *первинна сеча, що містить солі, цукор та інші речовини і суттєво відрізняється від вторинної сечі.*

Нирки, їх будова і типи. Будова нефрона, як функціональної одиниці паренхіми нирок. Особливості галуження артерій і вен у різних відділах нефрона.

Нирка (*ren, s. néphros*) – парний паренхіматозний орган червоно-бурого кольору, бобоподібної форми (дод., рис. 62), розміщені в черевній порожнині під поперековими хребцями. Стромою нирок є сполучно-тканинна капсула, яка зверху вкрита жиром, а знизу очеревиною. Паренхімою нирок є залозистий епітелій, з якого побудовані ***нефрони*** – основні структурні й функціональні одиниці нирок.

На внутрішньому краї нирок є заглибина – *ворота,* через які у нирки входить ниркова артерія і нерви, а виходить ниркова вена, лімфатичні судини і сечовід.

На поздовжньому розрізі видно три шари: зовнішній – кірковий, або сечовидільний; середній, або пограничний; внутрішній – мозковий, або сечовідвідний. У *кірковій зоні*, яка знаходиться під капсулою, містяться нефрони. У *пограничній зоні* знаходяться кровоносні судини. *Мозкова зона* складається з сечовивідних трубочок і частково нефронів. Вона формує *ниркові піраміди* з сосочками, на верхівці яких відкриваються сечовивідні трубочки.

Нирки є *борозенчасті багатососочкові* (у великої рогатої худоби), *гладенькі однососочкові* (у коней, овець, кіз, собак, кролів), багатососочкові (у свиней), та *множинні* (у водяних тварин, білих

ведмедів). Множинні нирки складаються з окремих з'єднаних між собою часточок, ніби самостійних маленьких нирок.

У нирках *коней* ниркові сосочки зливаються в один великий сосочок обернений у ниркову миску. У нирках *свиней* ниркові сосочки оточені нирковими чашечками, короткі ходи від яких ведуть у ниркову миску. А у *великої рогатої худоби* відкриваються короткими стовбурцями в дві основні протоки, які, з'єднуючись між собою, утворюють сечовід. Ліва нирка *блукаюча* і підвішена на короткій брижі.

Сеча утворюється в нефронах паренхіми нирок. Кожний нефрон складається з келихоподібного двостінкового утвору – ***капсули Шумлянського-Боумена***, в порожнині якого міститься судинний клубочок із сітки артеріальних капілярів, і ***звивистого ниркового тільця***. У капіляри судинного клубочка кров надходить з черевної артерії, пройшовши спочатку ниркову артерію, міжчасточкові, дугові, радіальні артерії і приносну артеріолу із судинного клубочка, кров витікає по виносній артеріолі, яка потім вдруге розгалужується на капіляри, що оплітають густою сіткою звивистий нирковий каналець нефрона.

Кожний звивистий нирковий каналець має низхідне та висхідне коліно, з'єднані між собою **петлею Генле**. Звивисті ниркові канальця впадають у збірні канальця, які переходять у відвідні канальці. Останні відкриваються на сосочку ниркової піраміди безліччю отворів у чашечці (у великої рогатої худоби), або ниркову миску (у коней, дрібних жуйних і м'ясоїдних). Стінка звивистого ниркового канальця побудована *з одношарового кубічного епітелію*. Капсула нефрона разом із судинним клубочком складають *ниркове або мальпагієве тільце*, де відбувається процес фільтрації плазми крові і утворення первинної сечі. Внутрішній листок капсули побудований відростковими, плоскими епітеліальними клітинами – *подоцитами*, від яких відходять великі відростки – *цитотрабекули* і малі відростки – *цитоподії*. До відростків подоцитів тісно прилягають ендотиліальні клітини, стінки капілярів судинного клубочка. Так утворюється біологічний нирковий фільтр, якому властива напівпроникність, і крізь який відбувається фільтрування плазми крові та *утворення первинної сечі*. Під час проходження первинної сечі по звивистому нирковому канальцю, стінка якого побудована з одношарового кубічного епітелію з наявністю мікроворсинок на апікальному полюсі, відбувається зворотне всмоктування з нього поживних речовин у кров, таким чином *утворюється вторинна сеча*, яка відрізняється від первинної сечі за хімічним складом.

Крім кіркових нефронів, де відбувається утворення сечі, у складі паренхіми нирок містяться ще так звані *юкстамедулярні нефрони*, навколо яких скупчується цілий комплекс ендокринних клітин, що синтезують гормони (ренін та ін.) за допомогою цих гормонів регулюється течія крові по нирках і утворення сечі.

Ниркова миска (*pelvis renalis*) – це розширений початок сечоводу, що лежить у воротах нирки. У порожнину миски виступають сосочки ниркових пірамід, *слизова оболонка її вистелена багатошаровим перехідним епітелієм*.

У *великої рогатої худоби* нирки борозенчасті, багатососочкові. Ниркові сосочки обмежені нирковими чашами. Чаші відкриваються в *дві основні протоки й утворюють сечовід. Ниркової миски немає*. Ліва нирка за формою нагадує біб, скручена по довгій осі. Каудальний кінець її товщий від краніального.

Нирка лежить на рівні 2–5-го поперекових хребців і висить на короткій брижі. Права нирка міститься попереду лівої нирки на рівні від 12–13-го ребра до 2–3-го поперекових хребців.

У *кози* й вівці нирки гладенькі, багатососочкові, товсті, бобоподібної форми. Є ниркова миска. Права нирка торкається печінки і утворює ниркове втиснення. Ліва нирка лежить на рівні 3–6-го поперекових хребців.

У *коня* нирки гладенькі, однососочкові. *Права нирка серцеподібної, а ліва – бобоподібної форми*. Ниркових чаш немає. Ниркова миска продовжується в кінцеві заглибини. Ліва нирка розміщена на рівні від 18-го грудного до 3-го поперекового хребця, а права – від 14–15-го ребра до 2-го поперекового хребця. Права нирка утворює на печінці втиснення.

У *свині* нирки гладенькі, багатососочкові, бобоподібної форми. Ниркові сосочки обмежені нирковими чашами, що з'єднуються з нирковою мискою. Обидві нирки лежать майже на одному рівні – 1–4-го поперекових хребців. Права нирка не досягає печінки.

У *собаки* нирки гладенькі, однососочкові, бобоподібної форми, товсті. Кінцеві заглибини виражені менше, ніж у коня. Нирки розміщені на рівні 1–3-го поперекових хребців. Права нирка торкається печінки.

Сечовивідні шляхи: сечоводи, сечовий міхур сечовидільний та сечостатевий канали, їх особливості в самців і самок різних видів. Топографія органів сечовиділення.

Сечовід (*uréter*) – парний трубчастий орган, який проводить сечу з нирки в сечовий міхур. Він розміщений на бічній стінці черевної

порожнини. У сечоводі розрізняють черевну і тазову частини. У тазовій порожнині сечовід переходить *на дорсальну стінку сечового міхура, косо пронизує останню* і, пройшовши певну відстань (3–5 см) між м'язовою й слизовою оболонками, *відкривається біля шийки сечового міхура*. Таке співвідношення сечоводу з оболонками сечового міхура запобігає зворотному відтоку сечі.

Слизова оболонка сечоводів *вистелена перехідним епітелієм*, у початковій частині містить слизові залози. *М'язова оболонка* побудована з *непосмугованої м'язової тканини*. Зовні сечоводи вкриті *серозною оболонкою – одношаровим плоским епітелієм*.

Сечовий міхур (*vésica urinária*) – це непарний еластичний порожнистий орган овальної форми, що виконує роль резервуара, в якому накопичується сеча. Порожній сечовий міхур має округлу форму, зморшкуватий, з товстими стінками. Сечовий міхур *розміщений на дні тазової порожнини* і в *наповненому стані звисає в черевну порожнину*. У сечовому міхурі розрізняють *тіло, верхівку і шийку*, що спрямована каудально і переходить у сечівник. *Слизова оболонка* сечового міхура блідо-рожева, вистелена *перехідним епітелієм, без залоз.*

М'язова оболонка товста, складається з двох поздовжніх (зовнішнього й внутрішнього) та колового шарів *непосмугованих (гладеньких) м'язових* волокон. Останній шар розміщений між поздовжніми шарами. Коловий шар утворює в ділянці шийки сечового міхура стискач. Верхівка й тіло сечового міхура вкриті *серозною оболонкою*, а його шийка – *адвентицією.*

Сечівник (*uréthra*) має значні статеві особливості. У самок він короткий і широкий, має вигляд прямої трубки, що починається від шийки сечового міхура, спрямовується назад і вгору. Він відкривається в нижню стінку статевих органів на межі між піхвою і сечостатевим синусом – зовнішнім отвором сечівника.

Слизова оболонка сечівника вистелена *перехідним епітелієм, без залоз*. У товщі слизової оболонки проходять великі вени.

М'язова оболонка складається з *непосмугованої м'язової тканини*, проте в *каудальній частині* знаходяться *посмуговані м'язові волокна*, які формують сечівниковий м'яз, виконуючи функцію стискача. У корови сечівник завдовжки 10–14, у кобили – 6–8 см.

У *самців* сечівник майже відразу з'єднується із сім'явипорскувальною протокою, утворюючи сечостатевий канал. *Сечівник починається* внутрішнім отвором *у шийці сечового міхура*, а зовнішнім отвором закінчується на голівці статевого члена.

Питання для самоконтролю

1. Які є органи сечоутворення?
2. Які є види нирок?
3. Які зони є в нирці?
4. Що таке нефрон?
5. Назвіть органи сечовиділення?
6. Яка будова сечового міхура?
7. Яка особливість топографії сечівника у самців і самок?
8. В яких тварин є блукаюча нирка? Чому?

2.9. ОРГАНИ РОЗМНОЖЕННЯ

Органи розмноження самців, їх характеристика.

Органи розмноження (*órgana genitália*) забезпечують відтворення тварин, а відповідно, і збереження певного виду. Статевій системі властива й гормональна функція, яка впливає на ріст і розвиток організму.

Статевий апарат самців і самок має багато спільного в будові:

- статеві залози (парні) у самців – сім'яники, у самок – яєчники, які виробляють здатні до запліднення статеві клітини;
- статеві протоки, що проводять статеві клітини – сім'явиносна протока (сім'япровід) у самців і маткова труба (яйцепровід) у самок;
- матка розвинута у самок і призначена для виношування плода;
- зовнішні статеві органи: у самців – статевий член, у самок – присінок піхви, соромітні губи з соромітною щілиною й клітором, які забезпечують контакт статевих органів.

Органи розмноження самців (*órgana genitália masculína*) складаються із сім'яникового мішка, парних сім'яників, придатків сім'яників, сім'явиносних проток, сім'яного канатика, сечостатевого каналу, додаткових статевих залоз, статевого члена і препуція.

Сім'яники як статеві залози і залози внутрішньої секреції. Роль придатків сім'яників у дозріванні і формуванні спермій.

Сім'яник (*téstis, s. órchis*) – парний орган яйцеподібної форми, дещо сплющений з боків. Лівий сім'яник більший за правий.

Особливо великі сім'яники у жуйних і кнура. На сім'янику розрізняють: два кінці – *головчастий і хвостатий*, два краї – *придатковий і вільний*, дві поверхні – *латеральну й медіальну*.

Зовні сім'яник вкритий спеціальною *піхвовою оболонкою*, яка переходить на придаток сім'яника, утворюючи брижу сім'яника. Під

серозною оболонкою розміщена щільна білкова оболонка. Від неї з боку головчастого кінця відходять сполучнотканинні тяжі, які тягнуться в бік хвостатого кінця, формуючи середостіння та перегородочки сім'яника. Останні поділяють сім'яник на часточки. У білковій оболонці, середостінні та перегородочках проходять судини й нерви. Судини особливо помітні на білковій оболонці. Всередині часточок сім'яника міститься *паренхіма* сім'яника, яка складається із *звивистих сім'явиносних трубочок та проміжної (інтерстиціальної) тканини*. У звивистих сім'явиносних трубочках утворюються і розвиваються сперматозоони. Клітини проміжної тканини виділяють статевий гормон самців.

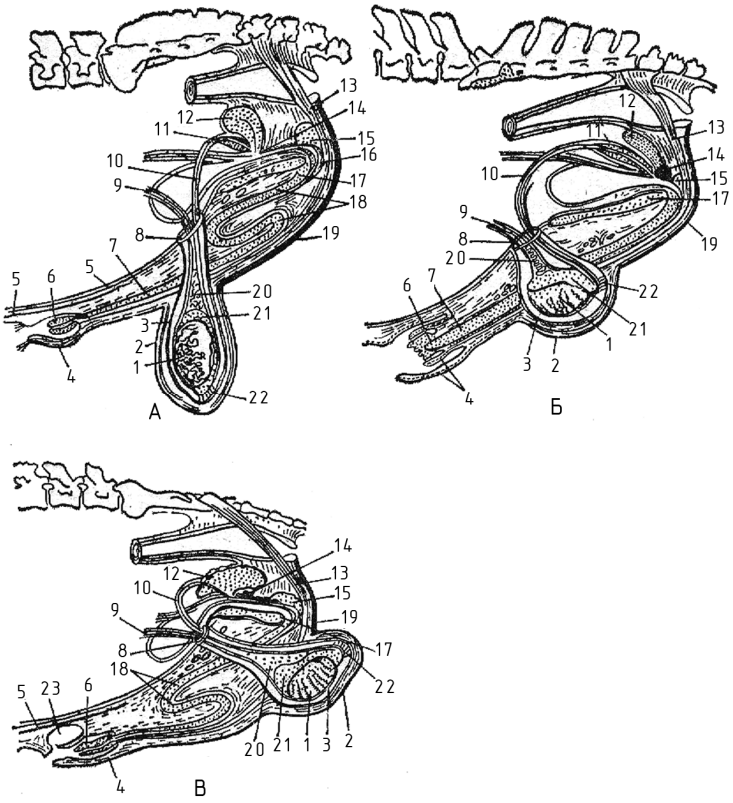


Рис. 63. Органи розмноження:

А – бугая; Б – жеребця; В – кнура;

1 – сім'яник; 2 – мошонка; 3 – піхвові оболонки; 4 – препуцій; 5 – препуціальні м'язи; 6 – головка статевого члена; 7 – статевий член; 8 – внутрішній отвір пахвинного каналу; 9 – судини і нерви; 10 – спермопровід; 11 – ампули; 12 – міхурцеподібна залоза; 13 – хвостово-зовнішній м'яз; 14 – передміхурова і 15 – цибулинна залоза; 16 – цибулинно-кавернозний м'яз; 17 – вентральна стінка таза; 18 – S-подібний згин статевого члена; 19 – промежина; 20 – сім'яний канатик; 21 – придаток сім'яника; 22 – пахвинна зв'язка сім'яника

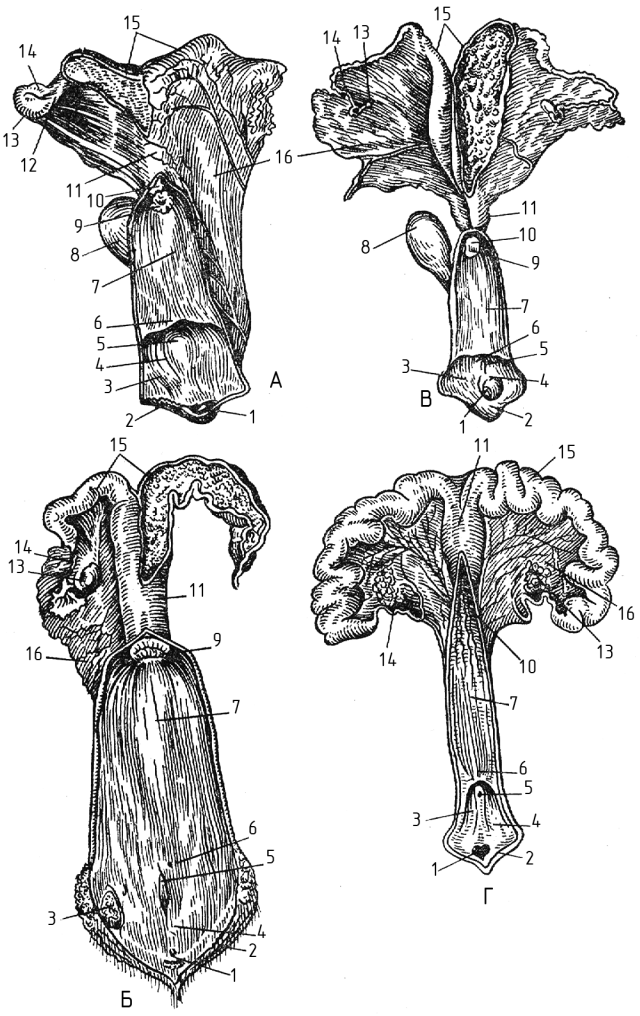


Рис. 64. Органи розмноження:
А – кобили; Б – корови; В – свині;
1 – клітор; 2 – статеві губи; 3 – отвори вентральних і дорсальних переддверних залоз; 4 – переддвер'я піхви; 5 – отвір сечівника; 6 – дівоча пліва; 7 – піхва (розрізана); 8 – сечовий міхур; 9 – піхвовий отвір шийки матки; 10 – шийка і 11 – тіло матки; 12 – спеціальна зв'язка яєчника; 13 – яєчник; 14 – яйцепровід; 15 – роги матки; 16 – брижа матки, або широка маткова зв'язка, із судинами, що приходять в її товщі

Придаток сім'яника (epididymis) розміщений у вигляді тонкого тяжа на придатковому краї сім'яника і з'єднується з ним брижею, а з латеральної поверхні між ними є вузька щілина – придаткова пазуха.

Форма придатка і ступінь його розвитку у тварин надзвичайно різні. У придатках сім'яника розрізняють *голівку, тіло і хвіст*.

Виносні канальці переходять у протоку придатка сім'яника, яка переходить у сім'явиносну протоку. У протоці придатка зберігаються статеві продукти. Придаток сім'яника з'єднується із сім'яником власною зв'язкою сім'яника, а із загальною піхвовою оболонкою — пахвинною зв'язкою.

Будова сім'япроводу, склад сім'яного канатика. Сечостатевий канал, придаткові статеві залози.

Сім'явиносна протока, або ***сім'япровід*** (*dúctus déferens*) починається з хвоста придатка сім'яника і є довгою, вузькою трубкою. Стінка сім'явиносної протоки складається із слизової, м'язової та серозної оболонок. Сім'явиносна протока проходить через *пахвинний канал* у черевну порожнину в складі сім'яного канатика, потім прямує в складці сім'явиносної протоки у тазову порожнину. У тазовій порожнині сім'явиносні протоки розміщені на дорсальній стінці сечового міхура в сечостатевій складці. Позаду шийки сечового міхура сім'явиносні протоки з'єднуються з вивідними протоками міхурцевих залоз, утворюючи парну сім'явипорскувальну протоку, яка відкривається на сім'яному горбку. У *жеребця і бугая* кінцеві відділи сім'явиносних проток утворюють розширення — *ампулу* сім'явиносної протоки. Ампули містять залозисту тканину. Між *ампулами*, в сечостатевій складці, розміщена чоловіча матка.

Сім'яний канатик (*funículus spermáticus*) – це складка сім'яникової брижі, в якій розміщені сім'явиносна протока, сім'яникова артерія і вена, нерви, лімфатичні судини та внутрішній підвішувач сім'яника. Сім'яний канатик лежить у пахвинному каналі, має форму конуса, розширена частина якого спрямована до сім'яника і його придатка. Сім'яникова артерія знаходиться в судинній складці, яка по черевній стінці спрямовується дорсально до аорти. У складці проходять вена і нерви. Сім'яникова вена формує лозоподібне сплетення. Сім'явиносна протока розміщена з медіального боку брижі.

Сечостатевий канал (*canális urogenitális*) утворюється сечівником і сім'явиносними протоками, призначений для виведення сечі та сперми. Канал поділяється на *тазову частину*, яка позаду сідничної дуги переходить у *статевочленну* (губчасту) частину.

Остання розміщена на вентральній поверхні статевого члена і на його голівці закінчується зовнішнім отвором. При переході тазової частини в статевочленну утворюється перешийок сечостатевого

каналу. Стінка сечостатевого каналу складається із слизової, судинної (кавернозної) та м'язової оболонок. *Слизова оболонка* вкрита *перехідним епітелієм*. *Судинна оболонка* (кавернозна) в тазовій частині слабше виражена, ніж у статевочленній. Основою оболонки є сполучна тканина, що містить еластичні й непосмуговані м'язові волокна та густу сітку кровоносних судин з розширеннями — лакунами. Під час ерекції лакуни заповнюються кров'ю, забезпечуючи зіяння сечостатевого каналу. *М'язовий шар* складається з товстого шару *посмугованих м'язових* волокон, які формують сечостатевий м'яз.

Додаткові статеві залози виділяють секрет у тазову частину сечостатевого каналу. Секрети цих залоз є необхідним середовищем для сперматозоонів, виділяються в певній послідовності і мають спеціальне призначення. До цих залоз належать міхурцева, передміхурова та цибулино-сечівникова. За будовою залози альвеолярно-трубчасті.

Міхурцева залоза (*gl. vesiculáris*) – парна, розвинута в різних тварин неоднаково, розміщена в сечостатевій складці дорсально від сечового міхура. Вивідна протока залози зливається і сім'явиносною протокою, утворюючи сім'явипорскувальну протоку. Секрет залози клейкий виділяється в останню чергу.

Передміхурова залоза (*prostáta*) – непарна, обмежує початкову частину сечостатевого каналу. Вона буває застінна і пристінна. *Застінна частина* розміщена дорсально на шийці сечового міхура та початковій частині сечостатевого каналу. Вона відкривається численними вивідними протоками латерально від сім'яного горбка. *Пристінна, або розсіяна, частина залози* розміщена між слизовою й м'язовою оболонками сечостатевого каналу. Її численні протоки відкриваються в дорсальну стінку каналу отворами, розміщеними в чотири ряди. Ступінь розвитку передміхурової залози залежить від ступеня розвитку сім'яників, тобто сильніше вона розвинута у тварин з великими сім'яниками. Рідкий секрет залози виділяється разом із сперматозоонами, розбавляючи їх густу масу.

Цибулино-сечівникова залоза (*gl. bulbourethrális*) – парна, розміщена в кінцевому відділі тазової частини сечостатевого каналу. Залоза прикрита цибулино-печеристим м'язом. Протока залози відкривається в дорсальну стінку сечостатевого каналу. Секрет залози виділяється в канал перед проходженням сперматозоонів.

До додаткових статевих залоз слід віднести розсіяні по сечостатевому каналу незначні за розмірами сечостатеві залози, які виділяють невелику кількість секрету.

Будова статевого члена і препуціального мішка.

Статевий член (*pénis*) складається з печеристого тіла та сечостатевого каналу. Парні печеристі тіла члена розміщені дорсально від сечостатевого каналу і розділені поздовжньою фіброзною перегородкою. Печеристе тіло складається з білкової оболонки і печеристих порожнин.

Білкова оболонка щільна, фіброзна, утворює перетинки, або трабекули, які обмежують печеристі порожнини (каверни). Перетинки містять непосмуговані м'язові волокна. ***Каверни*** – це видозмінені судини, які всередині вкриті ендотелієм. Кров до статевого члена приноситься глибокою артерією статевого члена, а відводиться внутрішніми соромітними венами. У стані ерекції статевий член видовжується, потовщується і стає щільним внаслідок того, що каверни наповнюються кров'ю.

На статевому члені розрізняють *голівку, тіло, корінь і дві ніжки*. Ніжки беруть початок від сідничних горбів, що обмежені сідничо-печеристим м'язом. При сходженні між собою ніжки утворюють *корінь члена*, який переходить у тіло, що закінчується голівкою. Тіло статевого члена на вентральній поверхні несе сечостатеву борозну. На *голівці* статевого члена розрізняють *вінець голівки, шийку і перегородку*.

Препуцій, або ***крайня плоть*** (*prepútium*), – складка шкіри, яка вкриває зовні голівку статевого члена. Внутрішня пластинка крайньої плоті дуже ніжна і переходить безпосередньо на голівку, вкриваючи її. Вона містить видозмінені сальні залози – залози крайньої плоті, які виділяють *секрет – смегму*, що має специфічний запах. Препуцій натягується на голівку статевого члена.

Сім'яниковий мішок, мошонка. Значення їх для підтримки температурного режиму під час розвитку спермій.

Сім'яниковий мішок (*sáccus testiculáris*) – це випин черевної стінки, в якому розміщені сім'яники й придатки сім'яників. Форма сім'яникового мішка, ступінь його звисання та розміщення під черевною стінкою значно різняться у тварин. В одних тварин він зміщений більш назад і наближається до анального отвору (кнур), у інших, навпаки, більше зміщується краніально і звисає у вигляді відтягнутого мішка (жуйні).

Сім'яниковий мішок складається з мошонки, загальної піхвової оболонки та зовнішнього підвішувача сім'яника.

Мошонка (*scrótum*) – складається зі шкіри і м'язовоеластичної (м'язистої) оболонки. Шкіра мошонки вкрита рідким волоссям, зморшкувата, з потовими та сальними залозами. По середній лінії виділяється шов, який поділяє її на праву й ліву половини. Завдяки скороченню м'язових волокон мошонка або піднімається до стінки черевної порожнини або опускається вниз від неї так регулюється температурний режим розвитку сперматозоонів у сім'яниках (температура в мошонці повинна становити на 1–4 ^{0}С нижче від температури тіла). Шкіра щільно з'єднується з м'язистою оболонкою, яка бере участь в утворенні серединної перегородки. Перегородка поділяє порожнину мошонки на дві камери.

Загальна піхвова оболонка (***túnica vaginális commúnis***) – складається з двох пластинок, які міцно з'єднані між собою. Зовнішня пластинка – фасціальна (продовження поперечної черевної фасції), внутрішня – серозна (продовження пристінкової пластинки очеревини). Разом пластинки формують піхвовий мішок, у якому міститься піхвова порожнина.

Між загальною піхвовою оболонкою і мошонкою знаходиться слабовиражена зв'язка мошонки. Пахвинна зв'язка з'єднує загальну піхвову оболонку з хвостом придатка сім'яника. Ця зв'язка міцна, її перерізують під час кастрації відкритим способом.

Зовнішній підвішувач сім'яника є продовженням внутрішнього черевного косого м'яза живота і розміщений на латеральній поверхні загальної піхвової оболонки. Зовні м'яз вкритий фасцією підвішувача сім'яника, яка є залишком фасції зовнішнього косого м'яза живота.

Особливості будови статевих органів у самців. У *бугая* сім'яниковий мішок розміщений перед лобковими кістками, кисетоподібний, шкіра непігментована. Сім'яники розміщені в мішку вертикально, головчастим кінцем догори. Вони добре розвинуті, мають видовженоовальну форму, на розрізі – жовтуватий колір. Придаток сім'яника розвинутий слабо, звужений. Власна зв'язка сім'яника не виражена. Лівий сім'яник більший, ніж правий. Маса сім'яників у бугая становить 550–650 г. Сім'яний канатик звужений. Сім'явиносна протока в кінцевому відділі утворює розширення – *ампулу.* Сечостатевий канал має човноподібну ямку, яка знаходиться каудально від перешийка сечостатевого каналу. Міхурцеві залози великі, компактні, з горбкуватою поверхнею. Застінна частина передміхурової залози має

довгу середню частину (3–5 см). Пристінна частина залози концентрується в основному в дорсальній стінці сечостатевого каналу.

У цапа й барана застінної частини передміхурової залози немає. Статевий член довгий, каудально від сім'яникового мішка утворює сигмоподібний згин. Згин під час ерекції випрямляється. Печеристі порожнини розвинуті слабо. Голівка статевого члена потоншена і утворює шийку, спереду від якої знаходиться чохол голівки. Зліва від чохла розміщений сечостатевий відросток. У барана й цапа відросток довгий (3–4 см) і виступає за межі голівки статевого члена. Порожнина крайньої плоті довга (до 40 см). Крім краніального м'яза є каудальний м'яз крайньої плоті. Він починається в ділянці сім'яного канатика і відтягує крайню плоть назад, оголюючи голівку статевого члена. Маса сім'яників у цапа й барана відповідно становить 150–200 і 400–500 г.

У *жеребця* шкіра сім'яникового мішка без волосся, пігментована. Сім'яники в мішку головчастим кінцем спрямовані краніально і дещо вгору. Сім'яники відносно великі (550–650 г), яйцеподібної форми, на розрізі темно-бурого кольору. Придаток сім'яника добре розвинутий, із сім'яником з'єднаний рухомо. Сім'яний канатик біля сім'яників дуже розширений. Ампули сім'явиносних проток широкі. Міхурцеві залози грушоподібної форми, мають порожнину. Застінна частина передміхурової залози масивна, складається з правої й лівої часток, з'єднаних перешийком. Цибулино-сечівникові залози розвинені. У сечостатевому каналі розсіяні залози. Статевий член має добре розвинуті печеристі порожнини. На дорсальній частині голівки виступає дорсальний відросток. Голівка на кінці потовщена у вигляді вінця. На передній поверхні голівки знаходиться ямка голівки, з якої виступає відросток сечостатевого каналу. Крайня плоть подвійна: із зовнішнім і внутрішнім листками. Відповідно розрізняють два отвори крайньої плоті – зовнішній і внутрішній. Внутрішня крайня плоть сформована подвоєнням внутрішньої пластинки зовнішньої крайньої плоті і називається кільцем крайньої плоті. Пластинки крайньої плоті мають сальні й потові залози.

У *кнура* сім'яниковий мішок міститься поблизу відхідника (анального отвору). Сім'яники розміщені майже вертикально, головчастим кінцем вниз і дещо вперед, а придатком сім'яника вперед. Шкіра товста, без волосся, непігментована. Сім'яники великі (900–1000 г), щільно зростаються з придатком сім'яника, еліпсоподібної форми. Голівка й хвіст придатка сім'яника широкі і товсті. Сім'яники на розрізі мають сіро-коричневе забарвлення. Сім'явиносні протоки

без ампул. Сім'яний канатик широкий. Міхурцеві й цибулино-сечівникові залози дуже великі, передміхурова залоза незначна. Статевий член має сигмоподібний згин. Сечостатевий канал позаду перешийка має човноподібну ямку. Сечостатеві залози розсіяні в слизовій оболонці. Порожнина крайньої плоті довга, на дорсальній стінці є випин крайньої плоті, який досягає значних розмірів (до 15 см завширшки).

У *собаки* сім'яниковий мішок міститься поблизу відхідника, його шкіра пігментована, вкрита невеликою кількістю волосся. Сім'яники лежать у мішку головчастим кінцем уперед і дещо вниз (придаток сім'яника лежить зверху). Сім'яники мають овальну форму, на розрізі – сіре забарвлення, невеликі (30 г). Придаток сім'яника добре розвинутий. Сім'яний канатик широкий. Міхурцевих та цибулино-сечівникових залоз немає. Застінна частина передміхурової залози велика, щільна, жовтуватого кольору. Пристінної частини залози немає. Голівка статевого члена довга, циліндрична. Печеристі порожнини добре виражені. У передній частині статевого члена міститься кістка статевого члена. Крайня плоть довга, у внутрішній пластинці велика кількість лімфоїдних вузликів.

Органи розмноження самок, їх характеристика. До статевих органів самок належать: яєчники, в яких утворюються жіночі статеві клітини (яйцеклітини) і статеві гормони; маткові труби (яйцепроводи) – сприймають яйцеклітини і переміщують їх у матку; матка – призначена для розвитку плода; піхва – це орган парування та родовий шлях; присінок піхви – це продовження піхви; зовнішні статеві органи.

Яєчники як статеві залози і залози внутрішньої секреції, їх розміщення і особливості в різних тварин. Яйцепроводи.

Яєчник (*ovarium*) – парний орган овальної форми. Яєчники невеликі, найбільші за масою вони у кобили – 20–40 г , у корови – 12–16, у свині – 7–9 і у собаки – 1 г. У молодих тварин яєчники дещо менші, ніж у дорослих , хоча з віком вони значно зменшуються.

На яєчнику розрізняють: *два кінці* – трубний і матковий, *два краї* – брижовий і вільний і *дві поверхні* – латеральну й медіальну.

До трубного кінця прикріплюється лійка маткової труби, а до маткового – власна зв'язка яєчника, яка продовжується до рога матки. Зовні яєчник вкритий не *серозною оболонкою (за винятком кобили), а поверхневим (зародковим) епітелієм*. Під епітелієм розміщена парен-

хіматозна (фолікулярна) зона, яка складається в основному з фолікулів, жовтих тіл та інтерстиціальних клітин. Це паренхіма яєчника.

У сполучнотканинному остові судинної зони проходять судини, нерви та непосмуговані м ‘язові клітини.

У фолікулярній зоні знаходяться фолікули на різній стадії розвитку: первинні яєчникові фолікули та вторинні фолікули. Останні, в міру дозрівання, переміщуються з глибини до поверхні яєчника. Зрілі фолікули – пухирчасті (графові міхурці) містять зрілі яйцеклітини.

У корови фолікули добре помітні на поверхні яєчника і виділяються на ній великими виступами (їх можна пропальпувати через пряму кишку). Пухирчасті фолікули лопаються, фолікулярна рідина виходить разом з яйцеклітиною. Цей процес називається ***овуляцією***. Після овуляції в яєчнику на місці фолікула, що лопнув, протягом кількох днів формується ***жовте тіло*** залоза внутрішньої секреції, яка особливо розвивається під час вагітності. Якщо вагітність не настала, жовте тіло розсмоктується.

Яєчник тією чи іншою мірою обмежений брижею яєчника, що формує яєчникову сумку. Глибина й розміри сумки у свійських тварин різні. У корови яєчники овальні з гладенькою поверхнею. Правий яєчник більший від лівого. Довжина яєчників – 2–4 см. Яєчники підвішені на рівні крижового горба клубової кістки.

У кобили яєчники бобоподібної форми, 8–15 см завдовжки. Зовні вони вкриті серозною оболонкою. *Овуляція відбувається в одному місці, яєчниковій ямці*, де немає серозної оболонки. Яєчники лежать позаду нирок.

*У свин*і яєчники мають горбкувату поверхню, оточені добре розвиненою яєчниковою сумкою. Розміщені на рівні 5–6-го поперекових хребців.

У суки яєчники невеликих розмірів і повністю знаходяться в яєчниковій сумці. Розміщені на рівні 3–4-го поперекових хребців.

Маткова труба (***tuba uterina***) – це парні, тонкі, дещо звивисті трубки, які з’єднують яєчники з рогами матки. Яєчниковий кінець маткової труби розширений і формує *лійку* маткової труби. Остання обмежена торочками труби. У глибині лійки є черевний отвір маткової труби, крізь який маткова труба з’єднується з очеревинною порожниною. З протилежного кінця розміщений *матковий отвір*, що веде в ріг матки. Черевний отвір веде в ампулу маткової труби, яка ближче до матки звужується і називається *перешийком маткової труби*.

Маткова труба лежить у брижі, що є частиною широкої маткової зв'язки. *Слизова оболонка* маткової труби вкрита *війчастим епітелієм*. *М'язова оболонка* складається з *непосмугованих (гладеньких) м'язових волокон*, скорочення яких сприяють просуванню яйцеклітин. Зовнішня серозна оболонка побудована з одношарового плоского епітелію.

Довжина маткової труби найбільша у кобили – 14–30 см, у корови – 21–28, у свині – 15–25, у дрібних жуйних – 14–16 та у суки – 4–10 см.

Будова і типи маток у різних тварин. Особливості слизової оболонки матки залежно від типу плацент.

Матка (*uterus, s. metra*) – це добре розвинутий порожнистий орган. У свійських тварин вона дворогого типу. Основу матки становить непарне, дещо сплющене зверху вниз ***тіло*** з порожниною всередині. Тіло матки краніально продовжується в парні *роги матки*, форма і розмір яких у тварин значно різняться. Дуже довгі роги матки у свині. Тіло матки, звужуючись у каудальному напрямі, переходить у непарну *шийку матки*. Всередині шийка має обмежений значними поздовжніми складками звужений канал, що відкривається в піхву *зовнішнім матковим отвором*, а в порожнину матки – *внутрішнім отвором*. Основу шийки матки становить коловий м'яз. Шийка матки в звичайному стані закрита, всередині неї є слизова пробка, яка особливо щільна під час вагітності. Форма шийки матки у тварин різна. В одних тварин вона різко виступає в піхву (у кобили, корови, хижаків, оленів), в інших цього не спостерігається (у свині, вівці).

У **стінці матки розрізняють три оболонки**: *слизову, м'язову й серозну*.

Слизова оболонка матки (*endometrium*) вистелена циліндричним епітелієм з окремими війчастими клітинами, рух війок спрямований у бік піхви. У слизовій оболонці міститься багато маткових залоз, які виділяють секрет для живлення зародка. Залози в матці розміщені нерівномірно, у корови вони в основному в рогах. У слизовій оболонці невагітної матки відбуваються складні циклічні зміни. Перед овуляцією вона дуже проліферує (у жінки вона досягає товщини 8 мм замість звичайних 1,5–2 мм).

М'язова оболонка матки (*myometrium*) значно розвинута і надає матці потовщеного вигляду. Вона складається з трьох шарів непосмугованої м'язової тканини: *зовнішнього* – поздовжнього і *внутрішнього* – колового. Між шарами м'язової тканини міститься судинний шар.

М'язова оболонка відіграє важливу роль у виведенні плода з матки під час родів.

Серозна оболонка матки (*perimetrium*) – з боків матки переходить у парну широку маткову зв'язку, яка підвішує цей орган до хребта. Широкі маткові зв'язки під час вагітності розтягуються, м'язові волокна потовщуються, а діаметр судин збільшується в 4–5 разів.

У *корови* матка короткорога, зі слабовираженим тілом. Роги матки зігнуті подібно до баранячих. У задній частині роги з'єднуються міжроговою зв'язкою. На слизовій оболонці рогів знаходиться 80–120 *карункулів* (88–96 у овець і кіз), розміщених у чотири ряди. Карункули (м'ясце) містять крипти, в які входять ворсинки плідних оболонок. Частини плідної оболонки, що вкривають карункули, називають *котиледонами*. Тіло матки коротке (до 6 см). Шийка матки у корів добре виражена і у вигляді втулки (пробки) значно виступає в піхву. Шийка матки досягає довжини 7–11 см.

У *дрібних жуйних* форма карункулів своєрідна – поверхня їх має втиснення у вигляді ямок. У овець і кіз шийка не чітко виражена, слизова оболонка у вигляді ребристих кільцевих складок утворює довгий звужений рукав.

У *кобили* тіло матки добре виражене, досягає 15 см у довжину. Роги матки відносно широкі, незначно вигнуті донизу. Закінчуються роги матки заокругленими кінцями, в які входять маткові труби. Шийка матки добре виражена, товста, втулкоподібно виступає в піхву. Слизова оболонка матки складчаста, з матковими криптами. Матка прикріплюється в ділянці від 3-го поперекового до 4-го крижового хребця.

У свині матка дворога, багатоплідна, з дуже довгими рогами (до 2 м) і слабовираженим тілом. Роги тонкі, кишкоподібні, зібрані у петлі. Шийка матки (до 18 см) без різких меж переходить у піхву. Слизова оболонка шийки формує характерні хвилеподібні складки з бічними виступами (до 2 см), що заходять у проміжки протилежної складки. Тіло коротке (до 7 см).

У *суки* матка дворога, з довгими прямими й тонкими рогами (до 9 см). Тіло матки коротке, вузьке. Шийка матки різко виступає в піхву. Матка розміщена в черевній порожнині.

Піхва, сечостатеве переддвер'я, зовнішні статеві органи.

Піхва (*vagina*) – це видовжена трубка з товстими м'язовими стінками. Піхва розміщена каудально від матки і переходить у сечостатевий присінок. Межею між ними на вентральній стінці є

зовнішній отвір сечівника. У молодих тварин дещо краніальніше від отвору сечівника знаходиться клапаноподібний утвір півмісяцевої форми – *присінковопіхвова складка*.

Стінка піхви складається із *слизової, м'язової й адвентиціальної* оболонок. *Адвентиція* вкриває задню частину піхви, а краніальна частина вкрита серозною оболонкою. *Слизова оболонка* піхви вистелена багатошаровим плоским епітелієм, без залоз, зібрана в численні поздовжні складки, за рахунок яких еластична піхва може значно розтягуватися. *М'язова оболонка* побудована з колових і поздовжніх непосмугованих м'язових волокон.

Піхва *у корови* довга (до 28 см). Присінковопіхвова складка майже не розвинута.

У *кобили* піхва довга, широка. Склепіння піхви над шийкою матки різко виражене.

У *свині* піхва має вигляд вузької трубки, склепіння не формує.

У *суки* піхва добре розвинута, з численними складками.

***Присінок піхви* (*сечостатевий*)** (*vestibulum vaginae*) є продовженням піхви від зовнішнього отвору сечівника до зовнішніх статевих органів. Стінки присінка товсті, оскільки в них знаходиться м'яз – стискач присінка. Слизова оболонка вистелена багатошаровим плоским епітелієм. Підслизовий шар присінка багатий на венозні сплетення, які в бічних його стінках утворюють особливі печеристі ділянки – цибулини присінка. Останні під час заповнення кров'ю потовщуються. У підслизовій основі містяться пристінкові залози, секрет яких у вигляді слизу виділяється з присінка під час статевої тічки й охоти.

Зовнішні статеві органи, або соромітна ділянка (*pudendum femininum, s. vulva*), є зовнішньою частиною статевого апарату. Вони складаються з двох соромітних губ, які обмежують соромітну щілину та клітора. Зовнішні статеві органи розміщені вентрально від відхідника, відокремлюючись від останнього промежиною.

Соромітні губи (*labia pudendi*) – парні потовщені шкірні складки, що обмежують вхід у статеві шляхи, це вертикальні потовщення й містять у товщі скупчення жирової клітковини еластичні елементи та венозні сплетення. В їх шкірі є потові та сальні залози. Соромітні губи обмежують соромітну щілину. У верхніх і нижніх кінцях губи утворюють дорсальну й вентральну спайки губ. У товщі губ розміщений стискач соромітних губ.

У нижній частині соромітних губ міститься ***клітор*** (*clitoris*). Він має конусоподібну форму і прикритий краніальною плоттю клітора. Клітор складається з двох ніжок, тіла й голівки, тобто відповідає статевому члену самця. Він рельєфно виступає у *кобили* довжина його до 8 см. У *корови* він дещо більший (до 12 см).



Питання для самоконтролю

1. Охарактеризуйте органи розмноження самців.
2. Охарактеризуйте сім'яники як статеві залози і залози внутрішньої секреції.
3. Яка роль придатків сім'яників у дозріванні і формуванні спермііїв?
4. Яка будова сім'япроводу і склад сім'яного канатика?
5. Яка будова сечостатевого каналу?
6. Яка будова придаткових статевих залоз?
7. Яка будова статевого члена і препуціального мішка?
8. Які особливості будови їх у різних тварин?
9. Яка будова сім'яникового мішка?
10. Яка будова мошонки?
11. Яке значення сім'яникового мішка і мошонки для підтримки температурного режиму під час розвитку спермііїв?
12. Які особливості будови статевих органів у самців?
13. Назвіть органи розмноження самок.
14. Яка будова яєчників як статевих залоз і залоз внутрішньої секреції?
15. Які особливості будови в різних тварин?
16. Яка будова і функції яйцепроводів?
17. Яка будова типів маток у різних тварин?
18. Які особливості слизової оболонки матки залежно від типу плацент?
19. Яка будова піхви, сечостатевого переддвер'я?

2.10. СИСТЕМА КРОВО- І ЛІМФООБІГУ, КРОВОТВОРЕННЯ ТА ІМУННОГО ЗАХИСТУ

Характеристика системи крово- та лімфообігу, їх взаємозв'язок з тканинною рідиною і роль у підтриманні гомеостазу організму, зв'язок з іншими системами. До складу серцево-судинної системи входять ***кровоносна і лімфатична системи,*** які доповнюють одна одну функціонально й морфологічно, а також органи кровотворення та імуногенезу.

Кровоносна система складається з серця та порожнистих трубок – судин, в яких тече кров. Течію крові в судинах забезпечує скорочення серця.

Кровоносні судини, що відводять кров від серця, називають *артеріями*, судини, які приносять кров до серця, – *венами*. Між артеріями і венами знаходяться судини мікроциркуляторного русла. Отже, кровоносні судини разом із серцем утворюють замкнену систему.

Кровоносна система заповнена кров'ю. Її клітини функціонують упродовж короткого періоду, тому вони постійно утворюються в органах кровотворення. До них у дорослих тварин відносять: червоний кістковий мозок, який є складовою кісткових органів; тимус, селезінку у гризунів; фабрицієву сумку у птахів. У *плодів до органів кровотворення належать також жовтковий мішок та печінка.*

Основними функціями серцево-судинної системи є: *трофічна, що забезпечує обмін речовин, гуморальна регуляція організму, його терморегуляція, імунний захист.*

Сталість складу фізико-хімічних властивостей внутрішнього середовища (гомеостаз) підтримується завдяки безперервній роботі органів і тканин. Органи кровообігу здійснюють безперервний рух крові, доставляють кисень і поживні речовини клітинам, а продукти розпаду забирають від них (дод., рис. 65).

Серце, його будова, розміщення, живлення. Клапанна система серця. Провідна система серця, її роль у ритмічній роботі серця.

Осердя *(перикард pericárdium).* Серце міститься в осерді. Перикард – це щільна волокниста сумка, що оточує серце. Він вистелений зсередини серозною оболонкою, що захищає серце. Воно прикріплюється до хребта судинами серця, а до грудної кістки й

діафрагми – зв'язками. Осердя складається із зовнішнього і внутрішнього серозних листків, між якими знаходиться ще фіброзний листок. Зовнішній серозний листок утворений правим і лівим середостінними листками плеври, яка називається ***перикардіальною плеврою***. Внутрішній листок осердя є пристінним листком особливої серозної оболонки перикарда. Пристінний листок перикарда в основі серця переходить у вісцеральний і утворює серозну оболонку серця. Між цими листками міститься перикардіальна порожнина, заповнена невеликою кількістю прозорої серозної рідини, що має жовтувате забарвлення.

Серце **(*cor*)**. ***Будова серця.*** Серце має вигляд порожнистого конусоподібного м'яза, що побудоване з посмугованої серцевої м'язової тканини. Має чотири камери: дві верхні камери ***передсердя*** *(atrium)*, дві товстостінні нижні камери – ***шлуночки*** *(ventrículus)*. Перегородка, що є міцною м'язовою стінкою, поділяє серце на дві частини (дод. , рис. 66).

На серці розрізняють *основу серця* і *верхівку*. Серце поділене перегородкою на праву й ліву половини. Кожна половина поділена на *передсердя і шлуночок*. Кожний шлуночок сполучається зі своїм передсердям *передсердно-шлуночковим (атріовентрикулярним)* отвором.

Передсердя розміщені на основі серця: зовні вони відділені від шлуночків поперечною *вінцевою борозною*. Кожне передсердя утворює мішкоподібний випин – *серцеве вушко*. Стінки передсердь значно тонші за стінки шлуночків, що відповідає їх функції.

Шлуночки становлять більшу частину серця. На обох поверхнях серця зовні вони відділені один від одного двома поздовжніми борознами та м'язовою перегородкою всередині серце поділяється на праву і ліву половини. Ці борозни з'єднуються на краніальній поверхні серця, не доходячи до його верхівки, і відділяють правий шлуночок від лівого. Верхівка серця в усіх тварин належить лівому шлуночку, який розміщений зліва і позаду, а правий шлуночок лежить спереду і справа. З правого шлуночка виходить ***стовбур легеневих артерій***. Він проходить по основі серця спереду, між вушками передсердь. Позаду від нього розміщена ***аорта*** *(aórta)*, що виходить з лівого шлуночка і спрямовується, як і *стовбур легеневих артерій*, каудально.

У праве передсердя входять *порожнисті вени* — краніальна (збирає кров з голови і передніх кінцівок) й каудальна (з задніх кінцівок, таза, живота).

У лівe передсердя входять ***легеневі вени*** (*vv. pulmonáles*), кількість яких у різних тварин неоднакова (5–7).

Стінки серця складаються з трьох оболонок: ***внутрішньої – ендокарда; середньої – міокарда; зовнішньої – епікарда.*** *Ендокард* побудований з тонкого шару щільної сполучної тканини, яка від порожнин серця вистелена *ендотелієм*. *Міокард* побудований з поперечносмугастої робочої і серцевої м'язової тканини. Міокард лівого шлунка значно товщий ніж правого. *Епікард* складається з одношарового плоского епітелію, під яким розміщений прошарок *пухкої сполучної* тканини.

Клапанний апарат серця забезпечує течію крові в одному напрямку: з передсердь у шлуночки, а з шлуночків в аорту або стовбур легеневих артерій. Він складається *з передсердно-шлуночкових, або стулкових, і півмісяцевих клапанів*. Предсердно-шлункові клапани утворені ендокардом, представлені стулками, що мають трикутну форму. Своїми розширеними основами стулки закріплюються по краю фіброзного передсердно-шлуночкового кільця, що обмежує відповідний отвір, а їх верхівки спрямовані в порожнину камери шлуночка. До вільних країв стулок прикріплюються сухожилки. *Сухожилкові струни* (хорди) фіксуються до сосочкових м'язів, які розміщені на стінках шлуночків та їх перегородці. У правому (передсердно-шлуночковому) отворі знаходиться ***тристулковий клапан***. З трьох стулок клапана одна розміщена на перегородці, а дві інші (краніальна і каудальна) – на бічній стінці. Сухожилкові струни йдуть від кожної стулки до сосочкових м'язів. У лівому (передсердно-шлуночковому) отворі розміщений ***двостулковий клапан***. З двох стулок клапана краніальна міститься на перегородці, а каудальна – на бічній стінці; обидва сосочкових м'язи знаходяться на бічній стінці шлуночка.

В *отворах аорти і стовбура легеневих артерій* розміщені відповідні клапани, які називаються *півмісяцевими*. Кожний з них утворений трьома стулками, що мають вигляд півмісяцевих кишеньок.

Фіброзний скелет серця утворений волокнистими кільцями, до яких прикріплені клапани серця і серцевий м'яз. Фіброзних кілець *чотири:* два відокремлюють м'язи передсердь від м'язів шлуночків, два інших утворюють стінку отвору аорти і легеневої артерії. М'язи передсердь і шлуночків розділяє фіброзний скелет серця, утворений передсердно-шлуночковими, артеріальними і аортальними кільцями, які формують відповідні отвори. У фіброзному кільці аорти закладені

два або три серцевих хрящі (у великої рогатої худоби права й ліва серцеві кістки). Лівий хрящ лежить в основі лівої стулки аортального клапана, правий – в основі каудальної. У великої рогатої худоби права серцева кістка 5–6 см завдовжки, а ліва – до 3 см.

Серцева провідна система. Незважаючи на відокремлення м'язів передсердь і шлуночків фіброзними кільцями, серце скорочується ритмічно: спочатку скорочуються обидва передсердя, а потім обидва шлуночки і після деякої перерви – знову передсердя, а потім шлуночки. Ритмічність роботи забезпечується серцевою провідною системою. У ній генерується нервовий імпульс, який передається до м'язових волокон. Ця система побудована з так званих провідних кардіоміоцитів, що утворюють *синусно-передсердний вузол, передсердно-шлуночковий вузол, передсердно-шлуночковий пучок*, його ніжки *та волокна Пуркіньє*. ***Синусно-передсердний вузол (Кіса–Флека***) розміщений у ділянці пограничної борозни між краніальною порожнистою веною і правим серцевим вушком. ***Передсердно-шлуночковий вузол (Ашоффа–Тавари)*** міститься в перегородці передсердь з правого боку, біля вінцевого синуса. Від нього відділяється ***передсердно-шлуночковий пучок (Гіса).*** Його стовбур над перегородкою шлуночків розділяється на праву й ліву ніжки. Ніжки пучка з перегородки шлуночків проникають у поперечні м'язи серця, через них у міокард, де розгалужуються на ***волокна Пуркіньє***. У правому шлуночку проходить один товстий поперечний м'яз серця, а в лівому їх два, і вони тонші.

Судини серця. Серце отримує до 10 % крові, що виштовхується за кожну систолу лівим шлуночком. Судини серця – це *права й ліва вінцеві артерії, велика, середня й малі серцеві вени*. Обидві вінцеві, або коронарні, артерії виходять з основи аорти в ділянці розміщення клапана аорти — краніальної й лівої стулок.

У *великої рогатої худоби* більш розвинута ліва вінцева артерія, яка віддає на каудальну поверхню серця низхідні гілки — праву, ліву й додаткову.

У *коня і свині* обидві артерії розвинуті однаково. У *собаки* права вінцева артерія більш розвинута.

Нерви серця. Серце має подвійну аферентну іннервацію: симпатичну і парасимпатичну.

Центри симпатичної іннервації серця розміщені в спинному мозку (упродовж від IV–VII сегментів). Центри парасимпатичної іннервації знаходяться в довгастому мозку. Від них відходить блукаючий нерв міокарда.

Топографія серця. Серце розміщене в грудній порожнині між легенями, спереду від діафрагми і зміщене трохи вліво. Основа його лежить на рівні середини 1-го ребра, верхівка – в ділянці 5–6-го міжреберного проміжку, біля груднини. Передній край серця знаходиться на рівні 3-го, а задній – 6-го ребра.

У ***великої рогатої худоби*** серце дуже зміщене вліво, а в ділянці 3–4-го ребра прилягає до лівої грудної стінки. Верхівка серця знаходиться в ділянці 6-го ребра, у ***свині*** — в місці з'єднання 7-го ребра з його хрящем, у ***собаки*** — в ділянці 6–7-го ребра.

Маса серця залежить від віку тварини, її виду й породи, а також від виконуваної твариною роботи. Маса серця більша у самців, ніж у самок. За посиленого фізичного навантаження маса серця зростає.

Велике і мале коло кровообігу. Кров в організмі циркулює двома колами кровообігу – великим і малим. ***Велике, або системне***, коло кровообігу починається з лівого шлуночка серця і далі спрямовується в аорту. Від аорти відходять численні артерії, які в тканинах органів розгалужуються на безліч капілярів. Капіляри, з'єднуючись, утворюють вени, по яких кров знову повертається до серця в його праве передсердя (по краніальній порожнистій вені з передньої частини тіла і по каудальній порожнистій вені – із задньої). У правому передсерді закінчується велике коло кровообігу. З правого передсердя кров вливається в правий шлуночок, який є початком ***малого,*** **або легеневого**, кола кровообігу. З правого шлуночка кров тече через стовбур легеневих артерій у капіляри легень. Тут з неї виділяється вуглекислий газ (CO_2), вона насичується киснем (O_2) і по легеневих венах знову тече до серця в ліве передсердя, де закінчується мале коло кровообігу. Течію крові в судинах по колах кровообігу забезпечують: скорочення серця і стінок судин, а також структур, що оточують судини, та зміна тиску в грудній і черевній порожнинах під час дихання. Рух крові в певному напрямку підтримує клапанний апарат серця і вен. Під час проходження крові через капіляри рідка її частина – ***плазма*** – проникає крізь їх стінки в тканини і утворює в них "***тканинну" рідину***, яка частково надходить у вени, а частково – у лімфатичні судини (в останніх вона називається ***лімфою***).

Будова артерій, вен, капілярів. Будова стінки кровоносних судин. Закономірність розгалуження судин. Стінки артерій і вен складаються з трьох оболонок: внутрішньої, середньої і зовнішньої. У дрібних судинах ці оболонки поступово стають тоншими, і в стінці капілярних судин лишається тільки один шар ендотеліальних клітин.

Стінки артерій товщі ніж вен, мають високу пружність, еластичність і міцність. Артерії мають такі оболонки: *внутрішня оболонка (tunica intima)* всіх судин вистелена плоскими клітинами ендотелію; *середня оболонка (tunica media)* складається в основному із сполучної тканини, до якої входять гладкі м'язові волокна; *зовнішня оболонка (tunica externa)* спільна для всіх кровоносних судин, за винятком капілярних. Вона складається з пухкої сполучної тканини, якою судини з'єднуються з навколишніми органами. У стінках артерій, що містяться в органах, гладких м'язових волокон більше, ніж в аорті та її великих гілках. За цією ознакою артерії поділяються на три типи:

• *еластичний* (аорта та її великі гілки) – *інтима (внутрішня)* – складається з шару ендотеліальних клітин, підендотеліального шару з пухкої сполучної тканини, відокремленого від ендотелію базальної мембрани і шару еластичних волокон, що переплітаються. *Середня* оболонка складається з великої кількості еластичних волокон щільної сполучної тканини, які переплітаються з клітинами гладенької м'язової тканини. *Зовнішня оболонка* складається з сполучної тканини, в якій розміщені судини, що живлять стінку артерії і нерви;

• *змішаний* – за будовою стінки займають проміжне положення між артеріями еластичного і м'язового типів. У середній оболонці цих артерій порівну розміщені еластичні волокна і пучки м'язових клітин;

• *м'язовий* – складається з трьох шарів ендотелію, підендотелію та внутрішньої еластичної мембрани, середня оболонка товста і складається з пучків міозитів гладенької м'язової тканини, між якими розміщені еластичні волокна. У результаті скорочення міозитів змінюється тонус і просвіт артерій. Артерії м'язового типу несуть кров до внутрішніх органів і кінцівок.

За будовою *вени* подібні до артерій, мають тоншу стінку і більший просвіт. Стінка вен складається з тих самих оболонок, що і стінка артерії, але в інтимі немає внутрішньої еластичної мембрани. Середня оболонка розвинена слабше, ніж в артеріях і складається з еластичних волокон і гладенької м'язової тканини. Залежно від будови середньої оболонки вени є м'язового і безм'язового типів. ***М'язовий*** тип артерій розміщений на кінцівках, де кров рухається догори, ***інтима*** цих вен тоненька і має кишенькові клапани. ***Середня оболонка*** складається з пучків клітин гладенької м'язової тканини і пучків колагенових волокон щільної сполучної тканини. ***Зовнішня оболонка*** побудована з пухкої сполучної тканини і містить у своєму складі нерви та судини. ***Вени безм'язового*** типу мають ще тоншу

стінку, яка складається з ендотелію і сполучної тканини. До цього типу належать вени мозкових оболонок, сітківки ока, кісток селезінки.

Стінка капілярів складається з ендотеліальних клітин, розміщених на базальній мембрані і перицитів, діаметр більшості капіляр становить 4–8 мкм. У печінці, селезінці, червоному кістковому мозку капіляри мають діаметр до 50 мкм, і називаються синусоїдними.

Спостерігається прямий зв'язок між діаметром судини і функціональним значенням органа, який вона живить; судини більшого діаметра в органах, які працюють більш напружено.

Розрізняють магістральний, дихотомічний і розсипний типи *галуження* судин. ***Магістральний*** тип галуження характеризується тим, що від магістральної судини послідовно відходять бічні гілки. До ***дихотомічного*** типу належить таке галуження, коли основна судина утворює дві гілки однакового діаметра. ***Розсипний*** тип галуження характеризується утворенням кількох гілок різного діаметра від однієї основної судини.

Виділяють ще ***колатеральні (бічні) судини***; вони формують обхідні шляхи для течії крові. Цьому сприяють і ***анастомози*** – короткі гілки, якими сполучаються між собою судини. Через них кров потрапляє з однієї судини в іншу.

Основні артерії великого кола кровообігу. Грудна і черевна аорта, судини плечеголовного стовбура. Артерії голови, грудних кінцівок, таза і тазових кінцівок.

Аорта (*aorta*) – головна магістральна артерія, проводить кров безпосередньо від серця до всіх органів тіла. Вона починається в лівому шлуночку серця, йде дорсокаудально до шостого грудного хребця і далі тягнеться вентральніше й лівіше від хребта до 5–6-го поперекових хребців, де дає дві гілки – *парні зовнішні* (a. iliáca extérna) та *внутрішні клубові* (a. iliáca intérna) артерії й продовжується каудально *середня крижова артерія* (a. v. sacrális média). Біля 1-го хвостового хребця вона переходить у *хвостову артерію* **(**a. coccygéa)**.** Аорта належить до артерій еластичного типу, її частина, яка лежить у грудній порожнині, називається *грудною аортою* (aórta thorácica), а частина, яка продовжується в черевній порожнині, – *черевною аортою* (abdominális) (дод., рис. 67, А).

Від грудної аорти беруть початок ***вінцеві (коронарні) артерії***, плечоголовний і стравоходобронхіальний стовбури, краніальні діафрагмальні (тільки в коня) і міжреберні артерії.

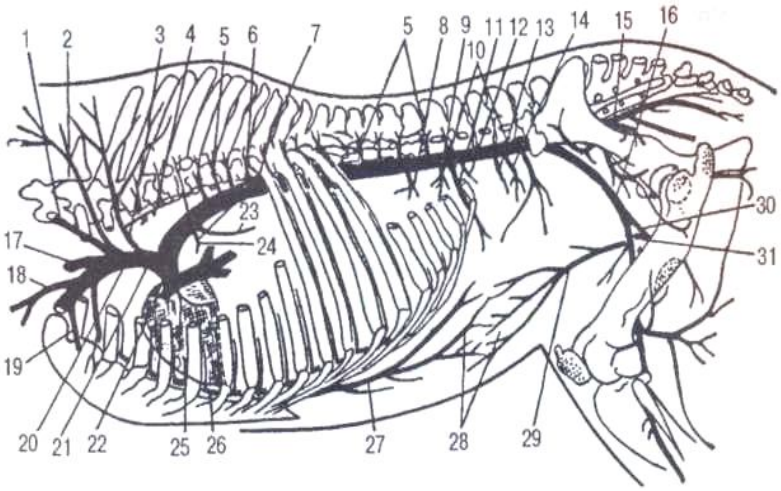


Рис. 68. Схема розгалуження аорти у коня:

1 – хребтова артерія; 2 – глибока шийна артерія; 3 – загальний реберношийний стовбур; 4 – реберношийна артерія; 5 – міжреберні артерії; 6 – грудна аорта; 7 – стравохідно-бронхіальний стовбур; 8 – краніальна діафрагмальна, 9 – черевна і 10 – поперекова артерії; 11 – краніальна брижова артерія; 12 – ниркові і 13 – внутрішні сім'яні артерії; 14 – задня брижова; 15 – внутрішня клубова ; 16 – зовнішня клубова; 17 – ліва загальна сонна артерія; 18 – плечошийний стовбур; 19 – зовнішня грудна і 20 – ліва підключична артерії; 21 – загальний плечоголовний стовбур; 22 – дуга аорти; 23 – стравохідна і 24 – бронхіальна артерії; 25 – серце; 26 – внутрішня грудна і 27 – краніальна надчеревна артерії; 28 – анастомоз з 29 – каудальною надчеревною артерією; 30 – глибока стегнова артерія; 31 – надчеревносоромітний стовбур

Вінцеві артерії (*a. a. coronaria cordi*) парні, відходять від дуги аорти та живлять м'яз серця, стінки легеневої артерії та інших судин серця.

Плечоголовний стовбур (*truncus brachiocephalicus*) є у великої рогатої худоби і коня. У свині й собаки замість нього є дві судини – плечоголовна і ліва підключична артерії; кожна з них самостійно починається від дуги аорти. Плечоголовний стовбур великої рогатої худоби напрямляється краніально, до входу в грудну порожнину, і поділяється на ліву підключичну й плечоголовну артерії.

Плечоголовна артерія (*a. brachiocephalica*) – продовження плечоголовного стовбура після відокремлення від нього лівої підключичної артерії. Плечоголовна артерія, в свою чергу, поділяється на спільний ***стовбур сонних артерій*** (*a. carótis commúnis*) ***праву і ліву підключичну артерію*** (*a. subclávia déxter et siníster*)**.** Кожна підключична артерія

огинає спереду перше ребро й переходить на медіальній поверхні плечового суглоба в ***пахову артерію*** (*a. axilláris*) – головну магістраль, що живить грудну кінцівку. Підключична артерія до переходу в пахвову артерію в рогатої худоби й свині дає спільний реберно-шийний стовбур та низку інших артерій.

Друга гілка підключичної артерії – внутрішня грудна артерія (*a. thoracica interna*) – дає гілки до тимуса (загрудинної залози), діафрагми, міжреберних м'язів.

Зовнішня грудна артерія (*a. thoracica externa*) розгалужується на вентральній поверхні грудної кістки і в грудних м'язах.

Реберношийний стовбур (*trúncus costocervicális*) короткий, він поділяється на такі гілки: хребтову, глибоку шийну, передню міжреберну і поперечну шийну.

Хребтова артерія (*a. vertebralis*), напрямляючись краніально в міжпоперечному каналі шийних хребців, дає дорсальні м'язові й спинномозкові гілки.

Глибока шийна артерія (*a. cervicalis profunda*) починається від хребетної артерії й проходить спереду першого ребра до дорсальних м'язів шиї.

Стравоходобронхіальний стовбур (*truncus bronchoesophageus*) відходить від вентральної стінки дуги аорти, вентральніше від 6-го грудного хребця і розгалужується на бронхіальну і стравохідну артерії. Бронхіальна артерія, живлячи бронхи й легені, анастомозує з легеневою артерією.

Краніальна діафрагмальна артерія (*a. phrenica cranialis*) парна, розгалужується в ніжках діафрагми (тільки в коня). Каудальна діафрагмальна артерія васкуляризує ніжки діафрагми.

Міжреберні артерії (*a. a. intercostalis*) починаються від дорсальної стінки аорти. Кожна з цих 13—14 парних артерій поділяється на рівні міжхребцевого отвору на три гілки: дорсальну, вентральну і спинномозкову. Остання, проникаючи через міжхребцевий отвір, живить спинний мозок; дві інші – забезпечують кров'ю грудну стінку й дорсальну частину спини.

Черевна аорта дає три непарні артерії, які формують вставне, або ворітне, коло кровообігу, і сім парних артерій. До непарних артерій черевної аорти належать: черевна, краніальна і каудальна брижові артерії. Парними артеріями є: поперекові (шість пар). ниркові і внутрішні сім'яні.

Черевна артерія (*a. coeliaca*) у великої рогатої худоби на правій поверхні рубця розгалужується на чотири гілки: печінкову, селезінкову, ліву рубцеву й ліву шлункову. Кожна з них живить відповідний орган.

Краніальна брижова артерія (*a. mesenterica cranialis*) починається від аорти під 1–2-м поперековим хребцем і поділяється на кілька артерій, які живлять тонкий відділ кишечника, а також сліпу й ободову кишки.

Каудальна брижова артерія (*a. mesenterica caudalis*) забезпечує кров'ю каудальну частину ободової кишки і пряму кишку; починається від аорти в ділянці останніх поперекових хребців.

Ниркові артерії (*a.a. renalis*) поділяються на окремі артерії, що переходять у дугові, радіальні й приносні артерії. Останні формують дрібні судини, які утворюють судинні клубочки.

Сім'яникова артерія (*a. testicularis*) парна, іде в статеві залози. У самців входять через пахвинний канал у сім'яник та його придаток.

Яєчникова артерія (*a. ovarica*) постачає кров'ю яєчник, відгалужує гілку в маткову трубу та ріг матки. Краще вона розвинута у кобил.

Поперекові артерії (*a. a. lumbales*) подібні до міжреберних артерій. Кожна з них на рівні міжхребцевих отворів формує дорсальну, вентральну й спинномозкову гілки. Остання забезпечує кров'ю спинний мозок, а вентральні й дорсальні гілки живлять черевну стінку й м'язи в ділянці поперека.

Вентральніше 5–6-го поперекових хребців від аорти починаються парні зовнішні і внутрішні клубові артерії.

Артерії стінок і органів тазової порожнини. Черевна аорта під 5–6-м поперековим хребцем відгалужує праву і ліву зовнішні клубові артерії, які є магістральними судинами для вільних частин тазової кінцівки.

Внутрішня клубова артерія (*a. iliaca interna*) живить органи тазової порожнини, зовнішні статеві органи і ділянку крижів. Внутрішні клубові артерії дають такі парні артерії:

- *клубово-поперекова артерія* (*a. iliolumbalis*) – проходить по медіальній поверхні клубової кістки на її латеральний край біля маклака і живить поперекові й сідничні м'язи та напружувач фасції стегна;

➢ *краніальна сіднична артерія* (*a. glutaea cranialis*) – відгалужується на рівні дорсального краю крила клубової кістки, і через велику сідничну вирізку йде в сідничні м'язи та живить їх;

➢ *затульна артерія* (*a. obturatoria*) – живить замикальні м'язи;

➢ *каудальна сіднична артерія* (*a. glutaea caudalis*) у ділянці малої сідничної вирізки проходить разом з нервом у двоголовий м'яз стегна. У коня від внутрішньої клубової відгалужуються крижові та хвостова артерії;

Вісцеральні гілки внутрішньої клубової артерії:

➢ *внутрішня соромітна артерія* (*a. pudenda interna*) напрямлена каудально до сідничної дуги, де розгалужується на артерії, що живлять зовнішні статеві органи і промежину;

➢ *пупкова артерія* (*a. umbilicalis*) дуже велика тільки в плода, оскільки живить кров'ю плаценту. Після народження тварини вона заростає і перетворюється в бічну міхурову зв'язку, у самок на круглу маткову;

➢ *каудальна міхурова артерія* (*a. vesicalis caudalis*) живить кров'ю сечовий міхур і передміхурову залозу;

➢ *каудальна прямокишкова артерія* (*a. rectalis caudalis*) живить пряму кишку;

➢ *артерія промежини* (*a. perenealis*) живить відхідник, вульву, промежину і відділяє сечівникові гілки, що галузиться в печеристому тілі сечівника;

➢ *дорсальна статевочленна артерія* (*a. dorsalis penis*), як продовження внутрішньої соромітної артерії, проходить по дорсальній стінці статевого члена до його голівки. У самок їй відповідає *артерія клітора* (*a. clitiridis*).

Середня крижова артерія (*a. sacralis media*) є продовженням черевної аорти в ділянці крижів. Живить хвостові м'язи і мозкові оболонки. У ділянці першого хвостового хребця переходить у хвостову артерію.

Хвостова артерія (*a. coccygea*) відгалужує хвостові сегментні артерії. Живить м'язи шкіри і хвоста.

Артерії голови. Основною артеріальною магістраллю для голови є *парна загальна сонна артерія* (*a. carotis communis*), яка починається від плечового стовбура і спрямовується до голови по вентральній, а потім по дорсальній поверхні трахеї. У ділянці I ребра вона поділяється на *ліву і праву сонну артерії* (*a. carotis sinistra, dextra*), від яких відходять гілки до органів шиї: гортанна, глоткова, каудальна артерія привушної

залози, мускульні і трахеальні гілки для навколишніх м'язів, стравоходу й трахеї. Обидві сонні артерії розміщуються вздовж шиї поряд з внутрішньою яремною веною.

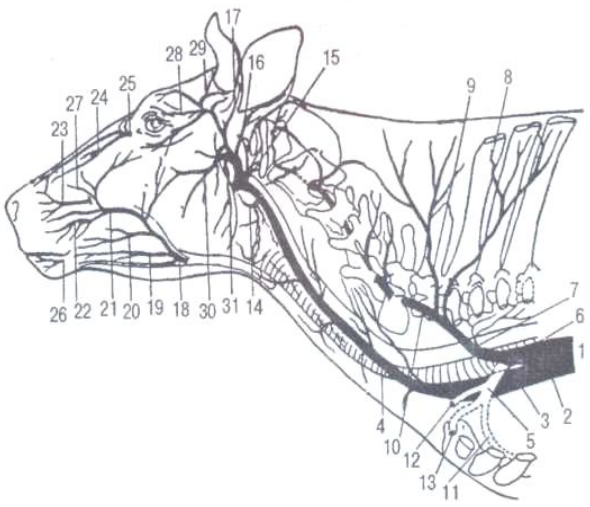


Рис. 69. Схема розгалуження артерій шиї і голови:
1 – загальний плечоголовний стовбур; 2 – плечоголовна артерія; 3 – загальний стовбур сонних артерій; 4 – ліва загальна сонна і 5 – ліва підключична артерії; 6 – загальний шийнохребетний стовбур; 7 – передня міжреберна, 8 – поперечна шийна; 9 – глибока шийна, 10 – хребетна і 11 – внутрішня грудна артерії; 12 – плечошийний стовбур; 13 – пахвинна, 14 – краніальна, щитоподібна, 15 – потилична, 16 – велика вушна, 17 – поверхнева скронева, 18 – лицьова, 19 – поверхнева нижня губна, 20 – глибока нижня губна ; 21 – верхня губна ; 22 – кута рота, 23 – підорбітальна, 24 – дорсальна носова, 25 – нижньої повіки, 26 – підборідна, 27 – латеральна носова, 28 – поверхнева слізна, 29 – рога, 30 – поперечна лицьова і 31- жувальна артерії

У ділянці атланта від загальної сонної артерії відходить *внутрішня сонна артерія* (*a. carotis innterna*), яка проникає крізь розірваний отвір у мозкову коробку і постачає кров в головний мозок. Після цього продовженням загальної сонної артерії є *зовнішня сонна артерія* (*a. carotis externa*), від якої відходять гілки: *потилична артерія* (*a. occipitalis*), яка постачає кров'ю потиличну ділянку та підщелепну залозу; *зовнішня щелепна артерія* (*a. maxillaris externa*) – прямує до судинної вирізки нижньої щелепи і переходить в *лицеву* (*a. facialis*). Пальпацією лицьової артерії у тварин визначають *пульс*. Від зовнішньої щелепної артерії відходять гілки до глотки, язика, м'якого піднебіння.

Лицева (*a. facialis*) артерія розміщується на лицевій поверхні голови і розгалужується на гілки: постачає кров'ю верхню і нижню губи та носову ділянку; жувальна артерія – для живлення жувального м'яза і привушної залози; велика вушна артерія – для живлення вушної раковини і привушної залози; поверхнева скронева – живлення скроневої ділянки; *верхньощелепна* (*a. maxillaris*) є продовженням зовнішньої сонної артерії живить головний мозок, око, шкіру лоба, м'язи голови, зуби, підборіддя, поверхню носа, піднебіння.

Артерії грудних кінцівок. Головну артеріальну магістраль грудної кінцівки утворює *пахвова артерія* (*a.axillaris*), яка є продовженням підключичної артерії, проходить по медіальній поверхні плечового суглоба. Вона поділяється на підлопаткову й плечову артерії.

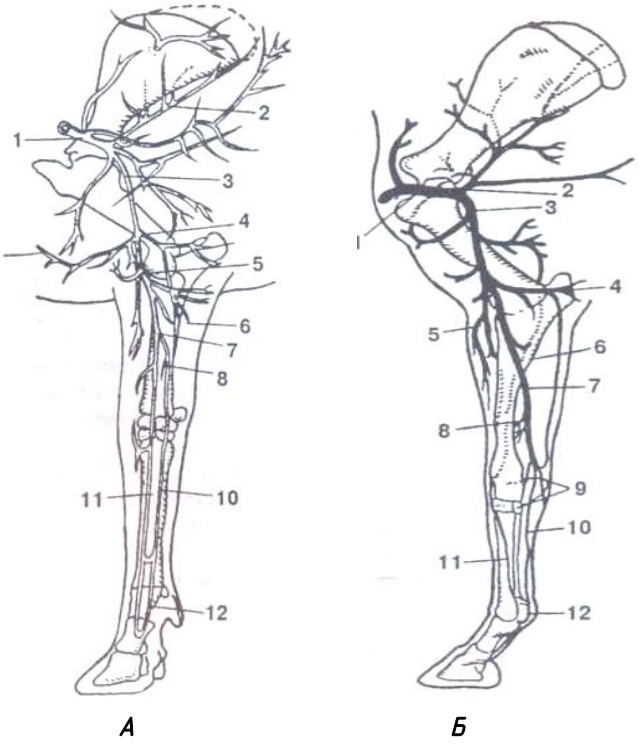


Рис. 70. Схема розгалуження артерій грудної кінцівки
А – великої рогатої худоби; Б – коня: *1 – пахвова, 2 – підлопаткова, 3 – плечова, 4 – ліктьова; 5 – променева, 6 – загальна міжкісткова, 7 – серединна, 8 – серединно-променева; 9 – глибокі п'ясткові пальмарні артерії; 10 – поверхнева пальмарна п'ясткова, 11 – дорсальна п'ясткова; 12 – пальцьові артерії*

Підлопаткова артерія (*a. subscapularis*) прямує каудально по задньому краю лопатки і поділяється на гілки, що живлять заосний м'яз і довгу голівку триголового м'яза плеча.

Плечова артерія (*a. brachialis*) несе кров по всій вільній кінцівці, лежить на медіальній поверхні плечової кістки. Від неї відходять: глибока артерія плеча, колатеральна ліктьова, променева і слаборозвинені артерії: загальна міжкісткова, артерія двоголового м'яза, пальмарна зап'ястна гілка, дорсальна зап'ястна та ін. Плечова артерія на рівні міжкісткової щілини має спільну міжкісткову артерію, переходить у середостінну артерію.

Серединна артерія (*a. mediana*) продовжується по медіальній поверхні променевої кістки до зап'ястного суглоба, де дає гілки: м'язові, для згиначів зап'ястка і пальців; променеву; пальмарну судинну сітку зап'ястка.

Артерії тазових кінцівок. Головна артеріальна магістраль тазової кінцівки виходить з черевної аорти на рівні 5–6-го поперекового хребця і спрямовується дистально до пальців, це є *зовнішня клубова артерії* (*a. iliaca externa*) – проходить попереду клубової кістки, відгалужує глибоку стегнову артерію, проходить попереду кульшового суглоба, перетинає медіальну стегнову кістку і виходить на згинальну поверхню колінного суглоба, як підколінна артерія.

Від зовнішньої клубової відходить ***огинаюча глибока клубова*** (*a. circumflexa ilium profunda*) артерія, проходить у ділянці латерального горба клубової кістки в черевній стінці, поперекових м'язах і дає гілки краніальну і медіальну.

Глибока стегнова артерія (*a. femoralis profunda*) відгалужується в черевній порожнині, спрямовується каудовентрально в ділянку стегна між клубовопоперековим і гребінчастим м'язами, вона відгалужує на початку *соромітно-надчеревний стовбур*, на задньому краї стегнової кістки медіальну *огинаючу стегнову артерію і затульну гілку*. Від соромітно-надчеревного стовбура відгалужується *зовнішня соромітна* (*a. pudenda externa*), яка забезпечує кров'ю вим'я, і *каудальна надчеревна артерія* (*a. epigastrica caudalis*), яка проходить краніально вздовж латерального краю прямого м'яза живота.

Стегнова артерія (*a. femoralis*) проходить в стегновому каналі між гребінчастим і кравецьким м'язами. Вона відгалужує латеральну огинаючу стегнову артерію, що живить медіальну і пряму голівки чотириголового м'яза, двоголовий м'яз стегна та напружувач широкої фасції стегна; м'язові гілки прямують у медіальні м'язи стегна;

прихована артерія (сафена (a. saphena)) або артерія гомілки і лапи, відгалужується на середині стегна в медіальному напрямі спрямовується на каудальну ділянку гомілки стопи.

Підколінна артерія (a. poplitea) лежить на каудальній поверхні капсули колінного суглоба прикрита литковим та підколінним м'язами. Вона відгалужує м'язові гілки й задню велику гомілкову артерію і переходить у краніальну великогомілкову артерію, яка є продовженням підколінної артерії. Через міжкістковий простір кісток гомілки ця артерія виходить на дорсальну поверхню великогомілкової кістки де лежить вкрита м'язами, і відгалужує м'язові гілки в дорсальні м'язи гомілки та гомілкову кістку.

Каудальна великогомілкова – невелика м'язова гілка. Більш розвинута у коня.

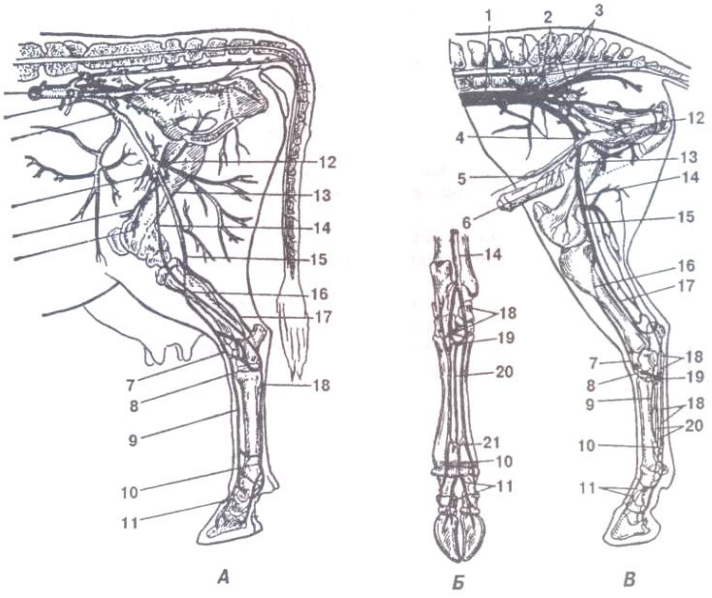


Рис. 71. Схема розгалуження артерій тазової кінцівки:
А, Б – великої рогатої худоби, В – коня;
1 – черевна аорта, 2 – внутрішня клубова і 3 – зовнішня клубова артерії, 4 – надчеревносоромітний стовбур і артерії, що відходять від нього; 5 – каудальна надчеревна і 6 – зовнішня соромітна артерії, 7 – дорсальна артерія стопи, 8 – проколююча заплеснова, 9 – дорсальна плеснова, 10 – загальна пальцьова і 11 – дорсальна пальцьова артерії; 12 – глибока стегнова і 13 – стегнова артерії; 14 – відкрита (підшкірна) артерія (сафена); 15 – підколінна; 16 – передня великогомілкова, 17 – задня великогомілкова і 18 – поверхневі плеснові артерії; 19 – проксимальна плантарна дуга; 20 – глибокі плеснові артерії; 21 – дистальна плантарна дуга

Основні вени організму. Передня і задня порожнисті вени, їх положення. Вставне коло кровообігу.

Від органів венозна кров витікає спочатку по венозних капілярах потім збирається у вени і по них тече до серця.

Відносно артерій вени здебільшого розміщені більш поверхнево і відрізняються від них меншою товщиною стінки та більшим просвітом, утворюють між собою численні анастомози.

Часто артерії супроводжуються двома венами, з яких одна розміщується більш поверхнево, а друга глибше. Глибокі вени разом з артеріями та нервами утворюють судинно-нервові пучки.

Підшкірні вени добре розвинені на шиї, вентральній стінці тулуба, кінцівках. Внутрішня оболонка вен має кишенькові *клапани*, які перешкоджають зворотній течії крові по венах.

Вени великого кола кровообігу. Краніальна порожниста вена (*v. cava cranialis*) відводить кров від голови, шиї, грудної клітки і грудних кінцівок у праве передсердя. Вона проходить вентрально від підключичних артерій між листками середостіння. У краніальну порожнисту вену впадають яремна, права і ліва пахвові, шийні та внутрішні грудні вени.

Зовнішня яремна вена (*v. jugularis externa*) парна, міститься на шиї під шкірою в яремному жолобі, утвореному плечоголовним і грудинно-головним м'язами. Яремна вена утворюється від злиття зовнішньої щелепної вени (*v. maxillaris externa*) і внутрішньої щелепної вени (*v. maxillaris interna*).

Внутрішня яремна вена (*v. jugularis interna*) супроводить загальну сонну артерію її утворюють потилична, щитоподібна і гортанна вени.

Вени грудної кінцівки є глибокі і поверхневі. *Глибокі вени* грудної кінцівки починаються від загальної пальмарної пальцьової вени, утвореної в жуйних венами третього і четвертого пальців. Кров із цих вен відтікає в пальмарну п'ясну, а потім у серединну, плечову й пахвову вени, розташовані поряд з відповідними артеріями. *Поверхневі вени* грудної кінцівки містяться під шкірою і починаються від пальмарних пальцьових зовнішніх і міжпальцьових вен.

Задня порожниста вена (*v. cava caudalis*) несе кров у праве передсердя з вен таза, тазових кінцівок, черевних стінок і органів черевної порожнини. Вона починається під п'ятим поперековим хребцем, у місці злиття загальних клубових вен. У черевній порожнині задня порожниста лежить вправо від аорти, під тілами хребців, потім опускається до дорсального краю печінки і проникає

через отвір діафрагми в грудну порожнину, де проходить між легенями та впадає в праве передсердя. У цю вену впадають загальні клубові, поперекові, внутрішні сім'яні, ниркові, печінкові, діафрагмальні вени.

Ворітна вена (*v. portae*) збирає кров від шлунка, селезінки, тонкої і товстої кишок (за винятком каудальної частини прямої кишки). Утворюється злиттям шлунково-селезінкової краніальної та каудальної брижових вен. Проходить з права від печінки і входить у ворота печінки. У печінці вона поділяється на міжчасточкові вени, а потім на капіляри печінкових часточок. Всередині кожної часточки капіляри впадають у центральну вену часточки і утворюють початок вен, що відводять кров з печінки в каудальну порожнисту вену. Так утворюється *вставне коло кровообігу*, завдяки якому кров, що відтікає від органів травлення, знешкоджується від токсинів та інших шкідливих речовин.

Вени тазових кінцівок поділяються на *глибокі й поверхневі* (підшкірні). Глибокі вени в основному відповідають артеріям, що їх вони супроводять, і мають аналогічні назви.

До поверхневих підшкірних вен належать численні судини, які відводять кров від поверхневих частин кінцівки.

Судини малого кола кровообігу починаються з правого шлуночка стовбуром легеневих артерій *(truncus pulmonalis),* який потім поділяється на ліву і праву легеневі артерії. Від цього місця починається артеріальна зв'язка, що йде до аорти. У тварини після народження кров з легеневої артерії проходить через легеневі капіляри, окислюється в них і по 4–9 легеневих венах, які несуть артеріальну кров, повертається *в ліве передсердя*, де й закінчується мале коло кровообігу.

Особливості кровообігу в плода.

Кровообіг у плода відрізняється від кровообігу в дорослої тварини. ***Плацентарний кровообіг*** з'являється в зародку з утворенням пупкових судин (артерій і вен). Пупкові артерії виникають як продовження задньої ділянки аорти, а пупкові вени перетворюються на непарну вену. Непарна вена несе кров у капілярну сітку печінки, а з печінки по печінкових венах кров надходить у каудальну порожнисту вену. Частина крові не проходить через печінку, а через ***венозну протоку (аранцієву)*** вливається в каудальну порожнисту вену. Серце вже розділене перегородками на чотири камери, але в перегородці передсердь є ще значний ***овальний отвір***. Легенева артерія сполучається ***широкою артеріальною (боталовою)*** протокою з

аортою. *Легеневе коло кровообігу вилучене з кровообігу*. Отже, у плода артеріальна кров неодноразово змішується з венозною.

Після народження тварини в пупкових судинах течія крові припиняється. Пупкова вена заростає і перетворюється на круглу зв'язку печінки, а пупкові артерії — на парні круглі зв'язки сечового міхура. Овальний отвір заростає і замість нього залишається тільки овальна ямка (у 20 % великої рогатої худоби овальний отвір залишається). Артеріальна протока також заростає і перетворюється на зв'язку (*дод.*, рис. 67, Б).

Характеристика і значення лімфатичної системи. Капіляри, приносні і виносні лімфатичні судини, лімфатичні вузли, збірники лімфи: грудна протока.

Система органів лімфообігу функціонально тісно пов'язана з системою органів кровообігу. На відміну від кровоносної, лімфатична система не утворює замкненого кола, вона починається сліполімфатичними капілярами в міжклітинних просторах, які потім переходять у лімфатичні судини й протоки, що впадають у краніальну порожнисту вену великого кола кровообігу. До складу лімфатичної системи крім капілярів, судин, проток і лімфи, яка тече по них, входять також лімфатичні вузли. Отже, лімфатична система доповнює собою систему органів кровообігу і виконує дренажну, очисну, захисну, кровотворну, імунну й живильну функції.

Внаслідок фільтрування плазми крові крізь стінки кровоносних капілярів утворюється ***тканинна рідина***, яка постійно омиває клітини органів, віддаючи їм необхідні поживні речовини та кисень і забираючи від них продукти розпаду, вуглекислий газ, що утворюється в процесі обміну речовин.

Тканинна рідина з міжклітинних просторів частково всмоктується у венозні капіляри, більша ж її частина відводиться лімфатичними капілярами і називається ***лімфою***.

Лімфа – це прозора рідина жовтуватого кольору, яка за складом подібна до крові. На відміну від крові, в лімфі переважають лейкоцити (лімфоцити, моноцити), а в складі плазми лімфи менше білків.

З лімфатичних капілярів органів лімфа надходить у ***приносні*** лімфатичні судини, які впадають у регіональні *лімфовузли*, потім з них по вивідних судина потрапляє в лімфатичні протоки, а від них – у передню порожнисту вену. Проходячи через лімфовузли, лімфа в них фільтрується, очищається механічно і біологічно за участю клітин

ретикулярної тканини й лімфоцитів та моноцитів. Останні клітини поповнюють склад лімфи, що відтікає від лімфовузлів.

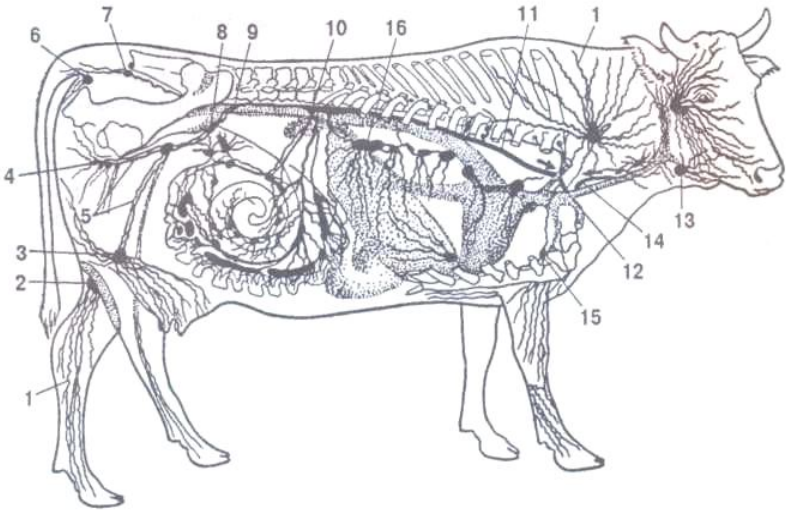


Рис. 72. Схема будови лімфатичної системи корови

1 – приносні лімфатичні судини; 2 – підколінний, 3 – надвименні й 4 – поверхневі пахвинні лімфатичні вузли; 5 – вивідні лімфатичні судини; 6 – лімфатичні вузли ануса; 7 – медіальний крижовий вузол; 8 – медіальні клубові вузли; 9 – поперекові стовбури; 10 – поперекова цистерна; 11 – грудна протока; 12 – впадання грудної протоки в передню порожнисту вену; 13 – лімфатичні вузли голови; 14 – правий лімфатичний стовбур; 15 – краніальний вузол грудної кістки; 16 – середостінні каудальні лімфатичні вузли

Рух лімфи по лімфатичних судинах забезпечується скороченням м'язової оболонки судин, наявністю в їх стінці клапанів, скороченням скелетних м'язів, присисною дією серця і грудної клітки.

Стінка лімфатичних капілярів за будовою подібна до кровоносних капілярів і складається з одного шару ендотеліальних клітин, які не мають базальної мембрани. Лімфокапіляри не знайдені в головному мозку, епідермісі шкіри, склері й кришталику ока, плаценті.

Стінка лімфатичних судин і проток складається з трьох оболонок: зовнішньої – це шар щільної еластичної сполучної тканини, середньої – шар м'язової тканини та внутрішньої – шар ендотеліальних клітин, що утворюють клапани, за допомогою яких лімфа рухається в одному напрямку.

Поперекова цистерна, правий лімфатичний стовбур. Зв'язок лімфатичної системи з кровоносною. Будова лімфатичного вузла. Поверхневі лімфатичні вузли.

Будова лімфатичного вузла. Лімфатичні вузли *(lymphonodi)* – це органи овальної або бобоподібної форми, які розміщуються в різних ділянках тіла і є не лише органами лімфообігу, а й органами кровотворення. Кожний лімфовузол збирає лімфу з певної ділянки тіла, тому їх називають *регіонарними* (ділянковими), а ділянки, звідки збирається лімфа, – *коренем лімфатичного вузла.*

У коней лімфовузли розміщуються групами – пакетами до 40 шт., а загальна кількість їх досягає 8000 шт., у великої рогатої худоби – 300, у свиней – до 200, у собак – 60 шт.

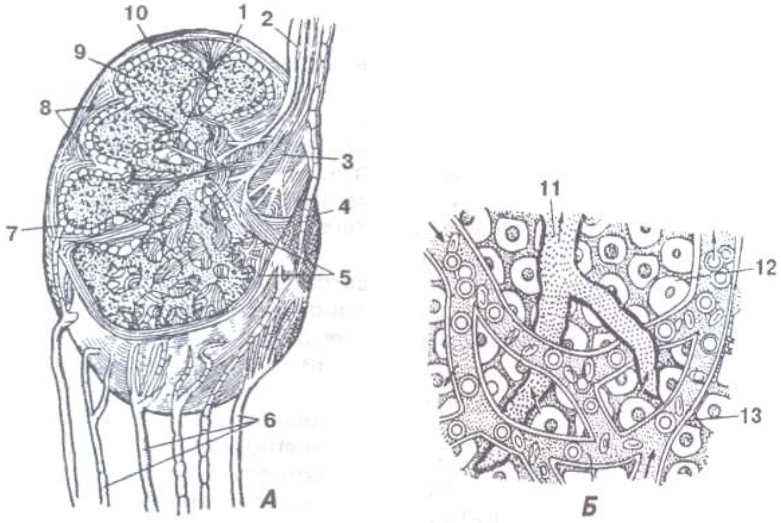


Рис. 73. Схема будови лімфовузла (А) і лімфатичного капіляра (Б)
1 – трабекули; 2 – виносні лімфатичні судини; 3 – ворота вузла; 4 – анастомоз між приносними та виносними судинами; 5 – мозкова речовина; 6 – приносні лімфатичні судини; 7 – капсула вузла; 8 – ретикулярна тканина; 9 – кіркова речовина; 10 – крайовий синус; 11 – лімфатичний капіляр; 12 – тканинна рідина; 13 – кровоносний капіляр

За будовою лімфовузол – це компактний орган, який має строму і паренхіму. ***Стромою*** лімфовузла є капсула з щільної сполучної і гладенької м'язової тканин, яка зовні вкриває лімфовузол, від неї всередину відходять перегородки (трабекули).

*Паренхіма л*імфовузла має кіркову та мозкову речовини, утворені ретикулярною сполучною тканиною. *У кірковій* речовині, яка розміщується під капсулою, розрізняють кортикальну і паракортикальну зони.

Кортикальна зона складається з *лімфатичних фолікулів,* де відбувається розмноження й диференціація лімфоцитів. Центральна частина лімфофолікула – це світлий неактивний центр, де розміщуються молоді клітини — лімфобласти, а також макрофаги і ретикулоцити, тут дозрівають В-лімфоцити, які відповідають за утворення в організмі *гуморального імунітету*.

У ***паракортикальній зоні*** серед клітин В-лімфоцитів і макрофагів осідають тимусзалежні клітини (Т-лімфоцити), які відповідають за утворення в організмі *клітинного імунітету*.

Мозкова речовина утворена м'якушевими шнурами (тяжами) за рахунок скупчення тут лімфоцитів, макрофагів і плазматичних клітин. Щілиноподібні простори між капсулою, перегородками і фолікулами, м'якушевими тяжами заповнюються лімфою і називаються ***синусами***.

Лімфа потрапляє в лімфовузли *приносними судинами*, а виходить *виносними* судинами через ворота вузла (у свиней – навпаки). Проходячи через лімфовузол, лімфа очищується від мікробів, чужорідних частинок і поповнюється лімфоцитами, тому лімфа, яка витікає з лімфовузла за своїм складом відрізняється від лімфи, що притікає до нього.

За ***положенням*** лімфовузли поділяються на *поверхневі й глибокі*; за ***топографією*** – на лімфовузли *голови, шиї, органів порожнин і кінцівок*. Під привушною слинною залозою знаходиться ***привушний лімфатичний вузол***, який збирає лімфу від шкіри, м'язів і кісток мозкового відділу черепа.

Підщелепні й заглоткові лімфовузли знаходяться в міжщелепному просторі і біля глотки, збирають лімфу від органів ротової порожнини та глотки.

Поверхневий шийний лімфовузол знаходиться попереду плечового суглоба й збирає лімфу від шиї, грудної кінцівки та грудної клітки.

Надколінний і підколінний лімфовузли знаходяться в ділянці коліна і збирають лімфу від стінок грудної, черевної і тазової порожнини, гомілки і стопи.

Пахвинні лімфовузли в самців знаходяться обабіч статевого члена і збирають лімфу від статевих органів, а в самок розміщуються над вим'ям і збирають від нього лімфу.

У ***грудній порожнині*** знаходяться дорсальні, *краніальні, середні і каудальні середостінні*; у ***черевній*** і ***тазовій порожнинах*** – *брижові лімфовузли, лімфовузли печінки, селезінки, нирок та інших органів, поперекові, клубові, тазові та крижові*.

Лімфоїдні вузлики утворюються скрізь, де розміщена ретикулярна тканина. Особливо багато її в підслизовій основі стінки травної трубки. У товщі слизової оболонки ротоглотки ці утвори називаються *мигдаликами.* У стінці тонких і товстих кишок такі скупчення ретикулярної тканини й лімфоцитів називаються *солітарними фолікулами та пейєровими бляшками.*

Головні лімфатичні судини. Зібрана з різних ділянок тіла лімфа потрапляє в дві головні лімфатичні судини: грудну протоку з поперековою цистерною і правий лімфатичний стовбур.

Поперекова цистерна (cisterna chili) знаходиться на рівні перших поперекових хребців, і в неї вливаються поперековий, кишковий і черевний лімфатичні стовбури, які збирають лімфу із задньої половини тіла.

Грудна протока (ductus thoracicus) починається з переднього кінця поперекової цистерни, спрямовується краніально, і біля першого ребра в неї впадають дві трахеальних лімфопротоки, після цього вона впадає в краніальну порожнисту вену, інколи в ліву яремну вену. Грудною протокою тече лімфа, зібрана з задньої половини тіла та лівої частини передньої половини тіла тварини.

Від правої частини передньої половини тіла лімфа потрапляє в правий лімфатичний стовбур, який впадає також у передню порожнисту вену.

Основні лімфатичні вузли голови, шиї, кінцівок, грудної, черевної, тазової порожнин.

Нижньощелепний лімфатичний вузол (*lymphonodi mandibulares*) парний, розміщений у просторі між щелепами, поблизу судинної вирізки; його коренем є носова і ротова порожнини. *Глибокі привушні лімфовузли* частково прикриті привушною слинною залозою, містяться вентральніше від виско-во-щелепного суглоба. *Заглотковий центр (lc. retropharyngeum)* об'єднує *медіальний і латеральний заглоткові, ростральні і каудальні під'язикові*; медіальний розміщений дорсальніше від глотки, латеральний — у ділянці крилової ямки атланта. У слизовій

оболонці ротової порожнини містяться *ростральний і каудальний під'язиковий л*імфовузли.

Лімфовузли шиї (lnn. cervicales). До них належать *поверхневий шийний*, який лежить краніодорсально і вище від плечового суглоба, *середні поверхневі шийні й реберно-шийний вузол, глибокі шийні*, що лежать у ділянці входу в грудну порожнину, краніальніше від першого ребра.

Лімфовузли грудної порожнини (lnn. thoracales). *Міжреберні лімфовузли* розміщені в кожному міжреберному просторі біля реберних головок; *аортальні грудні лімфовузли* містяться між аортою і хребцями, *краніальні середні й каудальні середостінні лімфовузли* розміщені біля трахеї в прекардіальному просторі. Крім того є *краніальні, каудальні грудині й діафрагмальні лімфовузли*. З легень лімфу збирають *трахеобронхіальні лімфовузли (праві, ліві й середні),* які лежать у ділянці біфуркації трахеї, і *легеневі лімфовузли*, розміщені біля бронхів. У великої рогатої худоби є великий лімфовузол *серцевої сумки*, який лежить біля дуги аорти.

Лімфовузли черевної порожнини (*lnn. Coeliacum*). До найважливіших із них належать *черевні лімфовузли*, що лежать біля початку черевної артерії; *печінкові (портальний)* – у воротах печінки; *селезінкові* — у воротах селезінки. Особливо багато лімфовузлів у брижі. Це *краніальні брижові лімфовузли*, які лежать біля кореня однойменної артерії, лімфовузли *порожньої*, а також *сліпої* та інших кишок товстого відділу. Крім того, є *шлункові лімфовузли* у ділянці кардії й малої кривини; *лімфовузли підшлункової залози* – біля початку дванадцятипалої кишки; *праві, ліві, краніальні лімфовузли рубця; лімфовузли сітки, книжки (у жуйних), ниркові, краніальні й каудальні брижові, маткові, мошонкові* та ін.

Лімфовузли грудної кінцівки*. Пахвовий лімфовузол* лежить на медіальній поверхні великого круглого м'яза; *пахвовий лімфовузол першого ребра* – розміщується медіально від плечового суглоба; *підлопаткові вузли* – лежать на медіальній поверхні лопатки.

Лімфовузли тазової кінцівки. *Лімфовузли вим'я* (надвим'яні) містяться біля основи вим'я в ділянці молочного дзеркала. Вони збирають лімфу, що відтікає від сосків, соскових синусів і паренхіми вим'я. *Підколінний лімфовузол* міститься під двоголовим м'язом стегна, на голівці литкового м'яза. *Лімфовузол колінної складки* – у складці шкіри, посередині відстані між маклаком і колінною чашкою.

Головні лімфатичні судини. До них належать *грудна і права лімфатична протоки. Грудна протока (ductus thoracicus)* – найбільша лімфатична судина; через неї відтікає 3/4 усієї лімфи. Починається вона в черевній порожнині з поперекової цистерни і закінчується в краніальній порожнистій вені медіальніше від краніального краю першого ребра. Грудна протока має близько 20 клапанів і середню оболонку з добре розвиненою м'язовою тканиною, яка постійно скорочується й проштовхує лімфу в краніальну порожнисту вену. Цьому сприяє й скорочення діафрагми. У *поперекову цистерну (cisterna chyl)*, розміщену у великої рогатої худоби під тілами двох останніх грудних і двох перших поперекових хребців, лімфа надходить з *поперекового і кишкового лімфатичних стовбурів*, а також з інших лімфатичних вивідних судин тулуба. *Кишковий лімфатичний стовбур* приносить у поперекову цистерну лімфу молочного кольору, збагачену на жир у кишечнику. З *лівої половини голови і шиї* лімфа відтікає по двох трахеальних лімфатичних протоках, що впадають у грудну лімфатичну протоку. Від *правої половини голови, шиї,* правої грудної кінцівки лімфа потрапляє в *лімфатичну праву протоку*, яка впадає біля першого ребра в передню порожнисту вену.

Органи кровотворення та імунного захисту. Характеристика і значення органів кровотворення і імунного захисту. Будова червоного кісткового мозку, тимусу, селезінки. Вікові особливості органів кровотворення.

Більшість зрілих клітин крові – це високоспеціалізовані, не здатні до розмноження клітини, які мають короткий період життя. Тому в організмі відбувається постійне кровотворення – *гемопоез* у кровотворних органах. На зміну загиблих, зруйнованих клітин із кровотворних органів у кров'яне русло надходять нові життєздатні клітини крові.

До органів кровотворення та імунного захисту у дорослої тварини належать: *червоний кістковий мозок, селезінка, лімфовузли й тимус*. А також мигдалики глотки, солітарні фолікули та пейєрові бляшки кишок.

В *ембріональний період розвитку організму* основним органом кровотворення є *печінка.*

Червоний кістковий мозок і тимус належать до центральних, інші – до периферичних органів кровотворення та імунного захисту.

Червоний кістковий мозок *(medulla ossium rubra)* це основний кровотворний орган, в якому утворюються еритроцити, гранулоцити,

моноцити, кров'яні пластинки і попередники лімфоцитів. Розміщується він у порожнинах і губчастій речовині трубчастих, плоских кісток та в хребцях. У порожнинах трубчастих кісток з віком він перероджується в жовтий кістковий мозок.

Основою червоного кісткового мозку є ретикулярна тканина, пронизана значною кількістю синусоїдних капілярів. У проміжках між клітинами ретикулярної тканини й навколо синусоїдних капілярів знаходяться острівці клітин крові на різних стадіях свого розвитку. Майже всі клітини крові розвиваються з одного виду недиференційованих, так званих *стовбурних клітин*. Ці клітини містять повну генетичну інформацію, що перебуває в них у пригніченому стані. Під час активації певних генів стовбурна клітина диференціюється у відповідному напрямі гемопоезу. Регуляція гемопоезу здійснюється нейрогуморальною системою організму тварини.

Тимус (thymus) – центральний орган імунного захисту організму тварини. У ньому розвиваються популяції *Т-лімфоцитів*, які мають важливе значення в становленні як клітинного, так і гуморального імунітету. Крім того, в тимусі виробляються *гормони* (*тимозин* та ін.), які сприяють дозріванню *В-* і *Т-*лімфоцитів і регулюють вуглеводний, кальцієвий обміни, процеси росту.

Тимус добре розвинений у молодих тварин і складається з двох частин: парної у ділянці шиї і непарної – у грудній порожнині.

За будовою тимус є компактним органом. Стромою є сполучнотканинна капсула, яка вкриває тимус зовні, і перегородки, що заходять у середину нього від капсули. Паренхіма складається з *епітеліоретикулоцитів,* які формують кіркову та мозкову речовини. У кірковій речовині молоді недиференційовані клітини – лімфобласти, які надійшли сюди з червоного кісткового мозку, під впливом гормону тирозину розмножуються і перетворюються на *Т-*лімфоцити. З кров'ю ці *Т-*лімфоцити мігрують у периферичні кровотворні органи, де дозрівають до імунокомплектних клітин. У мозковій речовині відбувається накопичення *Т-*лімфоцитів, а також зустрічаються тільця Гассаля – кулясті структури, утворені плоскими епітеліальними клітинами.

Селезінка (lien) – це паренхіматозний орган, що міститься в черевній порожнині: у жуйних – на рубці зліва, у нежуйних – на великій кривизні шлунка. Форма селезінки в різних видів тварин неоднакова. У коня селезінка має серпоподібну форму, м'яку

консистенцію і синьо-червоне забарвлення, поділяється на верхній, передній і задній краї.

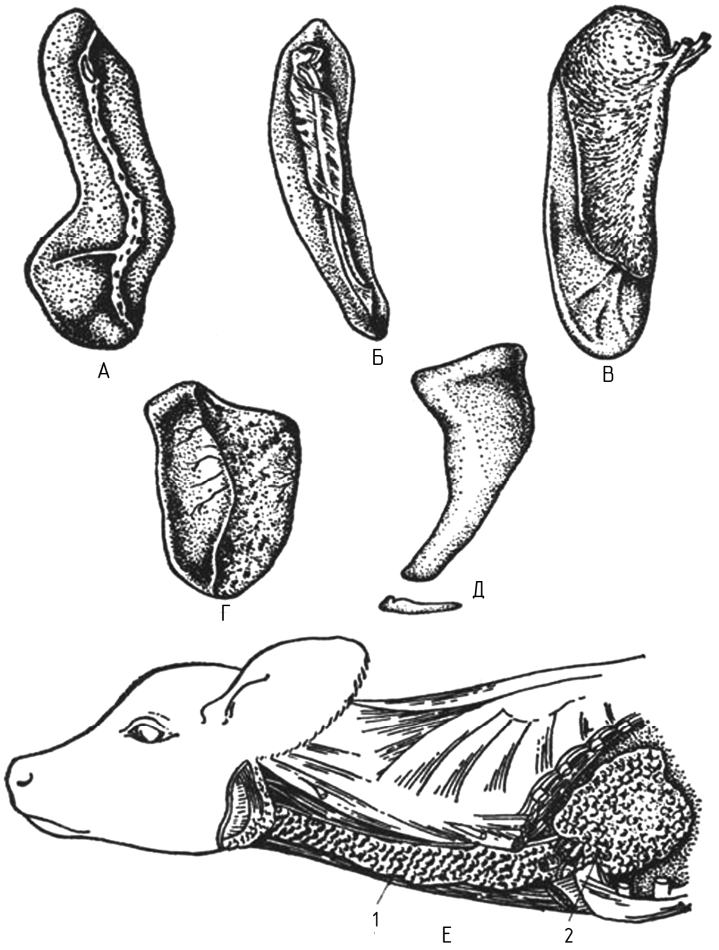


Рис. 74. Селезінка і тимус:
А – селезінка собаки, Б – свині, В – корови, Г – вівці, Д – коня;
Е – тимус теляти; 1 – ліва шийна частка; 2 – грудна частка

Зовні селезінка вкрита серозною оболонкою сполучнотканинною капсулою, яка містить у своєму складі клітини гладенької м'язової тканини. Всередину від капсули відходять тяжі — перегородки, які разом з капсулою формують опорно-скорочувальну основу селезінки. Перегородки поділяють селезінку на окремі часточки, заповнені червоною й білою пульпами, основу яких становить ретикулярна тканина.

Біла пульпа складається з фолікулів, які, на відміну від фолікулів лімфовузлів, мають на периферії ексцентрично розміщену центральну артерію. У фолікулах селезінки відбувається розмножування й диференціація лімфоцитів, перетворення їх на різні типи *Т*- і *В*-лімфоцитів.

Червона пульпа складається з ретикулярної тканини, синусоїдних капілярів та скупчень клітин крові. Тут за допомогою макрофагів відмерлі еритроцити фагоцитуються.

Селезінка виконує в організмі такі функції:

- бере участь в обміні речовин;
- кровотворенні;
- гемолізі;
- очищенні крові (видаляє зруйновані еритроцити та інші сторонні частинки);
- виконує імунобіологічну функцію (виробляє анититіла);
- депо крові.



Питання для самоконтролю

1. Які оболонки є в серці?
2. Що таке перікард?
3. Які клапани є в серці?
4. Яка топографія серця?
5. Які є кола кровообігу?
6. Яка особливість кровообігу у плода?
7. Які є види кровоносних судин?
8. Які оболонки утворюють стінку артерій, вен, капілярів?
9. Яка будова і топографія селезінки?
10. Яка будова і топографія лімфатичних вузлів?
11. Яка будова і топографія тимуса?
12. Які вікові особливості органів кровотворення?

