

Ю. С. ЛУЩАЙ,  
Л. В. ТКАЧЕНКО

# ОСНОВЫ АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ СОБАК

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

*Издание второе, стереотипное*



ЛАНЬ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ • МОСКВА • КРАСНОДАР  
2021

УДК 636.7

ББК 28.66я723

**Л 87      Луцкай Ю. С.** Основы анатомии и физиологии собак : учебное пособие для СПО / Ю. С. Луцкай, Л. В. Ткаченко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 136 с. : ил. — Текст : непосредственный.

**ISBN 978-5-8114-6944-4**

Данное издание предназначено для студентов учебных заведений среднего профессионального образования кинологической направленности. Вопросы анатомии и физиологии собак отражены в полной степени, при этом объем предлагаемого материала адаптирован для полного обеспечения занятий в соответствии с тематическим планом.

**УДК 636.7**

**ББК 28.66я723**

**Обложка**  
**П. И. ПОЛЯКОВА**

© Издательство «Лань», 2021  
© Ю. С. Луцкай, Л. В. Ткаченко, 2021  
© Издательство «Лань»,  
художественное оформление, 2021

## **ВВЕДЕНИЕ**

В учебном пособии освещены вопросы анатомии в отношении аппарата движения, кожи и ее производных, пищеварительного, дыхательного, мочеполового аппаратов, сердечно-сосудистой и лимфатической систем, анализаторов и желез внутренней секреции.

Раздел «Физиология собак» затрагивает физиологию крови, сердечно-сосудистой системы, дыхания, пищеварения, обмена веществ и энергии, выделения, центральной нервной системы и высшей нервной деятельности, размножения, адаптации и других процессов в организме.

Таким образом, учебное пособие «Основы анатомии и физиологии собак» является достаточным и полным для обеспечения данной дисциплины в средних учебных заведениях.



# **Раздел 1**

## **АНАТОМИЯ СОБАК**

## Глава 1.1.

# ВВЕДЕНИЕ В АНАТОМИЮ

Термин «анатомия» происходит от *греч.* *anatomē*, что обозначает рассечение, разрез, так как основным методом исследования в анатомии является препарирование, т. е. рассечение тела животного.

Анатомия — это наука о форме и строении организма в процессе его развития и адаптации.

Адаптация — это приспособление организма к действию окружающей среды.

Этапы развития анатомии:

1) идеалистический этап, характерный для эпохи Древнего мира и связанный с именами древнегреческих философов Платона (427–347 до н. э.) и Аристотеля (384–322 до н. э.);

2) описательный (сравнительно-анатомический) этап, начало которому также было заложено в трудах Аристотеля, который описал не только 500 видов животных, но и сравнивал их анатомию с анатомией человека. Наиболее сильное развитие этот этап получил в эпоху Средневековья;

3) микроскопический этап связан с открытием в 1665 г. Робертом Гуком в структуре растений «клеток»;

4) эволюционный этап связан с теорией Чарльза Дарвина (1809–1882) о путях эволюции животного мира;

5) экспериментальный (функциональный) этап в развитии анатомии сформировался в конце XIX века.

Основным объектом изучения анатомии собак является домашнее млекопитающее — собака (*canis familiaris*). Однако кинологом необходимо также знать строение тела и других видов животных.

Организм животного построен из клеток, тканей и органов. Все эти структуры взаимосвязаны, при этом клетки (наименьшие структурные единицы) образуют ткани (группы клеток, которые имеют сходное строение и выполняют одну функцию).

В организме выделяют четыре вида тканей: эпителиальные, ткани внутренней среды, мышечные и нервные ткани. Соединяясь между

собой, эти ткани образуют органы. Органы по функции объединяются в системы и аппараты, из них построен организм.

Организм — это сложная, живая система, находящаяся постоянно в процессе обмена веществ и энергии с внешней средой и обладающая способностью к саморазвитию (онтогенез), саморегуляции (адаптация), самовосстановлению (регенерация) и размножению.

Орган (*лат. organum*, *греч. organon* — орудие) — часть организма, которая построена из взаимосвязанных тканей, имеет определенную форму и выполняет специфическую функцию. Например, печень в основном построена из эпителиальной ткани, располагается в брюшной полости, разделена на четыре доли и синтезирует желчь, которая участвует в переваривании липидов.

В каждом органе одна ткань является главной (рабочей). Она выполняет основную функцию органа: для мышц — это мышечная ткань, для головного мозга — нервная, для желез — эпителиальная ткань. Эта ткань составляет паренхиму, т. е. рабочую часть органа.

Органы, имеющие общее происхождение, сходное строение и выполняющие единую функцию, составляют систему органов.

Выделяют следующие системы органов:

1) костная система (скелет) состоит из соединенных в определенной последовательности костей, которые образуют каркас тела животного;

2) мышечная система, объединяющая скелетные мышцы и их вспомогательные приспособления, обеспечивает передвижение животного;

3) общий (кожный) покров и его производные защищают организм от вредного воздействия внешней среды (микробов, вирусов, токсинов);

4) пищеварительная система объединяет органы, в которых происходит переваривание пищи и всасывание питательных веществ в кровь;

5) дыхательная система включает органы, обеспечивающие поступление в организм кислорода и удаление из него углекислого газа;

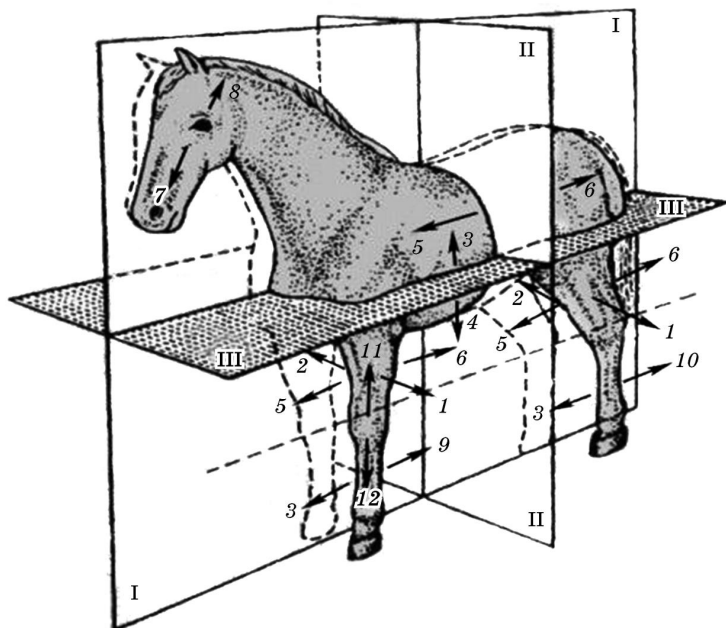
6) мочевыделительная система состоит из органов, с помощью которых организм освобождается от конечных продуктов обмена;

7) половая система включает органы размножения, которые обеспечивают продолжение и сохранение вида;

8) сердечно-сосудистая система обеспечивает непрерывное кровоснабжение, за счет которого происходит транспортировка питательных веществ, гормонов и кислорода к тканям и органам;

9) кроветворная (гемопоэтическая) и иммунная система состоят из органов, в которых происходит образование клеток крови и осуществляется защита организма;

10) нервная система и анализаторы объединяют организм в единое целое и обеспечивают его приспособление к условиям внешней среды, т. е. адаптацию.



**Рис. 1**

Плоскости и направления.

Плоскости: I — сагиттальная; II — сегментальная; III — фронтальная [3].

Направления: 1 — латеральное; 2 — медиальное; 3 — дорсальное;

4 — вентральное; 5 — краниальное; 6 — каудальное; 7 — оральное

(назальное, ростральное); 8 — аборальное; 9 — пальмарное (волярное);

10 — плантарное; 11 — проксимальное; 12 — дистальное.

Выделяют также аппараты органов. В аппарате органы связаны единой функцией, но могут иметь разное строение и происхождение.

1. Опорно-двигательный аппарат объединяет костную и мышечную системы, обеспечивая передвижение животного.



2. Система органов пищеварения, объединяясь с жевательными мышцами, мышцами брюшного пресса и т. д., формирует пищеварительный аппарат.

3. Система органов дыхания, объединяясь с органами респираторной моторики (грудная клетка, дыхательная мускулатура), формирует дыхательный аппарат.

4. Мочеполовой аппарат объединяет мочевыделительную и половую системы, которые связаны между собой по развитию и местоположению.

5. Эндокринный аппарат объединяет железы внутренней и смешанной секреции, которые выделяют в кровь биологически активные вещества — гормоны.

Системы и аппараты органов в зависимости от морфофункциональных особенностей объединяют в три группы:

1) в соматическую группу входят опорно-двигательный аппарат и органы кожного покрова;

2) в висцеральную группу входят пищеварительная, дыхательная системы и мочеполовой аппарат. В совокупности они составляют внутренние органы, которые располагаются большей частью в естественных полостях тела;

3) в интегрирующую группу входят эндокринный аппарат, сердечно-сосудистая, кроветворная и нервная системы. Сердечно-сосудистая система пронизывает все органы и ткани, выполняя транспортную функцию. Через нее осуществляет гуморальную регуляцию эндокринный аппарат. Нервная система регулирует и координирует деятельность всех систем, в том числе сосудистой и эндокринной, обеспечивая целостность организма и связь его с окружающей средой.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

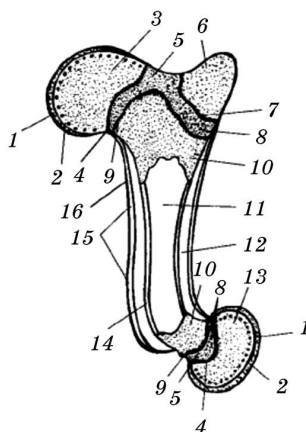
1. Происхождение термина «анатомия».
2. Определение анатомии как науки.
3. Что такое адаптация?
4. Перечислить основные этапы истории развития анатомии животных.
5. Обозначить объекты и методы изучения анатомии.
6. Из чего состоит организм животного?
7. Какие виды тканей выделяют в организме животного?
8. Что такое орган?

9. Что такое паренхима органа?
10. Что такое система органов?
11. Перечислить системы органов.
12. Что такое аппарат органов?
13. Перечислить аппараты органов.
14. В какие три группы объединяются системы и аппараты органов в зависимости от морфофункциональных особенностей?

## Глава 1.2.

# КОСТНАЯ СИСТЕМА. МЫШЕЧНАЯ СИСТЕМА

**Остеология** — учение о костях.

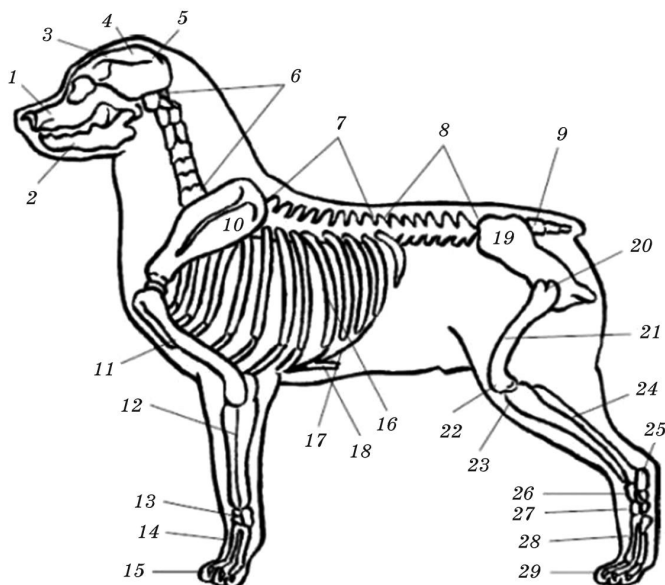


**Рис. 2**

Анатомия трубчатой кости молодого животного:

- 1 — суставный хрящ; 2 — субхондральная кость суставного хряща;  
 3 — проксимальный эпифиз; 4 — эпиметафизарная субхондральная кость;  
 5 — метафизарный хрящ; 6 — апофиз; 7 — апометафизарная субхондральная кость; 8 — ростковая зона; 9 — диаметафизарная субхондральная кость;  
 10 — спонгиоза; 11 — костномозговой участок диафиза; 12 — компакта;  
 13 — дистальный эпифиз; 14 — эндоста; 15 — средний участок диафиза;  
 16 — надкостница [3].

Аппарат движения представлен скелетом, связками и мышцами, которые формируют телосложение животных, их экстерьер.



**Рис. 3**

Скелет собаки:

- 1 — верхняя челюсть; 2 — нижняя челюсть; 3 — череп; 4 — теменная кость;  
 5 — затылочный бугор; 6 — шейные позвонки; 7 — грудные позвонки;  
 8 — поясничные позвонки; 9 — хвостовые позвонки; 10 — лопатка;  
 11 — плечевая кость; 12 — кости предплечья; 13 — кости запястья;  
 14 — кости пясти; 15 — фаланги пальцев; 16 — ребра; 17 — реберные хрящи;  
 18 — грудина; 19 — тазовая кость; 20 — тазобедренный сустав;  
 21 — бедренная кость; 22 — коленный сустав; 23 — большая берцовая кость;  
 24 — малая берцовая кость; 25 — пяточная кость; 26 — скакательный сустав;  
 27 — кости заплюсны; 28 — плюсна; 29 — пальцы [3].

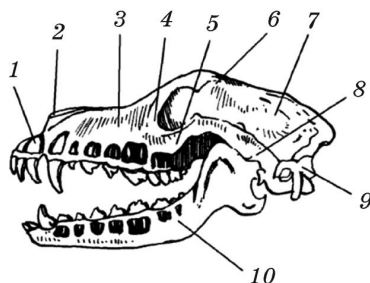
Весь скелет делят на осевой и периферический.

Осевой скелет представлен скелетом головы (черепом), позвоночником и грудной клеткой.

Скелет головы делится на два отдела:

- 1) кости мозгового отдела;
- 2) кости лицевого отдела.

Вдоль тела животного расположен позвоночник, который состоит из следующих отделов.

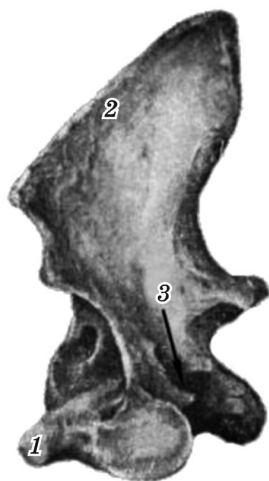


**Рис. 4**

Череп собаки:

1 — резцовая кость; 2 — носовая кость; 3 — верхнечелюстная кость;  
4 — слезная кость; 5 — скуловая кость; 6 — лобная кость; 7 — теменная кость;  
8 — височная кость; 9 — затылочная кость; 10 — нижняя челюсть [3].

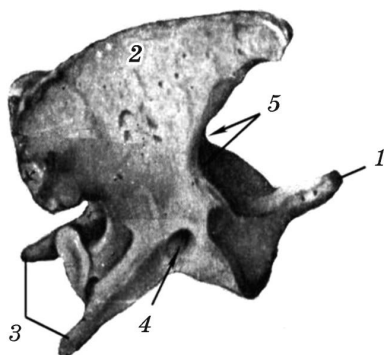
**Шейный отдел позвоночника.** У собаки скелет шеи образован семью позвонками. Первый шейный позвонок называется Атлант, второй — Эпистрофей. Этот отдел позвоночника обеспечивает поворот головы.



**Рис. 5**

Атлант:

1 — дорсальный бугорок;  
2 — вентральный бугорок;  
3 — краниальные суставные ямки [3].



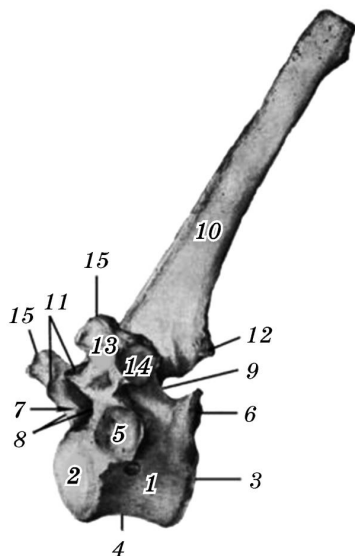
**Рис. 6**

Эпистрофей:

- 1 — поперечно-реберные отростки;
- 2 — остистый отросток;
- 3 — каудальные реберные ямки;
- 4 — краниальные суставные отростки;
- 5 — каудальные суставные отростки [3].

**Грудной отдел скелета** включает грудные позвонки, ребра и грудную кость, которые образуют грудную клетку.

У собаки 13 (12) грудных позвонков.



**Рис. 7**

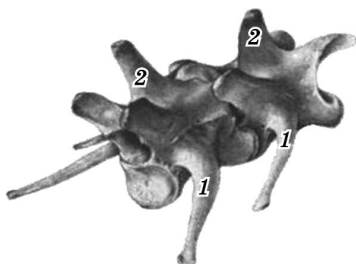
Грудной позвонок:

- 1 — тело позвонка;
- 2 — головка позвонка;
- 3 — ямка позвонка;
- 4 — вентральный гребень;
- 5 — краниальные реберные ямки (фасетки);
- 6 — каудальные реберные ямки (фасетки);
- 7 — позвоночное отверстие;
- 8 — краниальные межпозвоночные (позвоночные) вырезки;
- 9 — каудальные межпозвоночные (позвоночные) вырезки;
- 10 — остистый отросток;
- 11 — краниальные суставные отростки;
- 12 — каудальные суставные отростки;
- 13 — поперечный отросток;
- 14 — реберная (поперечно-реберная) ямка (фасетка);
- 15 — соседний отросток [3].

**Поясничный отдел позвоночника** у собаки состоит из 7 поясничных позвонков.

**Рис. 8**

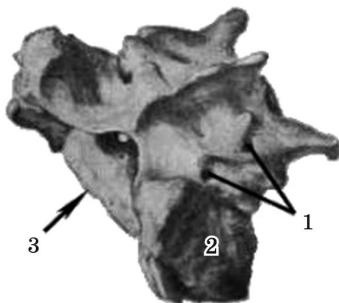
Поясничные позвонки:  
1 — поперечно-реберные (поперечные) отростки;  
2 — остистый отросток;  
3 — дорсо-вентральные отверстия [3].



**Крестцовый отдел позвоночника** характерен тем, что позвонки срастаются вместе в крестцовую кость или крестец. У собаки — 3 крестцовых позвонка. Тазовая поверхность вогнута.

**Рис. 9**

Крестцовые позвонки:  
1 — дорсальные крестцовые (тазовые) отверстия;  
2 — ушковидная поверхность;  
3 — мыс [3].



**Хвостовой отдел.** У собаки — 20–23 хвостовых позвонка.

**Рис. 10**

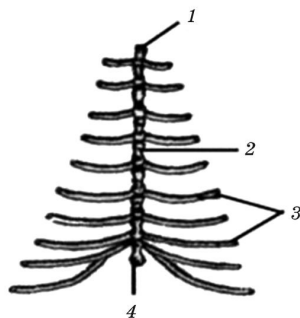
Хвостовые позвонки:  
1 — поперечные отростки;  
2 — ямка позвонка;  
3 — краниальный суставной отросток [3].



**Грудная клетка** образована ребрами и грудной костью. Ребра подвижно крепятся справа и слева к позвонкам грудного отдела позвоночного столба. Они менее подвижны в передней части грудной клетки, где к ним прикрепляется лопатка. В связи с этим передние доли легких чаще поражаются при заболевании легких.

Ребра состоят из длинного изогнутого костного ребра, или реберной кости, и реберного хряща. Число парных ребер соответствует числу грудных позвонков.

Грудная кость, или грудина, замыкает нижнюю стенку грудной клетки, соединяя нижние концы грудинных ребер.



**Рис. 11**

Грудная кость:

- 1 — рукоятка грудины;
- 2 — тело грудины;
- 3 — реберные хрящи;
- 4 — мечевидный хрящ [3].

Периферический скелет представлен скелетом грудной и тазовой конечностей.

**Грудная конечность** представлена:

- лопаткой, крепящейся к туловищу в области первых ребер;
- плечом, состоящим из плечевой кости;
- предплечьем, представленным лучевой и локтевой костями;
- кистью, состоящей из запястья, пясти и фаланг пальцев.

**Тазовая конечность** состоит из:

- таза, формирует пояс задних конечностей, он делится симметрично на две части, которые называют безымянными костями, эти две половинки внизу срастаются, а сверху соединяются с крестцом через плоский крестцово-подвздошный сустав. Вверху расположена подвздошная кость, снизу лонная и седалищная кости;
- бедра, представленного бедренной костью и коленной чашечкой, которая скользит по блоку бедренной кости;
- голени, состоящей из большеберцовой и малоберцовой кости;
- стопы, представленной заплюсной, плюсной и фалангами пальцев.



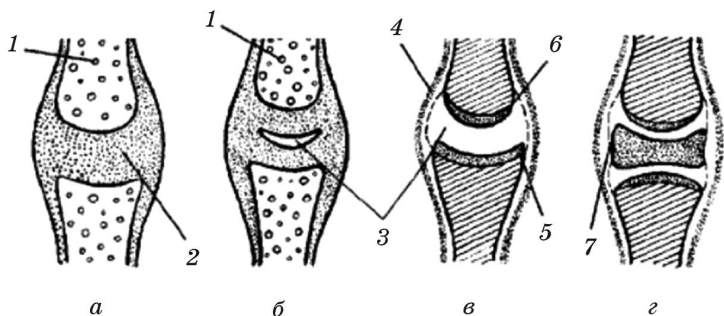
Существует несколько видов соединения костей.

*Непрерывный.* Этот вид соединения имеет большую упругость, прочность и очень ограниченную подвижность.

*Прерывный (синовиальный) тип* соединения, или суставы. Он обеспечивает больший размах движения и построен более сложно.

По строению суставы бывают простые и сложные, по направлению осей вращения — многоосные, двухосные, одноосные, комбинированные и скользящие.

**Строение сустава.** Сустав имеет суставную капсулу, состоящую из двух слоев — наружного (срастающегося с надкостницей) и внутреннего (синовиального, который и выделяет в полость сустава синовию, благодаря которой кости не трутся между собой). Большинство суставов, кроме капсулы, закрепляются еще разным количеством связок. Связки чаще идут по поверхности сустава и закрепляются на противоположных концах костей, т. е. там, где они не мешают основному движению в суставе (например, локтевой сустав).



**Рис. 12**

Схема развития и строения сустава:

- а — сращение; б — образование суставной полости; в — простой сустав;  
г — суставная полость; 1 — хрящевые закладки костей; 2 — скопление мезенхимы; 3 — суставная полость; 4 — фиброзный слой капсулы;  
5 — синовиальный слой капсулы; 6 — суставной гиалиновый хрящ;  
7 — хрящевой мениск.