2.11. НЕРВОВА СИСТЕМА ТА ОРГАНИ ЧУТТІВ

Нервова система: поділяється на центральну, периферичну і вегетативну, її функції.

Нервова система є однією з найважливіших інтегрувальних систем в організмі, що зумовлює його єдність і цілісність, а також тісний зв'язок із довкіллям.

Нервова система – дуже складна і важлива для організму структура, яка постійно є об'єктом впливу внутрішніх і зовнішніх умов, у яких перебуває організм. Адаптація організму до зміни умов існування відбувається в першу чергу за участю нервової системи.

У житті кожної тварини найважливішими функціями організму є рух і обмін речовин. Ці функції дуже тісно пов'язані між собою. Для забезпечення активного руху необхідне посилення обміну речовин, і навпаки, посилення обміну речовин спричиняє збільшення виділення енергії. Обмін речовин відбувається за участю різних апаратів органів травлення, дихання, сечостатевого, а також серцево-судинних та ендокринних. Рухові процеси забезпечуються різними групами м'язів. Робота всіх цих органів, їх систем і апаратів дуже чітко скоординована в самому організмі. Така координація цілком належить нервовій системі, вся діяльність якої побудована за принципом зворотного зв'язку.

Сучасна кібернетика показала спільність цього принципу для управління й координації процесів, що відбуваються як в автоматичних пристроях, так і в живих організмах. З цієї точки зору в нервовій системі розрізняють зв'язок робочого органа з нервовими центрами, так звану "зворотну аферентацію", яка є своєрідною доповіддю центру про виконання наказу на периферії.

Без механізмів зворотного зв'язку живі організми не змогли б раціонально пристосовуватись до умов навколишнього середовища. Таким чином, крім відкритої системи слід мати на увазі й замкнуті рефлекторні дуги, по яких забезпечується зворотний зв'язок робочого органа із центрами нервової системи і які об'єднують рефлекторну координацію всієї її діяльності.

Нервова система поділяється на ***центральну і периферичну,*** а також на ***соматичну й автономну, або вегетативну***. До *центральної* нервової системи належить *головний і спинний* мозок, а до *периферичної* – усі *спинномозкові, черепно-мозкові вузли та нерви*, а також в*узли*

автономної системи. *Автономна нервова система* поділяється на *симпатичну (судинну) і парасимпатичну (вісцеральну) частини*. *Парасимпатична* частина автономної нервової системи пов'язана з внутрішніми подразниками і діє на м'язові елементи та залозисту епітеліальну тканину внутрішніх органів. *Симпатична* нервова система також пов'язана з внутрішніми подразниками, але діє на серцево-судинну систему, яка забезпечує обмін речовин у всіх органах.

Під час вивчення нервової системи слід мати на увазі й те, що регулювальну й координуючу роботу всіх органів і систем організму нервова система робить за активної участі таких важливих органів, як ендокринні залози. Гормони гіпофіза, надниркових та інших залоз впливають на процеси росту, обміну речовин і саму нервову систему.

Будова і розміщення спинного мозку, його оболонок.

Спинний мозок – це тяж, що простягається від стовбура головного мозку до поперекового відділу. Цей дещо сплюснутий циліндр внизу стоншується до кінцевої нитки. За допомогою спинномозкових нервів спинний мозок зв'язаний із тканинами та органами тіла, завдяки чому передає інформацію про стан внутрішнього та зовнішнього середовищ до головного мозку і в зворотному напрямку.

Спинний мозок складається з двох речовин. Усередині є ***сіра речовина,*** утворена тілами нейронів, яка має вигляд букви "Н" безмієліновими аксонами і кровоносними судинами. Вона містить тіла рухових нейронів, які контролюють свідомі та підсвідомі рухи, а також функції внутрішніх органів, і центри безумовних рефлексів, які здійснюються автоматично й несвідомо. Зовнішня – ***біла речовина,*** утворена трактами аксонів, вкритих мієліном, які здійснюють двосторонні зв'язки між головним і спинним мозком. Вона утворює три пари канатиків: дорсальні, вентральні і латеральні. Нервові волокна білої речовини утворюють провідні шляхи: висхідні – в дорсальних канатиках, нисхідні – у вентральних, у бічних – висхідні і нисхідні (дод., рис. 110) .

За місцем відгалуження від спинного мозку спинномозкових нервів на ньому розрізняють *шийний, грудний, поперековий, крижовий та хвостовий відділи*.

Спинний мозок зовні оточений трьома оболонками: **твердою, павутинною, м'якою.** Це сполучнотканинні утвори, які виконують захисну функцію.

Тверда оболонка – вкриває спинний мозок зовні, побудована з щільної сполучної тканини, з внутрішньої поверхні вкрита епітелієм.

Під твердою оболонкою розміщена **павутина.** Дуже тонка, ніжна, вкрита ендотелієм. Від твердої оболонки відокремлюється підтвердооболонковою порожниною, а від **м'якої оболонки** підпавутинною порожниною. Обидві підоболонкові порожнини спинного мозку сполучаються з однойменними порожнинами головного мозку, в них знаходиться спинномозкова рідина (ліквор). Павутинна оболонка сполучається з твердою оболонкою судинами, нервами, зубоподібними зв'язками м'якої оболонки.

М'яка (судинна) оболонка спинного мозку, вкриваючи мозок міцно зростається з ним, проникає разом з кровоносними судинами в речовину мозку. З боку підпавутинної порожнини оболонка вкрита ендотелієм.

Будова головного мозку. Оболонки головного мозку.

Головний мозок, як і спинний, вкритий трьома оболонками: ***твердою, павутинною і м'якою.*** Між твердою і павутинною оболонками розміщена підтвердооболонкова порожнина, а між павутинною і м'якою – підпавутинна (субарахноїдальна) порожнина. Вони заповнені спинномозковою рідиною (ліквором) (дод., рис. 75).

Тверда оболонка головного мозку вкриває мозок зовні. Вона зростається з окістям кісток мозкового відділу черепа. Тому надтвердооболонкової порожнини немає. Між окістям і твердою мозковою оболонкою залягають вени, які утворюють дві системи венозних пазух – дорсальну і вентральну.

Тверда мозкова оболонка формує дві складки: серп мозку та мозочковий перетинчастий намет.

Павутинна оболонка головного мозку на закрутках мозку міцно зростається з м'якою оболонкою. Підпавутинна порожнина залишається лише в щілинах і борознах між закрутками і на базальній поверхні мозку, де утворює розширення – вентральні цистерни довгастого мозку, цистерну моста, черв'яка та ін. Від павутинної оболонки вздовж серпа відходять у підтвердооболонкову порожнину ворсинки, які мають форму вузликів, пахіонові гранули. Пахіонові гранули вростають у стрілову пазуху і посилюють відтікання спинномозкової рідини у вени.

М'яка, або судинна, оболонка головного мозку дуже міцно зростається з мозком. Вона заходить у всі щілини та заглиблення і разом із судинами проникає в мозкову речовину. Входячи в порожнини мозку (шлуночки), в яких закладені судинні сплетення, вона бере участь в утворенні судинної основи.

Спинномозкова рідина заповнює підтвердооболонкову й підпавутинну порожнини головного і спинного мозку і через парні отвори (каудально від бічних ніжок мозочка і непарний отвір з'єднується з порожнинами шлуночків і каналів мозку. Спинномозкова рідина (ліквор) утворюється епендимоцитами і клітинами судинних сплетень мозку. У підпавутинній порожнині вона тече в бік головного мозку (краніально), а в центральному каналі спинного мозку – каудально. Відтікання ліквору відбувається у венозну і лімфатичну системи.

Будова головного мозку.

Головний мозок *(encéphalon)* глибокою поперечною щілиною поділяється на великий і ромбоподібний. Великий мозок складається з кінцевого, проміжного і середнього.

Кінцевий мозок *(telencephalon)* складається з двох півкуль великого мозку, розділених між собою поздовжньою щілиною і з'єднаних мозолистим тілом.

У кожній півкулі розрізняють кору великих півкуль, плащ, нюховий мозок, боковий мозковий шлуночок і підкіркові ядра.

До нюхового мозку належать нюхові цибулини, тракти, трикутники, грушоподібні частки, амонові роги та смугасті тіла. У нюхових цибулинах містяться первинні нюхові нервові центри, де закінчуються нюхові нерви. Від них відходять нюхові тракти – провідні нервові шляхи. Між трактами розміщені нюхові трикутники. Грушоподібні частки і нюхові трикутники є провідними нюховими центрами; амонові роги, як проміжні центри, зв'язують нюховий мозок з корою півкуль великого мозку. Смугасте тіло є вищим підкірковим руховим центром. *Плащ* обмежує бокові шлуночки мозку, зовнішній шар його складається з сірої мозкової речовини і називається ***корою великих півкуль*** головного мозку. Кора складається зі скупчень нейронів, які становлять вищі центри нервової діяльності. Поверхня кори має звивини, борозни й щілини. Біла мозкова речовина міститься під корою і складається з нервових волокон, які є провідними шляхами, що з'єднують різні ділянки ЦНС.

Частина білої речовини, яка з'єднує праву й ліву півкулі, називається мозолистим тілом. На плащі виділяють лобну, тім'яну, скроневу, потиличну та нюхову частки.

Кора великих півкуль побудована з *шести шарів нейронів:* молекулярного, зовнішнього зернистого, пірамідного, внутрішнього зернистого, гангліонарного і шару поліморфних клітин.

У корі розміщені вищі центри нервової діяльності, центри всіх органів чуттів і рухові центри всіх органів тіла. З функцією кори мозку пов'язане пристосування тварин до змін зовнішнього середовища, а в людини, крім того, вона бере участь у мисленні й мовленні.

Проміжний мозок *(diencephalon)* складається з ***таламуса*** (зорові горби), навколо якого розміщений третій мозковий шлуночок, що з'єднується з боковими шлуночками великих півкуль і четвертим мозковим шлуночком; ***епіталамуса***, що містить ***епіфіз,*** парний вузол вуздечки і судинну покришку третього шлуночка; ***гіпоталамуса***, але містить гіпофіз, сірий горб, соскоподібне тіло.

Біла мозкова речовина в ***таламусі*** розміщена зовні, а ***сіра*** – внутрішньо у вигляді численних ядер, які є перемикальними ланцюгами від нижчерозташованих відділів на кору великих півкуль і зв'язані майже з усіма аналізаторами. У нижній частині проміжного мозку знаходиться перехрестя зорових нервів – хіазма, від якого розпочинаються зорові тракти, що оточують таламус і заходять у його ядра. Епіфіз і гіпофіз є центральними залозами внутрішньої секреції.

Біла мозкова речовина в ***гіпоталамусі*** також розміщена зовні і утворює низхідні та висхідні провідні нервові шляхи. ***Сіра мозкова речовина*** знаходиться всередині і складається з чисельних ядер, які є підкірковими вегетативними центрами (центри дихання, крово- та лімфообігу, терморегуляції, статевих функцій тощо). З проміжним мозком зв'язаний зоровий нерв (II пара).

Середній мозок *(mesencephalon)* лежить між проміжним і довгастим мозком. До його складу входять чотиригорбкове тіло, ніжки великого мозку та мозковий водопровід.

Чотиригорбкове тіло утворює покрив середнього мозку і складається з пари передніх горбків, де знаходяться підкіркові центри ***зорового аналізатора***, та пари задніх горбків, де розміщені підкіркові центри ***слухового аналізатора***.

Ніжки великого мозку утворюють дно середнього мозку і складаються з нервових волокон, які є провідними шляхами між корою великих півкуль і ромбоподібним та спинним мозком.

Між чотиригорбковим тілом і ніжками великого мозку проходить ***мозковий водопровід***, який з'єднує четвертий мозковий шлуночок з третім. Мозковий водопровід оточує речовина ретикулярної формації.

У середньому мозку біла мозкова речовина розміщена зовні і утворює провідні шляхи, а сіра — всередині у вигляді нервових ядер. Від ніжок великого мозку відходить окоруховий нерв (III пара).

***Ромбоподібний* мозок** *(rhombencephalon)* – це задня частина головного мозку, складається із заднього та довгастого мозку.

Задній мозок *(metencephalon)* складається з мозочка, четвертого мозкового шлуночка й мозкового моста.

Мозочок *(cerebellum)* знаходиться над мостом, четвертим мозковим шлуночком і довгастим мозком, складається з двох півкуль, між якими міститься черв'ячок. На поверхні півкуль мозочка багато борозен і звивин. З іншими утворами головного мозку мозочок сполучений трьома парами ніжок.

Сіра мозкова речовина мозочка знаходиться на поверхні і становить його кору. У корі мозочка розміщені три шари нейронів: молекулярний, гангліонарний і зернистий. Вони складають ***нервові центри рівноваги, м'язового тонусу і координації вільних рухів***. Біла речовина лежить під сірою і складається з відростків нейронів, розміщених у вигляді гілок дерева, тому її називають "деревом життя".

Мозковий міст *(pons cerebri)* складається з нервових волокон, які є низхідними і висхідними провідними шляхами, що з'єднують головний мозок із спинним, і окремі відділи головного мозку між собою. У мосту розміщена група нервових ядер, від якої починається трійчастий нерв (V пара).

Довгастий мозок *(medulla oblongata)* – це задня частина головного мозку, яка переходить у спинний мозок. Дорсальна поверхня його має заглиблення – ромбоподібну ямку, яка є дном четвертого мозкового шлуночка. З боків ромбоподібну ямку обмежують задні ніжки мозочка, або мотузкові тіла. Між цими ніжками й мозочком натягнутий задній мозковий парус.

Сіра мозкова речовина довгастого мозку містить ***нервові центри*** черепно-мозкових нервів з шостої до дванадцятої пари, центри дихання, судинно-руховий, серцевої діяльності, потовиділення, жування, ковтання, ссання, виділення травних соків, чхання, кашляння, моргання, сльозовиділення, блювання.

Серед скупчень сірої речовини залягає сітчастий утвір – ретикулярна формація, за допомогою якої здійснюється активізуюча дія на кору великих півкуль, контролюється рефлекторна діяльність спинного мозку.

Біла мозкова речовина довгастого мозку складається з нервових волокон, які є провідними шляхами з'єднання головного мозку зі спинним, і навпаки.

Периферична нервова система. Будова нерва. Спинномозкові ганглії, вегетативні ганглії. Спинномозкові нерви, принцип їх формування. Шийні, грудні, поперекові, крижові, хвостові нерви.

Периферична нервова система складається з нервів черепномозкових, спинномозкових та вегетативних (автономних), спинномозкових гангліїв, а також з нервових закінчень в органах і тканинах організму.

Будова нерва.

Нерв *(nervus)* – це сукупність нервових волокон, оточених оболонками, що з'єднують ЦНС з органами та частинами організму. Нерви мають вигляд білих тяжів різної товщини.

Нервові волокна в нерві оточені тонкою сполучнотканинною оболонкою – ***ендонервієм***, пучки нервових волоком оточені пухкою сполучною тканиною і судинами, що тут проходять, – ***періневрієм***, а весь нерв зовні оточений щільною сполучною тканиною – ***епіневрієм***.

За виконуваними функціями нерви поділяють на ***чутливі, рухові та змішані***. Переважна більшість нервів у тілі тварин змішані.

У розподіленні нервів спостерігаються такі закономірності:

- усі нерви парні і розміщуються сегментарно, відповідно до сегментарності тіла тварини;
- нерви йдуть до органів найкоротшим шляхом у складі судинно-нервових пучків;
- нерви, як судини, утворюють сплетення, але на відміну від судин нерви та їх гілки обмінюються нервовими волокнами, які між собою не з'єднуються.

Спинномозкові ганглії – нервові вузли овальної форми, розміщені обабіч спинного мозку на дорсальних корінцях спинномозкових нервів і навколо головного мозку на чутливих черепномозкових нервах. ***Ганглії*** – це скупчення тіл чутливих нейронів, оточених зовні сполучнотканинною капсулою. ***Дендрити*** цих нейронів ідуть на периферію в складі спинномозкового нерва і проводять збудження від рецепторів стінок тіла, шкіри, кінцівок та внутрішніх органів, а їх ***аксони*** в складі дорсального корінця спинномозкового нерва заходять у спинний мозок.

Крім спинномозкових гангліїв, в організмі є ще вегетативні (парасимпатичні і симпатичні) нервові ганглії (вузли), серед яких виділяють ***екстрамуральні та інтрамуральні***. До складу *вегетативних гангліїв* входять чутливі, рухові та асоціативні нейрони, тому рефлекторна дуга може замкнутися на рівні цих нейронів.

Симпатичні ганглії – скупчення тіл нейронів у нервах і нервових сплетеннях симпатичної нервової системи. Серед них розрізняють передвертебральні (передхребтові) та вертебральні ганглії.

Парасимпатичні ганглії – це скупчення нейронів у нервах та нервових сплетеннях парасимпатичної нервової системи. Ці ганглії розміщені здебільшого в стінках внутрішніх органів, тобто належать до ***інтрамуральних гангліїв***. Тільки в ділянці голови вони знаходяться за межами органів і називаються ***екстрамуральними***.

Спинномозкові **нерви** *(nervi spinales)* – це парні нерви, що відходять від кожного сегмента спинного мозку крізь міжхребцеві отвори. За розміщенням поділяються на *шийні, грудні, поперекові, крижові й хвостові*. Кожний спинномозковий нерв утворюється з'єднанням двох корінців: дорсального (чутливого) і вентрального (рухового), тому за функцією всі спинномозкові нерви є змішаними. Кількість спинномозкових нервів відповідає кількості кісткових сегментів у хребті, за винятком шиї, де є не сім, а вісім пар нервів, і на хвості – п'ять–шість пар.

Дорсальний корінець нерва утворюється аксонами чутливих нейронів, розміщених у спинномозковому ганглії.

Вентральний корінець нерва утворюється аксонами моторних нейронів, які розміщені в вентральних стовпах (рогах) сірої мозкової речовини спинного мозку.

У ***грудно-поперековому відділі*** спинного мозку до складу вентральних корінців починають входити симпатичні нервові волокна вегетативного відділу нервової системи.

Після виходу з хребтового каналу крізь міжхребцеві отвори кожний спинномозковий нерв поділяється на такі основні гілки: дорсальну, вентральну та зворотну. Кожна з цих гілок, у свою чергу, поділяється на латеральну й медіальну гілки**.**

Дорсальні гілки іннервують шкіру і дорсальну групу м'язів хребта, а вентральні — шкіру та вентральну групу м'язів шиї, грудної клітки та черева.

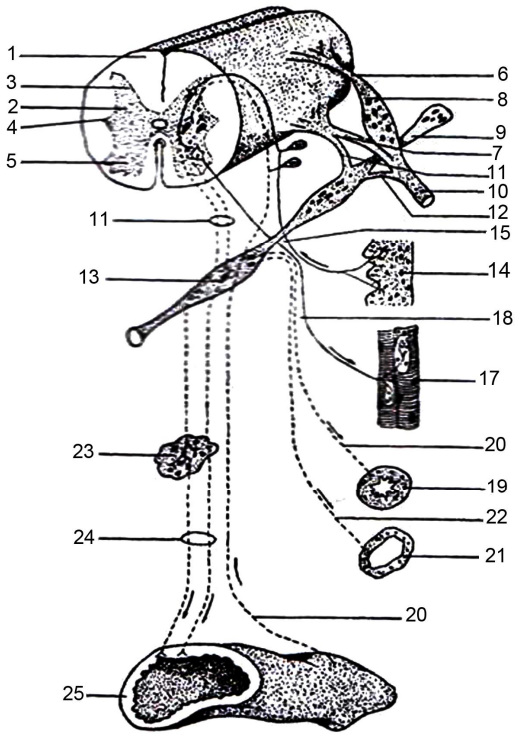


Рис. 76. Схема розгалуження нервів, що відходять від спинного мозку:
1– біла речовина спинного мозку: 2 – сіра речовина спинного мозку: 3 – дорсальні роги: 4 – бокові роги 5 – вентральні роги; 6 – дорсальні чутливі корінці; 7 – вентральні рухові корінці; 8 – спинномозковий вузол у дорсальних корінцях з нервовими клітинами; 9 – пограничний симпатичний стовбур; 10 – спинномозкові нерви; 11 – передвузлові білі сполучні гілки; 12 – завузлові сірі сполучні гілки; 13 – хребтові вузли симпатичного стовбура; 14 – шкіра; 15 – чутливі, або рецепторні, волокна від шкіри; 16 – чутливі волокна від внутрішніх органів; 17 – поперечносмугасті м'язи; 18 – моторні або ефекторні, волокна до поперечносмугастих м'язів; 19 – гладенькі м'язи судин; 20 – нервові волокна до гладеньких м'язів судин; 21 – шкірні залози; 22 – секреторні нервові волокна; 23 – передхребетний вузол; 24 – завузлові волокна; 25 – нутрощі (кишки та інші внутрішні органи)

Зворотні гілки іннервують мозкові оболонки спинного мозку.

До всіх спинномозкових нервів підходять постгангліонарні симпатичні нервові волокна від гангліїв симпатичного стовбура в складі сірих сполучних гілок. Грудні та перші поперекові спинномозкові нерви зв'язані з симпатичним стовбуром білими сполучними гілками, в яких проходять передгангліонарні симпатичні та чутливі нервові волокна.

Шийні нерви *(nervi cervicales)* – це вісім пар спинномозкових нервів, які відходять від шийного відділу спинного мозку. Перша пара нервів відходить попереду першого (атланта), а восьма пара – позаду сьомого шийного хребця. Дорсальні гілки цих нервів іннервують шкіру і дорсальні м'язи шиї, вентральні гілки – шкіру та вентральні м'язи шиї. Зі сплетень вентральних гілок V, VI і VII пар шийних нервів утворюється діафрагмальний нерв, що іннервує діафрагму. Вентральні гілки трьох останніх шийних нервів беруть участь у формуванні плечового сплетення.

Грудні нерви *(nervi thoracales)* – це парні нерви, які відходять від грудного відділу спинного мозку, їх кількість відповідає кількості грудних сегментів. Кожний нерв зв'язаний із симпатичним стовбуром білою та сірою сполучними гілками. Дорсальні гілки грудних нервів іннервують шкіру та дорсальні м'язи хребта, а вентральні гілки – міжреберні нерви – іннервують стінку грудної клітки. Вони супроводжують однойменні судини в судинних жолобах ребер. Вентральні гілки I і II пар грудних нервів входять до складу плечового сплетення.

Поперекові нерви *(nervi lumbales)* – це парні нерви, які відходять від поперекового відділу спинного мозку. Їх кількість відповідає числу поперекових хребців. Від перших двох-чотирьох нервів відходить біла з'єднувальна гілка до симпатичного стовбура, але до всіх поперекових нервів від цього стовбура підходять сірі з'єднувальні гілки. Дорсальні гілки цих нервів іннервують шкіру та м'язи – розгиначі попереку, а вентральні гілки утворюють поперекове нервове сплетіння.

Крижові нерви *(nervi sacrales)* – це парні нерви, які відходять від крижового відділу спинного мозку. Вони приєднують сірі сполучні гілки симпатичного стовбура й діляться на дорсальні та вентральні гілки. Дорсальні гілки іннервують шкіру сідничної ділянки, а вентральні – формують крижове нервове сплетення.

Хвостові нерви *(nervi caudales)* – ще п'ять–шість пар нервів, що відходять від заднього кінця спинного мозку та іннервують шкіру і м'язи хвоста. До них підходять сірі з'єднувальні гілки від симпатичного стовбура. Їх дорсальні гілки утворюють дорсальне хвостове нервове сплетення, а вентральні гілки – вентральне.

Плечове нервове сплетення (*plexus brachialis)* розміщується на медіальній поверхні лопатки та плечового суглоба, утворюється переплетенням нервових волокон вентральних гілок трьох останніх шийних і перших двох грудних спинномозкових нервів.

Від нього відходить дев'ять нервів для іннервації грудних кінцівок:

- ***передлопатковий*** *(n. suprascapularis)* – іннервує м'язи розгиначів і абдукторів плечового суглоба та власне плечовий суглоб;
- ***підлопатковий*** *(n. subscapularis)* – іннервує м'язи аддукторів плечового суглоба, лопатки і плечового суглоба;
- ***паховий*** *(n. axillaris)* – іннервує м'язи згиначів плечового суглоба, шкіри плеча і передпліччя;
- ***променевий*** *(n. radialis)* – іннервує м'язи розгиначів ліктьового, зап'ястного та пальцьових суглобів, шкіри, передпліччя і ліктьового суглоба;
- ***м'язово-шкірний*** *(n. musculocutaneus)* – іннервує м'язи згиначів ліктьового суглоба, шкіри передпліччя;
- ***ліктьовий*** *(n. ulnaris)* – іннервує м'язи зап'ястного і пальцьових суглобів, плечової й ліктьової кістки, шкіри передпліччя;
- ***серединний*** *(n. medialis)* – основний чутливий нерв кінцівки, в ділянці кисті розгалужується на ***медіальний*** і ***латеральний*** пальмарні нерви, які віддають пальмарні пальцьові нерви. Останні іннервують шкіру копит (ратиць), кістки і зв'язки кісток пальців;
- ***грудні краніальний і каудальний*** *(nn. pectorales)* – іннервують м'язи плечового поясу.

Поперекове нервове сплетення *(plexus lumbalis)* утворюється переплетенням нервових волокон вентральних гілок поперекових спинномозкових нервів. Від цього сплетення відходять шість пар нервів у коней і великої рогатої худоби та сім пар нервів – у свиней:

- ***клубово-підчеревний*** *(n. iliohypogastricus)* – іннервує шкіру і м'язи черевної стінки;
- ***клубово-пахвинний*** *(n. ilioinguinalis)* – іннервує шкіру, м'язи черевної стінки та вим'я;
- ***статево-стегновий*** *(n. genitofemoralis)* – іннервує вим'я та шкіру стегна;
- ***латеральний шкірний нерв стегна*** – іннервує великий поперековий м'яз і шкіру стегна та колінного суглоба;
- ***стегновий*** *(femoralis)* – іннервує клубовий і чотириголовий м'язи задньої кінцівки. Його гілка – прихований нерв – розгалужується в шкірі гомілки й стопи;
- ***затульний*** *(n. obturatorius)* – іннервує затульні м'язи і аддуктори кульшового суглоба.

Крижове нервове сплетення *(plexus sacralis)* утворюється переплетенням нервових волокон вентральних гілок крижових спинномозкових нервів.

Від нього відходять шість основних нервів:

- ***краніальний та каудальний сідничні*** *(nn. gluteus cranialis et caudalis)* – іннервують сідничні м'язи і двоголовий м'яз стегна;
- ***каудальний шкірний нерв стегна*** *(n. cutaneus femoris caudalis)* – іннервує шкіру стегна і двоголовий та напівсухожильний м'язи стегна;
- ***сідничний*** *(n. ischiadicus)* – іннервує м'язи кульшового суглоба і поділяється на великогомілковий та малогомілковий нерви;
- ***великогомілковий*** *(n. tibialis)* – іннервує м'язи розгиначів кульшового суглоба, підколінний м'яз, розгинач заплеснового суглоба та згиначів суглобів пальців, а також шкіру, копита (ратиці), кістки, зв'язки пальців;
- ***малогомілковий*** *(n. fibularis)* – іннервує м'язи згиначів заплеснового суглоба, розгиначів суглобів пальців, а також шкіри, кістки, зв'язки тазової кінцівки;
- ***соромітний*** *(n. pudendus)* – у самців іннервує пеніс, а в самок – клітор і статеві губи.

Крім цих нервів від цього сплетення відходять ще інші нерви (прямокишкові каудальні для іннервації прямої кишки, ануса).

Черепномозкові нерви. Черепномозкові нерви в кількості 12 пар відходять від основи головного мозку. Усі ці нерви, крім X пари, іннервують органи голови та шиї. За функціями вони поділяються на чутливі (I, II і VIII пари), рухові (III, IV, VI, XI і XII пари) і змішані (V, VII, IX і X пари).

I пара – нюховий нерв *(n. olfactorius)* – чутливий, проходить крізь отвори решітчастої кістки і з'єднує порожнину носа з нюховими цибулинами.

II пара – зоровий нерв *(n. opticus)* – чутливий, проходить крізь зоровий отвір у черепну порожнину і входить у зорові горбки чотиригорбкового тіла середнього мозку. Проводить зорові сигнали від сітківки ока до мозку.

III пара – окоруховий нерв *(n. oculomotorius)* – руховий, виходить із ніжок великого мозку і крізь очноямкову щілину проникає в очну ямку, де розгалужується в прямих і косих м'язах ока, м'язах повік.

IV пара – блоковий нерв *(h. trochlearis)* – руховий, виходить з черепної порожнини крізь очноямкову щілину і розгалужується в дорсальному косому м'язі ока.

V пара – трійчастий нерв *(n. trigeminus)* – змішаний, утворений чутливими та руховими аксонами нейронів, що утворюють три нерви (гілки): очну, верхньощелепну і нижньощелепну. *Очний нерв* – чутливий – іннервує слизову оболонку носа, шкіру лоба, скроні та повік. *Верхньощелепний нерв* – чутливий – іннервує шкіру верхньої щелепи, слизову носової порожнини, піднебіння, верхньої губи, нижнє повіко. *Нижньощелепний нерв* – змішаний; чутливі гілки іннервують нижню щелепу, слизову оболонку ротової порожнини, язик та його сосочки, нижню губу, щоки; рухові гілки розгалужуються у жувальних м'язах.

VI пара – *відвідний нерв* *(n. abducens)* – руховий, проникає крізь очноямкову щілину іннервує бокові м'язи ока.

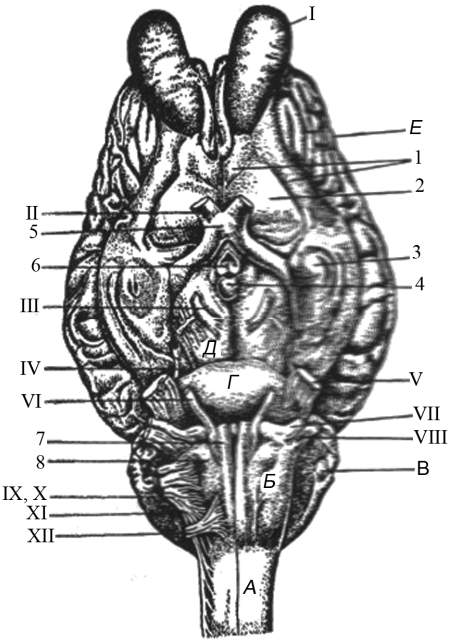


Рис. 77. Нижня поверхня головного мозку:

А – частина спинного мозку, Б – довгастий мозок; В – мозочок; Г – вароліїв міст; Д – середній мозок (ніжки великого мозку); Е – півкулі переднього мозку; 1 – нюхові тракти; 2 – нюховий трикутник; 3 – грушоподібна частка; 4 – соскоподібне тіло; 5 – перехрестя зорових нервів; 6 – лійка гіпофіза (гіпофіз видалений); 7 – піраміди; 8 – лицьовий горбок; I – нюхова цибулина і нерв; II – зоровий нерв; III – окоруховий нерв; IV – блоковий нерв; V – трійчастий нерв: ; VI – відвідний нерв; VII – лицьовий нерв; VIII – слуховий нерв; IX – язикоглотковий нерв; X – блукаючий нерв; XI – додатковий нерв; XII – під'язиковий нерв

VII пара – лицьовий нерв *(n. facialis)* – змішаний, включає чутливі, рухові та вегетативні нервові волокна, іннервує м'язи і шкіру губ, щік, носа, повік, вушної раковини, а також смакові сосочки язика та слинні залози.

VIII пара – рівновагослуховий нерв *(n. statoacusticus)* – чутливий, поділяється на присінковий і завитковий корені. ***Присінковий*** – проводить імпульси від органа рівноваги і контролює положення голови й тіла в просторі. ***Завитковий*** – проводить імпульси від органа слуху (кортієвого органа) внутрішнього вуха, до нервових центрів довгастого мозку, які контролюють коливання звукових хвиль.

IX пара – язикоглотковий нерв *(n. glossopharyngeus)* – змішаний, руховий, іннервує глотку, чутливі слинні залози, смак, дотик, температуру.

X пара – блукаючий нерв (вагус) *(n. vagus)* – змішаний, основний нерв парасимпатичної нервової системи. До його складу входять чутливі, рухові, симпатичні та парасимпатичні нервові волокна. Чутливі й рухові волокна іннервують глотку та гортань, а вегетативні нервові волокна спрямовуються в інтрамуральні нервові сплетення органів травлення, дихання, серця, селезінки, нирок.

XI пара – додатковий нерв *(n. accessorius)* – руховий, має дві частини: спинальну та черепну. Іннервує трапецієподібний, плечо-головний та груднинно-головний м'язи.

XII пара – під'язиковий нерв *(n. hypoglossus)* – руховий, іннервує м'язи під'язикової кістки та язика.

Вегетативна нервова система, поділ її на відділи. Регуляторний вплив симпатичного і парасимпатичного відділів на роботу внутрішніх органів.

Автономна (вегетативна) нервова система забезпечує нормальне функціонування органів, які беруть участь у процесах обміну речовин і розмноження. До таких органів належать органи травлення, дихання, сечовиділення, ендокринні залози, система кровообігу та лімфовідтоку, які в свою чергу є інтегрувальними системами організму.

Автономною нервову систему називають тому, що більшість названих вище структур виконують свої функції незалежно від волі тварини. Наприклад, секреція шлункового соку та інших залоз, перистальтика кишок, робота серця та інші функції відбуваються мимовільно, в певному ритмі.

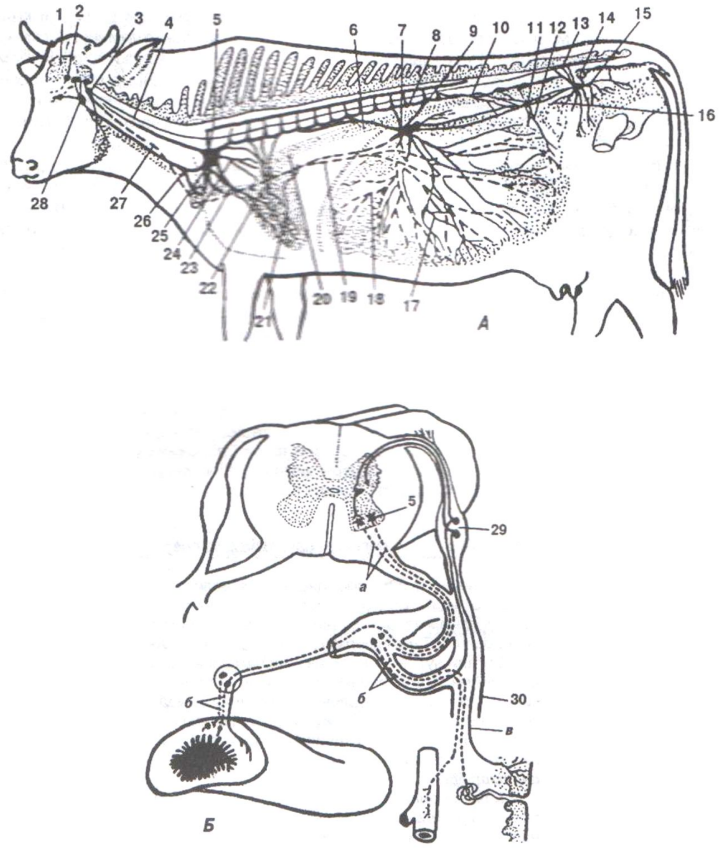


Рис. 78. Схема будови (вегетативної) нервової системи корови:
А – вегетативні нерви; Б – зв'язок симпатичних нервів зі спинним мозком (за Кресон):

1 – головний мозок; 2 – парасимпатичні центри середнього й довгастого мозку; 3 – блукаючий нерв; 4 – спинний мозок; 5 – симпатичні центри спинного мозку (від першого грудного до другого–третього поперекових сегментів); 6 – великий нутряний нерв; 7 – півмісяцевий ганглій сонячного сплетення; 8 – грудні ганглії; 9 – малий нутряний нерв; 10 – симпатичний стовбур; 11 – каудальний брижовий ганглій та його сплетення; 12 – підчеревне сплетення; 13 – крижовий парасимпатичний центр; 14 – тазовий нерв; 15 – ганглій підчеревного сплетення; 16 – яєчникове й маткове сплетення; 17 – сплетення нервів внутрішніх органів; 18 – шлункові гілки; 19 – грудна частина блукаючого нерва; 20 – поворотний нерв; 21 – серцеве сплетення; 22 – гілки блукаючого нерва до серця; 23 – симпатичні нерви серця; 24 – симпатичні нерви легень; 25 – зірчастий, або шийно-грудний ганглій; 26 – середній шийний ганглій; 27 – шийна частина блукаючого нерва; 28 – краніальний симпатичний ганглій; 29 – спинномозковий ганглій; 30 – спинномозковий нерв; а – прегангліонарні та б – постгангліонарні нервові волокна; в – чутливі нервові волокна

Від соматичної автономна нервова система відрізняється низкою суттєвих відмінностей.

По-перше, всі *соматичні* нервові клітини містяться в сірій речовині головного й спинного мозку, а також у спінальних вузлах і вузлах черепномозкових нервів. Усі ж нейрони *симпатичної та парасимпатичної* частин нервової системи (крім центрів) розміщені тільки в периферичній нервовій системі. *Симпатичні нервові* клітини зібрані в біляхребцевих або хребцевих вузлах (гангліях), а *парасимпатичні нервові* клітини утворюють інтрамуральні вузли, які містяться в товщі внутрішніх органів, або екстрамуральні – у ділянці голови.

По-друге, нервові центри автономної нервової системи розміщені тільки в певних ділянках головного і спинного мозку. Так, центри *симпатичної* частини нервової системи лежать у латеральних рогах грудопоперекової частини спинного мозку, а *парасимпатичної* – в трьох ділянках. У ніжках великого мозку, довгастий мозок, у якому лежать ядра X пари, а також сльозо- та слиновидільні шляхи і *крижовий відділ парасимпатичної нервової системи*, в якому містяться ядра рухових і секреторних волокон для органів тазової порожнини. Як зазначалося вище, для *соматичної нервової системи* характерним є розміщення всіх нервових центрів у головному та спинному мозку.

Симпатична нервова система іннервує серце, судини, залози шкіри, підіймачі волосся. До її складу входять:

- нервові центри, які є скупченням нейронів, розміщених у бокових рогах сірої мозкової речовини грудного і поперекового відділів спинного мозку;
- правий і лівий симпатичні стовбури з їх гангліями;
- передвертебральні симпатичні гангліїї;
- прегангліонарні та постгангліонарні симпатичні волокна, що з'єднують нервові центри з органами-виконавцями, та їх нервові закінчення в цих органах.

Аксони нейронів нервових центрів відходять від спинного мозку в складі вентральних корінців спинномозкового нерва, однак незабаром відокремлюються від них і у вигляді білої з'єднувальної нитки спрямовуються до симпатичних гангліїв. Так формуються прегангліонарні нервові волокна.

Гангліїї симпатичної нервової системи екстрамуральні, значна частина їх розміщується поблизу тіл хребців. У грудному й поперековому відділах хребта кількість цих гангліїв відповідає кількості

сегментів. У ділянці шиї гангліїв три: краніальний, середній (у коней його немає) і каудальний. Каудальний шийний ганглій зрощується з першим грудними, так утворюється зірчастий ганглій.

У поперековому відділі хребта симпатичних гангліїв нараховують від 1 до 4. Прегангліонарні нервові волокна, досягнувши ганглія свого сегмента, не відразу в ньому закінчуються, а можуть пройти в сусідні ганглії, тому симпатичні ганглії з'єднані один з одним у єдиний ланцюг, який називається ***пограничним симпатичним стовбуром***.

Частина гангліїв симпатичної нервової системи розміщена на значній глибині – біля аорти і великих артерій. Це так звані *передвертебральні* (передхребтові) ганглії (краніальний і каудальний брижові, черевний, півмісяцевий). До цих гангліїв також підходять прегангліонарні нервові волокна.

Постгангліонарні нервові волокна відходять від гангліїв симпатичного стовбура у вигляді сірих з'єднувальних ниток. Вони спрямовуються до спинномозкових нервів і розгалужуються разом з ними в судинах м'язів, кістках і шкірі. Від передвертебральних гангліїв постгангліонарні нервові волокна відходять до внутрішніх органів, утворюючи перед цим *нервові* сплетення (сонячне, шлункове, кишкове та ін.).

Під час збудження симпатичної нервової системи розширюються зіниці ока, частішає ритм скорочень серця, звужуються судини тіла, внаслідок чого підвищується кров'яний тиск (крім судин серця) розслаблюються м'язи шлунка та кишок.

Симпатична іннервація голови здійснюється від краніального шийного ганглія.

Парасимпатична нервова система також складається з центральної і периферичної частини. До *центральної* частини належать нервові центри, що містяться в середньому і довгастому мозку головного мозку та в сірій мозковій речовині крижового відділу спинного мозку. *Периферична* частина включає парасимпатичні ганглії, які поділяються на інтрамуральні і екстрамуральні, більшість з них належить до інтрамуральних, а також прегангліонарні та постгангліонарні парасимпатичні нервові волокна.

Парасимпатична нервова система іннервує органи травлення, гладенькі м'язи очного яблука, слізні та слинні залози, серце, бронхи, легені, сечостатеві органи; залози внутрішньої секреції. Разом із симпатичною нервовою системою регулює стан цих органів і бере участь у здійсненні пристосувальних функцій.

Від нейронів нервових центрів середнього і довгастого мозку відходять парасимпатичні нервові волокна, які в складі III пари черепномозкових нервів (окоруховий нерв) іннервують гладенькі м'язи ока (звужують зіниці та змінюють кривизну кришталика ока); у складі VII пари (лицьовий нерв) — йдуть до слізних залоз; у складі IX пари (язикоглотковий нерв) — до слинних залоз.

Головним нервом парасимпатичної нервової системи є *блукаючий нерв* (X-пара). Умовно його поділяють на шийну, грудну й черевну частини. У ділянці шиї він приєднується до шийної частини пограничного симпатичного стовбура, утворюючи загальний вагосимпатичний стовбур.

Шийна частина вагуса іннервує глотку, гортань, стравохід і трахею; грудна частина – серце, аорту та легеневу артерію, легені; черевна частина вагуса іннервує органи, які в ній розміщені. Органи тазової порожнини вагус не іннервує. Вони іннервуються парасимпатичними нервовими волокнами, які відходять від нейронів крижових парасимпатичних нервових центрів.

Роль органів чуттів у пристосуванні організму до зміни умов зовнішнього середовища.

Рецептори представлені нервовими закінченнями, які є безмієліновими і сприймають дотик, тиск, біль, зміни температури, поширені у шкірі та всіх різновидах сполучної тканини. Рецептори поділяють на рецептори *загальної* (дотик, тиск, біль, температура) і *спеціальної* (смак, нюх, зір, слух і рівновага) чутливості.

У нервову систему постійно надходить інформація із зовнішнього середовища, в якому перебуває тварина, та від усіх її органів. Одержана інформація аналізується й синтезується в корі півкуль великого мозку.

Частину нервової системи, що виконує цю функцію, називають *аналізаторами*. ***Аналізатори*** – це складні морфофункціональні системи, які здійснюють зв'язок центральної нервової системи із зовнішнім середовищем і органами організму.

Аналізатор складається з трьох частин: ***периферичної, проміжної й центральної***. *Периферична частина* приймає подразнення. У відповідь на подразнення в ній виникає збудження, яке по проміжній частині надходить у центральну частину. *Проміжна частина* складається з нервів і підкіркових центрів. *Центральна частина аналізатора* – кора півкуль великого мозку, в якій відбувається аналіз і синтез сприйнятого збудження.

Периферична частина аналізаторів представлена рецепторами, які, залежно від того звідки вони сприймають подразнення, поділяють на *екстеро- і інтерорецептори*. ***Екстерорецептори*** сприймають подразнення із зовнішнього середовища (хімічні, фізичні). Сприйняті ними подразнення в корі півкуль великого мозку відтворюються у вигляді відчуттів. У зв'язку з цим екстерорецептори називають ***органами чуття*** *(órgana sensúum)*. Органів чуття п'ять: зору, дотику, смаку, нюху і присінково-завитковий (статоакустичний).

Органи чуття залежно від будови їх елементів, що сприймають подразнення, та розвитку, *поділяють на три типи*: *первинночутливі (нейросенсорні), вторинночутливі (сенсороепітеліальні) і органи, що не мають чіткої органної будови*.

До ***первинночутливих*** органів належать органи зору і нюху. Їх сприймальні елементи представлені нервовими клітинам, які розвиваються з нервової пластинки.

Вторинночутливі органи (присінково-завитковий орган і орган смаку) характеризуються тим, що їх сприймальні елементи представлені спеціалізованими епітеліальними клітинами, які розвиваються з потовщень ектодерми. Сприйняте епітеліальними клітинами подразнення через нервові закінчення передається нервовим клітинам. *До третього типу органів чуття належить орган дотику*. Він не має чіткої органної будови і представлений чутливими нервовими закінченнями.

Інтерорецептори сприймають подразнення, що виникають у тканинах і органах. Ці подразнення виникають постійно. При нормальній життєдіяльності організму збудження від більшості інтерорецепторів не відтворюються у вигляді відчуттів.

У корі півкуль великого мозку відтворюються збудження про функціональний стан органів апарату руху.

Будова органа зору, допоміжні пристосування органа зору. Будова очного яблука та оболонки. Світлозаломлювальні середовища.

Очне яблуко *(búlbus óculi)* має кулясту форму, міститься в очній ямці (орбіті). На ньому розрізняють екватор і полюси. Передній полюс опуклий, а задній сплюснутий. Між полюсами проходить оптична вісь ока. Очне яблуко складається з оболонок, світлозаломлювальних середовищ, кровоносних судин і нервів. Очне яблуко має три оболонки: волокнисту, судинну і сітківку. *Волокниста оболонка (túnica fibrósa búlbi óculi)* – зовнішня оболонка очного яблука. Вона поділяється на дві частини: білкову оболонку і рогівку.

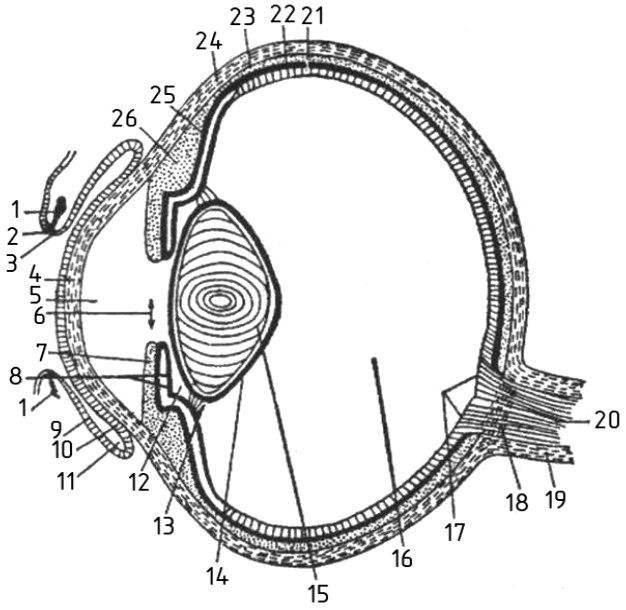


Рис. 79. Схема розрізу очного яблука:

1 – залози; 2 – край повіки; 3 – вія; 4 – рогівка; 5 – передня очна камера; 6 – зіниця; 7 – райдужна оболонка; 8 – райдужна частина сітківки; 9 – кон'юнктива повіки; 10 – кон'юнктива очного яблука; 11 – кон'юнктивальний мішок; 12 – задня камера ока; 13 – кришталикова зв'язка; 14 – капсула кришталика; 15 – паренхіма кришталика; 16 – місцеположення склистого тіла; 17 – зоровий сосок; 18 – продірявлена пластинка; 19 – піхва зорового нерва; 20 – зоровий нерв; 21 – сітківка; 22 – пігментний шар сітківки; 23 – власне судина і 24 – білкова оболонка; 25 – війкова частина сітківки; 26 – війкове тіло

Білкова оболонка *(scléra)* щільна, непрозора, бідна на кровоносні судини. У ділянці заднього полюса склери є решітчаста пластинка, через яку виходить зоровий нерв. Зовні до склери прикріплюються м'язи ока. На внутрішній поверхні склери, поблизу рогівки, є сплетення вен, через які відтікає рідина з камер очного яблука.

Рогівка *(cornea)* знаходиться в ділянці переднього полюса, прозора, без кровоносних судин (за винятком крайової зони), багата на безм'якушеві нервові волокна. Зовнішня поверхня рогівки вкрита *багатошаровим незроговілим плоским епітелієм*, внутрішня – *одношаровим плоским епітелієм*.

Судинна оболонка *(túnica vasculósa búlbi óculi)* – середня оболонка очного яблука. Вона складається з райдужної оболонки, війкового тіла і власне судинної оболонки.

Райдужна оболонка (райдужка) *(íris)* розміщена позаду рогівки і спереду від війкового тіла та кришталика. Спереду від райдужки розміщена передня камера ока, а позаду – задня. Обидві камери заповнені внутрішньоочною рідиною. Райдужка містить пігмент, який зумовлює колір очей. На поверхнях райдужки розміщені ніжні складки. Райдужка має два краї – зовнішній війковий і внутрішній зіничний. Війковим краєм райдужка з'єднується з рогівкою і війковим тілом. Між райдужкою й рогівкою є гребінчаста зв'язка райдужно-рогівкового кута.

Вона утворена перекладками, між якими є лімфатичні щілини (фонтанові простори). Зіничний край облямовує отвір у центрі райдужки – *зіницю* (*pupílla).* У райдужці знаходяться м'язові клітини. Одні з них розміщені циркулярно, інші – радіально. Циркулярно розміщені клітини, які формують м'яз – стискач зіниці, а радіально м'яз – розширювач зіниці. Розширення і звуження зіниці регулює потік світла в глибину очного яблука.

Війкове тіло *(córpus ciliáre)* – розміщене між райдужкою і власне судинною оболонкою, має вигляд смужки завширшки до 1 см. Його стінка утворює 100–110 радіальних складок (гребенів), які формують корону війкового тіла. Кінці складок спереду закінчуються війковими відростками, до яких прикріплюється підвішувальна зв'язка кришталика. Між волокнами зв'язки є лімфатичні щілини (канали Пті), які з'єднують задню камеру очного яблука з його порожниною. У війковому тілі лежить війковий м'яз, який разом з кришталиком утворює акомодаційний апарат ока. ***Власне судинна оболонка*** *(choroídea)* розміщена на внутрішній поверхні білкової оболонки. На ній розрізняють внутрішню й зовнішню поверхні. Зовнішньою поверхнею вона з'єднується з білковою оболонкою, внутрішньою – з пігментним шаром сітківки. На внутрішній поверхні судинної оболонки є блискучий покрив різного кольору (блакитного, зеленого, синьо-зеленого).

Сітківка *(rétina)* – це внутрішня оболонка очного яблука. Вона поділяється на дві частини: зорову і сліпу. ***Зорова частина сітківки*** складається з двох шарів: *зовнішнього – пігментного і внутрішнього – нервового*. ***Пігментний шар*** щільно прилягає до судинної оболонки. ***Нервовий шар*** легко відокремлюється від пігментного. Він тягнеться від виходу зорового нерва до війкового тіла і є ніжною, прозорою за

життя оболонкою, у якій видно кровоносні судини. У нервовому шарі сітківки містяться *світлочутливі клітини (палички й колбочки)*. Крім них у цьому шарі є й інші нервові клітини, нейрити яких формують зоровий нерв.

Його початок називають ***диском зорового нерва***. У центрі диска є випин – рудимент артерії склистого тіла. У ділянці диска світлочутливих клітин у сітківці немає, тому цю ділянку називають ***сліпою плямою***. На початку оптичної осі ока, в центрі сітківки, розміщена ***жовта пляма*** ділянка найкращої світлочутливості. Сліпа частина сітківки за місцем розташування поділяється на *райдужкову і війкову* частини. Вона утворена двома шарами пігментних клітин, що зростаються з райдужкою і війковим тілом.

Світлозаломлювальні середовища. До них належать рогівка, внутрішньоочна рідина, кришталик і склисте тіло. ***Кришталик*** *(lens)* має форму двоякоопуклої лінзи. Він і виконує функцію лінзи – заломлює світлові промені і передає обернене й зменшене зображення на сітківку, сприяє ***акомодації*** – чітке бачення предметів на різній відстані.

Склисте тіло *(corpus virteum)* – заповнює порожнину очного яблука. Воно прозоре, драглисте. Склисте тіло складається з водянистої рідини (98 %), що міститься між тоненькими фібрилами.

До ***захисних і допоміжних органів*** ока належать повіки, слізний апарат, м'язи, окістя очної ямки (періорбіта) і фасції.

Повіки *(pálpebra)* – виконують захисну функцію. Вони закривають очне яблуко, а під час змикання рівномірно розподіляють сльози по його поверхні. Повік три: верхня, нижня і третя. ***Верхня і нижня повіки*** – це шкірно-м'язові складки, розміщені попереду ока. Між ними є щілина повік. Повіки з'єднуються в медіальному й латеральному кутах ока і утворюють відповідні спайки повік. Медіальна спайка повік округла, латеральна – загострена.

Край повіки має два ребра. На зовнішньому ребрі росте в один ряд довге і товсте волосся, на внутрішньому – розміщені отвори вивідних проток сальних залоз. Ці залози виділяють секрет, який змащує край повіки, внаслідок чого сльози не можуть скочуватись на щоки.

Вії ростуть тільки на верхній повіці, а у жуйних і на нижній. На краю кожної повіки поблизу медіального кута є щілиноподібний зовнішній *отвір слізного канальця – слізна крапка*. Зовні повіки вкриті ніжною шкірою з коротким волоссям, яка в ділянці внутрішнього

ребра переходить у сполучну оболонку – кон'юнктиву. Кон'юнктива повік переходить на очне яблуко і закінчується по краю рогівки. Розрізняють кон'юнктиву повік і кон'юнктиву очного яблука. Місця переходу кон'юнктиви з повік на очне яблуко утворюють верхнє і нижнє склепіння. Щілину між кон'юнктивою повік і ока називають ***кон'юнктивальним мішком***. У медіальному куті ока кон'юнктива потовщується і утворює слізне м'ясце (горбок). Слізне м'ясце оточене мілким заглибленням – слізним озером. У ***коня*** на нижній повіці росте чутливе волосся, а у ***собаки*** дорсомедіально від верхньої повіки – пучок довгого волосся.

Третя повіка – це складка кон'юнктиви серпоподібної форми, яка лежить у медіальному куті ока. В основі складки знаходиться еластичний хрящ. М'язи повік приводять повіки в рух.

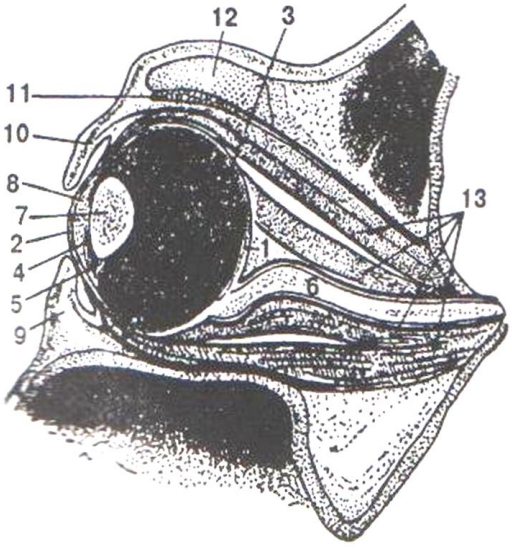


Рис. 80. Розріз через ділянку ока коня:

1 – склера; 2 – рогівка; 3 – судинна оболонка; 4 – райдужна оболонка; 5 – війкове тіло; 6 – зоровий нерв; 7 – передня камера ока; 8 – верхня повіка; 9 – нижня повіка; 10 – слизова оболонка (кон'юнктива); 11 – слізна залоза; 12 – розпил виличного відростка лобної кістки; 13 – м'язи очного яблука

Слізний апарат *(apparátus lacrimális)* складається із слізних залоз верхньої і третьої повік, слізного озера, слізних канальців, слізного мішка та носослізної протоки. ***Слізна залоза*** верхньої повіки лежить в основі виличного відростка лобової кістки над кон'юнктивою верхньої повіки. Її вивідні протоки відкриваються в кон'юнктиві верхньої

повіки. Залоза виділяє секрет – ***сльози***. Вони зволожують і очищають кон'юнктиву очного яблука і збираються в слізному озері. Із слізного озера через слізні крапки сльози надходять у *слізні канальці*. Слізні канальці впадають у *слізний мішок*, що лежить у спеціальній *ямці слізної кістки*. Із слізного мішка починається *носослізна протока*, яка відкривається в носовій порожнині.

М'язів ока сім: відтягувач, чотири прямих і два косих. Усі вони лежать всередині періорбіти. Одним кінцем прикріплюються до склери, а другим – до кісток черепа.

Орбіта (очна ямка) утворюється відростками кісток черепа: лобною, слізною, виличною, піднебінною та клиноподібною. Захищає очне яблуко від ушкоджень. У свійських тварин позаду (у свиней ще й з боку орбіта незамкнена).

Орбіта вистелена періорбітою. ***Періорбіта*** – це окістя очної ямки, побудоване з щільної волокнистої сполучної тканини і має конусоподібну форму. Захищає вона очне яблуко від ушкоджень. Зовні періорбіта оточена позаочноямковим жировим тілом, яке захищає око від температури коливань.

Будова органа слуху та рівноваги. Поділ на зовнішнє, середнє, внутрішнє вухо. Аналізатори слуху і рівноваги. Слухові труби, повітроносні мішки у коня.

Вухо є органами слуху і рівноваги одночасно. Чутливі елементи цих функцій локалізуються у відокремлених ділянках внутрішнього вуха. Слід зазначити, що основою обох типів відчуття є подразнення спеціалізованих так званих волоскових рецепторних клітин, які реагують на звукові хвилі або рух. Нервові волокна, що виходять за межі слухового та вестибулярного апаратів, формують присінково-завитковий нерв (VIII), що несе нервові імпульси до кори головного мозку для вищого аналізу і синтезу відчуттів.

Структура вуха. Вухо поділяється на три частини. Зовнішнє вухо, в якому є волосини і залози, що виробляють вушну сірку і має захисну роль, служить для проведення звуку. Середнє – передає механічні коливання. Внутрішнє – трансформує їх у нервові імпульси.

Зовнішнє вухо *(áuris extérna)* – складається з ***вушної раковини*** (мушлі), ***м'язів вушної раковини***, ***зовнішнього слухового ходу і барабанної перетинки***. Воно спрямовує звукові хвилі до слухового ходу. Хвилі, потрапляючи на барабанну перетинку, спричиняють її коливання.

Вушна раковина – це шкірна складка у вигляді рупора, вкрита волоссям, містить еластичний хрящ.

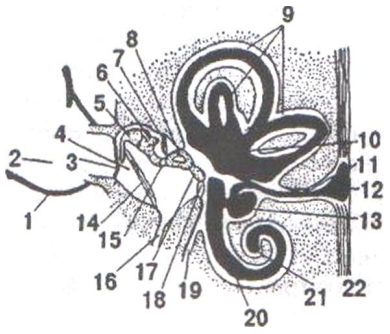


Рис. 81. Схема будови органів рівноваги та слуху:
1 – частина вушної раковини; 2 – зовнішній слуховий прохід; 3 – барабанна перетинка; 4 – барабанна порожнина; 5 – молоточок з рукояткою 6 – ковадло; 7 – стременний м'яз; 8 – стремінце; 9 – перетинчасті півколові канали; 10 – овальний мішечок; 11 – ендолімфатична протока у водопровід присінка; 12 – мішечок протоки; 13 – круглий мішечок у присінку кісткового лабіринту; 14 – напружувач барабанної перетинки; 15 – сочевицеподібна кісточка; 16 – глотковобарабанна труба; 17 – мис; 18 – вікно; 19 – водопровід завитки; 20 – перетинчастий завитковий канал у кістковій завитці; 21 – склепіння завитки; 22 – тверда мозкова оболонка; білий простір між перетинчастим лабіринтом і стінками кісткового лабіринту заповнений перилімфою; штриховка – кісткові стінки

У шкірі вушної раковини і слухового проходу є потові й сальні залози, секрет яких захищає барабанну перетинку від підсихання і називається ***вушною сіркою***. М'язи вушної раковини добре розвинені (особливо в коней і собак) і забезпечують значну її рухомість. ***Зовнішній слуховий прохід*** має хрящову і кісткову основу, нагадує коротку трубу в складі кам'янистої кістки черепа. Слизова оболонка вистелена багатошаровим плоским незроговілим епітелієм. Біля основи вушної раковини розміщена жирова подушка.

Середнє вухо розміщується в барабанній частині скроневої кістки черепа, складається з барабанної порожнини, що заповнена повітрям у скроневій кістці між барабанною перетинкою і внутрішнім вухом. Три маленькі слухові кісточки – *молоточок, коваделко і стремінце* – передають звукові коливання від барабанної перетинки до внутрішнього вуха. Ці кісточки з'єднуються між собою суглобами і

механічно передають коливання зовнішньої барабанної перетинки крізь овальне віконце на перилімфу внутрішнього вуха.

Внутрішнє вухо (лабіринт) відображає будову внутрішнього вуха, яке складається зі системи перетинчастих каналів, що мають кісткову основу. Основна частина органів слуху та рівновага, розміщується в кам'янистій частині скроневої кістки черепа, складається з двох лабіринтів: кісткового та перетинчастого. ***Кістковий лабіринт*** у свою чергу складається з трьох частин: присінка, трьох півколових каналів і завитки, які заповнені рідиною перилімфою. ***Перетинчастий лабіринт*** знаходиться в середині кісткового, заповнюється рідиною ендолімфою і включає перетинчасті півколові канали, перетинчасту завитку та два міхурці: круглий і овальний. Ці три кісткових канали розміщені у трьох взаємно перпендикулярних площинах. Найменші рухи голови супроводжуються переміщенням рідини в півколових каналах.

Завитка має три заповнених рідиною канали, що лежать паралельно і закручені навколо кісткової осі. *Серединний канал* – завиткова протока містить спіральний (кортіїв) орган, що сприймає звукові подразнення. Цей орган локалізований на базальній мембрані та складається з підтримуючих клітин і тисяч укладених рядами чутливих волоскових клітин.

Перетинчаста завитка – це трубка з двома замкненими кінцями. Один кінець її спрямований у бік присінка, другий – до верхівки (сплетення) кісткової завитки. Частина стінки перетинчастої завитки, яка обернена до барабанної драбини, називається основною мембраною, на ній і розміщується кортіїв орган.

Аналізатор нюху, його розміщення.

Орган нюху – це сукупність чутливих нюхових клітин у складі слизової оболонки задньої частини носової порожнини. На апікальному кінці цих клітин є 4–6 вийок, які під дією молекул пахучих речовин вдихуваного повітря подразнюються, внаслідок чого в нюхових клітинах виникає збудження, яке потім по нюховому нерву передається в нюхові центри нюхових цибулин головного мозку. Отримана тут інформація аналізується, синтезується, і виникає відчуття певного запаху. Так функціонує нюховий аналізатор. Короткі швидкі вдихи (обнюхування) збуджують нюхові клітини значно сильніше, ніж звичайне спокійне дихання. У тварин орган нюху досить добре розвинений, особливо в собак (у вівчарки нараховують 200 млн нюхових клітин). За допомогою органа нюху тварини відшукують

корм, розпізнають ворогів, знаходять тварин іншої статі, спілкуються між собою. Гострота нюху залежить від температури та вологості.

Органи смаку. Смакові сосочки язика. Органом смаку є смакові цибулини, розміщені в стінці смакових сосочків слизової оболонки язика. Смак і нюх називають *спеціальними чуттями*, оскільки їхні рецепторні апарати мають складнішу будову і відповідають на спецефічніші подразники, що діють на обмежені ділянки.

Смакова цибулина – це яйцеподібне (у жуйних), веретеноподібне (у свиней) та овальне (у коней) тільце, яке складається з щільно укладених витягнутих чутливих клітин, оточених зовні базальною мембраною. Рецепторні смакові клітини цибулин на апікальному кінці мають мікроворсинки, які сприймають подразнення хімічних речовин корму та води, від базального кінця цих клітин відходять чутливі нервові волокна, які в складі V, VII, IX та X пар черепномозкових нервів передають нервові імпульси до смакових нервових центрів головного мозку. Так функціонує смаковий аналізатор.

За допомогою смакового аналізатора тварини отримують чотири основних види смакових відчуттів – *солодкого, гіркого, кислого, солоного та* їх комбінації. Від смакових якостей корму залежить апетит і травлення тварин.

Орган смаку добре розвинений у свійських тварин. *Велика рогата худоба* добре розрізняє гірке, солодке, кисле, солоне при цьому перевагу віддає солодкому. *Коні* також мають добре розвинений орган смаку, але вони майже не сприймають кисле. У *свиней* орган смаку достатньо розвинений, вони досить гостро реагують на ступінь солоності кормів.

Шкірні аналізатори: дотикові, температурні й больові.

Органами дотику є чутливі нервові закінчення (рецептори), розміщені в товщі шкіри, зокрема в безволосих ділянках шкіри, у дермі, у глибоких шарах шкіри, у суглобових капсулах і здатні сприймати слабкі подразнення, пов'язані з відчуттям болю.

Рецептори загальної чутливості збуджуються такими подразниками як: *дотик, тиск, біль, температура*, їх в організмі найбільше. Відчуття дотику сприймається сенсорними рецепторами шкіри або глибших тканин. Ці рецептори передають сигнали до спинного мозку і мозкового стовбура; звідси вони надходять до вищих центрів мозку. Деякі рецептори вкриті сполучнотканинною капсулою, інші перебувають у вільному стані. Під час подразнення рецепторів шкіри виникають збудження, які по чутливих нервових волокнах

спинномозкових нервів надходять до нервових центрів спинного, а потім головного мозку. Так функціонує шкірний аналізатор.

Температурні рецептори шкіри належать до загальних і представлені тільцями: Руффіні – це теплові, а холодові – колби Краузе.

Температурні імпульси надходять у сіру речовину спинного мозку і закінчуються в зорових горбах.

Больові аналізатори. Больові рецептори представлені вільними нервовими закінченнями і реагують на різкі коливання температури, тиску, на концентрацію простагландинів, що виділяється ушкодженими клітинами. Вони інформують про локалізацію і інтенсивність болю головний мозок і стимулюють виділення ендорфінів – блокаторів болю.

Органи дотику добре розвинені в тварин, вони допомагають їм вибирати рослини під час випасання, відганяти комах, спілкуватися між собою, реагувати на біль, холод і тепло.

Питання для самоконтролю

1. Як поділяється нервова система?
2. Яка будова і розміщення спинного мозку?
3. Яка будова головного мозку?
4. Які оболонки спинного і головного мозку?
5. Охарактеризуйте периферичну нервову систему.
6. Яка будова нерва?
7. Які будова та функції спинномозкових і черепно-мозкових нервів?
8. На які частини поділяється вегетативна нервова система?
9. Дайте визначення поняття “аналізатори”.
10. Які будова і функції ока?
11. Які будова і функції вуха?
12. Будова і функції органів нюху, смаку й дотику.

2.11. ОРГАНИ ВНУТРІШНЬОЇ СЕКРЕЦІЇ

Функціональне значення залоз внутрішньої секреції: справжні та змішані залози внутрішньої секреції. Систему органів внутрішньої секреції становлять залози внутрішньої секреції або ендокринні залози. Наука, що вивчає будову та функції цих залоз, називається ***ендокринологією***. Розрізняють справжні та змішані залози внутрішньої секреції.

До ***справжніх*** залоз належать гіпофіз, епіфіз, щитоподібна залоза, прищитоподібні та надниркові залози. Анатомічною особливістю цих залоз є те, що вони не мають вивідних проток. Вони виробляють біологічно активні речовини – гормони, які надходять безпосередньо в кров або лімфу, розносяться ними по організму, здійснюючи так звану гуморальну регуляцію. Надходячи в різні органи, гормони збуджують або гальмують їх діяльність у досить невеликих кількостях, вони беруть участь у регуляції всіх життєво важливих процесах – обміну речовин, розмноження, росту й розвитку тканин, їх диференціації. Дія гормонів специфічна, кожний гормон впливає тільки на певний тип обміну речовин, на функцію певного органа або тканини.

До ***змішаних*** залоз належать підшлункова залоза, статеві (яєчники і сім'яники) та загрудинна залоза (тимус). Вони функціонують як залози і зовнішньої, і внутрішньої секреції.

Ендокринну функцію виконують також плацента, ендокринні клітини слизової оболонки шлунка і кишок, нирок, печінки та ін.

Утворення гормонів у залозах та їх дія залежать від діяльності нервової системи. Разом залози внутрішньої секреції і нервова система здійснюють нервово-гуморальну регуляцію життєвих процесів у тваринному організмі. Провідна роль у цій регуляції належить корі великих півкуль головного мозку.

У разі розладу функцій залоз внутрішньої секреції, а саме під час зниження їх діяльності – *гіпофункції* або, навпаки, підвищення – *гіперфункції* в тварин виникають специфічні захворювання. Для лікування цих захворювань використовують гормональні препарати.

У функціональному відношенні залози внутрішньої секреції поділяють на центральні і периферичні. До *центральних* залоз належать гіпофіз і епіфіз, а до *периферичних* – щитоподібна, прищитоподібна, надниркові статеві залози. У свою чергу центральні

залози внутрішньої секреції знаходяться під регулювальним впливом гіпоталамуса мозку.

Периферичні залози внутрішньої секреції з свою чергу поділяють на залежні від гормонів передньої частки гіпофіза і не залежні від неї. Від передньої частки гіпофіза залежить діяльність щитоподібної залози, кори надниркових залоз, сім'яників та яєчників. Не залежать мозкова речовина надниркових і прищитоподібних залоз. Між центральними та периферичними залозами внутрішньої секреції існує зворотний зв'язок.

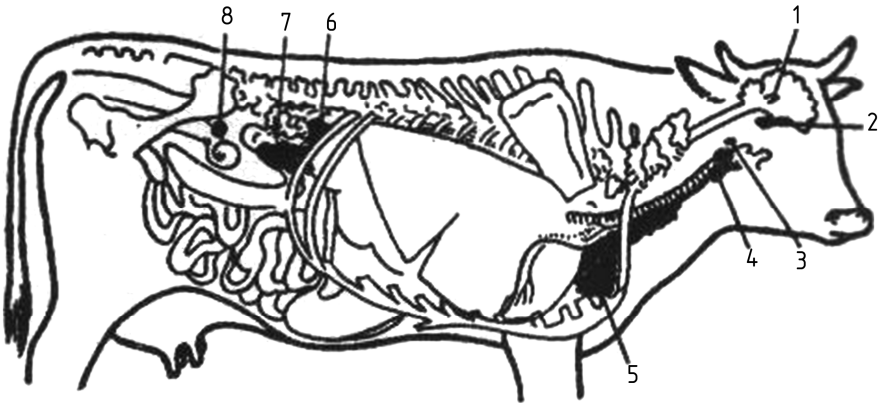


Рис. 82. Топографія залоз внутрішньої секреції:
1 – епіфіз (шишкоподібна залоза); 2 – гіпофіз; 3 – прищитоподібна; 4 – щитоподібна і 5 – загруднинна (тимус) залози; 6 – надниркова; 7 – підшлункова залози; 8 – жовте тіло яєчника

Будова та розміщення гіпофіза, епіфіза.

Гіпофіз **(hypophysis),** або ***мозковий придаток***, – непарний орган яйцеподібної форми, який розміщується в ямці клиноподібної кістки і входить до складу гіпоталамуса проміжного мозку. Складається з мозкової (дорсальної) – нейрогіпофіз і залозистої (вентральної) – аденогіпофіз. До ***аденогіпофіза*** належать передня, проміжна і туберальна частки, паренхіма якого побудована з тяжів залозистого епітелію і сітки кровоносних судин. Задню частку гіпофіза називають ***нейрогіпофізом,*** паренхіма якого побудована з нервових клітин (нейроглії) і нервових волокон. Зовні гіпофіз оточений капсулою з щільної неоформленої сполучної тканини. Гормони гіпофіза регулюють діяльність інших ендокринних залоз, а також симпатичної та парасимпатичної нервової системи.

Епіфіз *(epiphysis)*, або ***шишкоподібна залоза***, – це невеликий конусоподібної форми орган, що міститься в епіталамусі проміжного мозку.

Зовні епіфіз вкритий сполучнотканинною капсулою, під якою міститься паренхіма у вигляді нейрогліальних клітин. У епіфізі утворюється велика кількість біологічно активних речовин, зокрема *фактор*, що гальмує вироблення рилізинг-гормонів гіпоталамусом, а через них гальмується й діяльність гіпофіза та периферичних залоз внутрішньої секреції.

Будова, розміщення щитоподібної та прищитоподібної залоз.

Щитоподібна залоза *(glandula thyroidea)* лежить з боків перших кілець трахеї позаду щитоподібного хряща гортані і складається з двох часток, з'єднаних між собою тонким перешийком. Залоза має темно-червоне забарвлення різних відтінків. Зовні її оточує сполучнотканинна капсула, під якою міститься паренхіма. Вона складається з пухирців (фолікулів), стінки яких побудовані з кубічного секреторного епітелію. Порожнина фолікулів заповнена секретом-колоїдом, де містяться гормони, які потім потрапляють у кров і регулюють окисні процеси в організмі, підвищують обмін речовин і енергії, утворення теплоти, посилюють розщеплення білків, жирів, вуглеводів, впливають на ріст і розвиток тварини.

Для синтезу гормонів щитоподібної залози потрібен мікроелемент – йод.

Прищитоподібна залоза *(glandula parathyroidea)* парна, її поділяють на зовнішню і внутрішню. Зовнішня лежить на частці щитоподібної залози або поряд з нею, внутрішня – всередині частки щитоподібної залози, або на її медіальній поверхні. Залози мають округлу форму, розміром з просяне зерно, паренхімою є тяжі епітеліальних клітин, а зовні вкрита сполучнотканинною капсулою, від якої в середину відходять перегородки, їхні гормони регулюють обмін кальцію.

Будова та розміщення підшлункової залози.

Підшлункова залоза *(pancreas)* – це великий пухкий паренхіматозний орган сірого кольору, що складається з окремих часточок, зв'язаних між собою пухкою сполучною тканиною. Залоза з подвійною секрецією: *зовнішньою і внутрішньою.* Одна частина клітин виділяє секрет – панкреатичний сік, має часточки і протоки. Друга частина паренхіми представлена дрібними клітинами, що нагромаджуються у

вигляді *острівців* (*острівці Лангерганса*). Вони не мають проток і виділяють у кров гормони.

Підшлункова залоза розміщена в початковій звивині дванадцятипалої кишки і за будовою належить до трубчасто-альвеолярних залоз. Протока її відкривається в дванадцятипалу кишку самостійно або разом із жовчною протокою.

Будова та розміщення надниркової залози.

Надниркова залоза *(glandula suprarenales)* – парна, розміщена краніомедіально від нирки, овальної або бобоподібної форми. Зовні вона оточена сполучнотканинною капсулою. Складається з ***кіркової і мозкової*** речовини, які мають різне походження. Кірковий шар складається з тяжів епітеліальних клітин, які утворюють три зони: ***клубочкову, пучкову і сітчасту***. Клітини ***клубочкової*** зони виробляють гормони мінералокортикоїди, які регулюють в організмі водно-мінеральний обмін. Клітини ***пучкової*** зони синтезують гормони глюкокортикоїди, які регулюють в організмі білковий, жировий і вуглеводним обміни, підтримують кров'яний тиск, підвищують стійкість організму в період стресу. Клітини ***сітчастої*** зони синтезують статеві гормони – андрогени.

Мозковий шар надниркових залоз складається з видозмінених нервових клітин, які синтезують два гормони — адреналін і норадреналін. Під дією цих гормонів звужуються дрібні кровоносні судини (крім судин серця та мозку), підвищується кров'яний тиск, посилюється серцебиття, сповільнюються рухи шлунка й кишок, активується перетворення глікогену м'язів і печінки на глюкозу, підвищується їх вміст у крові. Вміст адреналіну різко зростає за емоційних та інших сильних подразнень, що сприяє адаптації.

Статеві залози, плацента як залози внутрішньої секреції. До статевих залоз належать: яєчники, сім'яники, які виконують репродуктивну і інкреторну функції, виробляючи статеві гормони. ***Яєчник*** *(ovarium)* – парний орган овальної форми, паренхіматозної будови, на розрізі має два шари: зовнішній – кірковий, або фолікулярний, і внутрішній мозковий, або судинний. У кірковій зоні яєчника знаходяться ***фолікули*** на різних стадіях свого розвитку. У фолікулах відбувається ***овогенез*** – процес утворення і розвитку яйцеклітини. Спочатку яйцеклітини зароджуються в первинних фолікулах, потім проходять стадії розвитку і стають дозрілими фолікулами, так званими ***графовими міхурцями,*** які розриваються і яйцеклітина разом з рідиною та фолікулярним епітелієм виходить у

лійку яйцепроводу. Цей процес називається ***овуляцією.*** Після виходу з фолікула яйцеклітини його порожнина заповнюється кров'ю і епітеліальними клітинами – лютеоцитами, які починають виробляти гормон прогестерон. Так утворюється тимчасова залоза внутрішньої секреції – ***жовте тіло***. У запліднених тварин жовте тіло функціонує майже впродовж усього періоду вагітності. Після родів воно розсмоктується і замінюється сполучнотканинним рубцем.

Плацента *(placenta)* є особливим, тимчасовим органом, який забезпечує плід поживними речовинами і киснем, всмоктує кінцеві продукти метаболізму і служить бар'єром для шкідливих речовин. Вона розвивається із трофобласта, зовнішнього шару бластоцисти (клітинної маси зародка, що забезпечує його імплантацію в ендометрій). Формування плаценти розпочинається на десятий день розвитку – одразу після завершення імплантації. Продукований плацентою гормон (прогестерон) підтримує функціональну цілість ендоментрію, запобігаючи перериванню вагітності.

Сім'яники *(testis)* – паренхіматозні органи еліпсоподібної форми розміщені в сім'яниковому мішку. Паренхіма складається із звивистих і прямих канальців. Строма представлена пухкою сполучною тканиною, що має великі залозисті клітини інтерстиціальні, які виробляють чоловічий статевий гормон тестостерон.



Питання для самоконтролю

1. Яке функціональне значення залоз внутрішньої секреції?
2. Які є справжні та змішані залози внутрішньої секреції?
3. Яка будова та розміщення гіпофіза, епіфіза?
4. Яка будова та розміщення щитоподібної та прищитоподібної залоз?
5. Яка будова та розміщення підшлункової залози?
6. Яка будова та розміщення надниркової залози?
7. Статеві залози самок.
8. Що таке плацента?
9. Статеві залози самця.

2.12. ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ОРГАНІВ СВІЙСЬКИХ ПТАХІВ

Особливості будови апарату руху, м'язів, шкірного покриву. До свійських птахів належать: кури, індики, гуси, качки, цесарки, голуби та деякі інші. У будові птахів і ссавців багато подібного, оскільки вони мають спільних предків – давніх рептилій. У результаті еволюції в птахів виникли особливості будови, пов'язані з функцією польоту.

Скелет – тверда основа тіла птаха, яка є системою кісток як важелів руху, його маса становить 9–12% маси тіла птаха. Кістки пневматичні заповнені повітрям, яке надходить з повітроносних мішків.

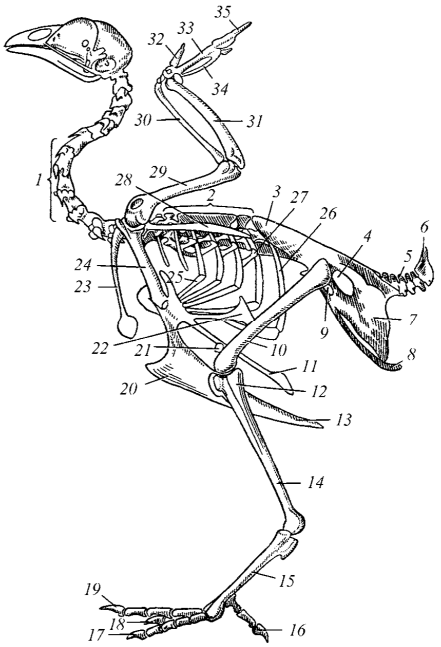


Рис. 83. Скелет курки:

1 – шийні хребці; 2 – грудні хребці; 3 – клубова кістка; 4 – сідничний отвір; 5 – хвостові хребці; 6 – куприк; 7 – сіднична кістка; 8 – лобкова кістка; 9 – затульний отвір; 10 – стегнова кістка; 11 – боковий відросток груднини; 12 – малогомілкова кістка; 13 – середній відросток груднини; 14 – великогомілкова кістка; 15 – цівка; 16 – I палець; 17, 18, 19 – IV, III і II пальці; 20 – гребінь груднини; 21 – наколінок; 22 – реберний відросток груднини; 23 – ключиця; 24 – коракоїд; 25, 26 – стернальні і хребцеві ділянки ребер; 27 – гачкоподібний відросток ребра; 28 – лопатка; 29 – плечова кістка; 30 – променева кістка; 31 – ліктьова кістка; 32, 33, 34 – II, III, IV зап'ястко-п'ясткові кістки; 35 – III палець

Кількість хребців у різних видів птахів

Вид птахів	Відділи скелета			
	шийний	грудний	поперековий	крижовий, хвостовий
Курка	14	7	14–16	5+ (4–6)*
Качка	14–15	9	14–16	6+ (4–6)
Гуска	17–18	9	14–16	6+ (4–6)

*У птахів 4—6-й хвостові хребці зрослися в одну кістку – пігостиль.

У скелеті птахів розрізняють ті самі відділи, що й у ссавців: осьовий скелет і скелет кінцівок.

Шийний відділ хребта довгий. У курей він складається з видовжених хребців.

Перший шийний хребець з'єднується з одним кулястим виростком потиличної кістки. Ця особливість *потилично-антлантного* суглоба і надає великої рухливості голові птахів.

Грудний відділ хребта у птахів різних видів має різну кількість хребців. Середні хребці (з другого по п'ятий) зростаються в одну кістку.

Кількість пар *ребер* відповідає кількості грудних хребців. Ребро складається з вертебральної і стернальної частин. Ребра, кінці яких з'єднуються з грудною кісткою, називаються *стернальними.* Перші 2–3 ребра не з'єднуються з нею і називаються *астернальними.* На каудальному краї кожного ребра є гачкоподібний відросток, який з'єднується з наступним ребром. Ці відростки надають міцності грудній клітці птахів.

Грудна кістка розвинена дуже добре, бо є місцем прикріплення міцних грудних м'язів, що зумовлюють політ. На вентральній поверхні грудної кістки є гребінь (кіль) груднини. Довжина його зумовлена особливістю розвитку грудних м'язів і внутрішніх органів.

Поперековий і крижовий відділи складаються з поперекових і крижових хребців, які у птахів зрослися в одну попереково-крижову кістку. Крім того з цими хребцями зростається і клубова кістка, утворюючи монолітний хребетний стовп.

Хвостовий відділ складається в курей з 5–6 , у гусей і качок – із 7 хребців між собою рухомо. На кінці хребці зростаються утворюють хвостову кісточку – куприк (пігостиль), до якого прикріплюється рульове пір'я.

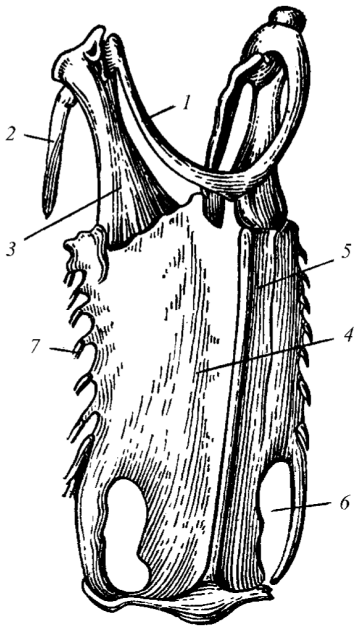


Рис. 84. Груднина гуски:
1 – ключиця; 2 – лопатка; 3 – коракоїд; 4 – груднина; 5 – гребінь груднини; 6 – вирізка груднини; 7 – стернальні кінці ребер

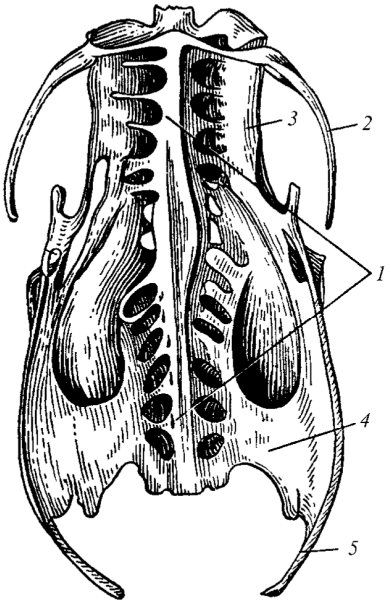


Рис. 85. Попереково-крижовий відділ хребетного стовпа і тазовий пояс курки:
1 – попереково-крижовий відділ; 2 – останнє ребро; 3 – клубова кістка; 4 – сіднична кістка; 5 – лобкова кістка

Скелет голови (череп) у птахів дуже легкий, чітко поділений на мозковий і лицевий відділи. *Мозковий відділ* складається із зрослих між собою потиличної, клиноподібної, вискової, тім'яної, лобної, слізної і решітчастої кісток. У птахів немає міжтім'яної кістки. *Лицевий відділ* менш розвинений. До складу лицевого відділу черепа входять парні кістки: різцева, носова, верхньощелепна, піднебінна, крилоподібна, вилична, квадратна, квадратно-вилична, нижньощелепна і під'язикова. До непарних кісток належить леміш. Зубів у птахів немає. Носова, різцева і верхньощелепна кістки, зростаючись між собою, утворюють ***наддзьоб'я*** — кісткову основу верхньої частини дзьоба. Наддзьоб'я в місці з'єднання з лобною кісткою еластичне, що зумовлює його відносну рухомість. Оральний кінець нижньої щелепи є кістковою основою ***піддзьоб'я.*** Квадратна кістка сприяє значній рухомості нижньої і верхньої щелеп, що має важливе значення під час ковтання великих шматків корму.

Скелет грудних кінцівок птахів різко відрізняється від грудних кінцівок ссавців. У птахів вони змінилися – перетворилися в ***крила.***

Плечовий пояс складається з трьох кісток: *лопатки, коракоїдної кістки й ключиці*. *Лопатка* має вигляд тонкої вузької пластинки. Нижній її кінець разом з коракоїдною кісткою утворює суглобову ямку для плечової кістки. *Коракоїдна* кістка трубчаста, верхнім кінцем з'єднана з лопаткою й ключицею, нижнім – з грудною кісткою. Ключиця вгорі з'єднується з лопаткою, а внизу зростається з однойменною кісткою другого боку.

Скелет вільної кінцівки поділяється на три ланки: *плечову кістку, передпліччя і кисть*. Плечова кістка порожниста, через спеціальний отвір заповнюється повітрям з міжключичного повітроносного мішка. *Передпліччя* складається з променевої і ліктьової кісток. Між ними є міжкістковий простір. *Кисть* птахів значно змінена. У ній три п'ясні кістки, зрослі між собою, і три пальці, дуже редуковані. З них тільки третій палець з двома фалангами, у решти пальців по одній фаланзі.

Скелет тазових кінцівок поділяється на *тазовий пояс і вільну кінцівку*. *Тазовий пояс* складається з *клубової, сідничної і лобкової* кісток, які зростаються з поперековими і крижовими хребцями. На відміну від ссавців у птахів лобкові й сідничні кістки одного боку *не зростаються з однойменними* кістками другого боку. Тому нижня частина таза відкрита і не перешкоджає проходженню великого яйця під час яйцекладки. *Скелет вільної кінцівки* поділяється на *стегнову кістку, кістки гомілки і стопи*. *Передплесновий суглоб* особливої будови. У ньому *немає коротких кісток*; вони зростаються з великогомілковою і плесновою кістками. *Плеснова кістка* утворена трьома зрослими кістками. Кісток заплесни немає. У птахів, як правило, чотири пальці: *перший палець* задній, висячий, складається з двох фаланг, *другий* – з трьох, четвертий – з чотирьох, п'ятий – з п'яти. Другий, третій і четвертий пальці напрямлені вперед.

М'язова система

Більшість м'язів птахів відповідає м'язам ссавців, але в їхній будові є ряд особливостей. Вони бідні на сполучну тканину і складаються з поперечносмугастих волокон меншого діаметра, ніж у ссавців. У водоплавних птахів усі м'язи червоного кольору внаслідок великої кількості міоглобіну. У курей та індиків поряд з червоними м'язами є білі (м'язи крила і грудей).

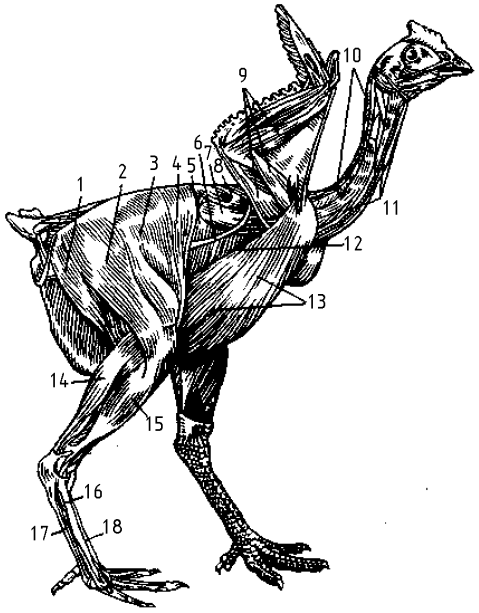


Рис. 86. М'язи курки:

1– напівсухожильний м'яз; 2 – двоголовий м'яз стегна; 3 – напружувач широкої фасції; 4 – кравецький і 5 – зубчастий вентральний м'язи; 6 – м'яз крилової складки; 7 – передлопатковий м'яз; 8 – найширший м'яз спини; 9 – м'язи крила; 10 – м'язи, що розгинають шию й голову і відхиляють їх убік; 11 – м'язи, що згинають шию й голову; 12 – косий черевний зовнішній; 13 – поверхневий грудний; 14 – литковий і 15 – п'ятковий та малогомілковий довгі м'язи; 16 – абдуктор четвертого пальця; 17 – згинач пальців; 18 – розгиначі пальців

М'язи грудної клітки – зовнішні і внутрішні міжреберні, підіймачі ребер, поперечний грудний і драбинчастий – впливають на рух грудної клітки.

Грудні м'язи становлять 45-50 % маси всіх м'язів. Вони біологічно цінніші, ніж усі інші м'язи, й складаються з поперечносмугастих м'язових волокон великого діаметра. У них багато міофібрил і мало саркоплазми.

М'язи хребта, за винятком шийного відділу, розвинені слабо. Шийні м'язи, навпаки, численні й зумовлюють велику рухливість цього відділу.

Діафрагма слаборозвинена має вигляд сухожилкової складки і повністю не відокремлює грудну порожнину від черевної.

Черевні м'язи утворюють черевну стінку і називаються так само, як і у ссавців. Вони дуже тонкі й слабкі.

М'язи грудної кінцівки – це більш розвинуті м'язи крила. Особливістю їх є те, що під час розгинання або згинання ліктьового й зап'ясткового суглобів вони діють одночасно.

М'язи тазової кінцівки добре розвинені, характеризуються великою довжиною сухожиль. Особливе значення для удержування на гілках або на перекладині сідала має спеціальний сухожилків апарат, який характеризується наявністю окремої гілки сухожилка струнког м'яза. Вона перекидається через колінну чашку і з'єднується з сухожиллям поверхневого згинача пальців. У птахів у сидячому положенні сухожильна гілка струнког м'яза натягується випнутою вперед колінною чашкою і без напруження решти м'язів згинає пальці. Це пристосування дає змогу птахові міцно триматися на гілках під час сну.

Шкіра та її похідні

Шкіра птахів тонка, еластична, рухлива без потових і сальних залоз, тільки в ділянці хвоста в усіх птахів зосереджені сальні залози, які називаються *куприковими*. Секретом цих залоз птахи змазують пір'я, захищаючи його від намокання.

Епідерміс шкіри складається з дуже тонких рогового та росткового шарів епітеліальних клітин. В основі шкіри є колагенові і еластичні волокна, густа сітка кровоносних судин, нервові закінчення. Тут же розміщені пір'яні сумки з сосочками, які з'єднані з пір'ям, а також пучки підшкірних м'язів, що зумовлюють рух пір'я в окремих ділянках шкіри. Шкіра плесни й пальців покрита роговими лусочками. У підшкірній клітковині багато пухкої сполучної тканини, в якій можуть бути різної товщини жирові відкладення. Добре розвинений підшкірний шар.

Похідними шкірного покриву є *пір'я, дзьоб, луска тазових кінцівок, а також шпори, гребінці, борідки, сережки на голові у півня, корали в індиків.*

Пір'я утворює своєрідний роговий покрив птаха, залежно від функції розрізняють пера: *покривні або контурні, пухові, махові на крилах і рульові на хвості*. *Покривні* пера ростуть на всій поверхні шкіри, а під ними розміщене *пухове* пір'я, яке захищає від холоду. Пір'їна складається з пружного *стрижня й опахала*. Ділянка стрижня, де немає опахала, називається *колодочкою*, інша його частина – *стеблом*. Опахало утворене великою кількістю рогових пластинок – гілок, які

мають промені із спеціальними гачками. Так формується тонке, легке і разом з тим міцне опахало пір'їни.

У дорослого птаха за довгими пір'їнами хвоста – косицями – визначають стать. У півня косиці дуже розвинені, у качура вони кільцеподібно закручені в бік спини.

Особливості будови органів травлення та дихання, органів розмноження, нервової системи і органів чуттів.

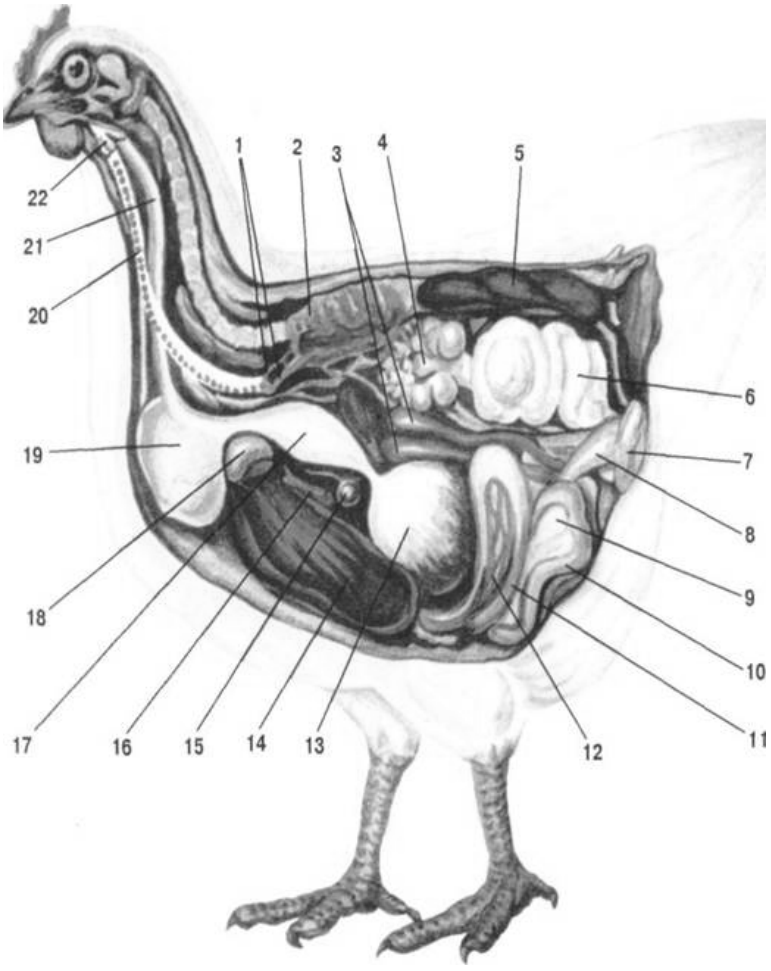


Рис. 87. Внутрішні органи курки:

1 – головні бронхи; 2 – легені; 3 – сліпі кишки; 4 – яєчник; 5 – нирки; 6 – яйцепровід; 7 – клоака; 8 – пряма кишка; 9 – брижа; 10 – порожня кишка; 11 – дванадцятипала кишка; 12 – підшлункова залоза; 13 – м'язовий шлунок; 14 – печінка; 15 – селезінка; 16 – жовчний міхур; 17 – залозистий шлунок; 18 – серце; 19 – воло; 20 – трахея; 21 – стравохід; 22 – верхня дихальна гортань

Система органів травлення

Птахи, як правило, живляться більш концентрованим кормом, ніж травоїдні, тому в них відносно короткий кишечник, його довжина перевищує довжину тіла в курей у шість разів, а в качок – у чотири.

Ротоглотка не має м'якого піднебіння, зубів, ясен. Немає також губів, їх замінюють рогові утвори – *наддзьоб'я і піддзьоб'я.* Слаборозвинені слинні залози, усі вони належать до слизових залоз. ***Язик*** має форму дзьоба, покритий слизовою оболонкою з ниткоподібними сосочками. ***Тверде піднебіння*** продовжується до хоан, які є парною щілиною. ***Глотка коротка***, слизова оболонка її вистелена багатошаровим епітелієм.

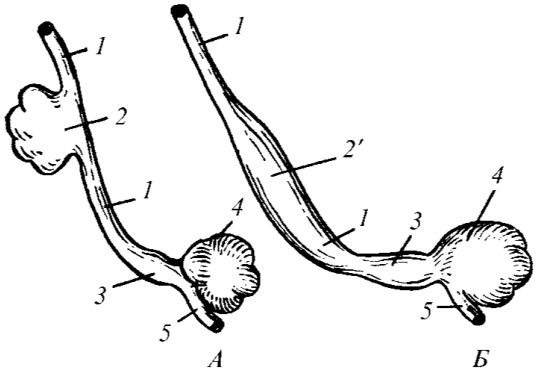


Рис. 88. Схема будови стравоходу і шлунка:
А – курки; Б – качки; *1 – стравохід;* 2 *– воло;*
2' – веретеноподібне розширення стравоходу; 3 *– залозиста,*
4 *– м'язова частини шлунка; 5 – дванадцятипала кишка*

Передній відділ кишкової трубки складається з стравоходу з залозистого та м'язового шлунків**.** ***Стравохід*** довгий, при вході в грудну порожнину утворює розширення – *воло*. У гусей і качок воно слаборозвинуте. Слизова оболонка вола має залози, їхній слизовий секрет зволожує корм.

З вола корм переміщується у ***залозисту,*** а потім у ***м'язову частини шлунка***. У стінках залозистої частини шлунка багато отворів травних залоз. Вони відповідають залозам дна шлунка ссавців. Слизова оболонка *м'язового шлунка* виділяє речовину, яка твердне, утворюючи міцну плівку – ***кутикулу.*** У цій частині шлунка є й травні залози, подібні до пілоричних залоз ссавців. Стінка м'язового шлунка товста,

через те що дуже розвинена м'язова оболонка, її скорочення сприяють механічній обробці корму.

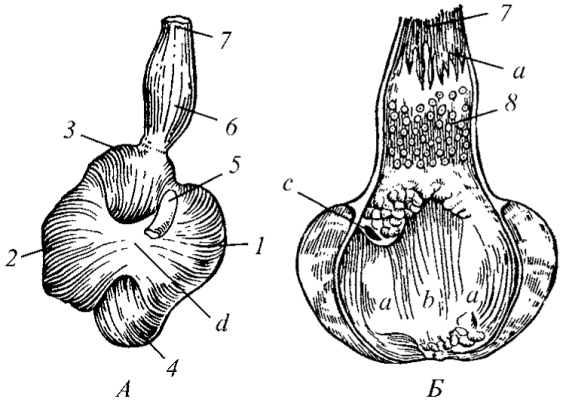


Рис. 89. Шлунок курки:
***А** – нерозрізаний; **Б** – розрізаний;* 1, 2 *– латеральні м'язи; 3,4 – краніальний і каудальний проміжні м'язи; 5 – дванадцятипала кишка; 6 – залозиста частина шлунка; 7 – стравохід; 8 – залози залозистої частини шлунка; a, b – слизова оболонка; c – отвір дванадцятипалої кишки d – сухожилкове дзеркало*

З м'язової частини шлунка бере початок дванадцятипала кишка, її отвір міститься поряд з отвором залозистої частини шлунка.

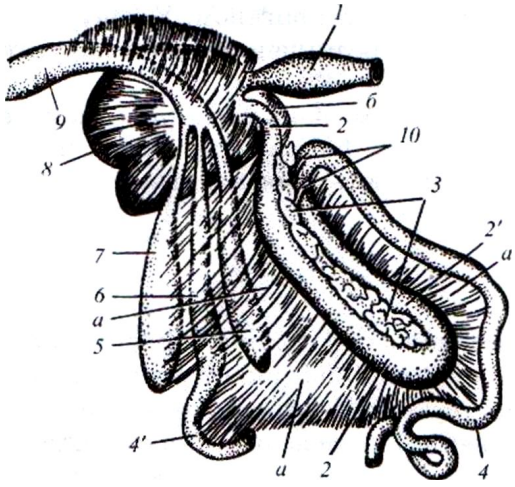


Рис. 90. Шлунок і кишки курки:
1 – залозиста частина шлунка; 2,2′ – петля дванадцятипалої кишки; 3 – підшлункова залоза; 4, 4′ – порожня кишка; 5, 7 – сліпі кишки; 6 – клубова кишка; 8 – м'язова частина шлунка; 9 – пряма кишка; 10 *– протоки підшлункової залози й печінки; а – брижі і зв'язки кишок; б – селезінка*

Тонка кишка. До *тонкого відділу кишок* належать: дванадцятипала, порожня і клубова кишки, їхня слизова оболонка має трубчасті, загальнокишкові залози і ворсинки. Дванадцятипала кишка утворює довгу петлю, в якій розміщується підшлункова залоза.

Порожня кишка утримується на довгій брижі і розміщена між повітроносними мішками.

Клубова кишка відносно коротка і розміщена між сліпими кишками.

Печінка належить до середньої кишки. Вона темно-коричневого кольору, велика. Має дві частки: ліву і праву. Жовчний міхур міститься з медіальної поверхні правої частки. У деяких птахів жовчного міхура немає.

Підшлункова залоза жовтувата, стрічкоподібної форми. У курей вона складається з трьох часток і лежить у довгій петлі дванадцятипалої кишки.

Товста кишка. Цей відділ короткий, складається з двох *сліпих* і *прямої кишок*. Ободової кишки немає. ***Сліпі кишки*** своїми верхівками спрямовані вперед. У них відбувається перетравлювання клітковини корму і всмоктування води. ***Пряма кишка*** коротка, відкривається в клоаку. ***Клоака*** – це значне розширення кінцевої частини прямої кишки, вона поділяється на три відділи: передній, середній і задній. У ***середній відділ*** відкриваються ***сечоводи*** і ***вивідні статеві шляхи*** у півнів, крім того, у це місце надходять спермії із сім'япроводів, а в курок – яйце з пташиної матки. ***Задній відділ*** клоаки закінчується відхідником. У верхню частину заднього відділу клоаки відкривається дивертикул, або клоакальна (*фабрицієва)* сумка, що є частиною імунної системи. Вона добре розвинута у молодої птиці, а з настанням статевої зрілості редукується.

У прямій кишці відбувається процес всмоктування води та формування калових мас. Під час дефекації в птиці виділяється не тільки калові маси, а й сеча.

Система органів дихання птахів

Система органів дихання різко відрізняється від органів дихання ссавців. У носовій порожнині містяться хрящові раковини; ніздрі покриті носовими клапанами. ***Гортань*** складається з трьох хрящів: двох черпакуватих і одного кільцеподібного. Голосові зв'язки редуковані, звук утворюється в іншому спеціальному органі – ***співочій гортані***, що розміщена в грудній порожнині, в ділянці біфуркації трахеї.

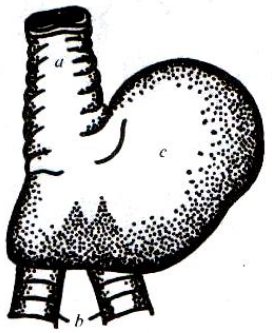


Рис. 91. Співоча гортань птахів:
a – трахея; b – бронхи; c – барабанний міхур (барабанна порожнина)

Легені відносно малі, але це компенсується особливою їх будовою. Головні бронхи, увійшовши в легені, пронизують їх наскрізь, а потім розширюються в тонкостінні черевні повітроносні мішки. Усередині легені від головного бронха відходять вторинні бронхи, які утворюють легеневі альвеоли. Частина вторинних бронхів, вийшовши з легень, формує повітроносні мішки. ***Бронхи*** всередині легень називаються ***ентобронхами***, а поза легенями – ***ектобронхами.***

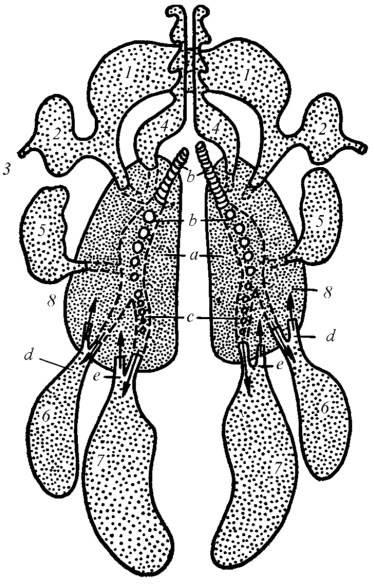


Рис. 92. Схема будови легень і повітроносних мішків птахів:
1 – міжключичний мішок; 2 – пахові дивертикули; 3 – отвір у плечову кістку; 4 – шийні мішки; 5 – краніальні грудні мішки; 6 – каудальні грудні мішки; 7 – черевні мішки; 8 – легені; a – медіальні краї легень; b – присінок; c – ектобронх у черевні мішки; d, e – мішкові бронхи

Повітроносних мішків дев'ять. Один непарний – *міжключичний мішок*, усі інші парні: *шийні, краніальні грудні, каудальні грудні, черевні (найбільші).* Вони розміщуються між внутрішніми органами, а їхні відростки проникають у кістки і між м'язами. Крім охолодження й полегшення тіла, повітроносні мішки відіграють певну роль у диханні. Повітря під час видиху проходить з них через легені й окислює кров. Отже, кров окислюється під час вдиху і видиху.

Система органів сечовиділення

З органів сечовиділення у птахів є тільки нирки і сечоводи. *Нирки* буро-червоного кольору, великі, кожна складається з трьох лопастей і лежить у ямках під крижами. Паренхіма нирки не розділена на сечовидільну і провідну зони. *Сечоводи* відкриваються в середній відділ клоаки.

Система органів розмноження

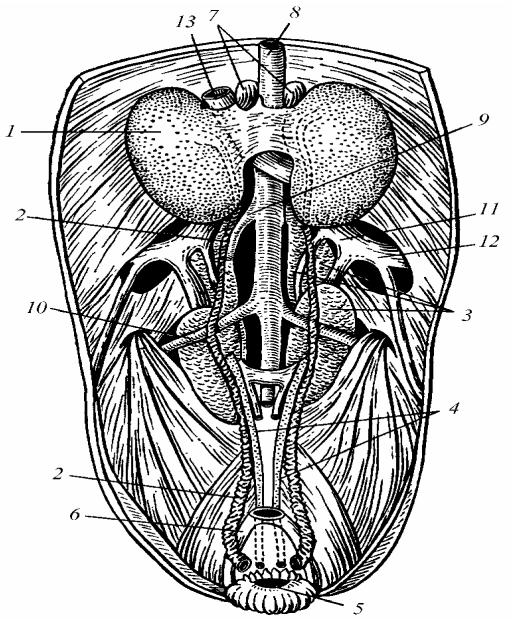


Рис. 93. Органи сечовиділення і розмноження півня:
1 – сім'яник; 2 – сім'япровід; 3 – нирка; 4 – сечовід; 5 – клоака; 6 – пряма кишка (каудальна частина); 7 – надниркова залоза; 8 – аорта; 9 – зовнішня клубова артерія; 10 – сіднична артерія; 11 – внутрішня клубова вена; 12 – зовнішня клубова вена; 13 – загальна клубова вена

Статеві органи самця складаються з парних сім'яників і сім'япроводів. Придаткових статевих залоз, сечостатевого каналу й статевого члена в півня й індика немає. У качура й гусака задній відділ слизової оболонки клоаки утворює складку, що виконує функцію статевого члена. В основі його лежить фіброзна тканина. *Сім'яники* овальної форми, лежать у черевній порожнині, спереду і вище від нирок. *Сім'япроводи* мають вигляд білих, дуже покручених шнурів, що йдуть у клоаку по боках сечоводів.

Статеві органи самки представлені лівим яєчником і лівим яйцепроводом. *Яєчник* міститься зліва від середньої лінії тіла, біля переднього краю лівої нирки, він вкритий серозною оболонкою і на ній підвішений. У яєчнику розрізняють *кірковий шар* (фолікулярний), в якому зосереджені яйцеклітини, і мозковий – *судинний шар.* Незрілі яйцеклітини – *овоцити* – містяться у фолікулах. В яєчнику курок налічується до 3500 овоцитів різної величини, тому розмір яєчника залежить від зрілості яєць. У період яйцекладки серед дрібних фолікулів трапляються великі, які особливо збільшуються за рахунок жовтка в останні 9 днів до овуляції. У цей період розвитку овоцит складається із зародкового диска, в якому міститься ядро і цитоплазма, а також великої кількості жовтка (запас поживних речовин); за складом він неоднорідний. Розрізняють світлий і темний жовток.

Яйцепровід – досить довга трубка. Залежно від будови і функції слизової оболонки яйцепровід поділяють на такі п'ять відділів: *лійку, білковий відділ, перешийок, пташину матку і піхву*, що відкривається в середній відділ клоаки.

Під час овуляції розривається фолікул у ділянці білої смужки, яку називають *рубчиком*, або *стигмою*. Яйцеклітина потрапляє у *лійку*, де й запліднюється. Лійка переходить у *білкову частину* яйцепроводу, тут утворюється білкова оболонка яйця. На межі з пташиною маткою яйцепровід стає вужчим і називається *перешийком*, утворюється білкова і тонка волокниста оболонки. На тупому кінці яйця ця тонка волокниста оболонка розшаровується, утворюючи повітряну камеру. В яйцепроводі розрізняють також частину, де утворюється шкарлупа (її називають *пташиною маткою*). Сформоване яйце потрапляє через *піхву в клоаку* і виводиться назовні.

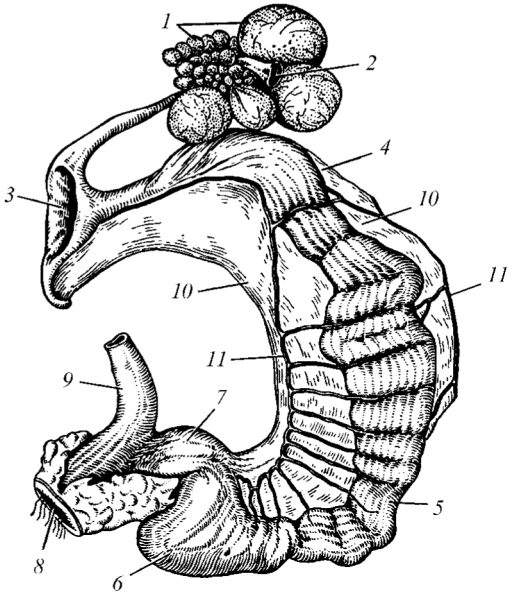


Рис. 94. Яйцепровід курки:
1 – яєчник з фолікулами; 2 – оболонка фолікула; 3 – лійка яйцепроводу; 4 – білкова частина яйцепроводу; 5 – перешийок; 6 – шкаралупова частина; 7 – вивідна частина; 8 — клоака; 9 – пряма кишка; 10 – брижа; 11 – кровоносні судини

Система органів крово- і лімфообігу. *Серце* у птахів, так само, як і у ссавців чотирикамерне. Характерною особливістю є те, що у птахів розвинута права дуга аорти. У правому шлуночку серця сосочкових м'язів немає. Між передсердям і шлуночком замість стулкового клапана – спеціальні м'язові пластинки.

У будові кровоносних судин птахів є низка істотних особливостей. *Велике коло кровообігу* закінчується в правому передсерді трьома порожнистими венами: двома краніальними й однією каудальною.

Лімфатична система у курей складається тільки з лімфатичних судин. Лімфовузлів немає. У водоплавних птахів лімфовузли є.

Селезінка птахів червоного кольору, куляста. Розміщена на межі залозистого і м'язового відділів шлунка.

Тимус виконує кровотворну функцію. Лежить у вигляді бусоподібних тяжів під шкірою на бічній поверхні шиї.

Органи внутрішньої секреції. *Гіпофіз* птахів невеликий, складається з передньої частки – аденогіпофіза і задньої частки –

нейрогіпофіза. Обидві частки не зростаються між собою. Проміжної частки немає. *Епіфіз* міститься в складці твердої мозкової оболонки між великою півкулею головного мозку і мозочком. *Щитоподібна залоза* складається з двох часток – правої і лівої, овальної форми, бурочервоного кольору у ділянці співочої гортані. *Прищитоподібні залози* маленькі, кулясті, світло-рожеві, розміщені позаду щитоподібних залоз. *Надниркові залози* – парні органи, у дорослих птахів темно-коричневого кольору; лежать вони з боків аорти на вентральній поверхні нирок.

Нервова система й органи чуттів. Нервова система птахів примітивніша, ніж у ссавців.

Головний мозок має відносно невеликі півкулі й великий мозочок. Складається мозочок в основному з черв'ячка. Півкулі майже гладкі: борозен і звивин немає. *Нюхові частки* розвинені слабо, що пов'язане з недостатнім розвитком органа нюху. *Зорові частки*, навпаки, дуже великі, оскільки ***орган зору*** дуже розвинений. Особливостями будови очного яблука у птахів є те, що склера пігментована і тверда завдяки наявності хрящової пластинки, розміщеної в задній ділянці. У передній ділянці ближче до рогівки вона має багато кісткових шарів, що утворюють склеральне кільце. У курей, гусей і качок рогівка випинається вперед, очна камера ока має значні розміри. Судинна оболонка немає блискучого покриву. У райдужці сфінктер зіниці побудований з посмугованої м'язової тканини. У склистому тілі розміщена складчаста пластина – гребінь, який тягнеться від зорового нерва до капсули кришталика, виконує функцію допоміжного пристосування при акомодації очного яблука. Нижня повіка більша і рухливіша від верхньої, третя повіка добре розвинена і закріплюється на медіальному куті ока. Слізна залоза слаборозвинута.

Орган слуху – вушної раковини у птахів немає. Слуховий хід короткий і широкий. Вхід до нього оточує шкірна складка. Барабанна перетинка відокремлює зовнішній слуховий хід від середнього вуха. У порожнині середнього вуха знаходиться єдина слухова кісточка – стовпчик. Будова внутрішнього вуха подібна до будови внутрішньо вуха ссавців. У птиці добре розвинений слух.

Вплив способу життя птахів на особливості будови різних систем організму. В окремий клас птахів виділяють завдяки пристосуванням до руху в повітрі – ***польоту***, що позначилися на будові та функціях усіх систем їхнього організму. Насамперед слід

зазначити, що кістки птахів ***заповнені повітрям***, грудні кінцівки пристосувались до руху в повітряному середовищі, завдяки чому м'язи крила набули значного розвитку. У *шкірі* немає залозистих утворів. Ротова порожнина *беззуба*, товста кишка коротка. В органах дихання важливу роль відіграють **повітроносні мішки.** *У птахів зник і сечовий міхур, а в самок залишився один яєчник і яйцепровід (*ліві). Тіло птахів у процесі еволюції значно полегшало, що зумовило морфологічні особливості будови їхніх органів і систем. Проте у ссавців і птахів були спільні предки, тому в будові їхніх органів є багато спільного.



Питання для самоконтролю

1. Чим відрізняється скелет грудної та тазової кінцівок птахів від ссавців?
2. Які особливості будови шкіри свійських птахів?
3. Назвіть похідні шкіри.
4. Які особливості будови передньої кишкової трубки?
5. На які частини поділяється шлунок птахів?
6. Які особливості будови тонкої кишки?
7. Які особливості будови товстої кишки?
8. Які особливості будови органів дихання?
9. Які особливості будови яєчника і статевих шляхів у птахів?
10. Назвіть органи системи сечовиділення.
11. Які особливості будови органів слуху птахів?
12. Які особливості будови органів зору птахів?
13. Як вплинув спосіб життя птахів на особливості будови різних систем організму?

3. Ф І З І О Л О Г І Я

3.1. ФІЗІОЛОГІЯ ТРАВЛЕННЯ

Суть процесу травлення.

Травлення – це фізико-хімічний процес, перетворення поживних речовин корму у травному каналі, внаслідок якого складні білки, жири та вуглеводи гідролізуються до низькомолекулярних сполук, здатних всмоктуватись та використовуватись клітинами організму.

У шлунково-кишковому каналі проходить:

фізична обробка корму, що полягає у подрібненні: пережовуванням, перетиранням, перемішуванням за участі мускулатури травного каналу;

хімічна обробка, яка здійснюється за участі травних соків: слини, шлункового, кишкового та підшлункових соків і жовчі, що містять кислоти, луги та ферменти;

біологічна обробка корму, у якій беруть участь різні мікроорганізми, що населяють шлунково-кишковий канал.

Білки жири та вуглеводи, що існують у природі у нативному стані, є складними органічними сполуками, які без попереднього гідролізу не можуть всмоктуватися в кров та лімфу, а тим більше засвоюватись тканинами організму, у процесі травлення поживні речовини розщеплюються до низькомолекулярних сполук:

- ***білки*** – до амінокислот;
- ***жири*** – до гліцеролу та карбонових кислот;
- ***вуглеводи*** – до моносахаридів, а в рубці моносахариди бродять до утворення летких жирних кислот (ЛЖК (оцтової, пропіонової та масляної)).

Під час розщеплення складних органічних речовин до відповідних мономерів є ферментативним процесом. Ферменти виконують роль біокаталізаторів, які прискорюють розщеплення складних поживних речовин.

Залежно від джерел ферментів, що беруть участь у перетравлюванні поживних речовин, розрізняють:

- ***аутолітичне травлення*** – за участі ферментів, що містяться у самому кормі;
- ***симбіонтне травлення*** – за участі ферментів, що виділять мікроорганізми, які мешкають у шлунково-кишковому каналі (у жуйних мікрофлора рубця бере участь у перетравленні клітковини та інших поживних речовин);
- ***власне травлення*** – за участі ферментів власного організму, що містяться у секретах травних залоз.

Усі ***ферменти*** травних соків відносяться до класу гідролаз та виявляють свою активність у водному середовищі. Вони є речовинами білкової природи та володіють термолабільністю і виявляють найбільшу активність за температури тіла. На активність ферментів впливає реакція середовища, їм притаманна специфічність дії, тобто здатність розщеплювати певні хімічні зв'язки у поживних речовинах, а також схильність до впливу активаторів та інгібіторів.

Одні ферменти діють тільки в кислому середовищі, інші – в лужному, треті – у нейтральному.

Ферменти травних соків поділяються на три групи:

- *протеази* – розщеплюють білки (протеїн);
- *ліпази* – розщеплюють ліпіди;
- *амілази* – розщеплюють вуглеводи.

Типи травлення:

- *внутрішньоклітинне*, що відбувається за принципом піноцитозу або фагоцитозу за рахунок ферментів, які містяться в органоїдах клітини (лізосомах);
- *позаклітинне*, коли перетравлювання поживних речовин здійснюється поза клітиною за рахунок ферментів травних соків;
- *пристінкове або мембранне (контактне)* коли гідроліз поживних речовин здійснюється на поверхні клітинної мембрани.

Функції органів травлення. *Основними функціями травної системи є:*

- ***секреторна*** – полягає у виділенні травними залозами у травний канал соків: слини, шлункового, підшлункового, кишкового соку і жовчі;
- ***моторна,*** або рухова, – зводиться до скоротливої діяльності м'язів, яка забезпечує приймання корму, його перемішування і просування по травному каналу;
- ***всмоктувальна*** – забезпечує надходження води та продуктів перетравлювання поживних речовин корму у кров і лімфу;
- ***екскреторна (видільна)*** – пов'язана з виділенням до порожнини шлунково–кишкового каналу різноманітних продуктів обміну речовин з наступним виділенням їх з організму у складі калу;
- ***обмінна*** – пов'язана з виділенням до порожнини шлунково-кишкового тракту різноманітних метаболітів у складі травних соків, що беруть участь у проміжному обміні білків, жирів, вуглеводів та мінеральних сполук;
- ***гормональна*** – обумовлена наявністю на різних ділянках шлунково-кишкового каналу секреторних залоз, що виробляють гормоноподібні речовини (гастрин, гастрон, ентерогастрин, ентерогастрон, секретин, панкреозимин та ін.), які є гуморальними факторами регуляції секреторної, моторної, обмінною та інших функцій травної системи.

Травлення в ротовій порожнині, сприймання корму і його обробка. Сприймання води.

Ротовий відділ має відношення до приймання корму, аналізу його властивостей, підготовки до хімічного оброблення та пересування стравоходом до шлунка. Для поїдання корму має важливе значення рецепція ротової порожнини: смакова, тактильна, температурна, больова.

Ротове травлення складається з приймання корму, жування, оброблення слиною та ковтання, що регулюються центральною нервовою системою і об'єднані під назвою "травний центр".

Приймання корму. Тварини відшукують корм та оцінюють його якість за допомогою аналізаторів: зорового та нюхового. Придатний корм тварина захоплює і направляє до ротової порожнини. У захопленні корму беруть участь губи, зуби, язик, а інколи і передні лапи залежні від виду тварин. *М'ясоїдні* захоплюють корм зубами головним чином різцями та іклами, відкушують та розривають її,

утримуючи здобич передніми кінцівками. Проковтують їжу без пережовування окрім кісток і сухарів. Рідкий корм вони хлебтають і закидають до ротової порожнини язиком.

Свиня приймає корм за участю язика, плямкає, а різцями відкушує грубий корм, п'ятачком розривають грунт та відшукують хробаків, їстівні корінці рослин.

Коні захоплюють корм переважно губами та різцями, частково допомагають язиком. Не відкушені рослини відриваються під час руху голови в бік, приймають воду засмоктуванням у ротову порожнину через губну щілину за участю язика.

Корова приймає корм довгим та рухливим язиком за допомогою ороговілих сосочків, які спрямовані до глотки, за допомогою язика рослина захоплюється, обвивається, відривається від стебла рухом голови в бік та прямує до ротової порожнини. Трава зрізується зубами і обривається завдяки руху голови, язиком вона злизує сіль та кашоподібний корм, воду засмоктують через губну щілину за участю язика.

Вівці та кози захоплюють корм переважно верхньою губою, траву підрізають різцями, а рідину приймають шляхом засмоктування.

Жування – процес механічної обробки корму, що полягає у подрібненні твердих частин корму та перемішуванні їх зі слиною, що полегшує ковтання та перетравлювання вуглеводів ферментами слини і рослинних клітин, оболонка яких під час жування руйнується.

Акт жування є рефлекторним і регулюється нервовим центром, що розміщений у довгастому мозку (центр жування). Корм, потрапивши в ротову порожнину, подразнює рецептори слизової оболонки (тактильні, температурні, смакові), імпульси передаються аферентними волокнами трійчастого нерва до центру жування, а потім еферентними волокнами (нижньощелепної гілки трійчастого нерва) до жувальних м'язів. Верхня щелепа у більшості тварин нерухлива, тому жування зводиться до рухів нижньої щелепи, в таких напрямках зверху – до низу, спереду – назад та в бік. М'язи язика утримують корм між жувальними поверхнями корінних зубів. Рухи нижньої щелепи регулюються пропріорецепторами, що містяться в товщині жувальних м'язів.

Кінь ретельно пережовує корм при закритій ротовій порожнині.

Куточки рота у *свині* розміщені далеко позаду та залишаються відкритими під час приймання корму та його жуванні, через них під

час змикання щелеп виходить повітря і шматочки корму, це спричиняє своєрідний звук плямкання.

Жуйні тварини прийнятий корм спочатку злегка пережовують і ковтають, а потім, після відригування знову додатково пережовують. Пережовування корму іде тільки одною стороною щелеп, згодом сторони міняються. Тривалість жування залежить від характеру корму.

М'ясоїдні подрібнюють корм лише до такого ступеня, щоб його можна було проковтнути.

Слина, фізичні, хімічні властивості, значення слини для травлення. Кількість слини у різних видів тварин. Регуляція слиновиділення.

Важливим процесом переробки поживних речовин корму у ротовій порожнині є оброблення його слиною.

Слина є продуктом секреції трьох пар слинних залоз: *привушних, під'язикових, підщелепних*. ***Привушні залози*** є серозними залозами, вони виділяють прозору рідину – слину. ***Під'язикові і підщелепні*** залози змішані, утворюють безбарвну в'язку слину, в якій міститься ***муцин.*** Дрібні залози виділяють у ротову порожнину тягучу мутну слину, багату на муцин. Для вивчення діяльності слинних залоз І.П. Павлов розробив на собаках методику накладення хронічних фістул на протоки слинних залоз. У сільськогосподарських тварин виводять назовні протоку слинної залози.

До складу слини входять вода, органічні речовини (білок, муцин та ін.), неорганічні речовини (хлориди, сульфати, карбонати натрію, калію, кальцію).

Фізико-хімічні властивості та склад слини. ***Слина*** є сумішшю секретів усіх слинних залоз. Це безбарвна рідина. Її склад визначається за видом тварини, віком, функціональним станом та ін. Слина буває рідкою, водянистою або густою, в'язкою залежно від виду тварини та, передусім, від наявності глюкопротеїду – муцину.

Реакція слини значно коливається залежно від виду тварин та характеру корму. У свиней *pH* слини – 7,32, у собаки та коня – 7,50, у жуйних – 8,00 та вище.

Слина містить у середньому 99,2–99,4 % води та 0,6–0,8 % сухої речовини. До *органічної частини* сухого залишку належить *муцин, ферментативні білки, амілаза та мальтаза, лізоцим, інгібан, катепсини, калікреїн*.

У слині ***жуйних*** містяться також метаболіти азотистого обміну, вільні амінокислоти, аміак, сечовина, креатинин.

Неорганічна частина слини включає *хлориди, фосфати, бікарбонати та інші сполуки*.

Ферментна частина слини залежить від характеру спожитого корму. Глюкозидази (амілаза, мальтаза) найбільше у слині людини, у харчовому раціоні якої крохмаль займає більшу питому вагу. Ці ферменти також є у слині *свині,* хоча і у меншій кількості. А от у слині коня та жуйних лише сліди цих ферментів, оскільки у традиційних кормах цих тварин мало крохмалю. У слині *собак* глюкозидаз немає, багато лізоциму та інгібану, що володіють бактерицидною дією.

Значення слини. Слина є цінним секретом травних залоз та виконує наступні функції:

- змочує корм у процесі пережовування;
- розчиняє водорозчинні складові частини корму;
- за допомогою муцину у ротовій порожнині формується харчова грудка;
- амілаза слини перетравлює варений крохмаль до мальтози, а остання гідролізується до глюкози мальтазою (а–глюкозидазою);
- виявляє бактерицидну дію, завдяки лізоциму та інгібану;
- бере участь у терморегуляції деяких видів тварин;
- у жуйних з розвиненим передшлунковим травленням слина бере участь у підтриманні реакції середовища у рубці;
- попереджує спінення вмісту рубця;
- бере участь у кругообігу азоту.

Таким чином, будучи першим травним секретом, слина відіграє важливу роль у первинному фізико-хімічному обробленні речовин, що надходять до ротової порожнини, та бере участь у звільненні організму від нехарчових речовин, а іноді навіть від шкідливих речовин.

Кількість виділеної слини залежить від кількості з'їденого корму та його фізичного стану. Чим сухіший і грубіший корм, тим більше утворюється слини. Виділення слини зумовлюється не тільки кормом, а й неїстівними речовинами, якщо вони потрапляють у рот тварини.

Слиновиділення в тварин різних видів. У *коня* слина виділяється під час приймання корму та пережовування. Він жує корм поперемінно – то на одному, то на другому боці. Протягом доби в нього виділяється близько 40 *л* слини. У *свині* слина виділяється періодично, тобто під час приймання корму і його пережовування (за добу виділяється близько 15 *л* слини). Процес виділення слини *жуйних* відрізняється від слиновиділення в коня і свині. ***Привушні залози*** виділяють слину ***постійно*** – як під час приймання корму й жування,

так і в період спокою. ***Підщелепні й під'язикові*** залози утворюють слину ***періодично*** – під час приймання корму і жування. Постійна секреція привушних залоз відбувається внаслідок подразнення хемо- і механорецепторів рубця. Нагромадження харчових мас, підвищення кислотності й тиску в ньому спричиняють посилене виділення слини. У великої рогатої худоби за добу виділяється 90–190 *л*, в овець – 6–10 *л* слини. У *собак* слина виділяється тільки *під час приймання корму*.

Регуляція виділення слини. У тварин слина виділяється рефлекторно. Коли в ротову порожнину потрапляє корм, він подразнює смакові рецептори. Збудження від рецепторів по доцентрових нервах передаються в довгастий мозок, де міститься ***центр слиновиділення***, а звідти – по відцентрових нервах до слинних залоз. У відцентрових нервах є волокна симпатичної і парасимпатичної нервової системи. Парасимпатичні нерви спричиняють утворення великої кількості рідкої слини, симпатичні – невеликої кількості густої слини.

Діяльність слиновидільного центру довгастого мозку контролюється гіпоталамусом і корою великих півкуль головного мозку. Роль кори великих півкуль у регуляції слиновиділення встановив І.П. Павлов. На центр слиновиділення впливають подразнення рецепторів шлунка і кишечника, збуджуючи або гальмуючи виділення слини.

Ковтання. Розжований і змочений слиною корм перетворюється в слизьку харчову грудку, яка потім рухом язика і щік спрямовується в глотку й ковтається. Під час ковтання закривається вхід у гортань надгортанником, м'яке піднебіння закриває вхід у носову порожнину, дихання припиняється і корм проштовхується через глотку в стравохід, а з нього в шлунок. Харчова грудка пересувається внаслідок перистальтичних рухів стравоходу. Скорочення м'язів стравоходу чергуються з їх розслабленням. Хвиля скорочень поширюється від глотки до входу в шлунок. У момент наближення хвилі скорочення до шлунка сфінктер *кардіального отвору* відкривається і, пропустивши харчову грудку в шлунок, знову закривається. Рідкий корм проходить по стравоходу безперервним потоком, густий – окремими порціями. Центр ковтання міститься в довгастому мозку, стравохід інервується блукаючим нервом.

Травлення в однокамерному шлунку.

Шлунок – порожнистий, мішкоподібний орган, де корм змішується зі шлунковим соком, який починає виділятися, щойно корм потрапляє в шлунок.

Корм у шлунку зазнає механічної та хімічної обробки. Механічна обробка забезпечує перемішування корму із шлунковим соком, рух вмісту у напрямку кишечника та евакуація його до дванадцятипалої кишки.

Процес утворення пристінними залозами шлункового соку і його виділення в порожнину шлунка становить його ***секреторну*** функцію. Закономірності шлункового травлення відкриті І.П. Павловим та його учнями на собаках, поширюється також на травлення сільськогосподарських тварин. Досліди проводилися на собаках з перерізаним стравоходом, кінці якого були виведені назовні й підшиті до шкіри (метод умовної годівлі), і метод ізольованого шлуночка. Павловський ізольований малий шлуночок є точною копією великого шлунка, що віддзеркалює усі закономірності функціонування великого шлунка, виділяючи чистий шлунковий сік як під час рефлекторної, так і під час гуморальної фаз секреції.

Шлунок травоїдних жуйних складається з рубця, сітки, книжки й сичуга, а саме сичуг має залозистий апарат.

Шлунок моногастричних тварин поділяють на ***кардіальну*** ділянку, ***дно***, ***пілоричну*** – на ворота шлунка та пілоричний канал. Гістологічно виділяють три зони: кардіальний відділ, дно та пілоричний відділ, а за функціональними ознаками шлунок розділяється на дві частини: більшу (фундальну), з різко кислою реакцією секрету, де утворюється соляна кислота, ферменти і слиз та меншу, каудальну, із лужною реакцією секрету, що утворює слиз і ендокринні речовини – гастрон, гастрин.

Склад і властивості шлункового соку. Шлунковий сік виділяється залозами слизової оболонки шлунка. Вони складаються з головних, додаткових, обкладових і проміжних клітин. Головні клітини утворюють фермент (пепсиноген), додаткові – слиз, обкладові – соляну кислоту, проміжні – мукоїдний секрет, що містить нейтральні та кислі мукополісахариди, білки та нуклеїнові кислоти, мукоїдні клітини – утворюють мукоїдний секрет, G-клітини – утворюють гастрин.

Шлунковий сік – це безбарвна прозора рідина кислої реакції, *pH* 0,8–2,5, залежить від характеру корму, виду тварини та часу приймання. Він складається з води, органічних речовин (ферменти, амінокислоти), мінеральних солей і соляної кислоти. У шлунковому соку *містяться ферменти*: пепсин, гастриксин, ренін (хімозин – сичужний фермент), *желатиназа та ліпаза*. Пепсин виділяється в неактивній формі у вигляді пепсиногену, який активується соляною

кислотою; він розщеплює **білки до поліпептидів,** а в дорослих тварин спричиняє зсідання молока. Хімозин, або сичужний фермент, міститься в основному у молодняку, діє на білок молока – казеїноген, перетворюючи його в казеїн, у результаті чого молоко зсідається. Желатиназа діє на білок сполучної тканини – желатин, розріджуючи його. Ліпаза розщеплює жири на гліцерин і жирні кислоти, але вона діє тільки на емульгований жир, наприклад, жир молока.

Важливими компонентами органічної частини шлункового соку є *мукоїди*, що утворюються додатковими клітинами, а також поверхневим епітелієм слизової оболонки шлунка. Мукоїди слизової оболонки шлунка – це загалом кислі та нейтральні глюкопротеїди. Вони володіють буферними властивостями та запобігають механічним ушкодженням слизової оболонки, її самоперетравленню під дією кислих протеаз. *Глюкопротеїд,* що виробляється обкладовими клітинами, сприяє всмоктуванню вітаміну B_{12} та має назву *внутрішнього фактора*.

Регуляція секреції шлункового соку. Кількість та склад шлункового соку залежить від характеру годівлі, складу корму, а також функціональної активності нейрогуморальних механізмів регуляції секреторної функції травних залоз.

Секрецію шлункового соку поділяють на два періоди: ***міжтравний,*** або період секреції звільненого від корму шлунка, та період травної секреції, який поділяється **на три фази** (мозкову, шлункову та кишкову) відповідно до розташування рецепторних зон, що знаходяться як за межами шлунково-кишкового каналу, так у ньому самому. Фази секреції можливі тільки за умов експерименту, а у природних умовах, корм потрапляє до шлунка вже під час приймання корму, а незабаром вона прямує до кишечника. Тому фази шлункової секреції взаємно перекриваються.

Складнорефлекторна (мозкова) фаза шлункової секреції обумовлена комплексом умовних та безумовних рефлексів і розвивається за умов подразнення групи рецепторів, коли корм знаходиться ще зовні організму (нюхових, зорових, слухових та ін.), а також механо- та хеморецепторів ротової порожнини глотки, стравоходу під час актів приймання корму та ковтання. Шлунковий сік у собаки починає виділятися через 4–8 хв від початку годівлі. Корм подразнює рецептори ротової порожнини, по аферентних нервах збудження *передається в харчовий центр* довгастого мозку, а від нього по еферентних волокнах блукаючого нерва – до залоз шлунка.

Секреція шлункового соку починається в тварин звичайно до початку годівлі від вигляду корму, відчуття його запаху та інших подразників, які сигналізують про корм. Це умовно рефлекторне виділення соку, що його І.П. Павлов назвав "апетитним", або "запальним". Ця фаза має важливе значення в секреції шлункового соку. Чим смачніший корм, тим з більшим апетитом він поїдається і тим більше виділяється шлункового соку.

При цьому відбувається механічне подразнення рецепторів слизової оболонки; збудження передається у довгастий мозок, а звідти по блукаючих нервах надходить до шлункових залоз.

Складнорефлекторне слиновиділення триває 1,5–2 години, після чого воно припиняється. У звичайних умовах годівлі виділення шлункового соку триває 5–8 год, далі сік виділяється під впливом не тільки механічних, а й хімічних подразників.

Шлункова (або нейрохімічна, хімічна) фаза настає під час дотику корму до слизової оболонки самого шлунка. Іноді її об'єднують з *кишковою* під назвою другої фази. Цю фазу шлункової секреції вивчають під час дослідів із введення харчових речовин до цілого ізольованого шлунка або ізольованим малим шлуночком за Генденгайном.

У слизовій оболонці пілоричної частини шлунка під впливом соляної кислоти або продуктів травлення утворюється особливий гормон – *гастрин,* який усмоктується в кров і є хімічним стимулятором секреції шлункового соку. Виділення шлункового соку спричиняють також продукти травлення корму та хімічні речовини корму, які легко розчиняються у воді. На шлункову секрецію впливає й дванадцятипала кишка. У ній утворюється речовина *ентерогастрин,* що діє на шлункові залози.

Кишкова фаза шлункової секреції контролюється підшлунковим соком та жовчю, що змінюють хімічний та фізико-хімічний стан поживних речовин, а також наявністю у соках біологічно активних речовин, що діють на секреторний процес.

Кишечник є місцем виникнення як стимулюючої, так і гальмівної імпульсації до шлунка. Секреція шлункового соку підсилюється продуктами білкового перетравлювання, слабкими розчинами соляної кислоти, екстрактивними речовинами корму. Пригнічується секреція шлункового соку жирами, які стимулюють утворення інгібіторів шлункової секреції гастрину та ентерогастрину, під дією яких пригнічується також й моторна функція шлунка.

Зв'язок різних рецепторних зон травного каналу з шлунковими залозами здійснюється двома способами – нервовим та гуморальним.

Моторика шлунка. Гладкі м'язи шлунка утворюють три шари: поздовжній, коловий і косий. Скорочення м'язів зумовлює рухи стінок шлунка, що забезпечують перемішування корму, змішування його з шлунковим соком, рух вмісту у напрямку кишечника та евакуацію його до дванадцятипалої кишки. Шлунок скорочується внаслідок механічного подразнення його рецепторів кормом. У ньому відбуваються такі скорочення: *перистальтичні,* що розповсюджуються від кардіальної до фундальної та антральної частин, забезпечуючи просування шлункового вмісту, що прилягає до донної частини; *тонічні* – сполучені з перистальтичними, підтримують тиск у порожнині шлунка, сприяють змішуванню корму шлунковим соком у шарах і евакуації вмісту шлунка до кишечника; *систолічні* – забезпечують перехід невеликої порції шлункового вмісту до дванадцятипалої кишки.

Рухи шлунка регулюються рефлекторно блукаючими і симпатичними нервами та гуморальними подразниками. Блукаючі нерви збуджують скорочення м'язів шлунку, симпатичні – гальмують. М'язи шлунка можуть скорочуватися після перерізування нервів, оскільки їм властива *автоматія.*

Гуморальними збудниками скорочень м'язів шлунка є гастрин, гістамін, холін; гальмують скорочення ентерогастрон, адреналін, норадреналін.

Перехід вмістимого шлунка в кишечник. Скорочення м'язів шлунка пересувають його вміст у пілоричну частину, а потім у дванадцятипалу кишку. Перехід шлункового вмісту *(евакуація)* відбувається не безперервно, а окремими порціями внаслідок того, що пілоричний сфінктер по черзі то відкривається, то закривається. Ця періодична діяльність сфінктера відбувається так: коли кислий шлунковий вміст надходить у пілоричну частину шлунка, соляна кислота подразнює тут рецептори. Імпульси надходять по аферентних нервах у довгастий мозок, а звідти йдуть по блукаючому нерву до сфінктера і він відкривається. Порція шлункового вмісту переходить у дванадцятипалу кишку. Реакція в кишці лужна, соляна кислота, що надійшла, подразнює рецептори слизової оболонки дванадцятипалої кишки, і сфінктер рефлекторно закривається. Сфінктер лишається закритим доти, поки реакція в кишці не стане знову лужною внаслідок нейтралізації соляної кислоти лужними соками підшлункової залози і кишечника, а також жовчю. Як тільки реакція стане лужною і більша

частина вмісту піде далі по кишечнику, сфінктер знову відкривається й пропускає наступну порцію шлункового вмісту.

Евакуація вмісту шлунка до кишечника залежить від:

- тонусу пілоричного сфінктера;
- систолічних скорочень шлунка;
- гуморальних факторів регуляції тонусу м'язів шлунка та пілоричного сфінктера;
- функціонального стану харчового центру;
- від виду корму (білковий затримується довше, вуглеводні переходять швидше), подрібнення корму та впливу жиру дванадцятипалої кишки.

Акт блювання. Це захисна реакція організму, що спрямована на вивільнення шлунково-кишкового каналу від шкідливих речовин, що до нього потрапили. За своїм механізмом блювання є складнорефлекторним актом з центром у довгастому мозку та вищерозміщених структурах центральної нервової системи аж до кори великих півкуль головного мозку.

Рецепторні зони розміщені на корені язика, глотки, слизової оболонки шлунка, кишечника, черевної порожнини. Блювання може бути спричинене нюховими або смаковими подразненнями, а також безпосередньо через кров на центр блювання. Рефлекс блювання починається з антиперестальтичних скорочень кишечника, скорочення м'язів живота, шлунка, що спричиняє викиданню вмісту шлунка до стравоходу, а звідти, завдяки його антиперестальтичним скороченням, до ротової порожнини. За цих умов носоглотка та гортань закривається, а рот відкривається.

Травлення в шлунку коня. У коня шлунок однокамерний, у вигляді видовженого зігнутого мішка, ***стравохідно-кишкового*** типу, має кардіальну, фундальну та пілоричну частини. ***Кардіальна*** – має куполоподібний сліпий мішок, слизова оболонка немає залози. ***Фундальна і пілорична*** – мають пристінкові, шлункові залози, які виробляють шлунковий сік. Об'єм шлунка 6–15 *л*, що залежить від породи, розмірів і віку коня.

Корм у шлунку коня розміщується шарами. Таке розміщення корму зберігається кілька годин, це визначає характер шлункового травлення. У нижніх шарах, просочених шлунковим соком, перетравлюються білки й жири. У верхніх шарах, добре змочених лужною слиною, розщеплюються вуглеводи під впливом ферментів рослинного корму і бактерій. У міру просочування корму шлунковим соком

зменшується зона травлення вуглеводів і збільшується травлення білків і жиру. Коли вміст шлунка повністю просочиться шлунковим соком, розщеплення вуглеводів припиняється і перетравлюються тільки білок і жир. Це відбувається через кілька годин після годівлі. Під впливом бактерій у шлунку коня відбувається молочне бродіння. Клітковина в шлунку коня не перетравлюється.

Шлунковий сік секретується безперервно. Кожне приймання корму посилює діяльність залоз шлунка. У коня є рефлекторна фаза в шлунковому соковиділенні. Кількість шлункового соку, його кислотність і активність ферментів залежать від прийнятого корму. За добу виділяється 10–30 *л* шлункового соку, кислотність його становить 0,24%, з яких 0,14% припадає на вільну соляну кислоту. Сильними збудниками шлункової секреції є зелена трава, конюшинове сіно, овес, морква, а також технологічна обробка корму.

Травлення корму в шлунку і евакуація його в дванадцятипалу кишку відбуваються повільно і залежить від типу корму. Тому під час регулярної годівлі шлунок коня завжди заповнений.

Травлення в шлунку свині. У свині шлунок однокамерний, ***стравохідно-кишкового*** типу. Біля входу в шлунок є куполоподібний виступ – сліпий мішок. За будовою слизова оболонка шлунка свині має такі зони: стравохідну, кардіальну, сліпого мішка, фундальну і пілоричну. ***Стравохідна*** зона немає залоз, слизова ***сліпого мішка і кардіальної*** зони виділяють слиз. Залози фундальні і пілоричні виділяють секрет, багатий на ферменти і соляну кислоту. Кормові маси в шлунку свині не перемішуються, а розміщуються шарами в міру їх надходження.

Шлунковий сік поширюється в шлунку поступово знизу вгору. Відразу після годівлі в шлунку перетравлюються вуглеводи під впливом ферментів проковтнутої слини, а також ферментів бактерій і рослинного корму. Через 2–3 години, коли шлунковим соком просочується вміст шлунка, починається розщеплення білків під впливом пепсину. У свиней шлунковий сік виділяється безперервно. Приймання корму спричиняє посилення секреції соку.

Корм у шлунку свиней довго не затримується, основна його маса залишає шлунок залежно від раціону протягом 6–12 год після годівлі. На швидкість евакуації впливає ступінь наповнення шлунку кормом: чим більше його в шлунку тим швидше він переміщується в кишки.

Травлення в шлунку м'ясоїдних. Шлунок відносно об'ємний і належить до шлунків ***кишкового*** типу. Травлення починається в

ротовій порожнині. У слині собак і кішок, окрім звичайних компонентів міститься ***лізоцим*** – речовина, що вбиває бактерії. Інтенсивність виділення слини змінюється залежно від корму. На сухий корм слини виділяється більше. Далі корм потрапляє в шлунок. У шлунку виділяється шлунковий сік, що сприяє перетравлюванню корму. За відсутності корму шлункові залози знаходяться у спокої. Як тільки тварина починає їсти, або просто бачить знайомий корм, шлункові залози приходять у збудження і через 5–6 хвилин починають виділяти шлунковий сік. З шлунку корм поступає в кишечник, де до нього приєднуються кишковий сік, сік підшлункової залози і жовч, що володіють потужною перетравлювальною дією. Час проходження корму по травному каналу у собак і кішок залежить від раціону і складає 12–15 годин. Рослинний корм викликає сильнішу перистальтику кишечника, тому проходить швидше, ніж м'ясний, через 4–6 годин.

Травлення в шлунку жуйних. Шлунок жуйних багатокамерний. Він складається з чотирьох відділів: ***рубця, сітки, книжки і сичуга***. Перші три відділи називаються передшлунками не мають залозистої тканини, а сичуг є справжнім шлунком ***кишкового типу***. *Рубець* є головним резервуаром корму, який перебуває у рубці 3–4 доби, перебування якого залежить від характеру корму. Грубі корми перебувають у рубці значно довше ніж концентровані та соковиті. Ступінь подрібнення грубих кормів визначає швидкість евакуації вмісту до наступних відділів травного тракту. У рубці корми зазнають фізичних та хімічних перетворень, дякуючи мікроорганізмам він перемішується і за досягнення певної концентрації прямує до сітки. Вміст рубця – це кашкоподібна маса буро-жовтого або темно-зеленого кольору зі своєрідним запахом.

Травлення в рубці відбувається за допомогою ***мікроорганізмів і їхніх ферментів.*** Мікроорганізми рубця – це бактерії, інфузорії та грибки. У ньому створені сприятливі умови для їх життєдіяльності (стала температура 38–40°С, газовий склад з низьким вмістом кисню, оптимальна *pH*, а також постійна наявність субстрату для життєдіяльності мікроорганізмів). Відносна сталість вмісту рубця підтримується за допомогою двосторонньої проникності стінки рубця та її метаболічної активності. Ферменти бактерій володіють специфічністю, тобто діють на певні поживні речовини, серед бактерій, що діють на вуглеводи розрізняють:

➢ ***молочнокислі***, що зброджують легкорозчинні вуглеводи до молочної кислоти;

➢ ***амілолітичні*** – розщеплюють крохмаль до мальтози, яка гідролізується під дією α-глюкозидази до моносахаридів;

➢ ***целюлозолітичні*** – гідролізують целюлозу до дисахариду целобіози, що розпадається під дією ферменту целобіози на α- та β-глюкозу;

➢ ***протеолітичні бактерії***, що розщеплюють білки до поліпептидів та вільних амінокислот;

➢ ***декарбоксилюючі бактерії***, що відщеплюють CO_2 від амінокислот;

➢ ***дезамінуючі бактерії*** – відщеплюють аміногрупу з утворенням вільного аміаку;

➢ ***бактерії, що виділяють фермент уреазу*** (карбамід амідогідролазу), під дією якого сечовина гідролізується до аміаку та вуглекислого газу;

➢ ***бактерії, що здатні синтезувати амінокислоти*** та білки з використанням азоту аміаку.

Гідроліз ліпідів здійснюється ліполітичними бактеріями з утворенням гліцеролу та карбонових кислот.

Інфузорії беруть участь у перетравлювані клітковини, механічно подрібнюючи клітковину вони готують її до дії ферментів целюлозолітичних бактерій; у гідролізі крохмалю, а також легкорозчинних вуглеводів. Найпростіші здібні до захоплення бактерій, а володіючи високою протеолітичною здатністю, вони перетравлюють білки, утворюючи свої специфічні білки, що відрізняються високою біологічною цінністю, дякуючи бактеріям та інфузоріям у рубці синтезується протягом доби до 450 грам білка і глікогену.

У рубці мешкають анаеробні грибки – дріжджі, плісняви та деякі види актиноміцетів. Всі вони фіксовані на частках рослинного корму, володіють здатністю гідролізувати клітковину, зброджувати розчинні вуглеводи, беруть участь у синтезі амінокислот та вітамінів групи *В* і *К*.

Кількісний та якісний склад мікроорганізмів рубця залежить від характеру раціону та складу мікробної популяції. Адаптаційний період для мікроорганізмів рубця за зміни раціонів складає в середньому 10–12 діб.

Скорочення рубця досліджують у лівій голодній ямці шляхом прикладання тильного боку долоні і злегка натиснувши на неї. У

великої рогатої худоби частота скорочення становить 3–5 протягом 2 хв або 8–12 за 5 хв, у ***овець*** 3–6, у ***кіз*** 2–4 протягом двох хвилин.

Розщеплення складних полісахаридів і білків під впливом бактерій. У рослинних кормах вуглеводи складають від 50 до 80% органічних сполук, які є клітковиною, геміцелюлозою, інуліном, пептиновими речовинами, крохмалем у складі концентратів, картоплі, а також моно- та дисахаридів. На крохмаль діють амінолітичні бактерії та інфузорії. Під дією амілази крохмаль гідролізується до дисахариду мальтози, а остання розпадається під дією α-глюкозидази (мальтози) до двох молекул α-глюкози з подальшим бродінням до летких жирних кислот (ЛЖК) – оцтової, пропіонової та масляної.

Целюлоза є основним структурним компонентом рослин, відіграє важливу роль у процесах травлення та виконує наступні функції:

- є стимулятором моторної функції шлунково-кишкового каналу (ШКК) як у моногастричних, так і у жуйних тварин;
- є фактором ситності (за умов ступеня наповнення травного каналу сухою речовиною корму);
- є фактором поверхні, тому що на поверхні часточок корму фіксуються целюлозолітичні бактерії;
- є колоїдним субстратом, тому що вона зв'язує воду з кормом, бере участь у механізмі транспорту по шлунково–кишковому каналу;

Целюлоза належить до погано засвоюваних поживних речовин, є джерелом сухої речовини рослинних кормів.

Перетворення білків у передшлунках. Білки у рослинних кормах, що надійшли до рубця, зазнають гідролізу під дією протеолітичних ферментів мікроорганізмів рубця, у яких відбувається дезамінування білків і утворення вільного аміаку. Він є центральним азотистим метаболітом у рубці, 70–80% азотистих речовин корму перетворюються в рубці на аміак. Азот аміаку мікроорганізми рубця використовують для утворення амінокислот та білків власного тіла, які всмоктуються в кров, що і дозволяє використовувати в раціонах жуйних тварин небілкові азотисті речовини (сечовину, амонійні солі).

Аміак, що всмоктався в кров знешкоджується у тканинах печінки з утворенням сечовини, що є кінцевим продуктом обміну білків у організмі і виділяється у складі сечі.

Значення ЛЖК для організму жуйних. Клітковина, що надійшла до рубця зазнає механічної дії від інфузорій тобто вони розпушують її і готують ґрунт для целюлозолітичних бактерій. Під дією целюлози клітковина гідролізується до дисахариду целобіози,

яка, зазнаючи дії ферменту целобіози, розпадається до α- та β-глюкози з подальшим бродінням до *летких жирних кислот* оцтової, пропіонової та масляної. У передшлунках жуйних вуглеводи корму перетворюються до ЛЖК (оцтова, пропіонава, масляна).

Оцтова кислота є джерелом енергії, жирних кислот і утворенням кетонових тіл.

Пропіонова – є джерелом енергії, амінокислот і вуглеводів.

Масляна – є джерелом енергії, жиру і кетонових тіл (під час порушення вуглеводно-жирового обміну і поєднання з дефіцитом у раціоні легкорозчинних вуглеводів і на концентратному типі годівлі, їх концентрація у крові збільшується, призводить до кетозу).

Перетворення ліпідів. У складі рослинних та інших кормів у передшлунки потрапляють різні форми ліпідів. Вміст жиру у рослинних кормах невеликий та складає у середньому 4–8% від сухої речовини. Особливістю рослинних жирів, на відміну від жирів тваринного походження, є високий (до 70%) вміст ненасичених карбонових кислот.

Ліпіди, що потрапили до рубця зазнають дії ліполітичних бактерій та під дією ліпази гідролізуються з утворенням гліцеролу та карбонових кислот. Для життєдіяльності ліполітичних бактерій *pH* вмісту рубця дорівнює 6,5–7,0. Гліцерол використовується мікроорганізмами для біосинтезу жирів та для мікробіального бродіння з утворенням летких жирних кислот. Ненасичені карбонові кислоти підлягають гідрогенізації, тобто насичуються ненасичені зв'язки воднем з утворенням насичених карбонових кислот, які є більш специфічними для жирів тваринного походження. Високомолекулярні вільні карбонові кислоти у рубці фіксуються на поверхні частинок корму та переміщується до сичуга та кишечника для подальшого перетравлення, а також використовуються для біосинтезу жирів мікроорганізмами, а низькомолекулярні карбонові кислоти всмоктуються в кров з передшлунків. Також вони можуть використовуватись мікроорганізмами для біосинтезу стеринів, всмоктуючись у кров підвищують концентрацію біологічно активних речовин стероїдної природи.

Функція сітки. Маючи коміркову будову слизової оболонки вона виконує роль сортувального відділу й пропускає до книжки лише подрібнені частинки корму, що надходять до рубця під час годування тварини. При скороченні сітки, добре подрібнений її вміст прямує до книжки, а більші частинки корму повертаються назад до рубця.

Функція книжки. Вона вистелена з боку слизової оболонки листочками різної висоти, за рахунок цього утворюється гранично велика поверхня для всмоктування. З її порожнини всмоктується до крові велика кількість води, гідрокарбонату натрію, летких жирних кислот. Під час поїдання великої кількості концентрованих кормів виникає переповнення книжки, бо концентровані корми, що розміщені поміж листочками, притягують воду, набрякають та стискають листочки.

Жуйні періоди, їх залежність від характеру корму. Механізм ремигання. Процес ремигання. Жуйні тварини поїдають корм швидко й ковтають його майже не пережовуючи. У перервах між прийманням корму з'їдений корм невеликими порціями відригується в ротову порожнину, ретельно пережовується і знову ковтається. Відригування прийнятого корму, пережовування й повторне ковтання називають **процесом ремигання.** Час, протягом якого відбувається процес ремигання, називається ***періодом ремигання.*** Таких періодів ремигання протягом доби буває 6 – 8, кожен з яких триває по 40–50 хв, під час годівлі грубими кормами ці періоди триваліші. Вони настають швидше, коли тварини в повному спокої. Час, протягом якого тварина відригує, пережовує та проковтує один харчовий клубок, називається ***жуйним циклом***. Під час відригування разом з кормом в ротову порожнину потрапляє рідина з рубця, яка відразу ж ковтається, а щільна маса пережовується протягом 20–60 с і знову ковтається.

Поживні речовини в рубці зазнають гідролітичного розкладу до мономерів з подальшим мікробіальним бродінням, що й сприяє утворенню великої кількості газів: вуглекислого, метану, азоту, кисню і водню.

Основним механізмом виведення газів з рубця є відригування. Центр відригування знаходиться в довгастому мозку, яке виникає внаслідок подразнення баро- та тензорорецепторів стінки рубця, під час збудження яких відбувається рефлекторне розширення стравоходу та скорочування рубця, і гази викидаються до ротової порожнини.

Моторика передшлунків. Перемішування та просування вмісту рубця здійснюється за рахунок скоротливої діяльності гладенької мускулатури передшлунків, розміщеної у різних напрямках. Рефлекторне скорочення різних ділянок рубця відбувається у певній послідовності. Збудження мускулатури стравохідного жолобу переходить послідовно на м'язи дорсального мішка рубця, потім на кардо-дорсальний виступ, на вентральний мішок, а потім розповсюджується

на дорсальний мішок та повертається до м'язів вентрального мішка. Завдяки такому послідовному скороченню у передшлунках корм багато разів перемішується, рухаючись у напрямку проти годинникової стрілки. Внаслідок постійних скорочень рубця й сітки з певною періодичністю і просувається в сичуг.

Сітка скорочується в два прийоми: спочатку наполовину, потім злегка розслабляється, після чого скорочується повністю. Коли скорочується сітка, грубі частинки вмісту виштовхуються назад у рубець, а подрібнена і напівридка маса надходить у книжку, потім у сичуг. Під час скорочення сітки розширюється сичуг, у ньому створюється негативний тиск і рідка маса насмоктується з книжки в сичуг.

Скорочення передшлунків регулюється спеціальним центром довгастого мозку через блукаючий симпатичний нерв та корою великих півкуль. Нервова регуляція моторної функції передшлунків здійснюється рефлекторно. Рецепторні зони розміщені у різних ділянках травної системи. Подразнення рецепторів ротової порожнини посилює скорочення передшлунків, а під час переповнення книжки пригнічується моторна діяльність передшлунків та посилюється скоротливість сичуга та кишечника. Подразнення механорецепторів дванадцятипалої кишки рефлекторно зменшує моторику передшлунків. Умовно-рефлекторна регуляція скоротливої функції передшлунків регулюється корою великих півкуль головного мозку.

Травлення в сичузі. Сичуг є справжнім шлунком. У ньому виділяється сичужний сік, в якому містяться ферменти: пепсин, хімозин і соляна кислота. Пепсин гідролізує білки до поліпептидів, а хімозин сприяє перетворенню казеїногенів на казеїн. Секреція сичужного соку відбувається безперервно, а інтенсивність секреції та її тривалість залежить від характеру годівлі.

Регуляція секреції сичужного соку є складно-рефлекторна фаза, яка триває 2–3 год та нейрохімічна фаза, яка складається з шлункової та кишкової фази. Блукаючий нерв стимулює секрецію, а симпатична нервова система гальмує.

Особливості травлення в молодняку жуйних. Роль стравохідного жолоба для травлення.

Молодняк жуйних народжується з недорозвиненими передшлунками: у теляти рубець, сітка і книжка, разом узяті, за розміром менші від половини сичуга. У перші місяці життя передшлунки ростуть швидко. У тримісячному віці вони в чотири рази більші за

сичуг, а в шестимісячному – в телят установлюється тип травлення, як у дорослих жуйних.

У новонароджених телят немає періоду ремиґання. Він настає приблизно на третьому тижні життя й пов'язаний з початком приймання грубого корму. У рубці з'являються мікроорганізми і починають постійно функціонувати привушні слинні залози.

У період випоювання телят молоком важливе значення має сичуг. У сичужному соку міститься багато *хімозину*. У цей період велике значення має стравохідний жолоб. Під час пиття молока й води або акту ссання краї жолоба змикаються й утворюють трубку, що є ніби продовженням стравоходу. Місткість стравохідного жолоба дуже мала, тому молоко може проходити по ньому в сичуг тільки невеликими порціями. Якщо телят випоюють з відра, вони ковтають великі порції молока, яке розсовує краї жолоба і виливається в рубець. У цьому віці в телят рубець не функціонує і молоко, яке туди потрапило, загниває, спричиняючи захворювання шлунково-кишкового каналу.

Телят необхідно привчати у молочному й перехідному періоді до рослинних кормів, що стимулює розвиток передшлунків.

Травлення в тонких кишках. Перетравлювання поживних речовин у кишечнику здійснюється під впливом ферментів підшлункового та кишкового соків та за участі жовчі.

Підшлунковий сік виробляється підшлунковою залозою та через протоку надходить у дванадцятипалу кишку. У великої рогатої худоби за добу його виділяється 6–7 *л*, у свиней – 8 *л*. Підшлунковий сік – прозора безбарвна рідина лужної реакції, *pH* 7,8 – 8,4; у ньому містяться ферменти, які розщеплюють білки, вуглеводи й ліпіди.

Трипсин виділяється у вигляді неактивного трипсиногену, який активується ферментом кишкового соку – ентеропептидазою. Він гідролізує поліпептиди, що утворилися в шлунку після дії пепсиногену на білки, а також білки, що там не розклалися до оліго-, та поліпептидів, дипептидів та вільних амінокислот. **Хімотрипсин** утворюється з хімотрепсиногену під дією трипсину, який гідролізує пептидні зв'язки у білках з утворенням ще більш низькомолекулярних пептидів, які є субстратами для наступних систем ферментів пептидогідролаз. Вони розщеплюють поліпептиди до амінокислот. Їх розщеплюють ферменти – карбоксипептидаза, дипептидаза, а білки сполучної тканини (еластин і колаген) – еластаза, колагеназа.

Завершують гідроліз низькомолекулярних пептидів трипептидази, дипептидази.

Вуглеводи розщеплюються ферментами: амілазою, мальтазою, лактазою, сахаразою. **Амілаза** розщеплює крохмаль і глікоген до мальтози; **мальтаза** розщеплює мальтозу до глюкози; **лактаза** розщеплює молочний цукор на глюкозу й галактозу; **сахараза** розщеплює сахарозу на глюкозу і фруктозу.

Фермент **ліпаза** розщеплює жири на гліцерол і карбонові кислоти. Дію ліпази посилює жовч.

Регуляція секреції підшлункового соку залежить від функціонального стану нервової системи та кількісного складу гуморальних факторів, що впливають на утворення харчових соків.

Нервові центри, що причетні до регуляції панкреатичного соку локалізовані у довгастому мозку, гіпоталамусі та у корі великих півкуль головного мозку. Аферентні імпульси можуть надходити до центрів як безпосередньо під час подразнення рецепторів ротової порожнини та шлунка, так і через інші рецептори, що збуджуються при вигляді корму, його запаху та ін. Після прийому корму секреція підшлункового соку стає безперервною. Тривалість та характер секреції залежить від кількості та якості корму. Секреція підшлункового соку відбувається за допомогою, як безумовних, так і умовнорефлекторних дій.

Павлов І.П. установив, що на секрецію підшлункового соку впливає блукаючий нерв, який стимулює її, і кора великих півкуль (якщо тварині показати корм, починає виділятися підшлунковий сік).

Поряд з нервовою є й гуморальна регуляція секреції підшлункового соку. Якщо в дванадцятипалу кишку вливати соляну кислоту, то відбувається секреція підшлункового соку навіть після перерізування волокон блукаючого нерва. Під впливом соляної кислоти шлункового соку, який надходить у кишечник, з клітин слизової оболонки дванадцятипалої кишки й початкової частини порожньої кишки виділяється ***гормон секретин***. Він виробляється у вигляді неактивного просекретину, який активується соляною кислотою. Надходячи в кров, секретин стимулює секреторну функцію підшлункової залози.

Жовч, її утворення і виділення. Жовч є секретом клітин печінки – гепатоцитів, що надходить до просвіту дванадцятипалої кишки та відіграє надзвичайно важливу роль у травленні та обміні речовин. Утворення жовчі у печінці відбувається безперервно і збирається у протоці печінки, яка після злиття з міхуровою протокою утворює

загальну жовчну протоку, що впадає до дванадцятипалої кишки. За відсутності травлення жовчна протока є закритою і жовч надходить до жовчного міхура. Під час травлення до 12-палої кишки надходить жовч як з печінки, так із жовчного міхура. Жовч є печінкова і міхурова, що відрізняються за складом сухої речовини консистенцією, кольором та щільністю.

Фізико-хімічні властивості і склад жовчі. *Печінкова* жовч рідка, її *pH* 7,3–8,0, густина 1,008–1,015, колір жовчі у різних видів тварин від ясно–жовтого до ясно-зеленого, води 96–99% та 1–4% сухої речовини. *Міхурова* – тягуча, в'язкої консистенції, більш темнішого кольору, питомою вагою 1,026–1,048, *pH* 6,8, вміст води 80–86%, та 14–20% сухої речовини. Органічна частина жовчі містить жовчні кислоти, пігменти (білірубін, білівердин), муцин, холестерол, фосфоліпіди, продукти неповного розпаду гліцеридів, а також кінцеві продукти азотистого обміну (сечовина та сечова кислота).

Значення жовчі. Жовч бере активну участь у діяльності шлунково-кишкового каналу. Вона з одного боку є секретом та володіє властивостями травного соку, з іншого − є екскретом − з нею виводяться з організму токсини, лікарські сполуки, жовчні пігменти. Головна роль жовчі на думку І.П. Павлова – це змінити шлункове перетравлювання на кишкове, ліквідувати дію пепсину, який небезпечний для ферментів підшлункового соку та сприяти дії ферментів підшлункового соку особливо ліполітичних. Жовч емульгує жири утворюючи найдрібніші краплинки, що полегшує дію ліпази на жир. Підсилює дію амілази, трипсину та активує ліпазу підшлункового соку. Ферменти жовчі α-амілаза та протеаза позитивно впливають на перетравлювання білків, жирів та вуглеводів у кишечнику. Жовчні кислоти, відіграють важливу роль у процесі всмоктування жирних кислот, утворюючи з ними водорозчинні комплекси – холеїнові кислоти.

Жовч бере участь у процесах всмоктування каротину, вітамінів D, E, K, амінокислот, холестеролу та солей кальцію, в транспортуванні ліпідів з печінки до кишечника та у пристінному травленні, і володіє бактеріостатичною дією, попереджає розвиток гнильних процесів у кишечнику. Жовчні пігменти підтримують тонус гладенької мускулатури кишечника та посилюють перистальтику, здебільшого на ділянках дванадцятипалої та товстої кишок.

Регуляція жовчоутворення та жовчовиділення. Жовчоутворення відбувається безперервно. Акт годівлі рефлекторно посилює жовчо-

утворення, воно є безумовно-рефлекторним та умовно-рефлекторним за участі нервових центрів, що розміщені у довгастому мозку, гіпоталамусі, та у корі великих півкуль головного мозку.

Виділення жовчі відбувається під впливом гуморальних чинників, холінергічних (ацетилхолін, карбохолін) та адренергічних (адреналін, норадреналін) сполук, одні посилюють інші пригнічують. Жовчоутворення посилюють гормони: гіпофіза (вазопресин, АКТГ), підшлункової (інсулін), надниркової (глюкокортикоїди) залоз, статеві гормони (яєчників і сім'яників), а гормони щитоподібної залози пригнічують.

Утворення жовчі є не тільки секреторним, а й екскреторним процесом, в результаті якого виводяться з організму жовчні пігменти, холестерин, сечовина, пуринові основи та ін.

Жовчовиділення посилюється за механізмом складнорефлекторної реакції, за участі рецепторних зон як безумовних, так і умовних рефлексів (акт приймання корму, закони гідродинаміки у бік найменшого тиску, гормони травної системи, ендокринних залоз та вегетативної нервової системи і рецепторна зона 12-палої кишки).

У коня, верблюда, оленя немає жовчного міхура, його функцію виконують жовчні ходи, які мають великі розміри.

За добу виділяється жовчі в коня – 6,0–7,2 *л*, у великої рогатої худоби – 7–9,5, в овець і кіз – 1–1,5, у свиней – 2,4–3,8 *л*. Кількість і якість жовчі залежать від складу раціону.

Кишковий сік і його ферменти. Тонка кишка анатомічно розподіляється на 12–палу, порожню та клубову. У перетравлюванні поживних речовин у тонкому кишечнику, на рівні з підшлунковим соком та жовчю, важливу роль відіграє кишковий сік. Дякуючи ферментам кишкового соку, у кишечнику завершується гідроліз білків, жирів та вуглеводів, до відповідних мономерів, що всмоктуються до крові та лімфи. Завершальний етап гідролізу поживних речовин здійснюється шляхом мембранного травлення. У тонкій кишці всмоктуються майже всі продукти гідролізу поживних речовин, вітаміни, мінеральні речовини, вода та здійснюється екскреція. Завдяки двобічній проникності і обмінній функції стінки кишечника його *вміст (хімус)* має відносно сталий фізико-хімічний склад.

Слизова оболонка тонкого кишечника має безліч складок, що рясно укриті ворсинками та мікроворсинками, за рахунок яких дуже збільшується поверхня слизової оболонки як для ***мембранного травлення***, так і для ***всмоктування***. Основними залозистими клітинами слизової оболонки тонкого кишечника є ліберкюнові та бруннерові залози. Останні розміщені у проксимальній ділянці 12-палої

кишки. У призматичному епітелії слизової оболонки розташовані бокалоподібні клітини – одноклітинні слизові залози. Окрім того, у основі ворсинок, у криптах, особливо 12-палої кишки розміщено безліч зернистих клітин, у яких утворюється цілий ряд гормонів травної системи.

Тонкий кишечник – це єдиний орган травного тракту, слизова оболонка якого містить своєрідну ретикулярну тканину, у якій є клітини, що нагадують ретикулярні клітини кровотворних органів, які беруть участь у захисних та імунних процесах.

Підслизова оболонка утворена сполучною тканиною, багатою на кровоносні судини, нерви та лімфоцити, що розсіяні у власному шарі слизової оболонки. У 12–палій та порожній кишках присутні солітарні (поодинокі) лімфатичні фолікули. У клубовій кишці фолікули зливаються і утворюють пейерові бляшки, що виходять за межі слизової оболонки та проникають у підслизову оболонку.

М'язова оболонка складається з внутрішнього – *циркулярного* та зовнішнього – *повздовжнього* шарів гладеньких м'язів. У сполучній тканині поміж шарами розміщені судини та міжм'язові нервові сплетення.

Серозна оболонка – це вісцеральний листок очеревини, що побудований із щільної сполучної тканини, яка вкрита зовні плоским епітелієм. Гладенька поверхня очеревини сприяє перистальтичним рухам кишечника.

Ферменти кишкового соку. У кишковому соку міститься увесь набір гідролітичних ферментів, що забезпечують завершальний етап перетравлювання білків, жирів та вуглеводів.

Пептидази – розщеплюють дипептиди до вільних амінокислот.

Глюкозидаза – розщеплюють вуглеводи до моносахаридів.

Естерази – розщеплюють жири до гліцеролу та карбонових кислот.

Нуклеази (РНК–аза та ДНК–аза), що гідролізують нуклеїнові кислоти до мононуклеотидів.

Кількість та склад кишкового соку залежить від характеру годівлі, часу після годівлі та функціонального стану регуляторних систем. Нервовий та гуморальний механізми регуляції секреції кишкового соку відбувається як і секреція підшлункового соку.

Приймання корму не викликає різкого підсилення секреції кишкового соку, а виділення його відбувається за безпосереднього контакту хімусу із слизовою оболонкою кишечника.

Загальна кількість кишкового соку за добу складає у свиней до 50 літрів, у великої рогатої худоби – до 150 літрів, у коней – до 190 літрів, а у овець – 15–20 літрів. *pH* кишкового соку дорівнює 7,6 переважно за рахунок бікарбонату натрію.

Склад та властивості кишкового соку. Кишковий сік є секретом ліберкюнових, бруннерових залоз, бокалоподібних клітин та містить у собі десквамований епітелій слизової оболонки кишечника, а також біологічно активні речовини, що утворюються у слизовій оболонці кишечника. Секреторна діяльність слизової оболонки кишечника здійснюється за *мерокриновим* (кишковий секрет просочується крізь мембрану клітини не пошкоджуючи її) та *голокриновим* (вся клітина перетворюється в кишковий секрет) типами. Тому у кишковому соку багато відторгнутих залозистих клітин слизової оболонки, за умов руйнування яких звільняються ферменти. Секреція соку відбувається безперервно. *Кишковий сік* – безбарвна, злегка мутнувата рідина лужної реакції (*pH*8.2–8,7). У кишковому соку містяться ферменти, які діють на проміжні продукти розщеплення білків і вуглеводів. Суміш пептидаз (поліпептидази і депіптидази) розщеплює поліпептиди і дипептиди до амінокислот. Дисахариди до моносахаридів розщеплюються ферментами мальтозою, інвертазою, лактазою. У невеликій кількості є амілаза, ліпаза й нуклеаза. У кишковому соку міститься також ентерокіназа, яка перетворює трипсиноген у трипсин, і лужна фосфатаза, яка забезпечує процеси фосфорилювання вуглеводів і амінокислот та їх усмоктування.

Механізм секреції кишкового соку. Секреція кишкового соку відбувається безперервно. Стимулюють його виділення блукаючий нерв, механічне подразнення, а також хімічні подразники. До хімічних подразників належать шлунковий сік, продукти травлення білків і вуглеводів. Вважають, що механічні й хімічні подразники діють на нервові утвори, які розміщені в стінці кишечника.

Порожнинне і пристінкове травлення. Процес травлення в тонких кишках складається з трьох послідовних етапів: порожнинного, пристінкового травлення і всмоктування.

Внаслідок перетравлювання поживних речовин корму і змішування його з травними соками вміст тонкого кишечника набуває вигляду однорідної рідкої маси, яку називають ***хімусом***. Загальна кількість хімусу становить у коней 190 *л*, у великої рогатої худоби – 150, у свиней – 50, в овець – 15–20 *л*.

У порожнині тонких кишок відбувається *порожнинне травлення* за допомогою ферментів травних соків. При цьому розщеплюються

великі часточки корму до менших, значна частина поліпептидів, поліцукридів, жирів і нуклеїнових кислот. Після цього ці речовини контактують прилипають до клітин слизової оболонки кишок, де відбувається *пристінкове* (*мембранне*) *травлення*. Пристінковому травленню сприяє будова слизової оболонки тонкого кишечника. На поверхні ворсинок є величезна кількість мікроворсинок. Між ними є невеликі простори, в яких містяться ферменти, фіксовані на мембрані клітин мікроворсинок. У результаті рухів кишечника хімус безперервно перемішується й доторкається до них. Частинки корму, розміри яких менші за відстань між мікроворсинками, надходять у простори між ними й тут проходять пристінкове травлення. Кінцеві стадії розщеплення поживних речовин відбуваються на клітинній мембрані, крізь яку здійснюються й процеси *всмоктування.* Внаслідок цього значно зростає швидкість ферментативного розщеплення поживних речовин та їх всмоктування.

У ***жуйних*** тварин пристінкове травлення відбувається не тільки в кишечнику, а й у передшлунках під впливом ферментів, що виділяються бактеріями.

Види рухів кишок, всмоктування поживних речовин у різних відділах травного тракту. У тонкому відділі кишечника м'язи – це зовнішньоподовжні та внутрішньоциркулярні шари гладеньких м'язів. Циркулярний шар складається з товстого зовнішнього та тонкого внутрішнього. До нього прилягає підслизова основа.

Розрізняють наступні скорочення кишечника: ритмічну сегментацію, маятникоподібні, перистальтичні (швидкі і повільні) та антиперистальтичні.

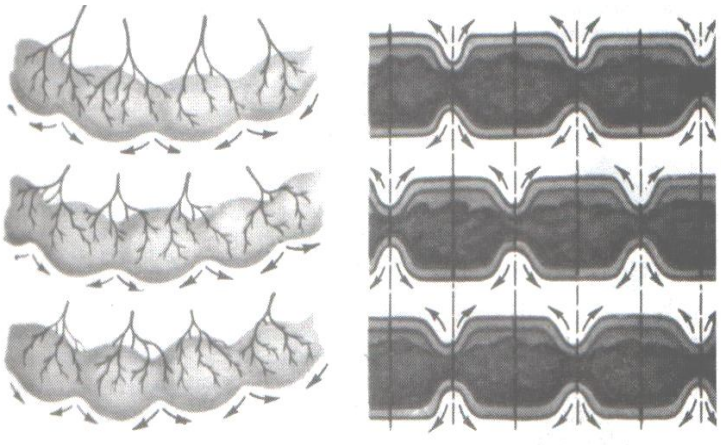


Рис.95. Ритмічна сегментація

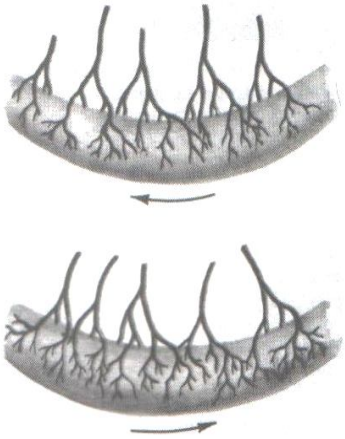


Рис. 96. Маятникоподібні рухи

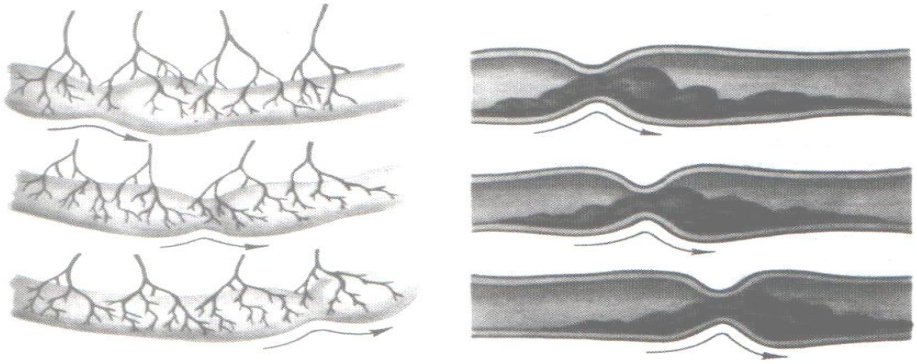


Рис. 97. Перистальтичні скорочення кишечника

Ритмічна сегментація забезпечується скороченнями циркулярного шару м'язів. Вміст кишки розділяється перетинками на численні сегменти, приблизно на рівних відстанях один від одного. Потім настає фаза розслаблення і кишка знову набуває стрічкоподібного вигляду. Після цього виникають нові перетинки усередині сегментів першої фази, а потім знову настає загальне розслаблення. Такий вид скорочування сприяє перемішуванню вмісту кишечника та близькому стиканню його із стінкою кишки, тим самим впливаючи на всмоктування поживних речовин і просування хімусу поздовж кишечника.

Маятникоподібні рухи здійснюються за участі поздовжніх та циркулярних м'язів. Хімус просувається туди-сюди, уперед-назад, як у

маятника, забезпечуючи, головним чином, перемішування хімусу, хоча можливо і слабкі поступальні рухи його.

Перистальтичні скорочення. За умов такого руху скорочуються кругові м'язи, утворюють кінцевий перехват.

Попереду цього перехвату порожнина кишечника розширюється за рахунок скорочення поздовжнього шару м'язів, вміст кишки вичавлюється із звуженої ділянки та пересувається до розширеної. Перистальтика є координованим скорочуванням поздовжнього та циркулярного шарів м'язів за участі інтрамуральних рефлекторних механізмів. Коли вздовж кишечника минають декілька таких хвилеподібних скорочень виникає подібність з рухом черв'яка, тому ці рухи й називають *червоподібними*. Перистальтична хвиля скорочування розповсюджується, як правило, у аборальному напрямку та сприяє просуванню вмісту кишечника. Значна частина перистальтичних хвиль у 12–палій кишці виникає в момент переходу вмісту шлунка до кишечника, хоч виникнення перистальтичної хвилі кишечника є можливим навіть тоді, коли корм з шлунка не переходить до кишечника. Перистальтичні хвилі кишечника можуть спостерігатися під час ковтання харчового клубка, під час годування та можуть виникати у будь-якій ділянці кишечника.

Перистальтичні скорочення бувають повільними та швидкими, від 0,1 до 3,0 м/с.

У кишечнику є *антиперистальтика,* тобто розповсюдження хвилі скорочення в оральному напрямку.

Виявлено, що у проксимальній частині тонкого відділу кишечника, у 12–палій та порожній кишках, мають місце усі види скорочень, у той час як у клубовій кишці, особливо у її середній частині, не реєструється перистальтична хвиля. Можливо тому швидкість просування вмісту клубової кишки у 4–10 разів менша за 12-палу та проксимальну частину порожньої. У кінцевій частині клубової кишки характерними є ритмічні та перистальтичні скорочування, що забезпечують сильну хвилю тиску на *іліоцекальний сфінктер.*

Рухи кишечника спричиняються механічними подразниками – грубими частинками хімусу і хімічними – жовчю, кислотами, лугами, продуктами травлення білків – поліпептидами.

Центральна нервова система регулює рухи кишечника за допомогою блукаючого і симпатичних нервів. Блукаючий нерв посилює рухи, а симпатичні гальмують.

Травлення в товстих кишках. Товсті кишки складаються із сліпої, ободової і прямої кишок. Вміст тонкого відділу кишечника надходить іліоцекальним отвором до сліпої кишки. Розкривається цей отвір внаслідок тиску, що виникає в кінцевій частині клубової кишки. Цей перехід у жуйних, свиней, собак регулюється особливим клапаном, а в коня – сфінктером. Вміст прямує до сліпої кишки під впливом перистальтичних та тонічних хвиль скорочення кишечника. Отвір є відкритим до того часу, доки вміст кінцевого сегменту клубової кишки не надійде до товстої. Вміст сліпої кишки послідовно надходить до великої та малої ободової, а потім – до прямої кишки.

Ферменти, що впливають на всмоктування. У соку товстих кишок містяться в основному слиз і невелика кількість ферментів (пептидази, ліпази, нуклеази, глюкозидази, фосфатази), фосфоліпіди та інші структурні компоненти відторгнутих епітеліальних клітин, мінеральні речовини, кінцеві продукти обміну речовин – сечовина та сечова кислота. У товстому відділі кишечника інтенсивність ферментовидільних процесів низька.

Роль мікроорганізмів для травлення. Травлення в ньому відбувається переважно за допомогою ферментів, принесених з хімусом із тонких кишок, а також під впливом бактерій. У товстому відділі міститься величезна кількість бактерій (близько 15 млрд в 1 г вмісту), які руйнують клітковину, зброджують вуглеводи, розкладають білки і жири. Внаслідок цього утворюються леткі жирні та інші кислоти, різні гази: сірководень, метан, вуглекислий газ, а в результаті гниття білків – отруйні продукти: фенол, крезол, індол, скатол, що всмоктуються до крові та знешкоджуються у печінці. Жовчний пігмент білірубін перетворюється у стеркобілін. Мікрофлора товстого відділу кишечника має важливе значення у життєдіяльності організму, яке визначається такими функціями мікрофлори: утворення імунологічного бар'єра та антагонізму по відношенню до патогенних мікробів.

Кишкова мікрофлора здійснює гідроліз багатьох органічних речовин, синтезує вітамін *К*, деякі вітаміни групи *В*, а також інші біологічно активні сполуки.

До процесів травлення у товстому кишечнику важливе значення мають бактерії, що розщеплюють клітковину. У *коня* клітковина перетравлюється в основному у сліпій кишці. Вона є у коня – ніби передшлунок, а за функцією вона аналогічна рубцю жуйних. Тут перетравлюється близько 50% клітковини. Травні процеси мають місце у великій ободовій кишці, у малій ободовій – їх майже немає.

У ***жуйних*** тварин у товстому відділі кишечника перетравлюється та всмоктується у кров клітковина корму.

Товстий кишечник відіграє важливу екскреторну функцію. У просвіт кишечника надходить багато кінцевих продуктів обміну, мінеральних речовин, а у каудальних ділянках товстого кишечника відбувається згущення вмісту за рахунок резорбції води та формування фекалій.

Рухи кишок товстого кишечника маятникоподібні, що сприяють перемішуванню вмісту, а також перистальтичні та антиперистальтичні рухи.

Всмоктування білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин і води. Всмоктування – це процес надходження різних речовин з травного каналу в кров і лімфу. У *ротовій порожнині всмоктуються* легкорозчинні речовини, які легко проникають через мембрани смакових цибулин та обумовлюють відчуття смаку корму, що приймається. У ній всмоктуються до крові деякі лікарські речовини та деякі продукти гідролізу органічних сполук. Тому, що корм перебуває короткочасно і поживні речовини не встигають гідролізуватися. У *шлунку всмоктуються* вода, глюкоза, амінокислоти, мінеральні речовини. У *передшлунках* жуйних відбувається інтенсивне всмоктування. Тут усмоктується вода, мінеральні речовини, леткі жирні кислоти, аміак, гази. Головне місце всмоктування у *всіх тварин – це тонкий відділ кишечника.* Слизова оболонка тонких кишок утворює чисельні складки, на них дуже багато ворсинок, на яких є величезна кількість мікроворсинок. Внаслідок цього утворюються дуже велика всмоктувальна поверхня.

Цей фізіологічний процес відбувається в результаті активної діяльності клітин слизової оболонки кишечника. У цих клітинах під час всмоктування посилюється обмін речовин.

У процесах всмоктування спостерігаються також *фільтрація, дифузія й осмос*. Коли скорочується кишечник, у його порожнині підвищується тиск, і тоді деякі розчинені речовини проникають у кров за законами *фільтрації*. Деякі речовини всмоктуються в результаті *дифузії* (рух молекул з ділянок високої до ділянок низької концентрації речовини). Для всмоктування води важливе значення має *осмос* (сила, яка спричиняє рух розчинника крізь напівпроникну мембрану клітини) наприклад, вода, в якій немає солей, всмоктується швидше, ніж ізотонічний розчин.

Всмоктуванню сприяє також скорочення мікроворсинок. У середині ворсинки є кровоносні судини й лімфатична порожнина. У стінках ворсинок містяться гладкі м'язи, які, скорочуючись, видавлюють вміст лімфатичної порожнини й кровоносних капілярів у більші судини. Потім м'язи розширюються у лімфатичній порожнині й капілярах, створюється вакуум (розрідження) і вони присмоктують розчин з порожнини кишечника. Отже, ворсинки діють як своєрідний *насос*.

Всмоктування вуглеводів. Вуглеводи всмоктуються в основному в кишечнику у вигляді моносахаридів – глюкози, галактози, фруктози.

Всмоктування білків. Білки всмоктуються в кишечнику після їх розщеплення до амінокислот. Останні засвоюються вибірково, швидкість їх всмоктування залежить від хімічної структури. Амінокислоти всмоктуються активно, і для цього потрібна витрата енергії. Всмоктування відбувається за допомогою спеціального переносника, який активізується, приєднуючи до себе фосфорну кислоту й іони натрію.

Всмоктування жирів. У травному каналі розщеплюється близько 30–45% усієї кількості жиру, що надходить з кормом. Жир всмоктується як у вигляді гліцеролу й жирних кислот, так і у вигляді нерозщепленого емульгованого жиру. Гліцерин добре розчиняється у воді й тому легко всмоктується.

Всмоктування води і мінеральних речовин. Вода всмоктується в усіх відділах травного каналу, але основне її всмоктування відбувається в тонкому й товстому відділах кишечника. Разом з водою всмоктуються й розчинені в ній мінеральні речовини. Солі кальцію всмоктуються в сполуці з жовчними кислотами.

Формування калу і дефекація. У нижньому відділі товстої кишки в результаті всмоктування води вміст кишечника згущується і починається формування калу. Він складається з неперетравлених решток корму, відокремлених клітин слизової оболонки кишечника, мінеральних речовин, холестеролу. Понад 30% сухої речовини калу становлять відмерлі мікроорганізми і деяка частина живих. Велика рогата худоба за добу виділяє до 40 кг калу, кінь – до 17, вівця – близько 3 кг.

Калові маси нагромаджуються в задньому відділі товстої кишки перед виходом у пряму. Вихід з прямої кишки закритий двома сфінктерами: внутрішнім, що складається з гладкої мускулатури, і зовнішнім – з поперечносмугастої мускулатури. Під час дефекації сфінктери відкриваються. ***Дефекація*** – виведення калу через анальний отвір – є складно-рефлекторним актом. Вона відбувається з участю

центральної нервової системи в результаті безумовних і умовних рефлексів. Центр дефекації міститься в поперековій частині спинного мозку. Акту дефекації допомагає скорочення діафрагми і м'язів черевної стінки.

Особливості травлення в ротовій порожнині, волі, шлунках, тонкому і товстому відділі кишечника у птахів.

У птахів немає зубів. У ротовій порожнині корм не затримується, швидко ковтається і надходить у воло. У птахів є невеликі слинні залози. Слини виділяється мало. У ній міститься фермент *птіалін* і слиз, який полегшує ковтання корму. У курей, індиків та інших зерноїдних птахів добре розвинене воло. У гусей і качок замість вола є веретеноподібне розширення стравоходу.

У волі корм змішується зі слизом, що виділяється загрудинними залозами.

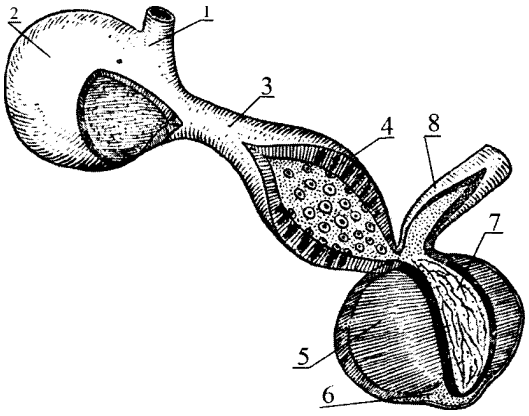


Рис. 98. Будова вола та шлунка птахів:
1 – стравохід; 2 – воло; 3 – грудна частина стравоходу;
4 – залозистий шлунок; 5 – мускул м'язового шлунка;
6 – проміжний м'яз; 7 – кутикула; 8 – дванадцятипала кишка

Шлунок складається з двох відділів: залозистого і м'язового. Корм у ***залозистому відділі*** шлунка не затримується, у курей між залозистим і м'язовими шлунками є сфінктер, що перешкоджає зворотному переходу кормів із м'язового в залозистий, у качок і гусей його немає. У соку залозистого шлунка містяться *соляна кислота й фермент пепсиноген*, який переходить у пепсин під впливом соляної кислоти. Останній розщеплює білки до *пептинів*. Корм переходить у ***м'язовий відділ***. У підслизовій основі м'язового шлунка є простінкові

залози, що виділяють колоїдний секрет багатий на білки, і перетворюється в рогову плівку – *кутикулу*. Вона захищає стінки шлунка від пошкоджень. Птах ковтає дрібні камінці та інші тверді предмети, які сприяють перетиранню корму під час скорочення шлунка. Виділення соку є складно-рефлекторною і гуморальною фазами. Коли птахові показують корм або коли він бачить іншого птаха, що дзьобає корм, секреція соку в нього посилюється. Це свідчить про умовно-рефлекторне його виділення. Соковиділення збільшується внаслідок механічного впливу на шлунок. Гуморальна фаза секреції шлункових залоз пов'язана з надходженням у кров продуктів травлення білка.

Травлення у кишечнику. У птахів кишечник відносно довжини тіла коротший, ніж у ссавців. Корм проходить через кишечник швидко. У тонкому відділі кишечника відбувається травлення білків, жирів і вуглеводів. У дванадцятипалу кишку надходить підшлунковий сік лужної реакції, до якого входять ті самі ферменти, що й у ссавців. Печінка в птахів велика, жовчі утворюється й виділяється багато. Кишкові залози виділяють секрет, ферменти якого в травленні мають невелике значення. У шлунково-кишковому каналі птахів немає ферментів для травлення клітковини; вона частково перетравлюється мікроорганізмами в сліпих кишка.

У кишечнику птахів корм перемішується внаслідок маятникоподібних рухів і ритмічного сегментування. Поряд з перистальтичними рухами відбуваються й антиперестальтичні скорочення. Внаслідок цього вміст перемішується в кишечнику вздовж і впоперек.

Травлення і всмоктування корму в птахів дуже інтенсивне. У травному каналі в курей він перебуває менш як 4 год, а в курчат – 2–3 год. У птахів товста кишка закінчується розширеним відділом – ***клоакою.*** Калові маси виділяються разом із сечею, вони напіврідкі. На поверхні калу утворюється біла плівка з кристалів сечовини.

Питання для самоконтролю

1. Травлення в порожнині рота, його особливості в різних тварин.
2. Склад шлункового соку і фази його секреції.
3. Особливості травлення в шлунку коня і свині.
4. Травлення в багатокамерному шлунку жуйних тварин.
5. Що таке процес ремиґання?
6. Склад шлункового соку, методи вивчення секреції.

7. Підшлунковий сік його секреція і регуляція.

8. Склад жовчі, її роль у травленні.

9. Склад кишкового соку.

10. Що таке порожнинне і пристінкове травлення?

11. Види рухів кишечника, їх характеристика і роль у травленні.

12. Травлення в товстому відділі кишечника.

13. Що таке всмоктування? Процеси, які сприяють всмоктуванню.

14. Механізм всмоктування вуглеводів, білків, жирів, води і мінеральних речовин.

15. Травлення в сільськогосподарських птахів.

3.2. ФІЗІОЛОГІЯ КРОВІ ТА ЛІМФИ

Кров, її склад. Значення крові для підтримання гомеостазу організму.

Кров – це різновид сполучної тканини, яка разом з лімфою і тканинною рідиною утворює внутрішнє середовище організму. Кров та органи, в яких відбувається утворення та руйнування формених елементів крові (кістковий мозок, печінка, селезінка, лімфоїдні органи), об'єднані в єдину систему крові, діяльність якої регулюється нейрогуморальними механізмами.

Кров – це непрозора рідина червоного кольору, що складається з рідкої частини – плазми і клітин (формених елементів крові): еритроцитів (червоних кров'яних тілець), лейкоцитів (білих кров'яних тілець), тромбоцитів (кров'яних пластинок).

Вона підтримує відносну сталість свого складу, чим забезпечує гомеостаз (сталість складу і фізико-хімічних властивостей внутрішнього середовища), який є необхідним для нормальної життєдіяльності клітин і тканин. Крім того, кров разом з нервовою системою забезпечує функціональну єдність всього організму. Вона є достатньо лабільною системою, яка швидко реагує на патологічні зміни, що відбуваються в організмі.

Кров разом з лімфою і тканинною рідиною утворюють внутрішнє середовище організму.

ФУНКЦІЇ КРОВІ

- **Трофічна (поживна) функція.** Кров транспортує поживні речовини (амінокислоти, моносахариди), мінеральні речовини, вітаміни, ферменти, воду від травного тракту до клітин організму.

➢ **Екскреторна функція**. За допомогою крові здійснюється виділення з організму кінцевих продуктів обміну речовин (аміаку, сечовини, сечової кислоти, різних солей та ін.) Ці речовини з кров'ю транспортуються до органів виділення (нирки, шкіра, легені, кишечник) і потім виводяться з організму.

➢ **Дихальна функція.** Кров транспортує кисень від легенів до тканин, а вуглекислий газ від тканин до легенів.

➢ **Захисна функція** крові полягає в охороні організму від дії мікробів, вірусів, токсинів, а також інших чужорідних речовин. Вона здійснюється завдяки бактерицидним властивостям плазми крові, фагоцитарній активності лейкоцитів, імунокомпетентності клітин – лімфоцитів у виробленні антитіл (гуморальний) та імунокомпетентних клітин (клітинний), а також підтримання рідкого стану всередині судин і зсідання в разі ушкодження судинної стінки.

➢ **Терморегулювальна функція** полягає в підтримці сталості температури тіла, завдяки безперервній циркуляції і великій теплоємності. У результаті обміну речовин виділяється теплова енергія, яка вбирається кров'ю й розноситься і розподіляється по всьому організму та сприяє підтриманню певної температури тіла.

➢ **Корелятивна (регулювальна) функція** крові полягає в транспортуванні до органів гормонів, медіаторів, електролітів, клітинних метаболітів, продуктів обміну речовин.

Кількість крові. У тварин у стані спокою приблизно половина всієї крові циркулює в кровоносних судинах, а друга половина затримується в селезінці, печінці й шкірі – в депо крові. Звідси вона надходить у загальний кровообіг під час виконання фізичної роботи та за іншого стану, коли виникає потреба збільшити постачання крові органам і тканинам. Кількість крові неоднакова в тварин різних видів. У великої рогатої худоби й овець вона становить у середньому 8% маси тіла, у свиней – 7, коней – 9. Кількість крові змінюється залежно від фізіологічного стану організму, віку, статі, годівлі тварин, пори року тощо.

Фізико-хімічні властивості крові. Кров характеризується такими властивостями: густиною, в'язкістю, поверхневим натягом, кислотно-лужною рівновагою (pH), колоїдно-осмотичним тиском**.**

Густина крові дорівнює 1,045–1,055. Концентрацію речовин в крові виражають в грамах, міліграмах, що містяться в 1 *л* або в 100 мл крові. Вона залежить від кількості в ній еритроцитів, гемоглобіну, білків і солей в плазмі.

В'язкість крові – це сила внутрішнього тертя, або щеплення, частинок рідини, яка залежать від кількості еритроцитів, лейкоцитів, білкового складу (фібриногену), плазми. Порівняно з водою в'язкість крові тварин у 4–5 разів більша.

Поверхневе натягнення крові – це сила зчеплення, або взаємодії молекул поверхневого шару рідини, що спрямована від поверхні всередину. Поверхневе натягнення крові нижче, ніж у води, за рахунок присутності в ній поверхнево-активних речовин (ПАР): низькомолекулярних жирних кислот, жовчних кислот, різних ароматичних речовин. Яке впливає на транспортування речовин між кров'ю і тканинами та для руху крові по судинах.

Кислотно-лужна рівновага (КЛР) крові. У крові є кислотні і лужні іони. А їх співвідношення називається ***кислотно-лужною рівновагою*** крові. Тому реакція крові слаболужна і *pH* складає 7,35. Будь-яка зміна *pH* крові веде до порушення серцевої діяльності, дихання, роботи мозку, печінки і інших органів. Зрушення *pH* крові на декілька десятих, особливо в кислу сторону, несумісне з життям. У кров постійно поступають різні речовини, що порушують зміну складу крові, а її *pH* залишається на постійному рівні, завдяки хімічним та фізіологічним механізмам.

Хімічні механізми регуляції здійснюються на молекулярному рівні. До них відносяться буферні системи крові і лужний резерв. Фізіологічна регуляція включає складні нейрогуморальні механізми, що охоплюють функції різних систем органів.

Буферні системи крові – це речовини, які можуть взаємодіяти з кислотними, або з лужними іонами, що надходять у кров, і нейтралізують їх. У результаті хімічних реакцій *pH* крові не змінюється, а зменшується буферна місткість крові. Є три буферні системи – карбонатна, фосфатна і білкова – знаходяться в плазмі крові і одна – гемоглобінова – в еритроцитах.

Карбонатна буферна система складається з вугільної кислоти (H_2CO_3) і бікарбонатів натрію, калію ($NaHCO_3$ і $KHCO_3$). Під час попадання в кров будь-якої кислоти, сильнішої, ніж вугільна, вона взаємодіє з бікарбонатами. У результаті утворюються нейтральна сіль і вугільна кислота. Вугільна кислота нестійка, вона розщеплюється на воду і діоксид вуглецю, останній виводиться через легені. Якщо в крові з'являється надлишок лужних іонів вони взаємодіють з вугільною кислотою і реакція крові не змінюється.

Фосфатна буферна система утворена натрієвими солями фосфорної кислоти.

Білкова буферна система плазми крові виконує свою функцію завдяки тому, що білки є амфотерними сполуками і можуть нейтралізувати як кислоти, так і луги.

Гемоглобінова буферна система знаходиться в еритроцитах. Якщо буферні властивості крові прийняти за 100 %, то 75 % припадає на гемоглобінову. Вона складається з оксигемоглобіну і відновленого гемоглобіну.

У тканинних капілярах оксигемоглобін, віддаючи кисень, перетворюється в відновлений гемоглобін. У тканинах відновлений гемоглобін є дуже слабкою кислотою і істотно не впливає на *pH* крові. У легеневих капілярах діоксид вуглецю виводиться з крові, і реакція крові могла б змінитися в лужну сторону. Проте цього не відбувається, оскільки оксигемоглобін, що утворюється, володіє кислотними властивостями і запобігає залужнюванню крові.

Лужний резерв крові – це сума всіх лужних речовин крові, головним чином бікарбонатів натрію і калію. Величину лужного резерву крові визначають за кількістю діоксиду вуглецю, який може виділитися з бікарбонатів під час взаємодії з кислотою. У середньому лужний резерв крові складає 55–60 $см^3$. Чим більший лужний резерв крові, тим краще вона захищена від кислих метаболітів. Разом з лужним резервом в крові є і ***кислотний резерв,*** або кислотна місткість крові. Кислотна місткість крові необхідна для нейтралізації надлишку лужних іонів.

Під час збільшення вмісту в крові кислотних або лужних компонентів перш за все КЛР крові відновлюється на молекулярному рівні за рахунок буферних систем або лужного резерву, що не вимагає активної участі нейрогуморальних механізмів.

Отже, *pH* крові має постійну величину, що досягається як молекулярними, так і фізіологічними регуляторними механізмами. Проте кислотно-лужний баланс може змінюватися. За деяких фізіологічних і патологічних реакцій можливе збільшення в крові кислих або лужних продуктів. Зрушення КЛР в кислу сторону називається ***ацидозом,*** а в лужну – **алкалозом.**

За рівнем зрушення КЛР ацидози і алкалози бувають компенсованими і некомпенсованими. Компенсовані ацидози і алкалози часто спостерігаються у здорових тварин і відрізняються короткочасністю.

Коли буферна місткість крові виявиться вичерпаною, тоді реакція крові змінюється. Такий ацидоз або алкалоз називається **некомпенсованим.**

Осмотичний і онкотичний тиск крові. У плазмі крові й формених елементах містяться різні речовини: мінеральні солі, білки, глюкоза, сечовина та ін. Вони створюють *осмотичний тиск*, тобто силу, яка спричиняє рух розчинника через напівпровідникову мембрану. У плазмі крові міститься близько 0,9% мінеральних солей і осмотичний тиск створюється мінеральними речовинами. Він становить близько 7,6 атм.

Осмотичний тиск створюють і колоїди – білки плазми. Із загального осмотичного тиску на білки припадає 1/20–1/30 атм, тобто 30–50 мм рт.ст. Осмотичний тиск білків плазми називають *онкотичним.* Незважаючи на малу речовину, онкотичний тиск відіграє важливу роль в обміні води між кров'ю і тканинами. Великі молекули білків плазми не проходять крізь стінки капілярів. Лишаючись у середині кровоносного русла, вони удержують у крові якусь кількість води, а також сприяють її реабсорбції (зворотному всмоктуванню) з тканинної рідини. Коли в плазмі крові зменшується кількість білків, тканини набрякають.

Характеристика плазми крові. У плазмі крові міститься 90–92% води і 8–10% сухих речовин. До складу сухих речовин входять білки, глюкоза, ліпіди, вуглеводи проміжні і кінцеві продукти їх обміну, мінеральні солі, ферменти, гормони, вітаміни, пігменти та інші біологічно активні речовини. До складу крові також входять кисень і діоксид вуглецю.

Білки крові складаються з декількох фракцій: *альбумінів і глобулінів*.

Альбуміни утворюються в печінці і мають невелику молекулярну масу. Виконують трофічну, або живильну функцію, є джерелом амінокислот; і транспортну − беруть участь у перенесенні і скріпленні в крові жирних кислот пігментів жовчі.

Глобуліни синтезуються в печінці і різними клітинами – лімфоцитами, плазмоцитами. Молекулярна маса їх більша ніж альбумінів, глобулінову фракцію білків розділяють на три групи – α (альфа-), β (бета-), γ (гама-) глобуліни. α-, β-глобуліни беруть участь у транспорті холестерину, фосфоліпідів, стероїдних гормонів, катіонів. γ-глобуліни утворюють антитіла.

Білки виконують роль зсідання крові, фібриноген, що відноситься до глобулінової фракції під час зсідання переходить у нерозчинну форму – фібрин і стає основою кров'яного зсідка тромбу. Білки утворюють комплекси з вуглеводами (глюкопротеїди) і з ліпідами (ліпопротеїди). Вони визначають в'язкість крові, створюють у ній певний колоїдний тиск, і беруть участь у підтримці постійного *pH* крові.

Ліпіди крові підрозділяють на нейтральні, які складаються з гліцерину і жирних кислот (моно-, ді- і тригліцериди), та складні – холестерини його похідні і фосфоліпіди. У крові присутні також вільні жирні кислоти.

Вуглеводи крові представлені, головним чином, глюкозою. Але вміст глюкози визначають не в плазмі, а в цільній крові, оскільки глюкоза частково адсорбується на еритроцитах.

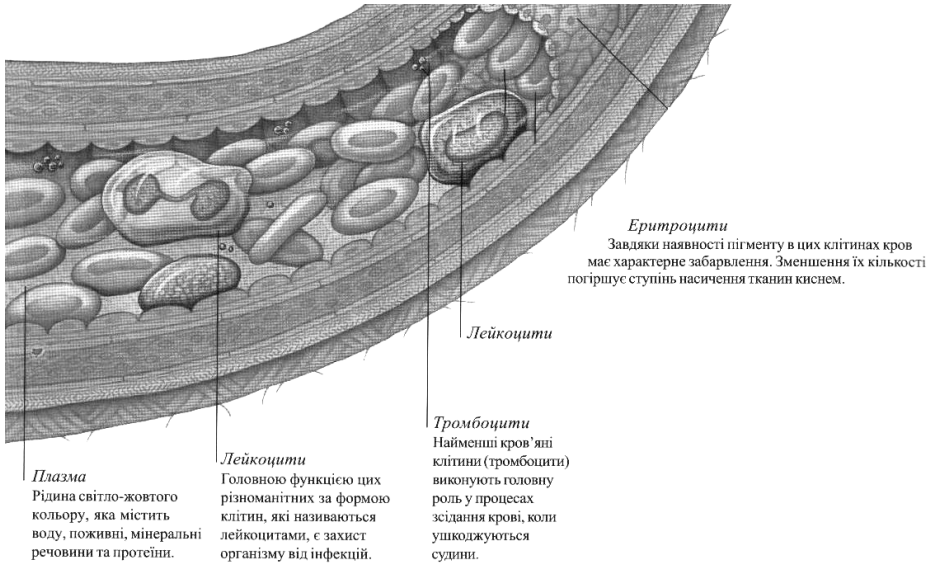


Рис. 99. Формені елементи крові

Окрім глюкози в плазмі крові містяться і деякі інші вуглеводи – глікоген, фруктоза, а також продукти проміжного обміну вуглеводів і ліпідів – молочна, піровиноградна, оцтова й інші кислоти, кетонові тіла. У крові жуйних тварин є більше летких жирних кислот (ЛЖК), ніж у тварин інших видів, це зумовлено особливостями рубцевого травлення. У формених елементах крові є невелика кількість глікогену.

Крім того, в крові містяться різні біологічно активні речовини – ферменти, гормони, медіатори та ін.

Мінеральний склад крові. Неорганічні речовини в крові можуть знаходитися як у вільному стані, тобто у вигляді аніонів і катіонів, так і у зв'язаному – в структурі органічних речовин. Більше всього в крові катіонів натрію, калію, кальцію, магнію, аніонів хлору, бікарбонатів, фосфатів, гідроксильної групи ОН–. У крові також містяться йод, залізо, мідь, кобальт, марганець і інші макро- і мікроелементи. Загальний вміст мінеральних речовин у крові постійний (до 10 г/л) для кожного виду тварини. Концентрація окремих іонів у плазмі крові і у формених елементах неоднакова. Так, в плазмі переважно знаходяться натрій, кальцій, хлор, бікарбонати, в еритроцитах вища концентрація калію, магнію і заліза.

Фізіологічні коливання вмісту мінеральних речовин у крові пов'язані з годівлею, віком, продуктивністю тварин і їх фізіологічним станом.

Формені елементи крові. *Еритроцити* (червоні кров'яні клітини) ссавців – без ядра й мають форму двовгнутих дисків (у верблюдів і лам вони овальні). Така форма збільшує поверхню еритроцитів і сприяє швидкій та рівномірній дифузії кисню через їхню оболонку. Еритроцити птахів, риб, амфібій і рептилій – овальної форми і мають ядро.

Еритроцит покритий білково-ліпоїдною оболонкою, всередині має сітчасту будову, комірки його заповнені гемоглобіном. Еритроцити еластичні, легко змінюють форму й тому можуть проходити по вузьких капілярах.

Еритроцити виконують такі *функції:*

- переносять кисень від легень до тканин;
- транспортують вуглекислий газ від тканин до легень;
- підтримують *pH* крові;
- на своїй поверхні транспортують амінокислоти, гормони, вітаміни, глюкозу;
- беруть участь у ферментативних процесах;
- здійснюють процес зсідання крові.

Еритроцити утворюються й дозрівають у червоному кістковому мозку. У процесі дозрівання вони втрачають ядро й після цього надходять у кров. Рівень вмісту еритроцитів у крові може змінюватися. Зменшення кількості еритроцитів (еритропенія) виникає при кровотечах, різних формах анемії, підвищення понад норму (еритроцитоз) характерне при захворюваннях легень, серця, у здорових тварин (при підйомі вгору на велику висоту над рівнем моря). Еритроцити руйнуються і змінюються новими в середньому через 45–160 днів. Руйнуються еритроцити в печінці і селезінці.

Пошкодження оболонки еритроцитів називається гемолізом, при якому виходить у плазму крові гемоглобін і інші компоненти цитоплазми.

Осмотичний гемоліз наступає під час зниження осмотичного тиску плазми крові, який виникає коли концентрація солей у розчині нижча ніж в еритроциті, вода проникає всередину, еритроцити збільшуються в розмірах і розриваються. Стійкість еритроцитів до ліпотонічних розчинів називається ***осмотичною резистентністю***. Її визначають у розчинах хлориду натрію різної концентрації від 0,9 до 0,1%.

Механічний – можливий під час узяття крові (у пробірці): під час забору з вени через вузькі голки, грубого струшування і перемішування.

Термічний – відбувається за різкої зміни температури тіла: наприклад, під час узятті крові у тварин в зимовий час у холодну пробірку (вода в клітинах крові перетворюється на кригу і кристали руйнують оболонку). Термічний гемоліз наступає також при нагріванні крові вище 50–55^{0}С внаслідок коагуляції білків у мембранах.

Хімічний – спостерігається при потраплянні в кров кислот, лугів, органічних розчинників – спиртів, ефіру, бензолу, ацетону.

Біологічний або токсичний − відбувається під час потрапляння в кров різних гемолітичних отрут (зміїної). Він виникає під час переливання несумісної групи крові.

Гемоглобін – дихальний пігмент, який складає до 95% сухого залишку еритроцитів. Гемоглобін є з'єднанням чотирьох молекул гема (небілкова пігментна група) з глобіном. Гем містить двовалентне залізо і у тварин всіх видів однакового складу, глобіни відрізняються за своїм амінокислотним складом.

Гемоглобін зв'язує кисень і вуглекислий газ, легко їх відщеплює, завдяки чому здійснює дихальну функцію. Синтез гемоглобіну відбувається в червоному кістковому мозку еритробластами. Під час руйнування старих еритроцитів гемоглобін перетворюється на жовчні пігменти – білірубін і біливердин. У печінці ці пігменти переходять до складу жовчі і виділяються з організму через кишечник.

Форми гемоглобіну (Hb). ***Примітивний і фетальний*** гемоглобін, відповідно у зародка і плоду. Сполуки гемоглобіну:

оксигемоглобін – сполука гемоглобіну з киснем;

відновлений гемоглобін – це гемоглобін, що віддав кисень;

карбогемоглобін – гемоглобін, що приєднав вуглекислий газ.

Оксигемоглобін і карбогемоглобін – сполуки нестійкі, вони легко віддають молекули газів.

Карбоксигемоглобін – сполука гемоглобіну з чадним газом. Гемоглобін значно швидше з'єднується з чадним газом, ніж з киснем. Навіть невелика домішка чадного газу в повітрі (всього 0,1%) блокує близько 80 % гемоглобіну, тобто він вже не може приєднати кисень і виконати свою дихальну функцію. Карбоксигемоглобін – стійка сполука, але, якщо потерпілому вчасно забезпечити доступ свіжого повітря, то гемоглобін звільняється від чадного газу.

Міоглобін – з'єднання кисню з гемоглобіном, але ця речовина знаходиться не в крові, а в м'язах. Міоглобін бере участь у забезпеченні киснем м'язів в умовах недостатності його в крові (у пірнаючих тварин).

У всіх перерахованих формах гемоглобіну валентність заліза не змінюється. Якщо ж під впливом будь-яких сильних окислювачів залізо в гемі стає тривалентним, то така форма гемоглобіну називається *метгемоглобіном*. Метгемоглобін не може приєднувати кисень. Якщо значна частина гемоглобіну крові перейде в метгемоглобін, то виникне киснева недостатність тканин. Такий стан може бути під час отруєння нітратами і нітритами та сильними окиснювачами.

Кількість гемоглобіну в крові є важливим клінічним показником дихальної функції крові.

Вміст гемоглобіну (г/л) в крові тварин

Вид тварини	Вміст Hb	Вид тварини	Вміст Hb
Велика рогата худоба	99–129	Кролі	100–120
Коні	90–149	Птахи	80–130
Вівці	79–119	Собаки	100–170
Свині	99–119	Коти	100–140

Швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ). У тварин різних видів еритроцити осідають з різною швидкістю, тому що густина їх більша (1,095) ніж плазми крові (1,030). Швидко осідають еритроцити коня, повільно – жуйних. Під час вагітності, інфекційних хвороб, запальних процесів, при збільшенні фібриногену, ліпопротеїдів, імуноглобулінів ШОЕ підвищене.

Лейкоцити, їх види, значення – це білі кров'яні клітини, розміри їх більші за еритроцитів, досягають 20 мкм. Вони мають ядра.

Кількість лейкоцитів залежить від фізіологічного стану тварин. Лейкоцити здатні до амебоподібного руху, вони проходять крізь стінки капілярів. Залежно від здатності забарвлюватися, розмірів, а також форми ядра лейкоцити поділяють на такі види: ***зернисті*** – нейтрофіли, еозинофіли, базофіли; ***незернисті*** – лімфоцити, моноцити. Процентне співвідношення окремих класів лейкоцитів називається ***лейкоцитарною формулою, або лейкограмою.*** Вона в крові показує кількість базофілів, еозинофілів, нейтрофілів, лімфоцитів, моноцитів у відсотках, тобто на 100 клітин всіх лейкоцитів.

Лейкограма крові дорослих тварин (%)

Вид тварини	Базофіли	Еозинофіли	Нейтрофіли		Лімфоцити	Моноцити
			паличкоядерні	сегментоядерні		
Велика рогата худоба	0–2	3–8	2–5	20–35	40–75	2–7
Коні	04	2–6	3–6	45–62	25–44	24
Свині	0–1	4–12	3–6	25–35	40–50	2–5
Вівці	0–1	1–4	24	40–48	40–50	2–6
Кози	0–1	2–8	5–20	20–40	40–70	2–5
Собаки	0–1	3–9	1–6	43–72	2140	1–5
Коти	0–1	2–8	3–9	40–45	36–51	1–5
Кури	1–3	6–10	–	24–30	52–60	4–10

Збільшення кількості лейкоцитів називають лейкоцитозом, а зменшення – лейкопенією. У останні десятиріччя намітилась тенденція до зниження числа лейкоцитів у здорових тварин і людей. Цю лейкопенію пов'язують з порушенням екології і не завжди є патологією.

Лейкоцитоз є ***фізіологічний*** після прийому корму, вагітності та фізичного навантаження. ***Патологічний*** характеризується збільшенням загальної кількості лейкоцитів або якогось виду лейкоцитів.

Фагоцитоз. Гуморальний і клітинний імунітет. Лейкоцити відіграють важливу роль у захисних процесах. Поглинання і перетравлювання лейкоцитами мікробів, відмерлих клітин організму й різних сторонніх білків та інших речовин, що потрапляють в організм, називають *фагоцитозом*. Явище фагоцитозу відкрив І.І. Мечніков. Нейтрофіли й еозинофіли здатні до самостійного амебоподібного руху. Вони проходять крізь стінки капілярів, активно рухаються між

клітинами в тканинах до місця скупчення мікробів, сторонніх частинок, чужорідних білків або зруйнованих клітин самого організму. Лімфоцити беруть участь в утворенні ***імунітету***. Імунітет є гумо ральний і клітинний. ***Гуморальний*** характеризується утворенням антитіл, а ***клітинний*** – за рахунок імунокомпетентних клітин В- та Т-лімфоцитів.

Моноцити мають ядро бобоподібної форми у вигляді лопатей, володіють високою фагоцитарною та бактерицидною дією. Беруть участь у регенерації тканин, регуляції гемопоезу і секретують біологічно активні речовини.

Базофіли темно-фіолетового кольору, малорухомі. У гранулах міститься серотонін, пероксидаза, гістамін, гепарин. Синтезують біологічно активні речовини – хемотаксичні чинники, що залучають еозинофіли і нейтрофіли. Беруть участь в алергічних реакціях. Мають слабку здатність до фагоцитозу або зовсім не виявляють її.

Еозинофіли мають крупні зерна, фарбуються кислими фарбами рожево-червоного кольору. У крові тварин їх кількість становить 2–12%, вона зростає при алергічних реакціях, гельмінтозах. Еозинофіли володіють антитоксичними властивостями. Вони здатні адсорбувати токсини на своїй поверхні, нейтралізувати їх або транспортувати до органів виділення.

Еозинофіли містять гістаміназу – фермент, що руйнує гістамін, а також гальмують подальше виділення гістаміну базофілами. Еозинофіли сприяють зсіданню крові на відміну від базофілів, менш здатні до фагоцитозу, але більше до хемотаксису.

Зменшення числа еозинофілів у крові (***еозинопенія***) часто спостерігається при стресах різної етіології, вона зумовлена активацією гіпофізарно-надниркової системи. Збільшення числа еозинофілів (***еозинофілія***) буває у всіх випадках інтоксикації і при алергічних реакціях.

Нейтрофіли − найпоширеніший різновид гранулоцитів. У крові тварин їх міститься 25–70 %, фіолетово-рожевого кольору. За формою ядра нейтрофілів поділяють на три види: юні – з бобоподібним, паличкоядерні – з S-подібним ядром; сегментоядерні, ядро яких складається із 3–5 сегментів, з'єднаних між собою тонкими перетинками хроматину. Юні нейтрофіли – це наймолодші форми, які розвиваються в кістковому мозку, де перш ніж набути зрілої форми і перейти в кровообіг, піддаються стадіям перетворення. У нормі незрілі нейтрофіли потрапляють у кровообіг рідко. За деяких інфекційних захворювань та запальних процесів у крові збільшується вміст молодих нейтрофілів (юних, паличкоядерних), що називають

зміщенням ядра вліво (у лейкограмі нейтрофіли розміщуються за ступенем зрілості ядра зліва направо).

Нейтрофіли містять ферменти, які розщеплюють білки, жири і вуглеводи. Завдяки набору активних ферментів нейтрофіли виконують одну з найголовніших функцій – ***фагоцитоз***. Вони фагоцитують не тільки мікроорганізми, але й імунні комплекси, що утворилися при взаємодії антигена з антитілом.

Важливе значення нейтрофілів полягає також у виробленні різних ***біологічно активних речовин (БАР)***. Ці речовини підвищують проникність капілярів, міграцію інших клітин крові в тканини, стимулюють кровотворення, зростання і регенерацію тканин. Нейтрофіли виробляють бактерицидні, антитоксичні і *пірогенні речовини* (пірогени – це речовини, що зумовлюють підвищення температури тіла, внаслідок чого виникає гарячкова реакція за інфекційних або інших запальних захворювань). Нейтрофіли беруть участь у зсіданні крові і у фібринолізі.