Мышечная ткань обладает важным свойством — сокращаться, вызывая движение (динамическую работу) и обеспечивая тонус самих мышц, укрепляя суставы под определенным углом сочетания при неподвижном теле (статическая работа), сохраняя определенную позу. Только работа (тренировка) мышц способствует наращиванию их

массы как за счет увеличения диаметра мышечных волокон (гипертрофия), так и за счет увеличения их количества (гиперплазия).

Мышечная ткань бывает:

1) в зависимости от типа расположения мышечных волокон:

- гладкая (стенки сосудов);
- поперечнополосатая (скелетная мускулатура);
- сердечная поперечнополосатая (в сердце);

2) в зависимости от формы:

- пластинчатые (мышцы головы и тела);
- длинные толстые (на конечностях);
- сфинктеры (расположенные по краям отверстий, не имеющие ни начала, ни конца, например сфинктер ануса);
- комбинированные (складывающиеся из отдельных пучков, например мышцы позвоночного столба);

3) в зависимости от внутренней структуры:

- динамические (мышцы, выполняющие динамическую нагрузку; чем выше на теле расположена мышца, тем более она динамична);
- статодинамические (статическая функция мышцы во время опоры, удержание суставов животного в разогнутом виде при стоянии, когда под действием массы тела суставы конечностей стремятся согнуться; мускулатура такого типа сильнее динамических мышц);
- статические (мышцы, несущие статическую нагрузку; чем ниже мышцы расположены на теле, тем более они статичны);

4) в зависимости от действия:

- флексоры (сгибатели);
- экстензоры (разгибатели);
- аддукторы (функция приведения);
- абдукторы (функция отведения);
- ротаторы (функция вращения).

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

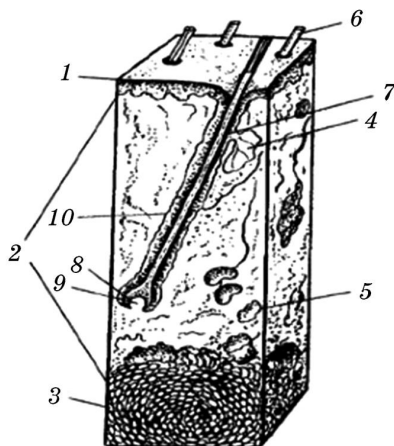
1. Что такое остеология?
2. Чем представлен аппарат движения?
3. На какие части условно делят скелет?
4. Из каких частей состоит осевой скелет?
5. Из каких отделов состоит скелет головы?
6. Из каких отделов состоит позвоночник?
7. Как выглядят ребра?
8. Описать грудную кость.

9. Из чего состоит грудная клетка?
10. Какими частями представлен периферический скелет?
11. Из каких частей состоит грудная конечность?
12. Из каких частей состоит тазовая конечность?
13. Какие виды соединения костей существуют?
14. Какие виды суставов вы знаете?
15. Как построен сустав?
16. Какими свойствами обладает мышечная ткань?
17. Какие типы мышечной ткани существуют?
18. Как классифицируются мышцы по форме?
19. Как классифицируются мышцы по внутренней структуре?
20. Как классифицируются мышцы по действию?

### Глава 1.3.

## СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ КОЖИ И ЕЕ ПРОИЗВОДНЫХ

Кожа защищает организм от внешних воздействий. Так как в ней находится множество нервных окончаний (рецепторов), которые позволяют воспринимать воздействия внешней среды, кожа играет роль рецепторного звена кожного анализатора (тактильной, болевой, температурной чувствительности). Через множество потовых и сальных желез выделяет ряд продуктов обмена веществ, через устья волосяных мешков, кожных желез поверхность кожи может всасывать небольшое количество растворов. Кровеносные сосуды кожи могут вместить до 10% крови организма. Сужение и расширение сосудов кожи имеют существенное значение в регуляции температуры тела. В коже содержатся провитамины. Под влиянием ультрафиолетового света образуется витамин D.



**Рис. 13**

Схема строения кожи  
с волосом:

- 1 — эпидермис; 2 — дерма;
- 3 — подкожный слой;
- 4 — сальная железа;
- 5 — потовая железа;
- 6 — стержень волоса;
- 7 — корень волоса;
- 8 — волосяная луковица;
- 9 — волосяной сосочек;
- 10 — волосяная сумка [3].

В коже, покрытой волосами, различают следующие слои.

1. *Надкожница (эпидермис)* — наружный слой, который определяет цвет кожи. Ороговевшие клетки слущиваются, тем самым с поверхности кожи удаляется грязь, микроорганизмы и т. д. Здесь растут волосы: по 3 и более остевых (толстых и длинных) и по 6–12 коротких и нежных волосков подшерстка.

2. *Дерма (собственно кожа)*:

- **пилярный слой**, в котором находятся сальные и потовые железы, корни волос в волосяных фолликулах, мышцы-подниматели волос, множество кровеносных и лимфатических сосудов и нервных окончаний;

- **сетчатый слой**, состоящий из сплетения коллагеновых и незначительного количества эластичных волокон.

В дерме расположены ароматические железы, которые выделяют характерный для каждой породы запах. На безволосых участках (мочка носа, мякиши лап, мошонка у кобелей и соски у сук) кожа образует узоры, имеющие строго индивидуальный для каждого питомца рисунок.

3. *Подкожная основа (подкожный слой)*, представленная рыхлой соединительной и жировой тканью. Этот слой крепится к поверхностной фасции, покрывающей тело. В нем откладываются запасные питательные вещества в виде жира.

К производным кожного покрова относят молочные, потовые и сальные железы, когти, мякиши, волосы, носовое зеркальце собак.

В толще кожи расположены сальные железы. Их протоки открываются в устья волосяных фолликулов. Сальные железы выделяют сальный секрет, который, смазывая кожу и волосы, придает им мягкость и эластичность.

Также там находятся потовые железы. Их выводные протоки открываются на поверхность эпидермиса, через которые выделяется жидкий секрет — пот. Например, у собак потовых желез немного. Расположены они в основном в области мякишей на лапах и на языке. Собака потеет не всем телом, лишь учащенное дыхание через открытый рот и испарение жидкости из ротовой полости регулируют температуру ее тела.

Еще одним производным кожи являются молочные железы. У собак доли вымени множественные и расположены в два ряда на нижней части груди и брюшной стенке, по 4–6 пар холмов в каждом ряду. В каждом холме несколько долей железы, открывающихся сосковыми каналами на кончике соска. В каждом соске присутствует 6–20 сосковых каналов.

Тело животных покрыто волосами. Это веретенообразные нити из многослойного ороговевшего и ороговевающего эпителия. Часть волоса, возвышающегося над поверхностью кожи, называют стержнем, часть, находящуюся внутри кожи, — корнем. Корень переходит в луковицу, а внутри луковицы находится сосочек волоса.

Покровный волос самый длинный, толстый, упругий и жесткий, практически прямой или только слегка волнистый. Растет в большом количестве на шее и вдоль позвоночника, на бедрах и в меньшем — на боках. Большой процент этого типа волоса имеют обычно жесткошерстные собаки. У короткошерстных собак покровный волос отсутствует или располагается узкой полосой вдоль спины.

Остевой волос более тонкий и нежный. Он длиннее подшерстка, плотно прикрывает его, тем самым защищая от намокания и стирания. У длинношерстных собак он бывает в разной степени изогнутым, отчего различают прямую, изогнутую и курчавую шерсть.

Подшерсток — самый короткий и тонкий, очень теплый волос, облегающий все тело собаки и способствующий снижению теплоотдачи организма в холодное время года. Особенно хорошо он развит у собак, содержащихся на улице в холодное время года.

Вибрисса — это чувствительный волос. Такой тип волос расположен на коже в области губ, ноздрей, подбородка и век.

Окрас волоса определяется двумя пигментами: желтым (рыжим и коричневым) и черным. Наличие пигмента в чистом виде дает абсолютно одноцветный окрас. Если пигменты смешаны, то имеют место другие цвета.

Большинство животных линяет два раза в год: весной и осенью. Это явление называется физиологической линькой. Весенняя линька обычно более продолжительная и ярче выражена. Линька — это естественная защита животных от летней жары и замена старых волос на новые. На лето остается преимущественно острый волос, а подшерсток выпадает. На зиму, наоборот, отрастает густой и теплый подшерсток.

Помимо физиологической линьки, существует и патологическая. Это немотивированное выпадение волос, которое может быть связано с нарушением обмена веществ, с наличием кожных паразитов, неправильного питания, которое может приводить к облысению (полному выпадению волос).

Когти — это роговые наконечники, покрывающие последние, третьи, фаланги пальцев. Когти, например, под влиянием мышц могут втягиваться в желоб валика и выдвигаться из него. Такие движения хорошо выражены на пальцах грудных конечностей собак и

кошачьих. Когти участвуют в функции защиты и нападения, а также с их помощью животные могут удерживать пищу, рыть землю.

Мякиши — это опорные участки конечностей. Помимо опорной функции, они являются органами осязания. Подушку мякишей образует подкожный слой кожи.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

1. Каковы функции кожи?
2. Из каких слоев состоит кожа?
3. Что относится к производным кожного покрова?
4. Описать сальные железы.
5. Описать потовые железы.
6. Описать молочные железы.
7. Что такое волос, из чего он состоит?
8. Описать покровный волос.
9. Описать остевой волос.
10. Описать подшерсток.
11. Что такое вибрисса?
12. От чего зависит окрас волоса?
13. Что такое физиологическая линька, как часто она бывает?
14. Что такое патологическая линька?
15. Описать когти.
16. Что такое мякиши?

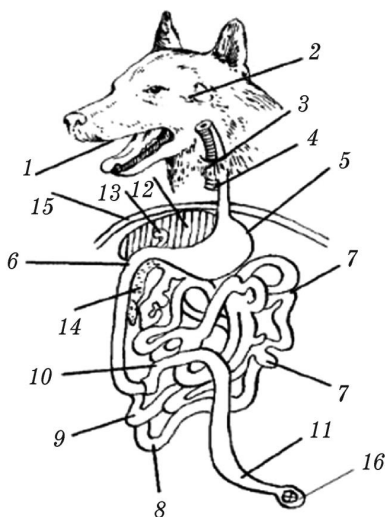
## Глава 1.4.

### СПЛАНХНОЛОГИЯ.

### ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

Пищеварительная система осуществляет обмен веществ между организмом и окружающей средой. Через органы пищеварения в организм поступают с пищей все необходимые вещества (белки, жиры, углеводы, минеральные соли, витамины и др.) и выбрасывается во внешнюю среду часть продуктов обмена и непереваримые остатки пищи.

Пищеварительный тракт представляет собой полую трубку, которая начинается в полости рта и заканчивается анальным отверстием. По всей своей длине он имеет специализированные отделы, которые предназначены для перемещения и усвоения проглоченной пищи.



**Рис. 14**

Схема органов пищеварения  
собаки:

- 1 — ротовая полость;
- 2 — слюнные железы;
- 3 — глотка; 4 — пищевод;
- 5 — желудок;
- 6 — двенадцатиперстная кишка; 7 — тощая кишка;
- 8 — подвздошная кишка;
- 9 — слепая кишка;
- 10 — ободочная кишка;
- 11 — прямая кишка;
- 12 — печень;
- 13 — желчный пузырь;
- 14 — поджелудочная железа;
- 15 — диафрагма;
- 16 — анус [3].



Глотание является сложным процессом, которым управляет несколько черепных нервов. Проблемы с глотанием встречаются редко и обычно объясняются нарушением иннервации, приводящим к дискоординации процесса глотания. При этом животное теряет в весе из-за недоедания, а вдыхание непроглоченной пищи может привести к аспирационной пневмонии.

Пищеварительный тракт животных с однокамерным желудком (собаки, однокопытные, свиньи) состоит из ротовой полости, глотки, пищевода, желудка, тонкого и толстого отделов кишечника, прямой кишки и анального отверстия (ануса). Пища проходит по пищеварительному тракту со средней скоростью 7,7 см/ч, что равняется 1,8 м в день. Непереваренные остатки в среднем выделяются через 1,5–4 дня.

Ротовая полость включает в себя верхние и нижние губы, щеки, язык, зубы, десны, твердое и мягкое нёбо, слюнные железы, миндалины, зев. За исключением коронок зубов, вся ее внутренняя поверхность покрыта слизистой оболочкой.

Губы и щеки предназначены для удержания пищи в полости рта и служат преддверием ротовой полости.

Язык — это мышечный подвижный орган, располагающийся на дне ротовой полости и имеющий несколько функций: дегустация пищи, участие в процессе глотания, формирование «ковша» при питье. Сверху он покрыт нитевидными отростками с вкусовыми сосочками.

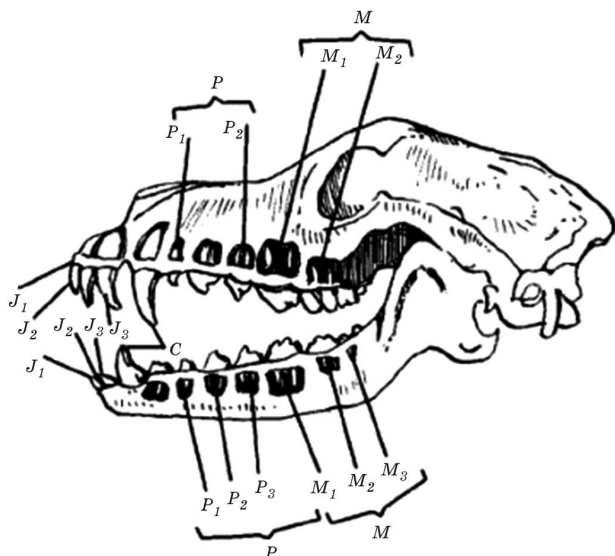
Зубы предназначены в большей степени для откусывания, отрывания кусков пищи, жевания, перетирания пищи, а также служат оружием защиты и нападения.

Зубы подразделяются на резцы, клыки, премоляры и моляры. Зубы делятся на молочные и постоянные. Молочную стадию проходят все зубы за исключением моляров, которые с самого начала являются постоянными.

|        |                           |
|--------|---------------------------|
| собака | $\frac{3.1.4.2}{3.1.4.3}$ |
|--------|---------------------------|

**Рис. 15**

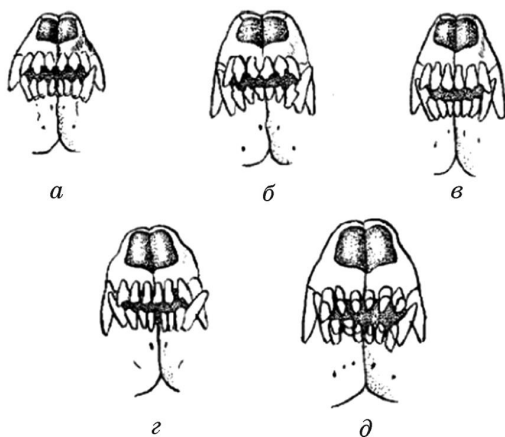
Зубная формула собаки. Количество зубов в знаменателе указано относительно правой половины верхней челюсти и считается от центра: 3 резца, 1 клык, 4 премоляра, 2 моляра. В знаменателе представлены те же данные касаясь нижней челюсти. Количество зубов в левой половине челюсти определяется методом отзеркаливания правой и аналогично ей. Отклонение в количестве зубов у взрослой собаки от данной формулы считается патологией и может быть следствием травмы



**Рис. 16**

Аркады зубов собаки:

*J* — резцы; *C* — клыки; *P* — премоляры; *M* — моляры [3].



**Рис. 17**

Возрастные изменения зубов собаки:

*а* — 6 мес.; *б* — 1,5–2 года; *в* — 3 года; *г* — 5 лет; *д* — 9–10 лет [3].

Десны представляют собой складки слизистой оболочки, покрывающие челюсти и укрепляющие положение зубов в костных ячееках.

*Твердое нёбо* является крышей ротовой полости и отделяет ее от носовой, *мягкое нёбо* — продолжение слизистой оболочки твердого нёба, оно располагается свободно на границе ротовой полости и глотки, разделяя их.

Прямо в полость рта открываются несколько парных слюнных желез. Главная роль слюны заключается в смазке и пережевывании пищевых комков. Недостаток слюны приводит к трудностям в глотании: пища может застрять в глотке или пищеводе. Миндалины являются органами лимфатической системы и выполняют в организме защитную функцию. Вход в глотку называется зевом.

Процесс глотания начинается во рту с формирования пищевого комка, который поднимается к твердому небу языком и продвигается к глотке.

Глотка — это воронкообразная полость, которая является сложной структурой. Она соединяет полость рта с пищеводом, а носовую полость — с легкими.

Пишeвод представляет собой мышечную трубку, через которую пища транспортируется из глотки в желудок.

Пишeвод собаки может возвращать пищу из желудка в ротовую полость (рвота).

Желудок — это прямое продолжение пищевода. Он расположен в передней части брюшной полости (больше в левом подреберье) и прилежит к диафрагме и печени. Желудок играет роль резервуара проглоченной пищи. В нем начинается процесс переваривания пищи. Содержимое желудка определенными порциями проходит в двенадцатиперстную кишку. Когда желудок пуст, слизистая оболочка собирается в складки под действием эластичных мышечных волокон. Складки расправляются при наполнении пищей. Клетки, находящиеся в стенке желудка, секретируют соляную кислоту и фермент пепсиноген.

Вид, запах и вкус пищи вместе с ее присутствием в желудке стимулирует выделение соляной кислоты и пепсиногена, которые начинают процесс переваривания пищи.

Тонкий кишечник начинается на уровне желудка и делится на три основные части:

- *двенадцатиперстную кишку* (первая и самая короткая часть тонкого кишечника, в которую выходят желчные протоки печени и протоки поджелудочной железы);

- *тощую кишку* (2–7 м);
- *подвздошную кишку*.

В тонком кишечнике нерастворимые органические соединения (белки, жиры и некоторые углеводы) переходят в форму, легко растворимую в воде, так как только в этом виде питательные вещества могут всасываться стенкой кишечника. Этот процесс наиболее интенсивно выражен здесь, так как именно здесь на слизистой располагаются ворсинки, в отличие от толстого кишечника.

Поджелудочная железа лентовидной формы лежит в правом подреберье и выделяет за сутки в двенадцатиперстную кишку несколько литров панкреатического секрета.

Печень с желчным пузырем расположены в правом и левом подреберьях, через них проходит и фильтруется кровь и вырабатывается желчь.

Толстый отдел кишечника состоит из:

- *слепой кишки*, которая лежит под поясничными позвонками и широко сообщается с ободочной;
- *ободочной кишки*, которая расположена в поясничной области и образует дугу;
- *прямой кишки*, которая лежит на уровне крестца.

В толстом кишечнике происходит окончательное расщепление питательных веществ.

Наиболее активная деятельность микрофлоры кишечника отмечается в ободочной кишке.

Благодаря сильным перистальтическим сокращениям оставшееся содержимое толстого кишечника через нисходящую ободочную кишку попадает в прямую, где и происходит накопление каловых масс. Выделение каловых масс в окружающую среду происходит через анальный канал (анус).

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Каковы функции пищеварительной системы?
2. Описать пищеварительный тракт.
3. Что такое глотание?
4. Из каких частей состоит пищеварительный тракт собаки?
5. Из каких частей состоит ротовая полость?
6. Функция губ и щек.
7. Строение и функции языка.
8. Строение и функции зубов.

9. Виды зубов, зубная формула собаки.
10. Описать десны и нёбо.
11. Описать слюнные железы.
12. Описать процесс глотания.
13. Строение и функции глотки.
14. Строение и функции пищевода.
15. Строение и функции желудка.
16. Строение и функции тонкого отдела кишечника.
17. Строение и функции поджелудочной железы.
18. Строение и функции печени.
19. Строение и функции толстого кишечника.
20. Описать зубную формулу собаки.

## Глава 1.5.

# ДЫХАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ. МОЧЕПОЛОВОЙ АППАРАТ

Дыхательный аппарат обеспечивает поступление в организм кислорода и выведение углекислого газа, то есть обмен газов между атмосферным воздухом и кровью. У домашних животных газообмен происходит в легких, которые находятся в грудной клетке. Поочередное сокращение мышц вдыхателей и выдыхателей приводит к расширению и сужению грудной клетки, а вместе с ней и легких. Это обеспечивает всасывание воздуха через воздухопроводящие пути в легкие и его обратное выталкивание. Сокращениями дыхательных мышц управляет нервная система.

Во время прохождения по воздухопроводящим путям вдыхаемый воздух увлажняется, согревается, очищается от пыли, а также обследуется на запахи с помощью органа обоняния. С выдыхаемым воздухом из организма удаляется часть воды (в виде пара), избыток тепла, некоторые газы. В воздухопроводящих путях (гортани) производятся звуки.

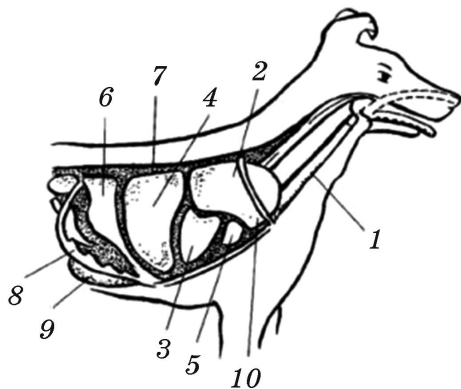
Органы дыхания представлены носом и носовой полостью, гортанью, трахеей и легкими.

*Носовая полость* сообщается с внешней средой через ноздри, с глоткой — через хоаны, с конъюнктивальным мешком — через слезно-носовый канал, а также с околоносовыми пазухами. На носу различают верхушку, спинку, боковые части и корень. На верхушке есть два отверстия — ноздри. С носовой полостью сообщаются околоносовые придаточные пазухи.

*Гортань* — это отдел дыхательной трубки, который расположен между глоткой и трахеей. Своеобразное строение гортани (в виде хрящевых колец) позволяет ей выполнять помимо проведения воздуха и другие функции. Она изолирует дыхательный путь при проглатывании пищи, является опорой для трахеи, глотки и начала пищевода, служит голосовым органом.

*Трахея* служит для проведения воздуха в легкие и обратно. Это трубка с постоянно зияющим просветом. Она простирается от гортани до основания сердца, где делится на два бронха, образующих основу корней легких. Это место, которое происходит на уровне 4-го ребра, называется бифуркацией трахеи.