Лімфоцити складають до 20–40 % лейкоцитів, темно-фіолетового кольору, ядро круглої форми. Утворюються вони в червоному кістковому мозку, але на ранній стадії розвитку частина їх покидає кістковий мозок і потрапляє в тимус, а частина – у фабрицієву сумку у птахів, а у ссавців (імовірно – лімфатичні вузли кишечника та мигдалики). У цих органах відбувається подальше дозрівання і "навчання" лімфоцитів. "Навчання" – це придбання мембраною лімфоцитів специфічних рецепторів, чутливих до антигенів певних видів мікроорганізмів або чужорідних білків.

Таким чином, лімфоцити стають неоднорідними за своїми властивостями і функціями. Розрізняють три основні популяції лімфоцитів: ***Т-лімфоцити*** (тимусзалежні), які дозрівають у тимусі, або вилочковій залозі; ***В-лімфоцити*** (бурсозалежні), які дозрівають у фабрицієвій сумці птахів і в лімфоїдній тканині кишечника у ссавців; ***О-лімфоцити*** (нульові), які можуть перетворюватися в Т- і В-лімфоцити.

Т-лімфоцити після дозрівання в тимусі розселяються в лімфовузлах, селезінці або циркулюють у крові. Вони забезпечують клітинні реакції імунітету. Т-лімфоцити неоднорідні, серед них є декілька субпопуляцій:

Т–хелпери (англ. *help* – допомагати) – взаємодіють з В-лімфоцитами, які перетворюються на плазматичні клітини, що виробляють антитіла;

Т–супрессори (англ. *supress* – пригнічувати) – знижують активність В-лімфоцитів, перешкоджають їх надмірному утворенню;

Т–кілери (англ. *kill* – вбивати) – клітини-вбивці; завдяки цитотоксичним механізмам руйнують чужорідні клітини, трансплантати, пухлинні клітини, мутантні клітини і, таким чином, зберігають генетичний гомеостаз.

Частина Т- і В-лімфоцитів перетворюється на ***клітини імунної пам'яті*** і розселяються в ***імунокомпетентні органи***. Клітини пам'яті мають на мембрані рецептори до антигенів, з якими відбувався контакт. Під час потрапляння в організм відповідних антигенів клітини пам'яті швидко розмножуються і починають активно функціювати. Згідно з даними, ці клітини довгоживучі.

Основна функція В-лімфоцитів – продукція антитіл, тобто захисних імуноглобулінів. Імуноглобуліни знаходяться на поверхні клітинних мембран *В-*лімфоцитів і виконують роль рецепторів, які зв'язують антигени. Відомо, що і *Т-*лімфоцити також мають на своїй поверхні імуноглобуліни.

Гематологічні показники в тварин

Показники	ВРХ	Вівці	Свині	Коні	Кролі	Хутрові звірі	Птахи
Кількість еритроцитів, млн в 1 мм³	5–7,5	7,5–12,5	6–7,5	6–9	5–7,5	8,5–11	2,5–4,5
Кількість лейкоцитів, тис. в 1 мм³	6–10	6–11	8–16	7–12	5,5–9	4–10	20–40
Кількість тромбоцитів, тис. в 1 мм³	450	350	210	350	190	300	50
Вміст гемоглобіну, г/100 мм	9–12	7–11	9–11	8–14	10–12	12–17	8–13
ШОЕ (за Неводовим), хв							
15	0,15	0,2	1	35	0	0,5	0,5
30	0,35	0,4	3	54	0,3	0,9	2,0
45	0,50	0,6	5	58	0,9	1,7	3,5
60	0,70	0,6	8	64	1,5	2,5	4,0
Лейкограма, %							
Нейтрофіли	31	44	48	58,8	43	48	–
Еозинофіли	6,5	7,5	2,0	4,0	2,0	4,5	–
Базофіли	1,0	0,5	0,5	0,5	1,0	0,5	2,0
Лімфоцити	57	45	45	34	52	45	54
Моноцити	4,5	3,0	1,5	3,0	2.0	2,0	6,0
Швидкість зсідання крові, хв	7–9	4–5	3–4	10–12	5–6	4–5	2–3

Тромбоцити, їх значення.

Тромбоцити **–** це *кров'яні пластинки* овальної або веретеноподібної форми. Вони утворюються в червоному кістковому мозку з гігантських клітин – мегакаріоцитів. У тварин їх міститься від 200 до 600 Г/*л* крові. Тривалість життя тромбоцитів від 4 до 9 діб. Тромбоцити здатні скорочуватись подібно актоміозину м'язових клітин, внаслідок чого покривається виростами – псевдоподіями, що збільшує контактну поверхню клітин і сприяє їх взаємодії між собою. Вони мають здатність склеюватися і скупчуватися у великій кількості, приклеюватись до чужорідної поверхні або один до одного та судинної стінки, прилипаючи до ендотеліоцитів судин і виливають у них свій вміст, а за це їх називають "годувальниками" ендотелію судин. Коли пошкоджуються кровоносні судини, тромбоцити руйнуються. При цьому з них виходять речовини (тромбоцитарні фактори), які беруть участь у зсіданні крові. Крім того, тромбоцити виділяють серотонін, який звужує кровоносні судини.

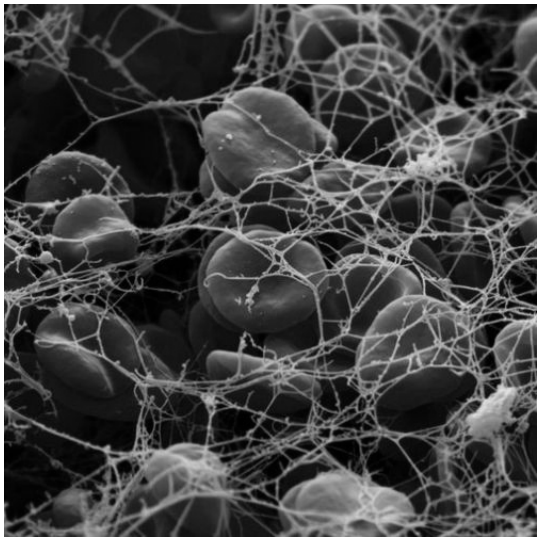


Рис. 100. Еритроцити у фібринових сітках

Зсідання крові має три фази і одну післяфазу.

Перша фаза – утворення тромбопластину. У результаті дотикання крові до країв рани або сторонньої поверхні руйнуються тромбоцити. З них виділяються тромбоцитарні фактори; що взаємодіють з факторами зсідання крові (речовинами білкової природи) та іонами кальцію, внаслідок чого утворюється ***тромбопластин***.

Друга фаза – перетворення протромбіну в тромбін. Протромбін виробляється в печінці й постійно міститься в крові. Внаслідок дії тромбопластину з участю іонів кальцію, факторів плазми і тромбоцитів протромбін переходить у ***тромбін.***

Третя фаза. Під впливом тромбіну фібриноген спочатку перетворюється на розчинний фібрин-мономер, потім при дії фібринстабілізуючої фібринази та іонів Ca^{2+} – на нерозчинний фібрин-полімер. У складнопереплетених нитках фібрину осідають формені елементи крові. Утворюється ***кров'яний згусток***, що закриває просвіт травмованої судини.

Післяфаза. Утворений кров'яний згусток ущільнюється (ретрактує). При цьому виділяється сироватка крові. Тромбін адсорбується на нитках фібрину. Тромб стає основою для регенерації стінки судини. До неї мігрують сполучнотканинні клітини, виникають сполучнотканинні волокна, відновлюються ендотелій, м'язова і зовнішня оболонки судини.

У *регуляції зсідання крові* беруть участь рухова ділянка кори великих півкуль головного мозку, симпатичні і парасимпатичні ділянки вегетативної нервової системи, гіпоталамус, гіпофіз, кіркова і мозкова речовини надниркових залоз, щитоподібна залоза, статеві залози. Так, адреналін, кортизон, соматотропін, вазопресин, окситоцин, тестостерон, прогестерон та деякі інші гормони прискорюють цей процес, тироксин уповільнює.

Протизвертальна система крові запобігає внутрішньосудинному зсіданню крові й бере участь у розчиненні утворених тромбів. До складу системи входить ряд речовин: ***антитромбобластини***, дія яких спрямована проти утворення ***тромбопластину;*** гепарин, який перешкоджає перетворенню протромбіну ***в тромбін***, утворенню ***тромбопластину*** й пригнічує фазу формування фібрину; ***антитромбіни*** – речовини, які інактивують і руйнують тромбін; ***фібринолізин*** – речовина, яка розчиняє утворений фібрин, внаслідок чого поступово розсмоктується тромб.

У нормі система зсідання і система, що протидіє зсіданню, перебувають у певній рівновазі, що перешкоджає зсіданню крові в судинах.

Групи крові. В еритроцитах крові людей К. Ландштейнер виявив дві речовини білкової природи, які він назвав аглютигенами, а в плазмі – два аглютиніни (склеювальні речовини). Аглютиногени позначають буквами латинського алфавіту *A* і *B*, аглютинін – буквами грецького

алфавіту α (альфа) і β (бета). Групи крові є спадковою ознакою і не змінюється протягом життя.

Аглютинін α склеює еритроцити, які містять аглютиноген *А*, аглютинін β склеює еритроцити з аглютиногеном В, внаслідок чого настає аглютинація еритроцитів та їх руйнування – гемоліз.

Групи крові людини

Група крові	Аглютиноген в еритроцитах	Аглютиноген у плазмі або сироватці крові	Придатність крові для переливання іншим групам
I	Немає	α і β	Усім
II	А	β	II, IV
III	В	α	III, IV
IV	А,В	немає	IV

В еритроцитах більшості людей (85%) було відкрито ще один аглютиноген. Його вперше виявили у мавп (Macacus rhesus) і назвали резус-фактор. Якщо кров людини **з *резус-фактором (Rh)*** (резус$^+$-позитивної) перелити людині, що немає його (резус$^-$**-**негативний), то в останньої утворюється специфічні антегени. Повторне переливання такій людині крові, що містить резус-фактор, спричиняє аглютинацію еритроцитів і тяжкі ускладнення.

У сільськогосподарських тварин резус-фактор виявлено тільки в крові коней.

Аглютиноген еритроцитів і резус-фактор утворюється в період ембріонального розвитку, тому групи крові не змінюються протягом усього життя.

Групи крові сільськогосподарських тварин. В еритроцитах сільськогосподарських тварин виявлено велику кількість антигенних чинників.

Нині у великої рогатої худоби 100 антигенних чинників, що згруповані у 12 систем груп крові; у коней – 30 чинників, 8 систем; овець – 100 чинників, 7 систем; свиней – понад 50 чинників, 14 систем; у курей – 60 чинників, 14 систем, а в людини вивчено вже 15 генетичних систем груп крові, що включають 250 антигенних чинників. Група крові є спадковою ознакою і не змінюється протягом життя.

Кровотворення, або гемопоез, – це процеси розмноження (проліферації), диференціювання (спеціалізації) і дозрівання формених елементів крові. Число формених елементів у крові

здорових тварин коливається в невеликих межах і швидко відновлюється до фізіологічного, завдяки регуляції процесів кровотворення, руйнування формених елементів і перерозподілу крові між кров'яним депо і циркулюючою кров'ю.

У ембріональному періоді перші кровотворні осередки з'являються в жовтковому міхурі, потім, у міру закладання і розвитку внутрішніх органів, кровотворення відбувається в печінці, селезінці, тимусі, лімфатичних вузлах, кістковому мозку. Після народження всі клітини крові утворюються тільки в червоному кістковому мозку, *екстрамедулярне* кровотворення (поза кістковим мозком) може спостерігатися під час захворювань органів кровотворення.

Червоний кістковий мозок розташований, головним чином, в плоских кістках – грудній, тазових, черепних, ребрах та відростках хребців. У молодих тварин кровотворний апарат знаходиться і в трубчастих кістках, але надалі він, починаючи з середньої частини кістки, заміщається жовтим (жировим) кістковим мозком і осередки кровотворення зберігаються тільки в епіфізах. У старих тварин гемопоез в трубчатих кістках відсутній.

Усі клітини крові походять від однієї стовбурової клітини кісткового мозку, яка називається *поліпотентною*, тобто клітиною різних можливостей (poly – багато, potenlia – потенція, здатність). Стовбурові поліпотентні клітини (СПК) звичайно перебувають у неактивному стані і починають розмножуватися у тих випадках, коли є необхідність регенерації клітин крові. Із стовбурових клітин у процесі їх подальшого диференціювання розвиваються всі клітини крові – еритроцити, лейкоцити і тромбоцити.

Регуляція системи кровотворення. У регуляції його беруть участь нервові і гуморальні механізми. Ще в роботах З.П. Боткіна і І.П. Павлова було доведено вплив центральної нервової системи на клітинний склад крові. Зокрема, добре відомі факти умовно–рефлекторного еритропоезу або лейкопоезу, що свідчить про вплив кори великих півкуль головного мозку на кровотворення. Єдиного центру кровотворення не знайдено, але важливе значення в регуляції гемопоезу відводиться гіпоталамусу – відділу проміжного мозку.

У кровотворних органах є значна кількість волокон і нервових закінчень, що здійснюють двосторонній зв'язок кровотворного апарату з ЦНС. Таким чином, нервова система здійснює прямий вплив не тільки на розмноження, дозрівання, але й на знищення зайвих клітин, використовуючи механізм апоптозу. ЦНС здійснює регуляцію крово-

творення через вегетативну нервову систему. Як правило, симпатична нервова система стимулює кровотворення, а парасимпатична – пригнічує.

Крім прямого контролю, за діяльністю кісткового мозку ЦНС впливає на кровотворення через ***гуморальні чинники***. Під впливом нервових імпульсів у тканинах деяких органів утворюються гемопоетини – гормони білкової природи, які впливають на мікрооточення СПК, визначають їх диференціацію. Розрізняють декілька видів гемопоетинів – еритропоетини, лейкопоетини і тромбоцитопоетини. За своїми функціями гемопоетини відносяться до цитомединів – речовин, що здійснюють контакт між клітинами.

Окрім гемопоетинів у регуляції гемопоеза беруть участь і інші біолопічно активні речовини: ендогенні, що утворюються в організмі, і екзогенні, які поступають в організм із зовнішнього середовища. Така загальна схема регуляції гемопоезу.

Регуляція еритропоезу. Еритропоез регулюється зовнішніми і внутрішніми факторами. До зовнішніх відноситься, перш за все, корм. З ним до організму потрапляють білки, амінокислоти, вітаміни B_1, B_6, B_{12}, фолієва, аскорбінова кислоти, мікроелементи – кобальт, мідь, марганець, миш'як, нікель, цинк, германій, ванадій, титан, хром. Ці речовини входять у склад гемоглобіну або ферментів, що беруть участь у їх синтезі.

Вироблення еритроцитів регулюється за допомогою коливання вмісту кисню в тканинах шляхом зворотного зв'язку, а реалізується цей процес через активацію або інгібіювання утворення еритропоетину.

Регуляція лейкопоезу. Проліферацію і диференціювання лейкоцитів індукують лейкопоетини. Це тканинні гормони, які утворюються в печінці, селезінці, нирках. Серед них вирізняють базофіло-, еозінофіло-, нейтрофіло- і моноцитопоетини. Кожний вид лейкопоетинів стимулює лейкопоез специфічно, тобто у напрямку збільшення утворення відповідно базофілів, еозинофілів, нейтрофілів або моноцитів. А регулятором утворення і диференціювання Т-лімфоцитів є гормон *тимусу – тимопоетин*.

В організмі утворюються як стимулятори, так і інгібітори лейкопоетинів. Вони знаходяться між собою в певних взаємостосунках, що забезпечує підтримку балансу між окремими видами лейкоцитів, наприклад, між нейтрофілами і лімфоцитами, Т- і В-лімфоцитами тощо. Продукти розпаду лейкоцитів стимулюють утворення нових клітин того ж виду. Тому, чим більше клітин руйнується з тих чи

інших причин, тим більше нових клітин цього виду створюється і надходить з кровотворних органів у кров.

Залози внутрішньої секреції – гіпофіз, тимус, надниркові, статеві залози, щитоподібна теж беруть участь у регуляції лейкопоезу. Наприклад, адренокортикотропний гормон гіпофізу викликає зниження вмісту еозинофілів у крові аж до повного їх зникнення і збільшує кількість нейтрофілів.

Регуляція тромбоцитопоезу. Число тромбоцитів, так само як і інших формених елементів крові, регулюються нейрогуморальними механізмами. Гуморальні стимулятори називаються тромбоцитопоетинами. Вони прискорюють утворення мегакаріоцитів у кістковому мозку з їх попередників і потім їх проліферацію і дозрівання. Під час урівноваження дії стимуляторів і інгібіторів підтримується оптимальний рівень тромбоцитів у периферичній крові.

Отже, у здорових тварин підтримується постійні число та співвідношення усіх формених елементів крові. Але за різних фізіологічних станах (вік, вагітність), або під час дії ушкоджуючих чинників у крові може змінюватися концентрація клітин або їх співвідношення.

Лімфа – це рідина, яка міститься в лімфатичних судинах; вона безбарвна, прозора, хімічний склад її близький до складу плазми крові. У лімфі містяться білки, небілкові азотисті речовини, глюкоза, солі, ферменти, гормони, вітаміни й антитіла. Склад білків такий самий, як і в плазмі крові, але кількість їх менша. Найменший вміст білків у лімфі, яка відтікає від кінцівок, шкіри, м'язів, бо тут стінки лімфатичних капілярів менш проникні. Найбільший вміст білків (у середньому 5,3%) у лімфі печінки. Внаслідок низького вмісту білків густина і в'язкість лімфи менша, ніж плазми. Подібно до крові лімфа має лужну реакцію. Склад лімфи в органах залежить від їхнього функціонального стану. Лімфа, яка відтікає від кишечника після приймання корму багата на жир, молочно-білого кольору, непрозора внаслідок того, що в ній містяться краплини емульгованого жиру. У лімфі немає еритроцитів. Кількість лімфоцитів у лімфі після проходження лімфовузлів збільшується і в грудній протоці становить 5–20 тис. в 1 мм^3. Це зумовлене тим, що лімфоцити утворюються в лімфовузлах і із струменем лімфи виносяться в кров. Крім лімфоцитів, у лімфі є невелика кількість моноцитів, нейтрофілів, базофілів і еозинофілів. У лімфі немає тромбоцитів, але вона здатна зсідатися, оскільки в ній є фібриноген і низка факторів зсідання. Кількість лімфи у внутрішніх органах різна і відповідає їхній функції. Найбільш

інтенсивно вона утворюється в печінці, що має важливе значення для евакуації утворювальних тут білків.

Тканинна рідина – це рідина, яка заповнює невеликі проміжки між клітинами тіла. Склад її близький до складу плазми крові. Коли кров рухається по капілярах, крізь їхні стінки постійно проникають складові частини її плазми. Так утворюється тканинна рідина, яка оточує всі клітини тіла. Із цієї рідини клітини вбирають поживні речовини, гормони, вітаміни, мінеральні речовини, воду і кисень, виділяють у неї вуглекислий газ та інші продукти своєї життєдіяльності.

Тканинна рідина постійно поповнюється речовинами, які проникають із крові. Одночасно з цим деякі речовини тканинної рідини проникають у лімфатичні капіляри, які починаються між клітинами тканин. Постійно поповнюючись речовинами крові, тканинна рідина перетворюється в лімфу, яка по лімфатичних судинах надходить у кров.

Питання для самоконтролю

1. Охарактеризуйте внутрішнє середовище організму.
2. Що таке гомеостаз, як він підтримується в організмі?
3. Які основні функції виконує кров?
4. Охарактеризуйте склад крові.
5. Охарактеризуйте фізико-хімічні властивості крові.
6. Охарактеризуйте формені елементи крові, їх будова і роль в організмі.
7. Які фази процесу зсідання крові?
8. Охарактеризуйте групи крові, із якою метою їх вивчають у сільськогосподарських тварин?
9. Охарактеризуйте склад тканинної рідини і лімфи.
10. Яка кількість еритроцитів у тварин різних видів?
11. Яка кількість лейкоцитів у тварин різних видів?
12. Як поставити реакцію осідання еритроцитів (ШОЕ) і з якою метою вона ставиться?
13. Як визначають групи крові у людини і сумісність крові у тварин?
14. Явище фагоцитозу і ким воно було відкрите.
15. Що таке резистентність і гемоліз еритроцитів? Як слід розуміти гіпотонічний, гіпертонічний і ізотонічний розчини?

16. Що таке лейкоцитарна формула, як і з якою метою вона визначається?

17. Значення різних форм лейкоцитів.

18. Назвіть можливі сполуки гемоглобіну.

19. Назвіть буферні системи крові і поясніть їх значення.

3.3. ФІЗІОЛОГІЯ КРОВО- І ЛІМФООБІГУ

Система органів кровообігу і його значення для організму. В організмі хребетних тварин кров циркулює по замкнутій системі судин та порожнин, які називаються *кровоносною системою*, або *системою кровообігу*. Центром цієї системи та джерелом її енергії, яке забезпечує рух крові в одному напрямку є *серце*, а її периферичним відділом є сітка *кровоносних судин*. Останні розділяють на *артерії*, що несуть кров від серця, і *вени*, по яких кров надходить до нього. Між артеріями і венами знаходиться мікроциркуляторне русло, до складу якого входять артеріоли, капіляри, венули та артеріовенозні анастомози.

У замкнутій системі кровообігу безпосереднього контакту крові з клітинами немає. Тканинна рідина є тим внутрішнім середовищем, через яке клітини обмінюються з кров'ю газами, поживними речовинами і метаболітами через стінки капілярів. Завдяки руху крові здійснюється обмін речовин, живлення, дихання, терморегуляція, виділення та інші функції організму. При зупинці руху крові по організму – зупиняється і життя.

Еволюція серцево-судинної системи. Вдосконалення функції серцево-судинної системи у різних видів тварин, є результатом досить довгого філогенетичного розвитку. Будова серця змінювалась у процесі філогенезу.

Безхребетні мають незамкнуту кровоносну систему, а кільчасті черви – обмежену і замкнуту. З підвищенням рівня обміну речовин з'являється капілярна система, яка створює певні труднощі для руху крові, і це обумовлює появу серця. Комахи мають слабке серце, тому що їх капілярна система недорозвинута. У риб серце двокамерне, а у більшості амфібій серце має три камери, і лише у крокодилів воно, як і у ссавців, має чотири камери. Завдяки повному розділенню серця на ліву і праву половини, які не сполучені між собою, у ссавців та птиці, з'явилось два кола кровообігу. Однак, в серці плоду ссавців між

передсердями існує отвір, який до часу народження поступово заростає.

У живих організмів у процесі онтогенезу відбувалась поступова заміна лімфи. З утворенням гастро-васкулярної системи по судинах тече рідина, в якій відсутній білок та нітрогенвмісні речовини. Це так звана ***гідролімфа***. Надалі вона заміняється ***гемолімфою*** – рідиною багатою на органічні та неорганічні речовини. Вдосконалення живого організму під впливом різноманітних факторів як зовнішнього, так і внутрішнього середовища, призвело до того, що з'явилась ***кров*** з притаманними їй функціями.

Рух крові по великому і малому колах кровообігу.

Необхідною умовою нормального функціонування клітин, тканин та всього організму є безперервний рух крові по кровоносних судинах. Вона циркулює по замкнутій системі судин в напрямку від артерій до вен. Кровоносні судини, розгалужуючись, а потім з'єднуючись, утворюють два кола кровообігу.

Велике коло кровообігу розпочинається від лівого шлуночка серця аортою, яка дає розгалуження, що переходить в артерії, артеріоли, капіляри і вени всього тіла, і закінчується двома великими венами: краніальна і каудальна порожнисті, які впадають у праве передсердя.

Мале коло кровообігу розпочинається з правого шлуночка легеневою артерією, яка, розгалужуючись переходить в капіляри легень, та закінчується легеневими венами, що впадають в ліве передсердя.

Під час розслаблення ***передсердь,*** тобто під час ***діастоли,*** їх порожнини наповнюються кров'ю (ліве – артеріальною, а праве – венозною), під час скорочення ***шлуночків***, тобто ***систолі***, кров із них виштовхується в аорту і легеневий стовбур.

Фізіологія серця. Серце у ссавців має чотири камери: дві камери називаються передсердями, дві товстостінні – це шлуночки. Основу серця становить серцевий м'яз – міокард, побудований з серцевої поперечносмугованої м'язової тканини.

Серце має низку структурних особливостей, обумовлених функціями різних його відділів:

- неоднакова товщина міокарда в різних відділах серця;
- відокремлені м'язи передсердь від м'язів шлуночків;
- існування спільних м'язових пластів в обох передсердях та в обох шлуночках;

➢ наявність сфінктероподібних пучків м'язових волокон в області венозного устя в передсердях.

Перегородка, що є міцною м'язовою стінкою, поділяє серце на дві частини. Між передсердями та шлуночками в кожній половині серця розташовані атріовентрикулярні отвори, в яких знаходяться – в лівій половині двостулковий (мітральний), а в правій тристулковий клапани. Вони можуть відкриватися тільки в сторону шлуночків, а сприяє цьому наявність сухожильних ниток, які прикріплені до клапанів та до м'язів шлуночків. Важливу роль у механізмі закривання атріовентрикулярних отворів відіграють кільцеві м'язи, що оточують ці отвори.

Від лівого шлуночка відходить аорта, а від правого – легенева артерія. Біля отворів, де розпочинаються ці судини, розташовані півмісяцеві клапани. Вони щільно закриті під час діастоли та відкриті під час систоли шлуночків. М'язи передсердь відокремлені від м'язів шлуночків сухожилковим кільцем, і тільки м'язовий пучок Гіса проходить через це кільце і з'єднує їх.

Міокард складається з окремих волокон – кардіоміоцитів, які контактують один з одним. М'язові волокна розгалужені і переплетені між собою однак кожне з них є повноцінною одиницею, яка оточена клітинною мембраною.

Оскільки серцевий м'яз має своєрідну будову, то це впливає і на його функціональні властивості. Організм завжди пристосовує ритм роботи серця до навантаження, яке він виконує.

Фізіологічні властивості серцевого м'яза. Зміна ритму серцевої діяльності можлива завдяки таким фізіологічним властивостям серцевого м'яза як: автоматія, збудливість, провідність, скоротливість та рефрактерність.

Автоматія серця − це здатність серцевого м'яза ритмічно скорочуватись без будь-яких зовнішніх впливів, а лише за впливу імпульсів, що виникають в ньому самому. Утворення імпульсів пов'язане з функцією м'язової тканини. Ритм автоматії задають клітини ***пейсмекери***, в яких закладена програма регуляції частоти скорочень. Різні відділи серця проявляють різну здатність до автоматії.

Клітини міокарда здатні безперервно генерувати імпульси, які забезпечуються інтенсивною роботою іонних насосів цих клітин. Під час діастоли з клітин виводяться іони Na+, а в середину проникають іони K+. Іони Ca^{2+} проникають у цитоплазму, де їх захоплює саркоплазматичний ретикулюм. Недостатність іонних насосів

призводить до зниження електричної активності і механічної роботи серця. Рух іонів Ca^{2+} через мембрани пейсмекерів призводить до утворення так званого ***пейсмекерного потенціалу.***

Автоматію серця можна спостерігати на ізольованому серці жаби, яке скорочується протягом декількох годин під час зрошування його розчином Рінгера.

Збудливість. Серцевий м'яз має властивість збуджуватися під впливом різноманітних подразників: електричних, хімічних, термічних, біологічних та ін. Збудливість зумовлена існуванням у клітинній мембрані макромолекул білка, завдяки яким формуються іонні канали. Під час збудження серцевого м'яза виникають ***негативні заряди***, а в не збудженій ділянці – ***позитивні***. У мить збудження виникає електрорушійна сила серця величиною від 100 до 120 мВ, яка зумовлює потім перехід катіонів Na^+ крізь мембрану всередину м'язового волокна. У відповідь на подразнення порогової сили серце відповідає скороченням максимальної сили, а за подальшого посилення подразнення сила скорочення не змінюється. Збудливість серцевого м'яза є стала і змінюється в процесі збудження. Під час збудження серцевий м'яз не сприймає нові подразнення і не відповідає спалахом збудження. Такий стан незбудливості називають ***абсолютною рефрактерністю***, яка триває стільки часу скільки (систола) скорочується серцевий м'яз.

Після закінчення абсолютної рефрактерності збудливість поступово повертається до норми − це період ***відносної рефрактерності***, який збігається із (діастолою) розслабленням серцевого м'яза.

Провідність серця забезпечує поширення збудження від синоатріального вузла по всьому серцю. Збудження поширюється по серцю електричним шляхом. Провідність зумовлена наявністю в серці ***провідної системи***, до складу якої входять:

- сино-атрикулярний вузол, який розміщений у правому передсерді, в усті передньої порожнистої вени;
- атріо-вентрикулярний вузол, розміщений міжпередсердній перегородці;
- пучок Гіса, що відходить від атріо-вентрикулярного вузла і розміщується в міжшлуночковій перегородці, розділяючись на дві ніжки;
- волокна Пуркіньє, це кінцеве розгалуження пучка Гіса м'язових волокнах міокарда шлуночків серця.

Провідна система серця побудована з поперечно смугастої неробочої серцевої м'язової тканини, клітини якої ***кардіоміоцити*** – бідні на спеціальні органели – міофібрили.

Спочатку процес збудження в серці виникає в ***сино-атрикулярному вузлі*** (***вузол Кісс-Флека***), розташованому в місті впадання порожнистих вен, а потім розповсюджується на інші відділи провідної системи серця. Сино-атрикулярний вузол – головний водій ритму серця, який генерує в середньому 70–110 імпульсів на хвилину, і з такою ж частотою скорочуються передсердя і шлуночки.

Імпульси з сино-атрикулярного вузла ідуть на вузол ***Ашофа-Тавара***, або ***атріо-вентрикулярний*** вузол, що розташований на межі передсердь і шлуночків, є другим за важливістю місцем, у якому генеруються нервові імпульси з частотою 40–50 обертів на хвилину і поширюються на ***пучок Гіса,*** який розділяється на дві ніжки, одна з них іде до лівого, а друга – до правого шлуночка. Кінцеві волокна цих ніжок розділяються на велику кількість волокон розташованих під ендокардом, які закінчуються в м'язах шлуночків, ***волокнами Пуркіньє.*** Завдяки передачі імпульсів по волокнах, збудження передається на міофібрили, викликаючи одночасне скорочення м'язів шлуночків. Для забезпечення роботи серця необхідною умовою є збереження анатомічної цілості провідникової системи серця. Пошкодження водія ритму серця викликає зупинку його діяльності.

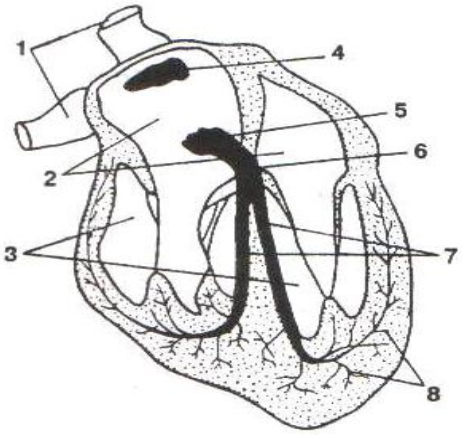


Рис. 101. Схематичне зображення провідної системи серця:
1 – передня і задня порожнисті вени; 2 – передсердя; 3 – шлуночки; 4 – синусний вузол; 5 – артріовентикулярний вузол; 6 – загальна ніжка пучка Гіса; 7 – права і ліва ніжки пучка Гіса; 8 – волокна Пуркіньє

Різна швидкість передачі збудження в провідній системі серця має важливе значення для синхронної роботи передсердь та шлуночків – збудження шлуночків розпочинається лише через 0,12–0,18 с після того, як починається збудження передсердь. Отже різні відділи серця мають не однакову провідність. Крім того, на швидкість проведення імпульсів у провідній системі серця впливає вміст глікогену та довжина рефрактерної фази. Під час змін у провідній системі ритм серця сильно сповільнюється та виникають аритмії.

Скоротливість серцевого м'яза. Збуджений серцевий м'яз скорочується. Він відповідає скороченням тільки на поодинокий імпульс збудження, на серію частих імпульсів не реагує внаслідок тривалого періоду абсолютної рефлекторності. Установлено, що сила скорочення серцевого м'яза прямо пропорційна довжині м'язових волокон перед початком скорочення. Ця особливість дістала назву "закону серця".

Джерелом енергії для скорочення серця є макроергічні фосфорвмістні сполуки – аденозинтрифосфат і креатинофосфат.

Рефрактерність і екстрасистола − це одна з важливих властивостей серцевого м'яза, що має важливе значення для роботи серця. ***Рефрактерність*** (несприйнятливість) – це нездатність серцевого м'яза у момент систоли відповідати скороченням на штучне подразнення, чи на імпульс, що надходить від водія ритму серця. Період рефрактерності, це тимчасовий стан незбудливості, який ще називають ***абсолютною рефрактерністю***. Рефрактерність серцевого м'яза триває стільки, скільки продовжується його ***систола.*** Якщо ж нанести додаткове подразнення на початку ***діастоли,*** то воно може викликати позачергове скорочення. Пояснюється це тим, що явище рефрактерності ослаблюється, і сильне подразнення вже викликає збудження серцевого м'яза. Це так званий період ***відносної рефрактерності***, який настає під час діастоли.

У синусному вузлі може виникнути позачергове збудження в момент, коли рефрактерний період закінчився, що викличе додаткове скорочення – ***екстрасистолу***, а пауза, яка виникає після додаткового скорочення, називається ***компенсаторною,*** вона продовжується стільки ж часу, скільки триває один серцевий цикл. Екстрасистола може виникнути і внаслідок збудження самого шлуночка (шлуночкова екстрасистола), що призводить до довгої, так званої, компенсаторної паузи. Екстрасистола може виникати також під час позачергового збудження атріовентрикулярного вузла.

Серцевий цикл. Діяльність серця характеризується безперервною зміною скорочень і розслаблень. Скорочення серця називається ***систолою***, розслаблення – ***діастолою.*** Систола і діастола становлять ***серцевий цикл***. Діяльність серцевого циклу залежить від частоти скорочень серця. При 60 скороченнях за хвилину (наприклад, у корів) тривалість одного серцевого циклу становить 1 с (60:60). З цього часу приблизно – 0,1 с триває систола передсердь, а близько – 0,9 с діастола. Систола шлуночків триває близько – 0,3 с, а діастола – 0, 7 с.

Отже, протягом одного серцевого циклу систола передсердь і шлуночків триває – 0,4 с, а загальна діастола 0,6 с, такий тривалий відпочинок забезпечує відновлення працездатності серця і дає йому можливість безупинно працювати не втомлюючись.

Серцевий цикл починається із ***систоли передсердь***, кров з них переходить у шлуночки. Під час систоли передсердь кров не надходить назад у вени, бо їхні отвори звужуються на самому початку систоли. Під час діастоли передсердя заповнюється кров'ю, яка надходить по венах. На етапі систоли шлуночків кров нагнітається в артерії. Початковий період систоли називається ***фазою напруження***; при цьому тиск у шлуночках зростає, відкриваються півмісяцеві клапани й починається фаза ***виганяння крові***. Під час систоли шлуночків кров назад у передсердя не надходить, оскільки цьому перешкоджають закриті атріовентрикулярні клапани. Під час діастоли шлуночки заповнюються кров'ю, яка надходить сюди з передсердь.

Частота серцевих скорочень у тварин різних видів різна: у ***коней*** – 32–42, ***верблюдів*** – 32–52, ***великої рогатої худоби*** – 60–80, ***свиней*** – 70–90, ***собак***–70–80, ***кролів*** –120–140, ***у птиці*** – близько 300 за хвилину.

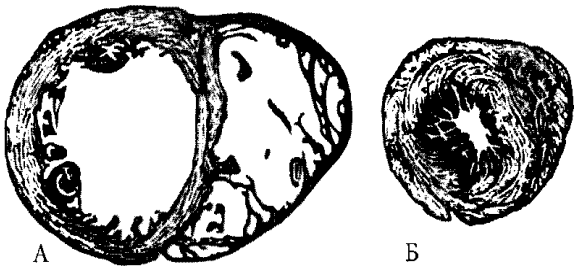


Рис. 102. Поперечний зріз серця вівці через шлуночки та передсердя:
А – під час діастоли; Б – під час систоли

Слід зазначити, що у серця є важливий помічник, який прийнято називати *"**периферичним серцем**"*. Це сукупність механізмів

скорочення гладких м'язів судин. По них кров нагнітається з артерій у прекапіляри, капіляри, посткапіляри, а з них у венули, вени, а потім у праве передсердя.

У цьому процесі важливу роль відіграють також скорочення скелетних м'язів. Їх можна розглядати як фізіологічний вібратор або ж самостійний еластичний насос в системі кровообігу.

Тони серця – це звукові коливання, що виникають під час роботи серця та реєструються на поверхні грудної стінки. Під час прослуховування серця фонендоскопом чути два звуки, або тони: ***систолічний*** – низький і протяжний та ***діастолічний*** – високий і короткий. Систолічний тон виникає під час систоли й зумовлений скороченням м'язів серця, коливанням атріовентрикулярних клапанів та прикріплених до них сухожильних ниток. Діастолічний тон чути на початку діастоли, коли закриваються півмісяцеві клапани.

Під час систоли серце змінює свою форму і, натискаючи на грудну стінку, спричиняє її коливання, таке явище називають ***серцевим поштовхом.*** Він відчувається рукою, якщо прикласти долоню до груднини на рівні ліктьового суглоба в області 3–4 міжреберних проміжків у великої рогатої худоби та 4–5 − у коней. Серцевий поштовх буває двох видів: у дрібних тварин – ***верхівковий***, а у великих – ***боковий.***

Систолічний та хвилинний об'єм серця (крові). Показниками, які характеризують силу та потужність серцевих скорочень, є систолічний та хвилинний об'єм серця. ***Систолічний*** об'єм – це кількість крові, що викидається шлуночками при одній систолі. Він залежить від величини серця, сили скорочень серцевого м'яза і від кількості крові в шлуночках на початку скорочення.

Об'єм крові, що перекачується шлуночками серця за одну хвилину, називають ***хвилинним об'ємом серця***.

Біопотенціали серця. Електричні потенціали виникають у серці в результаті різниці величини зарядів між збудженою та не збудженою ділянками, їх можна виявити за допомогою ***електрокардіографа,*** електроди якого накладають на поверхню тіла тварини (область грудини, серце, кінцівки, хвіст та ін.). А метод реєстрації потенціалів серця називається ***електрокардіографією (ЕКГ).*** Його застосовують у ветеринарній медицині для визначення серцевої діяльності у тварин.

Електрокардіограма (ЕКГ) тварин складається з окремих зубців та інтервалів між ними, які позначають буквами ***P, Q, R, S, T***. Невеликий зубець ***P*** відбиває збудження передсердь, комплекс зубців ***Q, R, S*** – найбільший за амплітудою, характеризує процес збудження

шлуночків у момент їхньої систоли. Зубець ***Т*** пов'язаний з відновними процесами в міокарді після його збудження.

Для реєстрації ЕКГ використовують ***три відведення***: від кінцівок (***І*** – правий п'ясток – лівий п'ясток; ***ІІ*** правий п'ясток – ліве плесно; ***ІІІ*** – лівий п'ясток – ліве плесно) є стандартними. Кожне відведення, утворене двома електродами, які підключаються до позитивного та негативного полюса електрокардіографа. Уявна пряма, яка з'єднує обидва електроди називається ***віссю відведення.***

Великі можливості для оцінки діяльності серця з'явилися після створення ***телеелектрокардіографа***, який дає можливість реєструвати діяльність серця на відстані. Нині поряд з електрокардіографією застосовується ***векторелектрокардіографія (ВКГ)***. Вона характеризує векторну величину різниці потенціалів, яка залежить від орієнтації електричного поля серця. На екрані приладу векторелектрокардіографа потенціали серця зображуються у вигляді трьох петель різної величини і форми. Петля Р характеризує динаміку збудження передсердь; петля Q, R, S відбиває збудження шлуночків; петля Т – згасання збуджень шлуночків. Метод вектроелектрокардіографії має деяку перевагу перед електрокардіографією.

Ехокардіографія (ЕхоКГ) – сучасний метод дослідження серця, що ґрунтується на здатності ультразвукових коливань (500 кГц і вище) проникати крізь тканини тіла, частково відбиваючись при цьому від поверхонь розділення тканин з різною щільністю. Випромінювач ультразвуку (УЗ), прикладений до грудної клітки, генерує УЗ-коливання, що проходять крізь стінку грудної клітки і серце, а сприймальний пристрій, вмонтований у корпусі разом з випромінювачем, вловлює коливання, відбиті від різних ділянок серця, які після підсилення реєструються. Залежно від кута проходження УЗ-променя на екрані осцилографа виникає зображення різних ділянок серця в динаміці під час кожного серцевого циклу. На ЕхоКГ можна бачити розміри і стан відділів серця та великих судин, структуру й рухи клапанного апарату, відхилення від норми під час захворювання. На підставі аналізу ЕхоКГ розраховують об'єм камер серця під час систоли та діастоли, визначають систолічний об'єм крові (ударний об'єм крові).

Кровопостачання серця. Близько 10% крові, що проходить через аорту, надходить ***коронарними артеріями*** в м'язи серця. Коронарні артерії розгалужуються до капілярів, утворюючи густу

сітку. Їх вдвічі більше ніж у скелетних м'язах, це свідчить про інтенсивний обмін речовин у серці.

Венозна кров відтікає від серця по серцевих *венах* ***(малих, середніх і великих***). Велика і середня серцеві вени впадають у вінцевий синус, а малі – у порожнину правого передсердя.

Регуляція роботи серця. Серце належить до органів, які функціонують автоматично, але його діяльність повинна відповідати змінним потребам організму в кровопостачанні. Це досягається завдяки нервовій і гуморальній регуляції серцевої діяльності.

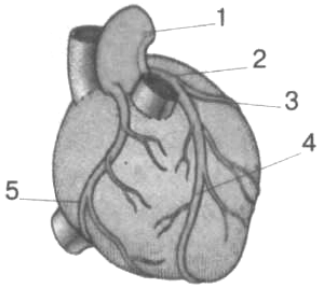


Рис.103. Кровопостачання серця:
1 – аорта; 2 – ліва головна коронарна артерія; 3 – ліва огинаюча артерія; 4 – ліва передня низхідна артерія; 5 – права коронарна артерія

Рефлекторна регуляція. Робота серця регулюється нервовими імпульсами, які входять до нього з центральної нервової системи по блукаючих нервах. Центри блукаючих нервів лежать у довгастому мозку, а симпатичних – у бічних рогах перших п'яти сегментів грудного відділу спинного мозку. Від них починаються симпатичні волокна, що ідуть до зірчастого вузла, від якого симпатичні нерви відходять до серця. Блукаючі нерви доходять до синоатріального й атріовентрикулярного вузлів, симпатичні нерви направляються безпосередньо до м'язових волокон серця. Блукаючі нерви гальмують серцеву діяльність: сповільнюють частоту скорочень, послаблюють силу скорочень, знижують збудливість і провідність серцевого м'яза. Вплив симпатичних нервів на серце протилежний дії блукаючих нервів.

Центральна нервова система забезпечує рефлекторну регуляцію функцій серця за допомогою центрів, що лежать ***у корі великих півкуль, гіпоталамусі, довгастому й спинному мозку***.

Важливу роль у роботі серця відіграють ***рецептори***, які містяться ***в дузі аорти***, в ділянці розгалуження ***сонних артерій*** (каротидний синус), ***в усті порожнистих вен***. Розміщені тут *пресорецептори й хеморецептори* утворюють судинні ***рефлексогенні зони***. Подразнення рецепторів дуги аорти й каротидного синуса при підвищенні кров'яного тиску зумовлює рефлекторне послаблення серцевих скорочень та зменшення їх частоти. Підвищення тиску в усті порожнистих вен подразнює розміщені тут рецептори й рефлекторно посилює серцеві скорочення та збільшує їх частоту. Рефлекторні зміни серцевої діяльності відбуваються, коли подразнюються рецептори та інші кровоносні судини. Так, підвищення тиску в легеневій артерії сповільнює серцевий ритм.

Хеморецептори *судинних рефлексогенних зон* збуджуються, коли змінюється склад крові, що їх омиває: збільшується CO_2, зменшується O_2. рецептори є в самому серці, в міокарді й ендокарді, їх подразнення змінює роботу серця.

Діяльність серця рефлекторно змінюється у разі подразнення рецепторів скелетних м'язів, больових подразнень, різних емоцій (страх, гнів та ін.), зміни температури тіла.

У регуляції діяльності серця бере участь кора великих півкуль. Наприклад, якщо звуковий подразник поєднувати кілька разів з натисканням на очі, що спричиняє сповільнення скорочень серця, то потім сам звук спричинятиме сповільнення серцебиття.

Гуморальна регуляція. На діяльність серця впливають деякі гормони й електроліти. Гормони надниркових залоз (адреналін) спричиняють збільшення частоти та посилення серцевих скорочень. За надлишку в крові тироксину (гормону щитоподібної залози) збільшується частота скорочень серця. Електроліти мають важливе значення для нормальної діяльності серця*:* ***калій*** **і** ***кальцій*** впливають на автоматію серця та його скорочувальні властивості. За надлишку іонів калію серце скорочується рідше й слабше і навіть може зупинитися в діастолі. Іони кальцію збільшують частоту скорочень серця і посилюють їх.

Рух крові по кровоносних судинах. Кров рухається по аорті, артеріях, артеріолах, капілярах, венулах і венах. Рух її по кровоносних судинах відбувається відповідно до законів гідродинаміки. Течія рідин забезпечується ***різницею тиску***: рідина рухається від більшого тиску до меншого. Як і в будь-якій гідродинамічній системі, умовою руху крові по судинах тіла є різниця тисків у початкових і кінцевих частинах

великого і малого кіл кровообігу: в аорті й порожнистих венах, у легеневій артерії і легеневій вені.

Тиск крові в судинах створюється роботою серця; під час кожної систоли в аорту й легеневу артерію нагнітається певна кількість крові. Частина енергії тиску крові, створюваної роботою серця, іде на рух крові по судинах, а більша її частина витрачається на подолання опору, з яким кров зустрічається, рухаючись по кровоносних судинах. Під час руху кров долає тертя частинок крові однієї об одну та об стінки кровоносних судин. Цей опір рухові крові особливо великий в артеріолах і в капілярах.

Рух крові в артеріях. Для руху крові має важливе значення еластичність стінок аорти й артерій. Серце викидає кров у судини переривчасто, а кров тече по них безперервно. Коли порція крові під час ***систоли шлуночків*** потрапляє в аорту й артерії, у них різко підвищується тиск і їхні еластичні стінки розтягуються. Під час ***діастоли*** аорта й артерії повертаються в початковий стан, тобто звужуються і проштовхують кров уперед. Те саме відбувається під час кожної наступної систоли. ***Сила еластичного напруження судин*** підтримує течію крові під час діастоли.

Рух крові у венах має деякі особливості. Вени через невелику товщину їхнього м'язового шару легко розтягуються й стискаються. По них відбувається рух через те, що ***є різниця тиску в дрібних і великих венах***, тобто на початку і в кінці венозної системи. Так, тиск у дрібних венах становить 10–20 мм рт. ст., а у великих венах, які містяться в грудній порожнині, він негативний, тобто нижчий від атмосферного тиску. На течії крові у венах впливають: ***півмісяцеві клапани***, які пропускають кров тільки в напрямі серця; тонкостінні вени, що лежать у середині ***м'язів*** і поряд з ними, скорочуючись витискають кров у напрямі серця.

Кровообіг у капілярах. Стінки їх складаються з одного шару плоских ендотеліальних клітин. Крізь них віддаються поживні речовин й кисень і поглинаються продукти обміну. Довжина кожного капіляра 0,3–0,7 мм, а діаметр 6–8 мкм. Величина, форма і кількість капілярів у різних органах неоднакові, що пов'язано з особливостями будови і функції органів. Наприклад, у м'язах серця в два рази більше капілярів, ніж у скелетних.

Капіляри поділяють на два види: ***магістральні*** та ***бічні***. Магістральні капіляри формують найкоротший шлях між артеріолами і венулами. Бічні капіляри утворюють *капілярні сітки*, які

відгалужуються від магістральних капілярів. Швидкість течії крові в магістральних капілярах більша, ніж у капілярній сітці. У кожному органі кров тече не по всіх капілярах, частина із них містить тільки плазму – це плазматичні капіляри, а частина тимчасово повністю закрита й виключена з кровообігу. Наприклад, у м'язі в стані спокою відкрито не більше 10% капілярів, а решта закрита. Під час інтенсивної роботи, коли м'язові потрібно багато кисню й поживних речовин, кількість функціонуючих капілярів збільшується в багато разів.

У нирках, легенях і шкірі є безпосередні з'єднання артеріол і вен, які називаються ***артеріовенозні анастомози***, що є найкоротшим шляхом між артеріолами і венами. У звичайних умовах вони закриті, і кров тече через капілярну сітку.

Швидкість течії крові в різних судинах неоднакова і залежить від сумарного діаметра судин. Розрізняють об'ємну і лінійну швидкість течій крові. ***Об'ємною швидкістю*** течії крові називають кількість крові, що протікає за одиницю часу через поперечний переріз судин, яка є неоднаковою на всіх ділянках кровоносних судин. ***Лінійною швидкістю*** течії крові називають швидкість руху частинок крові вздовж судини за секунду. Вона є неоднакова в різних судинах. Кров тече ***швидше*** в тому відділі судинної системи, де загальний просвіт судин найвужчий, а розширення загального просвіту судин призводить до ***сповільнення*** течії крові**.** Найвужчою частиною судинної системи є аорта і швидкість течії крові в ній швидша.

Артеріальний пульс. Під час кожної систоли шлуночки серця викидають в аорту певну кількість крові, яка розтягує її стінки. Під час діастоли розтягнені стінки повертаються в початкове положення. Розтяг і спадання стінок аорти зумовлюють її ритмічні коливання, які передаються по стінках артерій. Такі розтяги і спадання стінок аорти відповідають частоті скорочень серця. Ритмічні коливання стінок артерій називають *артеріальним пульсом*. Ритмічні коливання стінок судин, або пульсова хвиля, поширюються зі швидкість до 7–9 м/с, а в периферичних артеріях її швидкість становить 6–12 м, тоді як швидкість течії крові в аорті становить всього 0,5 м/с поступово в міру віддалення від серця пульсова хвиля затухає, а в капілярах взагалі відсутня.

Артеріальний пульс характеризується такими показниками:

- частотою – частий та уповільнений;
- швидкістю – швидкий та повільний;
- величиною – високий та низький;
- напруженням – твердий, м'який.

Досліджують пульс у сільськогосподарських тварин методом пальпації на доступних для цього артеріальних судинах. Наприклад, в *коня* на зовнішній підщелепній артерії в судинній вирізці нижньої щелепи, у *корови* – на лицевій артерії по краю жувального м'яза або хвостовій артерії, у *дрібних тварин* – на стегновій артерії, глибоко у пахвовій ділянці або на пальцевій артерії. Досліджуючи пульс, *установлюють:* його частоту, ритм, наповнення, стан артеріальної стінки, величину і форму пульсової хвилі. Пульс у тварин можна записати на паперовій стрічці за допомогою механічного приладу – ***сфігмографа*** або точнішим, електронним приладом – ***пульсотахометром***.

Частота пульсу у тварин

Види тварин	Частота пульсу за 1 хв ударів
Велика рогата худоба	50–80
Вівці	70–80
Кози	70–80
Коні	24–42
Свині	60–90
Собаки	70–120
Коти	110–130
Кролі	180–200
Буйволи	36–60
Верблюди	30–50
Північні олені	90–130
Птиця	150–200

Венний пульс. Артеріальна пульсова хвиля затухає в артеріолах. У малих та середніх венах зовсім немає пульсової хвилі, але у великих порожнинних венах поблизу серця відмічають коливання стінки судин, які пов'язані з його діяльністю. Причини венного пульсу зовсім інші ніж причини артеріального.

Кров тече до серця безперервно, але під час систоли передсердь кров не може потрапити в серце, а затримується у венах і тиск у них зростає. Під час діастоли накопичена кров вливається в передсердя і тиск у венах спадає. Коливальні рухи венних стінок у великих тварин можна спостерігати і записати (флебографія) на *яремній вені*. Ці коливання стінок у великих венах називають *венозним пульсом*. Він має діагностичне значення за деяких хвороб серця.

Тиск крові. У кровоносних судинах кров перебуває під певним тиском. Величина тиску крові залежить від об'єму крові, що надходить із серця, і від опору течії крові в периферичних судинах (дрібних артеріях, артеріолах і капілярах).

Коли збільшується об'єм циркулюючої крові, тиск підвищується. Це можна спостерігати на досліді, вливаючи тварині у вену кров або фізіологічний розчин. Втрата крові зменшує кількість циркулюючої крові, і тиск знижується.

Якщо розширюються артерії, артеріоли й капіляри, тиск знижується, бо зменшується опір течії крові. Звуження цих судин збільшує опір течії крові, і тиск крові знижується. Отже, в аорті тиск дорівнює 200–240 мм рт. ст., а в артеріях – 120–130, в артеріолах – близько 70, у капілярах – до 40 мм рт. ст., а у великих венах він навіть негативний, тобто нижчий від атмосферного на 2–5 мм рт. ст.

Тиск крові змінюється залежно від фази серцевого циклу. Підвищення тиску під час систоли шлуночків називають ***максимальним, або систолічним,*** зниження тиску під час діастоли називають ***діастолічним, або мінімальним***. Різницю між систолічним і діастолічним тиском називають пульсовим тиском. У великої рогатої худоби систолічний тиск у хвостовій артерії дорівнює 110–140 мм, діастолічний – 35–50, а пульсовий – 75–90 мм рт.ст. тиск крові залежить від виду, статі, віку, породи тварини, стану нервової системи.

Тиск крові вимірюють *прямим або непрямим методом*. Під час ***прямого методу*** в артерію вводять порожнисту голку, з'єднану з манометром. Цей метод потребує хірургічного втручання і застосовується рідко, для масових досліджень він непридатний. ***Непрямий метод*** ґрунтується на вимірюванні тієї величини тиску, яка необхідна для стискання артерії й припинення в ній течії крові. З цією метою у великої рогатої худоби на ріпицю хвоста накладають гумову манжетку, з'єднану з гумовою грушею і ртутним або пружним манометром. У дрібних тварин манжетку накладають на стегно.

Регуляція кровообігу. Оптимальні умови постачання крові органам і тканинам відповідно до їх фізіологічного стану створюються внаслідок нервової й гуморальної регуляції роботи серця, зміни просвіту кровоносних судин і кількості циркулюючої крові.

Зміну просвіту кровоносних судин здійснюють їхні гладкі м'язи, які можуть тривалий час бути в стані спокою без ознак утоми. Такий стан гладких м'язів називається тонусом. Збільшення тонусу м'язів призводить до звуження судин, послаблення – до їх розширення.

На тонус м'язів кровоносних судин, а отже, і на просвіт судин основний вплив має нервова система. Судини іннервуються нервами двох видів: ***судинозвужувальними і судинорозширювальними***. Судинозвужувальні нерви належать до симпатичної нервової системи. Вони викликають звуження кровоносних судин шкіри, органів черевної порожнини, легень та інших органів. Тільки судини серця і головного мозку під впливом симпатичних нервів розширюються. Судини скелетних м'язів звужуються й розширюються під впливом симпатичних нервів, оскільки в складі останніх є звужувальні й розширювальні волокна.

Кровоносні судини постійно перебувають під судинозвужувальним впливом симпатичних нервів. Якщо перерізати на шиї в кроля симпатичний нерв, гілки якого зумовлюють звуження судин вуха, то судини дуже розширюються і вухо почервоніє. Від подразнення перерізаного нерва електричним струмом судини звужуються, вухо блідне й стає холодним.

Судинорозширювальні нерви належать до парасимпатичної нервової системи, їхні волокна є в багатьох змішаних нервах (сідничному, плечовому та ін.), а також містяться в задніх корінцях спинного мозку. На відміну від симпатичних нервів судинорозширювальні нерви не мають постійного впливу на судини. Вважають, що судинорозширювальні нерви в регуляції просвіту кровоносних судин відіграють допоміжну роль.

Звуження й розширення кровоносних судин відбувається переважно під впливом імпульсів, які надходять із ***судинорухового центру***. Він міститься в довгастому мозку і складається з двох відділів: *судинозвужувального (пресорного) і судинорозширювального (депресорного)*. Основну роль у регуляції просвіту відіграє судинозвужувальний відділ. Судинорухові центри є також у спинному мозку, але вони підпорядковані центрам довгастого мозку. Функція судинорухового центру довгастого мозку перебуває під контролем центра *гіпоталамуса і кори великих півкуль*. Вплив цих центрів можна спостерігати під час емоційного збудження тварин, яке супроводиться підвищенням тиску крові.

Рефлекторний вплив на судини. Судинорухový центр перебуває в стані постійного збудження, що забезпечує тонус судинної системи. Тонус судинорухового центру залежить від імпульсів, які надходять від рецепторів, розміщених у деяких судинних ділянках, а також від впливу гуморальних подразників, які безпосередньо діють на центр. У дузі аорти, у ділянці розгалуження сонних артерій (каро-

тидний синус), і в усті порожнистих вен є рецептори, які збуджуються, коли змінюється тиск крові. Їх називають *пресорецепторами*. Місця розташування пресорецепторів називаються *судинними рефлексогенними зонами.* Коли тиск крові в дузі аорти підвищується, то її стінки розтягуються і тим самим подразнюються в них рецептори. Збудження, яке при цьому виникає, передається депресорним нервом у довгастий мозок, там воно надходить у судиноруховий центр і в ядра блукаючого нерва. У судиноруховому центрі гальмується функція пресорного відділу, тонус судин послаблюється, і вони розширюються, тиск крові знижується. Одночасно з цим по блукаючому нерву надходять гальмуючі імпульси до серця, його скорочення стають рідшими і слабшими. Це також сприяє зниженню кров'яного тиску.

Рефлексогенна судинна *зона каротидного синуса* підвищує тиск в сонній артерії, подразнює пресорецептори каротидного синуса, збудження, яке виникло в них, передається в судиноруховий центр і центр серцевої діяльності. Серцева діяльність гальмується за одночасного розширення кровоносних судин, внаслідок чого кров'яний тиск знижується.

Рефлексогенна судина в ***усті порожнистих вен*** має інше фізіологічне значення. Коли серцева діяльність послаблюється, кров недостатньо нагромаджується серцем, і вона нагромаджується в порожнистих венах, що спричиняє подразнення пресорецепторів цієї зони. Збудження надходять у центр серцевої діяльності, при цьому тонус центрів блукаючих нервів знижується, а симпатичних – підвищується. Внаслідок цього стає частішою й сильнішою робота серця, тим самим прискорюється циркуляція крові й знижується тиск у порожнистих венах до норми.

Пресорецептори є також у судинах інших ділянок тіла: легень, кишечника, селезінки.

Крім пресорецепторів у судинах *є хеморецептори*. Вони розміщені в дузі аорти, каротидному синусі, а також у судинах селезінки, нирок, надниркових залоз, кістковому мозку. Коли в крові нагромаджується вуглекислий газ або зменшується вміст кисню, а також коли надходить у кров окис вуглецю, ціаніди, нікотин, подразнюються хеморецептори. Від них збудження передається в пресорний відділ судинорухового центру, його тонус підвищується, судини звужуються і тиск крові підвищується.

Гуморальна регуляція. Деякі хімічні речовини, діючи безпосередньо на стінки судин, спричиняють звуження або розширення

судин. Гормони *надниркових залоз – адреналін і норадреналін – зумовлюють звуження артерій* і артеріол шкіри, органів черевної порожнини й легень, а судини серця й головного мозку вони *розширюють*. Гормон задньої частки *гіпофіза – вазопресин* – спричиняє звуження артеріол і капілярів. У нирках утворюється речовина ренін; надходячи в кров, він діє на білок гіпертензиноген, перетворюючи його в гіпертензин, який спричиняє звуження судин. До судинозвужувальних речовин також належить серотонін; він утворюється в мозку, у слизовій оболонці кишечника, а також внаслідок руйнування тромбоцитів.

До ***судиннорозширювальних*** речовин належать: ацетилхолін, гістамін, простогландини, аденозинтрифосфорна, молочна й вугільна кислоти.

Кровозабезпечення серця, мозку, легень, печінки, селезінки. Кровообіг у судинах ***серця*** відбувається переважно під час діастоли. Під час систоли серцевий м'яз стискає розміщені в ньому судини, тому течія крові в них послаблюється.

Мозок забезпечує кров від артерій, які радіально відходять від м'якої мозкової оболонки. Між артеріями і венами анастомозів немає, капіляри відкриті. Кров, що відтікає від мозку, надходить у вени, які утворюють синуси в твердій мозковій оболонці.

Циркуляція крові в ***легенях*** забезпечується як малим, так і великим колами кровообігу. Місткість судинного русла легень може зменшуватися або збільшуватися, тому легені є одним з депо крові.

Особливості кровообігу в ***печінці***. Ворітна вена печінки розпадається на стінку капілярів, які, об'єднуючись, утворюють печінкові вени, внаслідок чого кров, що надходить у печінку через ворітну вену, проходить двічі через капіляри.

Кровообіг у ***селезінці*** пов'язаний з особливостями будови її капілярів. Кінцеві гілочки капілярів мають китички, які закінчуються сліпими розширеннями з отворами. Через ці отвори кров переходить у пульпу, а звідти в синуси, які мають отвори в стінках. Тому селезінка як губка може вбирати кров і виконує функцію депо крові.

Питання для самоконтролю

1. Яке значення системи органів кровообігу для організму?
2. Охарактеризуйте рух крові по великому і малому колах кровообігу.
3. Які фізіологічні властивості серцевого м'яза?

4. Охарактеризуйте серцевий цикл.

5. Охарактеризуйте тони серця.

6. Що таке систолічний і хвилинний об'єм крові?

7. Що таке біопотенціали серця, дайте їх характеристику?

8. Що таке ЕКГ, телеелектрокардіографія, їх роль для діагностики серцевої діяльності?

9. Особливості кровопостачання серця.

10. Назвіть регуляцію роботи серця та опишіть її.

11. Яка роль рефлексогенних зон для регуляції роботи серця?

12. Як рухається кров по кровоносних судинах?

13. Які особливості руху крові по артеріях, венах і капілярах?

14. Що таке пульс та його види?

15. Які методи дослідження пульсу?

16. Тиск крові його визначення та кількісні показники у різних судинах організму.

17. Який вплив мають хімічні речовини на судини?

3.4. ФІЗІОЛОГІЯ ДИХАННЯ

Суть процесу дихання. Зовнішнє дихання. Дихання – це сукупність процесів в організмі тварин, у результаті яких проходить споживання кисню і виділення вуглекислого газу.

У структурі дихання вищих тварин (ссавців) і людини виділяють наступні етапи:

- газообмін між альвеолярним простором і навколишнім середовищем (зовнішнє дихання, легенева вентиляція);
- обмін газів у легенях між альвеолярним повітрям і венозною кров'ю капілярів малого кола кровообігу;
- транспорт кисню і вуглекислого газу кров'ю;
- обмін газів між артеріальною кров'ю капілярів великого кола кровообігу і клітинами тканин;
- внутріклітинне дихання як сукупність реакцій біологічного окиснення органічних енерговмісних речовин з утворенням енергії та кінцевих продуктів обміну речовин.

Гальмування або блокування будь-якого із названих вище етапів викликає порушення дихання та створює небезпеку для життя тварин і навіть смерть.

Здійснення перших двох етапів складного процесу дихання забезпечує система органів дихання. При цьому в легенях тварин кисень із повітря альвеол потрапляє у венозну кров капілярів малого кола кровообігу, а вуглекислий газ проникає із венозної крові капілярів малого кола кровообігу в повітря альвеол, а потім із видихуваним повітрям – у навколишнє середовище. Внаслідок газообміну в легенях організм корови щохвилини споживає близько 3000 мл кисню і виділяє близько 2500 мл вуглекислого газу.

Крім газообміну між організмом і навколишнім середовищем, система органів дихання виконує багато інших ***функцій***.

Бере участь у:

- виділенні із організму кінцевих продуктів обміну речовин (вуглекислий газ і вода);
- терморегуляції (випаровування води із поверхні органів дихальної системи);
- підтримці на постійному рівні кислотно-лужної рівноваги внутрішнього середовища організму тварин;
- імунному захисті (в легенях синтезується імуноглобулін А);
- регуляції зсідання крові (внаслідок синтезу в легеневій тканині тромбопластину і гепарину);
- депонуванні крові (завдяки густій сітці капілярів малого кола кровообігу в легенях) та ін.

У слизовій оболонці верхньої та задньої частини носової порожнини розміщується рецепторна частина ***нюхового аналізатора***. Нюхові рецептори знаходяться між підтримуючими епітеліоцитами. На зовнішній поверхні кожного нюхового рецептора знаходиться 10–12 загострених рухливих нюхових війок, які є своєрідними антенами для молекул пахучих речовин.

Інтенсивність дихання у різних видів тварин є в обернено-пропорційній залежності від розмірів їх тіла. Чим менша тварина, тим відносно більша поверхня легень, частота дихання та інтенсивність газообміну.

Зовнішнє дихання (легенева вентиляція), тобто обмін повітря між альвеолами легень і довкілля, здійснюється в результаті ритмічних періодичних змін об'єму герметично закритої грудної порожнини. Збільшення її об'єму забезпечує ***вдих (інспірація)***, а зменшення – ***видих (експірація)***. Фази вдиху і видиху становлять ***дихальний цикл*** і вони послідовно змінюють одна одну. Зміна фази вдиху на видих і навпаки регулюється ***дихальним центром***, розташованим у довгастому мозку.

Акт вдиху (інспірація). Грудна герметично закрита клітка у тварин під час вдиху розширюється у різних напрямках (спереду назад, зверху вниз і в сторони) за рахунок одночасного скорочення м'язів-вдихачів (зовнішніх міжреберних м'язів і діафрагми). Розширення герметично закритої грудної клітки спереду назад відбувається внаслідок скорочення м'яза діафрагми при фіксованому сухожилковому центрі. Діафрагма стає конусоподібною, при цьому нутрощі тварини в черевній порожнині відсуваються дещо назад.

Збільшення об'єму грудної клітки в інших напрямках досягається скороченням зовнішніх міжреберних м'язів і специфічним кріпленням ребер до кожного хребця. Ребра при цьому піднімаються.

З усіх дихальних м'язів найголовнішою є *діафрагма*. Під час паралічу діафрагмального нерва настає гіпоксія (кисневе голодування), асфіксія (удушення) і смерть.

За розширенням грудної клітки йде розширення легень, які легко розтягуються внаслідок своєї еластичності. Тиск у легенях стає нижчим від атмосферного, і повітря по дихальних шляхах надходить у легені. Відбувається процес вдиху (інспірація).

Акт видиху (експірація). Через 1–5 секунд після завершення акту вдиху (що залежить від частоти дихання) наступає акт видиху. Спочатку він відбувається пасивно внаслідок розслаблення м'язів-вдихачів (діафрагми і зовнішніх міжреберних м'язів), а потім переходить в активну фазу, під час якої починають скорочуватись м'язи-видихачі (експіратори). Основними м'язами-експіраторами є внутрішні міжреберні м'язи і м'язи черевної стінки (прямий, поперечний, зовнішній та внутрішній косі м'язи живота). При цьому об'єм грудної клітки зменшується у різних напрямках (вона тисне на легені), що призводить до підвищення тиску в легенях порівняно із довкіллям. Під час акту видиху відбувається вихід повітря із альвеол легень через повітроносні шляхи у довкілля до часу вирівнювання величини тиску повітря.

Під час фаз вдиху і видиху активну участь виконують м'язи-вдихачі та м'язи-видихачі, а функція легень – пасивна. Наповнення їх повітрям і вихід із них повітря зумовлюється величиною тиску в альвеолах легень порівняно із довкіллям.

Проникнення повітря з довкілля у плевральну порожнину (під час хірургічних втручань на грудній стінці, при механічних пошкодженнях цілісності грудної стінки тощо) називається ***пневмотораксом.*** При однобічному пневмотораксі спадається одна легеня, а двобічному – обидві. У коней і овець плевральні порожнини обох легень

з'єднуються між собою, тому у них однобічний пневмоторакс дає такі ж наслідки, як і двобічний.

Дихальні рухи. Рухи грудної клітки у тварин під час дихання можна записати графічно за допомогою пневмографа, що є капсулою, обтягнутою гумовою плівкою, яку прикладають до грудної стінки.

У здорових тварин дихання характеризується правильним і регулярним чергуванням фаз вдиху і видиху та відповідною їх тривалістю. Причому, за вдихом зразу ж іде видих, який змінюється невеликою паузою.

Типи дихання. Розрізняють три типи дихання. Якщо в тварини під час вдиху переважає скорочення зовнішніх міжреберних м'язів і більше виражені коливання грудної стінки, то це вказує на ***реберний,*** або ***грудний тип дихання***. Якщо збільшення об'єму грудної клітки відбувається за рахунок скорочення діафрагми і м'язів черевної стінки, то це є ***діафрагмальний***, або ***черевний тип дихання***. У більшості здорових тварин, за винятком собак і хутрових звірів, спостерігається ***змішаний,*** або ***грудочеревний тип дихання***, під час якого інтенсивність дихальних рухів грудної клітки та черевних стінок майже однакова.

Зміна нормального типу дихання у тварин на інший вказує на захворювання. Грудний тип дихання у тварин з'являється при хворобах діафрагми та деяких хворобах шлунка і кишечника.

Черевний тип дихання у тварин характерний при ураженнях плеври, легень і переломах ребер.

Тип дихання у тварин визначають *методом спостереження*, оглядаючи тварину збоку, за ступенем участі в дихальних рухах грудних і черевних м'язів.

Частота дихання – це кількість дихальних актів (вдихів і видихів) здійснених твариною за одну хвилину.

Частота дихання у тварин

Вид тварин	Частота дихання за 1 хв	Вид тварин та домашньої птиці	Частота дихання за 1 хв
Велика рогата худоба	12 – 25	Коти	15–25
Коні	8–16	Кролі	50–60
Вівці	15–20	Кури	12–30
Кози	10–20	Гуси	9–20
Собаки	15–20	Качки	15–30
Свині	12–20	Індики	13–20

Частота дихання у тварин різних видів неоднакова і залежить від інтенсивності обміну речовин в організмі (віку, фізичного навантаження, продуктивності, фізіологічного стану, статі, часу доби, сезону, температури довкілля та інших факторів).

У молодих тварин дихання частіше, ніж у дорослих. У високопродуктивних тварин частота дихання вища порівняно з малопродуктивними. Частота дихання підвищується у самок під кінець вагітності. Дихання сповільнюється під час сну і прискорюється за фізичних навантажень, а також за підвищення температури навколишнього середовища.

Частоту дихання визначають ***методом спостереження*** за рухами грудної і черевної стінки за 1 хв, а в *коней і кролів* – за рухами крил носа; у холодний період – по клубочках пари, що з'являється під час видиху повітря, у *птахів* – за коливаннями хвоста; аускультацією трахеї і легень – за кількістю шумів.

Життєва ємність легень. Легенева вентиляція. У спокої тварина вдихає і видихає певний об'єм повітря. Цей об'єм називають ***дихальним повітрям***. В ***овець, кіз, свиней і великих собак*** він становить 0,3–0,5, а ***у великої рогатої худоби і коней*** – 5–6 *л*. Після спокійного вдиху тварина може вдихнути додатково ще деякий об'єм повітря. Цей об'єм повітря називають ***додатковим***. У ***овець, кіз, свиней і великих собак*** він дорівнює 0,5–1, ***у великої рогатої худоби*** – 8–10, а у коней – 10–12 *л*.

Повітря, яке тварина може ще максимально видихнути після спокійного видиху, називають ***резервним.*** Його об'єм дорівнює приблизно об'єму додаткового повітря.

Сума об'ємів дихального, додаткового і резервного повітря становить ***життєву ємність легень***. ***В овець, кіз, свиней і великих собак*** вона становить 1,5–3 *л*, ***у великої рогатої худоби і коней*** – 25–35 *л* повітря, а у людей життєва ємність легень становить 3–4 *л*.

Життєва ємність легень – величина нестала. Вона змінюється залежно від віку, породи, продуктивності, фізіологічного стану, статі, фізичного навантаження тощо.

У людей життєву ємність легень визначають за допомогою приладу ***спірометра.***

Після максимального видиху у дихальній системі тварин залишається ще певний об'єм повітря. Цей об'єм повітря називається *залишковим*. Його об'єм у коней – 10 *л*, а у людей – 1 *л*.

Сума об'ємів життєвої ємності легень і залишкового повітря становить ***загальну ємність легень***.

Під час кожного спокійного вдиху повітря в систему дихання близько 30 % об'єму повітря залишається у дихальних (повітроносних) шляхах, а 70 % його об'єму надходить у легені. Після спокійного видиху в легенях залишається ***резервне і залишкове повітря***, яке становить альвеолярне повітря. Об'єм альвеолярного повітря ***у коней*** становить 20–22, ***у великої рогатої худоби*** – 16–18, а ***у людей*** – 1,5–2 *л*.

Відношення об'єму дихального повітря до альвеолярного називається ***коефіцієнтом легеневої вентиляції***, величина якого збільшується під час фізичного навантаження.

Кількість повітря, яке проходить через легені за одну хвилину складає *хвилинний об'єм легеневої вентиляції*. Його величина залежить від об'єму дихального повітря і частоти дихання.

На хвилинний об'єм легеневої вентиляції у тварин впливають як внутрішні (вік, порода, продуктивність, стать, фізіологічний стан), так і зовнішні (час доби, пора року, фізичне навантаження, температура довкілля та ін.) фактори. До факторів, які в найбільшій мірі впливають на величину хвилинного об'єму легеневої вентиляції належать вік тварини і фізичне навантаження. Під час фізичних навантажень хвилинна легенева вентиляція може зрости у 3–5 і більше разів.

Значення повітроносних шляхів. Під час кожного акту вдиху близько 30 % об'єму вдихуваного повітря залишається у повітроносних шляхах (порожнина носа, носоглотка, гортань, трахея, бронхи і бронхіоли). У повітроносних шляхах газообмін не відбувається, тому їх об'єм називають *шкідливим або "мертвим"* простором. У повітроносних шляхах, завдячуючи особливостям їх будови, повітря очищається і зволожується, а в умовах низької температури – зігрівається. У слизовій оболонці повітроносних шляхів міститься багато рецепторів, подразнення яких викликає захисні рефлекси *(кашель, чхання, фиркання)*. Особливо чутливою є слизова оболонка гортані, біфуркації трахеї і бронхів.

Склад вдихуваного, видихуваного і альвеолярного повітря. Тварини дихають атмосферним повітрям. ***Вдихуване повітря*** містить 20,94 % O_2, 0,03 % CO_2 і 79,03 % N_2. Склад повітря тваринницьких приміщень може відрізнятися від атмосферного не тільки за кількістю O_2 та CO_2, але і вмістом аміаку, водяної пари та сірководню. Максимально допустима концентрація CO_2 у тваринницькому приміщенні – 0,25 %.

Видихуване повітря містить у середньому 16,5% O_2, 4% CO_2 і 79,5% N_2. Склад видихуваного повітря непостійний; він залежить від інтенсивності обміну речовин і легеневої вентиляції. Азот в газообміні участі не бере.

Альвеолярне повітря відрізняється від видихуваного більшим процентом CO_2 і меншим відсотком O_2. Різницю в складі альвеолярного і видихуваного повітря можна пояснити тим, що видихуване повітря містить не лише повітря із альвеол легень, але в ньому наявне також повітря із повітроносних шляхів, яке першим виділяється із дихальної системи під час акту видиху.

Збільшення кисню і зменшення вуглекислого газу у вдихувальному повітрі порівняно з альвеолярним пояснюється тим, що під час видиху до альвеолярного повітря домішується повітря, яке міститься в дихальних шляхах, тобто в так званому шкідливому просторі, газовий склад якого близький до атмосферного повітря. Отже, *видихуване повітря* – це суміш альвеолярного повітря і повітря шкідливого простору.

Газообмін у легенях. Фактори, що впливають на перехід газів у легенях. Основною функцією легень є газообмін між повітрям альвеол легень і венозною кров'ю капілярів малого кола кровообігу, які густою сіткою обплітають альвеоли легень. Газообмін у легенях здійснюється за *законом дифузії* молекул O_2 з повітря альвеол легень у венозну кров капілярів малого кола кровообігу і молекул CO_2 із венозної крові капілярів у повітря альвеол легень. Рушійною силою дифузії молекул O_2 і CO_2 є різниця їх *парціальних тисків* (напруження) між венозною кров'ю капілярів, що обплітають густою сіткою альвеоли легень і їх повітрям. *Парціальним тиском* називається та частина загального тиску, яка припадає на кожний газ у газовій суміші. Парціальний тиск вимірюють у міліметрах ртутного стовпчика парціальний тиск кожного газу визначається його процентним вмістом у газовій суміші. Молекули O_2 і CO_2 у легенях дифундують із місця їх вищого парціального тиску і напруження у місце їх меншої величини.

Відповідно до наявної різниці парціального тиску O_2 в повітрі альвеол легень і венозній крові капілярів, які обплітають альвеоли (близько 60 мм рт. ст.), молекули O_2 дифундують (переміщуються) із альвеолярного повітря через шар сурфактанту, епітеліальних клітин альвеол і капілярів (сукупність цих структур називають *легеневою мембраною*, товщина якої становить 0,4–1,5 мкм) у венозну кров капілярів, а молекули CO_2 дифундують із венозної крові капілярів у

повітря альвеол легень (різниця парціального тиску CO_2 становить тільки 6 мм рт. ст).

Газообміну в легенях сприяють:

- специфічність будови легеневої мембрани;
- велика площа всіх альвеол;
- більш висока швидкість дифузії молекул CO_2 порівняно із молекулами O_2.

Парціальний тиск кисню й вуглекислого газу в альвеолярному повітрі та їх напруження в крові та тканинах, мм рт.ст.

Газ	Альвеолярне повітря	Венозна кров (у капілярах легень)	Артеріальна кров	Клітини тканин
Кисень	100–110	40	100–110	0
Вуглекислий газ	40	47	40	60

Отже, для газів розчинених у рідині, вживають термін *"напруження"*, який відповідає терміну *"парціальний тиск"* для вільних газів. Якщо парціальний тиск газу в навколишньому середовищі вищий за напруження цього газу в рідині, то газ переходитиме в цю рідину.

Перенесення газів кров'ю. Кров переносить кисень від легень до тканин і вуглекислий газ від тканин до легень. У крові ці гази можуть бути в двох станах: у *фізично розчиненому* і *хімічно зв'язаному*.

В артеріальній крові міститься 12,0–14,5 об'ємних процентів кисню, а у венозній – 6,5–8,0. Артеріальна кров переносить O_2 від легень до тканин усіх клітин. У фізично розчиненому стані кров'ю переноситься незначна кількість O_2, оскільки він малорозчинний у плазмі крові. Основний переносник O_2 гемоглобін еритроцитів. Він вступає в сполуку з киснем, утворюючи *оксигемоглобін*; 1 г гемоглобіну може зв'язувати 1,34 мл кисню.

В альвеолярному повітрі парціальний тиск кисню 100–110 мл рт. ст., за цих умов 97% гемоглобіну зв'язується з киснем. У вигляді оксигемоглобіну він кров'ю приноситься до тканин, де оксигемоглобін віддає тканинам кисень і перетворюється у *відновлений гемоглобін*.

У венозній крові міститься 55–58 об.% вуглекислого газу, з цієї кількості близько 3 об.% розчинені в плазмі крові, а решта його перебуває в хімічно зв'язаному стані. Велика кількість вуглекислого газу переноситься кров'ю у вигляді вугільної кислоти та її солей:

бікарбонатів калію і натрію. Певна кількість вуглекислого газу зв'язана з гемоглобіном – утворює сполуку *карбогемоглобін*.

Вуглекислий газ, що з'являється в клітинах, надходить у плазму крові, а потім в еритроцити. У них міститься фермент карбоангідраза, під впливом якого з вуглекислого газу і води утворюється вугільна кислота. В еритроцитах вона сполучається з калієм, утворюючи бікарбонат калію. Вугільна кислота легко дисоціює на іони H^+ і HCO^{3-}, останні переходять з еритроцитів у плазму і, взаємодіючи з натрієм, утворюють бікарбонат натрію.

Венозна кров надходить у легені. Тут у капілярах бікарбонати натрію і калію розпадаються, вивільняючи вугільну кислоту. Під впливом ферменту карбоангідрази вугільна кислота розщеплюється на воду і вуглекислий газ, який виділяється легенями в атмосферу.

Важливе значення в перенесенні вуглекислого газу у вигляді бікарбонатів мають сполуки гемоглобіну. У капілярах тканин перехід оксигемоглобіну у відновлений гемоглобін сприяє утворенню бікарбонатів, а в капілярах легень синтез оксигемоглобіну сприяє їх розщепленню.

Клітинне дихання. У мітохондріях клітин організму, де локалізуються ферменти дихального ланцюга, відбувається процес біологічного окиснення органічних речовин з утворенням енергії і кінцевих продуктів обміну речовин (вода, вуглекислий газ, аміак, амінний азот та ін.). При цьому відбувається споживання клітинами тканин O_2 і утворення CO_2. За нормальних умов існування та достатньої кількості O_2 майже вся енергія утворюється внаслідок аеробного процесу окиснення.

Надходження O_2 до клітин тканин відбувається із артеріальної крові капілярів великого кола кровообігу відповідно до закону дифузії.

Рушійною силою дифузії молекул O_2 і CO_2 у тканинах організму, як і в альвеолярному газообміні, є градієнт їх концентрацій (парціального тиску) по обидва боки мембрани. В артеріальному кінці капіляра pO_2 досягає 90 мм рт. ст., а в клітинах тканин – 5–10 мм рт. ст. Значення pCO_2 в тканинах становить близько 60 мм рт. ст., а в артеріальній крові капілярів – 40 мм рт. ст. І хоча різниця напруг для CO_2 в 3–4 рази менша, ніж для O_2 (відповідно 20 і 80 мм рт. ст.), вона в обох випадках є цілком достатньою для переходу молекул O_2 із артеріальної крові до клітин тканин, а молекул CO_2 із тканин через міжклітинну рідину до артеріальної крові.

Газообмін у тканинах відбувається за участю *залізовмісних дихальних ферментів*, багато з яких є похідними вітамінів групи В (B_1, B_2 та ін.). Реакція окислення в організмі відбувається за температури тіла і у водному середовищі. Утворена енергія частково переходить у тепло, частково зберігається про запас у вигляді хімічних сполук.

Дихання тварин змінюється залежно від їхнього стану. Воно спокійне і рідке в стані спокою, стає частішим і глибшим за фізичних навантажень.

Рефлекторна регуляція. Дихання регулюється *дихальним центром*, розміщеним у довгастому мозку. Дихальний центр двобічний і складається з двох відділів: центру ***вдиху і центру видиху***. У верхній частині варолієвого моста є центр *пневмотаксису*, він контролює дихальний центр. У регуляції дихання бере участь і кора великих півкуль.

Дихальний центр перебуває постійно в стані активності, у ньому автоматично виникають ритмічні імпульси збудження. *Автоматизм дихального центру* пов'язують з процесами обміну речовин у ньому самому й нагромадження вуглекислоти.

Зміна дихання відбувається рефлекторно. Автоматизм дихального центру регулюється нервовими імпульсами, які надходять до нього від рецепторів самих легень, судинних і рефлексогенних зон, дихальних м'язів. Особливе значення мають рецептори легень. Під час вдиху легені розтягуються, і в їхніх стінках подразнюються рецептори. Імпульси від рецепторів легень доцентровими волокнами блукаючого нерва надходять у дихальний центр, де гальмують центри вдиху і збуджують центри видиху. У результаті цього розслаблюються вдихальні м'язи, вдих припиняється і настає видих. Як тільки легені повернулися в початковий стан, розтяг їх зменшується і рецептори перестають збуджуватися. Центр вдиху, не дістаючи гальмуючих імпульсів, знову збуджується і настає черговий видих. Отже вдих рефлекторно викликає видих, а видих, у свою чергу, рефлекторно стимулює вдих. Так відбувається під час *природного дихання*. Рецептори можуть подразнюватися й під час дуже глибокого вдиху, рефлекторно гальмуючи центр видиху і збуджуючи центр вдиху.

У регуляції вдиху і видиху беруть участь також *рецептори міжреберних м'язів і діафрагми*. Вони збуджуються під час видиху і рефлекторно стимулюють вдих. Рефлекторно регулюють дихання *хеморецептори дуги аорти й каротидного синуса*. Нагромадження в крові вуглекислого газу, зменшення кисню, підвищений вміст молочної кислоти подразнюють хеморецептори, і дихання стає частішим і

глибшим. Важлива роль у регуляції дихання належить корі великих півкуль. Вона забезпечує якнайтонше пристосування дихання до потреб організму в зв'язку зі змінами умов зовнішнього середовища та діяльності організму.

Гуморальна регуляція дихання. На функціонування дихального центру впливає *хімічний склад крові*. Постійний контроль за pO_2 і pCO_2 артеріальної крові здійснюють хеморецептори. Розрізняють периферичні хеморецептори, які розміщені у судинах рефлексогенних зон (каротидний синус сонної артерії, дуги аорти) і центральні хеморецептори, функцію яких виконують нейрони дихального центру і деяких ділянок стовбура мозку. *Периферичні* хеморецептори реагують в основному на зміни в *крові вмісту O_2, а центральні* – на *зміни вмісту CO_2* Це вперше було показане в досліді на собаках з перехресним кровообігом.

Збільшення концентрації в крові вуглекислого газу викликає підвищення тонусу дихального центру, а зниження її, навпаки, гальмує його і наступають відповідні зміни у частоті і глибині дихання.

Збудником дихального центру є також йони H^+, які утворюються під час дисоціації молекул H_2CO_3 на H^+ і HCO_3.

Нагромадження вугільної кислоти в крові новонародженого після втрати зв'язку через пуповину з материнським організмом є причиною його першого вдиху.

Захисні рефлекси. На дихання рефлекторно впливає подразнення слизових оболонок дихальних шляхів. *Чхання й кашель*, є захисними рефлексами. Ці рефлекси перешкоджають потраплянню в дихальні шляхи шкідливих речовин або сприяють видаленню тих, що вже потрапили. *Чхання* спричиняється подразненням слизових оболонок носа, *кашель* – подразнення гортані, трахеї та бронхів.

Залежність дихання від віку, виду, продуктивності тварин. Новонароджені тварини мають частіше дихання, з віком воно поступово зменшується. Дихання в тварин різних видів неоднакове. Частота і глибина дихання залежать від інтенсивності обміну речовин. Наприклад, у високопродуктивних корів дихання становить 30 дихальних рухів, а в середньопродуктивних – 15–20 за хвилину. Дихання під час м'язової роботи стає не тільки частішим, а й глибшим. Вентиляція легень збільшується. М'язова робота супроводиться також посиленням кровообігу та підвищенням вмісту гемоглобіну в крові. Внаслідок збільшення обміну речовин під час м'язової роботи зростає утворення вуглекислого газу й молочної кислоти в м'язах та надходження їх у

кров. Молочна кислота забирає іони натрію й калію від солей вугільної кислоти, що призводить до значного збільшення концентрації останньої в крові та збудження дихального центру. Посилено утворювальна молочна кислота повністю не окислюється до води і вуглекислого газу, бо не вистачає кисню, який надходить у м'язи. Такий стан називається *кисневою недостатністю*. Окислення утвореної молочної кислоти завершується вже після завершення роботи, ось чому якийсь час після роботи дихання лишається частим і глибоким.

Вплив різних факторів на дихання. Дихання під час зменшеного і підвищеного атмосферного тиску.

Високо в горах (2500–3000 м і вище) атмосферний тиск *знижується*, відповідно зменшується й парціальний тиск кисню і в атмосферному, і в альвеолярному повітрі. Насичення крові киснем зменшується, і тканини зазнають кисневого голоду. У тварин, які живуть на великих висотах, вміст *еритроцитів і гемоглобіну в крові та міоглобіну* в м'язах *підвищений.* Якщо тварини піднімаються з рівнини в гори, то в них стає *частішим і глибшим дихання*, з кров'яних депо виходить кров з підвищеним вмістом еритроцитів і гемоглобіну, а пізніше під впливом еритропоетину посилюється кровотворення.

Із зануренням на глибину атмосферний тиск *підвищується*. Так, із зануренням на кожні 10 м тиск підвищується на 1 атм. У цих випадках у крові розчиняється багато *азоту.* Швидке підняття з глибини супроводиться виділенням з крові азоту, який утворює пухирці, і вони можуть закупорити дрібні кровоносні судини, спричинити *газову емболію*.

Внаслідок закупорювання судин серця і мозку настають тяжкі розлади, можлива навіть смерть.

Особливості дихання в птахів. Дихання у птахів має певні особливості, які зумовлені особливостями будови дихальної системи, що пов'язані з їхньою пристосованістю до польоту. Основними особливостями будови дихальної системи у птахів є:

- малий об'єм і проста будова носової порожнини;
- наявність в ділянці біфуркації трахеї на бронхах голосового апарату (співочої гортані);
- відносно малі легені, у яких головні бронхи, увійшовши в легені, пронизують їх наскрізь і переходять у відповідні повітроносні мішки;
- наявність 9 повітроносних тонкостінних мішків (1 непарний міжключичний та 4 парних – шийні, краніальні грудні, каудальні грудні, черевні (найбільші)), які розміщують між внутрішніми органами, а їх відростки проникають у кістки і між м'язами;

➢ відсутність діафрагми і плеври та зростання легень із реберними стінками.

Розширення грудної клітки, легень і повітроносних мішків відбувається за рахунок скорочення міжреберних і грудних м'язів, які становлять 45–60 % маси всіх м'язів.

Під час **вдиху** в птахів атмосферне повітря заповнює як *легені* (альвеоли легень), так *і повітроносні мішки*. Під час акту **видиху** повітря із повітроносних мішків попадає у альвеоли легень, із яких повітря виділяється через дихальні шляхи в навколишнє середовище. Краще заповнення повітроносних мішків атмосферним повітрям відбувається у птахів під час польоту за рахунок роботи м'язів крил і грудей. Підняття крил зумовлює втягування повітря до легень і повітроносних мішків. Під час опускання крил повітря витискається із легенів, а також із повітроносних мішків, яке попадає до альвеол легень. Отже, у птахів надходження до альвеол легень повітря багатого на кисень є як під час *акту вдиху*, так і під час акту видиху завдяки надходження повітря до них із повітроносних мішків. Така особливість дихання у птахів називається ***подвійним диханням***. Воно сприяє більш інтенсивному газообміну в альвеолах, що є необхідною умовою для польотів птахів. Подвійне дихання значно краще відбувається у птахів під час польоту, в яких велику роботу виконують м'язи крил. У домашньої птиці літальна функція виражена дуже слабо.

У повітроносних мішках птахів газообмін не відбувається. Вони беруть участь у зменшенні маси тіла під час плавання та польотів.

Частота дихання птахів залежить від виду, віку, фізіологічного стану, температури і газового складу повітря. Чим більша маса птиці, тим менша частота дихання за хвилину. Кількість дихальних рухів за хвилину: у курей – 12–30, качок – 15–30, гусей – 9–20, індиків – 13–20. Частота дихання у домашніх птахів різко зростає при підвищенні температури навколишнього середовища.

Дихання в птахів регулюється так само як у ссавців. Птахи дуже чутливі до нестачі кисню і підвищеного вмісту вуглекислого газу.

Взаємозв'язок органів дихання з іншими системами організму. Органи дихання беруть участь у підтриманні ***гомеостазу***, забезпечуючи нормальний рівень кисню, вуглекислого газу і pH крові. Органи дихання пов'язані з *системою кровообігу* – сприяють надходженню крові в передсердя; вони беруть участь в ***теплорегуляції***. У дихальних шляхах і легенях зігрівається вдихуване повітря, крім того, в легенях відбувається *процес випаровування* води, внаслідок чого організм віддає

частину теплової енергії. Є зв'язок між органами дихання і ***травлення.*** Рух грудної клітки і діафрагми масажує печінку і шлунок, прискорюючи відтікання лімфи і жовчі. Переповнений шлунок утруднює дихання внаслідок тиску на діафрагму. З кишечника всмоктується в кров водень, метан та інші гази, які виділяються з вдихуваним повітрям.



Питання для самоконтролю

1. Що таке дихання та його значення для організму?
2. Які є види дихання?
3. Як відбуваються вдих і видих?
4. Частота і типи дихання у сільськогосподарських тварин.
5. Що таке життєва ємність легень?
6. Що таке хвилинний об'єм легеневої вентиляції?
7. Як відбуваються обмін кисню і вуглекислого газу між альвеолярним повітрям і тканинами?
8. Як відбувається зв'язування та перенесення газів кров'ю?
9. Де знаходиться центр дихання та з яких частин він складається?
10. У чому суть рефлекторної та гуморальної регуляції дихання?
11. Дихання при підвищеному і зниженому тиску атмосферного повітря.
12. Що є причиною першого вдиху у новонародженого?
13. Значення верхніх дихальних шляхів.
14. Особливості дихання у птахів.

3.5. ФІЗІОЛОГІЯ ОБМІНУ РЕЧОВИН І ЕНЕРГІЇ

Основою життя тварин є обмін речовин і енергії, що є сукупністю хімічних і фізичних процесів у клітинах і тканинах. Обмін речовин складається з двох процесів – асиміляції і дисиміляції.

Асиміляція – це процес засвоєння організмом поживних речовин, що надходять із зовнішнього середовища. Поживні речовини за участю різних ферментів перетворюються в складові частини організму. Вони забезпечують відновлення гормонів і ферментів.

Дисиміляція – це процес розпаду складних органічних речовин на простіші хімічні сполуки.

У результаті дисиміляції руйнуються віджилі клітини і тканини, вивільняється енергія, завдяки якій відбувається асиміляція.

Асиміляція і дисиміляція нерозривно зв'язані між собою і становлять єдиний процес обміну речовин і енергії. У різні вікові періоди життя і в різних умовах переважає то асиміляція, то дисиміляція. У молодому віці, в період росту і розвитку, переважає асиміляція, під час голодування і в старості – дисиміляція.

Поживні речовини, спожиті твариною, дають їй будівельні матеріали для відновлення клітин, що руйнуються, і потрібну енергію. Джерелом енергії є вуглеводи, жири і білки. Частина енергії використовується для побудови нових клітин, витрачається в процесі їхньої життєдіяльності, наприклад, для скорочення м'язів, а частина її виділяється у вигляді тепла.

Вода, мінеральні солі й вітаміни також належать до харчових речовин. Хоч вони й не є джерелом енергії, але дуже важливі для підтримання життя і беруть участь в обміні речовин.

Розрізняють наступні основні етапи обміну речовин:

- ***початковий зовнішній*** – переробка компонентів корму в органах травлення і надходження поживних речовин у кров і лімфу;
- ***проміжний*** – перетворення амінокислот, моносахаридів, гліцерину і жирних кислот у нові білки, жири та їх комплекси;
- ***заключний*** – утворення та видалення кінцевих продуктів обміну.

Початковий – у травному тракті перетворюються поживні речовини корму: складні білки, жири та вуглеводи гідролізуються до низькомолекулярних сполук, здатних всмоктуватися та використовуватися клітинами організму.

Проміжний – утворюються видоспецифічні білки, вуглеводи, ліпіди як простих, так і складних, а також їх похідних. Одночасно під час перетворення вуглеводів ліпідів і білків утворюються особливі хімічні сполуки, що містять багато енергії у вигляді макроергічних зв'язків, – це різні фосфорні сполуки.

Заключний – полягає у створенні та видаленні з організму продуктів обміну азотовмісних речовин, як завершальна стадія білкового обміну, виводяться разом з сечею, калом і потом. Вуглеводний і жировий обмін закінчується утворенням CO_2, що видаляється

переважно через легені, і води яка виводиться органами системи виділення, зокрема нирками, шкірою та частково легенями.

Всі реакції обміну відбуваються перш за все на клітинному рівні і регулюються ферментами залежно від активності, кількості ферменту і наявності субстрату, на який він діє. В основі автоматичної регуляції обміну речовин лежить принцип ***зворотного зв'язку*** – концентрація речовини визначає спрямованість хімічного процесу. Збільшення концентрації кінцевих продуктів ферментативної реакції пригнічує активність ферментів або навіть знижує його утворення, а зниження вмісту продукту реакції активує вже існуючі ферментативні одиниці і стимулює синтез нових ферментів. Разом із внутрішньоклітинним постійно функціонує надклітинний системний рівень регуляторних взаємостосунків, що направлений на пристосування організму до умов довкілля. На метаболічні процеси впливає ендокринна система організму.

Методи вивчення обміну речовин. Для вивчення обміну речовин в окремих органах застосовують *метод ізольованих органів.* Такі органи протягом деякого часу здатні зберігати свою життєву активність і використовувати для своєї життєдіяльності поживні речовини.

Метод ангіостомії для вивчення обміну білків, розробив російський учений Є.С. Лондон та вдосконалив П.Ф. Солдатенков. На кровоносні судини накладають спеціальні трубочки, сутність цього методу полягає у вивченні різниці складу артеріальної крові, що надходить до органа та венозної, яка від нього відтікає. Тепер поряд з ангіостомією застосовують методи ***катетеризації кровоносних судин***. Широко використовується ***метод мічених атомів або ізотопний*** для вивчення проміжного обміну. Радіоактивні (мічені) елементи (азот, вуглець, фосфор, водень та ін.) шляхом заміщення вводять, наприклад, у поживні речовини і згодовують тваринам. Перетворення мічених поживних речовин вивчають за допомогою спеціальних приладів.

Обмін білків, склад і біологічна цінність та регуляція білкового обміну. Білки, або протеїни, – складні високомолекулярні органічні сполуки, побудовані з амінокислот. Білки в обміні речовин займають особливе місце, вони складають основу всіх тканинних елементів організму.

До ***складу білків входять*** вуглець, кисень, водень, азот, іноді сірка, фосфор, залізо. Молекула білка складається з десятків і сотень амінокислот. Структура білкових молекул тварин дуже специфічна й властива тільки даній тварині. У травному каналі білки розщеплю-

ються до амінокислот; останні не мають специфічних властивостей білків. З амінокислот, перенесених кров'ю до клітин, синтезуються білки, властиві даній тварині.

Обмін білків має три етапи.

1. У травному каналі відбуваються процеси розщеплення білків до амінокислот, за рахунок ферментів, а також їх подальше всмоктування в кров. Амінокислоти транспортуються через епітеліальну стінку кишечника і надходять через ворітну вену в печінку, де частина їх затримується і трансформується, а частина переноситься до різних органів і тканин.

2. Проміжний обмін білків починається в печінці, куди надходять амінокислоти, що всмоктались у травному каналі. Тут відбувається їх трансформація – дезамінування, переамінування (або трансамінування), декарбоксилування з відщепленням аміно- і кетогруп за участі специфічних ферментів і утворення нових амінокислот. Безазотисті залишки амінокислот використовуються в синтезі жирів, вуглеводів і інших сполук.

3. Кінцевими продуктами білкового обміну є діоксид вуглецю, вода і азотовмісні речовини – сечовина, сечова кислота, креатинін, гіпурова кислота та аміак. Ці продукти виводяться з організму або знешкоджуються під час метаболічних реакцій.

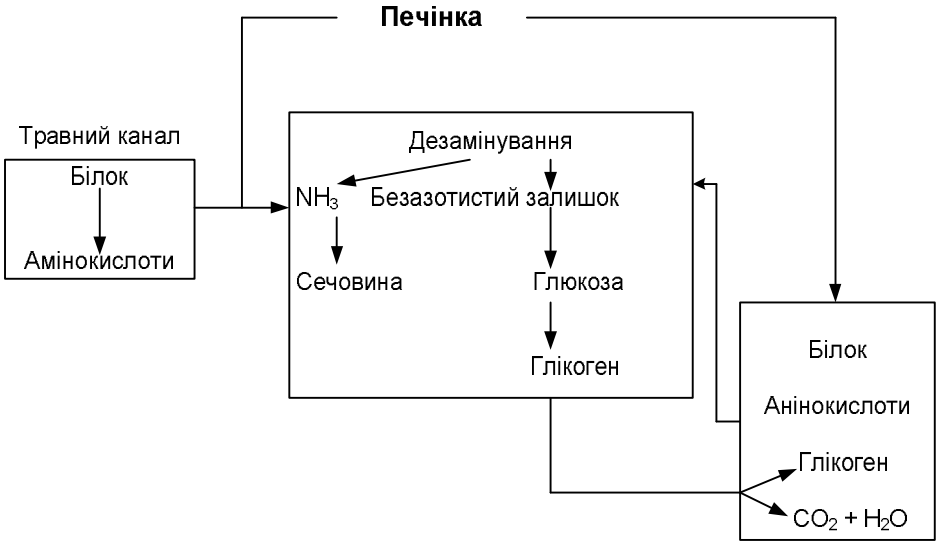


Рис.105. Схема білкового обміну

У товстому відділі кишечника під впливом гнилісних бактерій триптофан білків корму перетворюється в індол чи скатол, які після всмоктування надходять у кров, а потім у печінку, де інактивуються за рахунок утворення парних сполук: сірчаною та глюкуроновою кислотами, які виводяться з організму сечею.

За порушення утворення сечовини в печінці або припинення виведення продуктів білкового обміну в організмі розвивається *гіперазотемія* – накопичення в крові аміаку, а за порушення діяльності нирок в сечі накопичується сечовина та індикан, а у крові з'являється фенол, паракрезол та інші токсичні продукти, що призводить до *уремії.*

Амінокислоти, що йдуть на побудову білків організму, нерівноцінні. Одні з них замінні, інші незамінні. До ***замінних*** належать ті кислоти, які можуть синтезуватися в організмі з інших амінокислот. ***Незамінні*** – які не синтезуються в організмі. До них належать: *валін, ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, треонін, триптофан, фенілаланін*. Якщо цих амінокислот немає в кормі, то в організмі порушується обмін речовин, синтез білків, деяких гормонів, тварина поступово худне і зрештою гине. Тепер вивчено роль окремих незамінних амінокислот. Наприклад, валін необхідний для нормальної діяльності нервової системи; фенілаланін разом з тирозином необхідний для утворення гормонів адреналіну, норадреналіну й тироксину; триптофан є джерелом синтезу вітаміну РР (нікотинова кислота) тощо.

Біологічна цінність білків. Білки корму, в яких містяться всі незамінні амінокислоти, називаються ***повноцінними***. До них належать тваринні білки (молоко, яйця, м'ясо). У більшості рослинних білків (жито, пшениця, овес, кукурудза, горох) деяких незамінних кислот немає або вони містяться в дуже малій кількості. Такі білки не забезпечують усіх потреб тваринного організму, і вони називаються ***неповноцінним***и. Тому, складаючи раціон для тварин, треба враховувати амінокислотний склад кормів.

Азотистий баланс. Складовою частиною білка й амінокислот є азот. Потребу організму в білках визначають за кількістю азоту, прийнятого з кормом і виділеного з калом і сечею. За цими показниками роблять висновок про кількість засвоєного білка.

Азотистий баланс – це відношення кількості азоту, що надійшов в організм разом з кормом до кількості азоту, виділеного з нього в процесі обміну речовин. Оскільки виділення азоту відбувається

переважно з сечею, то формула азотистого балансу виглядає таким чином:

баланс азоту = азот корму – (азот калу + азот сечі)

Визначивши кількість азоту в кормі, сечі й калі, а в лактуючих тварин і в молоці, встановлюють азотистий баланс. У дорослої здорової тварини за нормальних умов годівлі і утримання кількість виведеного з організму азоту дорівнює кількості азоту, що надійшов з кормом. Це співвідношення називається ***азотистою рівновагою***. Коли кількість азоту, що надійшов, більша кількості виведеного, то говорять про ***позитивний азотистий баланс***. Такий баланс спостерігається під час посиленого синтезу білка в період росту і розвитку, під час вагітності, відновного періоду після голодування або хвороби.

За ***негативного азотистого балансу*** виділяється з організму азоту більше, ніж надходить його з кормом. Такий стан спостерігається внаслідок годівлі неповноцінними білками, білкового голодування, захворювань, які спричиняють посилений розпад білків тканин. Тривалий негативний азотистий баланс призводить до смерті тварини.

Білок в організмі тварини не відкладається про запас, як відкладаються жири і вуглеводи. Проте руйнування їх у процесі обміну йде постійно. Тому для кожного виду тварин існує максимальна і мінімальна межі азотистої рівноваги.

Для підтримання азотистої рівноваги необхідне обов'язкове надходження в організм певної кількості білка. Кількість білка, яка необхідна для підтримання життя тварини, називається ***білковим мінімумом.*** Він змінюється залежно від фізіологічного стану організму – вагітності, лактації, росту.

Для сільськогосподарських тварин білковий мінімум у грамах на 1 кг їхньої маси приблизно такий: для свині й вівці – 1; для лактуючої корови – 1; для не лактуючої корови – 0,6–0,7; для коня в спокої – 0,7–0,8; у роботі – 1,2–1,4.

Обмін амінокислот. Після всмоктування в кров амінокислоти зазнають певних перетворень. З них синтезуються білки, властиві даному виду тварин і навіть самій тварині. Частина вільних амінокислот витрачається на синтез біологічно активних речовин – гормонів ферментів, а інша частина зазнає окиснення, внаслідок чого утворюється енергія та кінцеві продукти обміну: Азотовмісні речовини – аміак, сечова кислота, креатинін, гіпурова кислота, індикан та вуглекислий газ і вода. Амінокислоти, які не пішли на синтез білків,

відщеплюються в аміногрупи NH_2, які передаються іншим амінокислотам, і в результаті цього в організмі утворюються амінокислоти, яких йому не вистачає. Ці процеси відбуваються переважно в печінці, м'язах, нирках. Безазотистий залишок амінокислоти розпадається на вуглекислий газ і воду. При цьому вивільняється енергія, яка використовується організмом. У результаті окислення 1 г білка в організмі виділяється 17,6 кДж тепла.

Регуляція білкового обміну. Обмін білків в організмі регулюється нервовими центрами, розміщеними в гіпоталамусі проміжного мозку. Гіпоталамус через парасимпатичні нерви регулює синтез білків, а через симпатичні – розщеплення білків. На білковий обмін впливає й кора великих півкуль. Центральна нервова система регулює обмін білків через залози внутрішньої секреції: щитоподібні, статеві, надниркові. Гормон гіпофіза – соматотропні – і гормони статевих залоз регулюють синтез білка. Гормон щитоподібної залози – тироксин – регулює і синтез, і розщеплення білків. Гормони кори надниркових залоз – глюкокортикоїди – регулюють розщеплення білків.

Обмін вуглеводів. ***Вуглеводи*** – основне джерело енергії в організмі, в результаті окислення 1 г вуглеводів виділяється 17,6 кДж тепла. Деякі вуглеводи, сполучаючись з білками й ліпідами, утворюють структурні компоненти клітин. Вуглеводи містяться в рослинних кормах у вигляді полісахаридів (глюкоза, фруктоза). Вона витрачається в організмі для енергетичних потреб, відкладається в печінці та м'язах у формі *глікогену*, а в жирових депо перетворюється в жир. Глікоген і жир є запасним енергетичним матеріалом. У крові кількість глюкози підтримується на відносно сталому рівні: у жуйних тварин – 40–60 мг%, у тварин з однокамерним шлунком – 80–100 мг %.

Зменшення вмісту глюкози в крові нижче від норми називається *гіпоглікемією*, або збільшення – *гіперглікемією*. Під час гіпоглікемії з'являється м'язова слабість, знижується температура тіла, порушується діяльність центральної нервової системи, виникають судоми і тварини можуть загинути. Гіперглікемія може виникати після приймання корму, багатого на глюкозу й сахарозу. Зайва кількість глюкози з крові виводиться нирками, поява її в сечі називається *глюкозурією*.

Розщеплення вуглеводів в організмі з вивільненням енергії може відбуватися як без участі кисню (анаеробне розщеплення), так і з його участю (аеробне розщеплення). У результаті ***анаеробного розщеплення*** вуглеводів утворюється молочна кислота, яка потім з участю кисню

окислюється до води і вуглекислого газу або знову перетворюється в глікоген. Дуже важливим процесом окислення вуглеводів у тканинах тварин є їх аеробне розщеплення, за якого кінцевими продуктами є вуглекислий газ і вода. При цьому повністю вивільняється енергія з вуглеводів, яка в основному нагромаджується в АТФ (аденезинтрифосфорній кислоті).

Обмін вуглеводів проходить у три етапи:

1. Процеси травлення, що забезпечують надходження вуглеводів у організм, починаються вже в ротовій порожнині у моногастричних тварин. Під дією амілолітичних ферментів слини розщеплюється крохмаль, у шлунку продовжується їх розщеплення, а подальше перетравлювання вуглеводів здійснюється вже в тонкому кишечнику під дією панкріотичних амілаз.

2. Проміжний обмін вуглеводів починається в печінці, куди транспортується глюкоза після всмоктування її у кишечнику. Печінка бере активну участь у процесах регуляції рівня глюкози в крові: за її надлишку зв'язує, а за недостатності відправляє її в кров, разом з тим печінка забезпечує запас як вуглеводів у вигляді глікогену, так і розпад глікогену до вільної глюкози. М'язова тканина: під час м'язової активності мускулатура активно поглинає значну кількість глюкози разом з цим накопичує вуглеводи у вигляді глікогену.

3. Кінцевими продуктами вуглеводного обміну є діоксид вуглецю і вода, які виділяються з організму при роботі легенів і нирок.

Важливу роль в обміні вуглеводів виконує печінка. Основна частина всмоктуваних у травному каналі вуглеводів через ворітну вену надходить у печінку, де з глюкози утворюється глікоген, який відкладається про запас. За недостатнього надходження або посиленого використання глюкози тканинами витрачається глікоген у печінці, який розпадається в ній до глюкози.

Регуляція вуглеводневого обміну здійснюється корою великих півкуль, гіпоталамусом, вегетативною нервовою системою і залозами внутрішньої секреції. Симпатична нервова система регулює розпад глікогену до глюкози, а парасимпатична – утворення глікогену з глюкози.