*Легкие* — это главные органы дыхания, непосредственно в которых происходит газообмен между вдыхаемым воздухом и кровью через разделяющую их тонкую стенку. Воздухоносные пути легких — бронхи — многократно ветвятся до бронхиол (мелких бронхов) и оканчиваются многочисленными мелкими легочными пузырьками — альвеолами. Кровеносные сосуды ветвятся параллельно бронхам и густой капиллярной сетью оплетают альвеолы, где и осуществляется газообмен. Правое легкое несколько больше левого, так как влево смещено сердце, расположенное между легкими. Относительная масса легких — 1,7% по отношению к массе тела.



**Рис. 18**

Топография легких собаки, вид справа:

- 1 — трахея; 2–4 — краниальная и средняя доли легкого; 5 — сердце;  
6 — диафрагма; 7 — дорсальный край легкого; 8 — базальный край легкого;  
9 — желудок; 10 — вентральный край легкого [3].

Частота дыхательных движений зависит от нагрузки на организм, возраста и состояния здоровья животного, температуры и влажности окружающей среды.

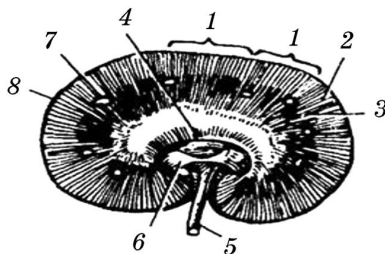
В норме число вдохов и выдохов (дыхания) у здоровых животных колеблется в значительных пределах: от 14 до 25–30 в минуту.

На процесс дыхания влияют также время дня и время года. Ночью в состоянии покоя собака дышит реже. Летом при жаркой погоде, а также в душных помещениях с повышенной влажностью дыхание учащается. Зимой дыхание у собак в состоянии покоя ровное и незаметное.

Мышечная работа резко учащает дыхание собаки. Определенное значение имеет и фактор возбудимости животного. Появление незнакомого человека, новая обстановка могут послужить причиной учащенного дыхания.

*Органы мочевыделения* предназначены для выведения из организма во внешнюю среду конечных продуктов обмена веществ в виде мочи и для контроля над водно-солевым балансом организма. Кроме того, в надпочечниках образуются гормоны, регулирующие кроветворение и кровяное давление.

К органам мочевыделения относятся парные почки и мочеточники, непарные мочевой пузырь и мочеиспускательный канал. В почках постоянно образуется моча, которая через мочеточник выводится в мочевой пузырь и по мере его наполнения выделяется наружу через мочеиспускательный канал. У самцов этот канал проводит также половые продукты и поэтому называется мочеполовым. У самок мочеиспускательный канал открывается в преддверие влагалища.



**Рис. 19**

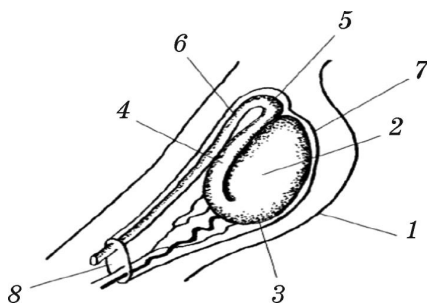
Почка собаки на разрезе:

- 1 — почечная доля; 2 — корковая зона; 3 — пограничная зона;  
4 — почечный сосочек; 5 — мочеточник; 6 — почечная лоханка;  
7 — дуговые артерии; 8 — фиброзная капсула.

*Система органов размножения* тесно связана со всеми системами организма, в частности с органами выделения. Основная ее функция — продолжение вида.

Половые органы самцов и самок отличаются.





**Рис. 20**

Половые органы кобеля:

- 1 — мошонка; 2 — семенник; 3 — головка; 4 — тело;  
5 — хвост придатка; 6 — семявыносящий проток;  
7 — влагалищная оболочка; 8 — семенной канатик [3].

**Половые органы самцов** представлены следующими органами.

1. *Семенник* — основной половой парный орган самцов, в котором происходит развитие и созреванием спермиев. С ним тесно связан его придаток, который является частью выводного протока.

2. *Мошонка* — вместилище семенника и его придатка, представляющее собой выпячивание брюшной стенки. Температура в мошонке ниже, чем в брюшной полости, что благоприятствует развитию спермиев.

3. *Семяпровод* (парный орган) представляет собой продолжение протока придатка в виде узкой трубки из трех оболочек. Служит для проведения спермы.

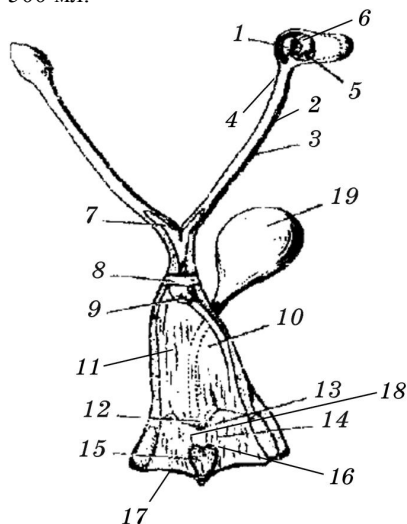
4. *Семенной канатик* представляет собой парную складку брюшины, в которой заключены сосуды, нервы, идущие к семеннику, и лимфатические сосуды, выходящие из семенника, а также семявыносящий проток.

5. *Уретра* служит для вывода наружу мочи и спермиев.

6. Секрет, вырабатываемый в *непарной предстательной железе*, обеспечивает жизнедеятельность сперматозоидов в семенной жидкости (разжижение спермы, увеличение ее объема).

7. *Пенис* выполняет функцию введения спермы самца в половые органы суки, а также вывода из организма мочи. В краниальный участок полового члена заложена кость полового члена. Головка полового члена длинная, цилиндрической формы, каудальный конец — округлый, имеет луковичу из кавернозной ткани.

8. При незрежившем (не возбужденном) состоянии полового члена *препуций* полностью прикрывает его головку, предохраняя ее от повреждений. Количество спермы, выделяемой самцами, колеблется в районе 5–500 мл.



**Рис. 21**

Половые органы суки:

- 1 — яичник; 2 — широкая маточная связка; 3 — рог матки; 3' — рог матки вскрытый; 4 — яйцевод; 5 — бахромка; 6 — карункулы; 7 — тело матки; 8 — шейка матки; 9 — наружные маточные отверстия; 10 — влагалище; 11 — влагалищный ствол; 12 — влагалищно-преддверная складка; 13 — отверстие уретры; 14 — мочеполовой синус; 15 — препуциальная ямка клитора; 16 — устья вестибулярных желез; 17 — срамная губа; 18 — большая вестибулярная железа; 19 — мочевого пузыря [3].

**Половые органы самок** представлены следующими органами.

1. *Яичник* — парный орган овальной формы, в котором развиваются женские половые клетки — яйцеклетки, а также образуются женские половые гормоны.

2. *Маточная труба* (или *яйцевод*) — парный орган, представляет собой узкую, сильно извитую трубку, соединенную с рогом матки. В ее функцию входят транспортировка яйцеклетки и сперматозоидов, создание благоприятной среды для оплодотворения, развития оплодотворенной яйцеклетки и ее продвижения в матку.

3. *Матка* — полый перепончатый орган, в котором развивается плод.

4. *Влагалище* — трубчатый орган, служащий органом совокупления и расположенный между шейкой матки и мочеполовым отверстием.

5. *Преддверие влагалища* — общий участок мочевых и половых путей, продолжение влагалища позади наружного отверстия уретры.

6. *Наружные половые органы* представлены вульвой и включают срамные губы, расположенные между срамной щелью и клитором.

- *Вульва* находится ниже ануса и отделена от него короткой промежностью.

- *Срамные губы* окружают вход в преддверие влагалища. Это складки кожи, переходящие в слизистую оболочку преддверия.

- *Клитор* представляет собой аналог полового члена самцов и построен из кавернозных тел, но развит слабее.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Функции дыхательного аппарата.
2. Строение дыхательного аппарата.
3. Строение и функции носовой полости.
4. Строение и функции гортани.
5. Строение и функции трахеи.
6. Строение и функции легких.
7. От чего зависит частота дыхания?
8. Функции органов мочевого выделения.
9. Что относится к органам мочевого выделения?
10. Функции органов размножения.
11. Строение и функции половых органов самцов.
12. Строение и функции половых органов самок.

## **Глава 1.6.**

# **ЦЕНТРАЛЬНАЯ, ПЕРИФЕРИЧЕСКАЯ, ВЕГЕТАТИВНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА. АНАТОМИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

Нервная система — это совокупность структур в организме животных, объединяющая деятельность всех органов и систем и обеспечивающая функционирование организма как единого целого в его постоянном взаимодействии с внешней средой.

Структурной и функциональной единицей нервной системы является нервная клетка — *нейрон*. Последние одевают нервные клетки и обеспечивают в них опорно-трофическую и барьерную функции.

Нервные клетки имеют несколько отростков — чувствительных, древовидно ветвящихся дендритов, которые проводят к телу чувствительного нейрона возбуждение, возникающее на их чувствительном нервном окончании, расположенном в органах, и одного двигательного аксона, по которому нервный импульс передается от нейрона к рабочему органу или другому нейрону. Нейроны вступают друг с другом в контакт с помощью окончаний отростков, образуя рефлекторные цепи, по которым передаются нервные импульсы.

Отростки нервных клеток формируют нервные волокна. Эти волокна в головном и спинном мозге составляют основную массу белого вещества. Из отростков нервных клеток формируются пучки, из одетых общей оболочкой групп которых формируются нервы в виде шнуrowидных образований. Нервы имеют разную длину и толщину.

Нервные волокна делят на чувствительные — *афферентные*, передающие нервный импульс от рецептора в центральный отдел нервной системы, и *эффекторные*, проводящие импульс от центрального отдела нервной системы к иннервируемому органу: *миелиновые* (иннервируют мускулатуру тела и внутренних органов), *безмиелиновые* (иннервируют мышцы сосудов и желез внутренних органов).

Существуют нервные ганглии — группы нервных клеток центрального отдела нервной системы, выделенных на периферию. Ганглии могут ускорять или снижать скорость проведения нервных им-

пульсов в аффлекторных (чувствительных) ганглиях или тормозящего в эффлекторных узлах внутренних органов. Нервный ганглий — это участок, где с одного волокна импульс может быть распространен на большое количество нервных клеток.

Нервные сплетения — сложные сплетения нервных волокон, в которых происходит обмен между нервами, пучками или волокнами. Нервные сплетения подразделяются на внутренние — часть ЦНС, которые могут объединяться с периферическими нервами, а центральные располагаются только на периферии.

Анатомически нервную систему делят на:

- центральную, включающую головной и спинной мозг со спинномозговыми ганглиями;
- периферическую, состоящую из черепно-мозговых и спинномозговых нервов, соединяющих центральную нервную систему с рецепторами и нервами различных органов. Сюда входят нервы скелетных мышц и кожи — соматическая часть нервной системы, и сосудов — парасимпатическая.

Головной мозг — это часть центрального отдела нервной системы, расположенная в полости черепа. Имеются два полушария, разделенные бороздой и имеющие извилины. Правое и левое полушария покрыты серым веществом толщиной 1–5 мм или корой.

В головном мозге выделяют следующие отделы:

- большой мозг;
- конечный мозг (обонятельный мозг и плащ);
- промежуточный мозг (зрительные бугры (таламус), надбугорье (эпиталамус), подбугорье (гипоталамус), околобугорье (метаталамус);
- средний мозг (ножки большого мозга и четверохолмие);
- ромбовидный мозг;
- задний мозг (мозжечок и мост);
- продолговатый мозг.

*Таблица 1*

**Функции отделов головного мозга**

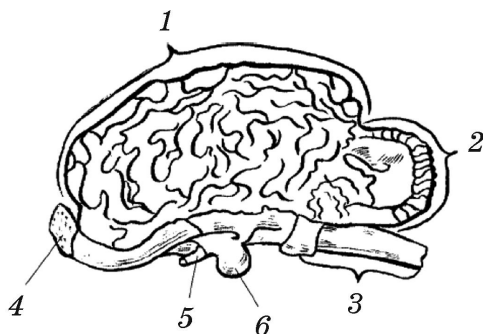
| Отделы головного мозга | Функции отделов головного мозга   |
|------------------------|---|
| 1                      | 2   |
| <b>I. Задний мозг</b>  |   |
| I. Продолговатый мозг  | Выполняет рефлекторную и проводниковую функции: регулирует пищеварение, дыхание, сердечно-сосудистую деятельность, жевание, глотание, а также такие защитные рефлексы, как кашель, чихание, рвота |

| 1  | 2   |
|--|---|
| 2. Мост  | Через мост проходят нервные пути, связывающие передний и средний мозг с продолговатым и спинным мозгом. От моста отходят лицевые и слуховые нервы   |
| 3. Мозжечок  | Регулирует координацию движения и равновесие тела   |
| <b>II. Средний мозг</b>  |   |
| Поддерживает тонус мышц организма, ориентирует рефлексы на звуковые и зрительные раздражения |   |
| <b>III. Передний мозг</b>  |   |
| 1. Промежуточный мозг  | Управляет сложными двигательными рефлексами (бег, прыжки), обменом веществ, поддерживает постоянную температуру тела, регулирует потребность организма в пище и воде, согласует работу различных внутренних органов   |
| 2. Большие полушария   | Кора больших полушарий является высшим отделом ЦНС и отвечает за речь, мышление, память, поведение, поступление в нос и восприятие информации. В ней расположены вкусовая и обонятельная зоны, а также чувствительные центры, отвечающие за трудовую деятельность |
| а) лобная доля   | От развития лобной доли зависит уровень психического состояния собаки   |
| б) затылочная доля   | В затылочной доле расположен зрительный центр, отвечающий за восприятие и преобразование зрительных импульсов   |
| в) две височные доли   | В височных долях расположены слуховые зоны  |
| г) две теменные доли   | В теменных долях расположены двигательные, кожно-мышечные (осязательные) и чувствительные центры, которые воспринимают импульсы от кожи, суставов костей скелета и мышц   |

Головной мозг покрыт тремя оболочками: твердой, паутинной и мягкой. Между твердой и паутинной оболочками находится субдуральное пространство, заполненное спинномозговой жидкостью (ее отток возможен в венозную систему и в органы лимфообращения), а между паутинной и мягкой — подпаутинное пространство.

*Головной мозг* — высший отдел нервной системы, контролирующей деятельность всего организма, объединяет и координирует

функции всех внутренних органов и систем. Здесь происходит синтез и анализ информации, поступающей от органов чувств, внутренних органов, мышц. Почти все отделы головного мозга принимают участие в регуляции вегетативных функций (обмене веществ, кровообращении, дыхании, пищеварении). При патологии (травма, опухоль, воспаление) происходит нарушение функций головного мозга.



**Рис. 22**

Головной мозг:

- 1 — большие полушария; 2 — мозжечок;  
3 — продолговатый мозг; 4 — обонятельные луковицы;  
5 — зрительный нерв; 6 — гипофиз [3].

*Спинной мозг* — часть центрального отдела нервной системы, представляет собой тяж мозговых тканей с остатками мозговой полости. Расположен в позвоночном канале и начинается от продолговатого отдела головного мозга и заканчивается в области 7-го поясничного позвонка. Спинной мозг покрыт тремя оболочками: твердой, паутинной и мягкой, между которыми есть щели, заполненные спинномозговой жидкостью. У собак длина спинного мозга зависит от породы.

Периферический отдел нервной системы — топографически выделенная часть единой нервной системы, которая находится вне головного и спинного мозга.

В периферической нервной системе принято выделять:

- 1) *соматическую часть* (связывающую центры со скелетной мускулатурой);
- 2) *симпатическую связь* (связанную с гладкой мускулатурой сосудов тела и внутренних органов);

3) *парасимпатическую* (связанную с гладкими мышцами и железами внутренних органов) и *трофическую* (иннервирующую соединительную ткань) *связи*.

Особенностью двух последних частей является антагонистический характер в обеспечении ими внутренних органов, т. е. там, где симпатическая нервная система действует возбуждающе, парасимпатическая — угнетающе. Так, например, сердце иннервируется симпатическим и блуждающим нервами. Блуждающий нерв, отходящий от парасимпатического центра, замедляет ритм сердца, уменьшает величину сокращения, понижает возбудимость сердечной мышцы и уменьшает скорость проведения волны раздражения по сердечной мышце. Симпатический нерв действует в противоположном направлении.

Центральная нервная система и кора больших полушарий регулируют всю высшую нервную деятельность через рефлексы. Существуют генетически закрепленные реакции центральной нервной системы на внешние и внутренние раздражители — пищевые, половые, оборонительные, ориентировочные, появление слюны при виде пищи. Эти реакции называются врожденными или безусловными рефлексами. Они обеспечиваются головным мозгом, стволом спинного мозга, вегетативной нервной системой.

Условные рефлексы — это приобретенные индивидуальные приспособительные реакции животных, возникающие на основе образования временной связи между раздражителем (например, чувством голода) и безусловно-рефлекторным актом (например, выделением слюны и желудочного сока на вид и запах корма). Пример таких рефлексов — осуществление естественных потребностей на прогулке. Центром формирования данного вида рефлекса также является кора больших полушарий головного мозга.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

1. Определение нервной системы.
2. Что такое нейрон, его функции.
3. Разновидности отростков нервных клеток.
4. Что такое нервные волокна.
5. Разновидности нервных волокон.
6. Что такое нервные ганглии.
7. Что такое нервные сплетения?
8. На какие части делится нервная система?



9. Что такое головной мозг?
10. Из каких отделов состоит головной мозг?
11. Назовите оболочки головного мозга.
12. Функции головного мозга.
13. Строение и функции спинного мозга.
14. Что такое периферическая нервная система?
15. Какие части выделяют в периферической нервной системе?
16. В чем особенность взаимодействия симпатической и парасимпатической нервных систем?
17. Что такое безусловные рефлексы?
18. Что такое условные рефлексы?

## Глава 1.7.

# АНАТОМИЯ СОСУДИСТОЙ И КРОВЕНОСНОЙ СИСТЕМ

В состав кровеносной системы входят *сердце* (центральный орган, способствующий продвижению крови по сосудам) и кровеносные сосуды: *артерии* (распределяющие кровь от сердца к органам), *вены* (возвращающие кровь к сердцу) и *капилляры* (через стенки которых в органе осуществляется обмен веществ между кровью и тканями).

Сосуды, которые собирают кровь от разных частей органа, по ходу сообщаются между собой посредством анастомозов, существующих между сосудами одного типа (например, артериями) и/или между различными типами сосудов (например, артерии и вены, лимфатические сосуды и вены). За их счет формируются сети (особенно между капиллярами), коллекторы, коллатерали — боковые сосуды, или обходные пути кровотока, сопровождают ход основного сосуда.

Сердце — центральный орган сердечно-сосудистой системы, продвигающий, наподобие мотора, кровь по сосудам. Это мощный полый мышечный орган округлой формы, расположенный в средостении грудной полости, в области 3–6-х ребер, впереди диафрагмы, в собственной серозной полости. В сердце различают основание и верхушку.

Сердце млекопитающих четырехкамерное, изнутри полностью разделено межпредсердной и межжелудочковой перегородками на две половины — правую и левую, каждая из которых состоит из двух камер — предсердия и желудочка. Предсердия и желудочки сообщаются между собой посредством предсердно-желудочковых отверстий.

У эмбриона (плода) существует отверстие, через которое сообщаются предсердия, а также есть артериальный (боталлов) проток, при помощи чего смешивается кровь из легочного ствола и аорты. К моменту рождения эти отверстия зарастают.

Предсердия расположены в основании сердца. Это тонкостенные камеры, воспринимающие кровь из полых вен, которые впадают в правое предсердие, и из легочных вен, несущих кровь в левое предсердие.

Желудочки составляют большую часть сердца. Из этих камер кровь отгоняется в аорту (из левого желудочка) и легочный ствол (из правого).

*Основная функция сердца* — обеспечение непрерывного тока крови в сосудах кругов кровообращения. При этом кровь в сердце продвигается только в одном направлении — из предсердий в желудочки, а из них — в крупные артериальные сосуды. Это обеспечивают специальные клапаны и ритмические сокращения мышц сердца — сначала предсердий, а потом желудочков, затем наступает пауза и все повторяется сначала. Сокращение предсердий, потом желудочков носит название систола, а общее расслабление предсердий и желудочков — диастола. Это называется сердечный цикл.

Клапанный аппарат сердца состоит из атриовентрикулярных и полулунных клапанов. Первые находятся в области предсердно-желудочковых отверстий. Они образованы складками эндокарда, сухожилиями и мышцами. Так, правое предсердно-желудочковое отверстие закрывает трехстворчатый клапан, а левое — двухстворчатый, или митральный, клапан. При сокращении (систоле) предсердий за счет давления крови створки приподнимаются. Сухожилия и мышцы при этом препятствуют выворачиванию их в полость предсердий. Таким образом, обеспечивается ток крови только в одном направлении. Полулунные или кармашковые клапаны находятся в основании двух крупных артериальных сосудов, выходящих из желудочков — аорты и легочного ствола. Их функция в том, что после диастолы (расслабления) желудочков кровь из артериальных сосудов под большим давлением устремляется назад к сердцу, а клапаны, соприкасаясь своими краями, закрывают вход в желудочки.

Стенка сердца состоит из трех оболочек (слоев):

- 1) *эндокарда*, внутренней оболочки сердца;
- 2) *миокарда*, сердечной мышцы (отличается от скелетной мышечной ткани наличием между отдельными волокнами вставочных перекладин);
- 3) *эпикарда*, наружной серозной оболочки сердца.

Сердце заключено в околосердечную сумку (*перикард*), которая изолирует его от плевральных полостей, фиксирует орган в определенном положении и создает оптимальные условия для функционирования. Стенки левого желудочка в 2–3 раза толще правого.

Величина сердца зависит от возраста животного, его пола, упитанности и интенсивности мышечной работы. У плода относительная масса сердца к массе тела больше, чем у новорожденного. Это связано с большей функциональной нагрузкой органа в связи с прохождением крови через капилляры (тела и плаценты) дважды. Масса сердца у самцов больше, чем у самок. При усиленной физической нагрузке масса сердца возрастает.

Частота сердечных сокращений во многом зависит как от состояния животного, так и от его возраста, выполняемой работы и температуры окружающей среды.

Под влиянием сокращений сердца происходит последовательное сокращение и расслабление стенок сосудов. Этот процесс называют пульсацией крови, или пульсом. Количество пульсовых ударов в минуту соответствует числу сердечных сокращений. Кровь по артериальным сосудам движется со средней скоростью 0,5 м/с, а пульсовая волна распространяется в среднем со скоростью 9 м/с. Пульс определяют по бедренной или плечевой артерии.