Дуже важливу роль у регуляції вуглеводневого обміну відіграють *гормони підшлункової залози* – інсулін і глюкагон. Інсулін регулює окислення глюкози в тканинах, синтез глікогену в печінці та м'язах. Глюкагон впливає на розпад глікогену в печінці до глюкози. Гормон мозкового шару *надниркових залоз* – адреналін – спричиняє розпад

глікогену до глюкози. Гормони *кори надниркових залоз* – глюкокортикоїди – регулюють утворення глюкози з амінокислот і жирних кислот. На обмін вуглеводів впливають також *гормон гіпофіза* – соматотропін і кортикотропін та гормон *щитоподібної залози* – тироксин. Соматропін знижує використання глюкози тканинами й підвищує її рівень у крові. Кортикотропін стимулює утворення глюкокортикоїдів. Тироксин посилює окислення глюкози.

Особливості вуглеводного обміну в жуйних. Вміст глюкози в крові жуйних значно нижчий, ніж у тварин з однокамерним шлунком. Це зумовлене тим, що вуглеводи (клітковина, крохмаль та ін.) *зброджуються в рубці до летких жирних кислот*: *оцтової, пропіонової, масляної.* У процесі обміну в організмі жуйних з пропіонової кислоти утворюється глюкоза. Оцтова кислота є одним з основних джерел енергії – компенсує замість глюкози потребу тварин в енергії. Оцтова й масляна кислоти використовуються для синтезу жиру молока і жиру тіла.

Загальна характеристика ліпідів. ***Ліпіди*** – це загальна назва для жиру і жироподібних речовин. Біологічне значення ліпідів багатобічне: від енергетичного забезпечення життєдіяльності до важливих пластичних функцій (побудови клітинних структур) і утворення біологічно активних речовин. Основну масу ліпідів в організмі тварин складають нейтральні жири представлені головним чином тригліцеридами. У результаті окислення 1 г жиру виділяється 38,9 кДж тепла і є основним джерелом енергії в організмі. Нейтральні жири використовуються організмом, як джерело ендогенної води: під час згорання 100 г жиру звільняється 107 г води. Крім того нейтральні жири є розчинниками деяких вітамінів A, D, E, K.

Жирова тканина, яка покриває різні органи, захищає їх від механічних пошкоджень. Жири відіграють важливу роль у регуляції тепла в організмі; підшкірна жирова клітковина, як поганий провідник тепла, захищає тіло від надмірної втрати тепла. Жир входить до складу секрету сальних залоз, який захищає шерсть і шкіру від висихання і надмірного змочування водою. Жири в організмі сільськогосподарських тварин становлять 10–20% живої маси, а під час відгодівлі – 30% і більше.

Жири в організмі можуть утворюватись з вуглеводів і білків. Проте жири корму не можна замінювати повністю вуглеводами і білками, бо такі жирні кислоти, як лінолева, ліноленова й арахідонова, в організмі не синтезуються. Коли їх не вистачає, у тварин

порушується статева функція, знижується еластичність стінок кровоносних судин, порушується обмін жирів. Тому вони повинні входити до складу корму для всіх тварин.

Обмін ліпідів проходить у три етапи:

1. Зовнішній обмін починається в шлунку під дією шлункової ліпази на емульгований жир. Основні процеси травлення здійснюються в тонкому кишечнику ліпазами та естаразами підшлункової залози. Під впливом жовчних кислот відбувається емульгування жирів, завдяки цьому вони стають доступні ферментам у результаті ферментативного розщеплення корму гідролізуються до гліцериду і жирних кислот.

2. Проміжний обмін ліпідів відбувається в печінці, жировій тканині і клітинах різних органів, причому тісно пов'язаний з вуглеводним обміном. За нормального живлення в організмі депонується від 10 до 20% жиру як резервуару енергії і структурних компонентів тіла. Жирова тканина це не просто депо жиру, в ній відбуваються інтенсивні процеси обміну у вигляді відкладання жиру у формі тригліцеридів (ліпогенез) і розпаду тригліцеридів із звільненням неетерефікованих жирних кислот (ліполіз).

3. Кінцевими продуктами ліпідного обміну є діоксид вуглецю і вода, оскільки під дією ліпаз нейтральні жири розщеплюються до гліцерину і жирних кислот, а вже потім у процесах окислення звільняється оксид вуглецю. Продукти неповного окиснення жирів – кетонові тіла виводяться з організму нирками і легенями.

У жуйних особливість ліпідного обміну полягає в тому, що жири корму розщеплюються ферментами мікроорганізмів рубця. Вивільнені гліцерин і галактоза зброджуються до летких жирних кислот, які всмоктуються в рубці, а жирні кислоти разом з нерозчиненими частками корму надходять до 12–палої кишки, де разом з жовчними кислотами утворюють холеїнові комплекси та транспортуються в клітини кишкового епітелію. Синтезуються мікробіальні ліпіди мікроорганізмами рубця (бактеріями і інфузоріями), які включають до складу власних ліпідів пальмітинову, стеаринову і олеїнову кислоти.

Значення жирів в організмі. Жировий обмін регулюється центральною нервовою системою і залозами внутрішньої секреції. Центри регуляції містяться в гіпоталамусі, вони впливають на жировий обмін через вегетативну нервову систему. Симпатичні нерви посилюють розпад, а парасимпатичні – синтез жиру. Діяльність гіпоталамуса контролюється корою великих півкуль.

Гормони надниркових залоз – адреналін і норадреналін, *гіпофіза* – соматропін, *щитоподібної залози* – тироксин – спричиняють розпад жиру в організмі. Гормони *підшлункової залози* – інсулін і *гіпофіза* – пролактин зумовлюють синтез жиру в організмі.

Жирові запаси в організмі збільшуються в зв'язку із вживанням їжі понад потребу.

До жироподібних речовин (*л*іпоїдів) належать фосфоліпіди, стерини й гліколіпіди − це складніші сполуки ніж жири. До їх складу, крім жирів, входять інші речовини. *Л*іпіди відіграють важливу фізіологічну роль в організмі. Наприклад, фосфоліпіди входять до складу всіх клітин, є структурною частиною мембрани і ядра клітини. Вони беруть участь в обміні жирів, синтезі жиру молока, відіграють важливу роль у процесах розмноження і розвитку зародка.

Стерини характеризуються великою фізіологічною активністю й належать до найважливіших речовин в організмі тварин. Стерини утворюють статеві гормони, гормони кори надниркових залоз, вітаміни D (кальциферо*л*), жовчні кислоти та інші речовини. Одним з найважливіших для організму стеринів є холестерин.

Гліколіпіди містяться у великій кількості в нервових клітинах, а також у клітинах крові. Вони беруть участь у функції нервових клітин і мембрани еритроцитів.

Взаємозв'язок обміну білків, вуглеводів і жирів. Обмін білків, вуглеводів і жирів має специфічні особливості, але поряд з цим існують і загальні закономірності. У процесі обміну їх утворюється піровиноградна кислота, яка є специфічним продуктом обміну. Вона є продуктом для синтезу вуглеводів і жирів. У процесі обміну з амінокислот утворюються вуглеводи і жири, з вуглеводів – жири, а з жирів утворюється енергія; 60–70% її нагромаджується в аденозинтрифосфорній кислоті, 30–40% перетворюється в теплову енергію, яка виділяється з організму в зовнішнє середовище в процесі тепловіддачі.

Водний обмін. Значення води в організмі та джерела її поповнення.

Біологічне значення води як універсального розчинника виключно високе. Кількість води в організмі тварин складає близько 65% маси тіла, недостатність надходження води викликає особливо важкі порушення життєдіяльності, аж до смерті. Всі біохімічні реакції в організмі йдуть у водних розчинах; складні речовини, що становлять основу живої речовини, можуть синтезуватися тільки у водних розчинах. Завдяки поляризації молекули води забезпечується її взаємодія з іншими

зарядженими молекулами. У процесах гідратації ступінь розчинності електролітів і неелектролітів залежить від співвідношення полярних (гідрофільних) і неполярних (гідрофобних) груп в їх молекулах.

Вода необхідна для забезпечення процесів травлення, аналізу смакових якостей корму, розчинення, розм'якшення, створення оптимальних умов для функціонування ферментних систем. У водній фазі відбувається всмоктування поживних речовин і видалення з організму кінцевих продуктів обміну. Вода складає основу внутрішньоклітинного обміну. Усередині клітин міститься 71% всіх водних запасів організму. Позаклітинна вода знаходиться усередині судинного русла і в міжклітинному просторі. Циркуляція в організмі води, що містить фізіологічно активні речовини, забезпечує інтеграційні функції ендокринної системи.

В організмі тварин активно використовуються термічні властивості води. Її висока теплоємність у процесі регуляції температури тіла дозволяє приймати і віддавати велику кількість тепла. У води один з високих показників пароутворення (544 кДж/г). Перехід води в мономолекулярний стан вимагає великих витрат теплової енергії, що є одним з найважливіших механізмів терморегуляції.

Життєзабезпечення організму можливе тільки за постійного водообміну між кров'ю і тканинною рідиною, завдяки чому зберігаються об'єм циркулюючої рідини, концентрація в ній хімічних речовин і формених елементів крові. Основний обмін між кров'ю і тканинною рідиною відбувається в капілярах. У їх артеріальній частині співвідношення гідростатичного і онкотичного тиску таке, що під впливом високого гідростатичного тиску відбувається перехід безбілкової частини плазми в міжклітинний простір. По мірі пересування крові по капілярах гідростатичний тиск знижується, а онкотичний підвищується, оскільки за рахунок виходу частини плазми, кров згущується і концентрація альбумінів підвищується. Таким чином, у венозній частині капілярів онкотичний тиск у просвіті судин переважає над гідростатичним, і вода прагне повернутися з тканин у кров.

Разом з циркуляцією рідини в системі *кров – тканина* необхідне надходження її ззовні з водою і кормом для формування травних соків, всмоктування поживних речовин і виведення кінцевих продуктів обміну. Сама вода теж у ряді метаболічних реакцій є кінцевим продуктом обміну: при окисненні білків, вуглеводів і жиру. У середньому в процесі метаболізму утворюється до 12 % всього об'єму циркулюючої в організмі води. У природних умовах кількість тієї води, що надходить

до організму, і тієї що виділяється, врівноважується, проте в реальних умовах життєдіяльності залежно від кліматичних чинників, температури тіла, активності м'язової діяльності, складу кормів водна рівновага може коливатися.

У водному обміні істотну роль виконують легені, шкіра, шлунково-кишковий тракт і нирки. З організму через легені вода виділяється у вигляді водяної пари, причому втрати відповідають інтенсивності дихання і температурі тіла. При посиленому м'язовому навантаженні, специфічному збудженні дихального центру або лихоманці пароутворення зростає у багато разів.

Шкіра бере участь у видаленні води з організму. Виділяючись у вигляді поту, вода охолоджує поверхню тіла. Інтенсивність випаровування залежить від різниці температур поверхні тіла і довкілля: за підвищеної температури довкілля зниження температури тіла відбувається за рахунок випаровування секрету потових залоз. У шлунково-кишковий канал вода поступає під час випоювання і годівлі, частково виводиться з каловими масами. Основна участь травного тракту у водному обміні полягає в утворенні травних соків – слини, шлункового, кишкового, підшлункового соків, які у декілька разів перевищують об'єм циркулюючої крові. У процесі всмоктування вода в основному повертається в кров'яне русло, але під час порушення всмоктувальної функції кишечника організм втрачає багато води і розчинених у ній електролітів. Основним органом, що здійснює регуляцію водно-електролітного обміну внутрішнього середовища організму, *є нирки*. У нирках структурно-функціональні одиниці – нефрони забезпечують ультрафільтрацію крові з утворенням первинної сечі і реабсорбцію води, іонів і інших сполук з утворенням дефінітивної (вторинної) сечі.

Потреба води в організмі. Потреба у воді в різних тварин неоднакова, вона залежить також від виду корму. За вживання сухого корму споживається більше води, ніж при вологому. На кожний 1 кг сухої речовини корму корова приймає 4–6 *л* води, кінь і вівця – 2–3, свиня – 7–8 *л*.

Регуляція водного обміну здійснюється центральною нервовою системою і залозами внутрішньої секреції. Коли в організмі не вистачає води, підвищується осмотичний тиск тканинної рідини, що призводить до подразнення в тканинах спеціальних рецепторів – осморецепторів. Збудження від них іде в гіпоталамус, де міститься центр регуляції водно-сольового обміну. Тут утворюється антидіуре-

тичний гормон, який надходить у гіпофіз, а потім виділяється в кров і приноситься в нирки. Під впливом цього гормону й альдестерону в нирках посилюється зворотне всмоктування натрію й води. За надлишку води в організмі цих гормонів надходить у кров менше й збільшується виведення води.

Центр регуляції водно-сольового обміну контролює споживання води, всмоктування з травного каналу, перерозподіл її в організмі, виділення води з організму. Центр перебуває під контролюючим впливом кори головного мозку.

Мінеральний обмін. Значення та джерела надходження мінеральних речовин для організму.

Фізіологічне значення мінеральних речовин полягає у тому, що вони є обов'язковими структурними компонентами всіх органів і тканин організму. Вони входять до складу складних білків, *металопротеїдів,* що містять в якості складових частин атоми металів (ферум, магній, купрум, цинк, марганець, ванадій, молібден та ін.) і в ролі *металоферментів*, які виконують виключно важливі і різноманітні функції. Як осмотично активні мінеральні речовини, особливо натрій, забезпечують *підтримку осмотичного тиску* біологічних рідин у внутрішньоклітинному і позаклітинному середовищі.

Мінеральні речовини беруть активну участь у збереженні водного балансу організму. Знаходячись у складі буферних систем, вони беруть участь у створенні і підтримці кислотно-лужної рівноваги; натрій визначає лужний резерв крові, концентрацію бікарбонатів плазми. На клітинному рівні відбувається постійний обмін електролітами між внутрішньоклітинним і позаклітинним простором, причому розподіл іонів у збудливих тканинах забезпечує генерацію біопотенціалів (мембранного потенціалу і потенціалу дії), а в незбудливих тканинах є компонентом транспортних систем.

Надходження мінеральних речовин в організм відбувається з кормом і водою, що у деяких випадках за біогеохімічної ситуації, що склалася, може стати причиною дефіциту або надлишку деяких елементів і викликати порушення обміну речовин. Мінеральні речовини у складі корму тільки після розчинення і переходу до іонізованої форми стають доступними транспортним системам, можуть всмоктуватися в кишечнику, а в складі внутрішньоклітинної і позаклітинної рідини залишається в іонізованому стані або входять у структуру тих чи інших структур. Під час обміну речовин мінеральні речовини виводяться з організму з сечею, калом і потом.

Макро- і мікроелементи, їх фізіологічна роль.

Макроелементи – речовини, що містяться в концентрації мг/100 мл або ммоль/л: натрій, калій, хлор, кальцій, фосфор, залізо, магній, сірку.

Натрій міститься в організмі у вигляді хлористих, двовуглекислих і фосфорних солей. Його більше в рідинах організму (кров, лімфа, тканинна рідина), ніж у клітинах. З кормом натрій надходить в основному у вигляді хлористого натрію. Натрій (разом з калієм) бере участь у створені електричних зарядів у клітинах нервової і м'язової тканини. Він необхідний для процесів росту, від солей натрію залежить в основному осмотичний тиск. Натрію в рослинних продуктах мало, тому травоїдні тварини повинні одержувати достатню кількість кухонної солі. Нестача натрію спричиняє порушення травлення, втрату апетиту, м'язову слабкість. Надмірне вживання натрію також шкідливе, особливо для *свиней і птахів*.

Калій міститься в основному в клітинах організму. Він бере участь у процесах збудження, транспортуванні вуглекислого газу кров'ю, створює електричний заряд у клітинах нервової й м'язової тканини, впливає на роботу серця. Калію багато в рослинних кормах, тому травоїдні тварини не страждають від його нестачі.

Хлор перебуває в сполуці з натрієм і калієм. Він бере участь в утворенні соляної кислоти шлункового соку, а також у процесі транспортування вуглекислого газу кров'ю, у водному обміні.

Кальцій в основному міститься в кістках, у вигляді фосфорних і вуглекислих солей. Разом з фосфором кальцій становить основну масу кісткової тканини. Крім суто механічної функції, він необхідний для багатьох процесів життєдіяльності. Так, кальцій бере участь у процесах зсідання крові, стимулює серцеву діяльність, впливає на проникність клітинної мембрани для натрію і кальцію, бере участь у процесі м'язового скорочення. Кальцій знижує збудливість нервової системи, тому за його нестачі в крові у тварин настають судоми. Особливу потребу в кальцію мають молодняк і лактуючі тварини, які виділяють з молоком багато сполук. Кальцій є в усіх кормах, більше його в грубих.

Фосфор міститься в основному в кістковій тканині в тісному взаємовідношенні з кальцієм. Солі фосфорної кислоти входять до складу всіх клітин і міжклітинних рідин, вони є в різних білках, ліпідах і беруть участь у процесах їхнього обміну. Фосфор є дуже важливою частиною нуклеїнових кислот, входить до складу аденозинтрифос-

форної кислоти й креатинфосфату, в яких акумулюється енергія, що утворюється в процесі обміну речовин.

Сірка входить до складу деяких білків, амінокислот, гормону інсуліну, вітамінів B_1 (тіаміну) і біотину. Особливо багато її в рогах, шерсті. Сірка надходить в організм разом з білками корму, виводиться з сечею, калом і потом в овець.

Залізо входить до складу гемоглобіну, міоглобіну, ферментів, які беруть участь у тканинному диханні. В організмі залізо міститься в сполуці з білками й відкладається в печінці, селезінці та слизовій оболонці кишечника. Коли не вистачає заліза, порушується утворення еритроцитів, що призводить до виникнення в тварин *анемії.* Це спостерігається в молодняку у підсисний період, особливо у поросят. Тому препарати заліза треба давати молодняку в вигляді підкорму. Потреба в залізі в дорослих тварин задовольняється тією кількістю, яка є в кормах.

Магній в основному міститься в кістках і м'язах у вигляді фосфорнокислого магнію в сполуці з білками. Він бере участь у процесі м'язового скорочення, активує вироблення антитіл організмом, входить до системи, що забезпечує природну резистентність організму проти різних збудників.

Мікроелементи – речовини, що містяться в концентрації мкг/100мл або кмоль/л: кобальт, мідь, марганець, цинк, йод, фтор, селен, стронцій та ін.

Кобальт в організм тварин надходить з кормом, відкладається в основному в печінці, підшлунковій залозі, м'язах. Він необхідний для утворення еритроцитів і гемоглобіну. Кобальт стимулює ріст молодняку, підвищує молочну й вовнову продуктивність тварин, поліпшує якість сперми. Кобальт потрібен для синтезу вітаміну B_{12}, посилює активність рубцевої мікрофлори. За його нестачі розвивається анемія, виникають захворювання (лизуха, сухотка), шерсть стає матовою, крихкою.

Йод входить до складу гормону щитоподібної залози – тироксину, роль якого в організмі надзвичайно велика. Нестача йоду порушує функцію щитоподібної залози і призводить до ендемічного зобу, молодняк народжується слабим, нежиттєздатним. У дорослих тварин за нестачі йоду знижується продуктивність і плодючість. Йод надходить в організм з кормами і водою.

Мідь міститься в тварин в усіх органах, але найбільше її в печінці. Вона входить до складу деяких ферментів. Головне біологічне значення

її полягає в стимуляції тканинного дихання, процесів кровотворення й синтезу гемоглобіну. Від нестачі міді в тварин порушується функція нервової, м'язової й кровоносної системи. У великої рогатої худоби знижується молочна продуктивність, відтворювальна здатність, розвивається анемія. З організму мідь виділяється з жовчю й частково нирками.

Манган міститься в усіх органах і тканинах тварин, але більше його в печінці, кістках, нирках. Він входить до складу деяких ферментів, бере участь в окисно-відновних процесах, в обміні, білків, жирів і вуглеводів. Відсутність мангану затримує формування кісток, уповільнюється ріст, порушується функція нервової системи і рівноваги, тварини втрачають здатність розмножуватися. Надлишок мангану несприятливо впливає на організм, при цьому затримується ріст, руйнується емаль зубів, зміни в кістках нагадують рахіт.

Цинк міститься в усіх органах тварин. Найбільше його в гіпофізі, статевих залозах, печінці, м'язах і спермі. Він є складовою частиною ферменту карбоангідрази, який бере участь у процесах дихання, посилює дію гормонів гіпофіза і гормону підшлункової залози – інсуліну. За нестачі цинку в кормах погіршуються процеси травлення, всмоктування в кишках затримується ріст і відтворювальна здатність, знижується ріст вовни. Надлишок цинку спричиняє в тварин тяжкі отруєння.

Фтор міститься в усіх органах тварин. Багато цього елемента в кістках, зубах і спермі. За його нестачі в раціонах у тварин виникає каріє́с зубів. Надлишок його призводить до порушення обміну речовин, знижується апетит уповільнюється ріст, спостерігається деформація кісток і суглобів.

Стронцій міститься в усіх органах і тканинах тварин, більше його в кістках і зубах. Відсутність стронцію спричиняє каріє́с зубів, а надлишок – стронцієвий рахіт.

Регуляція мінерального обміну. Мінеральний обмін тісно пов'язаний з водним обміном. Його регулюють гіпоталамус і залози внутрішньої секреції: щитоподібна, прищитоподібна, гіпофіз, надниркові залози. Гіпофіз регулює функції щитоподібної залози й кіркового шару надниркових залоз. *Щитоподібна* залоза виділяє гормон *тиреокальцитонін*, який знижує кількість кальцію і фосфору в крові, а гормон *прищитоподібних* залоз – *паратгормон* – збільшує вміст кальцію в крові. Гормон кори *надниркових* залоз *альдостерон* посилює всмоктування натрію в нирках і виведення калію.

Вітаміни. Загальна характеристика вітамінів. Вітамінами називають особливу групу біоорганічних сполук, що є життєво необхідними компонентами для обміну речовин. Деякі вітаміни є складовою частиною активних груп ферментів, що утворюються в організмі і забезпечують процеси метаболізму.

Вітаміни відкрив у 1881 р. російський учений М.І. Лунін, а назву їм запропонував у 1912 р. польський учений К. Функ. Тепер відомо понад 30 вітамінів, установлено їхню хімічну структуру, чимало вітамінів дістають синтетичним способом.

Життя без вітамінів неможливе, тому необхідно, щоб вони постійно надходили в організм з кормом. Деякі вітаміни утворюються в організмі тварин з провітамінів, інші – в шлунково-кишковому каналі синтезуються мікроорганізмами. Відсутність вітамінів призводить до тяжкого порушення обміну речовин – ***авітамінозу***, за недостатнього вмісту вітамінів виникають ***гіповітамінози.***

Вітаміни підрозділяють на дві групи: водорозчинні (В, С, Р) і розчинні в жирах (А, D, Е, К).

Жиро- та водорозчинні вітаміни, їх роль. Джерела надходження вітамінів. Вітаміни, розчинні в жирах. ***Вітамін А*** (*ретинол*) утворюється в організмі тварин з рослинного пігменту каротину, який є провітаміном А. З однієї молекули бета-каротину утворюється дві молекули вітаміну А, в стінці тонких кишок (свиней, овець), у корів, птиці – печінці. Він бере участь у процесах обміну речовин, підтримує нормальний стан епітелію травного тракту, дихальних, сечостатевих шляхів, шкірного покриву, очей. Коли його не вистачає клітини *роговіють.* Ретинол бере участь у процесах фоторецепції (утворення зорових пігментів), у підтримці нормального функціонування залоз внутрішньої секреції (щитоподібної, надниркових, статевих). Він бере участь в утворенні і розвитку кісткової тканини, формуванні структури біомембран клітин, у процесах проліферації і диференціації епітеліальних клітин. Від нестачі ретинолу в тварин розвиваються захворювання шлунково-кишкового каналу, легень, знижується опірність проти інфекційних хвороб. У дорослих тварин знижується продуктивність, порушується статева функція.

Вітамін D (кальциферол) – це група вітамінів (D_2, D_3, D_4, D_5, D_6). Для сільськогосподарських тварин мають значення вітаміни: ергокальциферол-D_2 і холекальциферол-D_3. В організмі тварини піддаються біохімічним перетворенням. Ультрафіолетове випромінювання сприяє перетворенню ергостеринів в ергокальцеферол і холекальце-

ферол. У печінці вітамін D_3 перетворюється спочатку в оксивітамін D_3, а потім в нирках в 1,25–дигідрохолекальциферол – надзвичайно активний стероїд. Під його впливом в кишечнику посилюється всмоктування кальцію до фосфатів, в кістковій тканині активізуються остеобласти і підвищується здатність до резорбції кістки і мобілізації кальцію, а в ниркових канальцях стимулюється реабсорбція кальцію і фосфатів.

Основна фізіологічна дія вітаміну D полягає в регуляції енергетичного і мінерального обмінів. Він необхідний для балансу фосфору і кальцію, сприяє відкладенню цих елементів у кістках тварин і шкарлупі яєць, підвищує стійкість організму до інфекційних захворювань, покращує загальний обмін речовин. Коли в організмі не вистачає вітамінів D, мінералізація кісткової тканини порушується, зупиняються процеси її утворення і регенерації. Кісткова тканина розріджується, втрачає міцність, стає м'якою. Якщо не вистачає вітамінів D, у молодняку розвивається ***рахіт***, у дорослих – ***остеомаляція***, тобто розм'якшення кісток. Остеомаляція найчастіше спостерігається у високопродуктивних корів у період високої лактації. У дорослих тварин також знижується продуктивність і порушується функції відтворення.

Вітаміни групи Е (α, β, γ – токофероли) присутні в багатьох рослинних продуктах, насінні злаків, рослинних оліях. У високих концентраціях вони містяться в молоці, яєчному жовтку, яйцях і зелених кормах, сіні злакових і бобових культур. *Вітамін Е* істотно впливає на репродуктивну функцію: бере участь у регулюванні сперматогенезу, сприяє розвитку зародка, попереджає порушення функцій органів розмноження. За його дефіциту відбуваються дегенеративні зміни спермиїв, скелетних м'язів, кардіоміцитів, перероджуються епітеліальні клітини сім'яних канальців, атрофуються зародкові клітини, підвищується проникність і ламкість капілярів, виникають дегенеративні зміни в нервових клітинах. Бере участь в обміні жирів, білків, вуглеводів, сприяє засвоєнню вітаміну А, провітаміну каротину, впливає на цілісність ліпопротеїдних мембран клітин, субклітинних органел, на активність лізосомальних ферментів, осмотичну резистентність еритроцитів та на розвиток гуморального і клітинного імунітетів. Якщо не вистачає цього вітаміну, порушується утворення спермиїв, у самок гине плід. Від тривалої нестачі вітамінів м'язи стають в'ялими, білими; порушується діяльність м'язів серця.

Вітаміни групи К (*філохінон-К, фарнахінон К, вікасол-К)* має антигеморагічні чинники, які є специфічними засобами, що підви-

щують вміст протромбіну й інших факторів згортання крові за рахунок їх синтезу в печінці. Вони містяться в зелених частинах рослин. Ці вітаміни беруть участь в утворенні протромбіну, необхідного для зсідання крові. У дорослих тварин вітаміни К синтезуються мікроорганізмами шлунково-кишкового каналу. Коли не вистачає цих вітамінів, у тварин з'являються крововиливи в м'язах, кишечнику. Особливо чутливі до нестачі вітаміну К птахи.

Водорозчинні вітаміни. ***Тіамін (вітамін B1)*** (антиневритичний чинник, аневрин) міститься в зародках і оболонках насіння, бобах, горосі, висівках, макусі, картоплі і зеленому листі, його багато в пивних дріжджах. Тіамін бере участь в обміні амінокислот, холестерину та стероїдних гормонів. Коли його не вистачає змінюється вуглеводний обмін в клітинах мозку і знижується синтез амінокислот, що призводить до порушення детоксикації метаболічного аміаку. Під час гіповітамінозу у молодняку припиняється ріст, зникає апетит, розвиваються паралічі спостерігаються крововиливи в м'язів серця і в'ялість печінки, у дорослої птиці знижується несучість і запліднені яєць. Дефіцит тіаміну в кормах частіше позначається на стані птиці. За нестачі вітаміну В у тварин розвиваються поліневрити, порушується травлення, сповільнюється розвиток фолікулів, знижується стійкість до інфекційних захворювань.

Вітамін B2 (рибофлавін) міститься в зародках і оболонці зернових культур, дріжджах, а також в печінці, молочній сироватці, яєчному білку, рибі. Рибофлавін бере участь у регуляції загального обміну, трофіці нервової тканини, забезпечує тонус капілярів, стимулює шлункову секрецію і еритропоез, попереджає ушкодження рогівки ока, підтримує загальну резистентність. Від нестачі рибофлавіну найчастіше страждають свині й птахи. За гіповітамінозу білки і деякі амінокислоти, ліпіди погано засвоюються організмом. У курчат відмічають відставання в рості, порушується розвиток ембріонів і збільшується їх смертність. У свиней затримується ріст, розвивається помутніння рогівки і кришталика; захворювання шкіри-алопеції, себорейний лусковий дерматит; шкірне свербіння. У великої рогатої худоби синтезується в шлунково-кишковому каналі.

Вітамін B3 (пантотенова кислота) (*від англ. pantoten – з усього*) дуже поширена в рослинних і тваринних продуктах. Багато її в зелених рослинах, зернах злаків, бобових, дріжджах, печінці, надниркових залозах, серці, нирках, яєчному жовтку. Вона синтезується мікрофлорою шлунково-кишкового каналу. Пантотенова кислота є складовою

частиною ферменту, який бере участь у процесах обміну вуглеводів, жирів і білків; необхідна для синтезу ацетилхоліну, жовчних кислот та інших сполук і стимулює утворення імуноглобулінів.

Вітамін B_4 (холін) є азотистою основою – аміноспирт, що міститься в яйцях, печінці, соєвих бобах, капусті. Його багато в зелених рослинах і хлібних злаках, макусі, рибному і м'ясному борошні. Холін входить до складу ацетилхоліну, який є медіатором нервової системи, бере участь у синтезі ліпідів і регулює жировий обмін та попереджає жирову інфільтрацію печінки. Він прискорює ріст тварин.

За недостатності холіну порушується вуглеводний і жировий обміни, розвивається цироз печінки. Потреба в холіні у тварин залежить від рівня надходження фолієвої кислоти (вітамін B_c) і ціанкобаламіну B_{12}, а також метіоніну.

Вітамін B_5 (нікотинова кислота, вітамін РР) міститься в молоці, соняшниковому шроті, м'ясному й рибному борошні, дріжджах, пшениці, ячменю, молоці. Вона синтезується в травному каналі тварин, якщо тварини дістають білки, що містять амінокислоту − триптофан. Вітамін РР входить до складу ферментів дегідрогеназ, які спричиняють окислювально-відновні реакції в усіх органах і тканинах організму тварини. Він сприяє утворенню шлункового й підшлункового соків, регулює функцію печінки, стимулює утворення еритроцитів. Коли не вистачає вітаміну РР, у тварин, особливо у свиней і птахів, виникає тяжке захворювання – ***пелагра,*** під час якого порушується функція кори великих півкуль, уражується шкіра, з'являється пронос.

Вітамін B_6 (піридоксин) дуже поширений. Він міститься в зернах хлібних злаків, бобових, у макусі, картоплі, дріжджах, печінці, молоці. Піридоксин бере участь у процесі обміну білків, як активна частина ферментів, що відщеплюють карбоксильну групу від амінокислот і переносять аміногрупи; впливає на процеси кровотворення. Від нестачі піродиксину в свиней і птахів з'являються дерматити, анемія, судоми, паралічі. У молодняку затримується ріст.

Вітамін B_c (фолієва кислота) міститься в зелених листках рослин, хлібних злаках, сої, дріжджах, печінці. Вона бере участь в утворенні еритроцитів, у синтезі нуклеїнових кислот, запобігає жировому переродженню печінки. Від нестачі фолієвої кислоти в курчат, індичат, поросят розвивається анемія, затримується ріст.

Вітамін Н (біотин) міститься в зернах хлібних злаків, овочах, печінці, молоці, дріжджах; синтезуються бактеріями травного каналу.

За участю біотину разом з АТФ відбуваються реакції приєднання CO_2 до органічних кислот (реакція карбоксилування).

Вітамін B_{12} (ціанокабаламін) – єдиний вітамін, до складу якого входить кобальт. Вітамін міститься тільки в кормах тваринного походження: у рибному й м'ясо-кістковому борошні, молоці, відвійках, сироватці. Він синтезується мікроорганізмами травного каналу в жуйних. Ціанокобаламін бере участь у синтезі білків, впливає на ріст і розвиток тварин. Вітамін необхідний для утворення еритроцитів і гемоглобіну. Авітаміноз може бути в свиней, птахів і собак. При цьому порушується білковий обмін, виникає ***анемія***, розвиваються розлади нервової системи.

Вітамін H_1 (параамінобензольна кислота ПАБК) міститься в продуктах рослинного і тваринного походження особливо в дріжджах і печінці. Вітамін є чинником для багатьох мікроорганізмів, що утворюють мікрофлору кишечника тварин і людини, які синтезують з неї фолієву кислоту. Сприяє синтезу РНК і ДНК і впливає на обмін біогенних амінів. Якщо недостатньо вітаміну H_1, то затримується ріст волосяного покриву. Дефіцит його може бути викликаний сульфаніламідними препаратами.

Вітамін B_{15} (пангамова кислота) присутній у рослинах, тканинах тварин, дріжджах, має ліпотропну дію, що направлена на попередження жирового переродження печінки.

Аскорбінова кислота (вітамін С) дуже поширена в рослинних продуктах, багато в плодах шипшини, ягодах чорної смородини, в цитрусових, капусті, картоплі, зеленій траві, хвої сосни тощо. Аскорбінова кислота в організмі тварин відіграє важливу роль. Вона необхідна для синтезу низку гормонів, ферментів, бере участь у вуглеводневому обміні, забезпечує проникність капілярів, прискорює заживання ран, підвищує опірність організму проти різних інфекційних і несприятливих впливів зовнішнього середовища, стимулює утворення антитіл. У хутрових звірів аскорбінової кислоти синтезується недостатньо, у них спостерігаються явища авітамінозу й на цій основі – загибель малят. У мавп, морських свинок нестача аскорбінової кислоти спричиняє цингу.

Цитрин (вітамін Р) міститься в рослинних продуктах разом з аскорбіновою кислотою. В організмі вітамін Р виконує дуже важливу функцію: він збільшує міцність капілярів, нормалізує їхню проникність. Вітамін Р виявляє активність тільки в присутності аскорбінової кислоти і сприяє більш економічному її використанню в організмі. Ці вітаміни разом беруть участь у багатьох процесах обміну.

Антивітаміни – це такі сполуки, які хімічно схожі на той чи інший вітамін, але за своєю дією мають протилежні властивості. Антивітаміни відомі не для всіх вітамінів.

Відкрито антивітаміни тіаміну, піродиксину, фолієвої кислоти, біотину, вітаміну К та ін. Механізм дії антивітамінів полягає в конкурентних відносинах з вітамінами під час утворення ферментів, з яких антивітамін витісняє вітамін. Утворений фермент уже не має ферментативних властивостей.

Роль печінки в обміні речовин Для вивчення функції печінки застосовують фістулу Екка-Павлова, метод ангіостомії та метод катетеризації судин печінки. Усі речовини, які всмоктуються в травному каналі, обов'язково надходять у печінку і там зазнають певних перетворень:

- відбуваються процеси перебудови й синтез амінокислот;
- знешкоджуються отруйні продукти, які утворюються внаслідок гниття білків у товстому відділі кишечника;
- нейтралізується отруйний продукт азотистого обміну – аміак перетворюється в сечовину;
- глюкоза, яка надходить у печінку, перетворюється в глікоген, відкладається про запас;
- відбувається перетворення жирних кислот, синтез жирів, фосфатидів, холестерину та його ефірів;
- окислення холестерину і утворення жирних кислот, які виділяються жовчю й беруть участь у процесах травлення;
- обмін жиророзчинних вітамінів;
- затримується вода і зберігаються запаси мінеральних речовин і вітамінів.

Обмін енергії. Методи вивчення обміну енергії. У результаті складних перетворень у процесі дисиміляції потенціальна енергія поживних речовин частково витрачається на процеси асиміляції та механічну роботу (скорочення серця, скелетних м'язів), але здебільшого перетворюється в теплову енергію. Кількість енергії, що виділяється організмом, визначають методами *прямої і непрямої калориметрії*. Пряму калориметрію здійснюють за допомогою спеціальних апаратів – калориметричних камер.

У практиці широко використовується непряма калориметрія – метод вимірювання енергії за *виділеним вуглекислим газом і спожитим киснем*. Для цього застосовують герметичні респіраційні камери, але вони за конструкцією дуже складні, тому газообмін вивчають за допомогою ***дихальних масок***. У тварин вивчають кількість видихува-

ного повітря за певний час, вміст у ньому вуглекислого газу й кисню і обчислюють дихальний коефіцієнт. ***Дихальним коефіцієнто***м називається об'ємне відношення видихнутого вуглекислого газу до спожитого кисню: під час окислення вуглеводів дихальний коефіцієнт дорівнює 1; білків – 0,8, жирів – 0,7. Щоб обчислити утворену енергію, враховують кількість спожитого кисню або видихувального вуглекислого газу, тому що споживання 1 *л* кисню або виділення 1 *л* вуглекислого газу відповідає утворенню певної кількості тепла. У результаті окислення в організмі жирів, вуглеводів і білків вивільняється різна кількість енергії. Масковий метод непрямої калориметрії дає вивчати обмін енергії в різних умовах використання тварин.

Основний продуктивний обмін та загальна енергетична потреба організму, її залежність від різних факторів. Навіть в умовах повного спокою тварини витрачають певну кількість енергії. В організмі безперервно витрачається енергія на фізіологічні процеси, які не припиняються ні на хвилину. Відбуваються процеси обміну в клітинах, працюють: серце, легені, печінка, нирки, залози внутрішньої секреції, функціонує нервова система, підтримується постійна температура тіла. Величину обміну речовин і втраченої енергії на всі ці процеси енергії характеризує *основний обмін* – кількість утворюваної в організмі енергії під час повного м'язового спокою, натщесерце й за оптимальної для кожного виду тварин температури довкілля. На основний обмін впливають вік і стать тварин, продуктивність, розміри тварин, час доби і року. Чим молодші тварини, тим вищий обмін; у самців обмін вищий, ніж у самок; у високопродуктивних корів обмін вищий, ніж у тварин середньої і низької продуктивності; у дрібних тварин обмін вищий, ніж у великих; вдень, а також навесні і влітку обмін вищий, ніж уночі, восени і узимку. У тварин основний обмін змінюється також залежно від фізіологічного стану: вагітність і лактація підвищують його.

Енергія, яка використовується в організмі тварин для утворення різних видів продукції, називається ***продуктивним обміном***. Отже, загальна енергетична потреба організму складається з енергії основного й продуктивного обміну, необхідної для продуктивності й виконання робіт.

Регуляція обміну енергії. Провідна роль в регуляції обміну енергії належить корі головного мозку. На обмін енергії впливають гіпоталамус, у якому містяться центри вегетативної нервової системи. Посилює обмін енергії симпатична нервова система. Гіпофіз, щитопо-

дібна залоза, надниркові залози – тироксин і гормон надниркових залоз – адреналін посилюють його.

Питання для самоконтролю

1. Обмін речовин і енергії, їх значення для тварин.
2. Значення білків та їх обмін.
3. Значення вуглеводів та їх обмін.
4. Склад ліпідів, їх значення.
5. Обмін жирів і ліпідів.
6. Регуляція обміну білків, вуглеводів і жирів.
7. Обмін води в організмі та його регуляція.
8. Значення мінеральних речовин.
9. Вітаміни, розчинні в жирах, та їх роль в організмі.
10. Водорозчинні вітаміни та їх роль в організмі.
11. Яку роль виконує печінка в обміні речовин?
12. Основний і продуктивний обміни. Що впливає на їхню величину?

3.6. ТЕПЛОРЕГУЛЯЦІЯ

Теплообмін і регуляція температури тіла. Здібність до терморегуляції – найважливіший гомеостатичний механізм, який багато в чому визначає межі розселення і виживання тварин даного виду в різних кліматичних умовах. Ссавці і птиця володіють здатністю регулювати температуру свого тіла, підтримуючи її на постійному рівні, а у риб, земноводних, плазунів і всіх безхребетних температура тіла визначається температурою середовища. Тварин розділяють на дві групи: ***холоднокровні***, чия температура тіла змінюється залежно від змін температури довкілля; ***теплокровні***, здатні підтримувати стабільну температуру тіла за рахунок високого рівня енергообміну і володіючи спеціальними механізмами теплопродукції і тепловіддачі. Теплокровність виробилася в процесі еволюції як адаптаційна реакція, оскільки в природі існує залежність швидкості хімічних реакцій від температури, підвищення або пониження температури тканин на 10 °С, що призводить до підвищення (або пониження) швидкості хімічних процесів у 2–3 рази. У теплокровних тварин для підвищення

ефективності хімічних реакцій організму використовується вищий, безпечніший для життя температурний діапазон.

Терморегуляція – фізіологічна функція, направлена на забезпечення оптимальної для даного виду температури тіла не дивлячись на коливання температури довкілля.

Температура тіла у ссавців і птиці залежить від регуляторних добових коливань у межах 1–2 °С. У денних тварин температурний *максимум* реєструється вдень, *мінімум* – вночі, а у нічних тварин – навпаки. Цей добовий ритм, не обумовлений зміною періодів активності і спокою, зберігається у тварини навіть у стані повного спокою. Добові коливання відповідають періодам світла і темноти.

Для ***теплопродукції*** теплокровні тварини широко використовують активність терморегуляції м'язів. ***Скоротливий термогенез*** виявляється в умовах зниженої зовнішньої температури: специфічний тонус терморегуляції м'язів розвивається і протікає на рівні окремих рухових одиниць. Рухові одиниці м'язів працюють асинхронно в режимі низькочастотного зубчастого тетануса з частотою від 4-х до 16 скорочень за 1 с, що створює видимість тонічної напруги м'язів. Тонічну напругу випробовують м'язи шиї, тулуба і згиначі кінцівок: тварина згортається в клубок, що зменшує поверхню тепловіддачі. За подальшого охолоджування для вироблення додаткової теплоти включається механізм ***"холодового тремтіння"***, розвивається залпова активність високопорогових рухових одиниць; ці скорочення зовсім неекономічні.

Разом з скороченням скелетних м'язів як джерело теплоти виступає ***бура жирова тканина*** – це особлива форма організації жирової тканини, в якій відбувається окислення жирних кислот без синтезу і розпаду АТФ, що дає можливість отримати значну кількість теплоти. Ця форма ***нескоротливого теплогенезу*** найхарактерніша для тварин, що впадають у зимову сплячку, температура тіла яких підтримується хоча і на низькому, але постійному рівні (1–2 °С) вище температури довкілля.

Тепловіддача – процес виділення теплоти з організму. Здійснюється завдяки наступним механізмам: *тепловипромінювання* – розсіювання теплоти в повітря і ***конвекція*** за рахунок нагрівання шару повітря, що оточує тіло тварини; ***теплопроведення*** – передача теплоти від тіла тварини до навколишніх предметів (стіни, підлоги); виділення теплоти з організму під час ***випаровування*** поту і слини, а також з повітрям, що видихається, сечею, калом і молоком.

Тепловіддача, як показник передачі тепла від внутрішніх частин тіла до поверхні шкіри і від шкіри в навколишнє середовище, може істотно змінюватися залежно від наявності на шкірі густини волосяного покрову, клімату і підшкірного жиру.

Швидке зниження температури тіла відбувається під час випаровування слини і поту.

У крупних копитних тварин і собак тепловіддача посилюється за рахунок *частого і поверхневого дихання (теплова задишка)*. Різниця між прискореним диханням і потовиділенням, як засобами випаровування вологи, полягає у тому, що створюється струм повітря над вологою поверхнею, але при цьому не відбувається втрати мінеральних речовин, що входять до складу потової рідини. За підвищеного потовиділення може виникнути стан дефіциту солей в організмі. Посилена вентиляція легенів при прискореному диханні може підвищити виведення CO_2 і викликати сильний алкалоз. У свою чергу, збільшення вентиляції вимагає додаткової м'язової роботи і пов'язано з додатковою теплопродукцією. У ***собаки*** в жаркий день дихання прискорене: число дихальних рухів зростає з 30–40 до 300–400 за хвилину; періоди прискорення – короткі і перемежовуються з періодами звичного дихання**.** ***Птиця***, на відміну від ссавців, не має потових залоз, і посилене випаровування вологи у них відбувається або за рахунок почастішання дихання, або з поверхні слизової оболонки дна ротової порожнини і верхньої частини глотки за допомогою швидких коливань.

Регуляція температури тіла, тобто підтримка балансу між рівнем теплопродукції і тепловіддачі, здійснюється ***рефлекторно***. Провідна роль належить *центру терморегуляції*, який є частиною системи центрів гіпоталамуса. У ньому є центри ***теплоутворення і тепловіддачі***. Центр терморегуляції збуджується ***рефлекторно*** і ***гуморальним шляхом.*** Температуру тіла регулюють ***кора великих півкуль, гіпоталамус і залози внутрішньої секреції***. Коли змінюється температура зовнішнього середовища, подразнюються холодові або теплові рецептори, імпульси від них передаються в центри терморегуляції. Наприклад, подразнення ***холодових рецепторів*** рефлекторно збуджує центр ***теплоутворення***. Внаслідок цього посилюються окислювальні процеси в організмі й збільшується утворення тепла. Одночасно зменшується віддача тепла організмом. З підвищенням температури довкілля подразнюються теплові рецептори, збуджується центр ***тепловіддачі,*** зменшується утворення тепла, включаються механізми віддачі тепла організмом.

Центри терморегуляції подразнюються й ***гуморальним шляхом*** – через кров різної температури. Залежно від її температури збуджується або центр теплоутворення, або центр тепловіддачі. Якщо температура крові, що обмиває центр теплорегуляції, знижена, то збуджується центр теплоутворення, і в діяльності організму настають зміни, які сприяють підвищенню температури. Коли температура крові підвищується, збуджується центр тепловіддачі й посилюються процеси віддачі тепла організмом. У підтриманні постійної температури тіла важлива роль належить корі великих півкуль. У регуляції температури тіла беруть участь також залози внутрішньої секреції, в основному гіпофіз, щитоподібна і надниркові залози. Гормон передньої частки ***гіпофіза – теритонін*** – стимулює утворення в ***щитоподібній залозі тироксину***, який посилює обмін речовин і, отже, теплоутворення. Гормон надниркових залоз – ***адреналін***, посилюючи окислювальні процеси в тканинах, зокрема в м'язах, збільшує теплоутворення і, звужуючи шкірні судини, підвищує температуру тіла. Регуляторні механізми можуть змінювати свою функцію під впливом умов зовнішнього середовища. Особливо це стосується молодняку тварин. На цьому ґрунтується загартування тварин. Щоб виростити здорових високопродуктивних тварин, важливо привчити їх до певних температурних умов.

Постійна температура – необхідна умова для обміну речовин і енергії. Постійність температури тіла називається ***ізотермією.*** Для підтримки цього стану необхідно, щоб утворення і втрата (віддача) теплоти були однакові. Терморегуляція у птахів і ссавців настільки ефективна, що коливання температури тіла протягом усього життя цих тварин не перевищують декількох градусів. Потрібно відзначити, що у ссавців на органи грудної і черевної порожнин, які складають 6% маси тіла, доводиться 56% всієї теплопродукції організму. Мозок як інтенсивно функціонуюча область організму виробляє 33% і разом із внутрішніми органами забезпечує дві третини всієї теплопродукції організму. Температура внутрішніх органів завжди підтримується на досить постійному рівні: органи, що виробляють більше теплоти, охолоджуються кров'ю (тобто венозна кров, що відтікає, тепліша, ніж артеріальна). Температура різних органів неоднакова, тому не можна говорити про якусь одну температуру тіла.

Сталість температури тіла тварини – це необхідна умова для обміну речовин і енергії в організмі. У той же час рівень обміну речовин і енергії визначає сталість температури тіла. Підтримання сталої температури тіла здійснюється завдяки діяльності складного

фізіологічного механізму, який регулює теплопродукцію і тепловіддачу. Теплопродукція – процес хімічний, а тепловіддача – фізичний.

Температура тіла в сільськогосподарських тварин.

У ветеринарії для практичних цілей як показник найчастіше використовують глибоку ректальну температуру, яку вимірюють у прямій кишці на відстані 6–8 см від анусу.

Ректальна температура у різних видів тварин

Вид тварини	Температура, °С
Коні	37,5–38,5
Велика рогата худоба	37,5–39,5
Буйволи	37,5–39,0
Свині	38,0 –40,0
Кури	40,5–42,0
Індики	40,0–41,5
Північні олені	37,6–38,6
Верблюди	35,0–38,6
Гуси	40,0–41,5
Вівці	38,5–40,0
Кролі	38,5–39,5
Кози	38,5–40,5
Собаки	37,5–39,0

У ссавців і птахів підтримується стала температура тіла. Для кожного виду теплокровних тварин характерна певна температура тіла.

Температура тіла залежить від віку, статі, стану організму, часу доби. У молодих тварин вища температура, ніж у старих; у самців вища, ніж у самок. Уночі температура нижча, ніж удень. Фізична робота, посилені рухи підвищують температуру тіла. Тривале голодування знижує температуру. Тварини гинуть, коли температура опускається нижче 24^0С і підвищується понад 44^0С. Серед внутрішніх органів найвищу температуру мають печінка й серце.

Механізм теплорегуляції. Хімічна і фізична теплорегуляція.

Утворення тепла в організмі супроводиться його віддаванням. Організм втрачає стільки тепла, скільки його в ньому утворюється. Тепло в тілі тварин не затримується, інакше вони загинули б протягом кількох годин. Процеси регуляції утворення й віддавання тепла організмом називається хімічною і фізичною теплорегуляцією.

Хімічна теплорегуляція. Тепло в тілі тварин утворюється в результаті окислення поживних речовин до кінцевих продуктів їх розпаду. Приблизно 2/3 тепла, що утворюється в організмі, припадає на м'язи. У них тепло утворюється навіть тоді, коли тварини перебувають у повному спокої, оскільки м'язи зберігають певний тонус. Багато тепла утворюється в печінці, травному каналі, під час приймання корму та ремигання.

Фізична теплорегуляція. Тепло виділяється з організму безперервно. Це відбувається в основному через поверхню тіла, тільки невелика частина тепла виділяється з видихуваним повітрям, калом і сечею. Будь-яке нагріте тіло втрачає тепло, якщо температура навколишнього повітря нижча за температуру тіла. Цей спосіб віддавання тепла називається ***теплопровідністю.*** Внаслідок теплопровідності тварини віддають значну частину тепла в холодну пору року. Рух повітря посилює теплопровідність. Тепло видаляється з поверхні тіла тварин у результаті ***випромінювання*** невидимого інфрачервоного проміння.

Тварини з добре розвиненими потовими залозами (коні, велика рогата худоба, вівці) віддають тепло з потом, який в основному складається з води, що характеризується ***теплоємністю***. Коли випаровується 1 *мл* води, витрачається приблизно 2,4 *кДж*, або 0,58 *ккал*. Залежно від кількості утворюваного тепла і температури довкілля виділяється різна кількість поту. У ***собак*** потові залози розвинені слабо, тепловіддача в них відбувається через випаровування слини з поверхні язика, з ротової порожнини, через дихальні шляхи.

З підвищенням зовнішньої температури не тільки знижується утворення тепла, а й збільшується його віддача: посилюється потовиділення, розширюються шкірні судини, частішає дихання. Зниження зовнішньої температури навпаки зумовлює збільшене утворення тепла й зниження або припинення потовиділення, звуження судин. Деякі тварини згортаються в клубок, щоб зменшити поверхню тіла і, отже, тепловіддачу. Волосяний покрив, пір'я, підшкірний жир є захистом від надмірної втрати тепла. Густий волосяний покрив захищає організм овець в умовах жаркого клімату від перегрівання сонячним промінням.

Вплив температури довкілля на теплорегуляцію. Роль шкіри в тепловіддачі і теплозбереженні.

Шкіра має особливе значення в терморегуляції, оскільки близько 60% загальної втрати теплоти відбувається саме через неї. За відсут-

ності волосяного покриву піт випаровується дуже швидко, що ефективно знижує температуру крові, яка відтікає від шкіри. У більшості тварин, покритих шерстю, зниження температури тіла забезпечується потовиділенням. Слід враховувати, що процеси випаровування поту, а значить і *тепловіддача* істотно *залежить* від умов довкілля, вологості, температури, швидкості повітряного потоку.

У результаті подразнення шкіри холодом рефлекторно скорочуються підшкірні м'язи, піднімається волосся на тілі. Між скуйовдженим волоссям утворюється прошарок повітря, і організм затримує тепло. При цьому одночасно стискаються протоки потових залоз і виділення поту тимчасово припиняється. На зиму тварини обростають густою шерстю, в них збільшується відкладання жиру в підшкірній клітковині. Після весняного линяння шерсть і хутро стають рідшими, що збільшує віддачу тепла з поверхні шкіри.

Особливості теплорегуляції у новонароджених. Регуляція температури в птахів.

У новонароджених тварин ще несформована система теплорегуляції, і тому температура тіла майже не регулюється. Особливо вони чутливі до перегрівання (гіпертермії) і переохолодження (гіпотермії).

Особливості теплорегуляції у птахів. У птахів немає потових залоз. Посилене випаровування вологи у них відбувається або за рахунок почастішання дихання, або з поверхні слизової оболонки дна ротової порожнини і верхньої частини глотки за допомогою швидких коливань. Підвищення температури збільшує споживання води й знижує поїдання корму. Внаслідок цього знижується маса птахів, несучість, погіршується якість яєць. У курчат раннього віку (до 20 днів) регуляція температури тіла менш досконала, ніж у дорослих курей. Вони віддають багато тепла, тому температура їхнього тіла на 0,5–1^{0}С нижча порівняно з дорослими птахами.

Птахи більш стійкі проти холоду, ніж ссавці. Захистом від холоду в птахів є пір'я.

Температура тіла в птахів протягом доби нестала. Удень, коли птах рухається, температура тіла вища, вночі нижча на 0,4–0,5 ^{0}С. Вона залежить від температури й вологості повітря. Тому треба не тільки добре годувати птахів, а й підтримувати оптимальну температуру та вологість повітря в пташниках.



Питання для самоконтролю

1. Що таке теплообмін і регуляція температури тіла?
2. Яка температура тіла в різних видів тварин?
3. Що є необхідною умовою для обміну речовин і енергії?
4. Які механізми регуляції температури тіла?
5. Вплив температури довкілля на теплорегуляцію.
6. Яка роль шкіри в тепловіддачі і теплозбереженні?
7. Який вплив нервової системи і залоз внутрішньої секреції на теплорегуляцію?
8. Які особливості теплорегуляції у новонароджених?
9. Які особливості теплорегуляції в птахів?

3.7. ФІЗІОЛОГІЯ ВИДІЛЕННЯ

Виділення – необхідна умова кінцевого обміну речовин. У процесі обміну речовин у клітинах тіла тварин відбуваються як реакції анаболізму (синтезу), так і реакції катаболізму (розщеплення), з утворенням енергії та кінцевих продуктів обміну, які є непотрібними та шкідливими і підлягають виведенню з організму. З припиненням виділення із організму кінцевих продуктів обміну речовин і це в першу чергу стосується кінцевих продуктів обміну білків, наступає їх накопичення в організмі, що призводить до смерті на 4–6 добу після припинення цієї функції. Це є обов'язковою умовою життя, інакше настає самоотруєння й тварина гине. Виведення продуктів життєдіяльності називається екскрецією. Видільними органами тварин є нирки, потові залози, легені, кишечник. Через легені виводиться з організму вуглекислий газ, вода та деякі леткі речовини (ацетон, ефір та ін.). Кишечник виділяє деякі солі в складі калу, неперетравлені і незасвоєні частки корму. Потові залози виводять воду, солі, деякі органічні речовини.

Органи виділення, їх роль у підтриманні гомеостазу. Основними органами виділення у сільськогосподарських тварин є ***нирки***, які забезпечують виділення з організму кінцевих продуктів обміну речовин (до 80% від загальної кількості), а також води, різних солей та інших речовин.

Функції нирок:

- видаляють з організму кінцеві продукти білкового обміну: аміак, сечовину, сечову кислоту та ін.;
- підтримують нормальний вміст в організмі води, мінеральних речовин, глюкози та інших речовин;
- регулюють pH крові;
- зберігають сталий осмотичний тиск;
- виводять з організму деякі речовини, які надійшли ззовні (лікарські речовини, фарби тощо).

Нирки крім своєї головної функції, що полягає у виведенні з крові кінцевих продуктів обміну речовин, насамперед, азотовмісних, а також води, різних солей і токсичних непотрібних речовин екзогенного походження беруть участь у регуляції водно-сольового обміну, підтримці сталості осмотичного тиску крові та інших рідин і кислотно-лужної рівноваги.

Визначальним механізмом підтримання концентрації водневих йонів в організмі тварин за допомогою нирок є процеси секреції йонів водню та аміаку в ниркових канальцях і реабсорбції натрію.

Функції органів сечовиділення. Головна функція нирок полягає в регуляції вмісту загальної кількості води в організмі, підтриманні сталої концентрації електролітів організму та кислотно-лужної рівноваги. Ця функція досягається фільтрацією крові та виведенням із сечею шлаків і надлишків води.

Нирки – парні органи черевної порожнини, що розміщені в поперековому відділі по обидві сторони від хребта. Нирки у сільськогосподарських тварин лежать асиметрично. Права нирка розміщена дещо спереду відносно лівої. Латеральний край нирки опуклий на медіальному краї нирки є невелика заглибина – ***ворота нирки***. Через них у нирку входять артерія і нерви, а виходять ниркова вена, лімфатичні судини і сечовід. На розрізі нирки розрізняють *кіркову* (сечоутворювальну), *пограничну* (проміжну) та *мозкову* (сечовидільну) зони, а також *ниркову порожнину* (миску), яка переходить у сечовід. Зовні нирки вкриті щільною волокнистою капсулою, яка легко знімається. У різних видів сільськогосподарських тварин мають певні особливості будови і розміщення(дод., рис. 106).

У ***великої рогатої худоби*** нирки борозенчасті, багатососочкові. Права нирка знаходиться в поперековій ділянці від 12–13 ребра до 2–3-го поперекових хребців. Ліва нирка лежить позаду правої на рівні 2–5-го поперекових хребців і підвішана на короткій брижі.

У ***коней*** нирки гладенькі, однососочкові. Права нирка серпоподібної, а ліва –бобоподібної форми. Права нирка розміщена на рівні від 14–15 ребра до 2–го поперекового хребця, а ліва від 18 грудного до 3-го поперекового хребця.

У ***свиней*** нирки гладенькі, багатососочкові, бобоподібної форми і розміщуються майже на одному рівні під 1–4-им поперековими хребцями.

У ***овець і кіз*** нирки гладенькі, багатососочкові, бобоподібної форми. Права нирка розміщена під 11–3 поперековими хребцями, а ліва – на рівні 3–6-го поперекових хребців.

У ***собак*** нирки гладенькі, однососочкові, бобоподібної форми. Обидві нирки розміщені на рівні 1–3–го поперекових хребців.

Утворення сечі, її склад та фізико-хімічні властивості.

Сеча утворюється в результаті складної роботи нирок. Її утворення відбувається в нефроні, який складається із судинного мальпігієвого клубочка, оточеного капсулою Шумлянського-Боумена. Від капсули починається система покручених канальців, вони закінчуються збиральними трубками, які утворюють вивідні протоки і впадають у ниркові миски. Кров у нирках проходить через дві капілярні сітки: капіляри мальпігієвого клубочка і капіляри стінок покручених канальців (дод., рис. 107).

Склад сечі й плазми крові

Склад	Сеча, %	Плазма крові, %	У скільки разів даної речовини більше ніж у плазмі крові
Вода	не менше 98	90–93	однаково
Білки	–	7–9	–
Глюкоза	–	0,08–0,12	–
Сечовина	0,8–3,5	0,03–0,04	70
Сечова кислота	0,05 –0,1	0,002 –0,005	25
Натрій	0,35	0,32	однаково
Калій	0,15	0,02	7
Фосфати	0,27	0,009	30
Сульфати	0,18	0,002	90

Тварини за добу виділяють різну кількість сечі: велика рогата худоба – 6–25 *л*, коні – 3–10, свині – 2–6, вівці і кози – 0,5–2, собаки – 0,04 – 2 *л* і залежить від багатьох факторів:

- об'єму спожитої води;

- складу раціону;
- температури довкілля;
- величин фізичного навантаження;
- сезону, року, часу доби.

Вживання великої кількості води і соковитих кормів супроводжується збільшенням діурезу ***(поліурія***), і навпаки обмежене споживання води і соковитих кормів призводить до зменшення діурезу (***олігурія)***. Вночі діурез менший ніж удень. Збільшення його спостерігається за окремих захворювань (цукровий діабет, нецукровий діабет та ін.), а тож під час застосування сечогінних засобів.

Фізичні властивості сечі. Колір сечі залежить від виду тварин і величини діурезу. У *коней* свіжовиділена сеча має колір від блідо- до буро-рожевого, у *жуйних* тварин – від світло-жовтого до світло-коричневого, у *свиней* вона світло-жовтого кольору, а у *собак і котів* – від світло-жовтого до жовтого кольору. Колір сечі у здорових тварин залежить від вмісту в ній солей і пігментів (урохром, уробілін та ін.). За патологічного стану сеча може набувати різних кольорових відтінків. Колір сечі може змінитися також під час застосування певних лікарських засобів.

Прозорість сечі. За винятком *однокопитних* свіжа сеча у здорових тварин прозора, чиста і не містить осаду. Помутніння сечі спостерігається за наявності в ній великої кількості солей, епітеліальних і кров'яних клітин, слизу та бактерій. У коней сеча мутновата, оскільки в ній міститься кальцій гідрокарбонат.

Консистенція сечі у здорових тварин, крім однокопитних, водяниста. У *коней* сеча слизова від домішування муцину. Під час переливання сеча однокопитних розтягується у вигляді ниток. Водяниста консистенція сечі у коней спостерігається під час поліурії.

Запах сечі в кожного виду тварин специфічний. Під час зберігання сечі за кімнатної температури запах аміаку в ній посилюється внаслідок розкладання сечовини з утворенням аміаку. За поліурії сеча майже не має запаху. Після застосування певних лікарських засобів сеча набуває специфічного запаху (валеріани, ментолу та ін.).

Густина сечі залежить від концентрації розчинених у ній органічних і неорганічних речовин та виду тварин і коливається від 1010 до 1050 кг/м^3 (велика рогата худоба – 1020–1050, коні – 1015–1045, свині – 1010–1030, вівці і кози – 1010–1040, кролі – 1010–1035, собаки – 1020 – 1050, коти – 1030–1050).

Коливання густини сечі залежить від складу раціону і кількості випитої води. За обмеженого споживання води і рідкого корму, а також великого фізичного навантаження з виділенням великої кількості поту густина сечі підвищується. Густина сечі змінюється з віком тварин і за певних захворювань (діареї, гарячці, блювоті, водянках та ін.).

Реакція сечі залежить від виду тварин і характеру корму, що споживають тварини. Сеча травоїдних тварин *слаболужна* (7,0–8,5), м'ясоїдних – *слабокисла* (5,0–6,5), а у всеїдних – *близька до нейтральної*. Під час зміни традиційного типу годівлі, характерного для тварин певного виду, реакція сечі змінюється.

Хімічний склад сечі. У сечі сільськогосподарських тварин міститься значна кількість різних органічних і неорганічних речовин. У склад сечі входить близько 96 % води і 4 % сухих речовин органічної і неорганічної природи. ***Органічні сполуки*** – *азотвмісні* продукти обміну білка (сечовина, сечова кислота, пуринові і піримідинові основи, креатинін, креатин, гіпурова кислота, індикан та ін.). Основну масу органічного залишку сечі займає *сечовина*. На *азот* цієї сполуки припадає близько 80–90 % всього азоту сечі. Із речовин органічної природи в сечі містяться також у невеликій кількості *пігменти* (урохром, уробілін, уробіліноген), *вітаміни (С, B_1 B_2, B_6, B_{12}* та ін.), гормони та продукти їх обміну (естрол, андростерон та ін.), *ліпіди* (холестерин, нейтральні жири та ін.), а також *ферменти* (протеїнази, ліпази, амілази та ін.).

Крім органічних речовин у сечі тварин містяться також ***неорганічні речовини***. Їх вміст дещо менший порівняно із органічними речовинами. Неорганічні компоненти сечі представлені хлористими, вуглекислими, фосфорнокислими солями натрію, калію, магнію, кальцію. У невеликій кількості в сечі містяться оксалати і фосфати кальцію, а також різні мікроелементи (йод, кобальт, мідь, фтор, цинк та ін.).

Серед неорганічних речовин у сечі найбільше є *хлориду натрію*. *Сірка* виділяється із сечею у вигляді сульфатів. *Аміак* міститься в сечі переважно у вигляді сульфату і хлориду амонію.

Патологічними компонентами сечі можуть бути: білок (*протеїнурія*), глюкоза (*глюкозурія*), кетонові тіла (*ацетонурія*), жовчні (*білірубінурія*) і кров'яні (*гемоглобінурія*) пігменти. У нормі вони або повністю відсутні, або містяться в незначній кількості.

У сечі можуть бути також пігменти рослинного корму і лікарські речовини та продукти їх перетворення.

Процеси фільтрації, реабсорбції, синтезу і секреції в нирках.

Сеча утворюється в нефронах нирок у результаті складних фізіологічних і біохімічних процесів. В основі утворення сечі в нефронах нирок лежить три процеси: ***фільтрація, реабсорбція, секреція.***

Фільтрація. Кров фільтрується з канальцевих капілярів під дією тиску до капсули Боумена. Цей клубочковий ультрафільтрат – ***первинна сеча.*** Він містить натрію гідрокарбонат, калій, глюкозу, амінокислоти, продукти розпаду, сечовину та сечову кислоту. Клітини крові та білки залишаються в капілярах.

У фільтрації крові беруть участь спеціалізовані клітини внутрішнього листка капсули нефрона, які разом з ендотелієм капілярів та базальною мембраною утворюють фільтраційний бар'єр. Фільтраційні щілини наявні в місцях розгалужень подоцитів (спеціалізованих клітин).

Місце фільтрації крові локалізовані нижче капсули Боумена клубочки представлені петлями капілярів. Фільтрат утворюється клубочком та поширюється системою канальців.

Реабсорбція – зворотне всмоктування в кров води і розчинених у ній речовин первинної сечі. Вода та інші субстанції реабсорбуються з ультрафільтрату, що проходить вздовж ниркових канальців, найбільшою є її швидкість у проксимальному відділі, де реабсорбуються майже всі органічні речовини первинної сечі і значна кількість натрію, хлору та мікроелементів. Вона відбувається просто дифузією або завдяки активній діяльності клітин епітелію канальців з витратами енергії та поглинанням кисню. Нирки реабсорбують або секретують різну кількість субстанцій, від чого залежать склад та кількість сечі.

Крім фільтрації і реабсорбції у нефронах нирок важливу роль в утворенні сечі відіграє ***канальцева секреція***. Вона відбувається в епітеліальних клітинах ниркових канальців. У них секретуються іони H^+, K^+ та аміак. Іони водню H^+ утворюються внаслідок дисоціації карбонатної кислоти, що синтезується в клітинах з вуглекислого газу і води за участю ферменту карбоангіндрази.

На інтенсивність секреції H^+ іонів в епітеліальних клітинах ниркових канальців впливає двоокис вуглецю (PCO_2) в середині клітини, концентрація іонів K^+, активність ферменту карбоангідразита гормонів кори надниркових залоз. Так, наприклад, якщо PCO_2 високий (респіраторний ацидоз), то більше H_2CO_3 доступно для зв'язування гідроксильних іонів і секреція H^+ посилюється, тоді як зі зниженням PCO_2, простежуються протилежні явища.

У клітинах ниркових канальців синтезуються також у невеликій кількості креатинін, гіпурова кислота, індикан (основним місцем їх утворення є печінка). Внаслідок зворотного всмоктування секреції і синтезу утворюється ***кінцева сеча***.

Регуляція функцій нирок. Накопичення і виведення сечі.

Регуляція функцій нирок здійснюється ***нервовою системою і гуморальною***. Нирки інервуються симпатичними і парасимпатичними нервами. Коли *подразнюються симпатичні нерви*, звужуються ниркові судини. Якщо звуження настало в приносних артеріолах, то припливає менше крові, тиск у клубочках *знижується і менше утворюється сечі*. Коли *звужуються виносні артеріоли*, тиск у клубочках підвищується й *утворення сечі збільшується*. Різко зменшується сечоутворення внаслідок ***больових подразнень***. Це відбувається через рефлекторне звуження кровоносних судин внаслідок збудження симпатичних нервів, а також під впливом антидіуретичного гормону гіпофіза. Подразнення, напрямлене до ниркових волокон *блукаючого нерва*, посилює виділення води й зменшує кількість азотистих продуктів.

На діяльність нирок впливає кора великих півкуль. Можна виробити умовні рефлекси на посилення або затримку сечоутворення.

Діяльність нирок змінюється під впливом гормонів. ***Антидіуретичний гормон*** (вазопресин) задньої частки ***гіпофіза*** контролює ***процес реабсорбції*** води в ниркових канальцях і збірних трубочках, сприяючи тим самим підвищення у сечі концентрації різних кінцевих продуктів обміну речовин і збільшення проникності. За нестачі антидіуретичного гормону виникає нецукровий діабет, під час якого із організму виводиться багато гіпотонічної сечі. Секреція антидіуретичного гормону регулюється осморецепторами мозку, що реагують на підвищення осмотичного тиску і об'єму циркулюючої крові. Гормон кори ***надниркових залоз*** – альдостерон – ***посилює*** зворотне всмоктування в покручених канальцях йонів натрію й води і ***зменшує*** всмоктування йонів калію. Гормон ***щитоподібної залози – тироксин – збільшує*** утворення сечі. Гормон ***надниркових – адреналін – зменшує або збільшує*** утворення сечі залежно від того, які судини він звужує – приносні чи виносні.

Накопичення сечі. Сеча у нефронах нирок сільськогосподарських тварин утворюється безперервно, проте із організму виводиться періодично. Зі збірних трубочок, які відкриваються на вершині пірамід нирок кінцева сеча надходить у ниркові миски, а звідти

завдяки перистальтичним скороченням сечоводів до ***сечового міхура***. Він у сільськогосподарських тварин є непарним еластичним порожнистим органом овальної форми, стінка якого складається з трьох оболонок: слизової, м'язової і серозної – сполучнотканинної. М'язова оболонка стінки сечового міхура товста, складається з двох повздовжніх (зовнішнього і внутрішнього) та колового шарів гладком'язових волокон. Від задньої звуженої частини сечового міхура відходить ***сечівник*** з двома сфінктерами: внутрішнім, гладком'язовим і зовнішнім, утвореним посмугованими м'язами, які не дають можливості сечі вільно витікати назовні. Сечовий міхур і його сфінктери іннервуються нервами симпатичного і парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи (дод. рис. 108, 109).

Функція сечового міхура полягає в збиранні, накопиченні і виведенні сечі з організму. В міру надходження сечі до міхура він розтягується, однак тиск у ньому і напруження його стінки змінюється мало, поки об'єм сечі в міхурі не досягне певного критичного рівня. При цьому напруження стінки і тиску у міхурі різко зростають і починається рефлекс сечовипускання, який виникає у відповідь на подразнення барорецепторів у стінці сечового міхура. Імпульси від цих рецепторів через аферентні нервові волокна тазового нерва надходять до крижових сегментів спинного мозку, де вони перемикаються на парасимпатичні нейрони. Аксони цих нейронів передають збудження до сечового міхура, і викликають скорочення м'язів стінки його і розслаблення внутрішнього і зовнішнього сфінктерів сечівника – починається акт ***сечовипускання,*** що триває до повного випорожнення сечового міхура. Тривалість випорожнення залежить від подразнення струменем сечі, що витікає з механорецепторів сечівника. Під час подразнення симпатичного нерва спостерігається розслаблення м'язів сечового міхура і замикання його сфінктерів. Центр сечовипускання знаходиться у крижовому відділі спинного ***мозку.***

Рефлекс сечовипускання у сільськогосподарських тварин контролюється вищими відділами центральної нервової системи, зокрема корою великих півкуль головного мозку. На діяльність сечового міхура сільськогосподарських тварин легко виробляються рефлекси на сечовипускання та умовно-рефлекторне гальмування їх.

Виведення сечі. Показники сечовиділення у здорових тварин залежать від виду, статі, фізіологічного стану, температури зовнішнього середовища.

Тривалість акту сечовиділення у корів – 1–2 хв. У бугаїв, коней, кнурів, баранів, козлів і кобелів він більш тривалий.

У ***баранів, бугаїв, козлів*** сеча виводиться повільним тонким струмком. У ***корів і кобил*** – сильним дугоподібним струмком. ***У жеребців*** потік сечі сильний, остання її порція виділяється поштовхоподібно внаслідок скорочення черевних м'язів. ***Кнури*** випускають сечу переривисто. Під час здійснення сечовиділення окремі види тварин приймають особливу позу, а саме ***корови*** і ***свиноматки*** вигинають спину, піднімають хвіст і розставляють задні кінцівки, ***кобили*** дещо виставляють уперед задні кінцівки і злегка згинають їх, а після закінчення сечовиділення в них спостерігається мигання соромітних губ. ***Самки собак*** присідають. ***Жеребці*** розставляють задні кінцівки і злегка присідають. У ***кнурів*** під час сечовиділення скорочуються м'язи препуція і черевної стінки. У ***бугаїв, баранів і козлів*** поза не змінюється. ***Кобелі*** під час сечовиділення зупиняються біля "сечових місць" і піднімають одну з тазових кінцівок.

У різних видів сільськогосподарських тварин є неоднакова частота акту сечовиділення: ***велика рогата худоба*** 10–12 разів; ***коні*** 5–7; ***свині*** 5–8; ***вівці, кози, собаки й коти*** 3–4 рази впродовж доби.

Питання для самоконтролю

1. Що таке виділення і чому воно є необхідною умовою обміну речовин?
2. Назвіть органи виділення, їх роль у підтриманні гомеостазу.
3. Яка функція органів сечовиділення?
4. Як відбувається процес утворення сечі?
5. Склад та фізико-хімічні властивості сечі.
6. Як регулюється утворення сечі?
7. Процес накопичення сечі.
8. Процес виведення сечі.

3.8. ФІЗІОЛОГІЯ ШКІРИ

Шкіра, її функції. Шкіра є зовнішньою оболонкою, яка вкриває все тіло тварини. Вона складається з трьох шарів: епідермісу (надшкір'я), основи шкіри (власне шкіри) та підшкірного шару.

Епідерміс – поверхневий шар шкіри, вкритий багатошаровим епітелієм. На поверхні епідермісу містяться зроговілі без'ядерні клітини, а під ними ростковий шар, клітини якого здатні розмножуватись. Клітини зовнішнього рогового шару захищають тіло від пошкоджень і постійно відокремлюються у вигляді лусочок, утворюючи лупу. Це сприяє очищенню шкіри від бруду, бактерій і паразитів.

Основа шкіри побудована з сполучної тканини. Вона складається з сосочкового та сітчастого шарів. В основі шкіри розгалужені кровоносні судини та нервові закінчення. Цей шар у шкірі найбільш розвинутий.

Підшкірний шар побудований з пухкої сполучної тканини. У ньому відкладаються запаси жиру, що захищає організм від охолодження.

У ссавців шкіра вкрита волоссям, у птиці – пір'ям, у риб та рептилій – лускою. Шкіра, знята з забитої тварини, складається з основи шкіри й епідермісу. Маса шкіри великої рогатої худоби 20–40 кг, або 6–8% загальної маси тіла, у грубововних овець (без руна) – 5–7%, у тонкорунних – 7,3 %. У новонароджених телят на шкіру припадає 11–12 % маси тіла.

На різних ділянках тіла товщина шкіри неоднакова. На шиї, спині, бокових ділянках тіла вона товща, ніж на животі, вимені та кінцівках. Товщина шкіри великої рогатої худоби досягає 4,5–6 мм, у овець – 0,7–2 мм, у свиней (без підшкірного сала) – 0,6–3 мм.

Стан шкіри залежить від умов годівлі й утримання тварин. По шкірі можна судити про здоров'я тварини.

Функції шкіри. Шкіра захищає організм від безпосередньої дії фізичних, хімічних і біологічних подразників, а також від висихання. Шкіра тварин є *фізичним бар'єром*, який не дозволяє шкідливим агентам проникати в організм. У шкірі та на її поверхні є ще й *хімічний бар'єр*. Кисла реакція поверхні шкіри (pH близько 6,0) гальмує розвиток патогенних мікробів. Через непошкоджену шкіру мікроби не проникають в організм завдяки *бактерицидній дії*.

Шкіра захищає організм від несприятливих впливів *ультрафіолетових променів*. Пігменти, які містяться в ній, затримують їх. Чутливість до проміння сонячного спектра у ***альбіносів*** вища, ніж у тварин з пігментованою шкірою. У шкірі розміщені специфічні рецептори, якими сприймаються різні подразнення. Завдяки їм тварина відчуває ***дотик, тиск, температуру, біль***. У шкірі

закінчуються нервові гілки рухових, судинно–рухових і секреторних нервів. Через рецептори шкіри можна впливати на функцію багатьох внутрішніх органів, а також підвищувати стійкість організму.

Шкіра виконує терморегулювальну функцію. У ній міститься велика кількість судин, під час переповнення яких кров'ю значно зростає *тепловіддача*. Віддача тепла відбувається за рахунок *теплопровідності та тепловипромінювання*. На випаровування 1 г поту з поверхні шкіри втрачається 2,42 кДж.

Деякою мірою шкіра бере участь у *газообміні*, хоча розміри дихальних функцій її у вищих теплокровних тварин дуже незначні. До 1 % кисню може надходити в організм через шкіру.

Шкіра є органом виділення. Через її пори і потові залози виділяється з організму вода, аміак, сечовина, молочна кислота, мінеральні солі.

У шкірі інтенсивно відбувається *обмін речовин*, синтезується глікоген, утворюється цукор, лізоцим та імунні тіла. Шкіра виконує *внутрішньосекреторну* функцію, виділяючи в кров або лімфу гормоно- та гістаміноподібні речовини. Порушення цих функцій призводить до серйозних захворювань тварин.

Шкіра – це *депо крові* (до 10 %), *води, мінеральних речовин*. Вона проникна для хімічних речовин. Ці речовини надходять у тканини тіла крізь отвори її сальних і потових залоз. Так проникає йодистий калій. Деякі електроліти важко проходять крізь шкіру, а вода майже не проникає. Речовини, які розчиняють жир і ліпоїди, проникають легше у шкіру: спирт, ефір, ацетон, хлороформ. Крізь шкіру надходять розчинені у воді гази (кисень, сірководень).

Залози шкіри, їх секторна здатність. Потові залози. Піт, його фізико-хімічні властивості.

До похідних шкіри належать шкірні залози: потові і сальні.

Потові залози прості, трубчасті. Вони складаються з секреторного відділу, розміщеного у сітчастому шарі власне шкіри, та вивідної протоки. Найчастіше вивідна протока відкривається у волосяні сумки вище від протоки сальних залоз або безпосередньо на вільній поверхні епідермісу потовими порами (на місцях, де немає волосся). Зовні потові залози оточені густою сіткою кровоносних судин і нервовими сплетеннями (симпатичної нервової системи). Кількість цих залоз на шкірі у різних видів тварин неоднакова. Більше їх є в місцях, де тонка шкіра: на вушних раковинах, медіальному боці передпліччя і гомілки, вентральних частинах грудної і черевної стінок. У кози і кроля потові

залози слаборозвинуті. У собак та кішок вони розміщені на м'якушах лап (останні дані свідчать, що потові залози у собак є на всій поверхні шкіри). Потовиділення найбільше виражено у коня та вівці. За добу у коня може виділитися понад 2 *л* поту. На кількість виділеного поту впливає температура довкілля (влітку поту виділяється більше, ніж взимку), кількість випитої води, вологості повітря, а також інтенсивності фізичної роботи. Утворення поту відбувається в клітинах секреторного епітелію потових залоз.

Склад поту у коня: питома вага поту у коня – 1,021; в'язкість – 1,2; вміст води – 94%; білків – 0,7%; альбумінів – 0,15%; глобулінів – 0,55%; загального азоту – 281 мг%; сечовини – 0,14 % і золи – 5 %.

У сухому залишку поту втричі більше неорганічних сполук, ніж органічних. Зольна частина його містить хлористий натрій (солонуватий смак поту), хлористий калій, солі кальцію, сірчанокислі й фосфорнокислі сполуки. З потом виділяються пігменти й вітаміни. До складу поту, крім білків, входять продукти їх розпаду: сечовина, сечова кислота, аміак, креатинін та ін. Значно збільшується виділення поту під час захворювання нирок. Наявність у ньому альбумінів призводить до спінювання кінського поту. Реакція кінського поту слабокисла. Запах поту специфічний у різних тварин і залежить від наявності в ньому летких жирних кислот. Потовиділення підтримує сталість осмотичного тиску крові, бо з потом виділяються продукти обміну, вода та мінеральні речовини.

Регуляція потовиділення. Потовиділення регулюється симпатичною нервовою системою. Розрізняють центральне й рефлекторне потовиділення.

Центральне – регулюється головним *центром потовиділення довгастого мозку*, який підпорядкований загальному центру обміну в проміжному мозку та передніх відділах кори півкуль головного мозку.

Рефлекторне потовиділення відбувається під час роботи, зігріванні шкіри та інших різноманітних чутливих подразненнях. Термічне подразнення шкіри впливає на нервові закінчення, які передають збудження по доцентрових нервах до клітин центра потовиділення, а звідти – до потових залоз. Парасимпатичні отрути (пілокарпін) збуджують потовиділення, а атропін припиняє секрецію. Адреналін і симпатин (норадреналін) гальмують потовиділення. Адреналін скорочує гладеньку мускулатуру стінок проток потових залоз і перешкоджає виходу поту.

Доведено, що закінчення симпатичних нервів у потових залозах є холінергічними (під час збудження в них утворюється ацетилхолін). Діяльність потових залоз залежить від температури й вологості довкілля. Надмірне вживання води підсилює потовиділення. Виділення поту відбувається безперервно.

Сальні залози, секреція та значення шкірного сала. Сальні залози розподілені по всьому тілу тварини. Вони відсутні лише у носовому дзеркальці, шкірі дійок корови, підошовних м'якушах. Вони розміщуються в основі шкіри, біля стрижнів волосся. Вивідні протоки їх відкриваються переважно у волосяні сумки. За будовою вони належать до типу розгалужених альвеолярних (міхурцевих) залоз. Це залози голокринного типу, тому що секрет у них утворюється в результаті розпаду секреторних клітин. Секрет сальних залоз – **жир** – виділяється на поверхні шкіри і змащує волосся і шкіру, захищаючи їх від руйнування. Він перешкоджає також надмірному випаровуванню води з організму.

Секрет сальних залоз сприяє росту волосся. Завдяки йому волосся стає м'яким і блискучим. Підвищення рівня обміну речовин у шкірі, збільшення кількості жиру в їжі, а також під час введення в організм чоловічих статевих гормонів посилює секрецію кожного жиру. До складу останнього входять рештки клітин залози, естери холестерину, нейтральний жир, жирні кислоти, вода, солі, клітини епідермісу. У коней і собак сальні залози розвинуті краще, ніж у великої рогатої худоби та свиней.

Діяльність сальних залоз регулюється вегетативною нервовою системою через ***симпатичні нерви***. Істотну роль у регуляції виділення шкірного сала відіграє ***гіпофіз***.

Значення жиропоту овець. Це суміш шкірного жиру і поту у овець. Він вкриває вовну і не дає воді проникати в глибину руна, а також робить волосини більш гнучкими і міцнішими, сприяє формуванню руна. Жиропіт овець становить 7–30 % маси вовни. Кількість його залежить від породи тварин, клімату, умов утримання та годівлі (особливо білкова годівля). За малої його кількості вовна стає блідою, матовою, руно легко розривається, надлишок – зменшує вихід чистої шерсті. У тонкорунних овець жиропоту більше, ніж у грубововних. До складу їх жиропоту входять жирові речовини (від 15 до 56%), холестерин, холестериди, солі калію та калієве мило. ***Неочищений жиропіт*** – це в'язка буро-жовта маса неприємного запаху. ***Ланолін*** – очищений жиропіт овечої вовни. Основною складовою його частиною є холестерин і ізохолестерин. Він має світло-жовтий колір.

Його часто використовують для виготовлення мазей. Сальні залози в овець виділяють секрет безперервно. Влітку діяльність шкірних залоз посилюється.

У ***водоплаваючої птиці*** значна частина жиру виділяється ***куприковою залозою***, що міститься над хвостовими хребцями. Добуваючи дзьобом секрет із цієї залози, вони змащують пір'я, запобігаючи цим змочуванню його водою.

У шкірі та волосяному покриві тварин є два види пігментів: ***меланін*** (чорний) і ***гемосидерин*** (червоний пігмент). ***Меланін*** у клітинах перебуває у вигляді гранул на межі між мальпігієвим шаром і дермою. У стрижнях нечорного волосся, крім чорних, містяться й червонуваті пігменти. Від наявності, розподілу та концентрації цих двох пігментів залежить забарвлення хутра (волосяного покриву) тварин. Пігменти відсутні у білих тварин – *альбіносів* (albus – білий). На пігментацію шкіри, волосся та пір'я впливають залози внутрішньої секреції (наднирникова, щитоподібна, статеві). Пігментація волосся залежить від температури довкілля. Охолодження ділянок тіла у тварин з ростучим волоссям, а у птахів з ростучим пір'ям викликає їх потемніння, а під час зігрівання – депігментацію. У дорослих тварин пігментація шкіри інтенсивніша, ніж у молодих. Під час розладу нервової системи, порушенні обміну речовин, запальних процесах шкіра темнішає.

Пігменти шкіри захищають організм від шкідливої дії короткохвильових променів.

Рецептори шкіри. Шкіра, як зовнішній покрив тіла тварини, зазнає дії різних факторів зовнішнього середовища. Для сприйняття подразнень у шкірі є рецептори ***температури, дотику, тиску, болю***, які належать до рецепторів загальної чутливості. Імпульси збудження по доцентрових нервах передаються від рецепторів шкіри у головний мозок, у результаті чого виникають певні відчуття.

Волосяний покрив у тварин. Шкіра ссавців укрита волоссям. Воно вкриває майже всю поверхню тіла, захищаючи організм від охолодження, а шкіру – від механічних пошкоджень і сонячних променів. Деяке волосся виконує функцію ***дотику.*** У волоссі овець депонуються азотні та мінеральні речовини. Волосина розвивається з епітелію епідермісу. Частина волосини, яка вільно виступає над шкірою, називається *стрижнем*, а та частина, що сидить у товщі шкіри, – *коренем волосся*. Потовщення кореня називається *волосяною цибулиною*. У середину цибулини з основи шкіри вдавлюється виріст сполучної тканини – *волосяний сосочок*. Він багатий на нерви і кровоносні судини,

що живлять волос. Корінь волосини знаходиться в *кореневій піхві*, яка складається з епітеліальних клітин. Разом вони входять до *волосяної сумки*. На межі епідермісу й основи шкіри проходять пучки гладких м'язових волокон, які прикріплюються до волосяної сумки. Вони змінюють положення волосся із косого у перпендикулярне, внаслідок чого зменшується втрата тепла. У волосяні сумки відкриваються протоки сальних залоз.

Волосина складається з *трьох шарів*: *серцевини, кірки та кутикули*. **Серцевина** збудована з кубічного епітелію. У ній містяться пігментні зерна та пухирці повітря. **Кірковий** шар утворюється веретеноподібними ороговілими клітинами. У деяких тварин пігментні зерна містяться і в кірковій речовині волосини.

Кутикула – поверхневий шар волоса. Він складається з одного ряду рогових лусочок, які черепицеподібно вкривають кіркову речовину.

Волосся поділяється на ***покривне, волосся шерсті, довге й дотикове***. У більшості тварин покривне волосся є основним волосяним покривом.

Волосся *шерсті* м'яке, без серцевини. Воно вкриває весь тулуб овець, утворюючи *руно*.

Довге волосся товсте й грубе, серцевина розвинута, утворює у коней гриву, хвіст, щітки, у козлів – бороду, у свиней – щетину.

Дотикове волосся розміщується на губах, щоках, повіках і навколо ніздрів. Волосяні сумки їх містять венозні синуси і рецепторні нервові закінчення, які сприймають дотик.

Ріст шерсті залежить від годівлі та віку тварин, сезону року, а також від діяльності нервової системи та залоз внутрішньої секреції. Для росту волосся потрібні насамперед амінокислоти цистін, метіонін. Якість шерсті знижується за нестачі міді в кормі тварин. Тварини, які живуть в районах з холодним кліматом, мають густіше і довше волосся. У молодих тварин шерсть росте інтенсивніше, ніж у старих.

Линяння та його види. Вплив різних факторів на линяння. Сезонні зміни довкілля впливають на фізіологічні процеси в шкірі. Вплив цей виявляється насамперед у ***линянні тварин***. Зміна волосся властива всім видам тварин. Досягти певної величини та зрілості, воно старіє й відмирає, живлення його припиняється і тварина линяє. Линяння пояснюється старінням волосяної цибулини. Остання поступово роговіє, відокремлюється від сосочка і волосина висувається назовні. Функціонування сосочка починається ще до випадання старої волосини. Він дає ріст новому волосові, який висувається вслід за

відмерлим. Періодична зміна шкірних покривів спостерігається у всіх наземних хребетних. Разом із шерстю змінюється й епідерміс шкіри.

Линяння буває трьох видів: вікове, або ювенальне, сезонне, або періодичне, і перманентне, або постійне. ***Вікове*** зумовлюється часом народження тварини. У телят і лошат воно закінчується до 5–7–го місяця після народження. Шерсть, яка наростає після цього линяння, має стале забарвлення. У тонкорунних ягнят вікове линяння починається зразу після народження. У шкуркових кролів буває 2–3 вікових линьки до досягнення ними статевозрілого стану.

Сезонне линяння частіше відбувається два рази протягом року (навесні й восени).

Постійне линяння залежить від стану волосяних цибулин і відбувається протягом усього року. Цей вид линяння властивий тонкорунним вівцям. У них ріст волосся триває кілька років, а тому воно випадає поступово на всьому тулубі протягом року. Так випадає довге волосся на хвості і гриві у коней та щетина у свиней.

Линяння тварин – складний біологічний процес, на який впливають зовнішні та внутрішні чинники. На линяння більше впливає світловий чинник, ніж температурний. За утримання тварин (норок) в умовах штучно створеного короткого світлового дня линяння настає влітку (замість осені). Під час видалення *щитоподібної залози* у більшості тварин линяння гальмується, а при її гіперфункції – прискорюється.

Доведено безпосередній вплив центральної нервової системи на линяння й ріст шкірних утворень у тварин.

Під час линяння тварин змінюється не тільки волосся, а й шкіра. Влітку еластинові волокна дерми потовщуються, а взимку роговий шар епідермісу збільшується, навесні та влітку – зменшується.

Питання для самоконтролю

1. Основні функції шкіри.
2. Який склад поту та його утворення?
3. Регуляція діяльності потових залоз.
4. Яке значення шкірного сала та жиропоту у овець?
5. Вплив зовнішнього середовища на організм через шкіру.
6. Рецептори шкіри.
7. Що таке линяння та його види?

3.9. ФІЗІОЛОГІЯ РОЗМНОЖЕННЯ

Статева та фізіологічна зрілість самців і самок.

Розмноженням, або відтворенням, називається біологічний процес, який забезпечує продовження виду. Вищі тварини розмножуються ***статевим способом***. При цьому об'єднуються жіноча й чоловіча статеві клітини (гамети), утворюється зигота, з якої розвивається зародок (ембріон), а потім плід.

У вищих тварин потомство народжується з недорозвиненими статевими органами. Розмноження можливе з настанням ***статевої зрілості***, коли починають функціонувати органи розмноження. У яєчниках самок періодично утворюються фолікули, дозрівають яйцеклітини, а в самців у сім'яниках формуються спермії. У статевозрілих тварин посилюється виділення статевих гормонів і з'являється особлива форма поведінки – ***статеві рефлекси***. У самок виникають ***тічка й охота***. Самець здатний запліднити самку, а самка може стати вагітною і виношувати плід. ***Статева зрілість настає*** у великої рогатої худоби у 8–12 місяців, овець і кіз – у 7–8, свиней – у 5–8, а в коней – у 18 місяців, тобто значно раніше, ніж закінчується фізіологічне дозрівання всього організму. ***Фізіологічна зрілість*** у телиць настає у віці 16 – 18 місяців, в овець – 12 –18, у свиней – 8 –12 місяців, у кобил – 3– 4 роки. Після досягнення такого віку їх можна спаровувати. У ці ж строки починають використовувати й самців–плідників. Тварини ***зберігають плодючість*** досить тривалий час: коні – 22–27, корови – 20–22, вівці–8, свині – 7 – 10 років.

Фізіологія чоловічої статевої системи. До органів розмноження самців належать сім'яники з придатками, сім'япроводи, сечостатевий канал, придаткові статеві залози і парувальний орган.

Сім'яник з придатком міститься в сім'яному мішку, температура в якому на 3–4 °С нижче від температури тіла тварини. Під час порушення терморегуляційної функції сім'яного мішка знижується плідність самця.

У ембріональний період розвитку сім'яники містяться у поперековій частині черевної порожнини плода, а після народження опускаються через пахові кільця в сім'яний мішок. Під час затримки сім'яників у черевній порожнині (крипторхізм) самці втрачають плідність або вона знижується при однобічній затримці.

Сім'яники – парні статеві залози, еліпсоподібної форми, в яких утворюються статеві клітини – спермії та гормони.

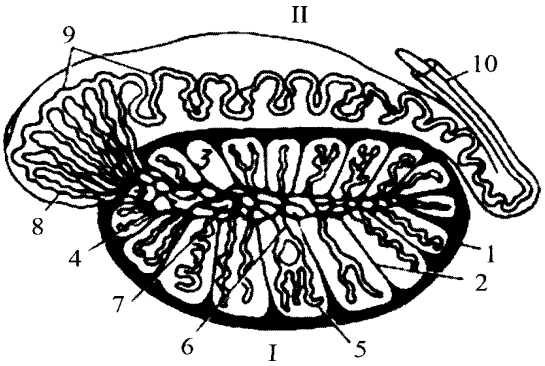


Рис. 110. Схема будови сім'яника (I) і придатка (II):
1 – білкова оболонка; 2 – перегородки, 3 – часточка сім'яника; 4 – середостіння сім'яника; 5 – звивисті сім'яні канальці; 6 – прямий каналець; 7 – сітка прямих канальців; 8 – сім'явиносні канальці; 9 – протока придатка сім'яника; 10 – сім'япровід

Сім'яник вкритий білковою оболонкою, яка утворює вирости – трабекули. Вони ділять сім'яник на часточки. У часточках містяться звивисті сім'яні канальці довжиною 70–80 см, стінка яких побудована з опорних, живлячих і статевих клітин, або спермогоній. Із спермогоній у процесі сперміогенезу утворюються чоловічі статеві клітини спермії.

Сперміогенез відбувається в чотири стадії: розмноження, росту, дозрівання та формування сперміїв. У стадії ***розмноження*** клітини зовнішнього шару, стінки звивистого сім'яного канатика безперервно діляться (шляхом мітозу і амітозу).

Стадія росту. Після припинення поділу клітини ростуть, збільшуються в розмірі і перетворюються в сперміоцити першого порядку, в ядрах яких появляються хромосоми.

У стадії ***дозрівання*** сперміоцити першого порядку діляться два рази. Під час ***першого поділу*** з кожного сперміоциту першого порядку утворюється два сперміоцита другого порядку, а з них по дві сперматиди. З кожного сперміоцита першого порядку утворюється чотири сперміди. Під час першого поділу (редукційному) кількість хромосом у ядрі сперматиди зменшується вдвічі. ***Другий поділ*** відбувається шляхом мітозу. У стадії ***формування*** сперматиди перетворюються у спермії. У міру їх формування спочатку в просвіт звивистого канальця виходить хвостик, а потім звільняється й головка спермія.

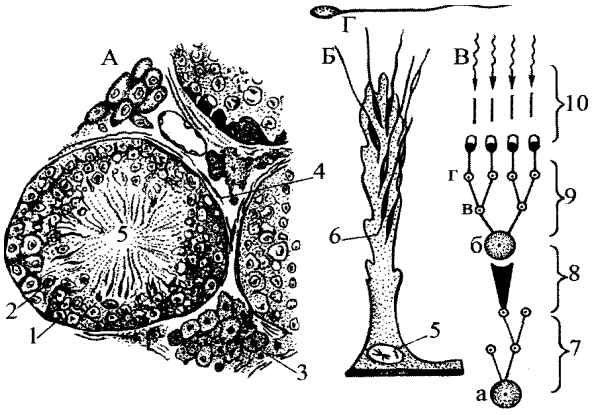


Рис.111. Гістологічний розріз звивистих канальців сім'яника (А); живильна клітина (Б); схема сперміогенезу (В); сперматозоїд (Г):
1 – сперматозоїди; 2 – сперміогенез; 3 – інтерстиціальні клітини; 4 – основна перетинка; 5 – просвіт звивистого канальця; 6 – відросток клітини із сперматозоїдами; 7 – стадія поділу сперматогонії (а); 8 – стадія росту клітин; 9 – стадії дозрівання (б – сперміоцити; в – преспермі́ди; г – спермі́ди); 10 – стадія перетворення у сперматозоїди

Звивисті сім'яні канальці утворюють сітку прямих канальців. З сітки прямих канальців виходять 7–20 сім'явиносних канальців, які становлять ***головку придатка***. З'єднуючись один з одним, сім'явиносні канальці утворюють дуже звивисту загальну протоку (канал) придатка. Довжина протоки у коня досягає 85 м, у бика і барана – близько 90, у кнура – понад 60 м. У початковій частині просвіт каналу досягає 0,1–0,2 мм, а у хвості придатка розширюється в діаметрі до 1–2 мм. ***Канал придатка*** утворює *тіло та хвіст*, або кінцеву частину придатка, що перетворюється у сім'япровід. Останній відкривається в сечовипускний канал. На відрізку, що прилягає до сечостатевого каналу, сім'япровід формує ампулоподібне розширення. У товщі його стінки розміщені залози (крім кнура), секрет яких виділяється і змішується з сперміями під час парування. В ампулах бугая і барана під час статевого збудження перед спаровуванням нагромаджуються сперматозоїди.

Утворення спермі́їв у статевозрілих тварин проходить постійно, а виведення їх назовні відбувається тільки під час статевого акту.

Сперміогенез і проходження сперматозоїдів через канал придатка сім'яника у барана триває в середньому 53 дні. Через

придаток сперматозоїди проходять за 5–6 днів за посиленого використання та за 11 днів за статевого спокою. Рух сперматозоїдів по придатках здійснюється завдяки скороченню його гладкої мускулатури. У придатках сім'яників сперматозоїди можуть знаходитися до двох місяців і більше. Тут вони "дозрівають", дістають негативний електричний заряд і набувають стійкості проти несприятливих впливів довкілля. У придатку сім'яника, особливо у хвостовій його частині, сперматозоїди нагромаджуються у великій кількості. За відсутності довгий час статевого акту сперматозоїди, які містяться в придатку сім'яника, старіють і розчиняються.

Крім сім'япроводів, у тазову частину сечостатевого каналу відкриваються і протоки придаткових статевих залоз: *бульбашкоподібні, передміхурова, цибулинні* і численні *уретральні залози*, розміщені в стінках сечостатевого каналу. *Секрети придаткових* статевих залоз розбавляють сперму, промивають сечостатевий канал, а також мають глибокий біологічний вплив на сперматозоїди. До складу секретів входять фруктоза, фосфати, ферменти, лимонна кислота, холін, солі, редукуючі речовини, що потрібні для живлення та дихання сперматозоїдів.

Сперма та її склад. Виділення сперми зі статевих органів самця називається ***еякуляцією***, а кількість сперми, що виділяє самець за одне парування, – ***еякулятом***. Об'єм еякуляту та хімічний склад його у різних видів тварин неоднакові.

Сперма складається з чоловічих статевих клітин – ***сперматозоїдів***, секрету придаткових статевих залоз і рідини, яка виробляється придатками сім'яників.

У спермі міститься близько 10% сухих речовин (білки, ліпіди, ферменти, фруктоза, калій, натрій, хлор, фосфор та мікроелементи). Сперма бугая і барана має нейтральну (pH 7,0) або слабокислу реакцію (pH 6,7 – 6,9), кнура і жеребця – лужну (pH 7,2 – 7,6).

Об'єм еякуляту і концентрація в ньому сперматозоїдів

Тварина	Об'єм еякуляту, мл	Концентрація сперматозоїдів у 1 мл	Розбавлення сперматозоїдів секретами придаткових статевих залоз, разів
Жеребець	40–200	100–150 млн	30–50
Кнур	200–500	100–200 млн	90–100
Бугай	1–6	1–2 млрд	6
Баран	1–6	2–5 млрд	3

Сперматозоїд – чоловіча статева клітина, що здатна переміщуватися самостійно. Він складається з *головки, шийки, тіла і хвоста*. Розміри й будова сперматозоїдів у різних тварин неоднакові. Сперматозоїди містять у середньому 25 % сухої речовини і 75 % води, 85 % сухої речовини становлять білки, 13,2 % – ліпіди і 1,8 % – мінеральні речовини.

Характерною особливістю сперматозоїдів є їх рухливість. У канальцях і придатках сім'яників вони нерухомі. Під час змішування з секретом придаткових статевих залоз сперматозоїди набувають властивість рухатись. У ссавців і птиці сперматозоїди рухаються прямолінійно поступально, головкою вперед. Сперматозоїди рухаються не тільки за допомогою коливань хвоста а й обертання навколо своєї поздовжньої осі.

Рух сперматозоїдів здійснюється за рахунок енергії, яка утворюється за рахунок двох основних процесів метаболізму (обміну): гліколізу (розщеплення глюкози або фруктози) і дихання з використанням кисню довкілля.



Рис. 112. Схема будови сперматозоїда (А):
1 – голівка; 2 – шийка; 3 – тіло; 4 – хвіст; 5 – кінцева частина хвоста;
сперматозоїди тварин різних видів (Б): *а – жеребець; б – осел; в – бугай; г – баран; д – козел; е – кнур; є – собака; ж – кіт*

Температура і склад рідини, в якій знаходяться сперматозоїди впливає на їх життєздатність. Найбільш рухливими вони бувають за температури 37–39°С. Висока температура згубно діє на сперматозоїди, а низька (близько 0°С) викликає стан анабіозу. У гіпотонічних і гіпертонічних розчинах сперматозоїди гинуть. Якість чоловічих

статевих клітин (живучість, рухливість, стійкість) залежать від годівлі та умов утримання і загального стану плідника. За одноманітної або недостатньої годівлі тварин якість сперматозоїдів знижується, що призводить до яловості самок.

Поза організмом сперматозоїди швидко гинуть. У піхві корів найменш сприятливі умови для них, а кращі у шийці, порожнині матки та яйцепроводах, де вони зберігаються значно довше.

Фізіологія жіночої статевої системи. До органів розмноження самок належать:

- яєчники, де утворюються яйцеві клітини і статеві гормони;
- яйцепроводи (маткові труби), де відбувається запліднення;
- матка, де розвивається ембріон і плід;
- піхва і переддвер'я піхви або сечостатевий синус;
- зовнішні статеві органи (статева щілина зі статевими губами і клітором).



Рис. 113. Схема розрізу яєчника:
1 – зачатковий епітелій; 2 – фолікулярна зона; 3 – граафів пухирець; 4 – судинна зона; 5 – ворота яєчника; 6 — судини; 7 – край переходу зачаткового епітелію у перитонеальний

Яєчники – парні статеві залози, які підвішені на брижі в черевній порожнині позаду нирок. У них розвиваються жіночі статеві клітини, а також виробляються статеві гормони. Поверхня яєчників вкрита одношаровим кубічним або зачатковим епітелієм, з клітин якого утворюються фолікули та яйцеклітини. На розрізі яєчника помітно

два шари – мозковий (судинний) і кірковий (фолікулярний). ***Мозковий шар*** складається зі сполучнотканинної основи, тяжів епітеліальних клітин, кровоносних лімфатичних судин і нервів. ***Кірковий шар*** включає сполучнотканинну основу, а також фолікули різних стадій розвитку. Утворення яйцеклітин здійснюється у фолікулах яєчників з клітин зачаткового епітелію протягом статевого життя тварин.

Овогенез – процес утворення і дозрівання жіночих статевих клітин. Він відбувається у три стадії розмноження, росту і дозрівання. ***Розмноження*** яйцевих клітин починається у ссавців ще в ембріональний період розвитку. У стадії розмноження відбувається багаторазовий поділ клітин, кількість яких збільшується і називаються вони ***оогоніями. Стадія росту***: яйцеклітина оточується шаром фолікулярного епітелію, утворюючи ***первинний фолікул***. Молоді фолікули складаються з однієї яйцевої клітини та епітеліальної оболонки, що її оточує. Поступово стінка фолікула стає багатошаровою, розмір її збільшується і в неї відкладається поживний матеріал – жовток. Утворюється велика яйцева клітина – *овоцит першого порядку*.

Дозрілі фолікули називаються *граафовими пухирцями*. У них розрізняють:

- зовнішню оболонку з кровоносними та лімфатичними судинами;
- багатошаровий фолікулярний епітелій, що прилягає до неї з середини;
- скупчення клітин фолікулярного епітелію з яйцевою клітиною;
- фолікулярну порожнину з рідиною.

Ці фолікули займають значну частину яєчника. У ***свині*** в період охоти вони нагадують невелике гроно винограду. Одночасно утворюється і розривається багато фолікулів. Цілковитої зрілості досягає невелика їх кількість. Більшість їх на різних стадіях розвитку розсмоктується. У ***кобили, корови*** та інших тварин, у вищих приматів дозріває один фолікул, рідко – два, у ***свиней*** у кожному яєчнику – 8–10 і навіть більше. Дозрівають вони по черзі, то в правому, то в лівому яєчнику. На їх дозрівання впливає рівень годівлі тварин. При збалансованій годівлі фолікули дозрівають інтенсивніше, ніж при не збалансованій.

Дозрівання яйцеклітини (овоцита першого порядку) настає після виходу її з яєчника. Цей період виявляється двома поділами овоцита першого порядку, що швидко йдуть один за одним. Як при

першому, так і при другому поділі з'являються дві неоднакові клітини. Одна з них має розміри, близькі до материнської клітини, і називається ***овоцитом другого порядку***. Інша – маленька – ***полярне тільце***. Внаслідок двох поділів з овоцита першого порядку виходить одна дозріла яйцеклітина і три полярних тільця, які згодом гинуть.

Яйцеклітина в тисячу разів більша за сперматозоїд. У ній містяться поживні речовини, необхідні для живлення зародка у першій стадії розвитку. Вона має три оболонки: ***зовнішню***, яка називається *променистим вінцем*, ***прозору і жовткову***.

Прозора оболонка захищає яйцеклітину від механічних пошкоджень, а також відіграє важливу роль в обміні речовин між зиготою і маточним середовищем. У сільськогосподарських тварин яйцеклітини різного розміру.

Яйцепроводи мають вигляд тонких звивистих трубочок, по яких яйцеклітина з яєчника переміщується у ріг матки. У корови і свині довжина їх досягає 30 см, у овець і кіз – 15 см. Починається яйцепровід ***широкою лійкою***, на дні якої знаходиться черевний отвір. Другий кінець матковим отвором відкривається у відповідний ріг матки. Його стінка складається із серозної, м'язової і слизової оболонок. Остання вкрита миготливим епітелієм, який сприяє переміщенню яйцеклітини від лійки яйцепроводу в матку. М'язова оболонка складається з гладеньких волокон, які йдуть у поздовжньому та круговому напрямках. До складу ***матки*** сільськогосподарських тварин входять два *роги*, *тіло й шийка*. Довжина рогів матки у кобил становить близько 20–25 см, у свиней – 150–200 см.

Стінка матки складається з *трьох оболонок*: слизової, м'язової і серозної. *Слизова* оболонка матки вкрита миготливим епітелієм. У ній багато маткових трубчастих залоз, секрет яких використовується зародком на перших етапах розвитку. У *корови* слизова оболонка утворює *вирости-карункули*, до яких приєднується плідна частина плаценти – *котиледони хоріона*. *М'язова* оболонка складається з двох шарів гладеньких м'язів, між якими міститься шар судин і нервів, по яких поживні речовини надходять до зародка.

Статевий цикл. Розрив зрілого фолікула і вихід з нього яйцеклітини називається ***овуляцією***. Цей процес повторюється через певний проміжок часу протягом року у самок, якщо вони не запліднені.

Морфофункціональні зміни, які відбуваються в статевому апараті і в усьому організмі самки від однієї тічки та охоти до другої,

називають ***статевим циклом***. Він складається з взаємозв'язаних процесів, як тічка, статеві збудження, охота і овуляція. Всі ці реакції у тварин відбуваються у певній послідовності і мають видові та індивідуальні особливості.

Тічка – це комплекс морфологічних і функціональних змін у статевих органах самки і в організмі в цілому. Ці зміни сприяють кращому переміщенню сперматозоїдів у статевих шляхах самки, запліднення яйцеклітини та закріпленню зародка в розі матки.

Під впливом статевих гормонів розширюються кровоносні судини статевих органів самки (настає їх гіперемія), розкривається шийка матки, посилюються секреція залоз статевих шляхів і перистальтика рогів матки. З появою тічки спостерігається виділення слизу з вагіни у більшості тварин. У цей період дозрівають фолікули в яєчнику, які можна прощупати пальцем у корови і кобили через стінку прямої кишки. Яєчники стають чутливими до гонадотрофних гормонів.

Естрогени змінюють функціональний стан статевого центру і центральної нервової системи, у самки настає *збудження та охота*. Під час ***статевого збудження*** у самки знижується апетит, удій, молоко стає солонуватим, а при кип'ятінні звурджується. За вільного утримання тварини стрибають на інших тварин і не допускають стрибати на себе. У самок виявлений обнімальний рефлекс.