Число ударов пульса в 1 мин у собак колеблется в пределах 30–120. У молодых животных более частый пульс, чем у взрослых. При духоте, жаре, мышечной нагрузке, эмоциональных нарушениях пульс учащается. При заболеваниях, сопровождающихся повышением температуры тела, дыхание и пульс также учащаются.

По своим функциям и строению кровеносные сосуды разделяются на проводящие и питающие сосуды. К проводящим относятся артерии (проводят кровь от сердца) и вены (подводят кровь к сердцу), к питающим, или трофическим, — капилляры (микроскопические сосуды, расположенные в тканях органов).

Основная функция сосудистого русла двоякая — проведение крови (по артериям и венам), а также обеспечение обмена веществ между кровью и тканями (звенья микроциркулярного русла) и перераспределение крови. Войдя в орган, артерии многократно ветвятся в артериолы, прекапилляры, переходящие в капилляры, далее в посткапилляры и венулы. Венулы, являющиеся последним звеном микроциркулярного русла, сливаясь между собой и укрупняясь, образуют вены, выносящие кровь из органа.

*Артерии* в зависимости от калибра подразделяются на крупные, средние и мелкие. Они располагаются глубже в теле животного, под венами. Кровь в них алая, яркая, так как насыщена кислородом.

*Вены* — сосуды, приносящие кровь и лимфу в сердце. Кровь в них темная, поскольку насыщена продуктами обмена из органов. Вены располагаются ближе к поверхности тела.

*Капилляры* — мельчайшие сосуды, расположенные между артериолами и венами. У собаки на 1 мм<sup>2</sup> насчитывается до 2650 капилляров. В состоянии покоя органов функционирует около 10% от общего числа этого вида сосудов.

Кровообращение происходит по замкнутой системе, состоящей из большого и малого кругов.

Большой, или системный, круг кровообращения начинается из левого желудочка сердца. Кровь под большим давлением (до 120 мм рт. ст.) выталкивается из него в аорту (самую крупную артерию), по которой продвигается в среднем со скоростью 25 м/с. От аорты отходят артерии, которые, поступая в орган, распадаются на бесчисленное множество капилляров, формирующих микроциркулярное русло органа, где происходит обмен веществ. Капилляры тела формируют вены, которые по мере слияния мелких сосудов образуют две полые вены. По ним кровь возвращается в сердце (в правое предсердие).

Малый круг начинается из правого желудочка, откуда кровь выносится в легочный ствол. По этому стволу, разделяющемуся на правую и левую легочные артерии, кровь направляется в микроциркуляторное русло легких. Здесь она освобождается от углекислоты и по легочным венам вновь возвращается в левое предсердие сердца, где заканчивается малый круг кровообращения. Из левого предсердия кровь поступает в левый желудочек, а из него — в большой круг.

Кровь — это жидкая ткань, циркулирующая в кровеносной системе. Это разновидность соединительной ткани, составляющая вместе с лимфой и тканевой жидкостью внутреннюю среду организма. Она осуществляет перенос кислорода от легочных альвеол к тканям (за счет дыхательного пигмента гемоглобина, содержащегося в эритроцитах) и углекислого газа — от тканей к органам дыхания (это выполняют соли, растворенные в плазме). Кровь переносит также питательные вещества (глюкозу, аминокислоты, жирные кислоты, соли и др.) к тканям, а конечные продукты обмена (мочевину, мочевую кислоту, аммиак, креатин) — от тканей к органам выделения, а также транспортирует биологически активные вещества (гормоны, медиаторы, электролиты, продукты обмена — метаболиты). Питательные вещества из крови переходят к клеткам через тканевую жидкость, заполняющую межклеточное пространство. Кровь участвует в регуляции водно-солевого обмена и кислотно-щелочного равновесия в организме, в поддержании постоянной температуры тела, а также предохраняет организм от воздействия бактерий, вирусов, токсинов,

чужеродных белков. Ее количество составляет в организме 5,6–13,0% массы тела.

Кровь состоит из двух важных компонентов — форменных элементов и плазмы. На долю форменных элементов приходится примерно 30–40%, на долю плазмы — 60–70% объема всей крови.

К форменным элементам относятся эритроциты, лейкоциты и тромбоциты.

Эритроциты, или красные кровяные тельца, образуются в красном костном мозге и разрушаются в селезенке. 90% сухого вещества эритроцитов составляет гемоглобин. Основная их функция — это перенос кислорода из легких к органам и тканям. Они обуславливают иммунологические особенности крови, обусловленные сочетанием антигенов эритроцитов, т. е. группу крови.

Лейкоциты, или белые кровяные тельца, образуются в красном костном мозге, лимфатических узлах, селезенке и вилочковой железе (только у молодых особей). В зависимости от строения они делятся на зернистые (эозинофилы, базофилы и нейтрофилы) и незернистые. Процентное соотношение отдельных форм лейкоцитов составляет лейкоцитарную форму крови. Все типы лейкоцитов участвуют в защитных реакциях организма.

Тромбоциты, или кровяные пластинки, образуются в красном костном мозге. При разрушении выделяют тромбопластин — один из важнейших элементов свертывания крови, поэтому тромбоциты принимают участие в процессе свертывания крови.

Плазма крови — это жидкая ее часть, состоящая из воды (91–92%) и растворенных в ней органических и минеральных веществ, а также форменных элементов крови. Соотношение объемов в процентах форменных элементов и плазмы крови называется гематокритным числом.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

1. Из каких основных частей состоит кровеносная система?
2. Как сообщаются между собой сосуды?
3. Расположение сердца.
4. Строение сердца.
5. Функция сердца.
6. Строение и функции клапанного аппарата сердца.
7. Строение стенки сердца.
8. От чего зависит размер сердца?

9. От чего зависит частота сердечных сокращений?
10. Что такое пульс?
11. От чего зависит частота пульса?
12. Какие виды кровеносных сосудов вы знаете?
13. Функция кровеносных сосудов.
14. Описать артерии.
15. Описать капилляры.
16. Описать вены.
17. Строение и функции большого круга кровообращения.
18. Строение и функции малого круга кровообращения.
19. Что такое кровь?
20. Функции крови.
21. Состав крови.
22. Перечислить форменные элементы крови.
23. Описать эритроциты.
24. Описать лейкоциты.
25. Описать тромбоциты.
26. Что вы знаете о плазме крови?

## **Глава 1.8.**

### **ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА. ОРГАНЫ ГЕМО- И ЛИМФОПОЭЗА**

Лимфатическая система — это специализированная часть сердечно-сосудистой системы. В ее состав входят лимфа, лимфатические сосуды и лимфатические узлы. Лимфа выполняет две основные функции: дренажную и защитную.

Лимфа — это прозрачная желтоватая жидкость. Образуется в результате выхода через стенки капилляров в окружающие ткани части плазмы крови из кровеносного русла. Из тканей она поступает в лимфатические сосуды. Вместе с лимфой, отекающей от тканей, удаляются продукты обмена веществ, остатки отмирающих клеток, микроорганизмы. В лимфоузлах в лимфу попадают лимфоциты из крови. Она течет, как и венозная кровь, центростремительно по направлению к сердцу, изливаясь в крупные вены.

Лимфатические сосуды разделяются на:

- лимфатические капилляры, по строению похожие на кровеносные капилляры, но отличающиеся более широким просветом. Они повсюду сопровождают кровеносные капилляры;
- лимфатические посткапилляры отличаются от капилляров наличием клапанов. Это более крупные капилляры;
- внутриорганные лимфатические сосуды, бывают поверхностными или подкожными и глубокими;
- внеорганные приносящие (афферентные) и выносящие (эфферентные) лимфатические сосуды лимфатических узлов;
- лимфатические стволы и лимфатические протоки (крупные лимфатические сосуды). В их стенках имеются артерии и вены.

Лимфатические узлы — это компактные органы бобовидной, округлой, веретенообразной и других форм, состоящие из ретикулярной ткани (вид соединительной ткани).

Многочисленные лимфоузлы, располагаясь на пути тока лимфы, являются важнейшими барьерно-фильтрационными органами, в ко-



торых задерживаются и подвергаются фагоцитозу (захвату и перевариванию) микроорганизмы, чужеродные частицы, разрушающиеся клетки. Эту роль осуществляют лимфоциты.

В связи с выполнением защитной функции лимфоузлы могут претерпевать значительные изменения. У животных насчитывают до 60 лимфатических узлов средней формы.

В зависимости от расположения они бывают поверхностные (например, подколенные), глубокие (подчелюстные) и внутренностные (бронхиальные, пейеровы бляшки, солитарные фолликулы).

Форменные элементы крови и лимфы недолговечны. Они образуются в специальных *кроветворных органах*.

К ним относятся:

- красный костный мозг (в нем образуются эритроциты, зернистые лейкоциты, тромбоциты), находящийся в трубчатых костях;
- селезенка (в ней образуются лимфоциты и зернистые лейкоциты, разрушаются отмирающие клетки крови, преимущественно эритроциты). Это непарный орган, который расположен в левом подреберье;
- лимфатические узлы (где образуются лимфоциты);
- тимус, или вилочковая железа (где формируются лимфоциты).

Имеет парную шейную часть, расположенную по бокам трахеи до гортани, и непарную грудную, расположенную в грудной полости впереди сердца.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Что такое лимфатическая система?
2. Из чего состоит лимфатическая система?
3. Функции лимфатической системы.
4. Что вы знаете о лимфе?
5. Какие виды лимфатических сосудов существуют?
6. Что такое лимфатические узлы?
7. Что такое лимфоциты?
8. Каковы виды лимфатических узлов?
9. Каковы функции кроветворных органов?
10. Перечислить органы кроветворения.

## Глава 1.9.

# СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ АНАЛИЗАТОРОВ

Различные сигналы, вызывающие возбуждение, идущее из внешней среды и внутренних органов животного, воспринимаются органами чувств и анализируются затем в коре головного мозга.

В организме животного имеются пять органов чувств. Каждый из них имеет отделы:

- периферический (воспринимающий) — рецептор;
- средний (проводящий) — проводник;
- анализирующий (в коре головного мозга) — мозговой центр.

Он состоит из *органа зрения* — *глаза*, в котором заключен зрительный рецептор, проводника — зрительного нерва и мозговых проводящих путей и подкорковых и корковых мозговых центров.

Глаз состоит из глазного яблока, соединенного посредством зрительного нерва с головным мозгом, и вспомогательных органов. Само глазное яблоко шаровидной формы и расположено в костной впадине — глазнице, или орбите, образованной костями черепа. Передний полюс выпуклый, а задний несколько уплощен. Глазное яблоко состоит из следующих оболочек:

1) наружная (фиброзная):

- белочная (склера);
- роговица;

2) средняя (сосудистая):

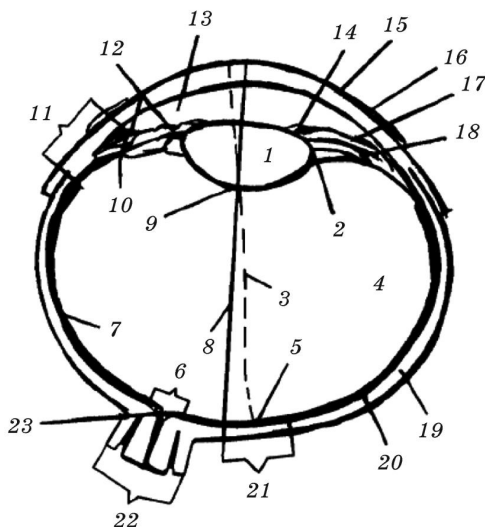
- радужная;
- ресничное тело;
- собственно сосудистая оболочка;

3) внутренняя, или сетчатка:

- задняя часть — зрительная;
- передняя часть — слепая.

Передняя часть глазного яблока до роговицы и внутренняя поверхность век покрыты слизистой оболочкой — конъюнктивой. Полость глазного яблока заполнена светопреломляющими средами: хрусталиком и содержимым передней, задней и стекловидной камер глаза.

Вспомогательные органы глаза — это веки, слезный аппарат, глазные мышцы, орбита, преорбита и фасции.



**Рис. 23**

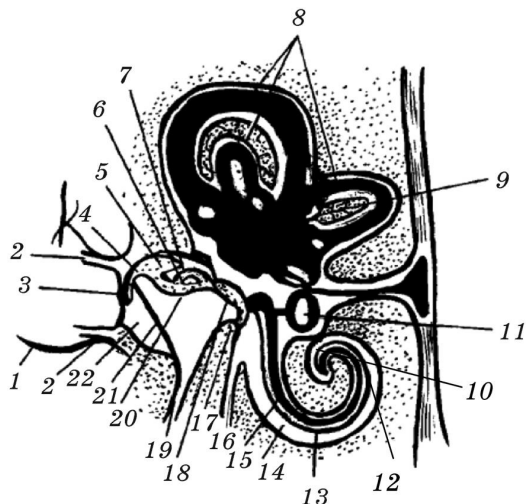
Горизонтальный разрез глаза:

- 1 — хрусталик; 2 — цинновы связки; 3 — зрительная ось; 4 — стекловидное тело; 5 — центральная ямка; 6 — сосок зрительного нерва; 7 — сетчатка; 8 — оптическая ось; 9 — захрусталиковое пространство; 10 — ресничные отростки; 11 — ресничное тело; 12 — задняя камера; 13 — передняя камера; 14 — радужная оболочка; 15 — роговица; 16 — конъюнктивa; 17 — слезный канал; 18 — ресничная мышца; 19 — склера; 20 — сосудистая оболочка; 21 — желтое пятно; 22 — зрительный нерв; 23 — решетчатая пластинка [3].

Слуховой, или *статоакустический*, анализатор состоит из рецептора — преддверно-улиткового органа, проводящих путей и мозговых центров. Преддверно-улитковый орган, или ухо, — сложный комплекс структур, обеспечивающий восприятие звуковых, вибрационных и гравитационных сигналов. Рецепторы, воспринимающие указанные сигналы, расположены в перепончатом преддверии и перепончатой улитке, что и обусловило название органа.

Ухо состоит из наружного, среднего и внутреннего уха.

*Наружное ухо* — это звукоулавливающий отдел органа, состоящий из ушной раковины, ее мышц и наружного слухового прохода.



**Рис. 24**

Органы равновесия и слуха:

- 1 — ушная раковина; 2 — наружный слуховой проход; 3 — барабанная перепонка; 4 — молоточек; 5 — наковальня; 6 — стремениная мышца; 7 — стремечко; 8 — полукружные каналы; 9 — равновесное пятно; 10 — эндолимфатический проток и мешочек в водопроводе преддверия; 11 — круглый мешочек с равновесным пятном; 12 — свод улитки; 13 — кортиев орган; 14 — барабанная лестница; 15 — лестница преддверия; 16 — водопровод улитки; 17 — окно улитки; 18 — мыс; 19 — костная слуховая труба; 20 — чечевицеобразная косточка; 21 — напрягатель барабанной перепонки; 22 — барабанная полость [3].

*Ушная раковина* — это подвижная кожная складка воронкообразной формы с волосами, основа которой образована эластичным хрящом. У собак величина и форма раковины имеют значительные породные особенности. Мышцы ушной раковины многочисленны и хорошо развиты. Они осуществляют движения ушной раковины, обращая ее к источнику звука. Наружный слуховой проход служит для проведения звуковых колебаний к барабанной перепонке и представляет собой узкую трубку различной длины. Его основу составляет эластичный хрящ и трубка каменистой кости.

*Среднее ухо* — это звукопроводящий и звукопреобразующий орган преддверно-улиткового органа, представленный барабанной полостью с цепью слуховых косточек в ней.

*Внутреннее ухо* — это отдел преддверно-улиткового органа, в котором расположены рецепторы равновесия и слуха. Оно состоит из костного и перепончатого лабиринтов.

Животные хорошо определяют местонахождение источника звука. Например, анализатор слуха воспринимает звуковые волны частотой до 40 тыс. колебаний в секунду, слабые шорохи — на расстоянии 25 м.

*Обонятельный анализатор* представляет собой расположенную в глубине носовой полости, а именно в общем носовом ходу, в верхней ее части, область, выстланную обонятельным эпителием. Клетки обонятельного эпителия являются началом обонятельных нервов, по которым возбуждение передается в головной мозг. У некоторых животных (собак) обонятельных клеток насчитывается в среднем 125 млн.

*Обоняние* — это способность животных к восприятию определенного свойства (запаха) химических соединений в окружающей среде. Животные обладают высокой степенью обоняния. Например, щенки рождаются слепыми и глухими, но с прекрасным обонянием, которое в первые дни помогает им ориентироваться в окружающем мире, а охотничьи собаки ощущают запах дичи на расстоянии 1 км. Обоняние у собак развито в 11 500 раз сильнее, чем у человека.

Обоняние снижается при утомлении организма, при воспалительных и атрофических процессах в слизистой оболочке носа и щенности, а также его нарушение происходит при поражении центральных отделов нервной системы, куда приходят импульсы от обонятельных клеток. При продолжительном действии одних и тех же пахучих веществ на обонятельный орган наступает притупление обоняния, но если дать ему отдых, то чувствительность к этим пахучим веществам снова восстанавливается.

*Вкус* — это анализ качества различных веществ, поступающих в ротовую полость. Вкусовое ощущение возникает в результате воздействия растворов химических веществ на хеморецепторы вкусовых сосочков языка и слизистой оболочки ротовой полости. При этом возникает ощущение горького, кислого, соленого, сладкого или смешанного вкуса. Вкусовое чувство у новорожденных пробуждается раньше всех других ощущений.

*Осязание* — это способность животных к восприятию различных внешних воздействий. Оно осуществляется рецепторами кожи, опорно-двигательного аппарата (мышц, сухожилий, суставов и др.), слизистых оболочек (губ, языка и др.). Осязательное ощущение может быть многообразным, так как возникает в результате комплекс-

ного восприятия различных свойств раздражителя, действующего на кожу и подкожные ткани. Посредством осязания определяются форма, величина, температура, консистенция раздражителя, положение и перемещение тела в пространстве. В его основе лежит раздражение специальных структур — механорецепторов, терморецепторов, рецепторов боли и преобразование в центральной нервной системе поступающих сигналов в соответствующий вид чувствительности. Так, например, тактильное чувство обусловлено раздражением механорецепторов, расположенных в коже на некотором расстоянии друг от друга. Наиболее высокая чувствительность наблюдается у животных в области головы и области мякисей пальцев. Вибриссы воспринимают самые незначительные колебания воздуха. Боль сигнализирует о возникающей опасности и вызывает ответные оборонительные реакции, направленные на устранение резких раздражителей. Многие патологические процессы сопровождаются болевой реакцией, поэтому в ветеринарии разработаны способы блокирования болевых импульсов.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ**

1. Как воспринимаются возбуждения?
2. Из каких отделов состоят органы чувств?
3. Из каких частей состоит зрительный анализатор?
4. Как устроен глаз?
5. Что относят к вспомогательным органам глаза?
6. Из каких частей состоит статоакустический анализатор?
7. Как устроено ухо?
8. Что такое орган обоняния?
9. Что такое обоняние?
10. Из-за чего может снижаться обоняние?
11. Что такое орган вкуса?
12. Что такое осязание?
13. Как устроен процесс осязания?

## Глава 1.10.

### СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ЖЕЛЕЗ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ

К железам внутренней секреции относят органы, ткани, группы клеток, выделяющие в кровь через стенки капилляров гормоны — высокоактивные биологические регуляторы обмена веществ, функций и развития организма животного. В железах внутренней секреции отсутствуют выводные протоки.

В виде органов существуют следующие железы внутренней секреции: гипофиз, шишковидная железа (эпифиз), щитовидная железа, паращитовидные железы, поджелудочная железа, надпочечники, половые железы (у самцов — семенники, у самок — яичники).

*Гипофиз* лежит в основании клиновидной кости, выделяет ряд гормонов:

- тиреотропный, стимулирует развитие и функционирование щитовидной железы;
- адренотропный, усиливает рост клеток коры надпочечников и секрецию в них гормонов;
- фолликулостимулирующий, стимулирует созревание фолликулов в яичнике и секрецию женских половых органов, сперматогенез (образование спермиев) у самцов;
- соматотропный, стимулирует процессы роста тканей;
- пролактин, принимает участие в лактации;
- окситоцин, вызывает сокращение гладкой мускулатуры матки;
- вазопрессин — стимулирует всасывание воды в почках и повышение кровяного давления.

Нарушение функционирования гипофиза вызывает гигантизм (акромегалию) или карликовость (нанизм), расстройство половых способностей, истощение, выпадение волос, зубов.

*Эпифиз* (шишковидная железа) расположен в районе промежуточного мозга. Гормоны (мелатонин, серотонин и антигонадотропин)

участвуют в процессах регуляции половой активности животных, биологических ритмов и сна, реакциях на воздействие света.

*Щитовидная железа* перешейком разделена на правую и левую доли, расположенные позади трахеи в области шеи. Гормоны тироксин и трийодтиронин регулируют окислительные процессы в организме, влияют на все виды обмена веществ, на ферментативные процессы. В их состав входит йод. Тиреокальцитонин, противодействуя паратгормону, снижает содержание кальция в крови. Щитовидная железа также влияет на рост, развитие и дифференцировку тканей.

*Паращитовидные железы* расположены у стенки щитовидной железы. Выделяемый ими паратгормон регулирует содержание кальция в костях, усиливает всасывание кальция в кишечнике, выделение фосфатов в почках.

*Поджелудочная железа* выполняет двойную функцию. Как железа внутренней секреции она вырабатывает инсулин — гормон, регулирующий уровень сахара в крови. При заболевании поджелудочной железы наблюдают сахарный диабет, сопровождающийся повышением сахара в крови. Повышение уровня сахара в крови приводит к повышению его содержания в моче, так как организм старается снизить количество сахара.

*Надпочечники* — парные органы, лежащие в жировой капсуле почек, весом 0,6 г. Они синтезируют гормоны альдостерон, кортикостерон и кортизон, регулирующие кровяное давление, оказывающие влияние на обмен жиров и углеводов, на половое развитие и активность молочной железы. Адреналин резко сужает сосуды, усиливает работу сердца, учащает количество сокращений. По действию на углеводный обмен он противоположен инсулину. Норадреналин — антагонист адреналина.

К половым железам относятся семенники самцов и яичники самок.

*Семенники* продуцируют мужские половые клетки и гормон внутренней секреции — тестостерон. Этот гормон стимулирует развитие и проявление половых рефлексов, принимает участие в регуляции сперматогенеза, влияет на дифференцировку пола.

*Яичники* — женская половая железа, в которой образуются и созревают половые яйцеклетки, а также образуются половые гормоны. Эстрадиол и его метаболиты эстрон и эстриол стимулируют рост и развитие женских половых органов, участвуют в регуляции полового цикла, влияют на обмен веществ. Прогестерон — гормон желтого тела яичников, который обеспечивает нормальное развитие оплодотворенной яйцеклетки. В организме самок под воздействием тестостеро-



на, который в незначительных количествах вырабатывается в яичниках, происходят формирование фолликулов и регуляция полового цикла.

Гормоны, вырабатываемые железами внутренней секреции, обладают свойством оказывать резкие воздействия на обмен веществ и на целый ряд важных жизненных процессов в организме животных. При нарушении секреторной функции этой группы желез в организме животных возникают специфические заболевания — нарушение обмена веществ, отклонения в росте и половом развитии и ряд других.



**Рис. 25**

Топография желез внутренней секреции у собаки [3]

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Что такое железы внутренней секреции?
2. Что такое гипофиз?
3. Что такое эпифиз?
4. Что такое щитовидная железа?
5. Что такое паращитовидные железы?
6. Что такое поджелудочная железа?
7. Что такое надпочечники?
8. Что такое половые железы?
9. Какое действие оказывают гормоны на организм?



## **Раздел 2**

# **ФИЗИОЛОГИЯ СОБАК**

## **Глава 2.1.**

### **ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИОЛОГИЮ.**

### **ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ**

Физиология (от *греч.* phisis — природа и logos — учение, наука) — наука о функциях и процессах, протекающих в организме или составляющих его системах, органах, тканях, клетках, и механизмах их регуляции, обеспечивающих жизнедеятельность животного в их взаимодействии с окружающей средой.

Физиология изучает жизнедеятельность организма в норме.

Норма — это пределы оптимального функционирования живой системы, трактуется по-разному:

- а) как средняя величина, характеризующая какую-либо совокупность событий, явлений, процессов;
- б) как среднестатистическая величина;
- в) как общепризнанное правило, образец.

Физиологическая норма — это биологический оптимум жизнедеятельности; нормальный организм — это оптимально функционирующая система. Под оптимальным функционированием живой системы, понимают наиболее согласованное и эффективное сочетание всех ее процессов, лучшее из реально возможных состояний.

Задачей физиологии является не только установление факта, свидетельствующего о том, что происходит с той или иной функцией во время жизнедеятельности животного, но, главное, выяснение, с помощью каких механизмов реализуется функция, с какой целью обеспечивается данная функция в той или иной системе, органе, ткани или клетке. Речь идет, другими словами, об определении физиологического смысла функций или процессов и выяснении механизмов их регуляции. Уровни изучения физиологических процессов могут быть различными: организменный, системный, органный, тканевой, клеточный и субклеточный. В этих случаях соответственно изучаются функции целостного организма (например, поведение животного или человека), функции отдельных систем (пищеварения, выделения

и др.) органов (печень, почки и др.), тканей (соединительной, мышечной), клеток (лейкоциты, макрофаги и др.), а также ионные и молекулярные основы физиологических механизмов их функционирования.

Под функцией понимают специфическую деятельность системы или органа.

Процесс — последовательная смена явлений или состояний в развитии какого-либо действия или совокупность последовательных действий, направленных на достижение определенного результата.

Система — совокупность органов или тканей, связанных общей функцией.

Хотя физиология является единой и целостной наукой о функциях организмов животных и человека, ее подразделяют на несколько в значительной степени самостоятельных, но тесно связанных между собой областей.

Выделяют общую и частную физиологию, сравнительную и эволюционную, а также специальную (или прикладную) физиологию и физиологию человека.

Общая физиология исследует природу процессов, общих для организмов различных видов, а также закономерности реакций организма и его структур на воздействия внешней среды. В связи с этим изучаются такие процессы и свойства, как сократимость, возбудимость, раздражимость, торможение, энергетические и метаболические процессы, общие свойства биологических мембран, клеток и тканей.

Частная физиология изучает функции тканей (мышечной, нервной и др.), органов (мозга, сердца, почек и др.), систем (пищеварения, кровообращения, дыхания и др.).

Сравнительная физиология посвящена изучению сходства и различия каких-либо функций у разных представителей животного мира с целью выявления причин и общих закономерностей изменения функций или появления новых. Особое внимание при этом уделяется выяснению механизмов качественных и количественных изменений физиологических процессов, появившихся в течение видового и индивидуального развития живых существ.

Эволюционная физиология объединяет исследования общебиологических закономерностей и механизмов появления, развития и становления физиологических функций у человека и животных в онто- и филогенезе.

Специальная (прикладная) физиология изучает закономерности изменения функций организма в связи с его специфической деятельностью, практическими задачами или конкретными условиями оби-

тания. В практическом отношении существенное значение имеет физиология собаки.

Кровь, лимфа и тканевая жидкость образуют внутреннюю среду организма, омывающую все клетки и ткани организма. Постоянно циркулируя в кровеносных сосудах, кровь выполняет транспортную, дыхательную, выделительную, регуляторную и защитную функции, гомеостаз.

Транспортная функция заключается в том, что кровь переносит питательные вещества от пищеварительного тракта к тканям. Выделительная функция крови сводится к переносу продуктов обмена для организма веществ к органам выделения. Перенос кислорода от легких к тканям и углекислый газ от тканей к легким кровь выполняет дыхательную функцию. Большое значение имеет защитная функция крови. Клетки-лейкоциты обладают способностью поглощать и переваривать микробы. Это явление названо фагоцитозом. В жидкой части крови в ответ на поступление инородных веществ появляются антитела, которые могут обезвреживать ядовитые вещества (их называли антитоксины), вызывать склеивание микробов (агглютинины) или растворение микробов (лизины). Кроме того, факторы свертывания крови препятствуют кровотечению.

Кровь, находясь в постоянном движении, обеспечивает связь между органами. Эта связь осуществляется с помощью гормонов и других веществ.

Кровь способствует распределению тепла по организму.

Количество крови у животных разных видов различно. По кровеносным сосудам циркулирует примерно половина ее, другая половина находится в так называемых депо: в печени — до 20%, в селезенке — до 16%, в коже — до 10% всего объема, в некоторых случаях депо крови считаются легкие, почки, вены.

Кровь состоит из жидкой части — плазмы и взвешенных в ней форменных элементов.

Форменные элементы крови представлены эритроцитами, лейкоцитами и кровяными пластинками.

Эритроциты, или красные кровяные клетки, у млекопитающих животных округлой формы, безъядерные, у птиц — овальной формы с ядрами. Эритроциты обуславливают красный цвет крови, в них содержится около 37% плотных веществ, 90% из которых приходится на гемоглобин. Количество эритроцитов считается в миллионах, средний срок их жизни составляет 30–60 дней.

Свою основную функцию — перенос углекислого газа и кислорода — эритроциты выполняют с помощью гемоглобина.

Лейкоциты, или белые кровяные клетки, крупнее эритроцитов содержат ядро и способны к активному амёбовидному движению, количество их в 1 мл крови исчисляется в тысячах. Лейкоциты играют важную роль в защитных процессах в организме (табл. 2).

Таблица 2

**Лейкоциты животных**

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Агранулоциты              | Являются источником веществ, стимулирующих размножение клеток и фагоцитоз, играют важную роль в процессах воспаления, заживления ран, регенерации  |
| Лимфоциты                 | Участвуют в основном в реакциях иммунитета   |
| Моноциты                  | Фагоцитоз крупных инородных частиц (в том числе остатков погибших клеток)  |
| Гранулоциты               | Защищают организм от бактерий и токсинов   |
| Эозинофилы с зернистостью |  |
| Базофилы с зернистостью   |  |
| Нейтрофилы                | Способны к движению и фагоцитозу мелких инородных частиц (в том числе микробов); выделяя гидролитические ферменты, они могут растворять (лизировать) омертвевшие ткани, например при воспалении, регенерации |

Кровяные пластинки, или тромбоциты, у млекопитающих животных не имеют ядер. Это мелкие нестойкие тельца. При разрушении их освобождается тромбопластин, участвующий в свертывании крови. В 1 мл крови содержится 200–400 тыс. кровяных пластинок. Срок жизни — 5–9 сут.

Сыворотка крови, так же как и плазма, является жидкой частью крови. Сыворотка образуется после формирования сгустка крови и содержит белки, органические и неорганические вещества (табл. 3).

Таблица 3

**Содержание белковых фракций в сыворотке крови животных,  
% от общего количества белка**

| Вид животных         | Альбумины | Глобулины |           |           |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                      |           | α         | β         | γ         |
| Лошади               | 32,4      | 17,0      | 23,0      | 27,6      |
| Крупный рогатый скот | 44,0      | 14,0      | 18,0      | 24,0      |
| Овцы                 | 39,0–43,0 | 18,0–22,0 | 25,0–30,0 | 10,0–15,0 |
| Свиньи               | 39,0–49,0 | 15,0–24,0 | 10,0–18,0 | 15,0–30,0 |

Нормальные показатели анализа крови у собаки [3]

| Показатели                                  | Единица измерения     | Данные исследования | Среднее   |          |         |
|---|-----------------------|---------------------|-----------|----------|---------|
|   |                       |                     | собака    | кошка    | лошадь  |
| Гематокрит (Ht, PCV)                        | %                     | 30,1                | 37–55     | 26–48    | 32–52   |
| Гемоглобин (Hb)                             | г/л                   | 100                 | 120–180   | 80–150   | 100–160 |
| Эритроциты (RBC)                            | $10^{12}/л$           | 4,7                 | 5,6–8     | 5,3–10   | 6–11    |
| Цветовой показатель                         | —                     | 0,64                | 0,75–1,05 | 0,65–0,9 | —       |
| Среднее содержание Hb в эритроците (MCH)    | Пг                    | 21,3                | 21–27     | 14–19    | 13–18   |
| Средняя концентрация Hb в эритроците (MCHC) | %                     | 33                  | 33–38     | 31–36    | 31–37   |
| Средний объем эритроцита (MCV)              | мкм <sup>3</sup> (фл) | 64                  | 60–75     | 43–53    | 34–58   |
| Показатель анизоцитоза эритроцитов (RDW)    | %                     | 12,5                | 11,9–16   | 14–18    | 11–17   |
| Ретикулоциты                                | % от RBC              | 0,1                 | 0–1       | 0–1      | 0–1     |
| СОЭ (ESR)                                   | мм/ч                  | 44                  | 0–6       | 0–13     | 10–50   |
| Лейкоциты (WBC)                             | $10^9/л$              | 54,9                | 6–16      | 5,5–18,5 | 6–11    |
| Палочкоядерные нейтрофилы                   | %                     | 44                  | 0–3       | 0–3      | 0–5     |
| Сегментоядерные нейтрофилы                  | %                     | 35                  | 60–70     | 35–75    | 50–65   |
| Эозинофилы (EOS)                            | %                     | 2                   | 0–5       | 0–4      | 0–4     |
| Моноциты (MONO)                             | %                     | 10                  | 1–7       | 1–4      | 0–6     |
| Базофилы (BAS)                              | %                     | 0                   | Редко     | Редко    | Редко   |
| Лимфоциты (LYM)                             | %                     | 9                   | 12–30     | 20–55    | 16–43   |
| Тромбоциты (PLT)                            | $10^9/л$              | 602                 | 160–550   | 160–630  | 80–400  |

Кроветворение, или гемопоэз, представляет собой сложный процесс образования, развития и созревания клеток крови.

К кроветворным органам относятся красный костный мозг, селезенка, печень (только во внутриутробный период), лимфатические железы, ретикулоэндотелиальная система и легкие. В костном мозге



образуются эритроциты, зернистые лейкоциты и кровяные пластинки. Последние образуются также и в легких. В лимфатических узлах образуются лимфоциты, а в ретикулоэндотелиальной системе — моноциты.

Разрушаются эритроциты и лейкоциты в печени и селезенке.

Регуляция кроветворения осуществляется нервно-гуморальным путем, т. е. при участии как нервной системы, так и гуморальных факторов (биологически активные вещества, которые содержатся в крови, лимфе и тканевой жидкости). Со стороны нервной системы регуляция происходит за счет интерорецепторов, находящихся в кроветворных органах. Со стороны гуморальной участвуют гипоталамус и кора больших полушарий, а также почки, в которых образуются эритропоэтины.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ**

1. Что такое физиология?
2. Что изучает физиология?
3. Что такое физиологическая норма?
4. Что является задачей физиологии?
5. Что такое функция и процесс?
6. Какие виды физиологии различают?
7. Чем образована внутренняя среда организма?
8. В чем заключаются функции крови?
9. Из чего состоит кровь?
10. Что такое эритроциты?
11. Что такое лейкоциты?
12. Что такое тромбоциты?
13. Что такое гемопоэз?
14. Как осуществляется регуляция кроветворения?

## **Глава 2.2.**

### **ФИЗИОЛОГИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ.**

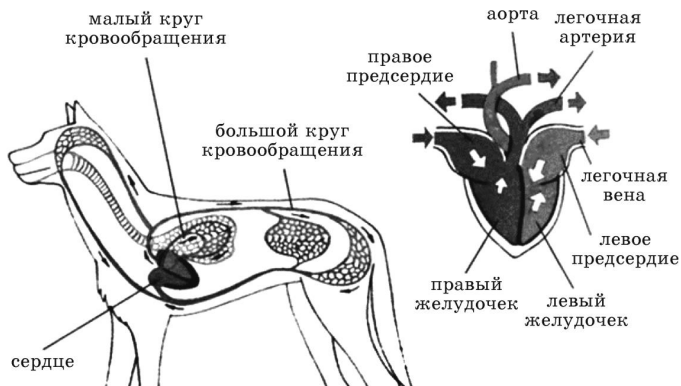
### **ФИЗИОЛОГИЯ СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ**

К системе кровообращения относятся сердце и сосуды — кровеносные и лимфатические. Основное значение системы кровообращения состоит в снабжении кровью органов и тканей.

Сердце представляет собой биологический насос, благодаря работе которого кровь движется по замкнутой системе сосудов. В организме собаки, как и всех млекопитающих, имеется два круга кровообращения.

Большой круг кровообращения начинается аортой, которая отходит от левого желудочка, и заканчивается сосудами, впадающими в правое предсердие. Аорта дает начало крупным, средним и мелким артериям. Артерии переходят в артериолы, которые заканчиваются капиллярами. Капилляры широкой сетью пронизывают все органы и ткани организма. В капиллярах кровь отдает тканям кислород и питательные вещества, а из них в кровь поступают продукты обмена веществ, в том числе и углекислый газ. Капилляры переходят в вены, кровь из которых попадает в мелкие, средние и крупные вены. Кровь от верхней части туловища поступает в верхнюю полую вену, от нижней — в нижнюю полую вену. Обе эти вены впадают в правое предсердие, где заканчивается большой круг кровообращения.

Малый круг кровообращения (легочный) начинается легочным стволом, который отходит от правого желудочка и несет в легкие венозную кровь. Легочный ствол разветвляется на две ветви, идущие к левому и правому легким. В легких легочные артерии делятся на более мелкие артерии, артериолы и капилляры. В капиллярах кровь отдает углекислый газ и обогащается кислородом. Легочные капилляры переходят в вены, которые затем образуют вены. По четырем легочным венам артериальная кровь поступает в левое предсердие.



**Рис. 26**

Большой и малый круги кровообращения [3]

**Значение клапанного аппарата.** Во время *диастолы предсердий* предсердно-желудочковые клапаны открыты, кровь, поступающая из соответствующих сосудов, заполняет не только их полости, но и желудочки. Во время *систола предсердий* желудочки полностью заполняются кровью. При этом исключается возврат крови в полые и легочные вены. Это связано с тем, что в первую очередь сокращается мускулатура предсердий, образующая устья вен. По мере наполнения полостей желудочков кровью створки предсердно-желудочковых клапанов плотно смыкаются и отделяют полость предсердий от желудочков. В результате сокращения сосочковых мышц желудочков в момент их систолы сухожильные нити створок предсердно-желудочковых клапанов натягиваются и не дают им вывернуться в сторону предсердий. К концу систолы желудочков давление в них становится больше давления в аорте и легочном стволе. Это способствует открытию полулунных клапанов аорты и легочного ствола, и кровь из желудочков поступает в соответствующие сосуды.

Таким образом, открытие и закрытие клапанов сердца связано с изменением величины давления в полостях сердца. Значение же клапанного аппарата состоит в том, что он обеспечивает движение крови в полостях сердца в одном направлении.

В деятельности сердца наблюдаются две фазы: систола (сокращение) и диастола (расслабление). Систола предсердий слабее и короче систолы желудочков. В сердце собаки она длится 0,1–0,16 с. Систола желудочков — 0,5–0,56 с. Данные различаются в зависимости от породы. Общая пауза (одновременная диастола предсердий

и желудочков) сердца длится 0,4 с. В течение этого периода сердце отдыхает. Весь сердечный цикл продолжается 0,8–0,86 с.

Систола предсердий обеспечивает поступление крови в желудочки. Затем предсердия переходят в фазу диастолы, которая продолжается в течение всей систолы желудочков. Во время диастолы предсердия заполняются кровью.

Ударный, или систолический, объем сердца — количество крови, выбрасываемое желудочком сердца в соответствующие сосуды при каждом сокращении.

Минутный объем — количество крови, выбрасываемое желудочком сердца за 1 мин. Минутный объем сердца — это произведение величины ударного объема на частоту сердечных сокращений в 1 мин. Минутный объем сердца может увеличиваться за счет увеличения ударного объема и частоты сердечных сокращений.

*Проводящая система сердца.* Система, проводящая возбуждение в сердце, состоит из атипичных мышечных волокон, обладающих автоматизмом, и включает:

- синусно-предсердный узел, расположенный в области впадения полых вен;
- предсердно-желудочковый узел, расположенный в правом предсердии, вблизи его границы с желудочками;
- предсердно-желудочковый пучок. Он, начинаясь от одноименного узла, проходит межпредсердную и межжелудочковую перегородки и делится на две ножки — правую и левую. Ножки опускаются под эндокардом по межжелудочковой перегородке к верхушке сердца, где ветвятся и в виде отдельных волокон — проводящих сердечных миоцитов (волокна Пуркинье) — распространяются под эндокардом по всему желудочку.

В сердце здорового животного возбуждение возникает в синусно-предсердном узле. Этот узел называют *водителем ритма*. По пучку атипических мышечных волокон оно распространяется к предсердно-желудочковому узлу, а от него по предсердно-желудочковому пучку — к миокарду желудочков.

В предсердно-желудочковом узле скорость проведения возбуждения заметно снижается, поэтому предсердия успевают сократиться прежде, чем начнется систола желудочков.

Таким образом, система, проводящая возбуждение, не только рождает импульсы возбуждения в сердце, но и регулирует последовательность сокращений предсердий и желудочков.

Ведущую роль синусно-предсердного узла в автоматизме сердца можно показать в опыте: при местном согревании области узла дея-

тельность сердца ускоряется, а при охлаждении замедляется. Согревание и охлаждение других частей сердца не влияет на частоту его сокращений. После разрушения синусно-предсердного узла деятельность сердца может продолжаться, но в более медленном ритме. Водителем ритма становится предсердно-желудочковый узел. Эти данные свидетельствуют о том, что автоматизм разных отделов системы, проводящей возбуждение, неодинаков.

**Закон Старлинга** — закон сердечного волокна. Формулируется так: чем больше растянуто мышечное волокно, тем сильнее оно сокращается. Следовательно, сила сердечных сокращений зависит от исходной длины мышечных волокон перед началом их сокращений.

*Рефлексы на сердце.* Выделены три категории кардиальных рефлексов:

1) собственные, вызываемые раздражением рецепторов сердечно-сосудистой системы, чаще всего магистральных артерий в результате изменения системного давления;

2) сопряженные, обусловленные активностью любых других рефлексогенных зон;

3) неспецифические, которые воспроизводятся в ответ на неспецифические влияния (в условиях физиологического эксперимента, а также в патологии).

**Рефлекс Бейбриджа (закон сердечного ритма).** Это висцеро-висцеральный рефлекс: увеличение частоты и силы сердечных сокращений при повышении давления в устьях полых вен. Проявление этого рефлекса связано с возбуждением механорецепторов, расположенных в правом предсердии в области впадения полых вен. Механорецепторы, представленные чувствительными нервными окончаниями блуждающих нервов, реагируют на повышение давления крови, возвращающейся к сердцу, например при мышечной работе. Импульсы от механорецепторов по блуждающим нервам идут в продолговатый мозг к центру блуждающих нервов, в результате этого снижается активность центра блуждающих нервов и усиливаются воздействия симпатических нервов на деятельность сердца, что и обуславливает учащение сердечных сокращений.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Что относят к системе кровообращения?
2. Описать большой круг кровообращения.
3. Описать малый круг кровообращения.

4. Дать определение сердцу.
5. Каково значение клапанов сердца?
6. Из каких фаз состоит сердечный цикл?
7. Что такое ударный объем сердца?
8. Что такое минутный объем сердца?
9. Сформулировать закон Старлинга.
10. Сформулировать закон сердечного ритма.

## Глава 2.3.

# ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ

Органы дыхания собак представлены верхними дыхательными путями и легкими. Верхние дыхательные пути включают ноздри, носовые ходы и полости, носоглотку, гортань, трахею и крупные бронхи. Вдыхаемый воздух, проходя по ним, подвергается терморегуляции и очищению от механических частиц (пыли). Слизистая оболочка, выстилающая верхние дыхательные пути, обладает бактерицидными свойствами. Поэтому в норме патогенные агенты не должны попадать в легкие.

Для собак особое значение имеет функция химического анализа вдыхаемого воздуха. Рецепторный аппарат органов обоняния располагается в носовых ходах. Собака, прежде чем сделать глубокий вдох, совершает частые неглубокие вдохи, при которых воздух продолжительно контактирует с рецепторным аппаратом, и животное получает богатую информацию о внешней среде. Особенно заметно подобное поведение проявляется у собак в незнакомой обстановке. Собака больше доверяет органам обоняния, чем человек. Во время прогулки собака обходит «свою» территорию, оценивает ее при помощи органов обоняния, не забывая при этом оставить пахучие метки.

*Механизм вдоха и выдоха.* Вдох и выдох происходят в результате изменения объема грудной полости: увеличение или уменьшение. Легкие состоят из альвеол и содержат незначительное количество мышечных волокон, поэтому не могут сокращаться. У птиц, млекопитающих и человека внешнее дыхание обеспечивается ритмической работой дыхательных мышц (главным образом диафрагмы и межреберных мышц), их работу координирует нервная система.