Під час ***статевої охоти*** самки наближаються до самця, приймають позу для статевого акту, допускають садку самця.

Під час тічки й охоти настає ***овуляція*** – розрив зрілого фолікула та вихід з нього яйцеклітини. Дозрівання фолікулів і овуляція відбуваються на всій поверхні яєчника, а у *кобили й ослиці* у певному його місці – в *овуляційній ямці*. В одноплідних тварин виділяється у період тічки одна яйцева клітина, а в багатоплідних – овулює кілька фолікулів через певні проміжки часу (у свині : 25 фолікулів). Овуляція у свині триває від 20 до 40 год після початку охоти. Розриву фолікула сприяють протеолітичні ферменти – гіалуронідаза і простагландини, зміна внутрішньочеревного і внутрішньоматкового тиску, а також тиску в фолікулі. Зниження внутрішньочеревного тиску перед овуляцією до 250 мм водного стовпчика сприяє розриву фолікула.

У ***корів, свиней, кобил, овець*** овуляція настає незалежно від парування тварин. *Провокована (рефлекторна) овуляція* встановлена у кролиці, кішки, верблюдиці, самки оленя, у родині куницевих. На дозрівання фолікула й овуляцію впливає нервова система. Речовини

(*атропін*), які гальмують парасимпатичну нервову систему, затримують овуляцію. У механізмі овуляції певну роль відіграють *гормони*. Фолікулостимулюючий гормон передньої долі гіпофіза стимулює розвиток фолікулів у яєчнику, а лютеїнізуючий гормон викликає овуляцію та утворення жовтого тіла.

Овуляція – це вихід яйцеклітини з фолікула і потрапляє в яйцепровід, яка забезпечується комплексом механічних і ферментативних дій, що регулюються нейрогуморальними механізмами. За допомогою миготливого епітелію і скорочення мускулатури стінки яйцепроводу яйцеклітина рухається зі швидкістю близько 1,4 см/год в напрямку до рогу матки. Яйцеклітина у верхній третині яйцепроводу зустрічається зі сперматозоїдом і запліднюється. Здатність яйцеклітини до запліднення зберігається недовго: у кобили – до 10 год, корови – до 20, вівці – до 5 год.

Жовте тіло. Після овуляції в яєчнику утворюється порожнина, яка заповнюється згустком крові, що витікає з судин внутрішнього шару сполучнотканинної оболонки. Фолікулярний епітелій і сполучна тканина проростають у згусток крові, утворюючи сітку, де відкладається жовтий пігмент – ***лютеїн.*** Це і буде жовте тіло яєчника, яке функціонує як ***залоза внутрішньої секреції***. Вона затримує розвиток нових фолікулів у яєчниках, припиняє охоту і тічку, регулює хід вагітності. Прогестерон, що утворюється у жовтому тілі, викликає гіпертрофію та гіперплазію матки під час вагітності. Найбільшого розвитку воно досягає у корів на 10–11 день, у кобил – на 8-ий, у свиней – на 7-ий день після початку тічки. У жуйних, свині, собаки жовте тіло зберігається протягом усього періоду вагітності, а у кобили – на 5–6–му місяці починає поступово розсмоктуватися і наприкінці вагітності стає зовсім малим *(жовте тіло вагітності).* У другій половині вагітності функція жовтого тіла знижується. Якщо видалити його у цей період, то аборту не буде, вагітність триватиме. Якщо запліднення не відбулося – жовте тіло (*циклічне жовте тіло*) розсмоктується протягом одного статевого циклу.

У деяких випадках (порушення годівлі, умов утримання) жовте тіло не розсмоктується (*персистентне жовте тіло*). Воно гальмує статевий цикл і призводить до яловості.

Стадії статевого циклу пов'язані не тільки зі змінами в яєчниках, а й з процесами, що відбуваються у центральній нервовій системі. Тому кожний період статевої активності тварини має свої особливості. Тривалість статевого циклу у різних видів тварин різна.

Тривалість статевого циклу, тічки та охоти

Тварина	Тривалість			Час овуляції від початку охоти, год
	статевого циклу, днів	тічки, год	охоти, год	
Кобила	20–22	96–168	96–168	72–110
Корова	19–21	24–36	10–20	22–36
Вівця	16–17	30–10	24–40	20–40
Свиня	20–21	72–96	48–72	20–40

На тривалість окремих фаз статевого циклу впливає вік тварини (у старих тварин охота виявляється слабше, ніж у молодих), пора року (взимку охота коротша, ніж улітку), годівля й утримання тварин (за неповноцінної годівлі у кобили охота затягується до 15–20 днів).

У однокопитних, великої рогатої худоби, свиней статеві цикли за відсутності вагітності повторюються протягом року часто – ***поліциклічні***. У ***моноциклічних*** (собака та дикі тварини) статевий цикл за рік буває 1–2 рази. Більшість тварин розмножуються один раз на рік, мають один період статевої активності, під час якого вони спаровуються. Деякі тварини спаровуються у певний сезон. Сезонність спаровування у тварин і птахів пов'язана з необхідністю народження плода в певний, найсприятливіший для його вирощування період. Фактори довкілля (інтенсивність сонячного світла, температура, вологість повітря тощо) стають сигналами початку статевого сезону. У виявленні статевих функцій значну роль відіграє світло (особливо у диких тварин і птахів). Серед свійських тварин трапляється сезонність розмноження. У верблюдів зберігся сезонний характер спаровування (січень–березень). У коней і свиней статева активність посилюється навесні. У корів не відмічається сезонності у розмноженні. Статевий сезон у овець виражений і залежить від породи, умов годівлі та утримання. У вовнових і м'ясо-вовнових тонкорунних овець спаровування відбувається в осінньо-зимові місяці. Каракульські вівці влітку не розмножуються. Деякі породи овець спаровуються протягом усього року.

Статевий цикл тварин регулюється *центральною нервовою системою та залозами внутрішньої секреції* (гіпофіз і статеві залози). Регуляція статевого циклу здійснюється завдяки функціонуванню складного центра, що включає кору великих півкуль головного мозку, підгорбкову ділянку, довгастий і спинний мозок.

У корі великих півкуль головного мозку під впливом зовнішніх і внутрішніх подразників утворюється статева домінанта, яка мобілізує

більшість функцій організму на здійснення відтворення. Центри спинного мозку забезпечують рухові реакції, які пов'язані з підготовкою тварини до осіменіння. У підгорбковій ділянці розміщені вищі центри регуляції вегетативних функцій. *Гіпофіз* зв'язаний з підгорбковою частиною. Своїми гормонами він впливає на інші залози внутрішньої секреції, а також на центри підгорбкової ділянки. Нейрони *гіпоталамуса* синтезують нейросекрети, які беруть участь в обміні речовин і можуть змінювати його залежно від потреб організму, а також регулюють гонадотропну функцію аденогіпофіза. Цим саме вони й беруть участь у регуляції процесів, які відбуваються в яєчниках та інших органах розмноження. *Яєчники* виробляють *естрогени*, які викликають тічку і статеву охоту у тварин. Жовте тіло яєчника виділяє прогестерон і релаксин. *Прогестерон* підготовляє матку до закріплення запліднені яйцеклітини, викликає утворення материнської домінанти, а *релаксин* розслабляє зв'язки таза перед родами.

Статеві рефлекси самця і самки. Коли тварина досягає статевої зрілості у неї з'являються характерні рефлекторні реакції, змінюються відносини між самцем і самкою. ***Статеві рефлекси*** – це ланцюгова безумовно-рефлекторна реакція, яка забезпечується комплексом нейрогуморальних рефлекторних механізмів, пов'язаних з діяльністю статевих гормонів, що викликають статеву домінанту у тварин. Статеві рефлекси необхідні для здійснення спаровування. У нестатевозрілих тварин і кастрованих у ранньому віці ці рефлекси не виявляються. У самця і самки є такі *безумовні статеві рефлекси*: наближення загального статевого потягу; обнімальний; ерекція; парувальний; виділення гамет (сім'явикидання у самців та овуляція у самок). ***Рефлекси наближення та обнімальний*** у деяких тварин здійснюються не тільки на самку, а й на опудало. Це дозволяє одержувати сперму від плідника для штучного запліднення. У деяких плідників рефлекси наближення та обнімальний здійснюються тільки на певну самку або самку в охоті. Така поведінка самця пояснюється утворенням умовних рефлексів. На опудало йдуть майже всі кнури, частина бугаїв і жеребців. Свиноматки під час садки стоять нерухомо, а у овець цей рефлекс відсутній. Тому барани не покривають опудало. Рефлекси нюхові і наближення у самця можна загальмувати. Якщо барану багато разів показувати вівцю, а покривати не давати, то він перестане реагувати на появу вівці.

Рефлекс наближення виявляється у статевозрілих тварин. Особливої форми він набуває у період охоти.

Перед спаровуванням у самця настає *рефлекс ерекції*. Внаслідок рефлекторного розширення кровоносних судин статевого члена печеристі тіла його заповнюються артеріальною кров'ю. Парувальний орган збільшується за розміром (у 4–5 разів), стає напруженим і твердим. Тимчасово відтікання крові від статевого члена припиняється за рахунок скорочення цибулинно-печеристих і сіднично-печеристих м'язів. Одночасно розкривається сечостатевий канал і залишки сечі в ньому змиваються секретом дрібних уретральних залоз. ***Ерекція*** – рефлекторний акт. Центр ерекції знаходиться у поперековій частині спинного мозку.

У ***самки*** рефлекс *ерекції* виявляється в набряканні печеристих тіл клітора, переддвер'я піхви і тіла матки.

Під час спаровування самець вводить парувальний орган у статеві шляхи самки. Внаслідок тертя об стінки піхви подразнюються закінчення чутливого нерва парувального органа і збудження передається у центр виділення сперми, яка викидається у статевий апарат самки. Цей процес називається *еякуляцією*.

Під час спаровування у самки виділяється слиз з шийки матки, посилюються перистальтичні скорочення мускулатури матки і яйцепроводів. У лактуючих тварин підвищується тиск у молочній залозі, що пов'язане з виділенням окситоцину з нейрогіпофіза.

Процес спаровування у жуйних триває кілька секунд, у коня – 1,5–2 хв, кнура – 5–8, у собаки – до 45 хв.

Спаровування – складнорефлекторний акт, в якому беруть участь як безумовні, так і умовні рефлекси. За неправильного проведення парування можлива затримка виявів рефлексів у плідників. Крім позитивних рефлексів, можуть вироблятися й негативні умовні, які гальмують появу статевої активності. Негативні умовні рефлекси утворюються під час сильних звукових, больових та інших подразнень, а також при одноманітних умовах оточення протягом тривалого часу. Стан центральної нервової системи плідника в момент садки дуже впливає на якість сперми. Сперма, одержана від плідника за енергійної садки, містить живучіші сперматозоїди, ніж за млявої, загальмованої садки.

Осіменіння. В.К. Мілованов (1940) установив два типи природного осіменіння: ***піхвове та маткове***. При ***піхвовому осіменінні*** тварин сперма вводиться у вагіну, а звідти сперматозоїди

переміщуються у шийку матки. Цей тип властивий жуйним і кролям. При ***матковому осіменінні*** сперма потрапляє безпосередньо в шийку матки (кобила, свиня, собака та деякі інші тварини).

Тип осіменіння тварин залежить від будови матки, а також ступеня розвитку придаткових статевих залоз самця. У тварин при ***піхвовому*** осіменінні канал шийки матки вузький з поперечними складками слизової оболонки. У момент покриття самки канал шийки матки непроникний для статевого органа самця. Об'єм сперми у самців з цим типом осіменіння невеликий.

У тварин ***маткового*** типу осіменіння дуже довга матка, а шийка її має поздовжні складки. Під впливом збудження шийка матки розкривається і стає проникною для парувального органа самця. Придаткові статеві залози у самців з матковим типом осіменіння добре розвинені, об'єм сперми значний.

Введення сім'я в статеві шляхи самки спеціальними приладами (без парування з самцем) називається ***штучним осіменінням***. Воно має важливе народногосподарське значення, тому що спермою одного плідника можна осіменити значну кількість самок, сперму можна перевозити на далекі відстані, поліпшуючи породні якості тварин. Штучне осіменіння запобігає поширенню хвороб статевих органів у тварин. Вітчизняні вчені розробили і впровадили ефективні методи розбавлення та зберігання сперми протягом тривалого часу для штучного осіменіння тварин.

Оптимальні строки парування або осіменіння тварин. Правильний вибір оптимального часу штучного осіменіння самок сільськогосподарських тварин є запорукою успішного їх осіменіння. При цьому треба враховувати видові особливості перебігу статевого циклу та час овуляції. Заплідненість тварин найвища тоді, коли ближче буде одне до одного в часі овуляція і осіменіння. А тому під час осіменіння тварин слід враховувати тривалість життя сперматозоїдів і яйцеклітин у статевих шляхах самки, а також час овуляції. Точний час овуляції можна встановити у кобили, корови, верблюдиці, ослиці за допомогою ректального дослідження яєчників. Виявити охоту у тварин можна за допомогою пробника. Крім того він може служити біолопічним стимулятором статевої функції самок.

Для встановлення наявності тічки обстежується стан слизової оболонки вагіни, а за можливості і ступінь розкриття шийки матки.

Тривалість життя сперматозоїдів у статевому тракті корови в охоті – 24 год, вівці – 36, кобили – 24–48, свині – не більше 30 год від моменту садки. У матці кролиці спермії можуть жити 16 год і більше.

Яйцеклітини корови зберігають здатність до запліднення до 20 год, кобили – до 10 і у вівці – до 5 год.

Овуляція ***у корів*** відбувається здебільшого через кілька годин після припинення охоти. Осіменяють корів через 10 год після початку охоти, повторно – через 10–12 год після першого.

Овуляція ***у свині*** відбувається в кінці охоти. Свиноматок покривають через 15–20 год після початку охоти. Друге осіменіння рекомендують проводити через 12–18 год після першого.

У ***овець*** овуляція настає частіше в кінці охоти або через 1–6 год після закінчення охоти. Покривають овець у перший день охоти, а потім повторюють осіменіння через 24 години.

Овуляція у ***кобил*** частіше відбувається на 3–7 добу від початку тічки, а у деяких кобил – на 12–15–ту. За неповноцінної годівлі кобил овуляція трохи затримується. Осіменяють їх за наявності цілком зрілого фолікула (досліджують ректально) на другий день після початку охоти, а потім повторюють кожні 48 год, тобто на 4-, 6-, 8-й день охоти.

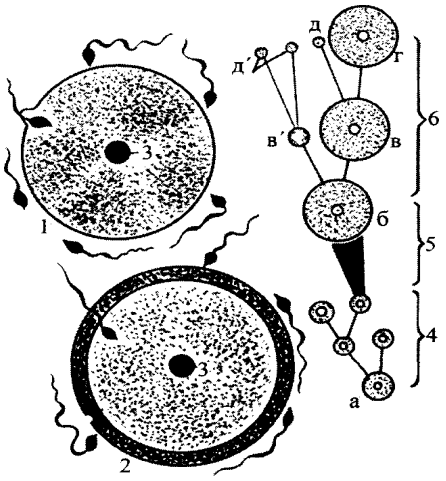


Рис. 114. Схема запліднення та розвитку яйцевих клітин:

1 – дозріла яйцева клітина у початковій стадії запліднення; 2 – яйцева клітина після проникнення в неї спермія; 3 – ядро яйцевої клітини; 4 – стадія розмноження яйцевих клітин (а – овогонія); 5 – стадія росту яйцевої клітини (б – овоцит 1 порядку); 6 – стадія дозрівання (в – овоцит II порядку; г – дозріла яйцева клітина, в¹, д, д¹ – полярні тільця)

Запліднення – складний біологічний процес, який полягає у злитті статевих клітин – сперміїв та яйцеклітин. Внаслідок злиття батьківської і материнської статевих клітин утворюється ***зигота,*** яка переходить у ріг матки, перетворюючись у ***зародок (ембріон)***, а потім у ***плід***. Перетворення сперматозоїда або яйцеклітини в новий організм відбувається, як правило, під час запліднення. У вищих ссавців встановлено *чотири стадії* в заплідненні:

- підготовка яйця до заглиблення сперматозоїдів;
- входження сперматозоїдів у яйцеклітину;
- взаємна асиміляція сперматозоїда та яйцеклітини;
- злиття ядер сперматозоїда та яйцеклітини.

У ***першій стадії*** створюються умови для злиття материнської і батьківської статевих клітин. У здійсненні цієї стадії беруть участь декілька десятків сперматозоїдів. Сама підготовка здійснюється за допомогою ряду ферментів, які виділяють сперматозоїди (цитохроми, каталаза, гіалуронідаза, кисла фосфатаза, карбоксилаза та ін.). Внаслідок дії їх відбувається звільнення яйцеклітини від променистого вінця.

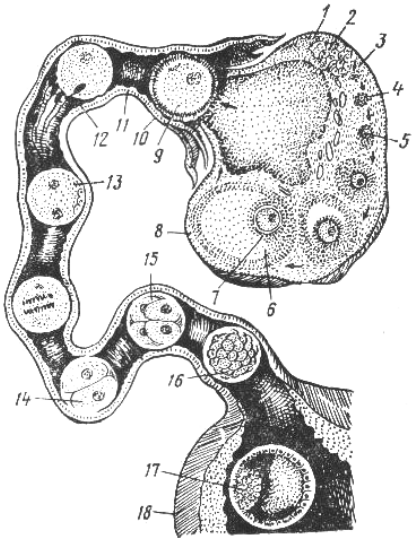


Рис. 115. Схема запліднення і переміщення ембріона:

1 – яєчник; 2 – жовте тіло; 3 – зачатковий епітелій; 4 – первинний; 5 – вторинний і 6 – пухирчастий фолікули (граафів пухирець); 7 – яйценосний горбик; 8 – покришка фолікула; 9 – вихід яйцеклітини з яєчника (овуляція); 10 – лійка яйцепроводу; 11 – яйцепровід; 12 – спермії біля яйцеклітини; 13 – запліднення; 14 – ембріон на стадії двох бластомерів; і 15 – чотирьох бластомерів; 16 – морула; 17 – плідний пухирець (бластоциста); 18 – ріг матки

Друга стадія характеризується проникненням сперматозоїда через прозору оболонку яйцеклітини. Одночасно в цьому процесі бере участь понад 100 сперматозоїдів, але досягає овоплазми, як правило, тільки один сперматозоїд. Під час проникнення його в яйцеклітину відбуваються специфічні зміни в прозорій і жовтковій оболонках, які перешкоджають проникненню нових чоловічих статевих клітин.

У ***третій стадії*** у материнській клітині відбуваються біохімічні зміни, пов'язані з набуханням і збільшенням головки сперматозоїда до розмірів ядра яйця і переміщення її до центру. Сперматозоїд асимілює протоплазму яйцеклітини. Зруйновані ферментами яйцеклітини хвіст і тіло сперматозоїда асимілюються її протоплазмою. Яйцеклітина асимілює всі сперматозоїди, що проникли в яйце.

Четверта стадія запліднення пов'язана з процесами, які відбуваються в ядерному апараті статевих клітин, що злилися. При цьому нова *клітина-зигота* містить диплоїдну, або подвійну, кількість хромосом, як і будь-яка соматична клітина тварини даного виду. На цьому етапі у ссавців починається *закладання статі*. Під час запліднення яйцеклітини сперматозоїдом з *Х*-хромосомою розвивається жіноча особина, з *У*-хромосомою – чоловіча.

Запліднення яйцеклітини відбувається не будь-яким сперматозоїдом, а вибраним. Взаємно асимілюються переважно менше споріднені статеві клітини.

Осіменіння самок мішаною спермою підвищує заплідненість маток і життєздатність потомства. Яйцеклітини можуть переміщуватися з одного рога матки в інший зовнішнім (через черевну порожнину) або внутрішнім (через тіло матки) шляхом.

Незапліднені яйцеклітини підлягають дегенерації, лізису і фагоцитозу так само, як і сперматозоїди, що залишилися у статевих шляхах самки.

Вагітність. Запліднена ***яйцева клітина (зигота)*** з верхньої частини яйцепроводу переміщається в напрямку до матки. В матку свині вона виходить на 3–4 добу, корів і овець – на 3–5, кобили – на 5–7 добу після овуляції, де й закріплюється у слизовій оболонці. В цей час у центральній нервовій системі створюється вогнище збудження – ***домінанта вагітності***, яка створює оптимальне середовище в організмі самки для нормального розвитку зародка.

Вагітність – складний фізіологічний процес, під час якого із заплідненої яйцеклітини в організмі самки розвивається зародок, а потім – плід. У кобили вона називається ***жеребністю***, корів –

тільністю, овець і кіз — ***кітністю***, свиней – ***поросністю***. Тривалість вагітності у тварин залежить від виду, породи, віку, самки, статі плода тощо.

Тривалість вагітності тварин

Тварина	Середня тривалість вагітності, днів	Межі коливань, днів	Тварина	Середня тривалість вагітності, днів	Межі коливань, днів
Верблюдиця	390	333–432	Вівця і коза	150	145–155
Ослиця	365	360–390	Свиня	120	110–130
Кобила	335	307–375	Собака	60	56–65
Буйволиця	305	300–315	Кролиця	30	28–33
Корова	285	240–320	Кішка	58	55–60

Для нормального перебігу вагітності, крім домінанти вагітності, важливе значення має гормон ***жовтого тіла – прогестерон***. Він виділяється жовтим тілом яєчника і плацентою, якщо настала вагітність. Прогестерон знижує чутливість матки до різних подразників, підготовляє її слизову оболонку до прикріплення ***бластоцисти і утворення плаценти***, підтримує вагітність.

В організмі вагітної самки відбуваються морфологічні та фізіологічні зміни. Росте матка, маса її у корови збільшується в 12 разів, кобили – 15, вівці, кози – у 10 разів. Через статеві органи вагітної тварини крові протікає у 16–20 разів більше, ніж у невагітної. Посилюється діяльність залоз внутрішньої секреції (гіпофіза, щитоподібної та наднирникових залоз).

Черевні органи постійно відсовуються маткою вперед, що позначається на їх життєдіяльності. Дихання у вагітної тварини стає частішим і менш глибоким, збільшується кількість еритроцитів і лейкоцитів у крові, знижується лужний резерв. Діяльність серця і нирок ускладнюється з механічних причин. Внаслідок цього у тварин створюються умови для венозних застоїв. Підвищується обмін білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин, поліпшуються процеси всмоктування та асиміляції.

У першій половині вагітності у маток добрий апетит, тому вони стають краще вгодованими. Шерсть стає гладенькою, блискучою. У рухах тварини обережні і скоріше стомлюються під час роботи. Коли в

другій половині вагітності плід швидко росте, самка починає худнути. Зміни у вгодованості позначаються на рості рогів і копит. Інтенсивність росту рогів у першій половині вагітності вища, ніж у другій, тому на рогах з'являються випуклі кільця та кільцеві жолоби, по яких можна визначити кількість отелень.

У вагітних тварин припиняється статева охота і тічка, збільшується об'єм живота і молочної залози, а під кінець вагітності слабшають зв'язки крижів, западають пахи, набрякає піхва.

Весь період ***внутрішньоутробного розвитку зародка*** (ембріогенез) умовно ділиться на три періоди: ***ранній, середній і завершальний.***

Ранній період (від запліднення і дальшого розвитку зиготи до утворення зародкового міхура, прикріплення його до слизової оболонки матки та *утворення плаценти*) у великої рогатої худоби триває 35 днів, у овець і кіз – 30, у свиней – до 25 днів.

У ***середній період*** розвивається плацента, утворюються органи і скелет, визначаються видові особливості ембріона (порося, ягня, теля). У корови цей період триває 35–60 днів, овець і кіз – 35–15, свиней – 25–35 днів.

У ***завершальний період*** відбувається подальше формування органів, розвиваються зуби, шкіра з волосяним покривом. Триває цей період у корів від 60 днів до *отелення*, овець і кіз – від 45 днів до *окоту*, у свиней – від 35 днів до *опоросу*.

Вагітність починається із запліднення і утворення нової *клітини* – зиготи. У кінці першої доби зигота ссавців починає ділитися спочатку на дві клітини – ***бластомери***, які далі самі діляться, утворюючи нові клітини. Перший раз зигота у корів ділиться через 30 год після запліднення, у вівці через 20–24 год (утворення двох бластомерів). Через 40 – 50 год утворюється чотири, а через 60 – шість ***бластомерів***. Під час кожного ділення бластомери зменшуються. Стадія, коли вся яйцеклітина у межах прозорої оболонки заповниться бластомерами, називається ***морулою***. На ранніх стадіях зигота розвивається в морулу, не змінюючи свого об'єму. Далі в морулі утворюється порожнина майбутнього жовткового мішка, яка заповнюється рідиною. З цього часу розвивається нова стадія – ***бластула***. Зовнішні клітини бластули називаються *трофобластом*, а внутрішні – *ембріобластом*. Трофобласти мають високу протеолітичну активність (особливо у приматів), яка забезпечує необхідні умови для прикріплення яйцеклітини до слизової оболонки матки. Живиться запліднена яйцеклітина під час

ділення цитоплазматичною масою жіночої і чоловічої гамет. У стадії бластули для живлення використовуються речовини тканинного походження слизової оболонки матки. Під впливом жіночих статевих гормонів розростається слизова оболонка та залози матки, а також посилюється їх секреторна активність. Внаслідок цього утворюється живильна маса – ***маткове молоко***, або ембріотроф, яким ембріон живиться до закладання органів, а потім через плаценту поживними речовинами крові матері.

Стадія бластули змінюється стадією *гаструли*, коли відбувається інтенсивний поділ та переміщення клітин. Проста порожниста куля, якою була бластула, перетворюється в *зародок*. Переміщуючись під час гаструляції, клітини змінюють свою форму. Внаслідок переміщення клітин закладаються зародкові листки: *зовнішній* (ектодерма), *середній* (мезодерма) і *внутрішній* (ентодерма). З клітин ектодерми розвивається ***нервова трубка*** – майбутній головний і спинний мозок, вуха, очі, периферична нервова система голови. З *мезодерми* формуються нирки, більша частина скелета і соматичні тканини статевих органів. *Ентодерма* перетворюється в трубку – майбутню кишку, з виростів якої утворюється печінка та легені зародка.

Одночасно з утворенням жовткового мішка починається формування зародка і зародкових оболонок: *водної – амніона, сечової – алантоїса і судинної – хоріона*. Утворення цих оболонок закінчується через два місяці (корова, кобила) і через місяць (вівця, свиня) після запліднення яйця.

Амніотична рідина використовується для розвитку і захищає плід від механічних дій з боку кишечника матері, регулює його водний баланс, а під час родів вона сприяє розширенню родових шляхів, зволожує їх, полегшує вихід плода.

Амніон утворює навколоплідний міхур, в якому нагромаджується значна кількість рідини. У ній вільно розміщується плід. Ця рідина містить білок, цукор, жир, солі, каротин і естрогенні гормони.

Алантоїс (сечова оболонка) – це випинання первинної кишки, яке проходить через пупковий отвір у простір між водною і судинною оболонками. Він відходить від верхівки сечового міхура у вигляді сечової протоки (урахуса), який під час виходу з канатика розширюється і утворює міхур алантоїса (сечову оболонку). Після пупкового кільця вона розширюється: утворює сечову оболонку. У міхур надходить зародкова сеча. Під кінець вагітності у кобили сечової рідини буває 15 *л*, корови – 8, у овець і кіз – 0,5 *л*.

Зовнішня оболонка – хоріон – тісно контактує з слизовою оболонкою матки, утворюючи *плаценту*. На зовнішній її поверхні, зверненій у бік слизової оболонки матки, є численні вирости – ворсинки, які занурюються у спеціальні заглибини слизової оболонки матки.

Плацента – важливий тимчасовий складний орган самки, який забезпечує зв'язок організму плода з організмом матері під час її вагітності. Який розвивається з зовнішньої оболонки плода (*плідна частина*) і слизом оболонки матки (*материнська частина).* За будовою найпростіша плацента у кобили та свині. Ворсинки у ній розсіяні по всій судинній оболонці більш-менш рівномірно. Таку плаценту називають *дифузною, або розсіяною*. Під час родів ворсинки хоріона легко витягуються із заглиблень маткових залоз, не руйнуючи їх. У жуйних тварин плацента складніша. Ворсинки на хоріоні ростуть нерівномірно, утворюючи *котиледони*. У плода великої рогатої худоби буває 80–100 котиледонів. Кожен котиледон тісно стикається з відповідною заглибиною в матці – *карункулом.* У цих місцях епітелій на слизовій матки відсутній і ворсинки хоріона прямо проникають у сполучну тканину, більше наближаючись до кровоносних судин матері. Така плацента називається *множинною*.

У *хижаків, гризунів, приматів* ворсинки хоріона глибоко вростають у товщу слизової оболонки матки і у зародка створюються найдосконаліші умови живлення.

У *свиней* для кожного плода формуються водна, сечова і зовнішня оболонки. При розвитку *двійнят у корів* утворюється загальна зовнішня оболонка. Зони ворсинок хоріона обмежені для кожного плода, але можливі й судинні анастомози, через які гормони одного плода впливають на розвиток іншого плода. Внаслідок цього за різностатевих двійнятах жіночий плід часто народжується з недорозвинутими статевими органами. Кровоносні судини матері і плода у плаценті тісно стикаються, *але змішування крові матері і плода не відбувається*.

Плацента – складна біологічна мембрана, через яку здійснюється живлення і дихання плода. Поживні речовини переміщуються з крові матері в кров плода не тільки за законами осмосу й дифузії, а й вибірково. Під впливом протеолітичних, амілолітичних і ліполітичних ферментів у плаценті розпадаються білки, вуглеводи і жири на прості речовини, які у тілі плода знову синтезуються. Білки й жири тіла плода відрізняються від білків і жирів тіла матері. Плід живиться не

пасивно. У ньому відбуваються складні синтетичні процеси, про що свідчать дані таблиці.

Хімічний склад крові матері і плода, %

Речовина	Кров матері	Кров плода
Суха речовина	8,53	6,47
Зола	7,97	9,25
Протеїн	6,50	5,00
Жир (загальний)	0,70	0,26

Плацента виконує бар'єрну функцію. Через плаценту корів, приматів не проникає глобулін. Плацента непроникна для конвертінів, протромбіну і фібриногену.

Для солей вона проникна переважно в одному напрямі (від матері до плода). У плаценті відкладаються запаси глікогену і жиру.

Плацента функціонує як залоза внутрішньої секреції. Гормон прогестерон, який вона виділяє, аналогічний гормону жовтого тіла яєчників. У овець і свиней плацента утворюється через місяць після запліднення, у корови – через 1,5–2, а у кобили через 3–4 місяці.

Зародкові оболонки з'єднуються з плодом у ділянці пупка, утворюючи ***пупковий канатик***. До його складу входять:

- пупкові судини (дві артерії і вена);
- урахус-сечова протока, яка має вигляд тонкостінної трубки;
- ніжки пупкового міхура (залишки жовткового мішка) і зародкова сполучна тканина, що оточує ці частини.

Ріст і розвиток плода, кровообіг у плода. Характеризується високим рівнем пластичних і енергетичних процесів. Особливістю розвитку зародка є те, що в ньому переважають асиміляційні процеси і слабовиражені процеси дисиміляції. Маса теляти під час народження в декілька мільярдів разів перевищує масу яйцеклітини і сперматозоїда, разом узятих. Для швидкого росту плода необхідне постійне надходження поживних речовин з організму матері. Особливо швидко росте плід у другій половині вагітності.

Наприкінці вагітності жива маса корови збільшується в середньому на 90–130 кг, маса плаценти досягає 4–6 кг, а у деяких тварин – 9,5 кг, об'єм навколоплідної рідини – 13 *л*, а маса плода – 25–50 кг.

Розвиток плода у внутрішньоутробний період проходить нерівномірно. Одні органи і тканини формуються раніше від інших.

Органи травлення та серцево-судинна система закладаються на ранніх стадіях ембріонального розвитку. Плід теляти у 5–6-місячному віці ковтає амніотичні води, які потім перетравлюються в його шлунково–кишковому каналі.

Ріст і розвиток плода значною мірою залежать від рівня надходження поживних речовин з організму матері. Тому, особливо у другій половині вагітності, слід звертати увагу на повноцінну, доброякісну годівлю вагітної тварини.

Кровообіг плода значно відрізняється від кровообігу дорослої тварини, оскільки його ***легені не функціонують***. Кровообіг плода зв'язаний з плацентою і називається ***плацентарним***. Плацентарний кровообіг у коней і великої рогатої худоби з'являється на 2–3-му місяці, а у свиней, овець, собак – на першому місяці вагітності.

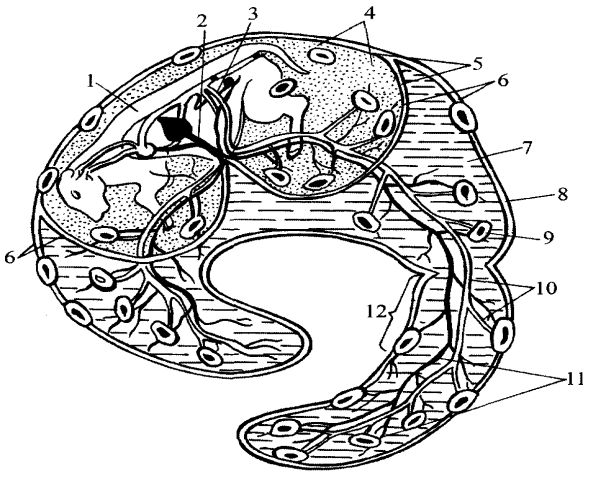


Рис. 116. Схема розміщення оболонок плода великої рогатої худоби:
1 – плід; 2 – пупкова вена;3 – пупкова артерія; 4 – амніотична рідина;
5 – навколоплідноамніотична (водна) оболонка; 6 – алантоїс (сечова оболонка);
7 – зародкова сеча; 8 – хоріон (судинна оболонка); 9 – котиледони;
10 – плацентарні артерії; 11 – плацентарні вени;
12 – частина плідного міхура

Пупкова вена утворюється із капілярів плаценти, яка проникає через пупковий отвір і йде до печінки плода, розгалужуючись у ній на капіляри. По пупковій вені тече артеріальна кров, збагачена киснем і поживними речовинами, що перейшли в неї з крові матері. Із капілярів печінки через печінкові вени кров потрапляє до задньої порожнистої вени і ***вперше змішується*** тут із венозною кров'ю плода.

У *жуйних і собак* більша частина крові, обминувши печінку особливою венозною протокою (***аранціїв хід***), яка з'єднує пупкову вену з задньою порожнистою веною, потрапляє прямо в неї. У *коня і свині* вся кров пупкової вени проходить через печінку, тому що у них аранцієвого ходу немає. Із задньої порожнистої вени кров надходить у праве передсердя, змішуючись *вдруге* з венозною кров'ю, яка надходить із краніальної порожнистої вени. Передсердя у плода не відокремлені, а з'єднуються овальним отвором, тому кров із правого передсердя через овальний отвір проникає в *л*іве, а частково у правий шлуночок через атріовентрикулярний отвір. Із правого шлуночка по легеневій артерії кров переміщується до легень у малій кількості, тому що у плода вони не функціонують, забезпечуючи тільки живлення легеневої тканини. Більша частина крові через особливу *міжартеріальну (боталову) протоку*, проминувши легені, надходить в аорту. Із лівого передсердя кров потрапляє в лівий шлуночок, а з нього через аорту та її розгалуження – до всіх органів тіла. Лівий шлуночок спрямовує кров в аорту частково із правого серця. Тому через аорту та розгалуження рухається *змішана кров (артеріальна і венозна)*.

Важливу роль у кровообігу плода виконують пупкові артерії. Вони відходять від черевної аорти і йдуть через пупковий отвір до ворсинок дитячої частини плаценти, розгалужуючись там на капіляри. По них до плаценти надходить змішана кров, в якій містяться продукти обміну та вуглекислий газ плода. Пупкову вену і пупкові артерії, оточені зародковою сполучною тканиною, називають *пуповиною плода, або пупковим канатиком*.

Після народження тварини пупкові артерія і вена плода перестають функціонувати і перетворюються в сухожильні тяжі. З першим вдихом новонародженого відкривається просвіт судин легень і по малому колу кровообігу починає переміщатися велика кількість крові. *Овальний отвір* у міжпередсерцевій перегородці поступово заростає і венозна права половина серця цілком відокремлюється від лівої артеріальної.

Гемоглобін еритроцитів плода (*утробний або фетальний тип гемоглобіну)* більш споріднений з киснем, ніж гемоглобін дорослої тварини. Він має також більшу резистентність до кислот та лугів. Еритроцити у плода більші, а їх кількість менша, ніж у дорослої тварини. В 1 мм^3 крові плода кобили міститься близько 2, а в кінці жеребності досягає 4 млн еритроцитів. У плодів овець на 92–й день

утробного розвитку в 1 мм^3 крові міститься близько 5,9 млн еритроцитів, а на 130–й день їх кількість зростає до 8 млн.

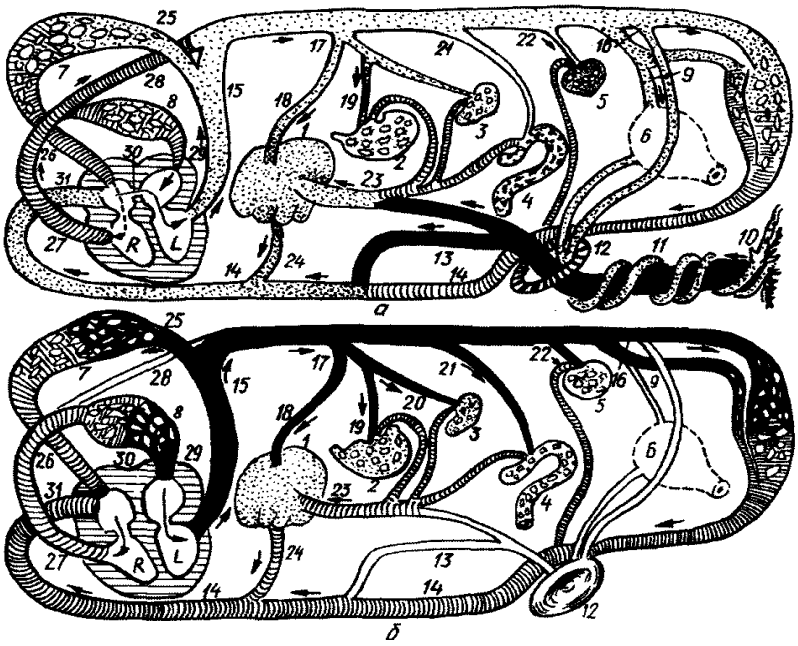


Рис. 117. Схема кровообігу плода до родів (а) і після родів (б):
L – лівий шлуночок; R – правий шлуночок; 1 – печінка; 2 – шлуночок; 3 – селезінка; 4 – кишечник; 5 – нирка; 6 – сечовий міхур; 7 – передня половина тулуба; 8 – легені; 9 – пупкові артерії; 10 – плацента; 11 – пупкова вена; 12 – пупкове кільце; 13 – венозна протока; 14 – задня порожниста вена; 15 – аорта; 16 – внутрішня або медіальна клубова артерія; 17 – черевна артерія; 18 – печінкова артерія; 19 – шлункова артерія; 20 – селезінкова артерія; 21 – передня брижова артерія; 22 – ниркова артерія; 23 – ворітна вена; 24 – печінкові вени; 25 – плечоголовний стовбур; 26 – передня порожниста вена; 27– легенева артерія; 28 – міжартеріальна або боталова протока; 29 – легеневі вени; 30 – овальний отвір; 31 – міжвенозний або ловерів горбок

Роди. Народження через родові шляхи зрілого живого плода, а потім і видалення посліду – складний фізіологічний процес, який настає по закінченні певного для кожного виду тварин строку вагітності. Нормальні роди не бувають раптовими. Організм вагітної самки готується до цього акту. Тканини шийки матки, піхви і вульви набрякають. У корів і кобил за 3–4 тижні до родів набрякає вим'я, а перед родами у ньому починається секреція молока. Зв'язковий

апарат родових шляхів в останні дні вагітності розслабляється, по обидва боки хвоста (особливо у корів) утворюються глибокі западини.

Причини, що призводять до настання родів, ще остаточно не з'ясовані. Одні автори вважають основною причиною настання родів збудження центрів, які викликають скорочення матки. Другі пояснюють настання родів подразненням нервових закінчень матки плодом, що рухається (особливо під кінець вагітності). Треті – появою у крові гормонів (гіпофіза, плаценти).

Скорочення м'язів матки є основним у механізмі родів. Раніше відмічалось, що *гормон жовтого тіла і плаценти прогестерон* створює в організмі самки умови для розвитку вагітності (знижує збудливість м'язів матки). Але в кінці вагітності вироблення його різко зменшується. В цей час активно починають функціонувати *яєчники*. *Естрогенні гормони* підвищують чутливість мускулатури матки до ацетилхоліну, який утворюється в нервових закінченнях парасимпатичної нервової системи. Зростає чутливість мускулатури матки до *окситоцину.* Таким чином, звільнившись від блокуючої дії прогестерону за наявності ацетилхоліну і окситоцину, матка готується до родів. У відповідь на подразнення інтерорецепторів матки плодом, який починає посилено рухатись, мускулатура матки ритмічно скорочується, супроводжуючись значними болями. Такі періодичні скорочення матки називаються *переймами*. Під час родів скорочуються м'язи і черевного преса *(потуги)*.

Процес родів ділять на три періоди:

- розкриття родових шляхів;
- вигнання плода з матки;
- післяродовий період.

У *перший період* внаслідок скорочення мускулатури матки і черевного преса шийка матки відкривається. Через неї витискується навколоплідний міхур, який лопається. Навколоплідною рідиною зволожуються родові шляхи.

У *другий період* плід виганяється назовні. Тривалість періоду вигнання плода з матки неоднаковий у різних тварин. У корів він триває від 20 хв до 1–2 год, кобили – 5–20 хв, овець – до 2 год, свиней – 4–5 год і більше, собаки – від 10–15 хв до 12 год, у кролиці – 15–20 хв Пупковий канатик перегризають самки або він сам розривається.

У *третій період* виходять навколоплідні оболонки і плацента (*послід*). Через 1–2 год у *коней*, 2–6 год у *корів*, а у *свиней і м'ясоїдних* – відразу ж після родів виводяться навколоплідні оболонки і плацента

(послід). У *хижаків* плацента виходить разом з плодом. Після цього починають відновлюватися органи, що зазнали змін під час вагітності.

Родовий акт залежить від стану кори великих півкуль головного мозку. Встановлено, що в останні дні вагітності збудливість кори великих півкуль головного мозку знижується, а рефлекторна збудливість спинного мозку підвищується. Все це призводить до підвищення збудливості м'язового та нервового апарата матки.

У сільськогосподарських тварин роди відбуваються переважно вночі, в лежачому положенні, тобто в спокійній обстановці. Сторонні подразники можуть загальмувати і навіть припинити роди.

Післяродовий період характеризується не тільки зворотним розвитком (інволюцією) статевих органів самки, а й початком лактації та годуванням приплоду. У цей час скорочуються і змінюються тканини статевих органів. Клітини слизової оболонки матки відмирають і розсмоктуються, зменшується їх маса, звужується канал шийки матки. Інтенсивність цих процесів залежить від загального стану самки, рівня її годівлі та умов утримання в післяродовий період. Під час інволюції не тільки зменшується об'єм окремих тканин і клітин статевих органів до розмірів, які були до вагітності, а й гальмується ріст нових клітин, утворення нових нейрогуморальних зв'язків. Під час ссання або доїння подразнюються нервові закінчення молочної залози і виділення гормону *окситоцину*, який викликає скорочення гладенької мускулатури молочної залози та матки. Це сприяє інволюції статевих органів. Уже в перші 4–6 днів після благополучних родів кров'яні виділення з матки припиняються, гіперемія зовнішніх статевих органів зникає. Інволюція статевих органів у кобил, корів, овець, кіз і свиноматок закінчується через 2–4 тижні. Якщо післяродовий період проходить благополучно, то після родів у *кобил* охота настає на 7–12 день, *корів* – на 21, *овець*–на 15, *свиней* – на 3 день, у *кролів* – протягом перших днів після окролу. Годівля та утримання тварин, а також вік впливають на появу першої охоти після родів. У старих тварин часто відмічається затримка першої тічки після родів. Особливе значення в післяродовий період для тварин мають вітаміни А, D, Е, а також мінеральні речовини.

Трансплантація зиготи, як метод поліпшення породного складу тварин. Фізіологічні основи штучного осіменіння сільськогосподарських тварин базуються на таких положеннях:

- сперму від самців-плідників можна одержувати за допомогою штучної вагіни;

➢ під час створення певних умов сперматозоїди тварин зберігають свою життєздатність поза організмом самця, не втрачаючи спадкових властивостей;

➢ овуляція у самок сільськогосподарських тварин відбувається і без парування;

➢ знаючи тривалість життя чоловічих і жіночих гамет у статевих шляхах самки, можна штучно осіменяти тварин у строки, що забезпечують зустріч сперматозоїдів і яйцеклітини.

Методом *природного осіменіння* протягом одного року від бика або барана можна одержати 60–80 телят або ягнят. При *штучному осіменінні* спермою цих же плідників за рік можна одержати 20 тис. телят. Тому штучне осіменіння тварин є важливим державним заходом, спрямоване для широкого використання цінних плідників. Воно придатне при всіх методах розведення та схрещування сільськогосподарських тварин. Штучне осіменіння дозволяє за короткий час вивчити плідника, одержати від нього велику кількість приплоду і методом відбору і підбору посилити та закріпити корисні якості тварин. Штучне осіменіння тварин дозволяє проводити міжвидове схрещування.

Пересадка зигот. Зиготи можуть бути пересаджені із статевих органів ***тварин-донорів*** у статеві органи ***тварин-реципієнтів***. При цьому в організмі реципієнтів настає вагітність з розвитком зародка, а потім і плода. Роботи з пересадки (імплантації) зародків були початі в кінці XIX ст. на кролицях з метою вивчення розвитку плода, а також впливу організму матері на його розвиток. Пізніше пересадка зиготи була проведена у корови, вівці, свині, кози. Є низка робіт, які доводять можливість пересадки запліднених і незапліднених яйцеклітин кролиць, кіз, корів, кобил. Пересадка зиготи дозволяє одержати від корови-рекордистки до 30–50 телят на рік.

Дослідами встановлено, що оптимальне приживлення ембріонів під час їх трансплантації самицям відбувається на 7–8–й день статевого циклу і залежить від:

➢ формування жовтого тіла,

➢ зростання вмісту в крові прогестерону та ліпопротеїдів високої щільності,

➢ зниження вмісту γ-глобулінів та залежної від них бактерицидної активності крові;

➢ оптимального рівня обмінних процесів (особливо глюкози і каротину) та інтенсивності сечового циклу.

Врахування цих ендогенних факторів дозволило розробити низку способів оцінки та відбору тварин для трансплантації та штучного осіменіння з метою збільшення приживлюваності ембріонів у самиць великої рогатої худоби при біотехнологічних методах відтворення.

Пересадку зародків можна використовувати для вивчення фізіології та патології вагітності, міжвидової гібридизації. Тривале збереження зародків дає можливість створювати запаси цінного генетичного фонду, а також експортувати й імпортувати зародки високопродуктивних і рідкісних порід тварин. Під час пересадки ембріонів на результативність методу впливає синхронність естральних циклів реципієнта і донора. Пересадку ембріонів можна проводити хірургічним і нехірургічним методами.

Особливості розмноження птахів. Основна біологічна особливість птиці – розмноження шляхом відкладання яєць. Ця особливість дає можливість штучно виводити молодняк у будь-яких кількостях і у будь-яку пору року, уникати сезонності, точно планувати технологічні групи за строками і кількістю, а племінний матеріал (яйця) зберігати і перевозити на значні відстані.

Особливістю процесів злиття чоловічих та жіночих клітин та наступного розвитку ембріонів у птиці є те, що сам процес запліднення проходить у статевій системі самиць, а ембріональний розвиток – поза організмом матері. Унікальним є те, що природа створила середовище (яйце), у якому ембріон може розвиватися окремо від материнського організму, використовуючи його поживні речовини. Органи розмноження птиці мають свої особливості.

Жіночі статеві органи птиці складаються з *лівого яєчника і яйцепроводу*, які виконують функцію відтворення та репродукції.

Яєчник у самки – це гроно фолікулів різної величини й зрілості. У яєчнику курки-несучки налічується близько 3500 яйцеклітин, що перебувають на різних стадіях розвитку. Розвиваючись і нагромаджуючи жовток, яйцеклітини перетворюються у великі кулі – яєчні жовтки 2,5—4 у діаметрі. На утворення жовтка таких розмірів потрібно близько 14 днів. На поверхні жовтка міститься зародковий диск (власне яйцеклітина) у вигляді білої плямки 1—2 мм в діаметрі. Дозрілий жовток після розриву фолікула просковзує в лійку яйцепроводу. Останній, перистальтично скорочуючись, просуває жовток до клоаки. У процесі руху жовток обертається й поступово покривається білком, який виділяється залозами яйцепроводу.

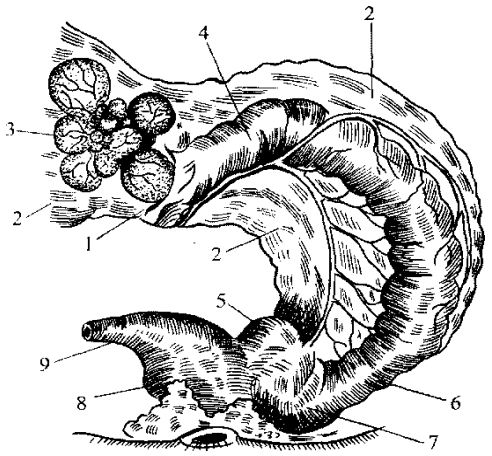


Рис. 118. Органи розмноження птиці:
1 – лійка яйцепроводу; 2 – брижа із судинами і нервами; 3 – яєчник; 4 – яйцепровід (місце утворення білка); 5 – піхва; 6 – перешийок; 7 – "матка"; 8 – клоака; 9 – пряма кишка

У ньому утворюється близько 40–50 % білка, решта формується в матці, що є розширеною частиною яйцепроводу. Тут утворюються білок, *підшкаралупна* і вапняна оболонка яйця – *шкаралупа.* З матки яйце переходить у клоаку й виводиться скороченням м'язів назовні.

У шкаралупі є багато пор, крізь які під час розвитку ембріона відбуваються газообмін і випаровування води. Під час тривалого зберігання яєць частина води з них випаровується і збільшується повітряна *камера (пуга)* на тупому кінці яйця.

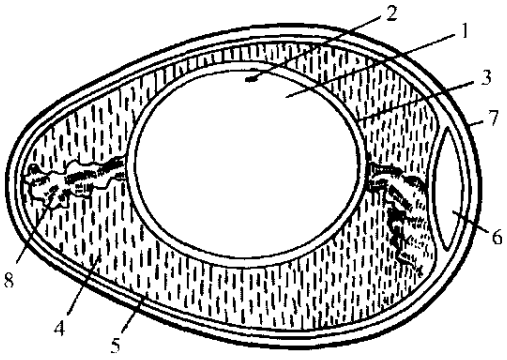


Рис. 119. Схематичний розріз яйця курки:
1 – жовток; 2 – зародковий диск; 3 – оболонка жовтка; 4 – білок; 5 – підшкаралупна оболонка; 6 – повітряна камера; 7 – шкаралупа; 8 – градинки

Формування яєць і процес яйцекладки регулюються нервовою системою й залозами внутрішньої секреції: гіпофізом і яєчниками. Інтенсивне освітлення активізує діяльність яєчників.

З гіпоталамуса виділяються нейросекрети, які стимулюють виділення гіпофізом гормонів. *Гонадотропний* гормон сприяє дозріванню фолікулів у яєчнику, а *лютеотропний* спричиняє овуляцію. На утворення білка яйця і шкаралупи впливають гормони яєчника, а на процес яйцекладки впливає окситоцин.

До ***органів розмноження самців*** птиці належать сім'яники, придатки сім'яників, сім'япроводи і парувальний орган. Сім'яники у самців бобоподібної форми, лежать по боках хребетного стовпа у попереково-крижовому відділі черевної порожнини. Лівий сім'яник більший від правого. У сім'яниках утворюються чоловічі статеві клітини і гормони. Придаток сім'яника розвинутий слабо. Від сім'яника відходить звивистий сім'япровід, який відкривається у стінці клоаки. У курей і качок сім'япровід біля місця впадання в клоаку розширюється, утворюючи резервуар для сім'я. Додаткові статеві залози відсутні. Парувального органа у півня немає. Під час парування півень вводить сім'я, притискуючи свою клоаку до клоаки самки. Об'єм еякуляту в півня приблизно 0,8 мл, в 1 мл його міститься близько 7 млрд спермій. Спермії в яйцеводі самок можуть тривалий час зберігати запліднювальну здатність. Після відсаджування самців курки несуть запліднені яйця 10–12 днів, а індички й гуски – значно довше. Світло стимулює діяльність сім'яників. Статева активність півнів поступово знижується з початком линяння і відновлюється після його припинення.

Тривалість ембріонального розвитку під час інкубування така: *курчата* виводяться на 21 день, *каченята, гусенята, індичата* – на 28 день. У процесі розвитку зародок використовує запаси поживних речовин, що містяться в яйці.

Зигота (запліднена клітина з повним набором хромосом) утворюється після злиття двох гамет. Зародок починає розвиватися відразу ж після запліднення. Знесене й запліднене яйце – це початкова стадія розвитку зародка – *стадія гаструли*. У знесеному яйці розвиток зародка під впливом низької температури тимчасово припиняється. Під час попадання яйця у відповідний режим температури та вологості повітря зародок починає розвиватися. Розвиток його під квочкою називається *насиджуванням*, а в інкубаторі – *інкубацією.*

Кури несуться циклічно, залежно від пори року, тривалості світлового дня, годівлі. Штучним освітленням на пташнику можна подовжити світловий день взимку і збільшити несучість курей. Вплив світла на організм пов'язаний з сезонністю розмноження тварин. Світло, діючи через зоровий аналізатор на епіфіз і гіпоталамо-гіпофізарну систему, активує їх функцію. При цьому підвищується обмін речовин та прискорюється споживання корму.



Питання для самоконтролю

1. Статева і фізіологічна зрілість тварин, чим вона характеризується?
2. Що таке овуляція?
3. З яких фаз складається статевий цикл?
4. У чому суть парування, осіменіння, запліднення?
5. Що таке запліднення?
6. Фізіологічні основи штучного осіменіння.
7. Оптимальні строки парування та осіменіння сільськогосподарських тварин.
8. Який вік статевого дозрівання сільськогосподарських тварин?
9. Як розвивається плід?
10. Особливості кровообігу у плода.
11. Фізіологічне значення плаценти.
12. Які зміни проходять в організмі самки під час вагітності?
13. Як відбуваються роди?
14. Як впливає годівля на функцію розмноження тварин?
15. Особливості фізіології розмноження птахів.

3.10. ЛАКТАЦІЯ

Поняття лактації та її тривалість у різних тварин.

Лактація – це процес утворення, нагромадження і виведення молока з молочної залози. Тривалість лактації в тварин різна. У корів вона триває 10 міс., у буйволиць і кіз – 7–8, в овець – 4–6, у свиней – 2, у кобил – 5–11, у верблюдиць – 16–18 місяців.

Ріст і розвиток молочних залоз після настання статевої зрілості та під час вагітності. Регуляція росту і розвитку молочних залоз.

Молочні залози (вим'я) починають функціонувати, коли досягнуть певного розвитку. Вони найбільше розвинуті в корів. У телиць з настанням статевої зрілості вим'я починає швидко рости, у ньому формуються протоки й альвеоли. Особливо інтенсивно росте й остаточно розвивається вим'я в процесі першої вагітності.

Молочна залоза дорослої тварини, яка складається з різних тканин, що у сукупності формують молокоутворювальну та молоковидільну системи.

У різних видів тварин молочна залоза поділяється на різну кількість часток (дольок), які складають пари.

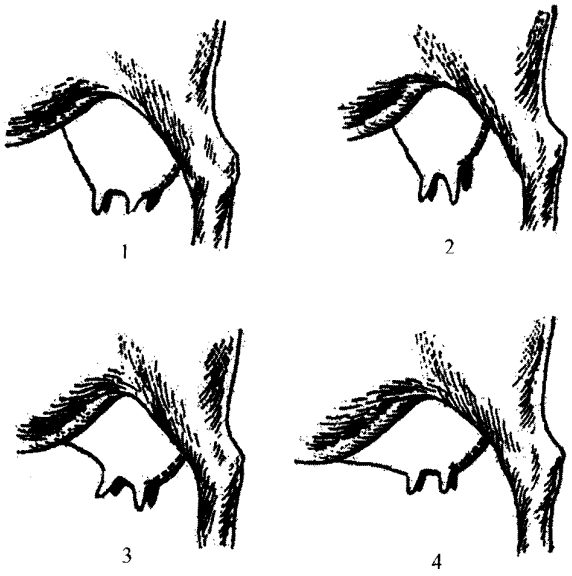


Рис. 120. Форма вим'я корови:
1 – чашоподібне (кругле); 2 – козяче;
3 – нерівномірно розвинене; 4 – ванноподібне

Вим'я корів і верблюдиць складається з 2-ох половинок і 4-ох дольок, у кози, вівці, кобили – з 2-ох рівних дольок (часток), у свині – з 2-ох половинок, 8–16-ти залозистих пакетів, у кролиці – з 2-ох половинок і 8-ми долей.

Ззовні вим'я поділяється на ***основу, тіло вим'я і дійку (сосок).***

На тілі молочної залози розрізняють передню, задню і нижню (соскову) поверхню. Розрізняють дві бокові поверхні – праву і ліву. Шкіра задньої поверхні у корів переходить у "***молочне дзеркало***".

Задні долі вим'я розвинені краще, ніж передні, вони забезпечуються в більшій мірі кров'ю та мають розвиненішу залозисту тканину.

Залежно від співвідношення паренхіми і строми, періоду лактації та віку форма вим'я може бути: ***чашоподібна, квадратна, козяча***.

Також розрізняють ***три типи вимені***.

Перший *(чашоподібне)* характеризується практично однаковим розвитком і функцією всіх долей.

Другому типу *(квадратне*) вим'я притаманний кращий розвиток (в 1,5–2 рази) задніх долей порівняно з передніми. Цей тип вим'я властивий більшості корів.

Третій тип *(козяче*) молочної залози характеризується тим, що більш розвинена одна половина вимені.

Крім форм і типів, вим'я оцінюється і за розташуванням. Молочна залоза у *жуйних* розташована в *паховій ділянці.*

Вим'я в нижній своїй частині переходить в основу ***сосків (дійки),*** які мають *тіло і верхівку*. Шкіра сосків немає сальних і потових залоз. Соски ділять на: *короткі* (2–5 см), *середні* (6–9 см) і *довгі* (10–16 см).

За ступенем жорсткості соски молочної залози можна поділити на *жорсткі, середні і м'які.*

Шкіра на вимені тонша і ніжніша, ніж на інших частинах тіла тварини. Вона має більшу кількість складок, особливо на задній поверхні та в ділянці молочного дзеркала. У шкірі молочної залози є *потові і сальні залози.* Секрет потових залоз змащує волосся і поверхню рогового шару епідермісу шкіри вимені, що підтримує її еластичність.

Молочна залоза прикріплена до черевної стінки й утримується підвішуючим апаратом: поверхневою і глибокою фасціями та підвішуючою зв'язкою вим'я.

Молочна залоза складається з декількох видів тканин – *сполучної, залозистої, скоротливої, або м'язової, жирової та нервової*. Сюди також входять кровоносні та лімфатичні судини. Ці складові формують протокову систему, яка забезпечує не тільки збір та збереження молока, але і його дозрівання й виведення із залози.

Паренхіма молочної залози представлена ***залозистою тканиною***, секреторні клітини якої синтезують складові компоненти молока – ***жир, білки***, ***вуглеводи***. Залозиста тканина формується утвореннями у вигляді виноградних грон – залозисті трубки з

альвеолярними пухирцями на кінці. Секреторні клітини вистеляють альвеоли залозистої тканини одним шаром. Вільні кінці даних клітин спрямовані у порожнину альвеол. Альвеоли, що мають загальну протоку, формують ***дольку*** (частку), а дольки в свою чергу об'єднуються у ***долі*** і формують ***молочну залозу.*** Вивідні протоки альвеол, зливаючись між собою, формують ***молочну цистерну***, з якої молоко через канал дійки виводиться назовні.

Жирова тканина в молочній залозі є у всіх видів ссавців. У корів у середньому вона складає 40–43 % від загальної маси вим'я. Жирова тканина бере участь у забезпеченні енергетичних потреб молочної залози, в процесах формування клітинних структур молочної залози і утворенні жиру молока.

Сполучна тканина молочної залози утримує її у певному стані, забезпечує форму вим'я. Вона виконує механічну та захисну функції, вкриває ззовні альвеоли та частки вимені.

М'язова тканина молочної залози (міоепітелій і гладенька мускулатура) забезпечує виведення молока. ***Міоепітеліальні*** клітини вкривають ззовні шар залозистих клітин, розташованих у альвеолі та молоковивідних протоках.

Гладенькі м'язові волокна молочної залози, розташовані навколо великих протоків, цистерн і в дійках вим'я, утворюють *сфінктери*, які скорочуються внаслідок нервового збудження.

Вим'я забезпечується кров'ю через *зовнішні соромітні артерії.* Відтік венозної крові відбувається по *підшкірних черевних і зовнішніх соромітних венах.* Глибокі венозні гілки проходять паралельно до відповідних артеріальних судин. Ці вени мають клапани, які рівномірно розташовані по їх довжині. Отвір, через який підшкірна черевна вена проникає в грудну порожнину (з боку мечоподібного відростка грудної кістки), називається *молочним колодязем*.

Лімфатична система вим'я представлена *глибокими і поверхневими лімфатичними судинами*, що несуть лімфу до грудної лімфатичної протоки. Глибокі лімфатичні судини починаються лімфатичними капілярами в залозистих елементах вим'я, а поверхневі судини – в стінці соска, шкіри і фасціях вимені.

Ріст і розвиток молочної залози регулюються нервовою системою й гормонами. Безпосередній вплив на ріст і розвиток молочних залоз мають гормони ***гіпофіза, яєчників і плаценти***. Гормони гіпофіза – *соматотропін* і *пролактин* – впливають на розвиток альвеол і

посилюють дію гормонів яєчників. Естрогени прискорюють ріст проток, а *прогестерон* – альвеол і залозистої тканини.

Молоко, його хімічний склад у різних видів тварин.

Молоко має багатокомпонентний хімічний склад. До нього входять: вода, білок, жир, вуглеводи, мінеральні речовини. У кожного виду тварин молоко має цілком певний хімічний склад.

Склад молока в межах одного виду тварин може змінюватися. На нього впливають порода, період лактації, умови годівлі й утримання тварин, пора року тощо.

Молоко за біологічною цінністю перевершує всі продукти харчування, які є в природі. Воно є природною їжею новонароджених. Молоко має білий з жовтим відтінком колір, солодкувате на смак зі своєрідним запахом. Молоко складається з молочної плазми і сухої речовини. У молоці знаходиться понад 100 різних речовин, зокрема 20 амінокислот, понад 30 жирних кислот, близько 40 мінеральних елементів, 17 вітамінів, десятки ферментів, а також гормони, вуглеводи, нейтральні жири, фосфатиди, стерини, гази та інші речовини. Казеїн і лактоза є виключно в молоці. Водна частина молока є основним джерелом води для новонародженого і тим середовищем, в якому формуються справжні колоїдні розчини всіх компонентів молока, що забезпечують зручну форму засвоєння молока в організмі новонародженого. Хімічний склад молока в різних тварин відповідає швидкості росту їхніх малят і надзвичайно пристосований до їхніх потреб. Чим швидше росте новонароджене маля, тим калорійніше молоко й багатше на білок та мінеральні речовини, дуже необхідні для побудови скелета. Наприклад, у 100 г молока ***кобили*** міститься 50 калорій (209,34 Дж), 2 г білка і 0,3 г мінеральних речовин; новонароджене лоша подвоює свою масу через 60 днів. У 100 г молока ***свині*** міститься 170 калорій (711,75 Дж), 7,1 г білка й 1,1 г мінеральних речовин; новонароджене порося подвоює свою масу через 14 днів. У 100 г молока ***кролиці*** міститься 165 калорій (690,82 Дж), 15,5 білка й 1 г мінеральних речовин; новонароджене кроленя подвоює свою масу через 6 днів.

У коров'ячому молоці 83–88 % води й 12,5–18 % сухої речовини, до якої входять 3,3 % загального білка, 2,8 % казеїну, 3,7 % жиру, 4,7 % молочного цукру (лактози), 0,7 % мінеральних речовин, 1, 029 питома вага, 17,0 А – кислотність. У молоці містяться й небілкові азотовмісні речовини, вітаміни, гормони, ферменти, пігменти, лимонна кислота тощо.

Хімічний склад молока різних видів тварин, %

Види тварин	Суха речовина	Жир	Загальний білок	Казеїн	Молочний цукор	Мінеральні солі	Питома маса	Кислотність, ареометра (А)
Корова	12,5	3,7	3,3	2,8	4,7	0,7	1,029	17,0
Буйволиця	17,8	7,8	4,7	3,5	4,5	0,8	1,029	17,0
Коза	13,1	4,1	3,4	3,0	4,6	0,9	1,030	17,0
Зебу	16,7	7,7	4,3	3,7	3,6	0,8	–	–
Як	18,0	6,5	5,0	3,8	5,6	0,9	–	–
Вівця	17,1	6,7	5,8	4,5	4,6	0,8	1,034	25,0
Верблюдиця	13,6	4,5	3,5	2,7	4,9	0,7	1,030	16,5
Кобила	11,0	2,0	2,0	1,2	6,7	0,3	1,032	6,5
Ослиця	9,8	1,4	1,9	1,0	6,2	0,5	1,011	6,0
Олениха	32,3	17,9	10,2	8,7	2,7	1,5	1,018	12,0
Свиня	15,9	4,6	7,2	–	3,1	1,1	1,021	9,3
Кролиця	30,5	10,5	15,5	–	2,0	2,5	1,019	8,7
Собака	23,3	9,2	9,7	4,0	3,1	0,9	1,021	6,9
Молоко жінки (для порівняння)	12,0	3,8	2,1	–	6,9	0,3	–	–

Білки молока – неоднорідні за своїм складом. До них належать: казеїн, α-лактоальбумін і β-лактоглобулін, імунні глобуліни, протеозо-пептонна фракція. До складу білків молока також входить білок оболонок, жирових кульок, червоний протеїн і лактолін. Білки молока – високомолекулярні азотисті сполуки, до їх складу входить вуглець – 50,6–54,5 %, кисень – 21, – 23,5%, водень 6,5–7,3%, азот 15,0–17,6%, сірка – 0,–2,5%, вони містять усі незамінні амінокислоти й добре засвоюються організмом, повноцінні, а за вмістом амінокислот належать до повноцінних білків.

Жир у молоці міститься у вигляді емульсій – найдрібніших жирових кульок з діаметром 3–4 мкм. Попередниками молочного жиру є жирні кислоти і гліцерин. Молочний жир містить понад 30 жирних кислот, які є насиченими і ненасиченими, утворюється він у секреторних клітинах. Кількість молочного жиру залежить від породи великої рогатої худоби і виду тварин. Так, у молоці ярославської

породи 4,0–4,2 % жиру, джерсейської – до 6 % і більше, у буйволиць – до 8 %, північного оленя – 18,7 %.

Середній склад молока і молозива корови, %

Речовини	Молоко	Молозиво першого дня
Вода	87,5	75,42
Білок	3,3	15,08
Жир	3,8	5,4
Молочний цукор	4,7	3,31
Мінеральні солі	0,7	1,2

Молочний цукор – це вуглеводи лактози, кількість якої у різних видів тварин різко відрізняється. Це дисахарид, що складається з α-галактози і α-глюкози. У молоці лактоза знаходиться у вільній і зв'язаній з білками формі, вона легко засвоюється організмом, що росте.

Мінеральні речовини молока. Загальна кількість мінеральних речовин молока представлена величиною зольного залишку. У середньому кількість зольного залишку дорівнює 0,7 %. У зольному залишку молока в значній кількості виявлені Ca, Mg, K, P, Cu, S і CL. У незначній кількості знайдені Fe, Co, I, Ni, Al, Pb, Sn, Ag, As, Ti та інші елементи.

Із солей в молоці є хлористі, фосфорнокислі і лимоннокислі. Велике поживне значення в молоці мають солі Ca і P. Краще за все ці солі всмоктуються організмом у співвідношенні Ca:P = 1:1,31. Не менш важливі солі Mg, а також K і Na. Солі фосфорної кислоти виконують буферну роль і забезпечують підтримку рівноваги між сольовою і колоїдною системами молока. Солі лимонної кислоти створюють специфічний аромат молока.

Вітаміни молока бувають подвійного походження. До першої групи – (вміст яких залежить від кормів) належать головним чином жиророзчинні (A, D, E, F) вітаміни. До другої групи вітамінів, що синтезуються в самому організмі, відноситься їх більша частина – головним чином це водорозчинні вітаміни B_1, B_2, PP, C, B_{12}.

Вітамін А в молоці представлений в двох формах: A_1 (ретинол) і A_2 (дегідроретинол), а також у вигляді попередника – провітаміну А (каротину), який міститься в зеленому кормі. Як жиророзчинний, вітамін А у значно більшій кількості міститься в сирі, сметані, вершках, маслі, ніж у незбираному молоці.

Вітаміни групи D (кальциферол) у молоці переважно представлені вітаміном D_3. Вміст його в молоці незначний.

Вітамін Е (токоферол) представлений в молоці і молочних продуктах у вигляді а–токоферолу. Він термостійкий, має антиокислювальні властивості.

Вітамін С (аскорбінова кислота). Вміст цього вітаміну досить постійний упродовж всієї лактації. У молозиві він вищий, ніж у молоці.

У молоці є солі ***неорганічних і органічних кислот***. Співвідношення в молоці кальцію і фосфору 1,2 : 1, що сприяє доброму засвоєнню організмом кальцію.

Вплив на склад молока породи, періоду лактації, раціону, пори року тощо.

Із зовнішніх умов вирішальне значення для збільшення кількості молока має *збалансована і правильна годівля*. Для продукції молока і відновлення клітин молочних залоз потрібні корми, багаті на білки і безазотисті продукти. Для молочних продуктивних корів найкращим вважають корм, в якому відношення азотистих продуктів до безазотистих дорівнює 1 : 5. Особливо добре впливають на молокоутворення хороше пасовище, соковиті корми і напування вволю. У тваринників є прислів'я, що "у корови молоко на язиці", тобто годівля впливає на підвищення молокотворення.

Утримання корів у світлих, чистих, добре провітрюваних приміщеннях, а також регулярне чищення, поліпшує обмін речовин, підвищує молочну продуктивність.

Утримання на пасовищі збільшує лактацію, тому що на випасі корови поїдають соковитий поживний корм, мають добрий моціон у вигляді помірної м'язової роботи і перебувають в добрих гігієнічних умовах (свіже повітря, вітер, добре ложе для відпочинку).

Правильне доїння з застосуванням масажу вим'я, подразнюючи нервову систему, підвищує удій. Систематичне недодоювання і грубе доїння, яке роздратовує корову, знижують удій.

Вік тварини, як правило, впливає на кількість і якість молока. Після першої лактації і до п'ятої кількість молока поступово збільшується і якість його поліпшується. Потім обидва показники протягом кількох лактацій зберігаються на одному і тому ж рівні. На старість, з кожною лактацією, кількість молока зменшується і воно стає менш жирним.

На кількість і якість молока впливають *хвороби*, які нерідко обумовлюють цілковите припинення секреції молока.

Молозиво. Особливості хімічного складу та значення його для новонародженого.

Секрет молочної залози, який одержують перед самим отеленням, а також у перші 7–10 діб після отелення за своїми якостями і хімічним складом відрізняється від молока і називається ***молозивом.*** Молозиво має жовто-білий колір із ледь рожевим відтінком, солонуватий смак, слабокислу реакцію і специфічний запах. На відміну від молока воно під час нагрівання зсідається, густина молозива становить 1,040–1,080 г/см^3. Молозиво містить усі ті ж компоненти, що й молоко. До складу молозива входять, окрім води, білок, жир, молочний цукор, мінеральні речовини, вітаміни, ферменти, гормони та інші речовини. Під мікроскопом в молозиві знаходять формені елементи крові (переважно лейкоцити), так звані "молозивні тільця". Особливо багато в молозиві імунних білків і лізоциму.

У молозиві корів загальна концентрація білка досягає 16,3 г на 100 г молозива (із яких 5г складає казеїн, 11,3 – альбуміни і глобуліни), мінеральних солей – 1,2 г, молочного цукру – 3,4 г, в той час як у звичайному молоці корови міститься білків 3,2 % (зокрема казеїну – 2,6 %, альбумінів – 0,4 %, глобулінів – 0,2 %), мінеральних речовин – 0,7 % і молочного цукру – 4,7 %. Казеїн молозива перших 3–х діб лактації значно відрізняється від казеїну звичайного молока як за кількістю фракцій, так і за їх відсотковим співвідношенням.

Надалі, тобто через 3 доби лактації, коли секреторні процеси в молочній залозі нормалізуються, казеїн містить тільки три фракції (α, β, γ), при цьому співвідношення цих фракцій непостійне і залежить від надою.

Особливу цінність у молозиві мають сироваткові білки – альбуміни і глобуліни. Їх вміст у молозиві, порівняно зі звичайним молоком, у декілька разів більший. Починаючи з першого удою, в молозиві збільшується вміст сироваткових альбумінів, α-лактальбуміну і різко зменшується кількість β-лактоглобуліну та імунних глобулінів. Одночасно в молозиві зменшується відсоток жиру і казеїну. На 3 добу лактації вміст білків у молоці стабілізується на рівні, характерному для нормального молока тварини даного виду і породи.

Молозиво за кількістю білків і їх фракційним складом суттєво відрізняється від нормального молока і має склад, близький до крові.

Ця різниця, переважно, обумовлена тим, що в молозиві міститься більше альбумінів і глобулінів, ніж у нормальному молоці. У молозиві виявляють і інші азотовмісні речовини, які становлять небілковий азот, зокрема сечовина, креатин, креатинін, сечова кислота і амінокислоти. Найбільша кількість небілкового (залишкового) азоту у тварин припадає на молозиво першого надою.

Процес молокоутворення. Синтез складових частин молока. Типи секреції молока.

Молоко утворюється в епітеліальних секреторних клітинах альвеол і проток із складових частин крові. Через вим'я корови проходить величезна кількість крові. Для утворення 1 *л* молока потрібно щоб через нього пройшло близько 500 *л* крові.

Білки молока синтезуються з амінокислот і білків плазми. *Молочний цукор – лактоза* – синтезується з глюкози, ***молочний жир*** – з гліцерину й жирних кислот, а також оцтової кислоти, яка у великій кількості утворюється в рубці. Вітаміни, мінеральні речовини переходять з крові в молоко без змін.

В утворенні молока розрізняють *чотири типи секреції*. У молозивний період спостерігається ***апокриновий тип***, за якого відторгається верхівкова частина секреторної клітини разом з утвореним секретом. У розпал лактації секреція молока відбувається за ***мерокриновим типом***. Утворені краплини жиру та інші складові частини молока переміщуються у верхівкову частину клітини й звідси просочуються крізь її мембрану, не пошкоджуючи клітину. За ***лемокринового типу*** краплини секрету виносять на собі частинки плазматичної мембрани. Вважають, що секреція цього типу відбувається одночасно з мерокриновою і виділяється тільки жир. У стадії інволюції вим'я спостерігається ***голокриновий тип***, під час якого вся клітина перетворюється в секрет молока.

Молоко утворюється безперервно, заповнюючи спочатку альвеоли й протоки, а потім переміщується в цистерни. Перехід молока відбувається періодично, з перервами. У міру заповнення системи вим'я молоком тонус м'язових волокон зменшується і вим'я розширюється, але це можливе до певної межі. Коли вим'я переповнюється молоком, усередині його підвищується тиск і утворення молока різко зменшується. Місткість вим'я залежить від об'єму цистерн, проток, розвитку альвеолярного апарату. Задні чверті вим'я розвинені більше, ніж передні. Спорожнення альвеолярного відділу

вим'я стимулює молокоутворення. Неповне видоювання гальмує утворення молока і веде до поступового запуску.

Регуляція процесу молокоутворення. Фази молокоутворення.

Процес *утворення молока* регулюють нервова система і залози внутрішньої секреції. Регуляція відбувається за участю кори великих півкуль і гіпоталамуса, у яких розміщується ***лактаційний центр***. ***Гіпоталамус*** виділяє нейросекрети – *соматоліберин і пролактоліберин*, вони стимулюють виділення гіпофізом гормонів *соматотропіну й пролактину*. Ці гормони беруть безпосередню участь в утворенні молока. Роль інших залоз внутрішньої секреції полягає в тому, що вони сприяють утворенню попередників молока та збільшенню їх кількості в крові.

У регуляції *молоковіддачі* беруть участь нервова система і залози внутрішньої секреції. У рефлексі молоковіддачі розрізняють дві фази. **Перша фаза – *нервова***; під час доїння або смоктання подразнюються рецептори вим'я й імпульси передаються в центри попереково–крижового відділу спинного мозку, а звідти до сфінктерів дійок; сфінктери відкриваються, і виділяється цистернальна порція молока.

Друга фаза – *нервово-гуморальна*; імпульси від рецепторів вим'я передаються в гіпоталамус, у якому утворюється гормон ***окситоцин***, який надходить у задню частку гіпофіза. Окситоцин з гіпофіза виділяється в кров, з нею приноситься до вим'я, де спричиняє скорочення зірчастих міоепітеліальних клітин альвеол, внаслідок чого скорочуються альвеоли і виводиться альвеолярна порція молока. Але навіть після найретельнішого видоювання, у вим'ї залишається якась кількість молока, це ***залишкове молоко***.

Роль умовних рефлексів для молоковіддачі. Важлива роль у здійсненні рефлексу молоковіддачі належить ***корі великих півкуль***. У корів виробляється умовний рефлекс на місце і обстановку доїння. Участь кори забезпечує більш повноцінний рефлекс молоковіддачі. Гальмування умовних рефлексів під час доїння може бути наслідком зміни умов доїння, тоді молоковіддача гальмується.

Фізіологія доїння. Доїння є складним процесом. Усі прийоми, пов'язані з доїнням (підхід до тварини, витирання вим'я, його масаж тощо) повинні здійснюватись у певній послідовності. Це сприяє утворенню й закріпленню в корів умовних рефлексів, пов'язаних з рефлексом молоковіддачі. ***Машинне доїння*** – найбільш доцільний спосіб одержання молока. Під час ручного доїння одночасно видоюють дві чверті, а доїльною машиною – всі чотири. Коли

видоюють по черзі одну чверть за одною, з чверті, яку видоюють останньою, дістають менше молока, до того ж воно нижчої жирності. Це пояснюється тим, що молоко з неї частково переходить у протоки й альвеоли. Виділення і дія *окситоцину* тривають 4–7 хв. Враховуючи це, доїння треба закінчити в період дії окситоцину на міоепітелій альвеол. Тому корів треба доїти швидко й енергійно, оскільки рефлекс молоковіддачі триває тільки 5–7 хв. Не можна ***передержувати доїльні стакани*** на видоєному вим'ї. Організовуючи машинне доїння корів, треба обирати ***оптимальний вакуум*** у підсосковій камері з урахуванням атмосферного тиску. Оптимальним вакуумом за інструкцією вважають 360–380 мм рт. ст. вищий вакуум може спричинити розрив кровоносних судин паренхіми і сфінктерів дійки та виникнення маститів. Для машинного доїння застосовують дво- і трикратні машини. ***Двотактна машина*** молоко видоює швидко, але не досягається повного видоювання. ***Трикратна машина*** видоює трохи повільніше, зате вона не гальмує рефлексу молоковіддачі і є більш фізіологічною. Якщо машинне доїння організоване правильно, більшість корів видоюють за 5–10 хв тепер розроблено також методи машинного доїння кобил.



Питання для самоконтролю

1. Що таке лактація?
2. Яка її тривалість у різних видів тварин?
3. Яка будова молочної залози?
4. Який склад молока ?
5. Який склад молозива?
6. Як відбувається утворення молока?
7. Регуляція процесів утворення і виведення молока.
8. Які особливості ручного і машинного доїння корів?

3.11. ФІЗІОЛОГІЯ М'ЯЗІВ І НЕРВІВ

Фізіологічний стан тканин: спокій, збудження, гальмування.

Сучасна фізіологія вважає, що нервова і м'язова тканини можуть бути в трьох станах – фізіологічному спокої, збудженні і гальмуванні.

Фізіологічний спокій – це стан, коли тварина або орган не виявляє ознак властивої їм діяльності. Наприклад, якщо м'яз не скорочується то вважають, що він перебуває в стані спокою.

Збудження – діяльний стан живої тканини, в який вона приходить під впливом подразнення. Ознакою збудження є діяльність, властива даній тканині; наприклад, збуджений м'яз скорочується. Для збудження характерне виникнення потенціалу дії. Виникнувши на одній ділянці клітини, збудження поширюється по всій клітині й на сусідні клітини. Проведення збудження в м'язах і нервах здійснюється *електричним шляхом* тобто за допомогою колових струмів, спричинених потенціалом дії.

Гальмування – такий стан, коли діяльність тканини чи органа послаблюється або повністю припиняється.

Щоб виникло збудження, повинна подразнитись збуджувана тканина. ***Подразник*** – це агент зовнішнього або внутрішнього середовища організму, який, діючи на клітини, тканини, органи, спричиняє збудження. Подразники за своєю енергетичною природою поділяються на *фізичні* (механічні, температурні, електричні, світлові, звукові та ін.) і *хімічні* (гормони, кислоти, луги, отрути тощо).

За біологічним значенням для тканини або організму подразники бувають адекватні й неадекватні. ***Адекватний*** – це такий подразник, до якого даний орган або тканина пристосувалися в процесі еволюції. Для м'яза адекватним подразником є нервовий імпульс, для сітківки ока – світло і т.д. ***Неадекватними*** є такі подразники, які на тканину або орган у природних умовах звичайно не діють. Так, скорочення м'яза можна викликати механічним подразненням (укол) тощо.

Біоелектричні явища. Електричні явища в збуджуваних тканинах відкрив у XVIII ст. італійський учений Л. Гальвані. Наявність електричного потенціалу під час збудження виявив К. Матеуччі в XIX ст. Досліди Гальвані й Матеуччі поклали початок ***електрофізіології***.

Потенціал спокою. Мембрана нервової або м'язової клітини в стані спокою з зовнішнього боку заряджена позитивно, а з внутрішнього – негативно. Різниця зарядів між зовнішньою і внутрішньою поверхнею клітинної мембрани в стані фізіологічного спокою клітини називається ***потенціалом спокою***, або ***мембранним потенціалом***. Сучасна мембранна теорія так пояснює його виникнення. У цитоплазмі клітини багато *іонів калію*, а в міжклітинній рідині калію мало, тому калій дифундує в міжклітинну рідину. *Аніони* не можуть проникати крізь мембрану й лишаються в клітині. Оскільки іони калію мають позитивний заряд, а *аніони* негативний, то зовнішня поверхня мембрани заряджається *позитивно,* а внутрішня – *негативно.* Клітинна мембрана малопроникна для іонів натрію. Цих іонів у позаклітинній рідині більше, ніж у клітині, і вони в невеликій кількості дифундують у клітину, трохи зменшуючи заряд, створюваний калієм. Різницю концентрацій іонів калію і натрію в клітині й позаклітинній рідині підтримує так званий *іонний "натрій-калієвий насос"*. Він переміщує іони натрію в позаклітинну рідину, а іони калію в клітину за допомогою спеціальних ***молекул-переносників***. Внаслідок таких процесів клітина зберігає високу концентрацію іонів калію, а позаклітинна рідина – іонів натрію. Джерелом енергії для роботи "натрій-калієвого насоса" є АТФ.

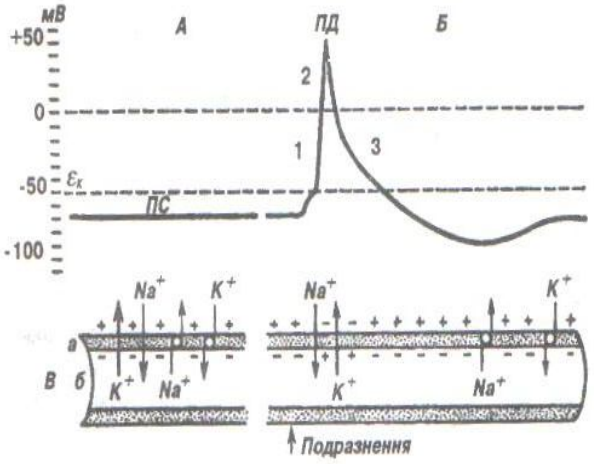


Рис. 121. Схема потенціалів спокою (А) і дії (Б) та механізм їх виникнення (В):

мВ – мілівольти; $\varepsilon_к$ – поріг збудливості; ПС – потенціал спокою; ПД – потенціал дії; 1 – деполяризація (зменшення ПС під впливом подразника); 3 – відновлення початкового розряду; а – мембрана; б – цитоплазма

Потенціал дії. Під впливом подразнення проникність клітинної мембрани для іонів натрію підвищується в сотні разів. Оскільки в позаклітинній рідині іонів натрію більше, ніж у клітині, то вони швидко переходять у клітину і клітинна мембрана перезаряджається: внутрішній її бік заряджається позитивно, а зовнішній – негативно. Потім значно підвищується проникність мембрани для іонів калію, вони починають швидко переміщуватися з клітин у позаклітинну рідину й знову відновлюють початковий заряд мембрани. Різке коливання потенціалу, яке виникає внаслідок короткочасного перезарядження мембрани й наступного відновлення її початкового заряду, називається *потенціалом дії.* Такі коливання потенціалу тривають 1–5 мілісекунд

.

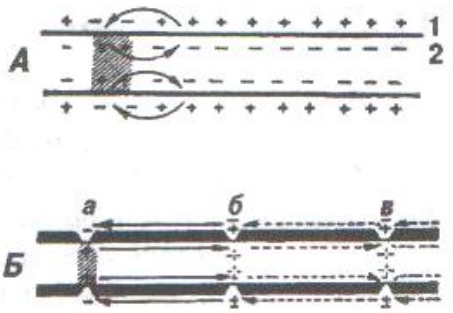


Рис. 122. Схема поширення збудження:
А– волокна м'язів і безм'якушеві нервові волокна; Б – м'якушеве нервове волокно; 1 – мембрана; 2– волокно; а, б, в – перехвати Ранв'є (заштриховані – збуджені ділянки; світлі – ділянки спокою)

Механізм проведення збудження. Коли в одній з ділянок нервової клітини, нервового або м'язового волокна виникає збудження і з'являється потенціал дії, між збудженою і сусідньою не збудженою ділянкою виникає різниця потенціалів. Ця різниця потенціалів є причиною появи колових (локальних) струмів. *Усередині клітини* струм іде від *збудженої ділянки до ділянки спокою*, по зовнішньому боку – *від ділянки спокою до збудженої*. Проходячи через ділянку спокою, коловий струм подразнює її й спричиняє появу потенціалу дії. У ділянці, яка раніше була збуджена, відновлюється потенціал спокою. Цей процес багато разів повторюється й зумовлює поширення імпульсів збудження. Швидкість проведення збудження по скелетних м'язах 12–15 м/с, гладких м'язах – 1–18 см/с, у безм'якушевих нервах – 0,5–3 м/с.

У м'якушевих нервових волокнах потенціал дії виникає тільки в перехватах Ранв'є, і спричинені ним колові струми поширюються від одного перехвату до другого; швидкість проведення імпульсів збудження по них досягає 120 м/с.

Основні властивості живої тканини: подразливість, збудливість, лабільність і її фази.

Будь-яка жива клітина має властивості подразливості, збудливості й лабільності (функціональної рухливості).

Подразливість – загальна властивість будь-якої живої клітини реагувати на подразнення зміною обміну речовин. З подразливістю пов'язані всі процеси росту і розмноження клітин.

Збудливість – властивість нервової й м'язової тканин відповідати на дію подразника збудженням. Щоб виміряти величину (ступінь) збудливості, визначають поріг збудливості й хронаксію. Їх вимірюють спеціальним приладом – *хронаксиметром. Порогом збудливості* називається найменша сила подразника, що здатна спричинити збудження; його виражають у вольтах постійного струму. Чим збудливіша тканина, тим менший у неї поріг збудливості і, отже, слабший подразник може спричинити збудження. ***Хронаксія*** – найменший час дії подразника подвоєної порогової сили; вимірюється в тисячних частках секунди (мілісекундах). Чим менша хронаксія, тим вища збудливість тканини.

Лабільність (функціональна рухливість) – це властивість живої тканини синхронно відповідати ритмом збудження на ритм подразнення. Відкрив її М. Є. Введенський, вивчаючи дію ритмічних подразнень на нервово-м'язовий препарат. Лабільність вимірюють показником ***"міра лабільності"*** – це максимальна кількість імпульсів збудження, що виникають за 1 с у відповідь на таку саму максимальну кількість подразнень. Висока лабільність властива м'якушевим нервам, у безм'якушевих нервів вона низька. Так, максимальний ритм збуджень м'якушевого нервового волокна 500, безм'якушевого – 200, скелетного м'яза – 200 імпульсів за 1 с, а гладкого – в десятки разів менший.

У процесі виникнення і розвитку імпульсу збудження спостерігаються послідовні *фази* зміни збудливості. Під час виникнення збудження спостерігається зниження збудливості до нуля, коли тканина не відповідає на подразнення будь-якої сили; це фаза ***абсолютної рефрактерності***. Потім збудливість тканини починає поступово відновлюватися, досягаючи початкового рівня, ця фаза

називається ***відносною рефрактерністю***. Потім настає період підвищеної збудливості – ***фаза екзальтації***, за якою йде тривала фаза невеликого зниження збудливості – ***фаза субнормальності***, після неї відновлюється нормальна збудливість. Наявність цих фаз зміни збудливості відіграє важливу роль у діяльності нервів і м'язів.

Біологічне значення фази ***абсолютної рефрактерності*** полягає в тому, що вона запобігає надмірним втратам енергетичних матеріалів у тканині, і тим самим сприяє нормальному розвитку процесів збудження, а ***відносна рефрактерність*** створює умову для відновлення вихідного стану збудженої тканини.

Під час фаз ***екзальтації*** тканина здатна відповідати на повторне подразнення, яке викликає не тільки певну реакцію тканин, а й створює сприятливі умови для повторних збуджень. Фаза екзальтації має безпосереднє відношення до ритмічної діяльності властивої нервовій та м'язовій тканинам.

Оптимум, песимум і парабіоз. Подразнюючи нерв нервово-м'язового апарату з різною частотою, М.Є. Введенський установив, що величина скорочення м'яза залежить від частоти подразнень. Частота подразнень, яка спричиняє максимальне скорочення м'яза, називається ***оптимальною або оптимумом***. При цій частоті кожний новий імпульс збудження виникає під час фази екзальтації, створеної попереднім імпульсом, внаслідок чого й відбувається максимальне скорочення. Оптимальна частота для рухового нерва жаби становить 100–150, для литкового м'яза – 30–50 імпульсів за 1 с.

При дуже частих подразненнях скорочення м'яза зменшуються або навіть зовсім припиняються. Така частота називається ***песимальною або песимумом***. Песимум виникає внаслідок того, що збудження ще не закінчилося й тканина перебуває в стані абсолютної або відносної рефрактерності, а на неї діє нове подразнення. Часті подразнення, які перевищують міру лабільності, спричиняють не збудження, а ***гальмування.***

За правилом оптимуму й песимуму частоти подразнень відбувається скорочення м'яза й тоді, коли діють подразники різної сили. Якщо сила подразнюючого електричного струму поступово збільшується, скорочення м'яза збільшується до максимальної величини – ***оптимум*** сили, після чого скорочення починає знижуватися й навіть зовсім припиняється – ***песимум*** сили, коли сила струму стає надмірною.

М.Є. Введенський у дослідах на нервово-м'язовому препараті показав, що перехід збудження в гальмування залежить від ***лабільності.*** Щоб змінювати лабільність нерва, він на середню ділянку нерва діяв ефіром, хлороформом, хлористим калієм, холодом та ін. Під впливом цього лабільність даної ділянки поступово знижується, і під час подразнення нерва вище від зміненої ділянки змінюється величина скорочення м'яза. На початку зниження лабільності спостерігається однакове скорочення м'яза на слабке (порогове) і сильне подразнення; цю стадію М.Є. Введенський назвав ***зрівнювальною.*** Потім при дальшому зниженні лабільності на слабке подразнення м'яз скорочується сильно, а на сильне подразнення він або зовсім не скорочується, або скорочується дуже слабо. Через таку ненормальну реакцію нерва цю стадію було названо *парадоксальною.* Наступний етап – це стадія ***гальмування***, коли м'яз не скорочується під час дії як слабкого, так і сильного подразнення внаслідок значного зниження лабільності зміненої ділянки нерва. Стадія гальмування закінчується станом, за якого відсутні видимі прояви життя – збудливість і провідність; цей стан було названо ***парабіозом*** (пара – біля, біос – життя), а послідовні зміни – ***стадіями парабіозу***. Після видалення речовин, що знижують лабільність середньої ділянки нерва, парабіоз припиняється, і ця ділянка повертається до нормального початкового стану, проходячи ті самі стадії в зворотному порядку.

Учення М.Є. Введенського про парабіоз установлює зв'язок між збудженням і гальмуванням. Збудження і гальмування – це різні реакції тканини на подразнення, результат якого залежить від лабільності. За високої лабільності виникає збудження, зниження лабільності спричиняє гальмування.

Фізіологія м'язів. Теорія м'язового скорочення, сила, робота і стомлення м'язів.

У вищих тварин розрізняють три види м'язових тканин: скелетну, серцеву і гладку. У цьому розділі буде розглянуто фізіологію скелетних і гладких м'язів.

Скелетний м'яз складається з групи м'язових пучків, кожний з них складається з тисяч *м'язових волокон* – це клітини циліндричної форми довжиною до 12 см і діаметром 10–100 мкм. Кожне волокно оточене оболонкою – *сарколемою* й має тонкі нитки – *міофібрили*, які є скорочувальним апаратом м'язового волокна. Кожна міофібріла складається з ***протофібріл*** – це видовжені полімеризовані молекули білків *міозину й актину*. Міозинові протофібріли вдвічі товщі за

актинові і утворюють темні диски, а актинові – світлі диски, ці диски чергуються між собою і зумовлюють поперечну смугастість м'язових волокон. Молекули білка актину утворюють ланцюг схожий на подвійну нитку намиста, скручену у вигляді мотузки, товсті протофібріли побудовані з білка міозину, які укладені у вигляді пучка.

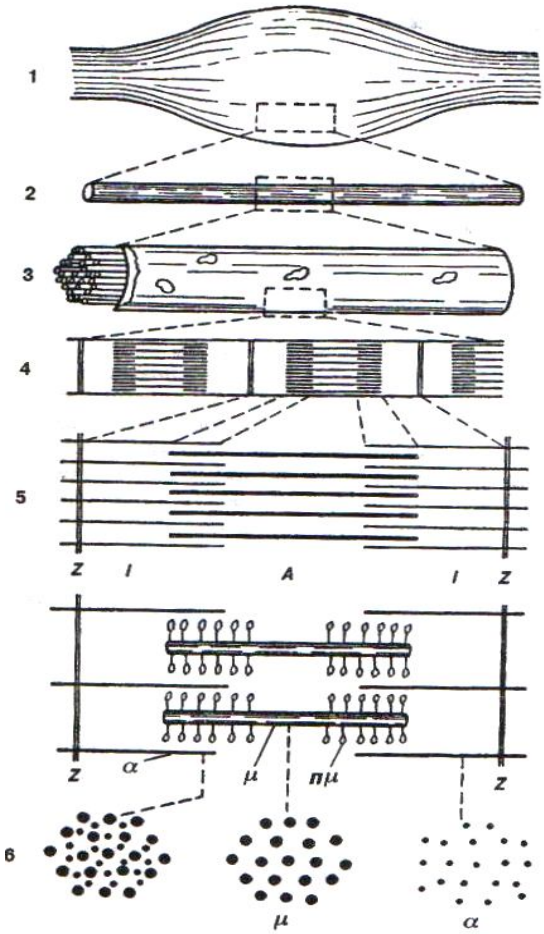


Рис. 123. Схематичне зображення гістоструктури м'яза:
1 – м'яз; 2 – м'язове волокно; 3 – міофібрили, що утворюють м'язове волокно; 4 – міофібрили з поперечною смугастістю; 5 – один саркомер; 6 – поперечний зріз міофібрили; I – ізотропний (світлий) диск; A – анізотропний (темний) диск α – актинові нитки; μ – міозинові нитки; ημ – поперечні місточки міозинової нитки, які закінчуються голівками; z – мембрани

Кожна міофібріла розділена перегородками Z-мембранами – на 20 тисяч ділянок – саркомерів, довжина яких досягає 2,5 мкм. Усере-

дині кожного саркомера розміщено близько 2,5 тисяч темних, товстих міозинових протофібрил, а на обох кінцях саркомера до Z-мембрани прикріплені 2,5 тисячі тонких світлих актинових протофібрил. Актинові нитки своїми кінцями частково заходять у проміжки між міозиновими нитками. Під час скорочення відбувається взаємне ковзання актинових і міозинових протофібрил при цьому актинові нитки ще глибше проникають у простори між міозиновими нитками, внаслідок цього довжина саркомера зменшується на 20–40%.

Властивості скелетних м'язів. Збудливість скелетних м'язів менша за збудливість нервів. Збудження в м'язах проводиться ізольовано, тобто не переходить з одного м'язового волокна на інше. Нерви закінчуються в середині кожного м'язового волокна, тому збудження поширюється в обидва боки з швидкістю 4–15 м/с.

Скелетний м'яз є пружним тілом. Якщо до м'яза підвісити тягар, то м'яз розтягується, ця властивість називається *розтяжністю*. *Еластичністю (пружністю)* м'яза називається повернення його до початкової довжини після розтягнення, коли знято тягар. *Пластичністю* м'яза називається властивість зберігати видовжену форму після зняття тягаря, що спричинив його розтяг. У скелетних м'язах краще виявляється властивість еластичності, ніж пластичності.

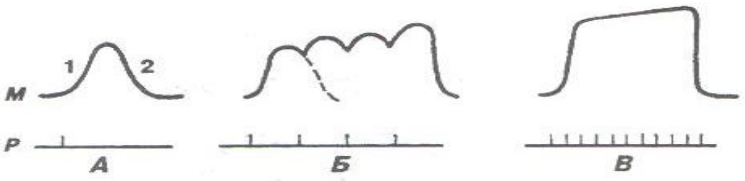


Рис. 124. Скорочення скелетного м'яза за різної частоти подразнень:
А *– поодиноке скорочення у відповідь на одне подразнення;* ***Б*** *– зубчастий тетанус (близько 15 подразнень за 1 с);* ***В*** *– гладенький тетанус (понад 25 подразнень);* ***М*** *– механограма – запис скорочення м'язів;* ***Р*** *– частота подразнень; 1 – фаза скорочення; 2 – фаза розслаблення*

Скорочення м'язів. В умовах досліду на одиничне подразнення м'яз відповідає одиничним скороченням. Записуючи це скорочення на кімографі, можна встановити три періоди: *латентний* – період від подразнення до початку скорочення, період *скорочення* і період *розслаблення*. У литкового м'яза жаби одиничне скорочення триває 0,1 с, а в ссавців – 0,04–0,1 с. У латентний період у м'язі відбуваються процеси, за яких вивільняється енергія для м'язового скорочення.

Якщо до м'яза надходить кілька частих імпульсів збудження, настає тривале скорочення м'яза, яке називається *тетанічним скороченням*, або *тетанусом*. Залежно від частоти збуджень тетанус буде зубчастим або гладким.

При рідких подразненнях, найбільше 10 у 1 с виникають поодинокі скорочення – чергові подразнення застають м'яз у розслабленому стані. З прискоренням подразнення з 10 до 25 в 1 с кожний імпульс буде впливати на м'яз у момент його розслаблення. Виникає неповний або *зубчастий тетанус*. Коли ж частота подразнень перевищує 25 у 1 с, то настає повний або *гладкий тетанус* – новий імпульс надходить до м'яза на початку його розслаблення.

Хімізм м'язового скорочення. М'яз скорочується за рахунок енергії хімічних процесів, які мають дві фази: *анаеробну* – без участі кисню й *аеробну* – з його участю. В *анаеробній* фазі відбувається розпад аденозинтрифосфорної кислоти (АТФ) на аденозиндифосфорну кислоту (АДФ) і фосфорну кислоту, при цьому вивільняється енергія, за рахунок якої й скорочуються м'язи. Оскільки АТФ витрачається, то тривала м'язова робота неможлива без синтезу цієї кислоти. Розпад креатинфосфату на креатин і фосфорну кислоту є джерелом енергії для відновлення АТФ.

Аеробна фаза характеризується окисленням молочної кислоти та інших органічних сполук до CO_2 і H_2O. Утворена при цьому енергія йде на синтез залишків молочної кислоти до глікогену та синтез АТФ і креатин фосфорної кислоти.

Під час скорочення м'язів більша частина потенціальної енергії хімічних речовин перетворюється в теплову і лише 25–30 % – в механічну.

Під час напруженої м'язової роботи, коли органи дихання і кровообігу не можуть повністю забезпечити м'язи потрібною кількістю кисню, виникає кисневе голодування, і в м'язах нагромаджується багато молочної кислоти.

Вправи, тренування збільшують у м'язі вміст креатину, фосфорної кислоти, ферменту каталази, що відіграють важливу роль у динаміці м'язового скорочення, та менше нагромадження молочної кислоти й інших продуктів розпаду.

Теорія м'язового скорочення. У стані спокою тонкі нитки актину лежать частково своїми кінцями у проміжках між товстими міозиновими нитками. Коли м'яз збуджується під впливом потенціалу дії, нитки актину зсуваються в проміжку між нитками міозину, тобто

ковзають назустріч одна одній, спричиняючи скорочення міофібрил. Вважають, що ковзання відбувається в результаті скорочення містків – бічних відростків міозинових ниток під впливом іонів кальцію. Вкорочуючись, містки тягнуть актинову нитку назустріч міозиновій.

Силу м'яза визначають за максимальним скороченням його під час піднімання максимального тягаря. Найсильнішими є м'язи з косими волокнами, що мають перисту будову.

Робота м'язів. Скорочуючись, м'яз стає коротшим і тим самим виконує роботу. Вона найбільша при середніх навантаженнях і середньому ритмі скорочень.

Стомлення м'язів. Стомленням називається тимчасове зниження або припинення роботи органа чи цілого організму в результаті їхньої діяльності. У процесі скорочень м'язи стомлюються, при цьому знижуються їх збудливість, лабільність і величина скорочення. У стомленому м'язі знижується вміст глікогену й нагромаджуються продукти обміну. У дослідах на нервово-м'язовому препараті М.Є. Введенський установив, що насамперед стомлюються ***синапси*** внаслідок їх низької лабільності. В організмі втома в першу чергу настає в нервових центрах, і насамперед кори великих півкуль. Продукти обміну речовин, циркулюючи в крові, залежно від їхньої концентрації впливають по-різному: за малої концентрації вони *стимулюють*, а за великої – *пригнічують* нервові центри. І.М. Сєченов довів, що швидке відновлення працездатності стомлених м'язів настає не під час повного їх спокою, а тоді, коли працюють інші м'язи, які до цього не скорочувалися. Імпульси від щойно залучених до роботи м'язів, підвищують збудливість нервових центрів, збудження одних нервових центрів знижує й навіть знімає втому інших центрів. Стомленість залежить від стану симпатичної нервової системи й залоз внутрішньої секреції; стомлений м'яз знову починає скорочуватись, коли подразнюється симпатичний нерв чи вводиться адреналін, що посилює обмін. Затримує стомлення м'язів тренування. При ньому збільшується об'єм внаслідок потовщення м'язових волокон, підвищується вміст глікогену, АТФ і креатинфосфату, прискорюються відновні процеси, вдосконалюється регуляторна функція центральної нервової системи.

Тонус м'язів. Скелетні м'язи в спокої розслаблюються не повністю, а перебувають у деякому напруженні, тобто в тонусі. Він зумовлений надходженням до м'язів рідких нервових імпульсів, які збуджують м'язові волокна не одночасно, а по черзі. Є дані, що існують

спеціалізовані рефлекторні дуги, які забезпечують тонус. Тонус скелетних м'язів відіграє важливу роль у підтриманні певного положення тіла в просторі та в діяльності рухового апарату.

Гладкі м'язи складаються з клітин різної форми, довжиною від 30 до 500 мкм і діаметром 2–10 мкм; у клітин є бічні відростки, завдяки яким клітини гладких м'язів групуються в довгі пучки. Вони, в свою чергу, за допомогою тяжів з'єднуються одна з одною, забезпечуючи діяльність м'яза як єдиної системи. Скоротливим апаратом гладких м'язів є міофібрили, в яких містяться тонкі актинові нитки з прикріпленими до них короткими відростками міозинових ниток, що називаються *димерами*.

Гладкі м'язи мають ті самі властивості, що й скелетні, але збудливість їх нижча – від 1 см/с в кишечнику до 18 см/с у матці. Гладкі м'язи скорочуються внаслідок ковзання ниток актину назустріч одна одній за участю прикріплених до них димерів міозину. Одиничні скорочення гладких м'язів дуже тривалі. Внаслідок цього гладкий м'яз у стан тетанусу приводиться рідкими імпульсами. М'язи мають здатність тривалий час перебувати в тонусі. Тривалі тонічні скорочення цих м'язів особливо чітко виявляються в сфінктерах порожнистих органів, у стінках кровоносних судин.

Деяким гладким м'язам властива *автоматія,* тобто вони можуть періодично скорочуватися без зовнішніх подразнювачів, під впливом імпульсів, що виникають у них самих. У гладких м'язах добре виявлено властивість *пластичності й розтяжності* порівняно з еластичністю. Внаслідок пластичності й розтяжності порожнисті органи – сечовий міхур, шлунок, кишечник – можуть дуже розтягуватись без підвищення тиску всередині них.

Фізіологія нервів. Основною структурною й функціональною одиницею нервової системи є ***нейрон***, що є нервовою клітиною з відростками. Один з відростків проводить збудження від тіла нервової клітини і називається ***аксоном.*** Інші відростки (звичайно їх буває кілька і вони розгалужуються) проводять збудження в напрямі до клітини, їх називають ***дендритами***. Відростки нервових клітин утворюють нервові волокна; вони є провідниками нервових імпульсів. Розрізняють ***м'якушеві*** (покриті мієліновою оболонкою) і ***безм'якушеві*** (не мають мієлінової оболонки) нервові волокна. Нервові волокна об'єднуються в пучки й утворюють нерви.

Нервові волокна, що проводять імпульси від периферії до нервових центрів називаються *сенсорними, чутливими, доцентровими*

або аферентними. Інші волокна, що проводять імпульси від центра до периферії є *руховими, моторними, відцентровими або еферентними*.

В організмі тварин нерви звичайно змішані мають в своєму складі аферентні та еферентні волокна.

Властивості нервових волокон. Нервові волокна характеризуються високою *збудливістю*, у м'якушевих волокон вона вища, ніж у безм'якушевих. *Лабільність* нервових волокон найвища. М'якушеві волокна можуть відтворювати до 500 імпульсів за 1 с. У безм'якушевих волокон лабільність дуже низька.

Нерв складається з великої кількості нервових волокон, але збудження по кожному нервовому волокну проводиться ізольовано, не переходячи на сусідні. Збудження по нервовому волокну може поширюватися в обидва боки за допомогою колових струмів, спричинюваних потенціалом дії.

Обмін речовин у нерві дуже незначний. Енергії утворюється на 1 г нерва приблизно в мільйон разів менше, ніж на 1 г м'яза. Нерв практично нестомлюваний. Нестомлюваність його зумовлена низьким обміном речовин і високою лабільністю. Це створює сприятливі умови для виконання його основної функції – проведення нервових імпульсів.

Синаптичне передавання збудження. Фізіологічні властивості синапсів. Збудження з нерва на м'яз передається через спеціальний структурний утвір – *нервово-м'язові синапси*, це місце контакту одного нейрона з іншим або аксона (нейриту) з робочим органом. На одному нейроні кількість синапсів може досягати декількох тисяч. Залежно від місця розміщення синапси ділять на центральні (міжнейронні) периферичні нервово-м'язові. Синаптичні утворення – це своєрідні потовщення розгалужень нейриту з мітохондріями, синаптичними міхурцями та іншими утвореннями. ***Синапс*** складається з *пресинаптичної мембрани, синаптичного простору (щілини) і постсинаптичної мембрани*. Закінчення аксона рухового нейрона розгалужується на велику кількість кінцевих нервових гілочок, що втратили мієлінову оболонку. Мембрана цих гілочок і є пресинаптичною мембраною.

Гілочки нервового волокна вдавлюють мембрану м'язового волокна, яка на цій ділянці утворює дуже складчасту постсинаптичну мембрану або рухову кінцеву пластинку. Нервовий імпульс, приходячи в нервові закінчення, сприяє виділенню з них медіатора *ацетилхоліну.* Медіатор через пресинаптичну мембрану надходить у синоптичну щілину й сполучається з хімічним рецептором

постсинаптичної мембрани, що збільшує її проникність для іонів натрію. Вони із синаптичної щілини прямують у середину м'язового волокна й спричиняють зменшення заряду мембрани, тобто її часткову деполяризацію, коли деполяризація досягає певного порогового рівня, між деполяризованою постсинаптичною мембраною і сусідніми позасинаптичними ділянками м'язового волокна, які зберегли початковий заряд, виникає рух колового електричного струму. Цей струм спричиняє появу потенціалу дії, який збуджує м'язові волокна.