При *вдохе* одновременно сокращаются наружные косые межреберные мышцы и другие мышцы груди и плечевого пояса, что обеспечивает поднятие или отведение ребер, а также диафрагма, которая смещается в сторону брюшной полости. В результате объем грудной клетки увеличивается, понижается давление в плевральной полости и

в легких и, как следствие, воздух из окружающей среды поступает в легкие.

При *выдохе* одновременно сокращаются экспираторные мышцы, что обеспечивает возвращение ребер в положение до вдоха. Диафрагма возвращается в положение до вдоха. При этом уменьшается объем грудной клетки, повышается давление в плевральной полости и в легких и часть альвеолярного воздуха вытесняется. В выдыхаемом воздухе содержится 16% кислорода, 4% диоксида углерода, 79% азота.

При спокойном дыхании соотношение длительности вдоха к выдоху в дыхательном цикле равняется в среднем 1 : 1,3.

Частота дыхательных движений регулируется центральной нервной системой, функциональная активность которой зависит от концентрации углекислого газа, кислорода и величины pH крови. В состоянии покоя средние и крупные собаки совершают 10–30 движений в минуту, мелкие животные дышат чаще.

Собственно газообмен происходит в легких в результате разницы парциального давления кислорода и углекислого газа. Парциальное давление кислорода выше в альвеолярном воздухе, поэтому он переходит в кровь. В случае с углекислым газом картина противоположная: в венозной крови парциальное давление  $\text{CO}_2$  выше, чем в альвеолярном воздухе, и углекислый газ активно переходит из крови в альвеолы легочной ткани.

Транспорт кислорода в крови происходит при помощи гемоглобина эритроцитов, транспорт углекислого газа — за счет карбонатов и бикарбонатов плазмы крови.

Вместе с вдыхаемым воздухом в респираторную систему в виде аэрозолей или газов могут поступать посторонние или даже вредные вещества и частицы. Однако после контакта со слизистой оболочкой верхних дыхательных путей большинство из них удаляется из организма. Глубина проникновения посторонних компонентов воздуха зависит от размера этих частиц. Крупные частицы (пыль), размеры которых превышают 5 мкм, осаждаются на слизистой за счет инерционных сил в местах, где бронхи изгибаются. Тяжелые частицы не могут обогнуть изгиб бронхов и по инерции ударяются в стенку бронха. По такой же схеме освобождается воздух и от частиц размером от 0,5 до 5,0 мкм. Однако этот процесс происходит уже в бронхиолах легких. Частицы размером менее 0,5 мкм проникают в альвеолы легких и внедряются в слизистую оболочку дыхательного эпителия.

Большое влияние на задержание инородных частиц в верхних дыхательных путях собаки имеет характер дыхания: при медленном и



глубоком микрочастицы проникают в легкие, частое и поверхностное способствует очищению воздуха в верхних дыхательных путях.

Таким образом, частицы, адсорбированные на слизистой оболочке верхних дыхательных путей, за счет колебательных движений мерцательного эпителия изгоняются в сторону носоглотки или носовых ходов. Далее они или проглатываются, или выбрасываются во внешнюю среду за счет резкого выдоха (чихания). В легочных альвеолах инородные частицы подвергаются фагоцитозу макрофагами. Бактериальные клетки подвергаются воздействию бактерицидных веществ в составе слизи легочного эпителия. В результате все посторонние частицы разрушаются или транспортируются макрофагами за пределы органов дыхания.

Макрофаги легких адаптированы к условиям альвеол, т. е. активны в среде, богатой кислородом. Поэтому гипоксия подавляет фагоцитоз в легких. Стрессирование животного также сопровождается снижением защитных свойств дыхательных органов, так как кортикостероиды подавляют активность макрофагов. К аналогичному результату приводит и вирусная инфекция. Альвеолярные макрофаги составляют переднюю линию защиты организма собаки. В случае, когда вдыхается большое количество посторонних частиц, на помощь макрофагам приходят другие фагоциты, прежде всего нейтрофилы крови. Однако при чрезмерной активности фагоцитов выделяемые ими активные радикалы кислорода и протеолитические ферменты могут повреждать и сам эпителий, выстилающий легочные альвеолы. Чтобы сдерживать чрезмерную активность фагоцитов, в слизь легочного эпителия поступают ингибиторы протеаз (антитрипсин) и антиоксиданты (глутатионпероксидаза). Эти вещества обеспечивают защиту легких от повреждающего действия собственной защитной системы органов дыхания.

Проникновение вредных газов в составе вдыхаемого воздуха в организм собаки зависит от их концентрации и растворимости. Газы с высокой растворимостью в малых концентрациях задерживаются в носовых полостях за счет адсорбирования на слизистой оболочке, но в больших проникают в легкие.

Газы с низкой растворимостью доходят до легочных альвеол в неизменном состоянии. Однако токсические газы стимулируют защитные механизмы типа бронхоспазмов, гиперсекрецию слизи, кашель и чихание, которые блокируют их диффузию либо обеспечивают механическое удаление из органов дыхания.

Имея огромную площадь капилляров (реактивную поверхность с фиксированными энзимами), высокую обеспеченность кислородом

и развитую клеточную антиоксидантную систему, легкие являются идеальным местом для тщательной очистки крови от биологически активных и, следовательно, потенциально опасных для организма метаболитов.

Макрофаги органов дыхания имеют отношение к регуляции жирового обмена. Дело в том, что к легким поступает кровь с высоким уровнем липидов. Отмечена высокая лизирующая активность макрофагов по отношению к липопротеинам, поступающим в организм с лимфой от желудочно-кишечного тракта. В результате поглощения липопротеинов макрофагами последние увеличиваются в размерах (тучные клетки), а кровь очищается от избытка жировых веществ. При активном кровотоке и гипервентиляции легких (физические нагрузки) избыточный жир окисляется и в виде тепловой энергии удаляется из организма с выдыхаемым воздухом.

Своеобразно дыхание собак в условиях высоких температур — одышка является нормальным физиологическим явлением. Частота дыхания в этих условиях может превысить 100 за 1 мин. Физиологический смысл одышки заключается в гипервентиляции верхних дыхательных путей и легких с целью усиления испарения со слизистой оболочки. Испарение влаги сопровождается охлаждением поверхности верхних дыхательных путей и легких и притекающей к ним крови. Следовательно, у собак органы дыхания выполняют и функцию терморегуляции в условиях повышенных температур.

*Типы дыхания.* У животных различают три типа дыхания:

- 1) реберный, или грудной, — при вдохе преобладает отведение ребер в стороны и вперед;
- 2) диафрагмальный, или брюшной, — вдох происходит преимущественно за счет сокращения диафрагмы;
- 3) реберно-брюшной — вдох за счет сокращения межреберных мышц, диафрагмы и брюшных мышц.

Таким образом, физиологическая роль органов дыхания у собаки не ограничивается газообменом. Респираторная система собаки причастна к реакциям иммунитета, обмену веществ, терморегуляции организма.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ**

1. Перечислить органы дыхания.
2. Значение химического анализа воздуха.
3. Как осуществляется процесс дыхания?

4. Как регулируется процесс дыхания?
5. Как происходит процесс газообмена?
6. Как происходит очищение вдыхаемого воздуха?
7. Что происходит в процессе очищения вдыхаемого воздуха с адсорбированными частицами?
8. Что может снизить защитные свойства дыхательной системы?
9. От чего зависит проникновение вредных газов в организм?
10. В чем плюс большой площади капилляров?
11. В чем биологический смысл капилляров органов дыхания?
12. Как осуществляется функция терморегуляции органами дыхания?

## **Глава 2.4.**

# **ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ**

Пищеварение — сложный комплекс процессов, включающий прием корма, его механическую и физико-химическую переработку, всасывание низкомолекулярных веществ и выделение непереваренных остатков корма. Пищеварение — начальный этап обмена веществ. Сущность пищеварения заключается в том, чтобы, во-первых, компоненты корма преобразовать в растворимую форму, а во-вторых, сложные органические вещества — белки, жиры и углеводы, являющиеся полимерами, — разделить до более мелких мономеров, доступных для всасывания. Образующиеся мономеры всасываются в кровь и лимфу, и из них организм синтезирует новые сложные органические вещества — белки, жиры и углеводы, имеющие видовые и индивидуальные свойства.

Основные функции пищеварительного тракта:

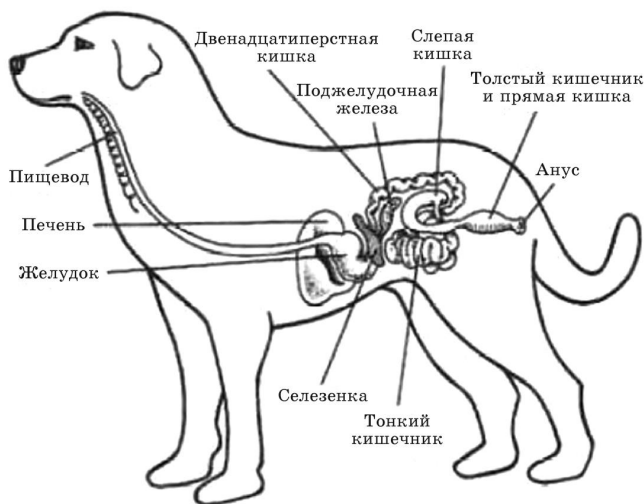
- секреторная — выработка и выделение железистыми клетками пищеварительных соков (слюны, желудочного и поджелудочного сока, желчи, кишечного сока);
- моторно-эвакуаторная (двигательная) — измельчение пищи, перемешивание ее с пищеварительными соками и передвижение по отделам желудочно-кишечного тракта. Она обеспечивается поперечно-полосатыми мышцами в начальном и конечном отделах и гладкими — по всей длине пищеварительного тракта;
- всасывательная — перенос конечных продуктов переваривания, воды, солей и витаминов через эпителий пищеварительного тракта в кровь и лимфу;
- экскреторная — выделение из организма продуктов обмена веществ, токсинов, непереваренных и излишних веществ;
- эндокринная — синтез и выделение биологически активных веществ и гормонов;
- защитная — защита внутренней среды организма от попадания вредных агентов (бактерицидное, бактериостатическое и дезинтоксикационное действие);

- рецепторная — осуществление нервных связей. В пищеварительном тракте находятся рецептивные поля многих рефлекторных дуг висцеральных систем и соматических рефлексов;

- теплопродуцирующая;

- плазмобразующая — поддержание постоянного химического состава плазмы крови.

Собака относится к моногастричным животным (желудок однокамерный) с аутоэнзимным пищеварением и преобладающим тонкокишечным пищеварением.



**Рис. 27**

Органы пищеварения собаки [3]

У собак тип пищеварения как у хищных, но в результате многовековой domestikации они стали способны переваривать не только животную, но и растительную пищу. Поэтому в их рационе могут присутствовать корма и животного, и растительного происхождения. Длина кишечника у собак в 4–5 раз больше длины тела. Продолжительность пребывания корма в пищеварительном тракте в среднем составляет 12–15 ч. Однако это время может сильно измениться в зависимости от состава рациона и количества съеденного корма. На скорость прохождения корма по кишечнику влияют физическая и эмоциональная нагрузка, физиологическое состояние животного, температура среды и многие другие факторы.

У крупных собак пищеварительная система в 2,5 раза менее эффективна, чем у мелких (вес пищеварительного тракта у мелких собак — 7% их общего веса, у крупных собак — лишь 2,7%).

Вместимость желудка у собак среднего размера — 2–2,5 л. Такой сравнительно большой размер связан с тем, что хищники едят корм большими порциями, и желудок, являясь резервуаром пищи, способствует равномерному заполнению кишки.

На прием 1 кг корма выделяется 0,3–0,9 л желудочного сока. Кислотность его намного выше, чем у человека (для переваривания костей и уничтожения опасных бактерий, попавших в организм с кормом). Из-за высокой кислотности желудочного сока, губительной для микрофлоры, у собак клетчатка в желудке почти не переваривается.

Пища проходит по желудку с разной скоростью. Грубая пища дольше задерживается в желудке. Жидкая пища переходит из желудка очень быстро, через несколько минут после еды, причем теплая быстрее, чем холодная. Пища перемещается из желудка в кишечник порциями.

Тонкий кишечник является главным местом переваривания и всасывания питательных веществ.

В тонком кишечнике, наряду с полостным пищеварением, осуществляемым соками и ферментами поджелудочной железы, желчи и кишечного сока, происходит мембранный или пристеночный гидролиз питательных веществ.

Печень — самая крупная пищеварительная железа. Желчь является секретом и экскретом клеток печени. В состав желчи входят 80–86% воды, холестерин, нейтральные жиры, мочевины, мочевая кислота, аминокислоты, витамины А, В, С, небольшое количество ферментов — амилаза, фосфатаза, протеаза и др. Минеральная часть представлена теми же элементами, что и другие пищеварительные соки. Желчные пигменты (билирубин и биливердин) являются продуктами превращений гемоглобина при распаде эритроцитов. Они и придают желчи соответствующую окраску.

Значение желчи для гидролиза жиров в желудочно-кишечном тракте заключается в том, что она превращает их в мелкодисперсное состояние, создавая этим благоприятные условия для действия липаз. Желчные кислоты, соединяясь с жирными кислотами, образуют водорастворимый комплекс, доступный для всасывания.

Поступившая в кишечник желчь способствует всасыванию жирорастворимых витаминов — ретинола, каротина, токоферола, филлохинона, а также ненасыщенных жирных кислот.

Вещества желчи усиливают активность амила-, протео- и липолитических ферментов панкреатического и кишечного соков. Желчь стимулирует моторику желудка и кишечника и способствует переходу содержимого в кишечник. Желчь секретируется непрерывно и поступает в желчные протоки и желчный пузырь.

Толстый кишечник состоит из слепой, ободочной и прямой кишок. Основные различия в строении толстого и тонкого кишечника состоят в том, что слизистая оболочка толстых кишок имеет только простые общекишечные железы, выделяющие слизь, способствующую продвижению содержимого кишечника. Химус тонкого кишечника каждые 30–60 с небольшими порциями через илеоцекальный сфинктер поступает в толстый отдел. В слизистой оболочке толстого кишечника нет ворсинок. Имеется большое количество клеток, вырабатывающих слизь. Сок выделяется непрерывно под влиянием механических и химических раздражений слизистой оболочки. Основной функцией толстого кишечника является всасывание воды. Процесс пищеварения в толстом кишечнике частично продолжается за счет соков, попавших в него из тонкого кишечника. В толстом отделе кишечника созданы благоприятные условия для жизнедеятельности микрофлоры. Под влиянием кишечной микрофлоры происходит расщепление углеводов с выделением газа. Микрофлора толстого отдела кишечника синтезирует витамины К, Е и группы В. С ее участием происходит подавление патогенной микрофлоры, она способствует нормальной деятельности иммунной системы.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ**

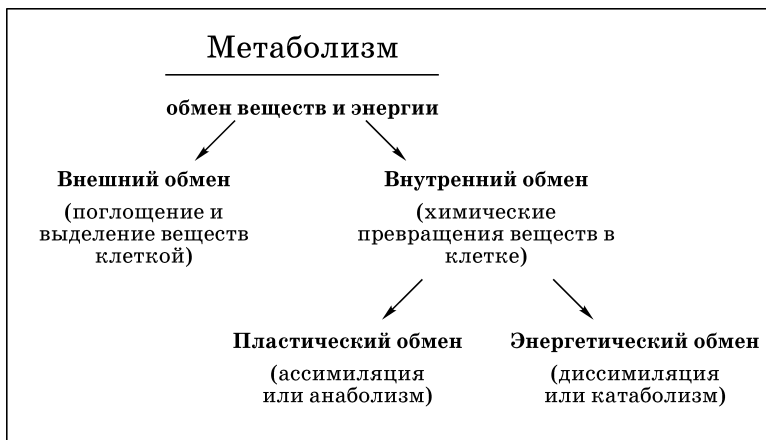
1. Что такое пищеварение?
2. Каковы основные функции пищеварительного тракта?
3. Каковы особенности пищеварения собак?
4. Какова длина пищеварительного тракта собаки и продолжительность пребывания корма в нем?
5. Каковы особенности желудка у собаки?
6. Какова функция тонкого кишечника?
7. Каковы функция печени и особенности желчи?
8. Каково значение желчи?
9. Каковы функции толстого кишечника?

## Глава 2.5.

# ФИЗИОЛОГИЯ

# ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ

Обмен веществ и энергии — совокупность химических и физических превращений веществ, происходящих в организме и обеспечивающих его жизнедеятельность во взаимосвязи с внешней средой. В ходе реализации процессов обмена веществ происходит расщепление сложных химических соединений, при этом потенциальная энергия химических связей освобождается и превращается в тепловую, механическую и электрическую. Энергия, вырабатываемая в процессе обмена веществ, используется для поддержания температуры тела, для выполнения работы, для роста, развития и обеспечения структуры и функциональной взаимосвязи всех клеточных элементов.



**Рис. 28**  
Схема обмена веществ [kinozavr.info]



Различают две стороны обмена веществ:

1) ассимиляция, или анаболизм (от *assimulo* — делаю подобным), — поглощение и усвоение питательных веществ корма, превращение их в собственные (подобные) белки, жиры и углеводы тела и накопление энергии;

2) диссимиляция, или катаболизм (от *dissimulo* — делаю неподобным), — распад сложных веществ организма, освобождение энергии и образование конечных продуктов метаболизма.

Основные этапы обмена веществ в организме:

1) переработка веществ в органах пищеварения и поступление питательных веществ в кровь и лимфу;

2) превращение аминокислот, моносахаридов, глицерина и жирных кислот в новые белки, углеводы, жиры и их комплексы (межточный обмен);

3) выделение конечных продуктов обмена.

Завершение процессов метаболизма заключается в образовании и удалении из организма конечных продуктов обмена, происходящих:

1) на клеточном уровне (регуляция определяется активностью, количеством ферментов и наличием субстрата, на который они действуют);

2) на системном уровне (регуляция направлена на приспособление организма к реальным условиям среды обитания).

Различают следующие виды метаболизма:

- белковый обмен;
- углеводный обмен;
- липидный обмен;
- водно-солевой обмен;
- терморегуляция.

*Основные этапы белкового обмена:*

1) пищеварительные процессы обеспечивают расщепление белков до аминокислот и последующее их всасывание в кровь. Аминокислоты транспортируются через эпителиальную клетку кишечника и поступают с кровотоком через воротную вену в печень, где часть их задерживается и трансформируется, а часть переносится к различным органам и тканям;

2) промежуточный обмен белков начинается в печени, куда поступают всосавшиеся в желудочно-кишечном тракте аминокислоты. Здесь происходит их трансформация при участии специфических ферментов, и в результате получают новые аминокислоты, отщепляются амино- и кетогруппы. Безазотистые остатки аминокислот используются в синтезе жиров, углеводов и других соединений;

3) конечными продуктами белкового обмена являются углекислый газ, вода и азотсодержащие вещества (мочевина, мочевая кислота, аммиак и др.).

*Основные этапы углеводного обмена:*

1) пищеварительные процессы обеспечивают расщепление углеводов пищи до глюкозы;

2) промежуточный обмен углеводов начинается в печени, куда из сосудов кишечника кровь, содержащая глюкозу, поступает в первую очередь. В печени происходят различные процессы обмена углеводов, обеспечивающие как запасание углеводов в виде гликогена (гликогенез), так и распад гликогена до свободной глюкозы (гликогенолиз). Ключевым ферментом в этом процессе является глюкозо-6-фосфатаза, которая обеспечивает образование глюкозы из глюкозо-6-фосфата, образовавшегося при распаде гликогена. Наряду с этими процессами, обмен углеводов включает: окисление глюкозы с выделением энергии, использование глюкозы в качестве сырья для синтеза белков и жиров. Глюкоза используется и для синтеза некоторых специфических углеводов, необходимых для осуществления особых функций организма;

3) конечными продуктами углеводного обмена являются углекислый газ и вода, которые выделяются из организма при работе легких и почек. При этом полностью освобождается потенциальная энергия, заключенная в химических связях углеводов и используемая организмом в виде макроэргических соединений.

*Основные этапы липидного обмена:*

1) в результате ферментативного расщепления триглицериды корма распадаются на глицерин и жирные кислоты;

2) промежуточный обмен липидов происходит в печени, жировой ткани и клетках различных органов, причем он оказывается тесно связанным с углеводным обменом. При нормальном питании в организме депонируется 10–20% жира, служащего резервом энергии и структурным компонентом тела;

3) конечными продуктами липидного обмена являются углекислый газ и вода. Продукты неполного окисления жиров кетоновые тела могут наряду с участием в энергетическом метаболизме и использованием в качестве предшественников молока выводиться за пределы организма почками и легкими.

*Водно-солевой обмен.*

Биологическое значение воды как универсального растворителя исключительно высоко. В количественном отношении вода является наиболее значительной частью организма собаки и составляет 65% от

массы тела. Недостаток поступления воды вызывает особо тяжелые нарушения жизнедеятельности, вплоть до смерти. Практически все биохимические реакции в организме идут в водных растворах. Сложные вещества, составляющие основу живого вещества, могут возникать только в водных растворах.

Наличие воды является необходимым условием для обеспечения процессов пищеварения, анализа вкусовых качеств корма, растворения, размягчения, создания оптимальных условий для функционирования ферментативных систем и обеспечения среды обитания симбиотных организмов. В водной фазе происходит всасывание питательных веществ и удаление из организма конечных продуктов обмена. Вода является основой внутриклеточного обмена. Внутри клеток заключено 71% всех водных запасов организма. Внеклеточная вода может размещаться внутри сосудистого русла (в составе крови, лимфы и спинномозговой жидкости 10%) и в межклеточном пространстве (в составе тканевой жидкости 19%). Вода обладает одной из высоких величин теплоты парообразования (544 кДж/г), перевод воды в мономолекулярное состояние требует больших затрат тепловой энергии и испарение небольших количеств воды обеспечивает большую теплоотдачу, что является одним из наиболее важных механизмов терморегуляции.

*Терморегуляция* — физиологическая функция, направленная на обеспечение оптимальной для данного вида температуры глубоких областей тела в условиях меняющейся температуры окружающей среды. Эта функция складывается из двух процессов:

- 1) теплопродукция;
- 2) теплоотдача.

Механизмы, понижающие температуру тела:

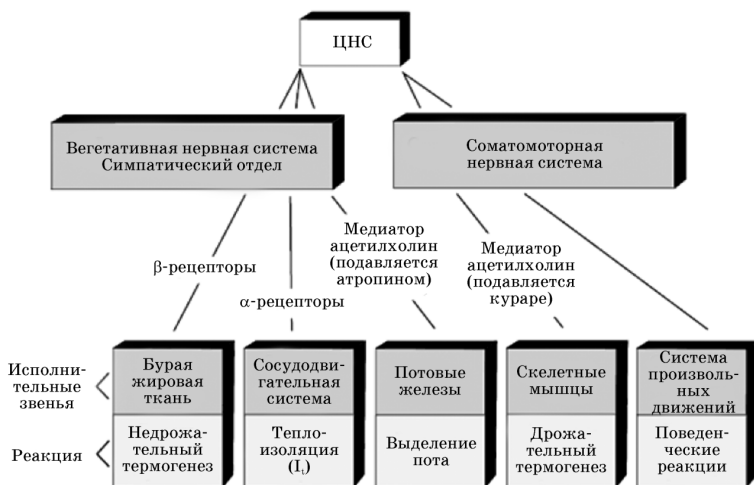
- расширение сосудов кожи. Полное расширение сосудов кожи почти во всех областях тела увеличивает в 8 раз доставляемое к ней количество тепла. Массивное сосудорасширение происходит при торможении симпатической активности заднего гипоталамуса;
- потоотделение и/или тепловая одышка увеличивают величину потерь тепла за счет испарения. Повышение температуры тела на 1°C вызывает потоотделение, достаточное, чтобы в 10 раз снизить уровень теплообразования;
- торможение образования тепла за счет блокирования химического термогенеза.

Механизмы, повышающие температуру тела:

- сужение сосудов основных регионов тела, что достигается активацией симпатических центров заднего гипоталамуса;

- пилomotorный рефлекс — реакция выпрямления волос тела (пилоэрекция), делает собак «пушистыми» и способствует повышению теплоизоляции за счет сохранения большого количества нагретого воздуха. У человека сохранились остатки этой системы («гусиная кожа»), но их эффективность ограничена;

- значительное повышение теплопродукции, вызванное возбуждением симпатической системы, увеличением секреции тироксина и мышечной дрожи. Дрожь может увеличивать величину теплопродукции в 4–5 раз. Двигательный центр дрожи располагается в дорсомедиальной части заднего гипоталамуса. Он тормозится повышенной внешней температурой и возбуждается при ее понижении. Импульсы из центра дрожи вызывают генерализованное повышение мышечного тонуса. Повышенный мышечный тонус приводит к возникновению ритмических рефлексов с мышечных веретен, что и вызывает дрожь.



**Рис. 29**

Схема регуляции теплообмена у собаки [3]

Температура разных органов имеет различную величину, и поэтому нельзя говорить о какой-то одной температуре тела. Для практических целей в качестве таковой в ветеринарии наиболее часто используют глубокую ректальную температуру. Для клинических целей принято измерять температуру в прямой кишке на расстоянии 5–8 см от ануса. Для собаки нормальная температура тела составляет 37,5–39°C.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Что такое обмен веществ и энергии?
2. Какие стороны обмена веществ различают?
3. Перечислить основные этапы обмена веществ в организме.
4. Перечислить уровни регуляции процессов обмена в организме.
5. Перечислить виды метаболизма.
6. Описать основные этапы белкового обмена.
7. Перечислить основные этапы углеводного обмена.
8. Перечислить основные этапы липидного обмена.
9. Описать водно-солевой обмен.
10. В чем биологический смысл наличия воды в организме?
11. Описать терморегуляцию.
12. Описать механизмы, понижающие температуру тела.
13. Описать механизмы, повышающие температуру тела.
14. Как определяют температуру тела у собаки?

## **Глава 2.6.**

### **ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ**

В результате жизнедеятельности организма образуются конечные продукты обмена, которые не используются клетками и являются для них даже вредными, способными вызвать отравление организма и гибель животного.

Продукты обмена выделяются из организма почками, легкими, потовыми железами и кишечником. Через легкие выводятся из организма углекислота, вода и некоторые летучие вещества (эфир, хлороформ, пары алкоголя). Через поры кожи и потовые железы выделяются из организма вода, мочевины, минеральные вещества.

Кишечник выделяет из организма некоторые соли тяжелых металлов, а также продукты превращения пигментов желчи.

Важнейшими органами выделения являются почки. Через них выводятся из организма продукты белкового обмена, вода и другие вещества. В почках синтезируются некоторые химические соединения, к числу которых относятся мочевины, гиппуровая кислота, ренин (активное вещество, влияющее на уровень кровяного давления) и другие вещества.

Сложный процесс образования мочи состоит из двух фаз — фильтрационной и реабсорбционной.

В фильтрационную фазу через стенки капилляров клубочка в полость капсулы Шумлянского — Боумена фильтруется плазма крови. Образующийся при этом фильтрат получил название первичной мочи. Первичная моча состоит из тех же веществ той же концентрации, что и плазма крови. Количество первичной мочи очень высоко, что достигается благодаря богатому кровоснабжению почек и относительно высокому давлению крови в них.

В реабсорбционную фазу в канальцах почки происходит обратное всасывание в кровь воды и растворенных в ней веществ первичной мочи. Обратно всасываются вода, глюкоза, аминокислоты, соли и другие вещества.



**Рис. 30**  
Этапы образования мочи [3]

В зависимости от способности веществ к реабсорбции их подразделяют на пороговые и беспороговые. Пороговые вещества всасываются из первичной мочи в кровь. К ним относятся глюкоза, аминокислоты, многие витамины, ионы натрия, калия, кальция и хлора. Беспороговые вещества не реабсорбируются в почечных канальцах и выделяются с мочой, к ним принадлежат креатинин, сульфаты. Плотность мочи колеблется от 1,018 до 1,040. В ней содержится около 96% воды и 4% сухого вещества.

Регуляция функции почек осуществляется нервной системой. При возбуждении волокон блуждающего нерва усиливается отделение воды и уменьшается количество азотистых продуктов. Раздражение симпатических нервов уменьшает количество мочи и повышает содержание в ней хлористого натрия. Регуляция деятельности почек осуществляется разными отделами центральной нервной системы — гипоталамусом, корой больших полушарий. Антидиуретический гормон задней доли гипофиза уменьшает диурез. Прекращают диурез большие дозы адреналина.

Выделение мочи происходит периодически, хотя образуется она в почках непрерывно. Моча из почечных канальцев собирается в почечные лоханки, а из них поступает в мочеточники и в мочевой пузырь.

Процесс мочеиспускания — сложный рефлекторный процесс. При наполнении мочевого пузыря давление воспринимается рецепторами его стенки и нервные импульсы поступают в центр мочеиспускания, находящийся в пояснично-крестцовом отделе спинного мозга. Из этого центра по центробежным парасимпатическим нервам поступают импульсы к мочевому пузырю, вызывая сокращение его мышц и расслабление сфинктеров мочеиспускательного канала. Возбуждение симпатического нерва обеспечивает наполнение мочевого пузыря мочой.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ**

1. Что такое конечные продукты обмена?
2. Как выделяются из организма продукты обмена?
3. Какова функция почек?
4. Из каких фаз состоит образование мочи?
5. Описать фильтрационную фазу образования мочи.
6. Описать реабсорбционную фазу образования мочи.
7. В чем разница между пороговыми и беспороговыми веществами?
8. Как регулируется функция почек?
9. Описать процесс мочеиспускания.



## **Глава 2.7.**

# **ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ**

Возбудимые ткани — специально приспособленные к осуществлению быстрых ответных реакций на действие раздражителя нервная, железистая и мышечная ткани.

Важнейшими специализированными тканями организма, обеспечивающими восприятие сигналов и ответные реакции на действие разнообразных раздражителей, служат нервная и мышечная ткани, которые традиционно называют возбудимыми тканями. Однако истинно возбудимыми в них являются мышечные клетки и нейроны.

Раздражимость — способность клеток, тканей, организма в целом переходить под воздействием факторов внешней среды или внутренней среды из состояния физиологического покоя в состояние активности. Состояние активности проявляется изменением физиологических параметров клетки, ткани, организма.

Возбудимость — это способность живой ткани отвечать на раздражение активной специфической реакцией — возбуждением, т. е. генерацией нервного импульса, сокращением, секрецией. То есть возбудимость характеризует специализированные ткани — нервную, мышечную, железистую, которые называются возбудимыми.

Возбуждение — это комплекс процессов реагирования возбудимой ткани на действие раздражителя, который проявляется изменением мембранного потенциала, метаболизма и т. д.

Возбудимые ткани обладают проводимостью — способностью ткани проводить возбуждение. Наибольшей проводимостью обладают нервы и скелетные мышцы.

Раздражитель — это фактор внешней или внутренней среды, действующий на живую ткань.

Процесс воздействия раздражителя на клетку, ткань, организм называется раздражением.

По признаку биологического соответствия раздражителей специализации сенсорных рецепторов, воспринимающих в организме

воздействие этих раздражителей, последние делят на адекватные и неадекватные.

Адекватные раздражители — это раздражители, к восприятию которых рецепторы приспособлены и реагируют на малую силу воздействия.

Неадекватные раздражители не вызывают возбуждения даже при значительной силе воздействия. Лишь при чрезмерных, граничащих с повреждением силах они могут вызвать возбуждение.

Клетки возбудимых тканей могут находиться в трех различных состояниях. При этом клетки из состояния физиологического покоя могут переходить в активные состояния возбуждения или торможения, и наоборот. Клетки, находящиеся в состоянии возбуждения, могут переходить в состояние торможения, а из состояния торможения — в состояние возбуждения. Скорость перехода различных клеток или тканей из одного состояния в другое значительно различается.

Физиологический покой — состояние, характеризующееся:

- относительно постоянным уровнем обмена процессов;
- отсутствием функциональных проявлений ткани.

Активное состояние возникает под действием раздражителя и характеризуется:

- выраженным изменением уровня обменных процессов;
- проявлениями функциональных отклонений ткани.

Проводимость — это способность ткани проводить возбуждение в двух или одном направлениях. Показателем проводимости является скорость проведения возбуждения (от 0,5 до 120 м/с в зависимости от ткани и строения волокна). Быстрее всего возбуждение передается по миелинизированному нервному волокну, затем по немиелинизированному волокну, и самой низкой проводимостью обладает синапс.

Функциональная лабильность — это способность ткани воспроизводить без искажения частоту ритмически наносимых импульсов. Показателем функциональной лабильности является количество импульсов, которое данная структура может передавать без искажения за единицу времени. Например, нерв — 500–1000 имп/с, мышца — 200–250 имп/с, синапс — 100–120 имп/с.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ**

1. Что такое возбудимые ткани?
2. Что такое возбудимость?

3. Что такое возбуждение?
4. Что такое раздражимость?
5. Что является специфическим проявлением возбуждения?
6. Что является неспецифическим проявлением возбуждения?
7. Что такое адекватные раздражители?
8. Что такое неадекватные раздражители?
9. В каких состояниях могут находиться клетки возбудимых тканей?
10. Что такое физиологический покой?
11. Что такое активное состояние?
12. Что такое проводимость?
13. Что такое функциональная лабильность?

## Глава 2.8.

# ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Основным принципом функционирования ЦНС является процесс регуляции, управления физиологическими функциями, которые направлены на поддержание постоянства свойств и состава внутренней среды организма. ЦНС обеспечивает оптимальные взаимоотношения организма с окружающей средой, устойчивость, целостность, оптимальный уровень жизнедеятельности организма.

Различают два основных вида регуляции: гуморальный и нервный.

*Гуморальный механизм.* В его основе лежит *химическое влияние* посредством продуктов обмена веществ, которые выделяются в жидкости организма (продукты распада белков, углекислый газ, электролиты и др.).

Межклеточное взаимодействие осуществляется макромолекулами, несущими информацию, необходимую для регулирования внутриклеточного синтеза определенных молекул белка.

Гуморальные связи, общие и для мира животных, и для растений, характеризуются рядом особенностей. Во-первых, относительно медленным распространением химического вещества. Во-вторых, отсутствием точного адреса, по которому следует соединение, поступающее в кровь, лимфу или тканевую жидкость. Его действие не ограничено определенным местом и, следовательно, диффузно. И, наконец, в-третьих, малой надежностью связи, поскольку вещество высвобождается в малых количествах и обычно быстро разрушается или выводится из организма.

В процессе эволюции механизмы гуморальной регуляции постепенно дополнялись более сложными и более совершенными *механизмами нервной регуляции функций*. В процессе эволюции возникла единая система взаимосвязанных нейрогуморальных отношений.

Доминирование у высокоорганизованных существ нервных механизмов регуляции функций не означает редукции гуморальной системы связи. На следующем этапе развития живых существ появляются специальные органы — эндокринные железы, вырабатывающие гуморально действующие вещества — гормоны. Их действие зачастую весьма специализировано.

Нервная регуляция является высшим этапом в развитии приспособления организма к меняющимся условиям среды.

Механизм действия нейрогуморальной системы: разнообразные продукты обменных реакций могут действовать как раздражители не только непосредственно на мембраны клеток, но и на нервные окончания — хеморецепторы, вызывая рефлекторным путем определенные физиологические и биохимические сдвиги.

Преимущества регуляции осуществляемый с участием нервного аппарата? В отличие от гуморальной связи нервная связь, во-первых, имеет точную направленность к определенному органу и даже группе клеток, и, во-вторых, через нервные проводники связь осуществляется с гораздо большей скоростью, в сотни раз превышающей скорость распространения физиологически активных веществ. И, в-третьих, центральный аппарат нервной системы обеспечивает гибкое приспособление к непрерывно меняющейся обстановке.

Функциональная система организма — временное функциональное объединение нервных центров различных органов и систем организма для достижения конечного полезного результата.

Полезный результат — самообразующий фактор нервной системы. Результат действия представляет собой жизненно важный адаптивный показатель, который необходим для нормального функционирования организма.

Существует несколько групп конечных полезных результатов:

1) метаболическая — следствие обменных процессов на молекулярном уровне, которые создают необходимые для жизни вещества и конечные продукты;

2) гомеостатическая — постоянство показателей состояния и состава сред организма;

3) поведенческая — результат биологической потребности (половой, пищевой, питьевой);

4) социальная — удовлетворение иерархических потребностей.

В состав функциональной системы включаются различные органы и системы, каждый из которых принимает активное участие в достижении полезного результата.

Функциональная система включает в себя пять основных компонентов:

1) полезный приспособительный результат — то, ради чего создается функциональная система;

2) аппарат контроля (акцептор результата) — группа нервных клеток, в которых формируется модель будущего результата;

3) обратную афферентацию (поставляет информацию от рецептора в центральное звено функциональной системы) — вторичные афферентные нервные импульсы, которые идут в акцептор результата действия для оценки конечного результата;

4) аппарат управления (центральное звено) — функциональное объединение нервных центров с эндокринной системой;

5) исполнительные компоненты (аппарат реакции) — это органы и физиологические системы организма (вегетативная, эндокринные, соматические). Состоят из четырех компонентов:

а) внутренних органов;

б) желез внутренней секреции;

в) скелетных мышц;

г) поведенческих реакций.

Свойства функциональной системы:

1) динамичность. В функциональную систему могут включаться дополнительные органы и системы, что зависит от сложности сложившейся ситуации;

2) способность к саморегуляции. При отклонении регулируемой величины или конечного полезного результата от оптимальной величины происходит ряд реакций самопроизвольного комплекса, что возвращает показатели на оптимальный уровень. Саморегуляция осуществляется при наличии обратной связи.

В организме работает одновременно несколько функциональных систем. Они находятся в непрерывном взаимодействии, которое подчиняется определенным принципам:

1) принципу системы генеза. Происходят избирательное созревание и эволюция функциональных систем (функциональные системы кровообращения, дыхания, питания созревают и развиваются раньше других);

2) принципу многосвязного взаимодействия. Происходит обобщение деятельности различных функциональных систем, направленное на достижение многокомпонентного результата (параметры гомеостаза);

3) принципу иерархии. Функциональные системы выстраиваются в определенный ряд в соответствии со своей значимостью (функ-

циональная система целостности ткани, функциональная система питания, функциональная система воспроизведения и т. д.);

4) принципу последовательного динамического взаимодействия. Осуществляется четкая последовательность смены деятельности одной функциональной системы другой.

*Нервный импульс, механизм его возникновения и передачи.* Если раздражение нейрона превышает определенную пороговую величину, то в точке стимуляции возникает серия химических и электрических изменений, которые распространяются по всему нейрону. Передающиеся электрические изменения называются нервным импульсом.

Если на нейрон воздействовать простым электрическим разрядом, он из-за сопротивления нейрона будет постепенно ослабевать и сумеет преодолеть лишь короткое расстояние.

«Бегущий» нервный импульс гораздо медленнее, так как в процессе распространения он постоянно восстанавливается (регенерирует). Это явление объясняется тем, что концентрация ионов (электрически заряженных атомов), главным образом натрия и калия, органических веществ, вне нейрона и внутри него неодинаковы. Поэтому нервная клетка в состоянии покоя заряжена изнутри отрицательно, а снаружи положительно, и в результате на мембране клетки возникает разность потенциалов (т. е. «потенциал покоя», равный примерно 70 мВ).

*Механизм возникновения и передачи нервного импульса.* Любые изменения, которые уменьшают отрицательный заряд внутри клетки и тем самым разность потенциалов на мембране, называются деполяризацией.

Плазматическая мембрана, окружающая нейрон, состоит из белков, липидов и других веществ, практически непроницаема для ионов. Но часть белковых молекул мембраны формирует каналы, через которые определенные ионы могут проходить. Эти ионные каналы открыты не постоянно, они могут открываться и закрываться.

При раздражении нейрона некоторые из натриевых ( $\text{Na}^+$ ) каналов открываются в точке стимуляции, благодаря чему ионы натрия входят внутрь клетки. Их приток (положительно заряженных ионов) снижает отрицательный заряд внутренней поверхности мембраны в области канала, что приводит к деполяризации, которая сопровождается резким изменением вольтажа и разрядом, — возникает «потенциал действия», т. е. нервный импульс.

Затем закрываются натриевые каналы. Во многих нейронах деполяризация вызывает также открытие калиевых ( $\text{K}^+$ ) каналов, вследствие чего ионы калия выходят из клетки. Потеря этих положительно

заряженных ионов вновь увеличивает отрицательный заряд на внутренней поверхности мембраны.

Затем закрываются калиевые каналы. Начинают работать и другие мембранные белки, т. е. калий-натриевые насосы, они обеспечивают перемещение  $\text{Na}^+$  из клетки, а  $\text{K}^+$  — внутрь клетки, что, наряду с деятельностью калиевых каналов, восстанавливает исходное электрохимическое состояние (потенциал покоя) в точке стимуляции. Этот процесс постоянно повторяется, причем в каждой новой точке, где происходит деполяризация, рождается импульс той же величины, что и в предыдущей точке.

Таким образом, вместе с повторяющимся электрохимическим циклом нервный импульс распространяется по нейрону от точки к точке.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ**

1. Каковы основные принципы функционирования ЦНС?
2. Какие виды регуляции различают?
3. Описать гуморальную регуляцию.
4. Описать нервную регуляцию.
5. Перечислить характерные особенности ЦНС.
6. Перечислить функции нервной системы.
7. Что такое функциональная система организма?
8. Что такое полезный результат?
9. Перечислить группы конечных полезных результатов.
10. Что входит в состав функциональной системы?
11. Какие компоненты входят в состав функциональной системы?
12. Перечислить свойства функциональной системы.
13. Каким основным принципам подчиняется взаимодействие функциональных систем?



## Глава 2.9.

# ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Физиология высшей нервной деятельности является разделом физиологии, изучающим функции высшего отдела центральной нервной системы — коры больших полушарий головного мозга, посредством которой обеспечиваются сложнейшие отношения высокоорганизованного организма с окружающей внешней средой. Она изучает образование условных рефлексов, взаимодействие процессов возбуждения и торможения, протекающих в коре больших полушарий головного мозга. Физиология высшей нервной деятельности применяет экспериментальные методы исследования.

Рефлекс (от *лат.* *reflexus* — загигать назад, произвольный, отраженный) — это осуществляемая при участии нервной системы ответная реакция организма на раздражение, исходящее из внешней или внутренней среды.

Рефлексы лежат в основе деятельности нервной системы. По И. М. Сеченову, «все акты сознательной и бессознательной жизни по способу своего происхождения — суть рефлексы».

Рефлексы являются приспособительными реакциями живого организма в осуществлении его взаимосвязей с внешней средой, а также взаимодействия между его органами и системами. Эти реакции обеспечивают целостность организма и постоянство его внутренней среды (рефлекторная регуляция давления крови, уровня глюкозы в крови и т. п.). Каждый рефлекс осуществляется при помощи рефлекторной дуги.

Если сделать разрез через спинной мозг, то можно увидеть, что его вещество делится по цвету на серое и белое. Серое вещество располагается в центре спинного мозга и образует фигуру, напоминающую бабочку с раскрытыми крыльями.

В передних крыльях «бабочки» расположены крупные двигательные клетки, в задних — более мелкие, чувствительные.

Двигательные и чувствительные клетки связаны друг с другом либо прямо своими отростками, либо через промежуточную, вставочную клетку или вставочные нейроны (один или два), они воспринимают импульсы от рецепторных аппаратов и перерабатывающих их в центробежные импульсы, идущие к исполнительному органу.

То есть двигательные и чувствительные клетки образуют центральную часть рефлекторной дуги; а ее периферическую часть составляют корешки спинного мозга и их продолжение — нервы.

Каждая рефлекторная дуга состоит из афферентного (чувствительного) звена, которое начинается рецепторным аппаратом, и эфферентного (двигательного), которое заканчивается рабочим органом (эфффератором).

Различают безусловные и условные, простые и сложные рефлексы.

*Безусловные рефлексы* — это врожденные, наследственно закрепленные рефлексы, выработанные в процессе филогенеза (инстинкты). По их функциональному значению безусловные делятся на группы:

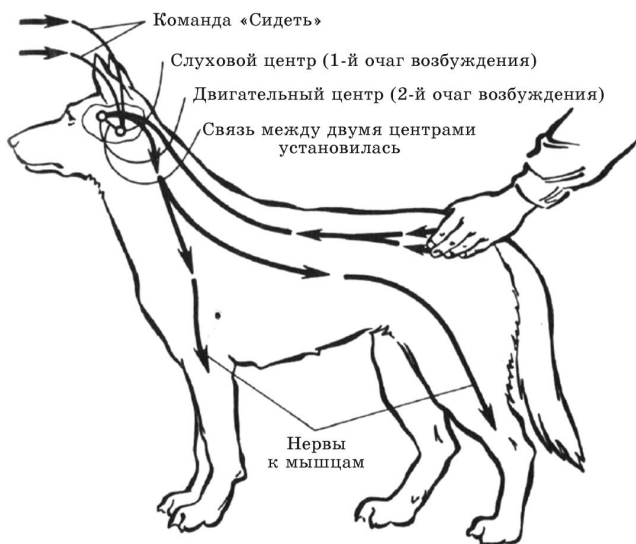
- пищевые: рефлекторные акты глотания, жевания, сосания, слюноотделения, секреты желудка и поджелудочного сока и др.;
- оборонительные: реакции устранения от повреждающих и болевых раздражений;
- половые: все рефлексы, связанные с осуществлением полового акта; в эту же группу можно отнести и так называемые родительские рефлексы, связанные с вскармливанием и выхаживанием потомства;
- статокинетические и локомоторные: реакции поддержания определенного положения и передвижения тела в пространстве;
- ориентировочные: рефлекс на новизну, возникает в ответ на любое быстро происходящее колебание окружающей среды и внешне выражается в настороженности, прислушивании к новому звуку, обнюхивании, повороте глаз и головы, а иногда и всего тела в сторону появившегося светового раздражителя и т. п.