Передча імпульсів через синапси має свої особливості. На відміну від нервового волокна вони проводять збудження в *одному напрямку*. Володіють *низькою лабільністю* тому, що легко піддаються втомі; їм властива *вибіркова чутливість* до хімічних речовин; одні з них збуджують ділянку синапсу – інші паралізують.



Питання для самоконтролю

1. Стани тканин.
2. Охарактеризуйте біоелектричні явища в тканинах.
3. Потенціал спокою і дії, їх виникнення.
4. Механізм проведення збудження по нервовому і м'язовому волокнах.
5. Що таке збудливість і лабільність, як їх вимірюють?
6. Поняття оптимум, песимум і парабіоз за М.Є. Введенським.
7. Властивість скелетних м'язів.
8. Теорія м'язового скорочення.
9. Стомлення м'язів.
10. Властивості нервових волокон.
11. Як передається збудження з нерва на м'яз?
12. Що таке синапс та фізіологічні властивості їх?

3.12. ФІЗІОЛОГІЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

Регуляторна функція центральної нервової системи та її роль у зв'язку організму із зовнішнім середовищем.

Центральна нервова система складається з спинного та головного мозку, включаючи кору великих півкуль. Які побудовані з величезної кількості нейронів, з'єднаних між собою за допомогою синапсів. Центральна нервова система в організмі забезпечує чітку регуляцію роботи всіх органів, їх координацію, й інтеграцію завдяки чому всі органи і системи органів діють злагоджено, а організм функціонує як єдине ціле. Вона забезпечує через органи чуттів зв'язок організму з умовами зовнішнього середовища, які постійно змінюються. Ця інформація піддається аналізу та синтезу, вмикаються механізми адаптації організму до умов зовнішнього середовища, що змінюються.

Індивідуальні особливості прояву фізіологічних функцій та реакцій поведінки організму визначаються типами вищої нервової діяльності.

Рефлекс – основна форма діяльності центральної нервової системи. Основною формою діяльності центральної нервової системи є рефлекс. ***Рефлексом*** називається реакція організму на подразнення рецепторів, здійснюється в результаті того, що збудження проходить по певному шляху – ***рефлекторній дузі***, яка складається з таких частин:

- рецептора, який сприймає подразнення,
- аферентного (чутливого) нейрона, або доцентрового нервового волокна, що несе збудження до центру рефлексу,
- нервові центри з проміжними нейронами та синапсами (центр рефлексу), що передають імпульси до ефекторних нейронів,
- еферентного (рухового) нейрона, або відцентрового нервового волокна, що проводять імпульси від центральної нервової системи до робочого органу,
- ефектор або органи-виконавці, діяльність яких змінюється за результатом рефлексу.

Рефлекторні дуги можуть бути *двонейронними* або моносинаптичними, складаються з чутливого та рухових нейронів; *тринейронними*, за участі одного вставного та ефекторного нейронів, та *багатонейронними* або полісинаптичними, коли рефлекторна дуга включає окрім чутливого та ефекторного декілька вставних нейронів.

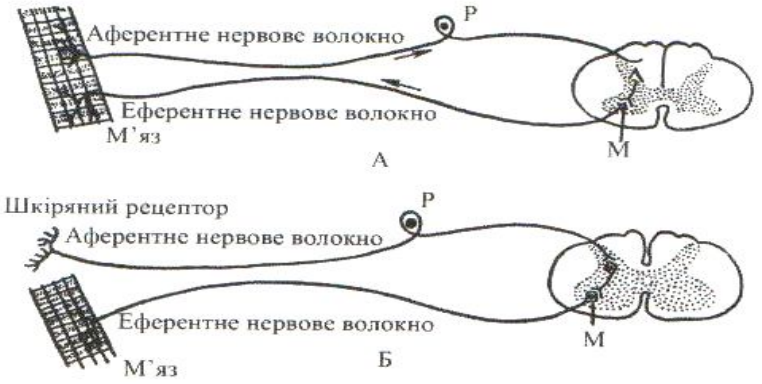


Рис. 125. Схема двонейронної (А) та тринейронної (Б) дуг спинномозкового рефлексу:
Р – рецепторний нейрон; М – мотонейрон

Рефлекси виникають, коли подразнюється не один, а багато рецепторів, які розміщені на певній ділянці тіла й утворюють *рецептивне поле*, або *рефлексогенну зону*. Рецептивні поля різних рефлексів, що знаходяться на поверхні тіла можуть заходити одне на одне, тому подразнення, що наносяться на певну ділянку тіла, залежно від його сили та стану центральної нервової системи, може викликати то один, то другий рефлекс.

Рефлекторна дуга. Схема простої рефлекторної дуги.

В організмі рефлекторну дугу утворює велика кількість нейронів, що містяться як у спинному, так і в різних відділах головного мозку, включаючи й кору великих півкуль. Так, коли подразнюються больові рецептори шкіри, збудження йде в *спинний мозок*, з нього надходить у *гіпоталамус проміжного мозку* й доходить до *кори великих півкуль*. Відбувається реакція-відповідь – відсторонення від подразника, що спричинив біль. Вона супроводиться також відчуттям болі, зміною частоти скорочень серця, частоти й глибини дихання та іншими реакціями, що спричиняються вегетативною нервовою системою.

Будь-яка рефлекторна реакція за участі м'язів супроводжується збудженням рецепторів м'язів, сухожилків та суглобових сумок, тобто ***пропріорецептори,*** від яких нервові імпульси зворотно надходять до центральної нервової системи. Це явище одержало назву ***зворотної аферентації***.

Схожі аферентні імпульси, що народжуються у організмі за результатами діяльності органів та тканини називаються ***вторинними***,

а нервові волокна, що проводять від робочих органів до ЦНС, іменують додатковими аферентними нервовими волокнами. Ці вторинні імпульси, що надходять від ефекторів надають інформацію до ЦНС про функціональний стан органа чи тканини. Інформація, що надійшла оцінюється у ЦНС та на підставі цієї оцінки відповідні нерви в нервові центри надсилають коригуючі еферентні сигнали, за результатом чого здійснюється нова реакція, що є адекватною дії первинного подразнення.

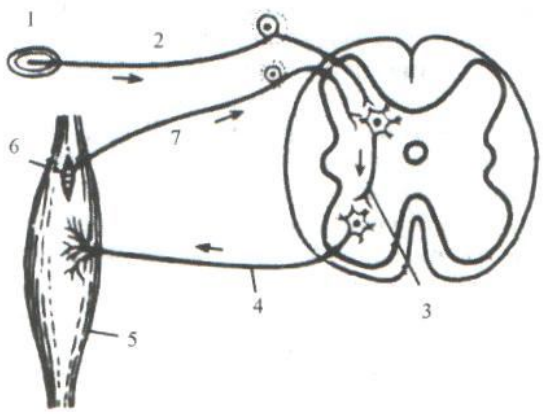


Рис. 126. Схема рефлекторної дуги з зворотним зв'язком:
1 – рецептор; 2–аферентий нейрон; 3 – проміжний нейрон; 4 – еферентний нейрон; 5 – м'яз; 6 – пропріорецептор; 7 – нейрон зворотного зв'язку

Зворотна аферентація бере участь у здійсненні координуючого руху у регуляції найважливіших вегетативних функцій: кровообігу, дихання, травлення, терморегуляції та ін.

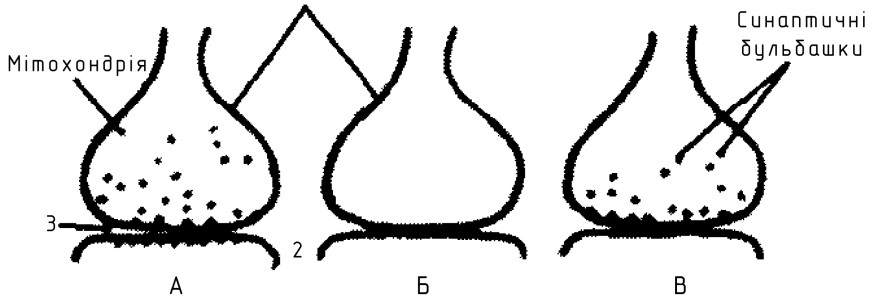


Рис. 127. Схема синапсів з хімічним (А), електричними (Б) та змішаними (В) механізмами передачі:
1– пресинаптична; 2 – постсинаптична мембрана; 3 – синаптична щілина

Зворотний зв'язок та роль міжнейронних синапсів. Механізм передачі збудження в синапсах.

Синапси – це утворення, що забезпечують передачу імпульсів з нервового закінчення на інші нервові клітини або ефектори. Виділяють дві групи синапсів: ***хімічні та електричні***.

У нервовій системі як хребетних, так безхребетних тварин більшість синапсів належать до хімічних. У складі хімічного синапсу виділяють:

- *пресинаптичну мембрану*, що вкриває закінчення аксона;
- *постсинаптичну мембрану*, яка є мембраною тіла, дендрита або аксона іншого нейрона;
- *синаптичну щілину*, відстань між пресинаптичною та постсинаптичною мембранами.

За функцією розрізняють збуджувальні й гальмувальні синапси. *Збуджувальні* синапси розміщуються в основному на дендритах, а *гальмувальні* – на клітинах нейрона. Вони відрізняються один від одного будовою пре- і постсинаптичних мембран і шириною синаптичної щілини. Хімічним передавачем збудження, медіатором у *збуджувальних* синапсах, є *ацетилхолін*, у *гальмуючих* синапсах – *амінокислота гліцин і гамма-аміномасляна кислота*.

Механізм передачі збудження в синапсах такий: нервові імпульси, що приходять до закінчення аксона, спричиняють виділення ацетилхоліну із синаптичних пухирців. Він крізь пресинаптичну мембрану надходить у синаптичну щілину й сполучається з хімічним рецептором постсинаптичної мембрани, що збільшує її проникність для іонів натрію. Вони із синаптичної щілини надходять усередину дендрита й спричиняють зменшення заряду постсинаптичної мембрани, тобто її деполяризацію. Коли деполяризація досягає певного порогового рівня, між симпатичною мембраною і сусідньою позасинаптичною ділянкою дендрита, що зберегла попередній заряд, виникає рух *колового струму*. Він зумовлює появу потенціалу дії, який збуджує дендрит. Виділений ацетилхолін швидко руйнується, тому діє короткочасно, спричиняючи тільки один імпульс. Іони натрію, які надійшли, швидко відкачуються іонним ***"натрієвим насосом"*** назад, у синаптичну щілину, і синапс знову готовий провести новий імпульс.

У *гальмувальних синапсах* із закінчення аксона виділяється *гліцин або гамма-аміномасляна кислота*. Вони збільшують проникність постсинаптичної мембрани для іонів калію і хлору. Калій виходить з клітини в синаптичну щілину, а хлор з неї в клітину. У результаті цього

збільшується позитивний заряд на зовнішньому боці мембрани і негативний — на внутрішньому, тобто відбувається гіперполяризація постсинаптичної мембрани. Нервові імпульси, які прийшли від дендритів до тіла через цю гіперполяризовану ділянку мембрани непроходять, і виникає гальмування.

Нервові центри і їх властивості. Гальмування в ЦНС. Первинне і вторинне гальмування за М.Є. Введенським.

Нервовими центрами називається група нейронів у центральній нервовій системі, які беруть участь у регуляції будь-якої функції органа. Нейрони, які утворюють нервовий центр, можуть лежати в різних відділах центральної нервової системи. Так, нейрони, які утворюють дихальний центр, лежать у спинному, довгастому, середньому й проміжному мозку, в корі великих півкуль.

Нервові центри мають низку властивостей: *однобічне проведення* збудження – зумовлюється функцією синапсів, які проводять імпульси від аксона до дендрита або тіла нервової клітини; *сповільнення збудження* – пояснюється тим, що потрібен час, щоб збудження пройшло через велику кількість синапсів, які зв'язують нейрони нервового центру.

Сумація збудження імпульси збудження у нервових центрах підсумовуються. Слабке допорогове подразнення лапки жаби не спричиняє рефлексу згинання, а якщо ж нанести кілька частих слабких подразнень, то жаба згинає лапку внаслідок сполучення подразнень. У синапсах під час кожного збудження відбувається часткова деполяризація постсинаптичної мембрани, але вона мала, щоб спричинити потенціал дії. При частих імпульсах їхня сумарна величина деполяризації спричиняє потенціал дії. Сумація *просторова* виникає, під час дії двох або декількох подразників одночасно на різні рецептори, що належать до одного й того ж рецептивного поля. *Послідовна* сумація спостерігається під час дії подразників з коротким інтервалом одного за одним на такі самі рецептори.

Іррадіація збудження полягає в тому, що нервові центри розповсюджують збудження на інші нервові центри при сильному збудженні.

Післядія в нервових центрах виявляється в тому, що подразнення рецепторів уже закінчене, а рухова реакція-відповідь ще триває. До нервових центрів імпульси йдуть прямими і непрямими шляхами. Запізнілі імпульси, що йдуть непрямими шляхами, підтримують

збуджений стан центру. Тобто, відповідна реакція на подразнення триває значно довше ніж дія подразника.

Трансформація. Нервові клітини здатні трансформувати, тобто змінювати як ритм імпульсів, що до них доходять, так і силу подразнень. Часто до нервового центру надходять поодинокі сигнали, на які нервовий центр відповідає серією імпульсів, що еферентними нервовими волокнами прямують до ефектора.

Полегшення – після кожного подразнення підвищується збудливість нервового центру. Тому наступні імпульси спричиняють більший ефект.

Конвергенція, або сходження, зумовлюється тим, що в центральній нервовій системі аферентних шляхів у 4–5 разів більше, ніж еферентних. Внаслідок цього до еферентного нейрона збудження надходить багатьма шляхами.

Циркуляція імпульсів по замкнених нейронних колах: нейрони в нервових центрах між собою зв'язані, й імпульси від одного збудженого нейрона передаються до інших нейронів і по колатералях аксонів знову повертаються на перший нейрон. Через це вони можуть тривалий час циркулювати, поки не настане втома або ж активність нейронів буде припинена гальмуванням.

Інертність нервових центрів – здатність тривалий час зберігати сліди збудження.

Пластичність нервових центрів – здатність змінювати свою функцію, якщо робочий орган, з яким зв'язаний даний центр, замінити іншим.

Домінанта – тимчасове стійке збудження центру, який займає панівне становище в центральній нервовій системі. Домінантний центр здатний нагромаджувати, посилювати своє збудження за рахунок імпульсів, адресованих іншим центрам, перехоплюючи ці імпульси.

Тонус – це стан незначного постійного збудження центрів. Наприклад, тонус рухових центрів підтримують безперервні потоки імпульсів, які йдуть від чутливих нервових закінчень, закладених у самих м'язах. Слабке збудження від центрів передається м'язам, підтримуючи їх також у тонусі.

Обмін речовин у нервових центрах порівняно з нервовим волокном високий у стані спокою, а під час збудження збільшується в 3–4 рази.

Стомлюваність нервових центрів – внаслідок дуже високого рівня обміну речовин центри швидко стомлюються, що пов'язано з порушенням проведення збудження в міжнейронних синапсах, різким зменшенням запасів медіатора у нервових закінченнях, а також зі зниженням енергетичних ресурсів та зменшенням чутливості рецепторів постсинаптичної мембрани до медіаторів.

Гальмування в центральній нервовій системі – це процес послаблення або припинення будь-якої діяльності. Гальмування в центральній нервовій системі відкрив у 1862 р. І.М. Сєченов у дослідах на жабах. У жаби він відкривав головний мозок, перерізував його по задньому краю великих півкуль і видаляв їх. Задню лапку жаби подразнював 0,5 % розчином сірчаної кислоти й визначав час рефлексу відсмикування лапки. Після цього на поперечний розріз мозку (ділянці проміжного мозку) накладав кристалик кухонної солі і знову подразнював задню лапку розчином сірчаної кислоти. Час рефлексу відсмикування лапки значно збільшувався. І.М. Сєченов зробив висновок, що в проміжному мозку є спеціальні гальмуючі центри. Збудження їх гальмує рухові центри спинного мозку. У наш час дослідники, застосувавши електрофізіологічні методи, підтвердили висновок І.М. Сєченова.

Рухові рефлекси можна загальмувати, якщо в центрах зустрінуться збудження, що йдуть від двох рецептивних полів. Так, рефлекс відсмикування лапки на подразнення її слабким розчином сірчаної кислоти гальмується, якщо сильно стиснути пінцетом другу лапку. Гальмування спостерігається, якщо накласти закрутку на губу коня або щипці на носову перегородку бика: сильне больове подразнення гальмує рухові реакції тварин.

Тепер у центральній нервовій системі виділяють *два види гальмування*: первинне, яке спричиняється гальмувальними нейронами; і вторинне, що виникає за певних умов у тих самих нейронах, в яких відбувається збудження.

Первинне гальмування виникає на постсинаптичній мембрані гальмувального синапсу внаслідок її гіперполяризації.

Вторинне гальмування відкрив М.Є. Введенський. Він виявив песимальне й парабіотичне гальмування. Песимальне гальмування виникає, якщо частота імпульсів, що надходять у нервові центри, перевищує їхню лабільність. Парабіотичне гальмування виникає під час патологічних станів, коли лабільність нервових центрів значно знижується і звичайні збудження для центрів надто сильні.

Діяльність нервових центрів координується в результаті взаємодії процесів збудження і гальмування. Ці взаємодії добре спостерігаються в діяльності центрів, які регулюють функцію м'язів – згиначів і розгиначів кінцівок. Так, коли в центрі згиначів кінцівки виникає збудження, то в центрі її розгиначів з'являється процес гальмування, і навпаки. Такі самі взаємодії можна спостерігати в діяльності дихального центру, коли під час збудження центру вдиху рефлекторно гальмується центр видиху. Отже, будь-який рефлекторний акт, будь-яка узгоджена діяльність в організмі здійснюються завдяки взаємодії в центральній нервовій системі процесів збудження і гальмування.

Фізіологія спинного мозку. Функція спинномозкових нервів. Спинний мозок у вигляді білої товстостінної трубки розміщений усередині всього хребетного каналу. У центрі спинного мозку міститься центральний спинномозковий канал, заповнений спинномозковою рідиною. Навколо каналу розміщена сіра речовина, вона має відростки: *дорсальні, вентральні й бічні роги*. У *дорсальні роги* входять аферентні нейрони через дорсальні корінці. *Еферентні нейрони* виходять з вентральних рогів у складі вентральних корінців. Поблизу спинного мозку дорсальні й вентральні корінці зливаються, утворюючи змішані нерви.

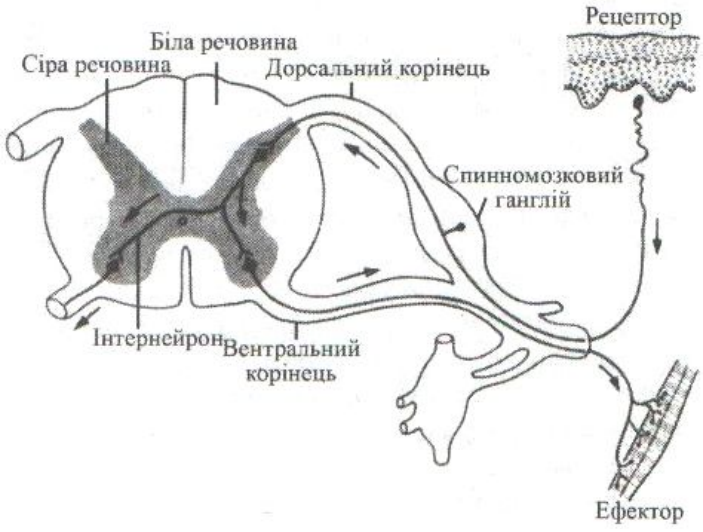


Рис. 128. Схематичний розріз спинного мозку

Основні центри спинного мозку. У спинному мозку містяться центри багатьох рефлексів. У *шийному відділі* лежать центри

діафрагмальних нервів, порушення цих центрів призводить до розладу дихання. У *грудній частині* спинного мозку містяться центри *м'язів передніх кінцівок, тулуба*; у *поперековій ділянці – центри м'язів задніх кінцівок.*

У спинному мозку є центри симпатичних і парасимпатичних нервів: *симпатичних – у грудопоперековій, парасимпатичних – у крижовій частині*. Усі центри спинного мозку перебувають під контролем центрів головного мозку.

Провідна функція спинного мозку. Важливою функцією спинного мозку є проведення імпульсів. Провідні шляхи його поділяються на висхідні і низхідні. Одні з них короткі й об'єднують між собою сусідні сегменти спинного мозку; інші – довгі, сполучають спинний мозок з різними відділами головного мозку. Імпульси від рецепторів шкіри, м'язів, сухожиль, зв'язок, внутрішніх органів, кровоносних судин *висхідними* шляхами проводяться в довгастий, середній, проміжний мозок і мозочок. Від *проміжного мозку* по спеціальних нейронах імпульси надходять у *кору великих півкуль*. *Низхідні* шляхи проводять імпульси від пірамідних клітин рухової ділянки кори великих півкуль до еферентних нейронів спинного мозку. І висхідні, і низхідні шляхи перехрещуються, частина з них – у довгастому, а частина – у спинному мозку. *Тому права половина головного мозку дістає імпульси від рецепторів лівого боку тіла, а ліва – від правого боку. Рухових центрів кори правої півкулі головного мозку надходять на лівий бік тіла, і навпаки*.

Фізіологія головного мозку. Головний мозок – найважливіший відділ центральної нервової системи. До нього входять: ***задній мозок*** (довгастий мозок і вароліїв міст); ***середній мозок*** (чотиригорбикове тіло, червоне ядро, чорна субстанція); ***мозочок; проміжний мозок*** (таламус, гіпоталамус) і ***великі півкулі***.

Довгастий мозок містить життєво важливі рефлекторні центри. Тут містяться центри: *серцево-судинної діяльності, дихання, травлення* (ковтання, ссання, жування, слиновиділення, виділення травних соків, відригування жуйки), *блювання, мигання, сльозотечі*. Довгастий мозок відіграє важливу роль у регуляції м'язового тонусу, дістаючи імпульси від рецепторів переддвер'я і півколових каналів внутрішнього вуха. Провідні шляхи цього мозку є частиною висхідних і низхідних шляхів, що зв'язують спинний мозок з головним. Є короткі провідні шляхи, що йдуть у межах довгастого мозку. З нього виходять такі черепно-

мозкові нерви: *трійчастий, відвідний, блукаючий, додатковий і під'язиковий.*

Варолієв міст виконує в основному провідникову функцію, зв'язуючи вищі й нижчі відділи центральної нервової системи між собою і з мозочком. У ньому міститься *центр пневмотаксису*, який бере участь у регуляції дихання.

Середній мозок складається з *чотиригорбикового тіла, ніжок мозку з червоним ядром і чорною субстанцією*. У передніх горбиках *чотиригорбикового* тіла містяться *центри зорових орієнтувальних рефлексів*, у задніх горбиках – *слухові орієнтувальні рефлекси*. З їхньою участю голова повертається в бік зорових, а вуха й голова повертаються в бік звукових подразників.

У ніжках мозку міститься *червоне ядро*, центри блокового й окорухового нервів і чорна субстанція. *Червоне ядро* регулює *тонус м'язів*, впливаючи на центр тонусу довгастого мозку. *Блоковий і окоруховий нерви* регулюють *м'язи очного яблука. Чорна субстанція* зв'язана з підкірковими ядрами і бере участь у *регуляції рухів.*

Тонічні рефлекси стовбура мозку. Тонус скелетних м'язів, необхідний для нормального положення тіла в просторі, забезпечується рефлексами, що дістали назву ***тонічних.*** Як і будь-які рефлекси, вони виникають у результаті подразнення відповідних рецепторів. Центри тонічних рефлексів містяться в ***довгастому мозку*** (ядро Дейтерса) і ***в середньому мозку*** (червоне ядро). Особливо важливе значення мають тонічні рефлекси, пов'язані з положенням голови. Під час повертання й нахиляння голови подразнюються рецептори *переддвер'я лабіринтів внутрішнього вуха, м'язів і зв'язок шиї*. Імпульси від цих рецепторів надходять у *довгастий і середній* мозок – у центри тонічних рефлексів. Залежно від положення голови відбувається перерозподіл тонусу м'язів передніх і задніх кінцівок та тулуба. Тонічні рефлекси можна спостерігати в тварин. Наприклад, коли тварина бере корм із землі й опускає голову, то в неї рефлекторно згинаються передні кінцівки, а задні випрямляються. Під час зривання листків з дерева і піднімання голови передні кінцівки випрямляються, а задні згинаються. В обох випадках це дає тварині кращу опору й сприяє підтриманню рівноваги. Тонічні рефлекси виявляються й тоді, коли тварина встає чи лягає. На прояв тонічних рефлексів впливають також імпульси, що йдуть від рецепторів шкіри й зорового апарату – сітківки ока. Тонічні рефлекси в тварин спостерігаються не тільки в спокійному стані, під час лежання чи сидіння, а й під час руху тварин.

Тонічні рефлекси регулюються вищими відділами центральної нервової системи – *мозочком, підкірковими ядрами й корою великих півкуль*, внаслідок чого рухи тварин різноманітні й складні.

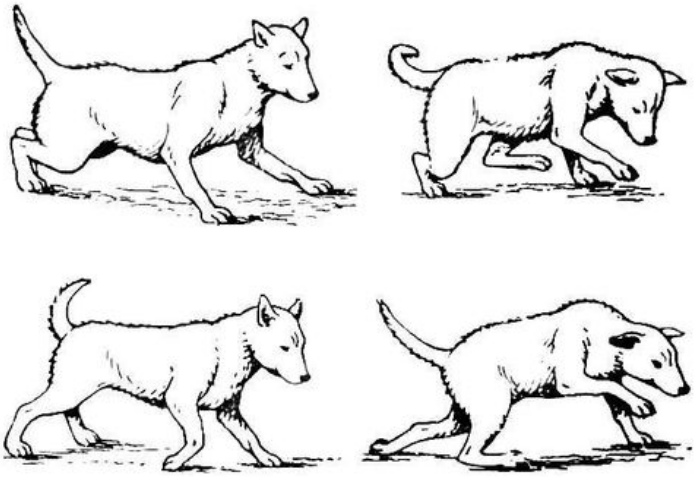


Рис. 129. Рух собаки з видаленим мозочком

Мозочок. У регуляції м'язового тонусу, координації рухів бере участь мозочок. Він зв'язаний аферентними й еферентними шляхами з іншими відділами центральної нервової системи. До нього йдуть імпульси від *спинного й довгастого мозку, з чотиригорбикового тіла*. Мозочок дістає аферентні імпульси по каналах зворотного зв'язку від усіх рецепторів, які подразнюються під час руху тіла. До нього приходять імпульси від зорових, слухових і тактильних рецепторів. Дістаючи інформацію про стан, рухового апарату, мозочок впливає на червоне ядро й ретикулярну формацію, які безпосередньо регулюють м'язовий тонус. Мозочок через таламус зв'язаний з корою великих півкуль і регулює стан активності *рухових центрів кори*. Але на функцію мозочка впливає й кора великих півкуль. Мозочок бере участь у регуляції довільних рухів, здійснюваних під впливом кори. Він виступає в ролі помічника кори під час виконання складнокоординованих рухових актів. Після видалення мозочка у тварини спостерігаються: *атонія (дистонія)* – ослаблення тонусу м'язів; *атаксія* – порушення координації рухів, поява зайвих і нерозмірених рухів; *астазія* – тварина не може стояти спокійно, безперервно хитається й хитає головою в різних напрямках; *астенія* – значний занепад сил, швидка

стомлюваність під час рухів. Кора великих півкуль, через якийсь час компенсує ці порушення. Крім регуляції рухових функцій, мозочок впливає на вегетативну нервову систему.

Проміжний мозок складається з таламуса, гіпоталамуса й епіталамуса.

Таламус (зорові горби) – це скупчення близько 40 ядер, що утворюють стінки третього шлуночка мозку. Таламус зв'язаний з усіма відділами головного й спинного мозку різними нервовими шляхами.

До ядер таламуса надходить інформація від різних рецепторів: дотикових, температурних, больових, смакових та ін. за винятком нюхових.

Гіпоталамус *(підгорбова частина проміжного мозку – підпагорб'я)* розміщений під зоровими горбами, складається з великої кількості ядер (паравентрикулярних, супраоптичних, сірого горба, соскоподібного тіла та ін.). У ссавців найбільш розвинений сірий горб. Він зв'язаний з усіма відділами центральної нервової системи. У ньому містяться вищі центри ***вегетативної нервової системи***, центри, які регулюють усі види обміну речовин***: білкового, ліпідного, вуглеводного, водно-сольового***; є ***центр теплорегуляції***. Гіпоталамус тісно морфологічно й функціонально зв'язаний з гіпофізом, утворюючи ***гіпоталамо–гіпофізарну систему***. Між гіпоталамусом і передньою часткою гіпофіза є спільна система кровообігу. В ядрах гіпоталамуса утворюються *нейросекрети*, які по аксонах нейросекреторних клітин надходять у кровоносні судини й кров'ю приносяться в передню й середню частки гіпофіза. Гіпоталамус через гіпофіз впливає на функцію майже всіх ***залоз внутрішньої секреції.*** Він бере участь в *емоційних і поведінкових реакціях* тварин. Різноманітні функції гіпоталамуса регулює кора великих півкуль головного мозку.

Епіталамус – складається з епіфіза з вуздечкою та її ядрами і судинної покришки третього шлуночка. Епіфіз є залозою внутрішньої секреції в ньому знаходиться нюховий центр.

Підкіркові ядра – це скупчення клітин, розміщених у товщі білої речовини великих півкуль та зоровими горбами головного мозку. До них відносять смугасте тіло, бліде та мигдалеподібне ядро. За своєю функцією ***бліде ядро*** є руховим центром. Аферентні сигнали надходять до блідого ядра від таламуса, смугастого тіла та рухових зон кори великих півкуль. Еферентні імпульси бліде ядро надсилає руховим центрам середнього довгастого та спинного мозку, регулюючи та координуючи їх роботу. Від блідого ядра до вищерозміщених структур

ЦНС переважно надходять гальмівні сигнали. Під час його ушкодження різко підвищується тонус скелетної мускулатури – гіпертонус, тому що червоне ядро звільняється від гальмівного впливу блідого.

До ***смугастого тіла*** надходять нервові імпульси від зорових горбів, а також рухових зон кори великих півкуль. Основною його функцією є контроль над діяльністю блідого ядра, на яке смугасте тіло справляє гальмівний вплив на нього. Під час враження смугастого тіла спостерігається порушення рухових рефлексів, допоміжних рухів (гіперкінез) та зниження тонусу м'язів (гіпотонус).

Смугасте тіло та ядра проміжного мозку беруть участь у прояві ***інстинктів*** – природжених форм поведінки тварин. В основі інстинктів лежать складні безумовні рефлекси. У процесі життя тварин на складні безумові рефлекси нашаровуються умовні рефлекси.

Гіпофіз розміщується в ямці турецького сідла клиноподібної кістки черепа. Він з'єднаний з гіпоталамусом ніжкою. Гіпофіз поділяють на три частки: ***передню (аденогіпофіз), середню і задню (нейрогіпофіз***). Гіпофіз знаходиться в тісному морфологічному та функціональному зв'язку з гіпоталамусом, утворюють потужну регуляторну систему організму ***гіпоталамо-гіпофізарну.*** Передня доля гіпофіза і гіпоталамус мають спільну систему кровозабезпечення, а задня доля гіпофіза сполучається нервовими відростками гіпоталамічних ядер. З цим пов'язані властивості безпосередньої дії на гіпоталамічні ядра різних метаболітів, гормонів периферійних залоз, що за механізмом зворотного зв'язку регулюють діяльність нейросекреторних клітин гіпоталамуса та виділення тропних гормонів, а також гормонів периферійних залоз.

Значення низхідних і висхідних відділів у передачі імпульсів до спинного мозку.

У центральній нервовій системі є скупчення великих нервових клітин різних типів та розмірів, що є переплетеними великою кількістю нервових волокон, які прямують різними напрямками. Ці утвори називають ***ретикулярною формацією,*** що розміщені в проміжному, середньому й довгастому мозку та в шийній частині спинного мозку.

Нейрони ретикулярної формації поділяють на *адренергічні, холінергічні* і *серотонінергічні* та ін. Вони мають високу чутливість до різних фармакологічних речовин таких як аміназин, резерпін, наркотики, снодійні. Цими речовинами можна блокувати певні структури ретикулярної формації, що дозволяє вилучати зовсім, або

послаблювати аферентні імпульси, що прямують до кори від активуючої системи мозку. Специфічні структури ЦНС є менш сприйнятливими до дії фармакологічних речовин.

Сітчаста формація охоплює усю стовбурну частину мозку та частину проміжного мозку. Вона має зв'язок практично з усіма ділянками ЦНС.

Ретикулярна формація складається з ***низхідного і висхідного відділів***. ***Низхідний відділ*** – має як активуючий, так і гальмуючий вплив на рефлекторну діяльність спинного мозку і на функцію внутрішніх органів, змінюючи діяльність вегетативної нервової системи. ***Висхідний відділ*** має активуючий вплив на кору великих півкуль, на процеси збудження і гальмування, на сон і бадьорість, на утворення умовних рефлексів. З ретикулярною формацією пов'язаний прояв різних емоцій (лють, страх, задоволення).

У ретикулярній формації відбувається взаємодія аферентних та еферентних імпульсів. Завдяки щільним зв'язкам поміж нейронами є постійна циркуляція нервових імпульсів замкнутими кінцевими нейронними ланцюгами. Тому нейрони ретикулярної формації завжди знаходяться у стані тонусу, що в свою чергу підтримує у тонусі усі нервові центри різних ділянок центральної та вегетативної нервової системи.

Ретикулярна неспецифічна формація спільно з нервовими центрами різних ділянок ЦНС, підкорковими утвореннями та корою великих півкуль забезпечують прояв складних безумовно- та умовно-рефлекторних реакцій організму, що лежать у основі життєво важливих потреб організму та адаптації тварин до умов зовнішнього середовища під контролюючим впливом кори великих півкуль головного мозку.

Вплив лімбічної системи на регуляцію обміну речовин, керування емоціями.

На медіальній поверхні великих півкуль головного мозку, ближче до його основи, містяться структури головного мозку, які дістали назву ***лімбічна система.*** До складу лімбічної системи входять нервові структури: поясна закрутка, гіпокамп, мигдалеподібне ядро, зубчаста фасція, склепіння та ін.

Структура лімбічної системи має щільний взаємозв'язок з нейронами гіпоталамуса, підкорковими ядрами, ретикулярною формацією та корою мозку. До структури лімбічної системи надходить інформація від усіх внутрішніх органів та бере участь у

регуляції процесів обміну речовин, ендокринних функцій, сприяє підтриманню гомеостазу, впливає на серцево-судинну систему, дихання, функцію шлунково-кишкового каналу. У лімбічній системі, гіпоталамусі й ретикулярній формації містяться центри, які керують емоціями (гнів, страх, туга, задоволення, радість, заспокоєння тощо). З лімбічною системою пов'язана харчова і статева поведінка тварин. Є дані, що пошкодження гіпокампа та інших структур лімбічної системи спричиняють пошкодження пам'яті.

Вегетативний відділ нервової системи бере участь у регуляції діяльності внутрішніх органів (кровообігу, травлення, сечостатевої системи тощо) та обміну речовин. Усі ці процеси називають ***вегетативними,*** звідси й походить назва цього відділу нервової системи. Діяльність її усвідомлюється, але не контролюється, тому її ще називають ***автономною,*** підкреслюючи незалежність вегетативних функцій від центральних впливів.

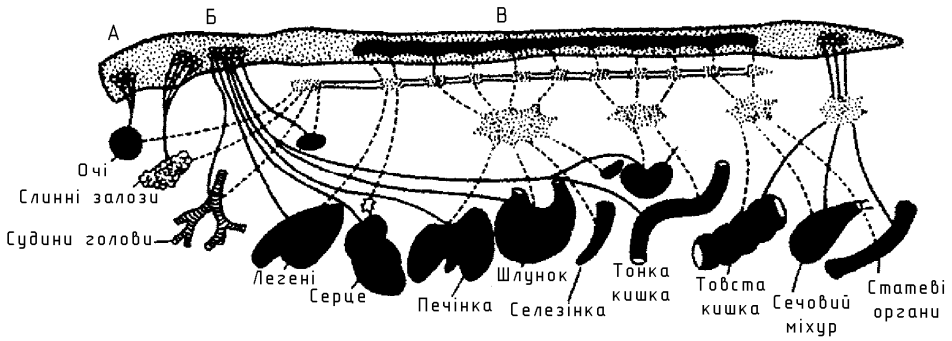


Рис. 130. Схема автономної нервової системи

Вегетативна нервова система має структурні й функціональні особливості порівняно з соматичною: зв'язок центрів з периферією здійснюється двома нейронами – ***центральним,*** тіло якого знаходиться в ЦНС (середній і довгастий мозок, грудний поперековий і крижовий відділи спинного мозку), і ***периферичним,*** тіло якого розміщене у вегетативному гангліїї.

Відцентровий шлях вегетативної нервової системи складається з ***двох нейронів*** і переривається в ***гангліях*** (нервових вузлах). Волокна відцентрового нейрона вегетативної нервової системи після виходу з центральної нервової системи закінчуються у вегетативних гангліях. Від гангліїв починається другий нейрон, волокна якого вже доходять до органа. Волокна, що йдуть із центральної нервової системи до

гангліїв, називають ***прегангліонарними,*** а волокна, що йдуть від гангліїв до органа, – ***постгангліонарними.*** Вегетативні волокна дуже тонкі і не мають мієлінової оболонки, менш збудливі, збудження по них поширюється повільно.

Вищі центри вегетативної нервової системи містяться в ***гіпоталамусі й смугастому тілі***. Вегетативний відділ нервової системи складається з ***симпатичної й парасимпатичної*** нервової системи.

Симпатична нервова система. Центри симпатичної нервової системи містяться у ***грудних*** і ***поперекових*** відділах спинного мозку. Прегангліонарні симпатичні нервові волокна закінчуються в гангліях, одні з яких розміщуються поблизу хребта й утворюють ланцюжок (пограничний симпатичний стовбур). Частина гангліїв розміщується на деякій відстані від хребта. У закінченнях прегангліонарних волокон виділяється ***медіатор ацетилхолін,*** а в більшості постгангліонарних – ***норадреналін,*** і тільки в закінченнях нервів, що іннервують потові залози, виділяється ацетилхолін. Симпатична нервова система іннервує всі органи й тканини.

Подразнення симпатичної нервової системи спричиняє: почастішання й посилення скорочень серця, звуження всіх периферичних кровоносних судин і внутрішніх органів (судини серця й мозку розширюються), гальмування моторики й секреції шлунково-кишкового каналу посилює процес дисиміляції, підвищує виділення адреналіну надниркovими залозами, розширює зіниці.

Парасимпатична нервова система. Центри парасимпатичної нервової системи містяться в ***середньому*** й ***довгастому*** мозку та у ***крижовому*** відділі спинного мозку. Аксони першого нейрона, виходячи з центральної нервової системи, закінчуються в гангліях, які містяться всередині або поблизу органів, що іннервуються. ***Медіатором парасимпатичної*** нервової системи є ***ацетилхолін.*** Коли подразнюються парасимпатичні нерви, гальмується робота серця, посилюється секреція й моторика шлунково-кишкового каналу, збільшується діурез, звужуються зіниці, підвищується асиміляція та ін.

Функції симпатичної й парасимпатичної нервової системи не антагоністичні, хоч їхній вплив і протилежний. Обидва відділи підтримують сталість внутрішнього середовища організму.

Діяльність вегетативної нервової системи регулюють кора великих півкуль, ретикулярна формація, гіпоталамус і мозочок. У корі великих півкуль є ділянки, зв'язані низхідними шляхами з ретикулярною формацією й гіпоталамусом.

Трофічна функція нервової системи.

Нервова система регулює обмін речовин у тканинах і органах – їхню трофіку. Учення про трофічну функцію нервової системи обґрунтував І.П. Павлов. Він довів, що кожний орган перебуває під ***потрійним нервовим контролем***: ***функціональних нервів,*** які зумовлюють його діяльність; ***нервів судинних***, які регулюють просвіт судин і доставку по них поживних речовин кров'ю; ***нервів трофічних***, які визначають точний розмір використання поживних речовин кожним органом і тканиною. Регуляцію трофіки в органах і тканинах І.П. Павлов пов'язував із ***симпатичними й парасимпатичними нервами***, які безпосередньо беруть участь у регуляції процесів асиміляції й дисиміляції. Ця ідея І.П. Павлова дістала дальший розвиток у дослідженнях інших учених. Л. А. Орбелі встановив, що подразнення симпатичних нервів призводить до збільшення сили скорочень скелетних м'язів, підвищення їх працездатності. Вплив симпатичних нервів особливо позначається на стомленому м'язі. Ізольований м'яз, який перестав скорочуватися внаслідок втоми, знову починає скорочуватися, коли подразнюється симпатичний нерв.

Тепер встановлено, що трофічний вплив на органи й тканини нервова система виявляє як через ***вегетативні,*** так і через ***соматичні нерви***. Провідна роль у регуляції трофічних процесів в організмі належить ***корі великих півкуль***, яка діє на ці процеси через ***підкіркові ядра (смугасте тіло), ретикулярну формацію й гіпоталамус.*** Досліди на тваринах показали, що внаслідок порушення функції кори настають трофічні розлади.



Питання для самоконтролю

1. Що таке рефлекс, рефлекторна дуга і рефлекторне кільце?
2. Як передається збудження в збуджувальних синапсах?
3. Функція гальмувальних синапсів.
4. Властивості нервових центрів.
5. Що таке гальмування в нервових центрах? Які його види?
6. Центри і провідні шляхи спинного мозку.
7. Яка функція довгастого і середнього мозку?
8. Яке значення мозочка?
9. Які функції проміжного мозку?
10. Яка роль підкіркових ядер у регуляції рухів та прояву інстинктів?

11. Яке значення ретикулярної формації?

12. Яка функція лімбічної системи?

13. Охарактеризуйте функції вегетативного відділу нервової системи?

14. Які морфологічні й функціональні особливості симпатичного і парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи?

15. У чому полягає трофічна функція нервової системи?

3.13. ФІЗІОЛОГІЯ ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНІСТІ

Методи вивчення функцій кори півкуль.

Великі півкулі головного мозку є вищим відділом центральної нервової системи. Функцію їх вивчають різними методами. Найпростіший метод – це *спостереження* за поведінкою тварини в різних умовах і за різних станів.

Метод подразнення. Для цього в тварин під наркозом відкривають великі півкулі й подразнюють електричним струмом окремі ділянки, спостерігають за скороченням м'язів і функціями інших органів. В умовах хронічного досліду в окремі ділянки кори вводять електроди.

Видалення кори або окремих її ділянок дає можливість з'ясувати функції різних зон і кори в цілому. Наприклад, у собаки після видалення потиличної ділянки кори змінюються зорові функції, він не пізнає господаря, не помічає корму, що знаходиться поряд. Після видалення всієї кори собака весь час спить, просинається тільки від голоду й тоді, коли переповнюється сечовий міхур. На сильні звуки насторожує вуха, відрізняє світло від темряви. Голуби після видалення кори зберігають координацію рухів, можуть літати, дзьобати зерно. Але вони не в змозі вибирати зерно серед непридатних для їжі предметів.

Метод записування біострумів кори великих півкуль — електроенцефалографія. У корів з цією метою проводять трепанацію кісток черепа і вставляють електроди в тверду мозкову оболонку. Для запису біострумів кори в дрібних тварин застосовують накладні електроди. Частота й амплітуда електричних потенціалів кори залежать від стану активності тварин. Тепер розроблено методику запису біострумів окремих нервових клітин та їхніх волокон.

Метод умовних рефлексів є основним у вивченні кори великих півкуль. Він об'єктивно відображає основний принцип діяльності головного мозку, спрямований на здійснення взаємодії організму з зовнішнім середовищем. Виробляючи у тварин умовні рефлекси й досліджуючи фізіологічний механізм їх утворення, вивчають основні закономірності діяльності кори великих півкуль.

Методи кібернетичного моделювання на основі, математичної логіки дають можливість теоретично, абстрактно розглянути проблеми вищої нервової діяльності.

Створюються також кібернетичні моделі, які певною мірою відображають діяльність головного мозку.

Будь-які методи дослідження не самостійні, а допоміжні, тільки в поєднанні з методом умовних рефлексів і за його допомогою вони пояснюють процеси вищої нервової діяльності.

Роль І.М. Сеченова й І.П. Павлова у вивченні фізіології великих півкуль.

Явища психічної діяльності людини і поведінка тварин здавна вважалися недоступними для наукових досліджень. І.М. Сєченов перший зробив надзвичайно сміливу спробу з погляду фізіології пояснити прояви вищої нервової діяльності людини, які лежать в основі її психіки. Він вважав, що складна психічна діяльність людини (мислення, емоції та ін.) має рефлекторну природу й зв'язана з функціями кори великих півкуль та обґрунтував необхідність природничо-наукового дослідження психічної діяльності.

І.П. Павлов, виходячи з уявлень І.М. Сєченова про рефлекторну природу психічної діяльності, створив учення про вищу нервову діяльність, яка лежить в основі психічних явищ. Він вважав, що вивчати вищу нервову діяльність треба за допомогою тих самих методів дослідження, якими вивчаються інші явища природи. Великою заслугою І.П. Павлова є створення нового методу дослідження кори великих півкуль – ***методу умовних рефлексів***.

Вивчаючи процеси травлення, І.П. Павлов звернув увагу на те, що в собаки слиновиділення починається ще до того, як їжа потрапила в рот. Досить з'явитися людині, яка годує собаку, або внести порожній посуд, у якому йому дають корм, як у собаки починається сильне слиновиділення. Це явище до І.П. Павлова називалося ***психічною секрецією***. І.П. Павлов науково проаналізував його і зробив висновок, що "психічна секреція" є рефлексом, але незвичайним, бо він виникає як тимчасовий зв'язок організму з предметами зовнішнього середо-

вища. Ці рефлекси І.П. Павлов назвав ***умовними рефлексами.*** Інші рефлекси, відомі й вивчені раніше, він назвав *безумовними*. І.П. Павлов зробив висновок, що умовні рефлекси – це основна форма діяльності кори великих півкуль і що вища нервова діяльність тварин, їхня поведінка є взаємодією умовних і безумовних рефлексів.

Відмінність умовних рефлексів від безумовних. Усі ***безумовні*** рефлекси – ***природжені.*** Так, новонароджене теля починає ссати, курча, що вилупилося з яйця, – дзьобати. Усі ***умовні*** рефлекси – ***набуті,*** виробляються тваринами протягом усього життя. Безумовні рефлекси – постійні, умовні – тимчасові, непостійні. Безумовні рефлекси є видовими, тобто властиві всім представникам даного виду; наприклад, усі їжаки в разі небезпеки згортаються в клубок. Умовні рефлекси індивідуальні; так, одна тварина реагує на одну кличку, інша – на іншу.

Безумовні рефлекси виникають, коли подразнюються ***певні рецептори***, і для кожного безумовного рефлексу є ***своя постійна рефлекторна дуга***. ***Умовні*** рефлекси можуть утворюватися у відповідь на будь-які подразнення ***будь-якого рецептора***, вони ***не мають постійних рефлекторних дуг***; один і той самий умовний рефлекс, наприклад, слиновидільний, можна виробити на світло лампочки, на звук дзвінка, на доторкання до шкіри тощо. Безумовні рефлекси здійснюються й тоді, коли немає кори великих півкуль, вони є результатом діяльності нижчих відділів центральної нервової системи. Умовні рефлекси є функцією кори великих півкуль, після її видалення зникають і більше не утворюються. Безумовний рефлекс здійснюється відразу ж у відповідь на дію подразника. Умовні рефлекси виробляються поступово, на базі безумовних рефлексів.

Методи вироблення умовних рефлексів у тварин, їх біологічне значення.

Слиновидільна методика. І.П. Павлов, вивчаючи діяльність кори великих півкуль, виробляв у собак з фістулою привушної слинної залози слиновидільні умовні рефлекси. Як безумовний подразник він використовував точно визначену кількість корму або кількість кислоти, яку вливали в рот. Слиновидільна методика дає змогу за кількістю виділеної слини дуже точно реєструвати величину умовного рефлексу в собаки. Ця методика до сільськогосподарських тварин не застосовується через особливість слиновиділення в них.

Рухово-оборонна методика ґрунтується на тому, що тварині як безумовний подразник застосовують слабкий електричний струм. Наприклад, у жуйних тварин або коня в ділянці путового суглоба

прикріплюють подразні електроди. У відповідь на подразнення струмом тварина тіпає кінцівку, цей рух записують на кімографі.

Рухово-травна методика має різні варіанти й широко застосовується для вивчення вищої нервової діяльності в найрізноманітніших тварин, починаючи з мишей і пацюків та закінчуючи сільськогосподарськими тваринами. Безумовним подразником є порція корму, яку кладуть у годівницю. Під час дії умовного подразника (наприклад, дзвінка) коня підводять до годівниці, а потім відводять назад. ***Багаторазове поєднання умовного подразника з безумовним веде до вироблення умовного рефлексу***, тобто тварина при дії самого умовного подразника йде до годівниці.

Процес утворення умовного рефлексу. Для утворення умовного рефлексу необхідно, щоб ***умовний подразник*** (сигнал) ***почав діяти на кілька секунд раніше*** за безумовний подразник і протягом певного часу супроводив його. Наприклад, для утворення в собаки умовного рефлексу на дзвінок він повинен починати дзвонити на 5 с раніше, ніж собака одержить корм, і певний час супроводити їду. ***На самому початку*** поєднання умовного і безумовного подразників у тварини ***з'являється орієнтувальна реакція,*** або рефлекс "що таке?" за І.П. Павловим. Після низки поєднань умовного і безумовного подразників ***орієнтувальна реакція послаблюється***, а потім і ***зовсім зникає***. Далі в міру повторних застосувань умовного і безумовного подразників умовний рефлекс зміцнюється.

Механізм утворення умовного рефлексу. Коли утворюється умовний рефлекс, замикається тимчасовий зв'язок між двома збудженими центрами ***кори великих півкуль – центром умовного і центром безумовного подразників***. Центр безумовного подразника збуджується сильніше й притягує до себе збудження з центра умовного подразника. Так, умовний подразник – дзвінок – збуджує рецептори внутрішнього вуха, збудження від них по аферентних шляхах надходить у слуховий центр кори й збуджує його. Собаці дають корм, він збуджує рецептори ротової порожнини, збудження по аферентних нервах передається в центр слиновиділення довгастого мозку, а звідти по еферентних нервах до слинних залоз, які виділяють слину. Одночасно збудження по аферентних шляхах передається в харчовий центр кори великих півкуль і збуджує його. У корі виникають два збуджених центри: слуховий і харчовий. Сильніше збуджений харчовий центр притягує до себе збудження із слухового центру. При кожному підкріпленні звуку дзвінка кормом збудження із слухового центру в харчовий проходить усе краще й краще –

відбувається прокладання шляхів. Потім настає такий момент, коли діє тільки умовний подразник — дзвінок, і в собаки виділяється слина. Отже, у собаки виробився умовний рефлекс на дзвінок: збудження від слухових рецепторів, дійшовши до слухового центру второваними шляхами, досягає харчового центру кори, потім низхідними шляхами спускається в центр слиновиділення довгастого мозку й по еферентних нервах надходить до слинних залоз, які починають виділяти слину. Відцентровий шлях умовного рефлексу слиновиділення лишається той самий, що й при безумовному рефлексі, тільки змінюється доцентровий шлях.

В утворенні умовних рефлексів важливу роль відіграє ретикулярна формація. Збуджуючись, вона активує всю кору великих півкуль, що створює необхідні умови для замикання тимчасового зв'язку.

Під час вироблення умовного рефлексу умовний подразник завжди повинен трохи передувати безумовному.

Має значення й ***ступінь збудливості*** центру безумовного подразника: якщо собака нагодований, збудливість харчового центру буде знижена, і виробити умовний рефлекс у нього важко. Для вироблення умовного рефлексу має значення ***сила умовного подразника***. На слабкі подразники умовний рефлекс виробляється повільно. На дуже сильний подразник умовний рефлекс не утворюється, оскільки цей подразник спричиняє процес позамежного гальмування.

Умовний рефлекс може утворитися не тільки на основі безумовного рефлексу, а й ***на основі добре закріпленого умовного рефлексу***. Такий рефлекс називають ***умовним рефлексом другого порядку***.

У природних умовах виробляються умовні рефлекси на вигляд, запах, роздавання корму. Вони утворюються швидко і є міцними. Такі рефлекси І.П. Павлов назвав ***натуральними умовними рефлексами***. Це виділення травних соків, рух тварини на вигляд, запах корму, віддалення від вогнища тощо. Якщо тварин годувати в один і той самий час, то в них утворюється натуральний умовний рефлекс на час. У цей час (якщо навіть не дається корм) посилюється секреція травних соків, тварини непокояться, шукають корм. Рефлекси утворюються в усіх тварин у звичайних умовах життя за чіткого додержання режиму дня.

Коли умовний подразник не має прямого відношення до безумовного рефлексу, а тільки збігається з ним за часом, наприклад

дзвінок, світло, то утворений умовний рефлекс називають ***штучним умовним рефлексом***.

Біологічне значення умовних рефлексів. Умовні рефлекси властиві всім видам тварин, починаючи від найпростіших і кінчаючи вищими, а також людини. За допомогою умовних рефлексів тварини набувають досвіду, який допомагає їм добувати корм, захищатися від шкідливих впливів. Свій життєвий досвід, усю сукупність своїх умовно-рефлекторних зв'язків старше покоління передає молодому поколінню за допомогою наслідувальних умовних рефлексів. У звичайних умовах існування в тварин взагалі не буває чистих безумовних рефлексів. Кожний безумовний рефлекс обростає умовними рефлексами різної складності. Рефлекторні акти, які є результатом злиття умовних і безумовних рефлексів, називають ***складнорефлекторними.***

Гальмування умовних рефлексів. У корі великих півкуль відбуваються поряд з процесами збудження й процеси гальмування. Вивчаючи процеси гальмування умовних рефлексів, І.П. Павлов поділив їх на два види: безумовний й умовний.

Безумовне гальмування поділяють на зовнішнє і позамежне. ***Зовнішнє гальмування*** виникає в результаті появи в корі великих півкуль нового вогнища збудження, не зв'язаного з умовним рефлексом. Нове вогнище збудження спричиняє в центрі умовного рефлексу процес гальмування. Так, у собаки під час досліду не виявиться умовний рефлекс на дзвінок, якщо в цей момент пролунає якийсь дуже сильний звук.

Позамежне (охоронне) гальмування виникає за умов підвищення сили або тривалості дії подразника, що перевищує межу працездатності нервових клітин. Наприклад, у тварини утворений слиновидільний рефлекс на бриніння дзвоника. Але, якщо різко збільшувати бриніння дзвоника, то слиновиділення загальмується, оскільки сильний дзвоник перевищує межу працездатності нейронів. Саме таке гальмування може спостерігатись за умов тривалої дії дзвоника, навіть середньої сили.

Позамежне гальмування умовних рефлексів може виникати також за дії умовних подразників навіть не дуже великої сили, коли нервові клітини мають низьку працездатність у результаті захворювання, утоми та інше. Це гальмування має охоронне значення – оберігає нервові клітини від виснажливої дії сильного або тривалого збудження.

Умовне, або внутрішнє, гальмування виробляється поступово, зберігається відносно довго і властиве лише клітинам кори великих півкуль.

Умовне гальмування поділяють на:

згасаюче, яке виникає тоді, коли умовний подразник застосовують кілька разів і не підкріплюють безумовним, наприклад, тварину не підгодовують або не завдають їй больового подразнення. Величина рефлексу зменшуватиметься, і потім він зникає;

диференційоване, яке дає можливість розрізняти подразники. Наприклад, у собаки вироблено умовний рефлекс на дзвінок певного тону. Якщо вмикати дзвінок іншого тону і його не підкріплювати, то спочатку в собаки спостерігається умовний рефлекс і на цей дзвінок. Але поступово на непідкріплений дзвінок умовний рефлекс зменшується і, нарешті, зникає. Звучання дзвінка першого тону в корі великих півкуль спричиняє процес збудження (позитивний рефлекс), а звучання дзвінка другого тону – гальмування (негативний рефлекс). Чим ближчі між собою тони дзвінків, тим важче виробляється диференційоване гальмування. В основі такого виду гальмування лежить аналітико-синтетична діяльність нейронів кори великих півкуль головного мозку. Цей вид гальмування дає змогу тваринам аналізувати різні подразники, адекватно реагувати на зміни довкілля;

умовне, наприклад, у собаки вироблено умовний рефлекс на дзвінок, якщо під час звучання дзвінка вмикають світло й цю комбінацію не підкріплюють, то через якусь кількість таких збігів комбінація "дзвінок+світло" не спричиняє умовного рефлексу. Але водночас сам дзвінок спричиняє умовний рефлекс;

запізнювальне – розвивається, якщо безумовний подразник давати із запізненням після умовного.

Аналіз і синтез у корі великих півкуль. Вища нервова діяльність тварин виявляється у формі ***аналізу і синтезу*** явищ зовнішнього світу. Рецептори вибірково уловлюють подразнення, які йдуть із зовнішнього і внутрішнього середовища. ***Периферичний кінець*** аналізатора (рецептори) здійснює ***елементарний аналіз*** подразнень, а ***кірковий кінець – найтонший їх аналіз,*** за допомогою якого й забезпечується пристосування тварини до умов її існування. Кора великих півкуль здійснює не тільки аналіз, а й ***синтез.*** Останній виявляється у зв'язуванні, узагальненні, об'єднанні збуджень, які виникають у різних ділянках кори. Утворення умовного рефлексу, тобто формування тимчасового зв'язку між двома збудженими ділянками кори, є форма вияву ***синтетичної діяльності*** кори. Прикладом синтезу в корі

великих півкуль є утворення динамічного стереотипу внаслідок дії на тварину комплексу умовних подразників у цілком певній послідовності. Багато разів повторюючись день у день, такі стереотипні комплекси подразників призводять до вироблення в тварин системи умовних рефлексів, які пов'язані між собою.

При утвореному динамічному стереотипі умовний сигнал сприймається не як окремий ізольований подразник, а як елемент (частина) певної системи сигналів, що перебуває у зв'язку з попередніми і наступними подразниками. У тварин протягом життя виробляється складна система умовних рефлексів – динамічний стереотип – тісно пов'язаних один з одним. Прикладом може бути система умовних рефлексів на доїльний процес, на роздавання кормів тощо.

Інстинкт – це сукупність безумовних рефлекторних реакцій ланцюгового характеру, коли завершення одного рефлекторного акту спонукає наступну реакцію. Інстинкти бувають різні: ***статеві, батьківські, побудова житла тваринами, харчові, утворення табуну, перелітання птахів*** та ін. Збудження нервових центрів, що беруть участь у цих ланцюгових безумовно-рефлекторних реакціях здійснюється ***рефлекторно,*** починаючи з подразнення відповідних рецепторів, так і ***гуморально*** – за участі гормонів. Наприклад, у механізмі виявлення ***статевого інстинкту*** беруть участь ***зорові рецептори***, що сприймають особу протилежної статі, ***нюхові рецептори***, чутливі до феромонів, ***статеві гормони*** підвищують збудливість нервових центрів і контролюють статеві рефлекси. ***Харчові інстинкти***, що вмикають харчові рефлекси, мають зв'язок з ***пошуками корму, споживання та використання поживних речовин***. У мотивації пошуку та споживання корму має значення ступінь наповнення шлунка кормом, а також концентрація метаболітів у крові.

В усіх безумовно-рефлекторних реакціях, що визначають інстинкт, беруть участь нейрони різних ділянок центральної нервової системи, включаючи ***ретикулярну формацію, підкіркові утворення, лімбічну систему та кору великих півкуль головного мозку***. Подібно будь-якому безумовно-рефлекторному акту, інстинкт обростає низкою умовних рефлексів, та є складнорефлекторним актом. У тварин, позбавлених великих півкуль, інстинкти проявляються не в повному обсязі. Голубка без кори великих півкуль не реагує на туркотіння голуба, є байдужою до пищання пташенят.

Інстинкти, як природжена форма реакцій організму на зміну у довкіллі, забезпечує не тільки існування на певному етапі розвитку тварини, але й його зростання та подальше розвинення. Якщо ж

інстинкти перестали відповідати умовам довкілля, то вони можуть зникати. Але це відбувається за дуже великі проміжки часу, – протягом життя багатьох генерацій.

Людина, змінюючи умови існування тварин, може впливати на проявлення одних інстинктів, та провокує виявлення нових інстинктів у порівняно короткий термін.

Сон і гіпноз. *Сон* є фізіологічною потребою, необхідною умовою існування тваринного організму. За І.П. Павловим сон – це розлите гальмування у корі великих півкуль головного мозку зі збереженням стану бадьорості окремих ділянок, так званих "сторожових" пунктів. Насправді під час сну знижується функціональна активність органів дихання, кровообігу, травлення, знижується збудливість тканин, тонус м'язів.

У настанні сну беруть участь ретикулярна формація, таламус і гіпоталамус. Ретикулярна формація і таламус своїми імпульсами підтримують активний стан кори великих півкуль. У свою чергу, кора впливає на ретикулярну формацію, підвищуючи її тонус. У гіпоталамусі виявлено ***центр сну,*** який під час активного стану кори загальмований. Гальмування в корі, яке виникає на початку розвитку сну, знімає з гіпоталамічного центру сну гальмівний вплив кори.

Центр сну стає активним і блокує передавання з таламуса і ретикулярної формації висхідних імпульсів, які збуджують кору. Тонус кори великих півкуль знижується і настає глибокий сон. Отже, неспання і сон – результат складних взаємовідносин кори, ретикулярної формації, таламуса і гіпоталамуса.

Методом електроенцефалографії встановлено два типи сну: повільний і швидкий. ***Повільний сон*** характеризується повільними хвилями електричної активності мозку, зменшенням частоти пульсу, дихання та ін. Протягом ночі 4–5 разів повільний сон змінюється швидким. При цьому з'являються на електроенцефалограмі швидкі хвилі, під час неспання, частішають пульс і дихання, підвищується кров'яний тиск, але тварина не просинається. ***Швидкий сон*** триває 3–4 хв, потім знову на 50–80 хв настає повільний сон.

У коней, великої і дрібної рогатої худоби, свиней тривалість сну – 5–7 год на добу. Сон у тварин ***періодичний і багаторазовий***, сплять вони на добу 7–8 разів. Усі тварини сплять лежачи. Коні можуть спати стоячи, але під ранок вони звичайно також лягають. Тривалість сну в корів залежить від продуктивності. Високопродуктивні корови й корови в другій половині тільності сплять більше, ніж низькопродуктивні.

Гіпноз, за Павловим, – це неповний сон, або сон з частковою *бадьорістю*. У основі гіпнозу так само, як і сну, лежить явище ***розповсюдження гальмування***. За умов глибокого сну гальмування охоплює більшу частину кори, підкіркові утворення та навіть середній мозок, а за умов гіпнозу гальмування розповсюджується на ***окремі ділянки мозку***. На загальному гальмівному тлі у корі великих півкуль головного мозку зберігаються осередки бадьорості, що функціонально мають зв'язок переважно зі слуховим аналізатором. Саме це дозволяє гіпнотизеру підтримувати зв'язок з тим, кого він гіпнотизує ***словесним навіюванням***, що має назву **"рапорт".**

Гіпноз тварин виявляється у нерухомості, завмиранні вразі небезпеки. Він розвився в процесі еволюції як пристосувальна реакція.

Гіпноз – це частковий сон, під час якого не сплять лише певні ділянки кори великих півкуль, а інші охоплені сном.

Спільність сну та гіпнозу стверджується також можливістю переходу з одного стану в інший. У стані глибокого природного сну людина не сприймає зовнішні впливи, її свідомість є ізольованою від довкілля. За умов глибокого гіпнозу людина не відповідає на зовнішні подразнення, не відповідає на запитання присутніх, але загострено сприймає усе, що надходить від гіпнотизера та чує голос лише гіпнотизера.

Типи нервової системи за І.П.Павловим.

Вивчення умовно-рефлекторної діяльності собак показало, що в різних тварин умовні рефлекси виробляються неоднаково. Спостерігаючи за тваринами в звичайних умовах їхнього життя, можна помітити, що кожна тварина по-своєму реагує на зовнішні подразнення, по-різному піддається навчанню тощо. Усі ці відмінності І.П. Павлов пояснював властивостями нервової системи тварини або типом її вищої нервової діяльності.

За основу поділу тварин на типи нервової системи І. П. Павлов узяв такі ***властивості: процеси збудження і гальмування; сила, урівноваженість і рухливість.*** Сила нервових процесів визначається працездатністю клітин кори великих півкуль. Урівноваженість характеризується співвідношенням між силою збудження і гальмування. Іноді ці процеси розвинені однаково, а інколи один процес (найчастіше збудження) переважає над гальмуванням. Рухливість нервових процесів зумовлена тим як швидко в клітинах кори процес збудження змінюється гальмуванням і навпаки. У результаті вивчення умовних рефлексів у сільськогосподарських тварин було встановлено ті ж типи вищої нервової діяльності, що й у дослідах на собаках.

Класифікація типів вищої нервової діяльності за І.П. Павловим збігається з класифікацією темпераментів за Гіппократом.

У тварин ***сильного, урівноваженого, рухливого типу*** умовні рефлекси виробляються швидко й міцно тримаються; тварини швидко пристосовуються до змін довкілля. Це ідеальний тип тварин для господарств. За типом темпераменту – ***сангвінік.***

Тварини ***сильного, урівноваженого, інертного типу*** спокійні, можуть витримати дію сильних подразників, але вони важко пристосовуються до швидкозмінних умов життєвого середовища. За темпераментом – ***флегматик.***

У тварин ***сильного, рухливого, неврівноваженого типу*** збудження переважає над гальмуванням. У них важко виробляються гальмівні умовні рефлекси й диференціювання. Внаслідок напруженої нервової діяльності в тварин виникають ***неврози*** – зриви нервової діяльності. За темпераментом цей тип відповідає ***холерику.***

Слабкий тип характеризується слабкістю процесів збудження і гальмування. Це боязливі тварини, які всього уникають. Умовні рефлекси виробляються важко. Цей тип малопридатний для господарства. За темпераментом вони схожі на ***меланхоліків.***

Встановлено певний взаємозв'язок типу вищої нервової діяльності і ***продуктивності тварин***. ***У корів сильного, урівноваженого й рухливого*** типу спостерігається високий і сталий рівень лактації. Вони добре пристосовуються до умов утримання і годівлі. У ***корів з неврівноваженою*** нервовою системою рідко буває стала лактація, як правило, вона в них знижена. У корів ***слабкого*** типу низький рівень лактації, надої дуже коливаються з різних причин.

Коні сильного, урівноваженого, рухливого типу характеризуються високою працездатністю при всіх видах використання, особливо в спорті.

Свиноматки сильного, урівноваженого, рухливого типу спокійні, мало реагують на сторонні подразники. Вони багатоплідні, їхні поросята мають найбільшу масу тіла, добре ростуть.

Учення І.П. Павлова про першу і другу сигнальні системи.

І.П. Павлов установив, що і для тварин, і для людини спільними є ***аналіз і синтез*** безпосередніх, конкретних подразників зовнішнього і внутрішнього середовища. Таку діяльність мозку він назвав ***першою сигнальною системою*** діяльності. В основі її лежить аналіз і синтез. У людини, на відміну від усього тваринного світу, особливого значення набуло ***слово – мова***. Слово стало ***другою сигнальною системою*** діяльності, будучи сигналом перших сигналів. Словами людина

позначає все те, що вона сприймає за допомогою своїх рецепторів. Тимчасові зв'язки в корі великих півкуль людини утворюються під впливом не тільки безпосередніх подразнень, а й слів, що їх вимовляють, чують і бачать. Слово як сигнал сигналів дає можливість абстрагуватися від конкретних предметів і явищ. Сигнальне значення слова пов'язане не з простим звукосполученням, а з його смисловим змістом, поняттям, яке в нього вкладене. Друга сигнальна система нерозривно зв'язана із ***соціальним життям людини***. Словесна сигналізація, мова, мовлення є засобом спілкування людей. Слово виникло у людей у процесі колективної праці. Поза суспільством, без спілкування з іншими людьми, друга сигнальна система не розвивається.

Етологія – це наука про поведінку тварин, її назва походить від грецького слова "етос", що означає звичка, звичай, поведінка. Етологія вивчає біологічні основи поведінки тварин, яку розглядають як прояв зовнішньої, переважно рухової, активності, що забезпечує їх пристосування до умов існування. В основі поведінки тварини лежить стан і діяльність нервової і гуморальної системи. Навіть у глибоку давнину вивчали поведінку тварин, щоб успішніше полювати. Для приручення тварин також потрібні були знання про їх поведінку. Етологія як наука почала розвиватися з кінця XIX століття, коли виникло два напрями вивчення поведінки тварин. І.П. Павлов вивчав фізіологічні механізми ***умовнорефлекторної*** діяльності, що лежить в основі поведінки. Інші дослідники з'ясували ***інстинктивну*** поведінку тварин. Етологія останнім часом набуває великого прикладного значення. Знання поведінки тварин допомагає знайти більш економічні способи утримання їх.

Методи вивчення поведінки тварин.

Для вивчення поведінки тварин застосовують різні методи. Широко використовується ***метод спостереження*** за поведінкою тварини в природних умовах. При цьому детально відмічають усі форми поведінки й ведуть хронометраж: як довго тварини рухаються, стоять, лежать, їдять та ін.

В етології застосовуються також різні експериментальні методи. ***Метод ізольованого вирощування*** малят, це дає можливість з'ясувати, що в поведінці передається спадкове, а що набувається в процесі життя.

Метод обхідного шляху – тварині для досягнення мети дають можливість обійти одну або кілька перешкод.

Метод лабіринтів дає змогу вивчати спритність тварин у пошуку виходу з лабіринту.

Метод уживлення електродів у різні структури мозку дає змогу вивчати, які відділи мозку відповідають за ту чи іншу поведінку.

Радіотелеметрію використовують для вивчення діяльності серця, дихання, скорочення м'язів під час руху тварин. Широко застосовується метод ***рухових харчових умовних рефлексів***.

Форми поведінки: батьківська, статева, харчова, оборонна, комфортна, що має зв'язок з підтриманням температури тіла, усуненням свербежу шкіри, доглядом за шкіряним покривом, уринацією, дефекацією, соціальна.

Кожен тип активності задовольняє певні спонукання тварин. За цих умов біологічною основою поведінки тварин є рефлекс, але будь-яку поведінку тварин та людини слід розглядати як ускладнений ланцюговий рефлекс. Усі прості та складні реакції поведінки здійснюються за участі усієї ЦНС, але участь тієї чи іншої її ділянки за умов здійснення певного рефлекторного або поведінкового акту відрізняється характерними особливостями.

Поведінка вищих хребетних тварин доцільно спрямовується на задоволення потреб організму діяльністю кори великих півкуль головного мозку за участі інших ділянок ЦНС.

Будь-який акт поведінки відбувається внаслідок збудження певної функціонально поєднаної системи нервових механізмів за участі головного та спинного мозку. Причому цей акт є спрямованим на задоволення тієї чи іншої потреби організму.

Одна система спрямована на задоволення харчової потреби, інша слугує для захисту організму від пошкоджувальних подразнень, третя – забезпечує потребу до розмноження та ін.

В основі поведінки тварин лежить ***інстинкт*** – система складних ланцюгових безумовних рефлексів, за яких кінець одного рефлексу спричиняє початок іншого. У процесі життя на інстинктивну поведінку нашаровується багато умовних рефлексів.

Для вивчення поведінки тварин важливо з'ясувати, як відбувається навчання тварин. ***Навчання*** – це процес набуття життєвого досвіду. Є багато видів навчання. В основі їх – вироблення умовних рефлексів різної складності. Найчастіше навчання відбувається способом ***наслідування.*** Так, молодняк усіх видів тварин, наслідуючи дорослих тварин, набуває їхнього досвіду. Або, наприклад, під час вантаження коней у вагони деякі з них чинять опір і не заходять у вагон. Якщо на очах такого коня завести іншого, то вслід за ним піде й той, що чинив опір. Метод ***спроб і помилок*** – при цьому тварина

здійснює різні пошукові реакції, щоб досягти мети. Якщо одна з пошукових реакцій призводить до мети, то в аналогічній ситуації тварина завжди використовує її.

Важливе значення в поведінці тварин мають ***орієнтувальні реакції***. Коли тварину заводять у нове приміщення, коли з'являються нові люди, предмети, вона оглядається, прислухається, принюхується, обнюхує землю, предмети. Відповідно до даних орієнтування тварини поводяться певним чином. Особливе місце у поведінці молодих тварин займають орієнтувальні реакції. Дослідницька активність, наслідування рухів матері, інших тварин допомагають молодій тварині вдосконалювати свої прийоми добування корму та інші необхідні для життя дії.

Важливе значення має групова ***поведінка тварин***. Поведінка їх у групах визначається ***стадною ієрархією*** – системою підпорядкування одних особин іншим за цілком певним ранговим місцем у групі. Така організація допомагає диким тваринам вижити в боротьбі за існування. Тепер умови існування сільськогосподарських тварин змінилися, але при груповому утриманні поведінка їх визначається стадною ієрархією, на чолі стада завжди стоїть тварина – ***лідер, вожак***. Закони стадної ієрархії треба враховувати, формуючи стадо тварин, проводячи перегрупування їх.

І.П. Павлов вважав, що тип нервової системи становить спадкову основу вищої нервової діяльності. Тваринам кожного типу нервової діяльності властиві неоднакові риси поведінки, зумовлені вихованням і умовами довкілля. Властивості нервової системи не визначають форм поведінки, але становлять основу, на якій одні форми поведінки виробляються легше, інші – важче.

Значення вивчення поведінки тварин для поліпшення умов утримання і експлуатації.

Виробництво різних продуктів тваринництва має зв'язок з використанням тих чи інших технологічних процесів, що повинні бути максимально адаптованими до біологічних можливостей організму тварин. Починаючи з першої доби життя новонароджені сільськогосподарські тварини потрапляють до незвичних умов утримання та годівлі, піддаються дії чисельних факторів довкілля.

Реагуючи на усі ці подразнення, тварини навчаються, набувають життєвого досвіду, що віддзеркалюється на їх поведінці. Як відомо, біологічною основою навчання є умовні рефлекси. Отже, використовуючи механізм утворення умовних рефлексів, можна навчитися

керувати поведінковими реакціями тварин. За умовним сигналом можна організувати годівлю тварин у певний час, у суворо відведених місцях. У свиней легко утворюється рефлекс на певне місце дефекації. За умов практики вівчарства часто використовуються як ватажок отари кози, що швидко навчаються реагувати на певні словесні (звукові) команди чабана. Оскільки у коней легко утворюються рухові умовні рефлекси на звукові сигнали, то під час керування табуном використовуються словесні накази та свистки. Шляхом дресирування удається керувати складними руховими актами у коней під час подолання перешкод, а також за умов виїздки.

За умов індустріалізації тваринництва, переведення виробництва молока, м'яса та яєць на промислову основу, слід глибоко вивчати усю різноманітність поведінкових реакцій організму тварин. Під час вивчення харчової поведінки необхідно фіксувати, за умов безприв'язного утримання тварин, кількість та тривалість жуйного періоду, кратність та кількість води, що випивають, кратність та тривалість відпочинку, лежання, стояння та ін.; з цією метою необхідно визначити фронт годування та чисельність тварин у групі; щоб запобігти сутичкам та бійкам, від яких страждають не тільки ті, що б'ються, але й усі тварини, що їх оточують у результаті сильного збудження. Невирішеним залишається питання про чисельність тварин у череді, табуні, технологічних групах у птахівництві.

Звичайно, враховуючи, що характер поведінки тварин залежить від типологічних особливостей вищої нервової діяльності, бажано було б формувати групи тварин з урахуванням не тільки віку, напрямку продуктивності, але й типологічних особливостей нервової системи.

За умов промислової технології виробництва тваринницької продукції необхідно мати тварин з високими адаптаційними можливостями та продуктивними якостями, стійкими до захворювання та стрес-факторів. Це мають бути тварини з сильним типом вищої нервової діяльності, що швидко пристосовуються до умов довкілля, що змінюється, відрізняються високою працездатністю та продуктивними якостями. За таких умов, для відгодівлі є бажаними тварини з сильним, урівноваженим, інертним типами вищої нервової діяльності; для спортивних перегонів – коні з сильним, рухомим, нестримним типами вищої нервової системи та, практично, для будь–якого напрямку використання є придатними тварини з сильним, рухомим та урівноваженим типами вищої нервової діяльності.

Питання для самоконтролю

1. Роль І.М. Сєченова й І.П. Павлова у вивченні фізіології кори великих півкуль головного мозку.

2. Умовні рефлекси, чим вони відрізняються від безумовних?

3. Які методи застосовують для вироблення умовних рефлексів?

4. Як утворюється умовний рефлекс?

5. Гальмування умовних рефлексів.

6. Типи вищої нервової діяльності тварин за І.П. Павловим, зв'язок між типом і продуктивністю тварин.

7. Які методи застосовують для вивчення поведінки тварин?

8. Охарактеризуйте форми поведінки тварин.

9. Яке значення мають знання про поведінку тварин для організації їх утримання та використання?

3.14. ФІЗІОЛОГІЯ АНАЛІЗАТОРІВ

Значення аналізаторів у пристосувальних реакціях організму до умов зовнішнього середовища.

Учення про органи чуття розвивалось у боротьбі з ідеалістичними проявами в фізіології.

Німецький дослідник І. Мюллер (1826), автор "Закону специфічної енергії органів чуття", вважав, що організм сприймає не конкретні подразники довкілля – світло, звук, тепло, холод та ін., а якість, стан наших нервів, зумовлений зовнішніми причинами.

Г. Гельмгольц, будучи представником непослідовного, символічного матеріалізму, висунув так звану теорію символів, або ієрогліфів.

Глибоко помилкові висновки представників фізіологічного ідеалізму, по суті, відкидали можливість пізнання навколишнього світу за допомогою органів чуття.

У дійсності пізнання, наші відчуття відображають об'єктивну реальність, існуючу незалежно від людини та її свідомості.

Усі предмети, які сприймає організм, є їх копіями, знімками, зліпками, а не абстрактними символами або знаками.

Джерело наших відчуттів – це навколишній світ, що нас оточує. Єдиними "воротами", через які цей світ сприймається, це є ***аналізатори***.

Шлях пізнання природи, суспільного розвитку йде від відчуттів до абстрактного мислення. Сприймаючи та узагальнюючи об'єктивну реальність, мислення людини набуває величезної сили, здатної не тільки змінити, а й переробити світ.

В оцінці правильності відчуттів особливе місце займає взаємодія аналізаторів. Сприйняття величини предметів, їх форми, розміщення та віддалення проводиться одночасно трьома аналізаторами: зоровим, шкірним та руховим. Якщо один з них виходить з ладу, його функції беруть на себе інші аналізатори.

Відомі випадки, коли глухонімі й сліпі (О. Скороходова і Є. Келлер) за допомогою шкірного та рухового аналізаторів отримали вищу освіту і займались корисною працею (Латманізова Л. В., 1965).

Сови, втративши зір, добувають гризунів за їх звуками та шарудінням. Термін "аналізатор", введений у науку І. П. Павловим, замінив стару назву "орган чуття", яка не відповідала дійсності. Адже коли говорять, що вухо – орган слуху, а око – орган зору, то це тільки рецепторна, сприймальна частина, крім якої є ще провідникова та мозкова.

Отже, кожний аналізатор складається з:

- рецепторів, що перетворюють енергію подразнення у нервовий процес – збудження;
- доцентрового шляху, що передає збудження у великі півкулі;
- сприймальної зони в корі великих півкуль головного мозку, де і виникає відчуття – результат складної взаємодії нервових клітин.

Сприйняття інформації з зовнішнього та внутрішнього середовища організму забезпечується ***рецепторами*** – спеціалізованими клітинами або ж закінченнями чутливих нейронів. Від того, як вони відносяться до дії подразника, рецептори поділяються на контактні та дистантні. *Контактні* рецептори збуджуються під час безпосереднього зіткнення з подразником – це тактильні, температурні, больові та смакові. *Дистантні* рецептори приходять у стан активності під впливом світлових, звукових та ароматичних подразників, джерела яких перебувають на певній віддалі від організму.

Залежно від того, до яких впливів найбільш чутливі рецептори, їх розділяють ***на механорецептори та хеморецептори***.

Виникнення органів чуттів у процесі еволюції. У процесі еволюції організму рецептори спеціалізувались і ускладнювались. Давніми є рецептори шкіри, потім розвивались нюхові та смакові, ще пізніше – вестибулярний апарат, органи слуху та зору.

У тварин, що ведуть нерухомий спосіб життя (губки, корали), розвинені контактні рецептори, у водоплавних – дистантні. Особливо слід відмітити виняткову чутливість нюхового аналізатора у риб. Сьомга, нерка, горбуша та інші лососеві риби за сотні кілометрів від узбережжя океану за запахом знаходять устя рік, у верхів'ях яких відбувається нерест.

Акула-молот відчуває запах крові на віддалі 2–3 км. Морські ссавці – дельфіни, косатки, мігруючи, залишають після себе "запахову доріжку", яка протягом кількох діб є орієнтиром для пересування родичів. У наземних тварин – копитних, всеїдних, ссавців – також чудово розвинений нюх.

Свиноматка, наприклад, за запахом легко відрізняє своїх поросят від чужих. Собака може безпомилково йти по сліду людини чи тварини. Запах сліду визначається продуктами розпаду шкірних виділень організму.

Сигнали, які сприймаються з різних дистанцій, мають важливе значення в житті тварини, допомагають їй у пошуках корму, води, попереджають про небезпеку.

Вивчаються аналізатори за допомогою умовних рефлексів. Застосовуючи цей метод, можна установити, які ж подразники розпізнає тварина, ступінь розпізнавання, місце локалізації кіркових частин окремих аналізаторів тощо. Крім того, використовується електрофізіологічна методика (реєстрація біострумів у різних частинах аналізатора), хірургічна (вилучення окремих ланок аналізатора), адаптометрична та ін.

Властивості аналізаторів:

- надзвичайно висока чутливість, тобто дуже низький поріг подразнення;
- специфічність – здатність вибірково відповідати на адекватний подразник і не реагують на інші подразники;
- адаптація – пристосування до дії подразника, тобто звикання тактильних рецепторів шкіри до дотику;
- відчуття після припинення дії подразника, послідовних образів.

Збудливість аналізатора до адекватного подразника підвищується, якщо йому передує або супроводжує його протилежний подразник. Взявши в руки два предмети, ми легко визначаємо, який з них важчий на основі явища контрасту, що базується на індукції.

Зоровий аналізатор. У більшості ссавців зорова система є найбільш досконалим аналізатором, надзвичайно чутливим до електромагнітних випромінювань. За допомогою зору організм сприймає інтенсивність світла, колір предметів, їх форму, величину, розміщення, переміщення у просторі та відстань до них.

Будова ока. Око, або очне яблуко, складається з ***білкової, судинної*** **та** ***сітчастої оболонок.*** Передня частина білкової оболонки прозора. Вона називається ***рогівкою.***

Під білковою оболонкою ***лежить судинна***, яка спереду переходить у райдужну (пігментну), і війчасте тіло з його циліарними м'язами. У центрі райдужної оболонки є ***отвір-зіниця***, що розширюється в темряві і звужується при світлі. Радіальні м'язи, що розширюють зіницю, іннервуються симпатичними нервовими волокнами, а циркулярні, що звужують зіницю, – парасимпатичними.

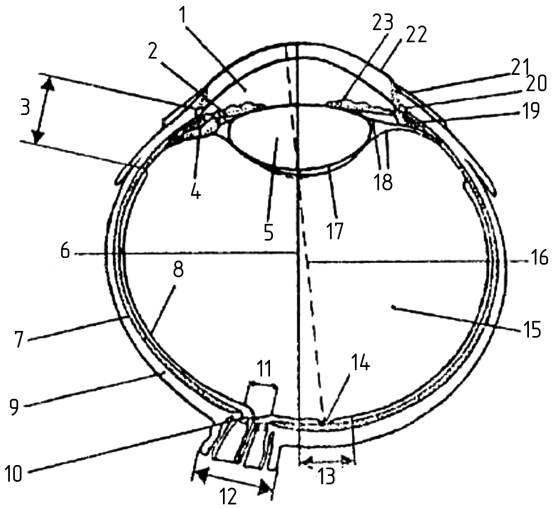


Рис. 131. Горизонтальний розріз ока:

1 – передня камера; 2 – задня камера; 3 – війкове тіло; 4 – війкові відростки; 5 – кришталик; 6 – оптична вісь; 7 – судинна оболонка; 8 – сітківка; 9 – склера; 10 – решітчаста пластинка; 11 – сосок зорового нерва; 12 – зоровий нерв; 13 – жовта пляма; 14 – центральна ямка; 15 – склоподібне тіло; 16 – зорова вісь; 17 – закришталиковий простір; 18 – циннові зв'язки; 19 – війковий м'яз; 20 – Шлеммів канал; 21 – кон'юнктива; 22 – рогівка; 23 – райдужна оболонка

За райдужною оболонкою розміщений ***кришталик,*** подібний до двоопуклої лінзи, зануреної в прозору капсулу. За допомогою циннової зв'язки вона прикріплюється до війчастого тіла. Простір між

рогівкою та райдужною оболонкою називається ***передньою камерою***, а між райдужною оболонкою і кришталиком – ***задньою камерою*** ока. Заповнене очне яблуко в основному ***склоподібним тілом***, що складається з найтонших волокон і рідини. Рогівка, водяниста волога передня камера ока, кришталик і склоподібне тіло відносяться до ***світлопереломних*** середовищ.

Світлочутливі елементи ока представлені ***сітківкою.*** Промені, відбиваючись від будь–якого предмета, потрапляють в око і переломлюються. На сітківці виникає дійсне ***зменшене та зворотне*** відображення предмета.

Для захисту ока від зовнішніх впливів існують різні пристосування. До них належать повіки та слізні залози.

Світлочутливий апарат ока – ***сітківка***, яка складається з трьох основних шарів: зовнішнього – ***паличок*** і ***колбочок***, середнього – біполярних клітин та внутрішнього – ***гангліозних мультиполярних клітин***.

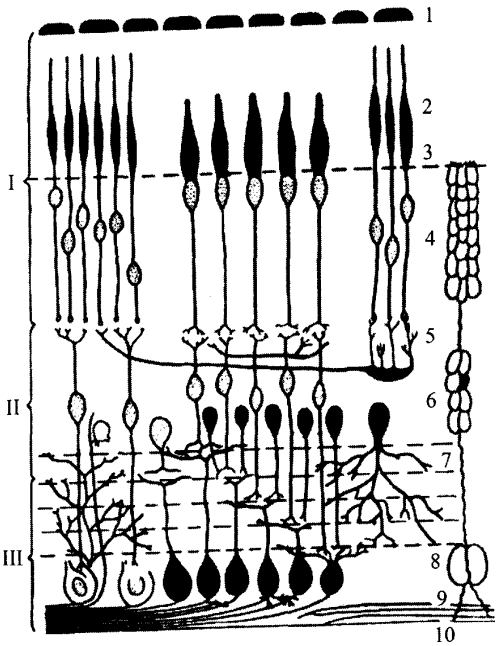


Рис. 132. Будова сітківки: I, II, III – перший, другий і третій нейрони:
1 – пігментний шар, який прилягає до сітківки; 2 – шар паличок і колбочок; 3 – зовнішня пограничная перетинка; 4 – зовнішній зернистий шар; 5 – зовнішній міжзернистий шар; 6 – внутрішній зернистий шар; 7 – внутрішній міжзернистий шар; 8 – гангліозні клітини зорового нерва 9 – волокна зорового нерва; 10 – внутрішня пограничная перетинка

Шар біполярних клітин стиковується з рецепторами та гангліозними мультиполярними клітинами, аксони яких і утворюють зоровий нерв, що налічує до 800 тис. волокон. На шляху до гіпоталамуса зоровий нерв перехрещується. У сільськогосподарських тварин перехрещення повне, тобто нерв від лівого ока прямує до правої півкулі, а від правого – до лівої.

Частина сітківки навколо зорової осі називається ***жовтою плямою.*** У центрі цієї плями є заглиблення – ***центральна ямка.***

Розподіл рецепторних елементів у сітківці неоднаковий. У центральній ямці є майже самі колбочки, а на периферії сітківки – тільки палички. Зовсім відсутні світлочутливі елементи у так званій сліпій плямі – місці виходу зорового нерва.

Купки світлопоглинальних дисків паличок містять пурпурний пігмент, ***родопсин.*** У колбочках знаходиться фіолетова речовина – ***йодопсин.*** Під впливом світла у сітківці відбуваються фотохімічні процеси, зміна обміну речовин, а також електричні явища. На світлі родопсин та йодопсин розпадаються. З родопсину утворюється білок ***опсин*** або ***скотопсин***, і жовтий пігмент ***ретинен***, який містить вітамін А.

У темряві та за тривалої дії світла родопсин і йодопсин відновлюються. Нестача вітаміну А в кормах затримує утворення та відновлення родопсину, що негативно позначається на діяльності сітківки (різке погіршення присмеркового зору – куряча сліпота).

Безпосередньою причиною виникнення збудження в сітківці є розпад родопсину та йодопсину. Родопсин, розпадаючись у 1000 разів швидше від йодопсину, викликає частішу імпульсацію у волокнах зорового нерва.

Зовнішні членики паличок і колбочок мають шарувату структуру.

Отже, ***палички*** забезпечують ***сутінковий*** зір, а ***колбочки – денний***. У тварин, що ведуть денний спосіб життя (курей, голубів), у сітківці переважають колбочки, а у нічних тварин (сов, їжаків, кішок) – палички.

Біоелектричні явища сітківки – результат фотохімічних процесів. Запис біострумів сітківки називається ***електроретинограмою.***

У нічних тварин з поганим кольоровим зором (коти, кажани, їжаки, сови, сичі) чутливість ока до світла значно вища порівняно з денними. Це пояснюється наявністю великої кількості паличок. Крім того, зіниця ока у нічних тварин має форму вертикальної щілини і під час розширення сприймає більше світлових променів. Незважаючи на

підвищену чутливість до світла, гострота зору у таких тварин знижена і вони погано бачать на далекій відстані, тоді як соколи, яструби, орлани, орли та інші денні хижаки володіють винятковою далекозорістю.

Гострота зору відбиває здатність зорового аналізатора розпізнати дві точки, максимально наближені між собою або ж найдрібніші об'єкти, предмети.

Акомодацією називається здатність ока ясно бачити предмети, розміщені на різній відстані. У птахів і ссавців акомодація ока пов'язана зі зміною кривизни кришталика. Дивлячись вдалину, війчастий м'яз, розслаблюючись натягує циннові зв'язки і кришталик стає плоскішим. Переломна сила його зменшується і паралельні промені від далеких предметів сходяться на сітківці. Розглядаючи близькі об'єкти, війчастий м'яз скорочується, циннова зв'язка розслабляється і здавлення кришталика капсулою припиняється. Завдяки еластичності кришталик стає опуклішим. Все це призводить до фокусування на сітківці ближніх предметів.

Війчастий м'яз скорочується рефлекторно. Збудливі імпульси передаються до нього окоруховим нервом, а гальмівні – симпатичними волокнами верхнього шийного вузла.

У міру наближення об'єкта до ока акомодація поступово посилюється, досягаючи своєї межі, після чого ясне бачення порушується. Найменшу відстань, на якій об'єкт чітко видно, називають ***найближчою точкою ясного бачення.***

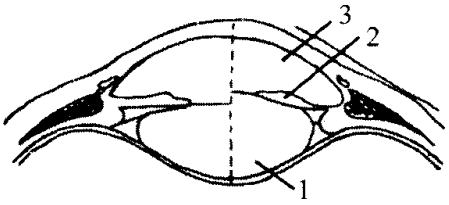


Рис. 133. Зміна кривизни кришталика під час акомодації:
1 – кришталик; 2 – війковий м'яз; 3 – передня камера (за Кравковим)

Чутливість ока до світла залежить від інтенсивності освітлення. ***Адаптація*** – пристосування ока до зміни умов освітлення (рівня освітленості). При світлі у зв'язку з розпадом родопсину чутливість сітківки знижується (***адаптація до світла***). У темряві кількість зорового пурпуру збільшується, через що чутливість ока підвищується (***адаптація до темряви***).

Сприйняття кольорів. Останнім часом дотримуються трикомпонентної теорії кольорового зору, основи якої були закладені М.В. Ломоносовим (1751). Згідно з цією теорією, у сітківці існує три види колбочок, що містять особливу світлочутливу речовину. Одні з них мають чутливість до насиченого ***червоного*** кольору, другі – до насиченого ***зеленого,*** треті – до насиченого ***синьо-фіолетового*** кольору.

Відчуття багатьох кольорів виникає за рахунок комбінацій основних трьох кольорів. Так, під час подразнення одного ока зеленим кольором, і іншого – червоним виникає відчуття жовтого кольору. Оптичне змішування всіх кольорів спектра оцінюється як білий колір.

Сприймання кольору зумовлюється довжиною електромагнітної хвилі. Довгі хвилі видимої частини спектра випромінюють червоний, а короткі – фіолетовий кольори.

Спостерігаються випадки, коли людина не розпізнає кольору, частіше червоного й зеленого. Таке явище одержало назву ***дальтонізму*** (за ім'ям англійського ученого-хіміка Дж. Дальтона, який не відрізняв червоного кольору від зеленого).

За допомогою умовних рефлексів установлено, що голуби, кури, коні, велика рогата худоба розрізняють кольори. Що ж до інших тварин єдиної думки немає.

Бінокулярний зір. Бачення обома очима, або бінокулярний зір, дозволяє значно збільшити поле зору, яке тварина бачить при фіксованому положенні очей. Найбільше поле зору у тварин з боковим розміщенням очей (коні).

Під час бінокулярного бачення відображення предмета виникає в однакових точках сітківки кожного ока. У випадку, коли відображення виявиться на неоднакових, або диспарних, точках сітківки (при зміщенні однієї із зорових осей), предмет роздвоюється.

Парність зору дозволяє сприймати "об'ємність" предмета, визначити відстань до нього. Кожне око бачить предмет дещо іншим – одне справа, а друге зліва – і на сітківці виникає рельєфніше, об'ємніше відображення.

Наближення предмета до ока та його віддалення викликають у рецепторах сітківки зображення різної величини. Близькі предмети дають великі зображення, далекі – маленькі. Різниця зображення предмета на сітківці аналізується корою великих півкуль, у результаті чого виникає відчуття відстані до предмета.

В оцінці віддаленості предмета беруть участь м'язи ока та кришталик. Зведення зорових осей ока (***конвергенція***) та випуклість

кришталика сигналізують центральній нервовій системі про наближення предмета, а розходження зорових осей (***дивергенція***) та сплющення кришталика – про віддалення предмета.

Важливе значення у визначенні переміщення і віддалення предмета мають умовні зв'язки, що утворилися в процесі життя між зоровим, руховим, шкірним та іншими аналізаторами.

Слуховий аналізатор. Аналізатор слуху сприймає звукові хвилі і перетворює їх у слухові відчуття. Швидкість поширення звукових хвиль – це чередування згущення і розрідження частинок повітря, яке становить 330 м/с. Звук виникає під час коливань будь-якого тіла.

Провідниками звуку можуть бути повітря, вода, земля та тверді предмети.

Слух відіграє важливу роль у житті тварини. Він попереджає її про небезпеку, допомагає вистежити здобич тощо.

У ссавців слуховий аналізатор представлений ***вухом, слуховим нервом та скроневою зоною кори великих півкуль.***

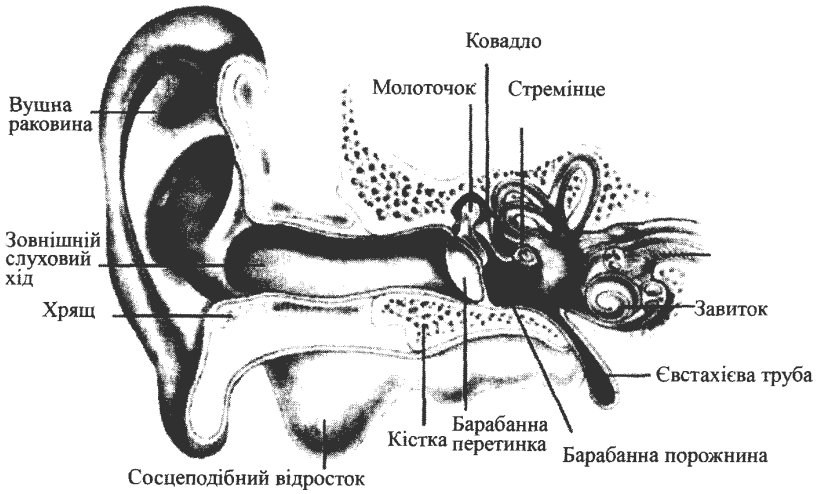


Рис. 134. Схема будови вуха

Будова та фізіологія вуха. Вухо вищих тварин і людей ділиться на три частини: зовнішнє, середнє і внутрішнє.

Зовнішнє вухо включає вушну раковину і зовнішній слуховий прохід. За допомогою вушних раковин тварина уловлює звукові хвилі і спрямовує їх у глибину вуха. Зовнішнє вухо відділене від середнього барабанною перетинкою. Це дуже тонка еластична мембрана (0,1–0,2 мм), яка складається з радіальних і кільцевих сполучнотканинних

волокон з різним напрямом. Барабанна перетинка завдяки своїй будові точно відтворює звукові коливання, що доходять до неї.

Середнє вухо, або барабанна порожнина, розміщується у висковій кістці черепа і складається з системи слухових кісточок: ***молоточка, ковадла та стремінця.*** Ручка молоточка прикріплена до барабанної перетинки, а стремінце закріплене в овальному віконці переддвер'я. Між собою кісточки з'єднані дрібними рухливими суглобами.

Друга функція слухових кісточок полягає в регуляції чутливості вуха. Під впливом голосних звуків спеціальні м'язи зміщують кісточки і натягують барабанну перетинку. Порушення системи передачі звуків, що виникає при цьому, захищає внутрішню частину завитка від пошкоджень.

Середнє вухо за допомогою ***слухової, або євстахієвої*** труби з'єднується з носоглоткою. Вперше описав цю трубу Бартоломео Євстахіо – італійський лікар XVI ст. Основна роль цієї труби – ***вирівнювання тиску*** по обидва боки барабанної перетинки. Слухова труба відкривається лише під час ковтальних рухів і позіхання. Вона також забезпечує видалення слизу та ексудату під час запалення порожнини середнього вуха.

Внутрішнє вухо знаходиться у товщі кам'янистої частини вискової кістки і ділиться на ***кістковий та перетинчастий лабіринти***, розділені тонким шаром рідини – ***перилімфою.*** Рідина всередині перетинчастого лабіринту називається ***ендолімфою***. Від барабанної порожнини внутрішнє вухо відділено стінкою з овальним і круглим віконцями. Кістковий лабіринт складається з ***переддвер'я, півколових каналів і завитка***. Переддвер'я та півколові канали належать до ***вестибулярного аналізатора***, завиток до ***слухового.*** Усі перетинчасті утворення лабіринту з'єднані між собою тоненькими канальцями.

Завиток – це спіральний канал, що у тварин має 2,5–4 ходи. Основа завитка бере початок від круглого мішечка переддвер'я. Завиток до половини розділений кістковою спіральною пластинкою на верхню частину, що сполучається з переддвер'ям, і нижню – з круглим віконцем. Край спіральної пластинки з'єднується з зовнішньою стінкою каналу – основною мембраною, що складається з окремих поперечно розміщених сполучнотканинних волокон, подібних до струн. На основній мембрані розміщений ***рецепторний апарат – кортіїв орган***, який складається з опорних і волоскових (слухових) клітин, що сприймають звукові коливання. Волоски цих

клітин занурені у відносно нерухому покривну мембрану. Коли звукова хвиля викликає коливання основної перетинки, розміщені на ній волоскові клітини приходять у стан рухомості і їхні волокна натягуються або ж згинаються. Деформація волосків і є подразником слухових клітин, їх збудження передається нервовим закінченням біполярних нейронів спірального ганглія завитка.

Довгі відростки цих нейронів і складають завитковий нерв. Завитковий та вестибулярний нерви утворюють слуховий нерв, що йде до ядер довгастого мозку, де починається другий нейрон провідних шляхів. Отже, одна частина волокон спрямовується до чотиригорбикового тіла, друга – до внутрішнього колінчастого тіла зорових горбів. Далі імпульси по волокнах третього нейрона досягають коркового відділу слухового аналізатора, розміщеного у висковій долі кори великих півкуль. У зв'язку з частковим перехрещуванням провідних шляхів мозковий кінець слухового аналізатора сприймає звуки, що йдуть від обох вух.

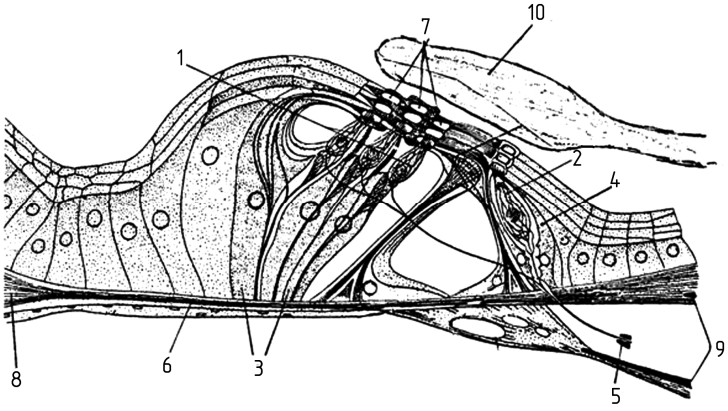


Рис. 135. Кортіїв орган:

1,2 – зовнішні і внутрішні слухові клітини; 3,4 – зовнішні і внутрішні опорні клітини; 5 – нервові волокна; 6 – базальна мембрана; 7 – отвори ретикулярної (сітчастої) мембрани; 8 – спіральна зв'язка; 9 – кісткова спіральна пластинка; 10 – покривна мембрана

Кожне волокно завиткового нерва реагує на звук певної частоти. Це свідчить про те, що ***первинний аналіз*** звуків відбувається в ***кортієвому органі***, де механічна звукова енергія перетворюється в нервову.

Передача звуків можлива і через кістки черепа. Звукові хвилі, минаючи середнє вухо, можуть викликати коливання вискової кістки з

наступним коливанням пери- та ендолімфи. Коливання рідини внутрішнього вуха передається на основну мембрану, з кортієвим органом. У цьому і полягає суть кісткового звукопроведення, яке має значення під час руйнування барабанної перетинки та слухових кісточок.

Теорії слуху. Найбільш обґрунтованою вважається резонансна теорія Гельмгольца.

Якщо людина біля відкритого рояля виголошує яку-небудь ноту, то у відповідь починає звучати (резонувати) струна, настроєна на цей же тон. Враховуючи особливості будови завитка, Г. Гельмгольц запропонував таку теорію слуху. Звукові хвилі, посилені системою слухових кісточок, викликають коливання ендолімфи, а також волокон основної мембрани за принципом резонансу. На низькі звуки реагують довші волокна, розміщені ближче до верхівки, а на високі – коротші, розміщені у нижній частині закрутки.

Резонансна теорія підтверджується гістологічними дослідженнями кортієвого органа померлих людей, що мали глухоту на певні тони, а також у дослідах з умовними рефлексами на собаках. Установлено, що пошкодження основи мембрани призводить до зникнення умовних рефлексів на високі тони, а верхньої її частини – до зниження умовних рефлексів на низькі тони.

Згідно з ***гідродинамічною теорією слуху*** угорського вченого Д. Бекеші подразнення волоскових клітин зумовлене вигинанням основної мембрани, що настають під час переміщення пери- та ендолімфи. Ця теорія доповнює резонансну теорію Гельмгольца.

Звукові сприйняття. За допомогою слухового аналізатора організм розрізняє звуки за їх силою, або гучністю, висотою, тембром, а також визначає місце розміщення джерела звуку. ***Сила звуку*** залежить від величини тіла, що коливається, амплітуди його коливань та від відстані до нього. Висота звука зумовлена частотою коливань.

Вухо людини сприймає звуки частотою коливань від 16 до 20000 Гц, що відповідає довжині хвилі від 20 м до 16,5 мм.

Звуки частотою вище 20000 Гц належать до ***ультразвуків,*** нижче 16 Гц – до ***інфразвуків.*** У тварин гострота слуху краще виражена, ніж у людини. Собака сприймає коливання частотою 38 тис. Гц, кішка – 70000, кажан до 100 тис. Гц. Тембр звуку, або його забарвлення, визначається кількістю обертонів. Наявність яких пов'язана з коливанням окремих частин тіла.

На виникнення звука витрачається велика кількість енергії. За тривалої дії ***сильного звука*** збудливість слухового аналізатора зменшується (адаптація до звуку). ***Тривале перебування*** в тиші призводить до підвищення збудливості (адаптація до тиші).

Якщо звуковий подразник, особливо шум, діє на організм годинами, тоді виникає ***втома,*** тобто порушення нормальної чутливості аналізатора слуху. Шуми, що повторюються щоденно, негативно відображаються на здоров'ї та працездатності не тільки людини, а й тварини. Тому запобігання шумів є важливим завданням.

У підтриманні рівноваги в русі та положенні тіла в просторі беруть участь зоровий, руховий, шкірний та інші аналізатори.

Однак найважливіше значення в цьому складному процесі орієнтування належить ***вестибулярному аналізатору***, представленому переддвер'ям внутрішнього вуха, півколовими каналами, вестибулярним нервом та мозковою частиною.

У переддвер'ї розташовані два мішечки – круглий та овальний. Вони є частиною перетинчастого лабіринту, розміщеного в середині кісткового лабіринту. У круглому та овальному мішечках знаходяться дуже чутливі рецепторні клітини, їх волоски занурені в драглисту масу з ***отолітами*** – кристалами вуглекислого кальцію.

Адекватним подразником рецепторних клітин є зміна положення голови і всього тіла. Поворот, нахил голови, а також рухи викликають зміщення отолітів і розтягнення волосків рецепторних клітин. Збудження, що виникне при цьому, по волокнах вестибулярного нерва передається в мозок, де й виникає відчуття положення голови і тіла.

Адекватним подразником волоскових клітин півколових каналів є зміна тиску ендолімфи при кутовому прискоренні, тобто коли змінюється напрям руху. Це й викликає збудження нервових закінчень біполярних клітин вестибулярного ганглію. Звідти імпульси йдуть у довгастий, середній мозок, мозочок та кору великих півкуль головного мозку, викликаючи певне відчуття й відповідну реакцію організму.

Завдяки зв'язку вестибулярного аналізатора з вегетативною нервовою системою подразнення отолітового апарата і півколових каналів у тварини може супроводжуватись прискоренням або сповільненням роботи серця, дихання, підвищенням або зниженням кров'яного тиску, проносами, блювотою, потінням тощо.

У тварин з підвищеною збудливістю вестибулярного апарата аналогічні зміни іноді спостерігаються під час їх транспортування.

Морська хвороба також пов'язана з подразненням вестибулярного апарата.

За невагомості положення тіла в просторі визначається зором, тому що отоліти і ендолімфа через втрату маси не здатні подразнювати рецепторні клітини вестибулярного апарату.

Нюховий аналізатор найдавніший, що розвився задовго до появи зору та слуху. Адекватним подразником для нього є газоподібні леткі речовини.

Чуття нюху має важливе біологічне значення. За запахом тварини знаходять і оцінюють корм, виявляють супротивника, самці визначають присутність самки. У ссавців нюхові рецептори-клітини розміщуються в слизовій оболонці задньої частини верхнього носового ходу.

Нюхові рецептори – це біполярні нейрони з видовженими клітинними тілами, що розміщені у верхній частині носової порожнини, у так званому нюховому епітелії. Відростки цих клітин досягають нюхових цибулин, через які здійснюється зв'язок із нюховими ділянками головного мозку.

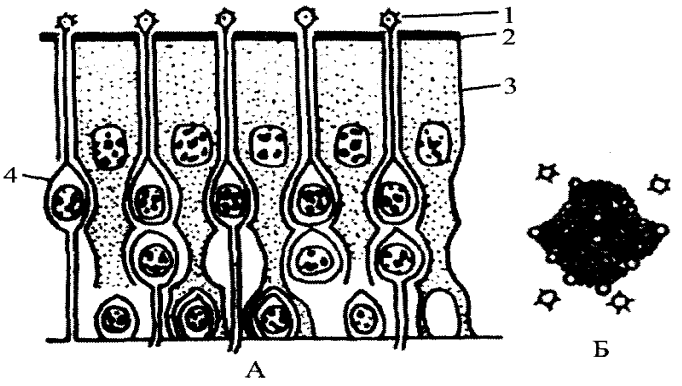


Рис. 136. Схема будови слизової оболонки нюхової порожнини:
А – поперечний розріз; Б – вигляд згори: 1 – нюхові пухирці; 2 – пограничная мембрана; 3 – опорні клітини; 4 – нюхові клітини

Молекули пахучих речовин, розчиняючись у слизу носової порожнини, подразнюють волосоподібні відростки, так звані війки нюхових рецепторних клітин, що призводять до проведення нервових імпульсів. Останні по відростках нюхових клітин через отвори пластинки решітчастої кістки надходять до нюхових цибулин, де формують синапси з клітинами нюхових трактів.

В епітелії нюхової ділянки, як і на всій слизовій оболонці носа, знаходяться закінчення трійчастого нерва, які сприймають тактильну, больову та температурну чутливість. Поверхня слизової носа постійно зволожується секретом боуменових залоз.

Відчуття запаху виникає в результаті зіткнення молекул летких речовин з нюховими клітинами.

Для одержання виразного запаху необхідні глибокі вдихи з закритим ротом або часті, короткі дихальні рухи (принюхування), що сприяють завихренню повітря у верхньому носовому ході.

З ротової порожнини пахучі речовини потрапляють у ніс через хоани з видихуваним повітрям.

Нюх – винятково гостре і тонке відчуття. Людина здатна відрізняти до десяти тисяч запахів. Ще більше розвинене чуття нюху у тварин. Досить протягом кількох секунд потримати долонею дерев'яну палку, як собака швидко знаходить її серед десятків інших. Дослідження показали, що собаки можуть визначати наявність однієї молекули ароматичної речовини в 1 *л* повітря. Тому невипадково під час війни їх використовували для знаходження мін, а тепер для виявлення наркотиків.

Усі сільськогосподарські тварини також володіють добрим нюхом. ***Коні,*** наприклад, відчувають запах води на великій відстані, а ***велика рогата худоба*** досить легко розпізнає запахи багатьох трав.

Тривала дія запаху призводить до адаптації. У перші хвилини перебування у тваринницькому приміщенні людина відчуває запах аміаку та інших летких речовин, але з часом перестає їх відчувати.

Звичайно запахи носять назви тих речовин, котрі їх супроводжують (запах валеріани, конвалії, лимона та ін.). Існує близько 40 теорій нюху. Найбільш поширені дві теорії – хімічна й фізична.

Згідно з ***хімічною теорією*** запах – це певна концентрація молекул пахучих речовин. Припускається, що на поверхні нюхових рецепторів є клітини з різними лунками. Для первинних семи запахів орієнтовно були розраховані розміри і форми лунок. Відчуття запаху виникає за умови збігу форми молекули з формою лунки, причому різні лунки визначають і різні запахи. Речовини, молекули яких відповідають кільком видам лунок, мають складний запах.

Фізична теорія виникнення запахів пов'язана з електромагнітними хвилями. Молекули пахучої речовини, зіткнувшись у повітрі з молекулами азоту і кисню, випромінюють хвилі завдовжки від 1 до

100 мкм, які і впливають на периферичну частину нюхового аналізатора тварини.

Слід вважати, що обидві теорії доповнюють одна одну.

Смаковий аналізатор відноситься до контактних. Завдяки його наявності тварина досліджує хімічні речовини, розчинені в рідинах, кормі або слині і тим самим відрізняє їстівне від неїстівного.

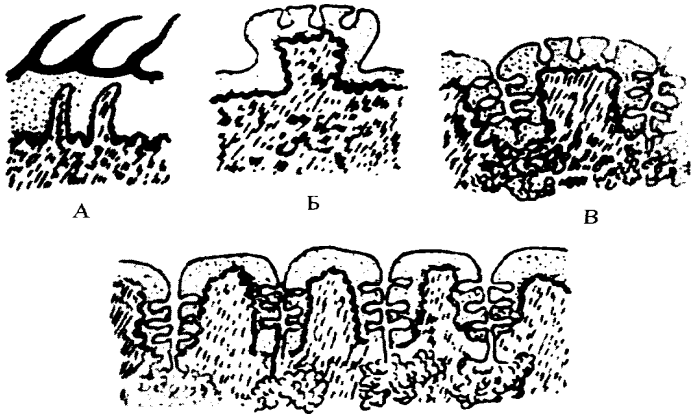


Рис. 137. Сосочки язика:
А – ниткоподібні (не мають відношення до смаку);
Б – грибоподібні; В – жолобоподібні; Г – листкоподібні

Деякі комахи визначають смак за допомогою рецепторів, що є на вусиках та лапках. У риб смакові хеморецептори, подібно до больових і температурних, розкидані по всьому тілу (акула має 100000 смакових цибулин). У наземних хребетних тварин рецепторний апарат смакового аналізатора представлений ***смаковими цибулинами***, розміщеними у сосочках – невеликих підвищеннях язика, піднебіння, гортані та глотки. Залежно від форми сосочки розділяються на ***листоподібні, грибоподібні, жолобоподібні та ниткоподібні***. У кожному сосочку є декілька смакових цибулин. Найбільше їх у жолобоподібних сосочках, що знаходяться біля основи язика. Середня частина дорсальної поверхні язика немає сосочків і тому позбавлена смакової чутливості.

Кожна цибулина містить 10–15 смакових рецепторів у вигляді подовжених клітин з мікроворсинками, що виступають на вершині цибулини. Смакові рецептори функціонують 3–4 дні, після чого дегенерують. Відновлюються вони за рахунок епітеліальних клітин, що оточують цибулини.

Нервові імпульси від смакових цибулин по під'язиковому, язиково-глотковому, лицевому та блукаючому нервах надходять у довгастий мозок і далі в ядро таламуса.

Розрізняють чотири різновиди смаку: ***солоний, солодкий, гіркий і кислий.*** У більшості випадків сосочки чутливі до кількох смакових подразнень. Це пояснюється тим, що один і той же сосочок може мати різні смакові цибулини, які реагують на певні речовини.

Велика рогата худоба та інші травоїдні тварини розрізняють солоне, солодке, гірке й кисле. Це допомагає їм орієнтуватися під час приймання корму. У птахів смаковий аналізатор розвинений слабо.

Смаковий аналізатор тісно пов'язаний з процесами травлення. Відчуття смаку рефлекторно викликає почуття апетиту, активує діяльність залоз травлення, що сприяє кращому перетравленню кормів і засвоєнню поживних речовин.

Щоб викликати апетит, тваринам необхідно давати різноманітний корм, відповідно до нього підготовляти та обробляти (подрібнювати, запарювати, дріжджувати), додавати до кормів смакові речовини (кухонну сіль, патоку та ін.).

Телята й кури байдужі до високих концентрацій іонів водню. Вони можуть ковтати кислі речовини, які не вживаються людьми. Неприємний людині гіркий смак приваблює коней. *Кішки та свійська птиця* байдужі до солодкого.

У собаки, свині, голуба та мавпи електрофізіологічними методами виявлені смакові рецептори, що чутливі до води. У вівці, кози, корови та в людини таких рецепторів не знайдено.

Шкірний аналізатор. Однією з багатьох функцій шкіри є її участь у сприйнятті зовнішніх подразників. У ній є рецептори, подразнення яких викликає ***тактильні (дотик, тиск), температурні (тепло, холод) та больові відчуття***.

Тактильні подразнення сприймаються тільцями Меркеля, Мейснера, Фатер-Паччіні, холодові – колбами Краузе, теплові – кистями Руффіні, больові подразнення – вільними нервовими закінченнями.

Провідні шляхи шкірного аналізатора різні. Нервові волокна, що передають больові і температурні імпульси, входять у сіру речовину спинного мозку, звідки починається другий нейрон, що закінчується в зорових горбах. Нервові волокна тактильних рецепторів у складі дорсальних стовпів спинного мозку ідуть до довгастого мозку, звідки бере початок другий нейрон, довгий відросток якого також

закінчується в зорових горбах. Кінцевий пункт нервових імпульсів рецепторів шкіри – тім'яна ділянка кори великих півкуль.

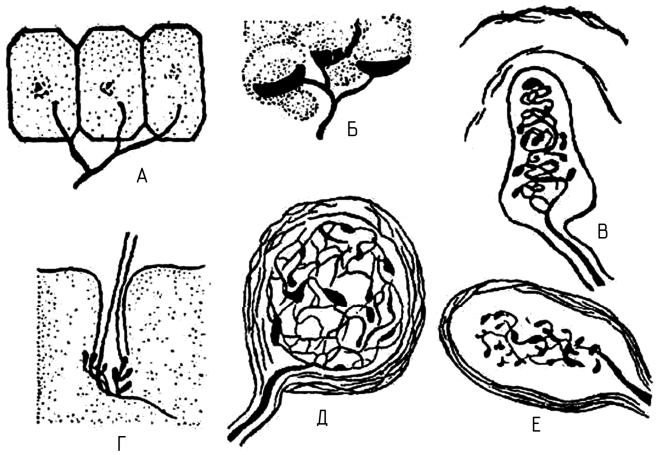


Рис. 138. Рецептори шкіри:
А – вільні нервові закінчення (рогівка ока); Б – тільця Меркеля (рило свині); В – майстрове тільце; Г – нервове сплетення навколо волосяної цибулини; Д – колба Краузе (кон'юнктива ока); Е – кільце Гольджі-Міцціні

Тактильна чутливість виникає під час натиску на шкіру, що спричиняє незначну деформацію. Це почуття виникає також у процесі дотику до волосків шкіри, коли подразнюються нервові сплетення волосяних цибулин. Особливою чутливістю у тварин володіють ***довгі волоски*** (вібриси), розміщені навколо отворів рота і носа.

Чутливість шкірного аналізатора залежить від температури шкіри, стану кровообігу в ній та інших факторів. Підвищення температури шкіри призводить до підвищення тактильної чутливості, охолодження – до її зниження. Утома організму також супроводжується зниженням чутливості.

Розміщення тактильних рецепторів нерівномірне. У тварин найбільше їх на морді та кінчику язика.

Методом умовних рефлексів доведено, що сільськогосподарські тварини здатні досить точно визначати місце тактильного подразнення.

Температурна чутливість. Адекватний подразник температурних рецепторів – зміна температури шкіри. Холодне все те, що забирає від шкіри тепло, тепле або гаряче те, що передає їй тепло.

Інтенсивність відчуття тепла або холоду підвищується із збільшенням поверхні подразнювальної ділянки шкіри.

Терморецептори тварини вивчають методом умовних рефлексів. Характерною особливістю температурного аналізатора є виражена адаптація до дії холоду та тепла.

Больова чутливість. Відчуття болю має важливе біологічне значення. Почуття болю попереджає організм людини і тварини від різних пошкоджень, опіків, обморожень, поранень, сигналізує про хворобу, сприяє розпізнаванню хвороби, правильній організації лікування. Не випадково древні греки говорили, що "біль – це сторожовий пес здоров'я".

Рецепторами, що сприймають ***біль***, є ***нервові закінчення*** у шкірі, слизових та серозних оболонках.

Більшість учених вважає, що в основі больового відчуття лежать хімічні процеси. У результаті удару, уколу, поранення чи опіку у тканинах утворюються або звільняються специфічні речовини, які збуджують нервові закінчення, що передають імпульси у клітини головного мозку. Тут закодовані природою сигнали сприймаються як біль.

Основна роль у виникненні болю відводиться нагромадженню гістаміну у тканинній рідині, що омиває рецептори. Багато вільного гістаміну є в отрутах бджоли та оси. Крім гістаміну, гостру біль викликає ацетилхолін, серотонін, формальдегід, хлористий калій та ін. Ці речовини пригнічують процеси асиміляції і активують процеси дисиміляції.

Найбільшу больову чутливість мають шкіра, слизова оболонка рота, глотки, горлянки, носової порожнини, сечостатевих органів, рогівка ока. Особливо болюча надкістниця.

Внутрішні органи грудної та черевної порожнин самі по собі нечутливі або малочутливі до больових подразнень.

Болючі очеревина, брижейка та парієтальна плевра, що іннервуються чутливими симпатичними нервами. Дуже болюче розтягнення внутрішніх органів (тимпанія рубця, гостре розширення шлунка, метеоризм кишок).

Больова реакція у тварин супроводжується різкими рухами, звуками, прискоренням пульсу і дихання, підвищенням кров'яного тиску, розширенням зіниці, слино- та сечовиділення. У крові підвищується вміст адреналіну та норадреналіну, значно зростає кількість цукру.

Інтерорецептивні аналізатори. Екстерорецептивні аналізатори, сприймають подразнення, що надходять із зовнішнього середовища, а в інтерорецептивних виникають у самому організмі. Рецептори, що розміщені у внутрішніх органах, судинах, м'язах, називаються ***інтерорецепторами.***

Інтерорецептори – це складні нервові утворення у вигляді розгалужень, клубочків, бляшок, колб та ін.

Залежно від подразнення інтерорецептори діляться на ***механорецептори, барорецептори, осморецептори та хеморецептори.***

Збудження інтерорецепторів у більшості випадків не супроводжується явним суб'єктивним відчуттям, у той же час воно доходить до центральної нервової системи і викликає певну рефлекторну відповідь. Наприклад, подразнення рецепторів стінки дуги аорти підвищеним тиском крові призводить до розширення судин та зниження кров'яного тиску. Подразнення нервових закінчень у паренхімі легень під час вдиху та видиху є важливим фактором саморегуляції дихальних рухів.

Імпульси з інтерорецепторів надходять у кору великих півкуль. Безперервний взаємозв'язок між інтерорецепторами та корою великих півкуль забезпечує вищий контроль збереження "постійності внутрішнього середовища".

Руховий аналізатор складається *з* ***пропріорецепторів*** – чутливих нервових закінчень у м'язах, суглобах та сухожилках, провідних шляхів і коркового відділу. За допомогою цього аналізатора організм тварини здійснює координацію рухів у просторі.

І.М. Сєченов (1863) уперше встановив роль м'язового відчуття в координації рухів і пізнанні людиною довкілля.

М'язові пропріорецептори у вигляді спіралі охоплюють серединну частину інтрафузальних волокон м'язових веретен. У сухожиллях м'язів є інші пропріорецептори – тільця Гольджі, збудження яких запобігає надмірному скороченню скелетних м'язів. Адекватними подразниками пропріорецепторів є розтягнення, скорочення та розслаблення м'яза.

Імпульси від пропріорецепторів постійно інформують корковий відділ рухового аналізатора про стан м'язів, сухожиль та суглобів. На основі сукупності цих імпульсів виникає відчуття положення тіла та його окремих частин, які забезпечують переміщення організму в середовищі, що його оточує, змінюється робота органів кровообігу, дихання, травлення та ін.

Надходження аферентних пропріорецептивних імпульсів у центральну нервову систему при м'язовій діяльності підвищує збудливість нейронів спинного і головного мозку, що, в свою чергу, сприяє підвищенню тонусу скелетних м'язів, поліпшенню працездатності організму тварини, полегшенню її нервової діяльності.

Незважаючи на свою невизначеність, відчуття, яке виникає під час подразнення рецепторів рухового аналізатора, дозволяє людині і тварині в темряві прийняти будь-яку позу, відтворити будь-який рух, зберегти рівновагу.

Рухові рефлекси можуть виникати і внаслідок впливу на організм зорових, слухових та інших подразників. Кішка, побачивши хазяйку, піднімається з місця, іде їй назустріч; тварина, яка почула голос свого ворога, тікає. Однак всі ці локомоторні акти відбуваються за типом ланцюгових рефлексів системи органів руху, де один рефлекс є початком другого, другий – третього і т. д. Важливе значення при цьому мають умовні рефлекси, що утворилися в процесі навчання і тренування.

Правильність виконуваних рухів контролюється не лише руховими аналізаторами. Під час зміни положення частини тіла в кору великих півкуль надходять імпульси з рецепторів шкіри, сітківки ока, а також з периферичних відділів інших аналізаторів. Одночасна поява осередків збудження і гальмування в коркових зонах рухового та інших аналізаторів викликає утворення міцних умовних зв'язків. Так, згинання і розгинання кінцівок завжди супроводжується зміною натягнення шкіри, тому в сигналізації положення тіла і окремих його частин беруть участь і тактильні рецептори.

Тварина, у якої порушена шкірна та пропріорецептивна чутливість шляхом перерізування всіх аферентних нервів, що зв'язують одну з кінцівок із спинним мозком, втрачає здатність контролювати положення цієї кінцівки.

Істотне значення у визначенні положення і руху організму має також і вестибулярний апарат.

Питання для самоконтролю

1. Що таке аналізатор та з яких трьох ланок він складається?
2. Назвіть аналізатори людини та тварини.
3. Які загальні властивості аналізаторів?

4. Методи вивчення аналізаторів.

5. Будова та функції зорового аналізатору.

6. Назвіть зони розміщення світлочутливих клітин на сітківці ока.

7. Що таке сліпа пляма на сітківці ока та як її визначити?

8. Що таке акомодація ока?

9. Який зоровий пурпур є в паличках та його значення в темновій адаптації ока?

10. Поясніть трикомпонентну теорію кольорового зору.

11. Що таке дальтонізм?

12. Чому та за рахунок чого здійснюється звуження та розширення зіниці ока?

13. Як світлові хвилі у колбочках та паличках трансформуються у біоструми?

14. Як треба розуміти хворобу "Куряча сліпота"?

15. Будова і функції аналізатора слуху.

16. Назвіть усі елементи, крізь які звукові коливання проходять від барабанної перетинки до рецепторного апарата.

17. Побудова та роль основної перетинки равлика внутрішнього вуха.

18. Що таке Кортіїв орган, його функція?

19. Назвіть слухові кісточки, їх функції.

20. Що таке шкірний аналізатор.

21. Що таке руховий аналізатор.

22. Що таке інтерорецептивний аналізатор.

23. Пропріорецептори, їх значення.

3.15. ФІЗІОЛОГІЯ ВНУТРІШНЬОЇ СЕКРЕЦІЇ

Залози внутрішньої секреції, або ендокринні залози – це спеціалізовані органи залозистої будови. Вони не мають вивідних проток і виділяють свій секрет безпосередньо в кров і лімфу. Залози внутрішньої секреції невеликі, добре забезпечуються кров'ю, іннервуються нервами вегетативної нервової системи.

Методи вивчення функцій залоз внутрішньої секреції.

Оперативне видалення (екстирпація) залоз з наступним вивченням змін, що відбуваються в організмі внаслідок такої операції.

Хімічні та біологічні методи базуються на визначенні вмісту гормонів у крові, що притікає до ендокринної залози і відтікає від неї.

Метод трансплантації полягає в пересадці залоз. Пересадку органа, що беруть у тієї ж самої тварини, називають ***аутотрансплантацією***, а якщо пересадку проводять з іншої тварини того ж виду – ***гомотрансплантація,*** пересадка залози тварині іншого виду називається ***гетеротрансплантацією.***

Метод парабіозу – хірургічним способом сполучають судини двох тварин, у результаті чого встановлюється спільний кровообіг. Наприклад, з'єднання статевозрілої тварини із статевонезрілою дає змогу з'ясувати фізіологічне значення статевих залоз: у статевонезрілої тварини починають розвиватися статеві органи.

Метод радіоактивних ізотопів дає змогу встановити синтез гормонів у залозах внутрішньої секреції, їх розподіл в органах і тканинах, хімічні перетворення й шляхи виділення з організму.

Метод флуоресціюючих антитіл. Одержують антитіла, специфічні щодо якогось гормону білкової природи, з'єднують їх із флуоресціюючою речовиною і такими флуоресціюючими антитілами обробляють зрізи залоз внутрішньої секреції, що містять гормон антиген. У флуоресцентний мікроскоп розглядають розподіл гормону.

Радіоімунологічний метод. Антисиворотку до гормону в процесі її виготовлення додатково мітять радіоактивним ізотопом. Під час змішування антисироватки з досліджуваною кров'ю тварини антитіла взаємодіють з гормонами, що містяться в крові. За рівнем радіоактивності, що випромінює ізотоп, з'єднаний з певним гормоном, визначають кількість цього гормону.

Гормони, їхні властивості й механізм дії.

Залози внутрішньої секреції виробляють активні речовини, які дістали назву "гормони" (від гр. гормао – збуджую). За хімічною будовою вони є білками, поліпептидами, пептидами, йодованими амінокислотами, стероїдами, катехоламінами. Гормонам властива висока біологічна активність. Основне призначення їх – участь у регуляції обміну речовин. Вони впливають також на ріст, диференціювання, статеве дозрівання і розмноження.

Гормони мають такі властивості:

• *дистантність дії.* Гормони виділяються зі спеціалізованих клітин у кров і транспортуються до клітин іншої області тіла. Впливають на віддалені органи й тканини. При цьому кожний гормон впливає на певні, чутливі до нього органи, тобто органи-мішені;

• *специфічність.* Функції одного гормону цілковито визначені і не можуть заміщуватися іншими сполуками. Крім того гормони виробляють спеціалізовані органи;

• *висока проникність*. Обумовлена порівняно невеликими розмірами молекул гормонів, що дозволяє їм досить легко перетинати ендотелій капілярів, як в межах ендокринного органа, так і в тканинах-мішенях;

• *відсутність видової специфікації* характерна для більшості гормонів і дозволяє використовувати гормональні препарати з ендокринних органів тварин в терапії ендокринних захворювань людини і тварин інших видів;

• *швидке оновлення*. Гормони швидко руйнуються в тканинах у процесі метаболізму. Тому вони постійно виробляються в залозах внутрішньої секреції і надходять в кровоносне русло.

Механізм дії гормонів:

• *метаболічна дія* гормонів пов'язана зі зміною рівня обміну речовин динамікою росту та залежно від внутрішніх і зовнішніх чинників. Більшість гормонів бере участь у регуляції обміну речовин шляхом зміни активності ферментативних систем у тканинах;

• *морфогенетична* – пов'язана зі зміною диференціації клітин і тканин, їх ростом та метаморфозом. Гонадотропні гормони гіпофіза стимулюють ріст, розвиток і диференціювання клітин статевих залоз;

• *кінетична (пускова)* – викликає діяльність ефекторних структур. Ендокриннокінетична дія характерна для тропних гормонів гіпофіза, які необхідні для "включення" утворення гормонів залозами: щитоподібної, статевих, кори наднирників;

• *корегувальна* – пов'язана зі зміною рівня інтенсивності функцій організму або його органів, що працюють і без участі гормонального впливу. При цьому відбувається посилення або послаблення фізіологічних процесів. Так адреналін прискорює ритм і збільшує силу серцевих скорочень, але пригнічує скорочувальну активність мускулатури травного каналу;

• *мембранний механізм* – гормон зв'язується з рецептором на клітинній мембрані і в місці з'єднання змінює її проникність до глюкози амінокислот і деяких іонів. Таку дію чинить інсулін;

• *мембрано-внутрішньоклітиний механізм* – це коли гормони пептидної й білкової природи, які не проникають у клітину, а впливають на обмін речовин через внутрішньоклітинний хімічний посередник;

• *внутрішньоклітинний механізм дії* характерний для стероїдних гормонів. Виявляють свою дію на рівні генетичного апарату клітини. Проникаючи в ядро клітини, впливають на синтез інформаційної РНК, а отже, й на синтез білка і ферментів. Гормони можуть впливати на органи й тканини, діючи на спеціальні рецептори, ***рефлекторно змінюють функцію*** нервових центрів та рецепторів, змінюють процеси обміну в нервових клітинах і збудливість рецепторів.

Нервова регуляція залоз внутрішньої секреції.

У регуляції діяльності залоз внутрішньої секреції беруть участь ***кора великих півкуль, проміжний мозок та інші відділи головного мозку***. На деякі залози внутрішньої секреції (***мозковий шар надниркових, паращитоподібні, підшлункова***) центральна нервова система впливає через симпатичні й парасимпатичні нерви. На низку залоз внутрішньої секреції центральна нервова система впливає через ***гіпофіз,*** функцію якого регулює ***гіпоталамус.*** Гі***поталамус і гіпофіз утворюють єдину гіпоталамо-гіпофізарну систему,*** що забезпечує переключення нервових імпульсів на ендокринну регуляцію функцій. У гіпоталамусі є скупчення нервових клітин, які не тільки проводять нервовий імпульс, а й виділяють специфічні речовини, що дістали назву ***нейросекретів***; вони надходять у кровоносні судини. Гіпоталамус і гіпофіз мають спільну систему кровообігу. Кров до передньої частки гіпофіза надходить від гіпоталамуса й приносить нейросекрети, які впливають на секрецію гормонів передньої частки.

Нейросекрети ***гіпоталамуса*** називаються ***рилізинг-факторами***. Одні з них – ***ліберини*** (рилізинг-гормони) – стимулюють виділення гормонів передньої і середньої часток гіпофіза, інші – ***статини*** – гальмують виділення гормонів. Ліберини виявлено для всіх гормонів, що виділяються передньою і середньою частками гіпофіза, а статини тільки для гормонів: соматотропіну, пролактину й меланотропіну. Утворення ліберинів і статинів залежить, у свою чергу, від концентрації в крові гормонів гіпофіза та інших залоз внутрішньої секреції, що контролюються гіпофізом.

Одним із шляхів регуляції функції залоз внутрішньої секреції є система ***зворотного зв'язку*** периферичної залози внутрішньої секреції, гіпофіза і гіпоталамуса. Система зворотного зв'язку полягає в тому, що із збільшенням кількості гормону будь-якої периферичної залози гальмується утворення нейросекретів у гіпоталамусі, тропних гормонів у гіпофізі, і навпаки.

Гіпофіз, його роль в організмі. Гіпофіз міститься в турецькому сідлі клиноподібної кістки черепа. Ніжкою він з'єднується з гіпоталамусом. Гіпофіз поділяють на три частки: передню (аденогіпофіз), середню і задню (нейрогіпофіз).

Передня частка гіпофіза має судинний зв'язок з гіпоталамусом, з неї по цих судинах надходять нейросекрети. Передня частка гіпофіза виділяє шість гормонів: соматотропін (СТГ, гормон росту), тиротропін (ТТГ), кортикотропін (КТГ), фолітропін (ФСГ), лютропін (ЛГ), пролактин (ЛТГ, лактотропний гормон). Усі вони, за винятком соматотропіну, впливають на діяльність інших залоз внутрішньої секреції й називаються ***тропними*** гормонами.

Соматотропний гормон (СТГ) стимулює синтез РНК і білка, ріст тканин, транспорт глюкози і амінокислот в клітини, ліполіз і утворення антитіл. Ріст стимулюється внаслідок збільшення синтезу білка й посилення поділу клітин. Гормон також збільшує окислення жиру й підвищує рівень цукру в крові. Підвищена секреція соматотропіну в молодих тварин веде до ***гігантизму***, тобто до посиленого росту, а зменшена – до ***карликовості*** *затримки росту*, а в дорослих тварин – до нерівномірного розростання окремих кісток (***акромегалії***).

Тиреотропний гормон (ТТГ) посилює синтез і секрецію тиреоїдних гормонів щитоподібної залози. Він сприяє нагромадженню йоду в її клітинах, посилює синтез гормонів і перехід їх у кров.

Адренокортикотропний гормон (АКТГ)) стимулює синтез і секрецію стероїдів корою надниркових залоз. Стимулює діяльність пучкової й сітчастої зон наднирників, прискорює синтез білка, активує глюкогенез і підвищує утворення і секрецію кортикостероїдів та проявляє протизапальну дію і знижує проникність стінок капілярів, посилює розпад жиру в організмі.

Фолікулостимулюючий гормон (ФСГ) (гонадотропні) діє на чоловічі й жіночі статеві залози; у самців стимулює сперматогенез, а в самок розвиток і дозрівання фолікулів в яєчниках. Лютропін за сумісної дії з ФСГ забезпечує овуляцію і утворення жовтого тіла в яєчниках. У самців стимулює розвиток інтерстеціальної тканини в сім'яниках і продукцію чоловічого статевого гормону тестостерону.

Лютенізуючий гормон (ЛГ) у самців стимулює розвиток фолікулів, інтерстиціальної тканини в сім'яниках, посилює синтез і секрецію андрогенів у самців; викликає у самок завершене дозрівання фолікулів,

секрецію естрогенів, овуляцію, утворення жовтих тіл, секрецію прогестерону.

Пролактин стимулює синтез білків молока і розвиток молочних залоз; разом з естрогенними гормонами він бере участь у рості й розвитку молочних залоз; пробуджує батьківський інстинкт у самок. Стимулює утворення жовтого тіла в яєчнику і синтез прогестерону, тому його називають ще ***лактотропним*** гормоном.

Середня (проміжна) частка гіпофіза синтезує гормон ***меланоцитстимулювальний гормон (МСГ), або інтермедин (меланотропін)*** *виробляється меланотропоцитами*. Спричиняє потемніння шкіри амфібій, впливає на синтез меланіну і бере участь у сезонних змінах пігментації шкіри і шерсті, впливає на утворення меланіну у райдужній оболонці і пігментних клітинах сітківки ока.

Задня частка гіпофіза є виростом третього мозкового шлуночка. Він виділяє два гормони – окситоцин і вазопресин (антидіуретичний гормон). Обидва гормони утворюються в ядрах гіпоталамуса. Від цих ядер ідуть нервові волокна в задню частку гіпофіза, по них і надходять гормони.

Окситоцин спричиняє скорочення гладких м'язів матки, стимулює родову діяльність і сприяє виділенню молока шляхом скорочення міоепітельних клітин в молочній залозі. У самців збільшує скорочення сім'явиносних шляхів, забезпечуючи процес еякуляції.

Вазопресин (антидіуретичний гормон) – основний фактор осморегуляції функції нирок, підтримує гомеостаз осмотичного тиску, бере участь у зменшенні втрат рідини через нирки. Регулює концентрацію осмотично активних речовин в плазмі крові, зменшує діурез. Вазопресин підвищує артеріальний тиск, звужуючи артеріоли і капіляри.

Гормони щитоподібної залози. Тканина щитоподібної залози складається з великої кількості залозистих фолікулів, стінка яких утворена одним шаром епітеліальних клітин, у яких утворюються три гормони – ***дийодтиронін (T_2), трийодтиронін (T_3), тироксин або тетрайодтиронін (T_4)***. Основну кількість цих гормонів становить тироксин. Гормони щитоподібної залози утворюються з амінокислоти тирозину і йоду. ***Тиреоїдні гормони*** стимулюють поглинання клітинами кисню і виділення вуглекислого газу, підвищують основний обмін і утворення тепла, посилюють розщеплення білків, жирів і вуглеводів, впливають на ріст і розвиток тварин. Тироксин впливає на ріст і розвиток шкіри та її похідних (волосся, пір'я). Фізіологічна

гіперфункція щитоподібної залози спостерігається під час вагітності та лактації, особливо в високопродуктивних корів. Фізіологічна ***гіпофункція*** щитоподібної залози буває в тварин у період зимової сплячки. У місцевостях, де в ґрунті, питній воді й рослинах мало йоду, у щитоподібній залозі тварин порушується процес утворення тироксину. При цьому гіпофіз виділяє більше тиротропіну, який стимулює щитоподібну залозу, і вона розростається, ***утворюючи ендемічний зоб.***

Тиреокальцитонін – це поліпептид. Він зберігає в організмі кальцій, пригнічуючи функцію остеобластів, що руйнують кістку, й активує функцію остеобластів, які формують її. Кальцій переходить у кісткову тканину, рівень його в плазмі крові знижується. При цьому також знижується рівень фосфору в плазмі крові, який посилено виводиться із сечею.

Діяльність щитоподібної залози регулюється центральною нервовою системою і гіпофізом. Гіпоталамус і ретикулярна формація посилають по симпатичних нервах імпульси, які посилюють функцію щитоподібної залози. Функція залози перебуває під контролем кори великих півкуль. Гіпофіз регулює функцію щитоподібної залози за допомогою гормону тиротропіну, виділення якого стимулює тиреоліберин гіпоталамуса.

Гормони прищитоподібних залоз. Вона виділяє гормон білкової природи – ***паратгормон (паратирин)***, який регулює рівень кальцію і фосфору в крові, стимулює активність остеобластів – клітин, що руйнують кістки. При цьому іони кальцію вивільняються з кісток і надходять у кров, одночасно з кальцієм у кров виводиться і фосфор. Але під впливом паратгормону посилюється виведення фосфатів з організму із сечею і концентрація фосфатів у крові знижується. Паратгормон посилює всмоктування кальцію з кишечника і в ниркових канальцях.

Після видалення прищитоподібних залоз виникають судоми, що мають центральне походження і пов'язані зі збудження рухових центрів середнього і довгастого мозку внаслідок пониження концентрації іонів кальцію в плазмі крові, а вміст фосфору зростає. Таким чином основна функція прищитоподібних залоз – підтримка гомеостазу, кальцію і фосфору.

Надниркові залози. Вони складаються з двох шарів – кіркового й мозкового. ***Кірковий шар*** надниркових залоз виділяє три групи ***стероїдних*** гормонів: в пучковій зоні – утворюються глюкокортикоїди (гідрокортизон, кортизон і кортикостерон), в клубочковій зоні –

мінералокортикоїди (альдостерон, дезоксикортикостерон) і в сітчастій зоні – статеві гормони (андрогени, естрогени, прогестерон).

Глюкокортикоїди безпосередньо або опосередковано регулюють практично всі фізіологічні і біохімічні процеси в організмі тварин. Їх дія проявляється на рівні генів в органах-мішенях шляхом вибіркової активації специфічних інформаційних і рибосомальної РНК, стимуляції синтезу білка з амінокислот, що доставлені транспортною РНК.

Вони впливають на обмін вуглеводів, білків і жирів, посилюють процеси утворення з білків (глюконеогенез), відкладання глікогену в печінці, є антагоністами інсуліну. Глюкокортикоїди діють протизапально, зменшуючи проникність капілярів і виділення гістаміну та відіграють важливу роль у реакції стресу. Секрецію глюкокортикоїдів регулює гормон передньої частки гіпофіза – кортикотропін, виділення якого перебуває під контролем кортиколіберину – гіпоталамуса.

Мінералокортикоїди (альдостерон, дезоксикортикостерон) регулюють мінеральний обмін (баланс електролітів). Найбільш активним гормоном є альдостерон. Альдостерон затримує іони Na^+, виведення K^+ і H^+, збереження об'єму циркулюючої рідини. Регулюють тонус кровоносних судин, збільшує їх тонус і сприяє підвищенню артеріального тиску. Надлишок альдостерону в організмі призводить до підвищення вмісту натрію і зниженню рівня калію, до розвитку алкалозу і збільшення об'єму позаклітинної рідини і навпаки недостатність – зумовлює втрату натрію, дегідратацію тканин і зниження кров'яного тиску (гіпотензію). Секреція альдостерону регулюється концентрацією в крові іонів натрію і калію та об'ємом позаклітинної рідини й крові.

У кірковому шарі сітчастої зони виробляються ***статеві гормони***: чоловічі – ***андрогени,*** жіночі – ***естрон, естрадіол***, ***прогестерон*** сприяють розвитку статевих органів у ранньому віці і поява вторинних ознак у той період, коли внутрішньосекреторна функція статевих залоз ще незначна. Андрогени належать до гормонів чоловічої та жіночої статі, сприяють обміну білків, стимулюють синтез в організмі, впливають на затримку натрію води, фосфору і кальцію, сприяють кальцифікації кісток, за надмірного утворення викликають гіпертрофію сальних залоз. Естрогени – вплив їх проявляється під час пухлин кори надниркових; прогестерон сприяє збереженню вагітності за недостатності функції жовтого тіла. Андрогени надниркових грають важливу роль у стероїдному гомеостазі вагітних самок, є попередником естрогену у особин обох статей.

Мозковий шар надниркових залоз складається з хромафінових клітин, які споріднені з клітинами симпатичної нервової системи. Мозковий шар виділяє два гормони – ***адреналін і норадреналін*** (попередник адреналіну). Фізіологічна дія адреналіну й норадреналіну подібна до дії симпатичної нервової системи. ***Адреналін*** підвищує збудливість центральної нервової системи, прискорює й посилює скорочення серця, спричиняє розширення судин серця, мозку, скелетних м'язів, звужує судини шкіри, слизових оболонок і органів черевної порожнини, гальмує перистальтику кишечника, розширює зіниці. Він впливає на обмін вуглеводів і жиру: перетворює глікоген у глюкозу й стимулює окислення жиру, посилює вбирання кисню клітинами, що призводить до підвищення основного обміну і температури тіла. Секреція адреналіну й норадреналіну регулюється ***гіпоталамусом,*** імпульси від якого передаються по симпатичних нервах, що іннервують мозковий шар надниркових залоз. Секреція адреналіну збільшується під час посиленої м'язової роботи, у зв'язку з емоційним збудженням (гнів, біль).

У разі дії на організм різних шкідливих подразнень, надмірного фізичного напруження, переохолодження, інтоксикації виникає неспецифічна захисна, пристосована реакція, яка називається реакцією ***стресу*** (напруження). Під час стресу збуджуються кора великих півкуль, гіпоталамус і симпатична нервова система, при цьому з мозкового шару надниркових залоз виділяються в кров адреналін і норадреналін. Під їхнім впливом у гіпоталамусі збільшується утворення кортиколіберину, який збільшує виділення з гіпофізу кортикотропіну, що стимулює утворення в корі надниркових залоз глюкокортикоїдів. Вони підвищують резистентність організму проти стрес-фактора.

Норадреналін має ознаки гормону та медіатора, оскільки виконує функції передавача збудження синаптичних нервових закінчень на ефектор, а також у нейронах ЦНС. Він має переважно загальну судиннозвужувальну дію на периферійні судини (шкіри, кінцівок, органів черевної порожнини, м'язів, мозку), що проявляється підвищенням максимального та мінімального артеріального тиску, не прискорює ритм серця, не змінює систолічний об'єм серця, покращує коронарний кровоток, не впливає на тонус бронхів, матки, кишок, жовчного міхура, володіє слабовираженою глікогенолітичною дією, не збуджує центральну нервову систему.

Підшлункова залоза як залоза внутрішньої секреції. Залоза має подвійну секрецію: зовнішню і внутрішню. Внутрішньосекреторну функцію виконують ***острівці Лангерганса*** – синтезують гормони, що регулюють метаболічні (обмінні) процеси, особливо обмін вуглеводів. У острівцях виробляється два гормони ***інсулін і глюкагон***. Клітини, що синтезують інсулін – базофільні (β-(В)); клітини, що виробляють глюкагон – ацидофільні (α-(А)). Третій тип клітин – дефінітивні (δ-(Д)), в яких синтезується соматостатин. ***Інсулін*** – загальний цукрозберігаючий гормон організму, є анаболічним гормоном з широким спектром дії. Його роль полягає у підвищенні синтезу вуглеводів, жирів, білків. Він стимулює метаболізм глюкози і впливає на проникність для глюкози мембран клітин міокарда та скелетних м'язів, синтез глікогену в печінці, впливає на обмін ліпідів, підсилюючи здатність жирової тканини і печінки до накопичення їх у формі тригліцеридів. Стимулює синтез білків і глікогену, впливає на розвиток, диференціацію і трансформацію клітин.

Антагоністом інсуліну є гормон підшлункової залози, що виробляється α-(А) клітинами – глюкагон. Впливає головним чином на печінку, стимулює глікогеноліз, сприяє розщепленню глікогену, білків, жирів.

В епітеліальних клітинах дрібних виносних проток підшлункової залози виробляється ліпокаїн. Бере участь у мобілізації жиру з депо, гальмує перехід вуглеводів у жири. Він активує вихід жиру з печінки і цим попереджає жирове переродження.

Регуляція секреції гормонів підшлункової залози здійснюється симпатичним і парасимпатичним відділами автономної нервової системи. Секрецію інсуліну регулюють блукаючий і симпатичний нерви. Блукаючі нерви стимулюють секрецію інсуліну, а симпатичні – гальмують. Основним регулятором секреції інсуліну є кількість глюкози в крові. Із збільшенням її в крові підвищується утворення інсуліну, і навпаки. Кількість глюкози в крові впливає на вироблення глюкагону; знижений вміст глюкози збільшує утворення глюкагону, високий рівень – гальмує.

Гормони статевих залоз. Чоловічі й жіночі статеві залози, крім утворення сперміїв і яйцеклітин, синтезують статеві гормони; вони є стероїдами й утворюються з холестерину.

Чоловічі статеві залози – сім'яники виділяють ***андрогени.*** Найважливішим гормоном є ***тестостерон.*** Він стимулює ріст і розвиток органів розмноження та вторинних статевих ознак, а також

зумовлює статеву поведінку самців – потяг до самок. Тестостерон впливає на обмін речовин, збільшує утворення білка й зменшує кількість жиру; у молодих тварин стимулює ріст тіла. Тестостерон впливає на центральну нервову систему. Після кастрування жеребці й бугаї стають спокійними, перестають бути забіякуватими. Кабани-кастрати швидше відгодовуються, м'ясо в них смачніше й ніжніше, ніж у некастрованих.

Яєчники як залози внутрішньої секреції. У яєчниках синтезуються три естрогенних гормони: ***естрадіол, естрон і естріол.*** Естрогени в молодих самок стимулюють ріст статевих органів і молочних залоз, а в статевозрілих самок спричиняють циклічні зміни в статевих органах і тічку. Вони збуджують центральну нервову систему, спричиняючи появі у самок статевої охоти й забезпечуючи цим спаровування з самцем. Естрогени впливають на білковий і жировий обмін, посилюючи утворення білків і жиру.

Прогестерон синтезується в жовтому тілі, яке утворюється на місці розірваного фолікула. Сприяє закріпленню запліднені яйцеклітини в розі матки, вагітності, розвиткові залозистої тканини в молочній залозі. Прогестерон гальмує прояв охоти, забезпечує нормальний перебіг вагітності у самок.

Гормони плаценти. Під час вагітності утворюється плацента, яка, поряд з іншими функціями, виробляє гормони: естрогени, прогестерон, релаксин і плацентарний гонадотропін, які забезпечують нормальний перебіг вагітності. ***Прогестерон*** – забезпечує перебіг вагітністі до самих пологів. ***Плацентарний гонадотропін*** діє подібно до гонадотропних гормонів гіпофіза, запобігає викидням, оскільки стимулює синтез прогестерону.

У коней, починаючи із 40 по 120 день жеребності, в матці виробляється гонадотропний гормон, його називають гонадотропіном сироватки жеребної кобили – СЖК, що містить гормони, які після введення тваринам, особливо вівцематкам, підвищує їх плідність.

Гормон тимуса (загрудинна залоза) – основний орган імунітету. Забезпечує захист організму від всього генетично чужорідного: мікробів, вірусів, чужих клітин або генетично змінених власних клітин. Головні клітини, що здійснюють імунологічний контроль в організмі, – лімфоцити, а також плазматичні клітини і макрофаги. Розрізняють два види лімфоцитів: Т-лімфоцити і В-лімфоцити. В-лімфоцити відповідальні за ***гуморальний імунітет***, а Т-лімфоцити – за ***клітинний імунітет***, а також регуляцію активності В-лімфоцитів. Тимус контро-

лює розвиток Т-лімфоцитів, а В-лімфоцитів у птиці контролює фабріцієва сумка, у ссавців мигдалики, лімфоїдні утворення кишечника, ретикулоендотеліальної системи та інші компоненти лімфоїдної системи.

Тимус бере участь в імунітеті, сприяючи виробленню антитіл. Епітеліальні клітини тимуса синтезують пептидні гормони: α і β тимозин, тимулін, тимопоетин. Вони беруть участь у диференціації лімфоцитів.

Діяльність тимуса тісно пов'язана з діяльністю нейроендокринної системи організму: епіфізом, гіпофізом, кірковою речовиною наднирників, гонад. У свою чергу тимус чинить вплив на функції цих ендокринних органів.

Ендокринна функція епіфіза. Гормони епіфіза (шишкоподібна залоза) гальмують передчасне статеве дозрівання, відіграють істотну роль у роботі механізму "біологічного годинника" – регулюють періодичність функцій організму в різний час доби. З епіфіза виділено гормони – ***мелатонін*** – універсальний регулятор біологічних циклів і ритмів, ***серотонін*** – підвищує секрецію соматотропіну, кортикотропіну і пролактину, які запускають захисні реакції організму, і гальмує вихід у кров гонадотропінів і тиреотропіну та безпосередньо впливає на активацію імунної системи, полегшуючи перебіг запальних реакцій. Утворення мелатоніну залежить від освітлення: під впливом світла його утворюється менше, а в темряві більше. Тому вважають, що він має відношення до роботи "біологічного годинника". Одним з основних регуляторів їх синтезу є норадреналін – гормон наднирників.

Тканинні гормони, їх роль в обміні речовин. Тканинні гормони – термін використовується для позначення низки біологічно активних речовин, що викликають специфічні реакції органів-мішеней, бо для деяких з них не був знайдений ендокринний орган, що їх виробляє, а було з'ясовано, що їх синтез відбувається в тканинах. Деякі з них синтезуються близько від своїх органів-мішеней або клітин-мішеней, що можуть досягати їх внаслідок дифузії, не потрапляючи в кровотік. Це паракринні клітини. До них належать ***нейрони,*** переважно ***гіпоталамуса,*** що виробляють деякі гормони і регуляторні нейропептиди – нейроендокринні чи нейросекреторні фактори або гормони. Деякі з регуляторних поліпептидів-гормонів виробляються в особливих клітинах системи травлення, нейросекреторні клітини головного мозку, мелатонінсинтезуючі клітини епіфіза, парафолікулярні клітини щитоподібної і прищитоподібних залоз, клітини

мозкової речовини надниркової залози та органів дихальної системи. Вони належать до APUD – системи, що характеризуються високим вмістом амінів, здатністю до захоплення їх попередників та наявністю декарбоксилаз. Медіатори і гормони, утворюються клітинами APUD – системами, регулюють обмін вуглеводів, кальцію та електролітів, судинний і м'язовий тонус, секрецію й всмоктування в травному каналі, диференціацію і проліферацію різних типів клітин.

Найбільш вивчена є APUD – система *травного каналу і підшлункової залози,* які виділяють понад 20 різних гормонів. ***Гастрин*** стимулює функцію шлункових залоз, підшлункової залози, посилює кровообіг та всмоктування амінокислот у слизовій оболонці шлунка. ***Секретин*** стимулює функцію підшлункової залози з виділення підшлункового соку. ***Пакреозимін*** стимулює синтез травних ферментів клітинами паренхіми підшлункової залози. ***Холецистокінін*** зумовлює скорочення жовчного міхура та вихід жовчі у дванадцятипалу кишку, а ***ентерогастрин*** гальмує секрецію та моторику шлунка. Гормон ***вілікінін*** посилює рухи кишкових ворсинок і прискорює всмоктування поживних речовин у кров і лімфу.

Спеціальні *клітини паренхіми нирок* секретують гормони: ***ренін*** сприяє утворенню ***ангіотензину II***, який звужує просвіт кровоносних судин. ***Медулін*** діє протилежно – розширює судини. ***Еритропоетин*** стимулює продукцію червоних кров'яних тілець.

Спеціальні нервові клітини синтезують два гормони: ***симпатин,*** що утворюється в цитоплазмі нервових клітин симпатичної нервової системи і транспортується в неактивному стані до нервових закінчень та передає нервові імпульси на робочий орган. ***Ацетилхолін*** синтезується нервовими клітинами під час їх збудження і бере участь у передаванні нервових імпульсів у синапсах, тобто є медіатором.

Простагландини – біологічно активні речовини – утворюються в усіх тканинах тваринного організму, надаючи місцеву дію на клітини. Простагландини локалізуються в зовнішньому шарі мітохондрій і клітинної оболонки клітини, механізм дії полягає в зміні рівня утворення циклічного аденозинмонофосфату (ц АМФ) і надходження натрію в середину клітини. Діючи на клітини, вони різнобічно впливають на організм тварин. Простагландини викликають судинорозширювальний і гіпотензивний ефекти, виконують роль антигіпертензивних факторів регулювання артеріального тиску. ПГА надають виражену діуретичну дію, звужують судини, розслаблюють бронхіальну мускулатуру, знижують шлункову секрецію HCL і

попереджають розвитку виразок, стимулюють рухову активність кишечника. Більшість простагландинів стимулюють роботу гладенької мускулатури матки, після введення можуть викликати вигнання плоду і плаценти, без небезпечних наслідків для матері, також вони беруть участь у розсмоктуванні жовтого тіла, що має значення в регуляції статевого циклу в сільськогосподарських тварин.

Взаємозв'язок між залозами внутрішньої секреції. Між залозами внутрішньої секреції існують складні взаємодії. Гормони ***передньої частки гіпофіза,*** виробляючи тропні гормони, впливають на функцію підпорядкованих їй залоз. З другого боку, гормони цих залоз за принципом зворотного зв'язку діють на вироблення тропних гормонів. На діяльність кожного органа, на кожну функцію одночасно впливає кілька гормонів, що секретуються однією або різними залозами внутрішньої секреції. Вони діють або ***синергічно*** (в одному напрямі) або ***антагоністично*** (в протилежних напрямах). Гормони кори надниркових залоз – ***адреналін*** і підшлункової залози – ***глюкагон*** активують розпад глікогену до глюкози й спричиняють збільшення кількості глюкози в крові.

Жіночі статеві гормони-естрогени й прогестерон по-різному впливають на скоротливу функцію матки: ***естрогени*** посилюють, а ***прогестерон*** гальмує її.

Застосування гормонів і гормональних препаратів у тваринництві. Для збільшення поголів'я худоби, підвищення м'ясної, молочної та вовнової продуктивності можна використовувати гормони й гормональні препарати. У практиці тваринництва застосовується ***сироватка жеребних кобил (СЖК).*** У кобил із 40 по 120 день жеребності в крові містяться ***гонадотропіни:*** фолітропін і лютропін, аналогічні гонадотропінам передньої частки гіпофіза. Вони утворюються в плаценті не циркулюють у крові 5–7 днів, тоді як гонадотропіни гіпофіза руйнуються вже через 30 хв після надходження в кров.

СЖК застосовують для нормалізації статевих циклів у корів, свиней і овець. Коровам, у яких не настає тічка після отелу, вводять саму СЖК або разом з прогестероном чи окситоцином.

Гормон ***задньої частки гіпофіза окситоцин*** стимулює скорочення матки. Його використовують для посилення скорочень матки під час родів, для відокремлення посліду, який затримався; полегшує виведення муміфікованих плодів. З цією метою можна застосовувати й ***пітуїтрин***. Це комплексний препарат, в якому містяться гормони

окситоцин і вазопресин. Його дістають способом екстракції із задньої частки гіпофіза.

Коли в раціоні корів не вистачає йоду, знижується утворення ***в щитоподібній*** залозі гормонів тироксину й трийодтироніну, що призводить до порушення статевих функцій. У такому випадку застосовують йодовмісні препарати: йодистий калій, дийодтирозин, бетадийодтирозин (бетазин), які є джерелами йоду.

Таблетки з бетазином або йодистим калієм вводять коровам. У них поліпшується функція щитоподібної залози, внаслідок чого нормалізуються й статеві функції, поліпшується внутрішньоутробний розвиток плода, підвищується резистентність та збереження новонароджених телят.

Важливе значення для процесів лактації мають ***щитоподібні залози***, їхні гормони нормалізують ***секрецію молока та жирність***.

Гормони використовуються для ***поліпшення та прискорення відгодівлі*** худоби. Особливо цінний з цього погляду гормон підшлункової залози – інсулін, який вводять тваринам за 3–4 міс. до забою. Під впливом гормону в свиней, бичків, телиць підвищується апетит, засвоюваність корму, приріст збільшується до 20 %. У відгодівлі тварин важливе практичне значення мають також йодовмісні препарати: дийодтирозин і бетазин. Під час введення у тварин збільшується маса. Бетазин частково блокує діяльність щитоподібної залози, внаслідок чого знижується енергетичний обмін, і поживні речовини корму краще використовуються на процеси синтезу білків і жирів.

Питання для самоконтролю

1. Поняття про залози внутрішньої секреції.
2. Як регулюється функція залоз внутрішньої секреції?
3. Гормони гіпофіза їх роль в організмі.
4. Яке значення гормонів щитоподібної залози?
5. Функції гормонів прищитоподібних залоз.
6. Дія гормонів надниркових залоз.
7. Яка роль в організмі гормонів підшлункової залози?
8. Функції гормонів статевих залоз.
9. Фізіологічне значення тимуса і епіфіза.
10. Які гормони застосовуються в тваринництві для збільшення плодючості та продуктивності тварин?

ДОДАТКИ

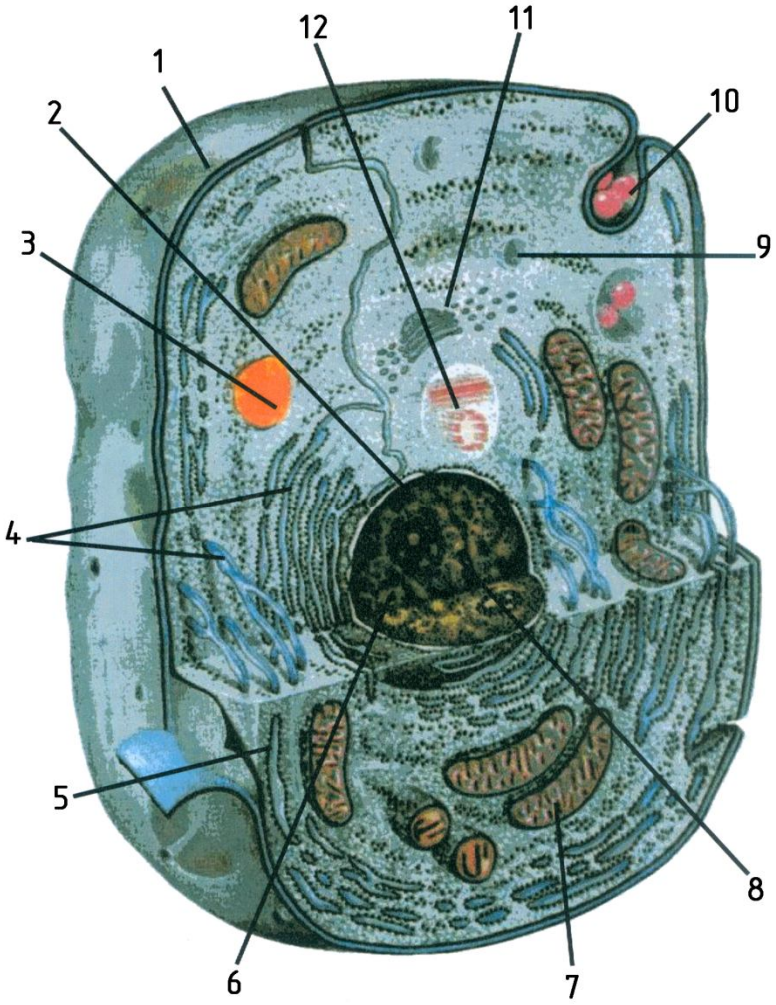


Рис. 1. Будова тваринної клітини за даними електронної мікроскопії:
1 – клітинна мембрана; 2 – ядерна оболонка; 3 – лізосома; 4 – ендоплазматична сітка; 5 – рибосоми; 6 – хроматин; 7 – мітохондрія; 8 – ядро з ядерцями і ядерним соком; 9 – вакуоля; 10 – піноцетозний міхурець; 11 – апарат (комплекс Гольджі); 12 – центріолі (центросома)

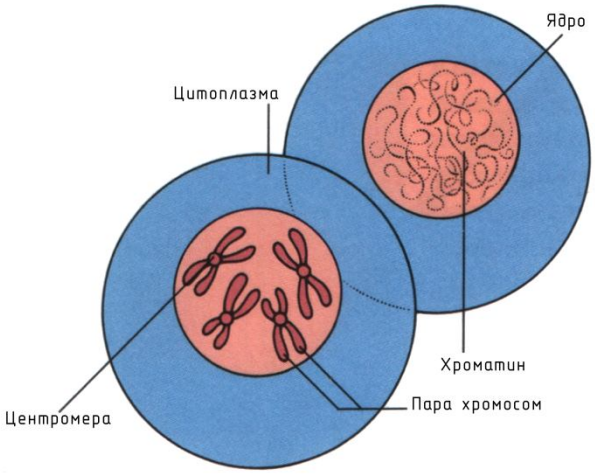


Рис. 3. Профаза

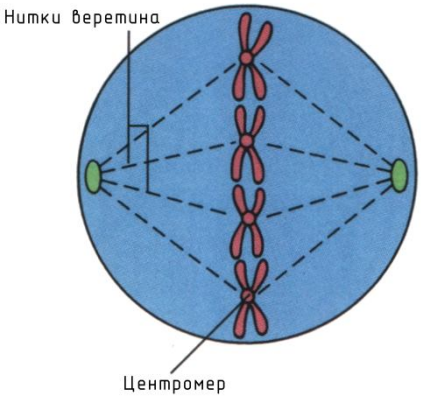


Рис. 4. Метафаза

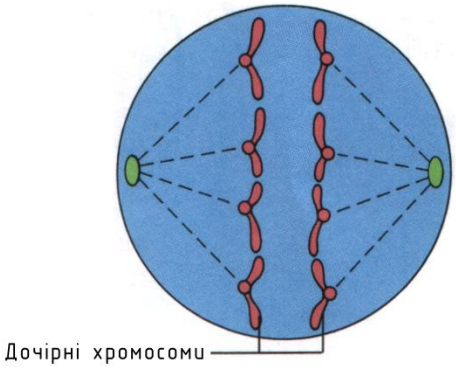


Рис. 5. Анафаза

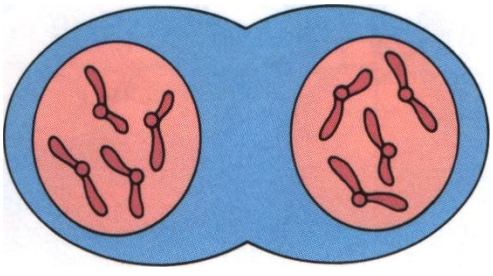


Рис. 6. Теплофаза

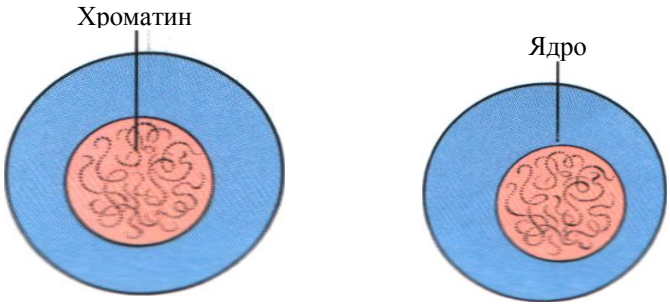


Рис. 7. Пізня теплофаза

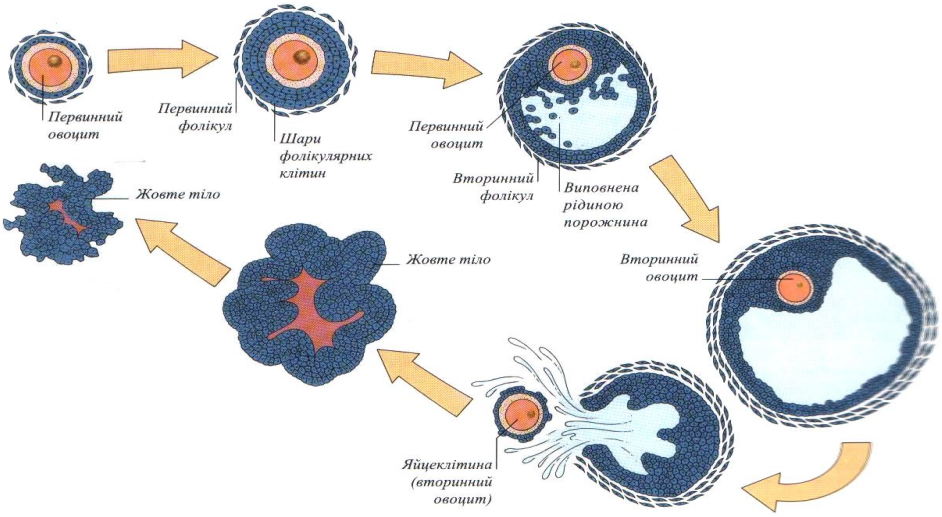


Рис. 8. Розвиток яйцеклітини

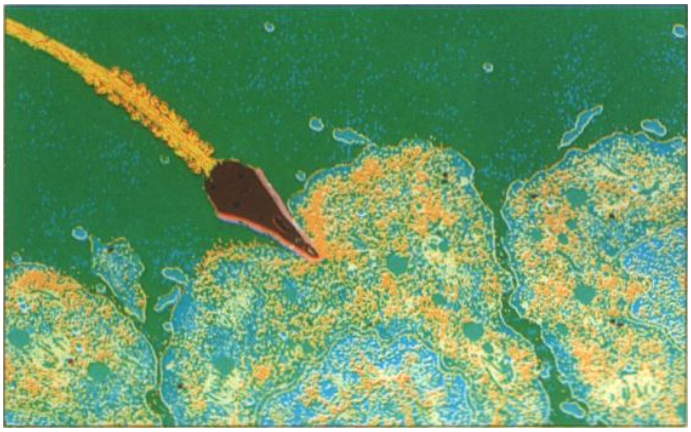


Рис. 9. Проникнення сперматозоона у яйцеклітину

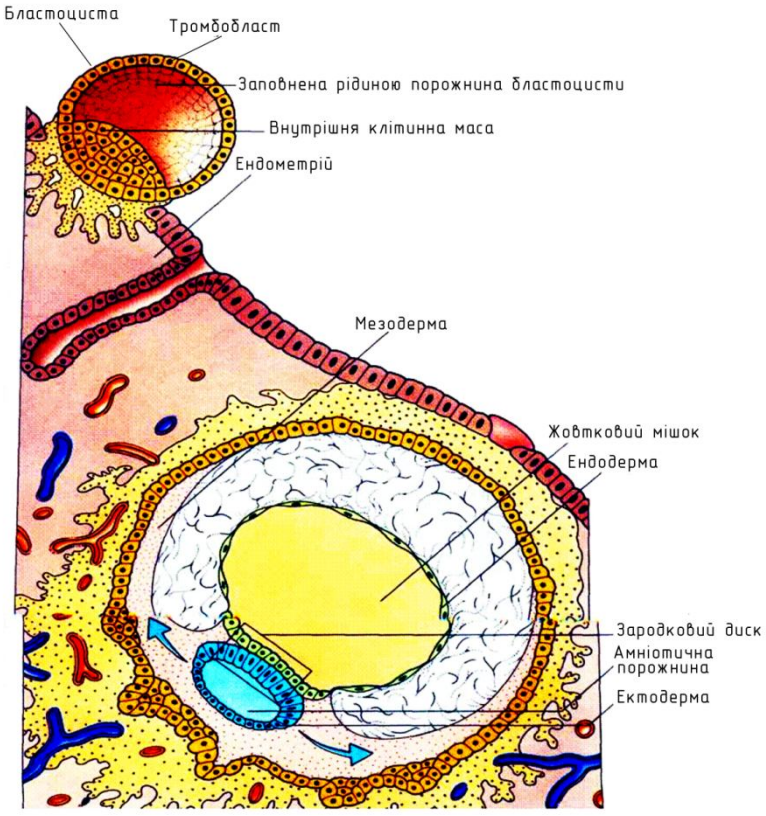


Рис. 10. Імплантація і ранні етапи розвитку зародка

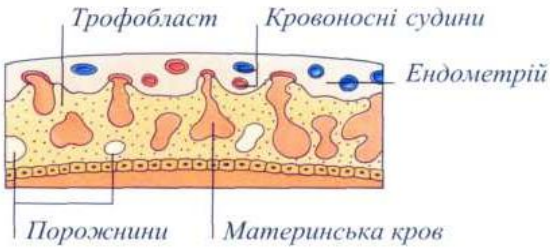


Рис. 11. Заповнення материнською кров'ю порожнини трофобласта

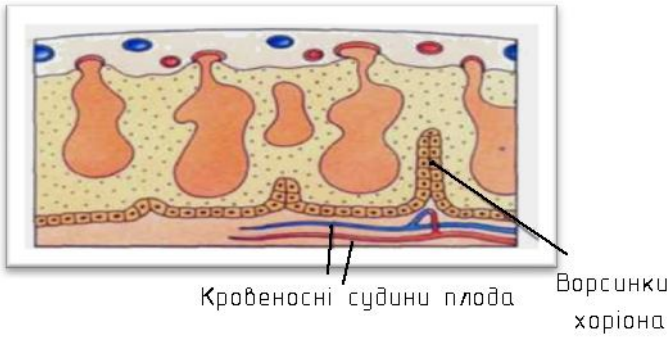


Рис. 12. Вростання кровоносних судин у ворсинки хоріона

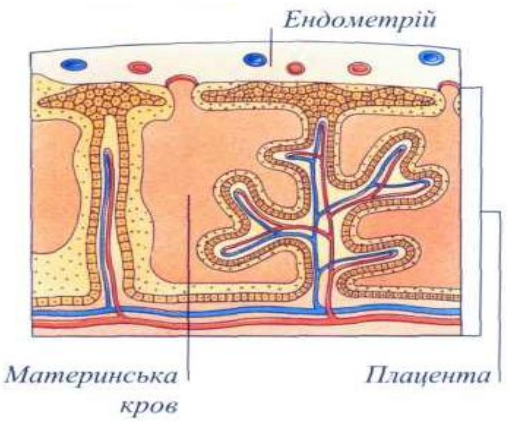


Рис. 13. Схема плацентарного бар'єра

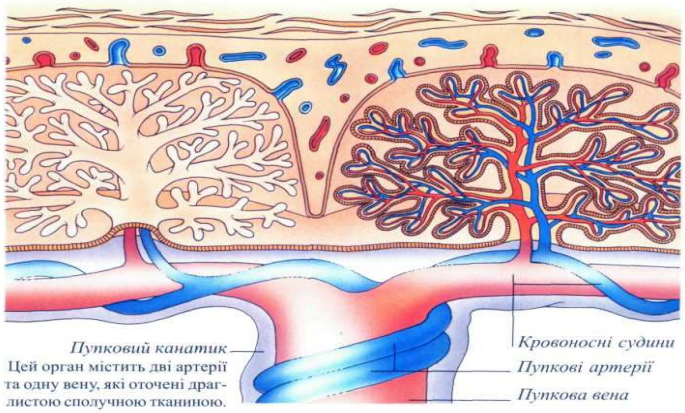
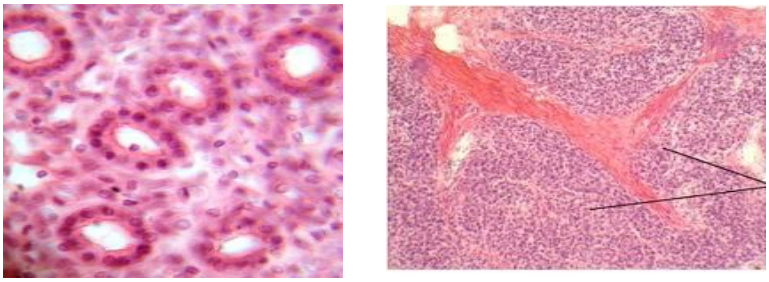


Рис. 14. Схематичне зображення дитячої і материнської плаценти



Одношаровий епітелій **Залозистий епітелій**

Рис. 15. Будова епітелію

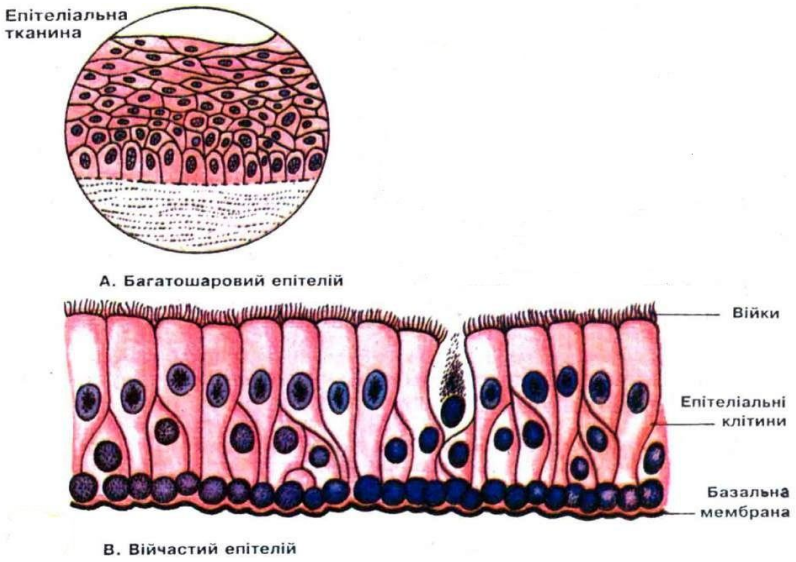


Рис. 16. Епітелій

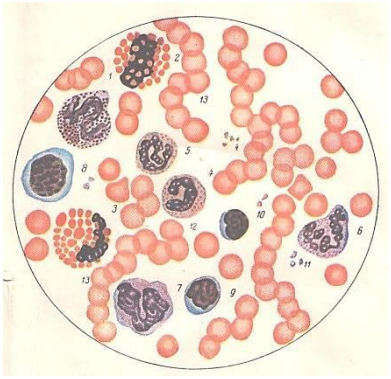


Рис. 17. Мікроскопічна картина крові:
1 – базофіли; 2 і 3 – еозинофіли; 4 – юний нейтрофіл;
5 – паличкоядерний нейтрофіл; 6 – сегментоядерний нейтрофіл;
7 – моноцитоз; 9 – великий лімфоцит; 9 – середній лімфоцит;
10 – малий лімфоцит; 11 – кров'яні пластини; 12–13 еритроцити



Рис. 18. Скелетна поперечносмугаста м'язова тканина



Рис. 19. Серцева поперечносмугаста м'язова тканина

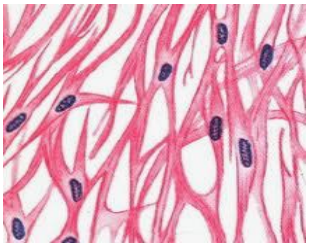


Рис. 20. Непосмугована (гладка) м'язова тканина

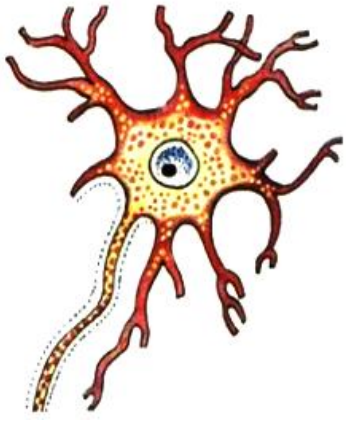


Рис. 22. Нервова клітина (нейрон) з відростками

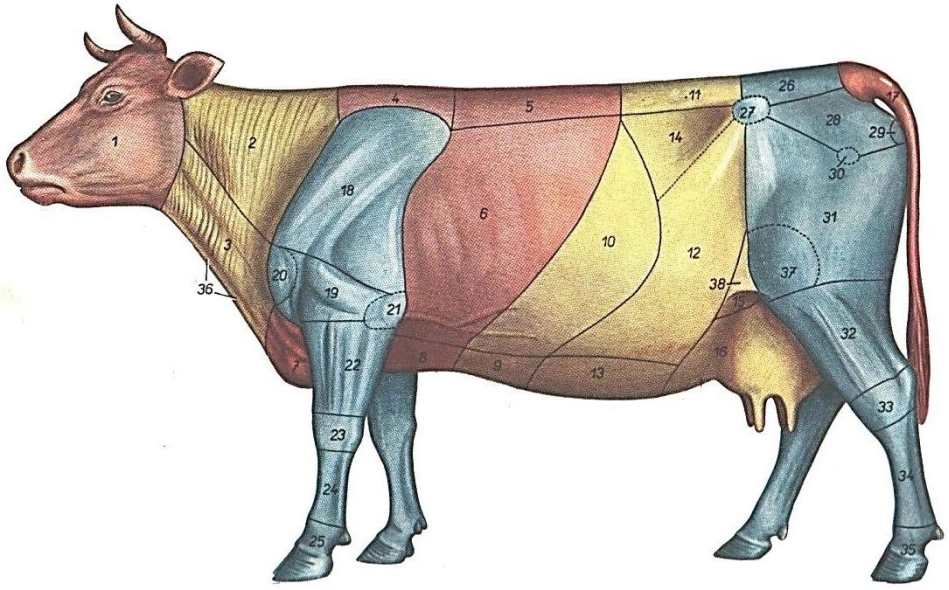


Рис. 25. Ділянки тіла великої рогатої худоби

1 – голова; 2 – верхній або дорсальний, відділ шиї; 3 – нижній, або вентральний відділ шиї; 4, 5, 6, 7, 8 – грудна клітина; 4 – холка; 5 – спина; 6 – бокова грудна ділянка; 7 – передгрудинна ділянка; 8 – підгрудок; 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 – попереково-черевний відділ; 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16 – черево; 9, 10 – епігастрій; 9 – ділянка мечоподібного хряща; 10 – підребер'я; 11 – поперек; 12, 13, 14 – середній черевний відділ; 12, 14 – здухвинна ділянка; 13 – пупкова ділянка; 14 – голодна ямка; 15, 16 – задній черевний відділ; 15 – пахова ділянка; 16 – підвим'яна; 17 – хвіст; 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 – грудна кінцівка; 18 – ділянка лопатки; 19 – плече; 20 – плечовий і 21 – ліктьовий суглоби; 22 – передпліччя; 23 – зап'ястя; 24 – п'ясть; 25 – пальці; 26, 35 – тазова кінцівка; 26, 27, 28, 29 – тазовий пояс; 26 – крижовий відділ; 27 – маклак; 28 – сідничная ділянка; 29 – сідничний горб; 30 – ділянка кульшового суглоба; 31 – ділянка стегна; 32 – гомілка; 33 – передплесна (скакальний суглоб); 34 – плесна; 35 – пальці; 36 – вентральна складка шиї; 37 – колінний суглоб; 38 – надколінна складка

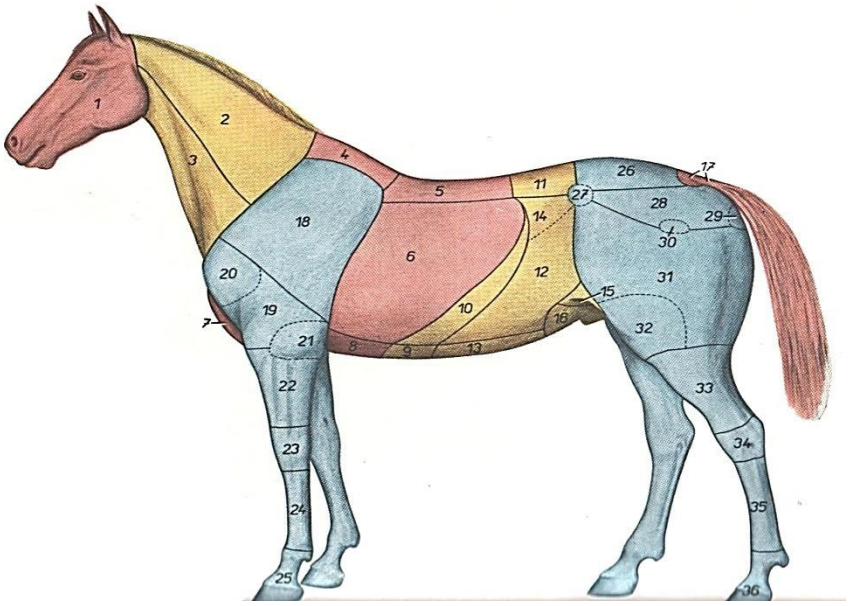


Рис. 26. Ділянки тіла коня

1 – голова; 2,3 – шия; 2 – вийна ділянка; 3 – нижня шийна ділянка; 4, 5, 6, 7, 8 – спино-грудний відділ; 4 – ділянка холки; 5 – ділянка спини; 6 – реберна ділянка; 7 – передгрудинна ділянка; 8 – грудна ділянка; 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 – пояснично-черевний відділ; 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16 – черевна ділянка; 9, 10 – передній черевний відділ; 9 – ділянка мечоподібного відростка; 10 – ділянка підребер'я; 11 – ділянка поясниці; 12 – повздовжня ділянка; 13 – пупкова ділянка; 15, 16 – задній черевний відділ; 15 – пахова ділянка; 16 – лобкова ділянка; 17 – хвіст; 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 – грудна кінцівка; 18 – ділянка лопатки; 19 – ділянка плеча; 20 – ділянка плечового суглоба; 21 – ділянка ліктьового суглоба; 22 – передпліччя; 23 – зап'ястя; 24 – п'ясть; 25 – палець; 26 – ділянка крупа; 27 – маклак; 28 – сіднична ділянка; 29 – сідничний горб; 30 – ділянка вертлюга; 31 – ділянка стегна; 32 – коліно; 33 – гомілка; 34 – заплесна; 35 – плесна; 36 – палець

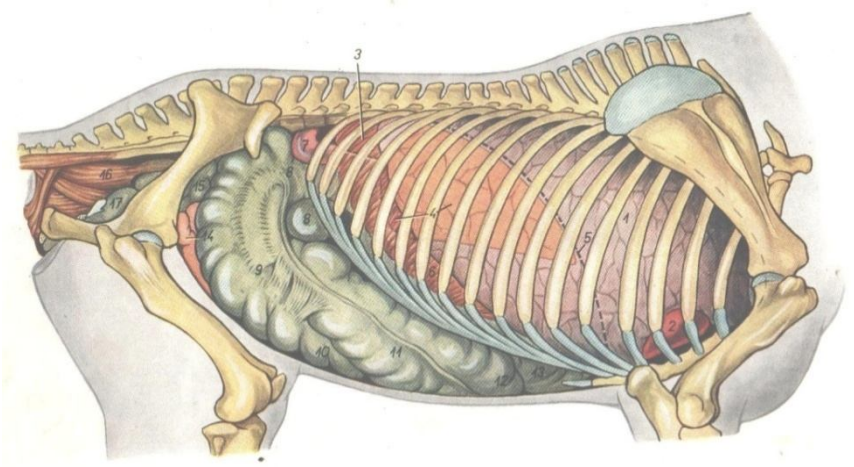


Рис. 51. Внутрішні органи коня з правої сторони:
1 – легені; 2 – серце; 3 – контур правої нирки; 4 – печінка (прикрита діафрагмою і нирками); 5 – контур купола діафрагми; 6 – реберна частина діафрагми; 7 – дванадцятипала кишка; 8 – голівка сліпої кишки; 9 – тіло сліпої кишки; 10 – верхівка сліпої кишки; 11 – вентральне праве розміщення ободової кишки; 12 – вентральний діафрагмальний вигин ободової кишки; 13 – дорсальний діафрагмальний згин ободової кишки; 14 – петлі тонкої кишки; 15 – тазовий згин ободової кишки; 16 – пряма кишка; 17 – сечовий міхур

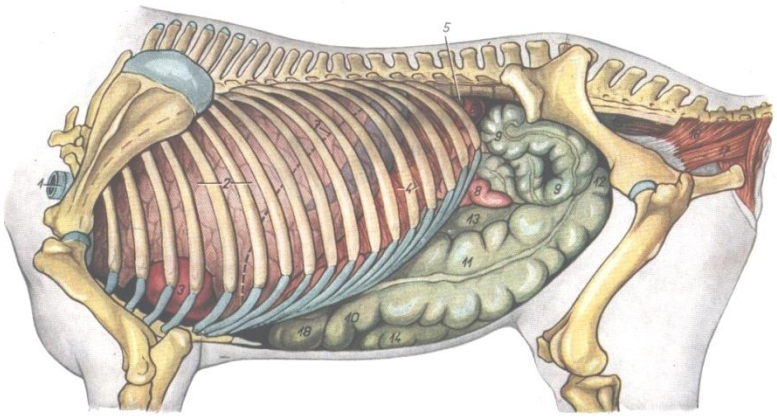


Рис. 52. Внутрішні органи коня з лівої сторони
1 – трахея; 2 – легені; 3 – серце; 4 – реберна частина діафрагми; 5 – селезінка; 6 – ліва нирка; 7 – контур купола діафрагми; 8 – голодна кишка; 9 – мала ободова кишка; 10 – вентральний діафрагмальний згин ободової кишки; 11 – ліве вентральне розміщення ободової кишки; 13 – ліве дорсальне розміщення ободової кишки; 14 – верхівка сліпої кишки; 15 – пряма кишка; 16 – хвостовий м'яз; 17 – піднімач ануса; 18 – дорсальний діафрагмальний згин ободової кишки

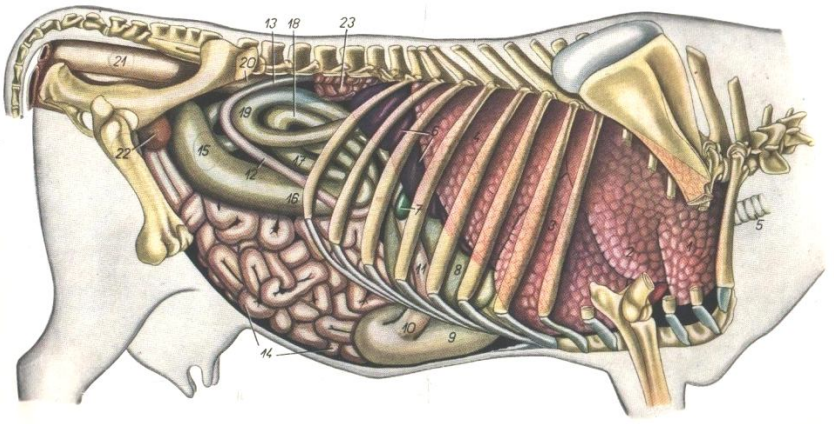


Рис. 53. Розташування внутрішніх органів корови з правої сторони

1 – краніальна верхня доля легень; 2 – каудальна верхня доля легень; 3 – середня доля легень; 4 – діафрагмальна доля легень; 5 – трахея; 6 – печінка; 7 – жовчний міхур; 8 – книжка; 9 – сичуг; 10 – пілорична частина сичуга; 11 – краніальна частина дванадцятипалої кишки; 12 – низхідна частина дванадцятипалої кишки; 13 – висхідна частина дванадцятипалої кишки; 14 – тонка кишка; 15 – сліпа кишка; 16 – вентральна звивина проксимальної петлі ободової кишки; 17 – середня звивина проксимальної петлі; 18 – дорсальна звивина проксимальної петлі; 19 – петля ободової кишки; 20 – низхідна частина ободової кишки; 21 – пряма кишка; 22 – сечовий міхур; 22 – права нирка

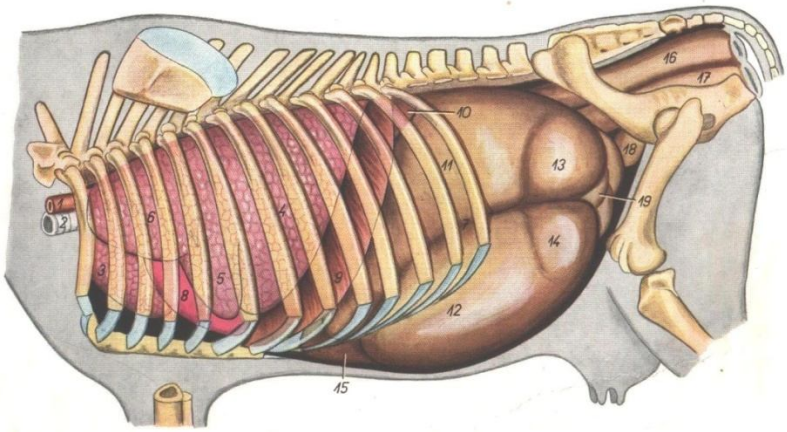


Рис. 54. Внутрішні органи корови з лівої сторони

1 – стравохід; 2 – трахея; 3 – права краніальна верхівкова доля легень; 4 – діафрагмальна доля; 5 – серцева доля; 6 – ліва верхівкова доля; 7 – лівий поздовжній жолоб рубця; 8 – серце; 9 – реберна частина діафрагми; 10 – селезінка; 11 – дорсальний півмішок рубця; 12 – вентральний напівмішок рубця; дорсокаудальний сліпий мішок рубця; 13 – дорсокаудальний сліпий мішок рубця; 14 – вентрокаудальний сліпий мішок рубця; 15 – сичуг; 16 – пряма кишка; 17 – піхва; 18 – сечовий міхур; 19 – голодна кишка

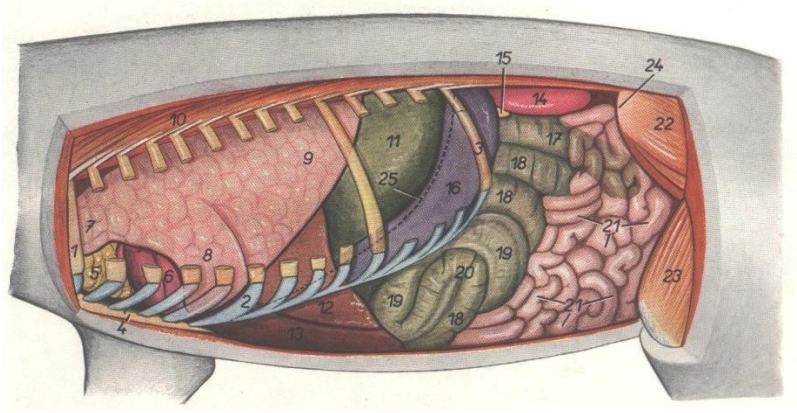


Рис. 55. Внутрішні органи свині з лівої сторони

1 – I ребро; 2 – VI реберний хрящ; 3 – XIV ребро; 4 – грудна кістка; 5 – грудна частина тимуса; 6 – серце; 7 – ліва верхня доля легень; 8 – ліва средня доля легень; 9 – ліва діафрагмальна доля легенів; поперечнореберний м'яз; 11 – шлунок; 12 – ліва латеральня частина печінки; 13 – ліва медіальна доля печінки; 14 – ліва доля печінки; 15 – підшлункова залоза; 16 – селезінка; 17 – сліпа кишка; 18, 19, 20 – спіральна петля ободової кишки; 18 – центральні гілки; 19, 20 – центральна петля ободової кишки; 21 – тонка кишка; 22 – середній сідничний м'яз; 23 – чьотирьохголовий м'яз стегна; 24 – зовнішній поперечний горб; 25 – лінія кріплення діафрагми

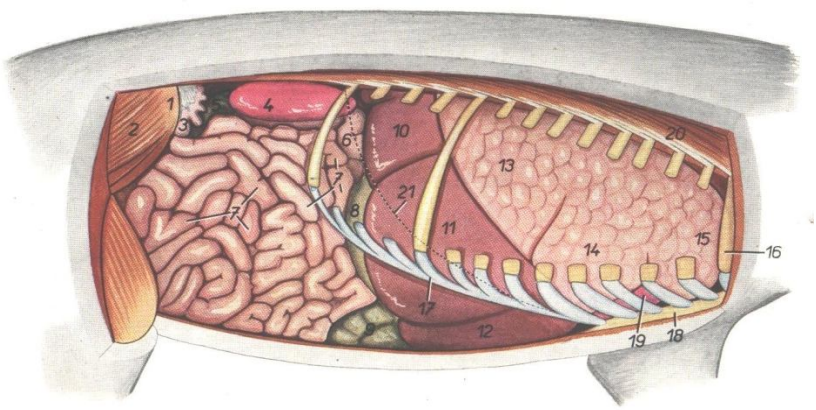


Рис. 56. Внутрішні органи свині з правої сторони

1 – зовнішній поперечний горб; 2 – середній сідничний м'яз; 3 – правий ріг матки; 4 – права нирка; 5 – низхідна частина ободової кишки; 6 – дванадцятипала кишка; 7 – порожня кишка; 8 – шлунок; 9 – спіральна петля ободової кишки; 10 – права латеральна частина печінки; 11 – права медіальна частина печінки; 12 – ліва медіальна частина печінки; 13 – діафрагмальна частина печінки; 14 – середня частина легень; 15 – верхівкова доля легень; 16 – I ребро; 17 – реберна дуга; 18 – грудна кістка; 19 – серце; 20 – поперечнореберний м'яз; 21 – лінія кріплення діафрагми

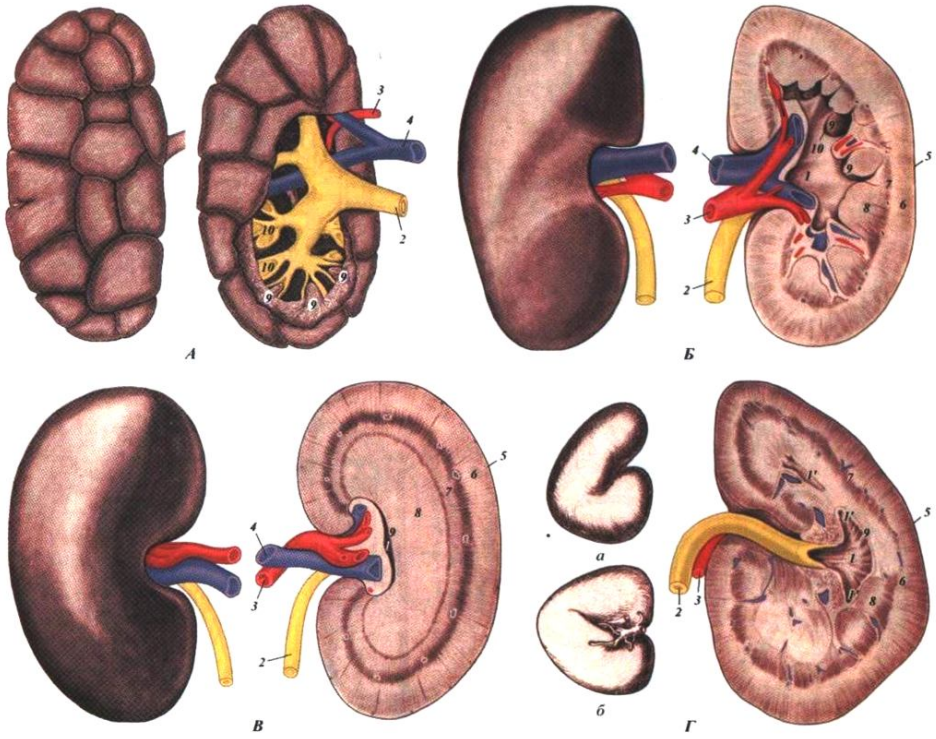


Рис. 62. Нирки:

А – великої рогатої худоби; Б – свині; В – собаки; Г – коня (а – ліва, б – права); 1 – ниркова миска; 1[1] – кінцеві заглибини; 2 – сечовід; 3 – ниркова артерія; 4 – ниркова вена; 5 – фіброзна капсула; 6 – кіркова зона; 7 – проміжна зона; 8 – мозкова зона; 9 – нирковий сосок; 10 – ниркові трубочки

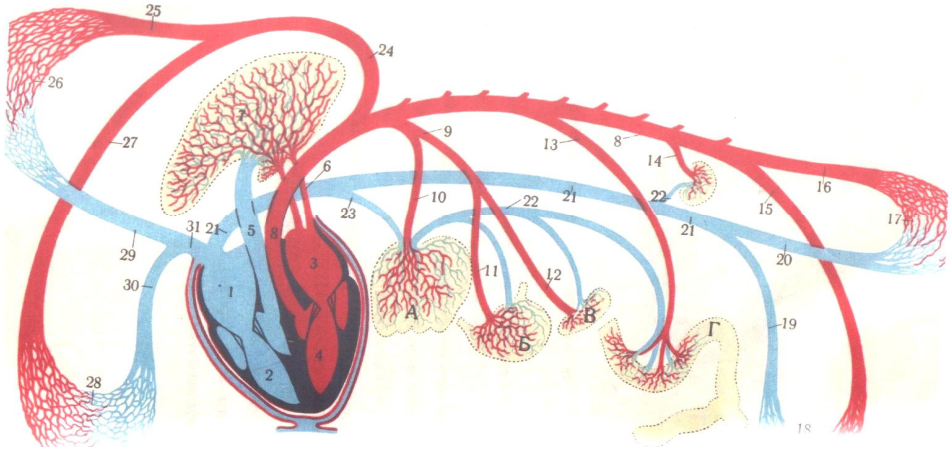


Рис. 65. Схема кровообігу ссавців:

1 – праве передсердя; 2 – правий шлуночок; 3 – ліве передсердя; 4 – лівий шлуночок; 5 – легенева артерія; 6 – легеневі вени; 7 – капіляри в легенях; 8 – грудна і черевна аорта; 9 – черевна артерія; 10 – артерії печінки; 11 – артерії шлунку; 12 – артерії селезінки; 13 – краніальна – брижова артерія; 14 – ниркова артерія; 15 – зовнішньо-клубова артерія; 16 – внутрішньо-клубова артерія; 17 – капіляри в області статевих органів, прямої кишки, крупа і хвоста; 18 – капіляри в області задніх кінцівок; 19 – схематичне зображення вен, в яких збирається кров із задніх кінцівок; 20 – схематичне зображення вен, в яких збирається кров з тазової порожнини і хвоста; 21 – задня (каудально-порожниста) вена; 22 – ворітна вена; 23 – печінкова вена; 24 – плечоголовний стовбур; 25 – схематичне зображення стовбура сонних артерій; 26 – капіляри в області голови і шиї; 27 – схематичне зображення артерій передніх кінцівок; 28 – капіляри в області передніх кінцівок; 29 – схематичне зображення вен в області голови і шиї; 30 – схематичне зображення вен передніх кінцівок; 31 – краніальна порожниста вена;
А – печінка; Б – шлунок; В – селезінка; Г – кишечник

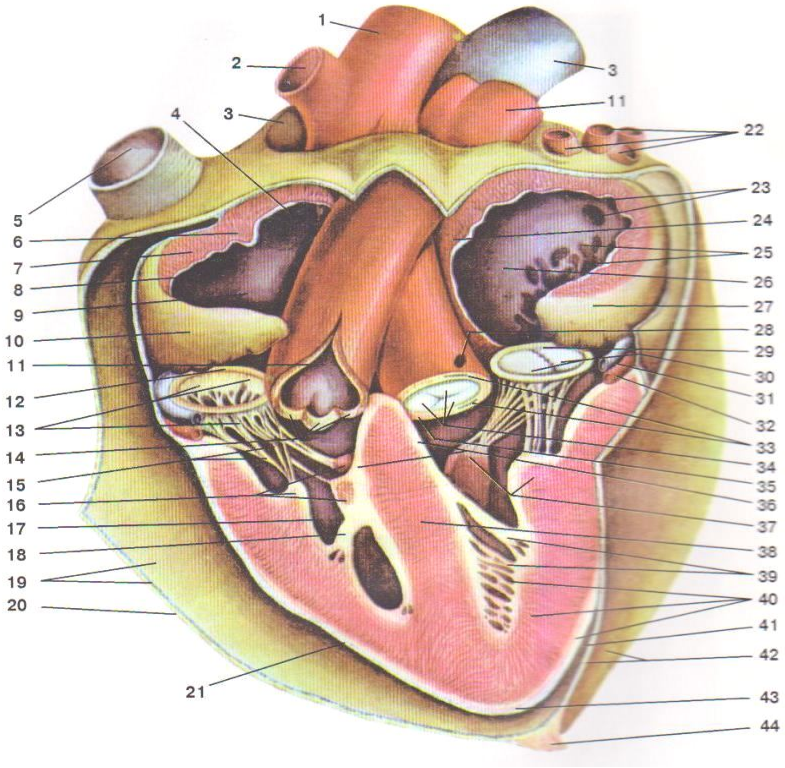


Рис. 60. Будова серця:

1 – аорта; 2 – загальний плечоголовний стовбур; 3 – каудальна порожниста вена; 4 – отвір каудальної порожнистої вени; 5 – краніальна порожниста вена: 6 – міжвенозний горбок; 7 – міокард правого передсердя; 8 – отвір краніальної порожнистої вени; 9 – порожнина правого передсердя 10 – праве серцеве вушко; 11 – легенева артерія; 12 – фіброзне кільце правого атріовентрикулярного отвору; 13 – тристулковий клапан; 14 – півмісяцеві клапани легеневої артерії; 15 – сухожильні струни; 16 – сосочкові м'язи; 17 – порожнина правого шлуночка; 18 – поперечний м'яз правого шлуночка; 19 – вісцеральний листок перикарда; 20 – фіброзний листок серцевої сорочки; 21 – парієтальний листок перикарда; 22 – легеневі вени; 23 – отвори легеневих вен; 24 – перегородки передсердь; 25 – гребінцеві м'язи; 26 – порожнина лівого передсердя; 27 – ліве серцеве вушко 28 – отвір лівої вінцевої артерії; 29 – фіброзне кільце лівого атріовентрикулярного отвору; 30 – двостулковий клапан; 31 – велика серцева вена; 32 – ліва вінцева артерія; 33 – серцеві кістки; 34 – півмісяцеві клапани; 35 – фіброзне кільце аорти; 36 – права і ліва ніжки пучка Гіса; 37 – сосочкові м'язи лівого шлуночка; 38 – перегородка шлуночків; 39 – поперечні м'язи лівого шлуночка; 40 – ендокард, міокард, епікард; 41 – порожнина перикарда; 42 – плевральний листок серцевої сорочки; 43 – верхівка серця; 44 – зв'язка серцевої сорочки

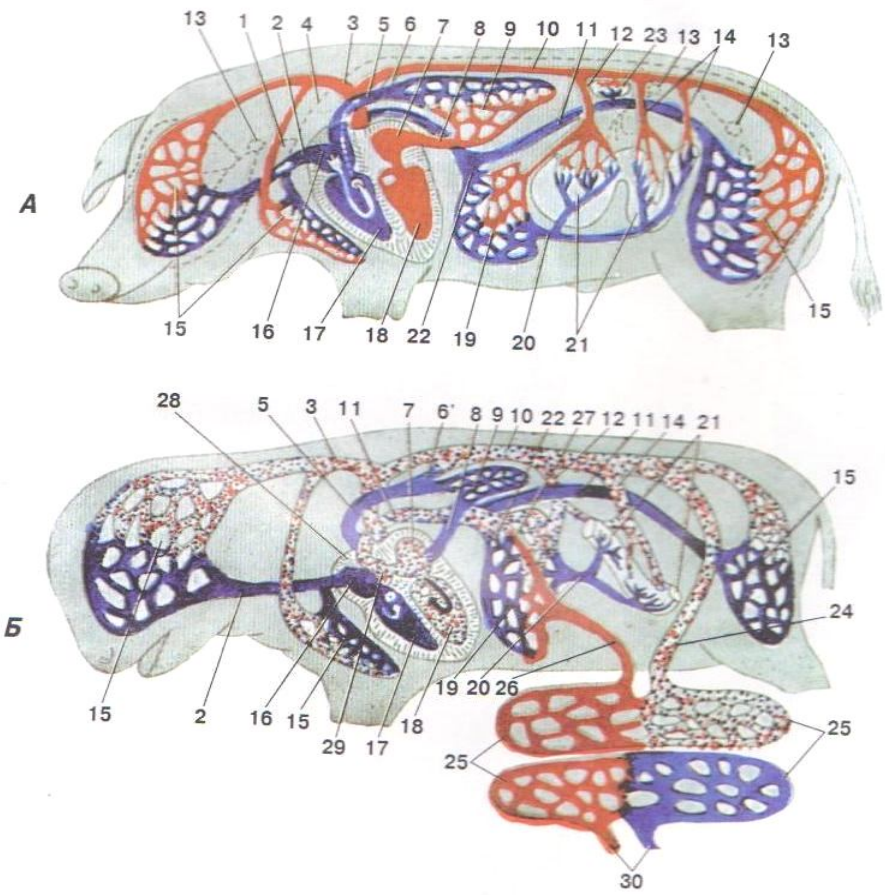


Рис. 67. Загальна схема системи кровообігу дорослої тварини (А) і плода (Б):

1 – лімфатична судина; 2 – краніальна порожниста вена; 3 – плечоголовний стовбур; 4 – грудна лімфатична протока; 5 – легенева артерія; 6 – артеріальна зв'язка; 6 – артеріальна протока; 7 – ліве передсердя; 8 – легенева вена; 9 – капіляри легень; 10 – аорта; 11 – каудальна порожниста вена; 12 – черевна артерія; 13 – лімфатичні вузли; 14 – брижова артерія; 15 – капіляри тіла;) 16 – праве передсердя; 17 – правий шлуночок; 18 – лівий шлуночок; 19 – капіляри печінки; 20 – ворітна вена печінки; 21 – шлунок і кишки; 22 – печінкові вени; 23 – нирка; 24 – пупкова артерія; 25 – капіляри*

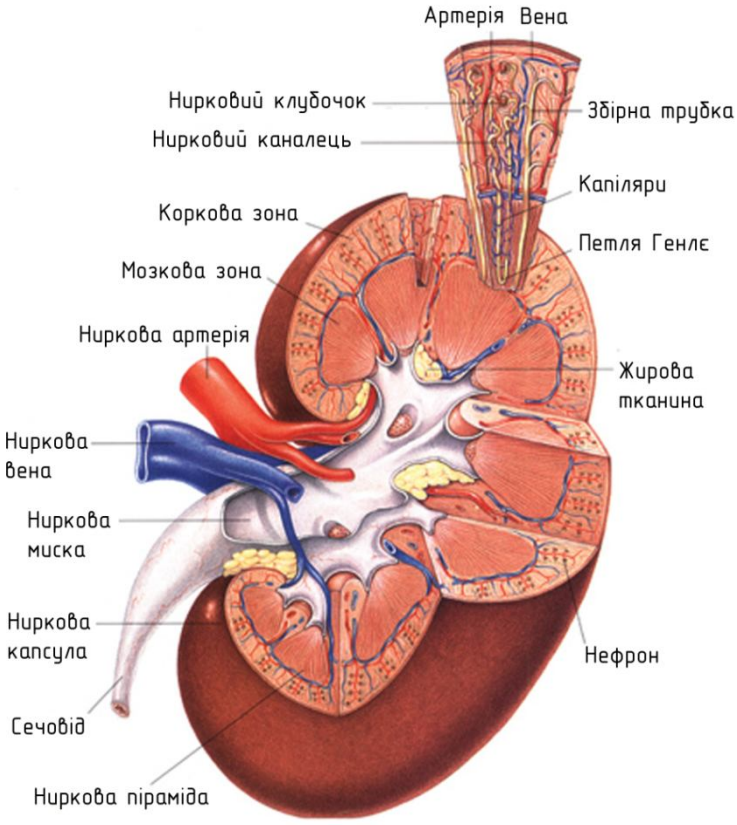


Рис. 106. Будова нирок

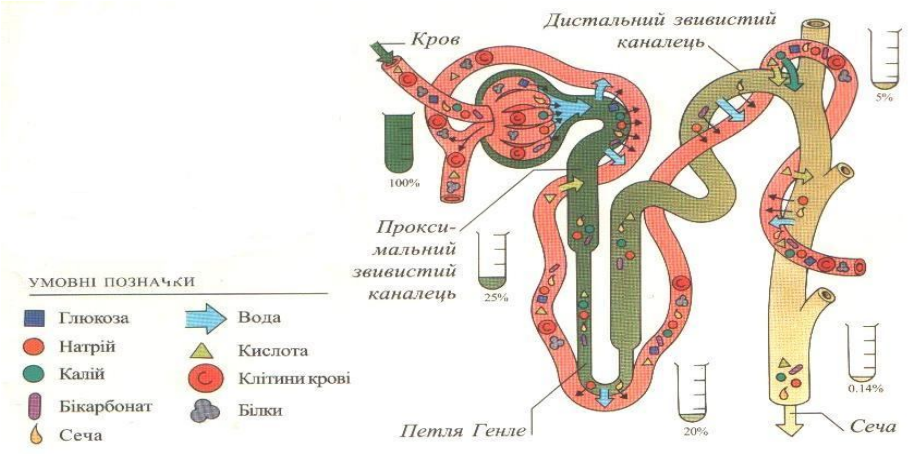


Рис. 107. Схема утворення сечі

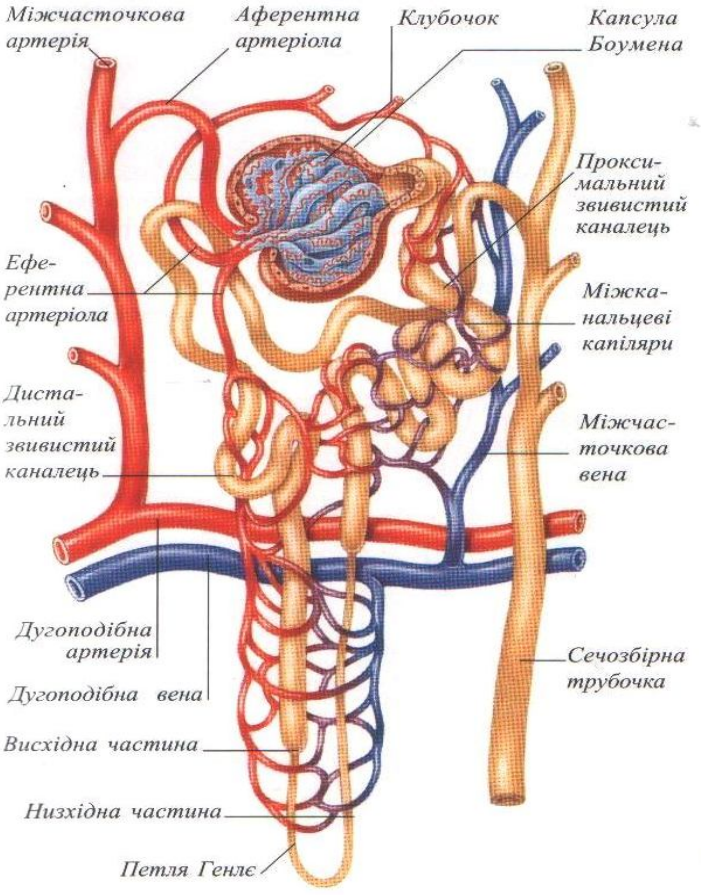


Рис. 108. Структура нефрону

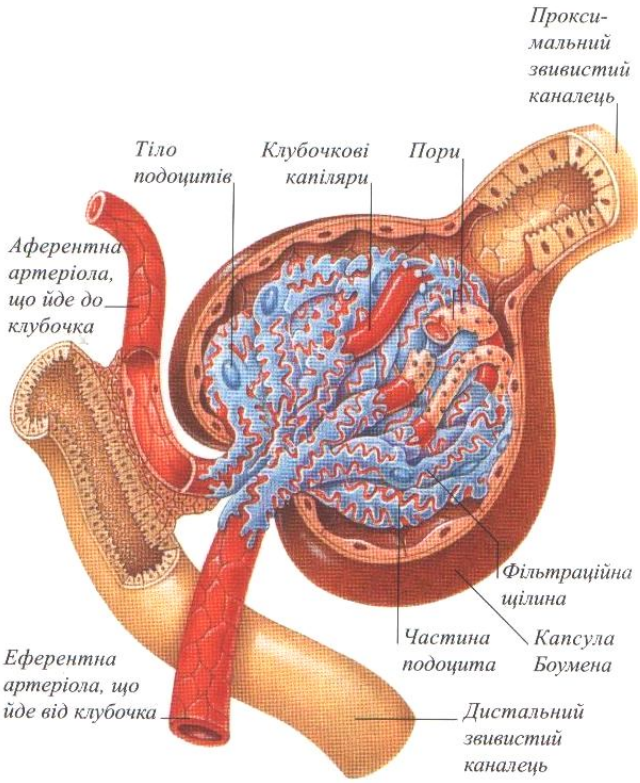


Рис. 109. Будова нефрона

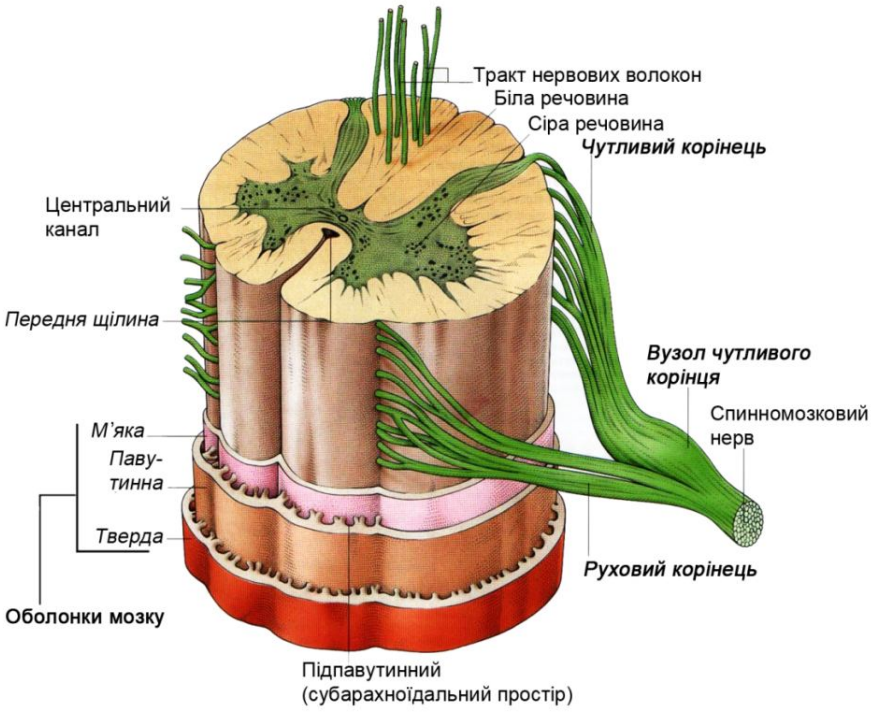


Рис. 110. Будова спинного мозку

ЛІТЕРАТУРА

1. Бойко В.І. та ін. Анатомія і фізіологія сільськогосподарських тварин. – К. : Вища школа, 1993.

2. Елисеев А.П. и др. Анатомия и физиология сельскохозяйственных животных. – М. : Агропроиздат, 1991.

3. Костюк В.К. Атлас анатомії свійських тварин. Остеологія : навч. посіб. – К. : Аграрна освіта, 2011. – 78 с.

4. Костюк В.К. Атлас анатомії свійських тварин. Синдесмологія. Міологія : навч. посіб. – Вінниця : Нова Книга, 2007. – 76 с.

5. Лисенко М.В. та ін. Анатомія і фізіологія сільськогосподарських тварин. – К. : Либра, 1999.

6. Мазуркевич А.Й., Карповський В.І., Камбур М.Д. та ін. Фізіологія тварин : підручник. – Вінниця : Нова книга, 2008. – 424 с.

7. Науменко В.В. та ін. Фізіологія сільськогосподарських тварин. – К. : Сільгоспосвіта, 1994. – 509 с.

8. Попеско П. Атлас анатомии сельськохозяйственных животных. – Том I, 1962.

9. Попеско П. Атлас анатомии сельськохозяйственных животных. – Том II, 1962.

10. Рудик С.К., Криштофанова Б.В., Павловський Ю.О. та ін. Анатомія свійських тварин : підручник. – К. : Аграрна освіта, 2001. – 575 с.

11. Тоні Сміт. Людина : навчальний атлас з анатомії та фізіології. – Львів : БаК, 2000. – 240 с.

12. Чайченко Г.М., Дибенко В.О, Сокур В.Д. Фізіологія людини і тварин. – К. : Вища школа, 2003. – 464 с.

Навчальне видання

Ніколаєвич Валентина Іванівна

АНАТОМІЯ І ФІЗІОЛОГІЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН

Навчальний посібник

Українською мовою

Редактор	*Н. Салмай*
Комп'ютерна верстка	*О. Давиденко*
Дизайнер	М. Цендревич

Підписано до друку 26.12.2014 р.
Умов. друк. арк. 23,0
Наклад 700 прим. Зам. № 160

Видавництво "Аграрна освіта"
Технікумівська, 1, смт Немішаєве
Бородянського Київської
тел. 04577-41-2-69

свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єкта видавничої справи ДК № 1310