Осуществление этого рефлекса обеспечивает лучшее восприятие действующего агента и имеет важное приспособительное значение. Реакция эта прирожденная и не исчезает при полном удалении коры больших полушарий у животных; ее наблюдают и у детей с недоразвитыми большими полушариями — анэнцефалов. Отличием ориентировочного рефлекса от других безусловно-рефлекторных реакций является то, что он сравнительно быстро угасает при повторных применениях одного и того же раздражителя. Эта особенность ориенти-

ровочного рефлекса зависит от влияния на него коры больших полушарий;

- поддерживающие гомеостаз и другие: рефлексы терморегуляционные, дыхательные, сердечные и те сосудистые, которые способствуют сохранению постоянства артериального давления, и некоторые другие.

Условные рефлексы — это приобретенные рефлексы, свойственные отдельному индивиду. Возникают в течение жизни особи и не передаются по наследству. Возникают при определенных условиях и исчезают при их отсутствии. Формируются на базе безусловных рефлексов при участии высших отделов мозга. Условно-рефлекторные реакции зависят от прошлого опыта, от конкретных условий, в которых формируется условный рефлекс.



**Рис. 31**

Схема формирования условного рефлекса [3]

Условные рефлексы вырабатываются на любой раздражитель, воспринимаемый организмом. Поэтому они могут образовываться в неограниченном количестве. В отличие от безусловных рефлексов, условные не имеют готовых рефлекторных дуг. Они образуются в коре головного мозга путем временного замыкания условных сигналов с безусловными реакциями через нейронные связи.

Условные рефлексы составляют основу дрессировки собак. При дрессировке можно заметить, что одни условные рефлексы образуются легко и быстро, другие — медленно и с большим трудом; одни рефлексы проявляются активно и обладают устойчивостью к угасанию, другие проявляются слабо и легко затормаживаются. Качественная характеристика условных рефлексов обусловлена их видовой принадлежностью и степенью физиологической необходимости для организма в данный момент.

Торможение условного рефлекса, возникающее под действием безусловных рефлексов (например, ориентировочного рефлекса), возникает под действием безусловного (внешнего) торможения.

К *безусловному торможению* относится и *запредельное* торможение, возникающее в нервной системе в ответ на очень сильные раздражители в том случае, когда наступает предел работоспособности нервных клеток. В связи с тем, что тормозной процесс предохраняет нервные клетки от истощения, этот вид торможения называется еще и охранительным. Запредельное торможение часто проявляется в виде отказа собаки от выполнения команд, замирания в одной позе, засыпания.

Выработанную тормозную реакцию, которая устраняет положительный условный рефлекс, называют внутренним, а также активным, или условным, торможением. Выделяют три вида условного торможения: угасательное, дифференцировочное и запаздывательное.

*Угасательное торможение* возникает в том случае, если условный раздражитель не сопровождается подкреплением. Он постепенно теряет свое сигнальное значение, и рефлекс на него угасает.

Разные условные рефлексы без подкрепления угасают с неодинаковой скоростью. Более «молодые» и непрочные условные рефлексы угасают быстрее, чем «старые», прочные условно-рефлекторные связи. При угасании условного рефлекса происходит не просто разрыв условно-рефлекторной связи, а развивается активный тормозной процесс в коре головного мозга, который и подавляет условно-рефлекторную связь. Это положение подтверждается тем, что полностью угашенный условный рефлекс через некоторое время может вновь восстановиться.

Угасание условных рефлексов — биологически важное приспособление. Благодаря ему организм перестает напрасно тратить энергию — реагировать на сигнал, утративший свое значение.

*Дифференцировочное торможение* развивается в коре головного мозга в том случае, если собака должна отдифференцировать один внешний раздражитель, являющийся для нее условно-рефлекторным

сигналом, от другого, сходного с ним раздражителя, который сигналом не является.

Дифференцировочное торможение участвует в образовании любого условного рефлекса. Оно же играет исключительную роль и в том случае, когда вырабатываются два двигательных рефлекса на два различных раздражителя. Например, необходимо добиться, чтобы подопытная собака в ответ на свет лампы нажимала передней лапой на педаль, а в ответ на звонок схватывала зубами кольцо и тянула его к себе. Следовательно, животное должно дифференцировать внешние раздражители — звонок и свет — и два различных движения. Сначала собака будет совершать много неправильных движений, но так как эти движения не подкрепляются пищей, то количество их будет постепенно уменьшаться, и, наконец, останутся только правильные.

Благодаря дифференцировочному торможению животные выделяют из окружающей среды огромное количество благоприятных и неблагоприятных сигналов, различают их и реагируют на них соответствующим образом.

*Запаздывательное торможение.* При выработке запаздывающих условных рефлексов (отсроченных реакций) пищевая условно-рефлекторная реакция проявляется только к тому моменту пищевого подкрепления, хотя условно-рефлекторный раздражитель давался раньше. В тот промежуток времени, когда условно-рефлекторный раздражитель уже воздействовал, а пищевой реакции еще нет, в коре головного мозга собаки развивается запаздывающее торможение.

Биологическое значение этого вида торможения состоит в том, что оно предохраняет организм от преждевременной траты энергии.

Скорость образования внутреннего торможения зависит от разных причин. У возбудимых животных оно образуется труднее, чем у тормозных. В процессе формирования высшей нервной деятельности у собаки скорость образования тормозных рефлексов нарастает, а к старости снижается.

Образование торможения зависит и от силы раздражителя: чем сильнее раздражитель, тем быстрее он становится тормозным.

Иногда постороннее раздражение, вызывающее сильную оборонительную реакцию, препятствует развитию внутреннего торможения и способствует проявлению угашенных условных рефлексов. Это явление называется растормаживанием.

Условные рефлексы являются обширным классом реакций. Существует множество принципов их классификации: по модальности условного раздражителя (зрительные, звуковые, обонятельные, кожные и т. д.), по характеру ответной реакции животного (двигательные

или секреторные), по их биологическому смыслу (пищевые, оборонительные, половые), по способу образования (условные рефлексы первого, второго, третьего, высшего порядков, имитационные условные рефлексы и др.), по временным характеристикам образуемых условных рефлексов (наличные, следовые); кроме того, имеются условные рефлексы, вырабатываемые на простые раздражители и на различные виды комплексных раздражителей, натуральные — на естественные признаки предметов (например, на запах пищи), и искусственные — на случайные ее признаки (например, стук миски), классические, инструментальные и др.

Сравнение условных и безусловных рефлексов представлено в таблице 5.

Таблица 5

**Сравнение условных и безусловных рефлексов**

| <b>Безусловные рефлексы</b>   | <b>Условные рефлексы</b>   |
|---|--|
| Имеют постоянные рецептивные поля и жесткие нервные связи между рецепторами и эффекторами | Имеют непостоянные рецептивные поля и гибкие нервные связи между рецепторами и эффекторами |
| Имеются с рождения  | Приобретаются в течение жизни  |
| Не изменяются и не исчезают в течение жизни   | Могут изменяться или исчезать в течение жизни  |
| Одинаковые у всех организмов одного вида  | У каждого организма свои собственные, индивидуальные                                       |
| Приспосабливают организм к постоянным условиям  | Приспосабливают организм к изменяющимся условиям   |
| Рефлекторная дуга проходит через спинной мозг или ствол головного мозга                   | Временная связь образуется в коре больших полушарий  |

*Движение нервных процессов в коре больших полушарий.* Кора больших полушарий головного мозга — слой серого вещества толщиной 1–5 мм, покрывающий полушария большого мозга млекопитающих животных и человека. Эта часть головного мозга, развившаяся на поздних этапах эволюции животного мира, играет исключительно важную роль в осуществлении психической, или высшей, нервной деятельности, хотя эта деятельность является результатом работы мозга как единого целого. Благодаря двусторонним связям с нижележащими отделами нервной системы, кора может участвовать в регуляции и координации всех функций организма.

И. П. Павлов открыл два основных закона движения нервных процессов в коре: закон иррадиации и концентрации и закон взаимной индукции.

**Закон иррадиации и концентрации.** Возбуждение (или торможение), возникнув в каком-либо пункте коры больших полушарий, сначала иррадирует, т. е. распространяется на ближайшие нервные клетки, иногда захватывает обширные области коры.

Спустя некоторое время происходит противоположный процесс сосредоточения нервного процесса в том месте, где он возник, т. е. явление концентрации. Иррадиация нервного процесса может встретить сопротивление со стороны противоположного иррадирующего процесса из другого пункта коры. Эта встреча противоположных процессов вызывает борьбу. Волна иррадирующего возбуждения «отгоняет» тормозной процесс из ближайших клеток в отдаленные пункты коры, но если торможение становится достаточно сильным, что бывает при неподкреплении условного раздражителя, оно, распространяясь, в свою очередь, «сгоняет» возбуждение к месту его возникновения.

Отдельные процессы иррадиации суммируются и образуют возбуждение корковой части анализатора, а иногда и близлежащих клеток других анализаторов. Поэтому и возникает не специфический, а обобщенный ответ организма на сходные раздражители. Генерализация возбуждения, по И. П. Павлову, имеет положительное и отрицательное значения. С одной стороны, это явление биологически оправдано. Агенты, на которые образуются натуральные условные рефлексы у животных, постоянно колеблются. Так, голос хищника, который служит сигналом опасности для животного-жертвы, колеблется в высоте, силе, составе в зависимости от напряжения голосового аппарата, расстояния, резонанса. Запах растения, который служит травоядному животному сигналом пищевого условного рефлекса, меняется в зависимости от влажности воздуха, расстояния, близости других запахов и прочих условий. Без генерализации животное не смогло бы все изменения раздражителя отнести к одному и тому же агенту и действовать соответственно его роли. Отрицательное значение генерализации состоит в том, что иногда при широкой иррадиации возбуждения по клеткам коры в сферу обобщения включаются агенты, отдаленно сходные с основным сигналом; и это ведет к грубой ошибке, нежелательной путанице действий. За генерализацией следует специализация, т. е. отчетливое выделение одного сигнального раздражителя из массы сходных. Это объясняется концентрацией нервных процессов в определенных пунктах коры, что вызвано диффе-

ренцировочным торможением, т. е. специализированные условные рефлексы могут вступать в связь друг с другом, образуя сложные системы, что основывается на избирательной генерализации. Аналитико-синтетическая деятельность коры развивается у животного в процессе усложнения его связи с окружающим миром, у человека — в процессе обучения и воспитания.

Изучение закономерностей коркового торможения позволило раскрыть физиологию сна. Сон, по учению И. П. Павлова, имеет условно-рефлекторную природу и возникает в результате широкой иррадиации торможения, которая охватывает всю кору полушарий и спускается ниже — в подкорку и даже средний мозг. Сонное торможение может быть вызвано разными причинами: понижением уровня работоспособности корковых клеток в результате длительного и напряженного их функционирования, ограничением поступающих в кору раздражений извне (длительное пребывание в темноте, в тишине при неподвижности или ритмических движениях тела может вызвать сон даже в том случае, если животное или человек не утомлен) и привычкой засыпать в определенное время. В экспериментальной обстановке сон может быть вызван длительным, непрерывным действием какого-либо раздражителя без подкрепления его безусловным. В этом случае угасательное торможение, иррадируя, переходит в сонное.

Сонное торможение распространяется по коре с неравномерной скоростью и силой. Некоторые группы нервных клеток, в которых локализован стойкий процесс возбуждения, могут остаться не заторможенными и во время сна. Образуются так называемые «сторожевые пункты», что ведет к немедленному просыпанию под действием определенных сигналов, даже слабых. Таким бывает сон кормящей матери, которая сразу же просыпается на слабые звуки, исходящие от ребенка (стон, затрудненное дыхание, легкое движение ребенка). Причины сна могут быть и иными. Сон можно вызвать резким ограничением внешних раздражителей, а также электрическим раздражением специальных подкорковых центров. Сон необходим организму для восстановления работоспособности нервных клеток.

**Закон взаимной индукции.** Возбуждение и торможение взаимно индуцируют, т. е. вызывают и усиливают друг друга. Чем сильнее возбуждение, тем сильнее будет и вызванное им торможение.

Различают два вида индукции — положительную и отрицательную, каждая из которых может быть одновременной и последовательной. Если исходным процессом является возбуждение, которое по индукции вызывает торможение, это отрицательная индукция, а если торможение вызывает возбуждение, это положительная индук-



ция, при одновременной индукции нервные процессы располагаются в разных пунктах коры и существуют вместе, а при последовательной индукции нервные процессы сменяют друг друга в одном и том же пункте коры.

**Пример.** При большой сосредоточенности слухового внимания животное сидит неподвижно, не замечает ничего, что не относится к объекту его внимания. Процесс возбуждения сконцентрирован в определенных корковых клетках слухового анализатора, а вокруг них временно разлито торможение. Это одновременная отрицательная индукция. Но вот звуки, к которым прислушивалось животное, прекратились. Теперь в рабочих клетках слухового анализатора возбуждение сменяется торможением. Это последовательная отрицательная индукция. Если детеныш самостоятельно поймал добычу, а затем мать предлагает ему наблюдать за демонстрацией другого опыта, то такая смена умственной деятельности влечет за собой временный отдых, торможение рабочих клеток определенных полей мозга после длительного их возбуждения. Это тоже последовательная отрицательная индукция.

Движение нервных процессов в коре больших полушарий имеет ряд закономерностей. Возбуждение распространяется и концентрируется значительно быстрее, чем торможение. Скорость его движения измеряется секундами и долями секунд. Скорость движения процесса торможения измеряется минутами, причем концентрация торможения происходит в 4–5 раз медленнее, чем иррадиация. Далее установлено, что движение нервных процессов в коре зависит от силы вызвавших их раздражителей, от функционального состояния коры мозга к моменту опыта и от уравновешенности возбуждения и торможения, что, в свою очередь, зависит от возраста и индивидуально-типологических особенностей организма.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ**

1. Что изучает физиология высшей нервной деятельности?
2. Что такое условный рефлекс?
3. На какие раздражители вырабатываются условные рефлексы?
4. На чем основана качественная характеристика условных рефлексов?
5. Что такое безусловное торможение?
6. Что такое запредельное торможение?
7. Какие три вида условного торможения различают?

8. Что такое угасательное торможение?
9. Что происходит при угасании условного рефлекса?
10. Что такое дифференцировочное торможение?
11. Что такое запаздывательное торможение?
12. От чего зависит скорость образования внутреннего торможения?
13. Что такое растормаживание?
14. Какие принципы классификации условных рефлексов вы знаете?

## **Глава 2.10.**

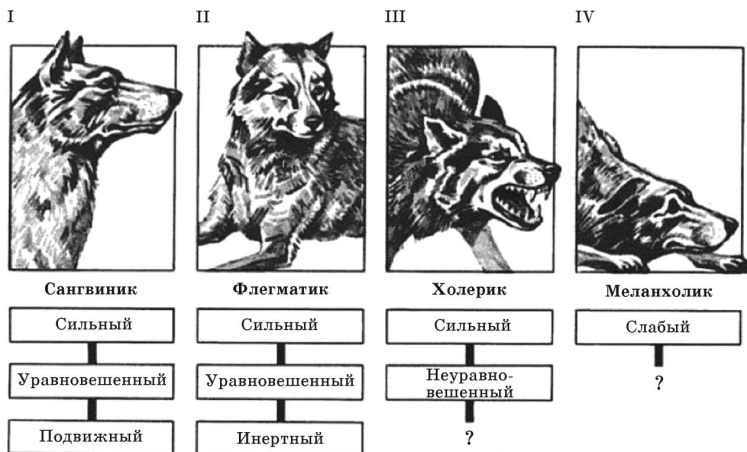
### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПОВ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

Собаки по-разному поддаются дрессировке. Одни животные легко, быстро и прочно усваивают отрабатываемые навыки (условные рефлексы), другие поддаются дрессировке медленно, но выработанные навыки у них закрепляются прочно. Встречаются и такие собаки, которые плохо поддаются дрессировке и слабо проявляют служебные качества. При недостаточной теоретической подготовке дрессирующий может совершить большую ошибку, пытаясь объяснить это неодинаковой психической одаренностью собак, считая, что существуют собаки умные и глупые, старательные и ленивые, послушные и упрямые.

Такое объяснение неверно. Оно ведет к так называемому «очеловечиванию» собак. Правильное, научное объяснение того, что собаки по-разному поддаются дрессировке, впервые дал академик И. П. Павлов (учение о типах высшей нервной деятельности и «характере» собак). Многочисленными исследованиями он доказал, что различие в поведении собак обусловлено прежде всего определенным комплексом основных свойств нервной системы. Эти свойства зависят от раздражительного и тормозного нервных процессов, составляющих целостную нервную деятельность, от их силы, равновесия и подвижности.

Различные типы высшей нервной деятельности зависят от того, как между собой сочетаются указанные свойства нервной системы. И. П. Павлов установил четыре основных типа высшей нервной деятельности (ВНД):

- возбудимый неуравновешенный (холерик);
- уравновешенный подвижный (сангвиник);
- уравновешенный спокойный (флегматик);
- слабый (меланхолик).



**Рис. 32**

Типы нервной деятельности собаки [3]

Собаки возбудимого типа (холерики) характеризуются сильным процессом возбуждения и ослабленным торможением. В результате отсутствия равновесия между этими двумя процессами преобладающим является процесс возбуждения. Собаки этого типа характеризуются большой двигательной активностью: за один и тот же промежуток времени они совершают значительно больше движений, чем собаки других типов.

Однако только по двигательной активности нельзя определять тип ВНД собак. Основное значение для его определения имеет условно-рефлекторная деятельность.

У собак возбудимого типа быстро образуются положительные условные рефлексы и очень медленно вырабатываются тормозные. Поэтому собаки возбудимого типа быстро усваивают все команды, связанные с выполнением каких-либо действий, требующих активного состояния нервной системы (состояния возбуждения), и слабо усваивают команды или действия, в основе которых лежит процесс торможения (например, хождение рядом с дрессировщиком, выдержка в различных положениях и т. д.).

Дифференцированное торможение у собак этого типа слабое и отрабатывается с трудом. Такие животные (особенно в начале дрессировки) часто «путают» значение различных команд. Особенно трудно у собак этого типа вырабатывается дифференцировка, требующая большого напряжения тормозного процесса (такие действия,

как выборка вещи по запаху, человека по его вещи, выборка нужного следа).

Собаки возбудимого типа особенно трудно поддаются дрессировке в тех службах, которые требуют хорошей и четкой дифференцировки (розыскная, сторожевая, минорозыскная). Это необходимо учитывать при отборе собак для указанных служб. Там, где четкая дифференцировка не требуется (караульная, защитно-караульная, связная службы), собаки этого типа вполне пригодны. При выработке дифференцировки у собак возбудимого типа можно усилить тормозной процесс. Это достигается регулярными, систематическими упражнениями. Выдержку следует отрабатывать постепенно, «тренируя и накапливая» процесс торможения. Вначале рекомендуется не затягивать выдержку более 3–5 с, постепенно доводя ее до нескольких минут. При первоначальной дрессировке на выборку вещи, выборку человека по следу и т. п. не следует производить посыл более 1–2 раз. Со временем количество посылов постепенно увеличивают. К усложнению следа (ввод посторонних следов и углов) можно переходить после того, как собака будет четко «прорабатывать» обычный след. Очень дисциплинирует собаку возбудимого типа отработка таких навыков, как хождение рядом с дрессировщиком, запрещение по команде «Фу!», выдержка в различных положениях.

У собак уравновешенного подвижного типа (сангвиников) процессы возбуждения и торможения находятся в состоянии относительного равновесия. Наряду с этим, для них характерна большая подвижность (легкая взаимозаменяемость одного процесса другим и наоборот), зависящая от действующих раздражителей.

Собаки этого типа отличаются значительной двигательной активностью. Положительные и отрицательные условные рефлексy вырабатываются у них легко и достаточно прочно, имеется хорошее дифференцированное торможение. Особенно характерна для собак этого типа большая подвижность процессов возбуждения и торможения. Такие собаки наиболее легко поддаются дрессировке, у них хорошо закрепляются положительные и отрицательные навыки, они активны в работе и легко переключаются с одного действия на другое. Дрессировка собак подвижного типа не требует особых указаний. Лучше всего применять контрастный метод. Однако нельзя забывать, что в процессе дрессировки необходимо придерживаться принципа «от простого к сложному». В противном случае можно «испортить» собаку.

У собак уравновешенного спокойного типа (флегматиков), как и у сангвиников, процессы возбуждения и торможения по силе прояв-

ления находятся в равновесии. Но в отличие от сангвиников процесс возбуждения и торможения в нервной системе этих собак малоподвижен (один процесс медленно заменяется другим). Собаки этого типа характеризуются повышенной двигательной активностью. Положительные и отрицательные условные рефлексы вырабатываются у них медленно, но выработанные условные рефлексы достигают большой четкости. По поведению многие собаки-флегматики кажутся малоподвижными и вялыми. Дрессировке они поддаются нелегко, но закрепленные навыки оказываются весьма стойкими в работе. Эти собаки несколько вялы, но безотказно выполняют требуемые от них действия и очень выносливы. При дрессировке собак этого типа от дрессировщика требуются большая настойчивость и терпение.

Собаки-флегматики трудно переносят быструю смену процессов возбуждения и торможения. Поэтому при первоначальной дрессировке по общему курсу не следует злоупотреблять частыми командами. Таким собакам трудно быстро переходить от одного действия к другому, они нередко нуждаются в повторной команде. В начале дрессировки следует использовать различные команды, чтобы между командой и выполняемыми действиями был достаточный интервал. Учащать подачу команд можно лишь после того, как у собаки установится на них стойкий условный рефлекс. У собак-флегматиков довольно просто воспитать выдержку в различных положениях. Они легко переносят действие сильных механических раздражителей, поэтому при дрессировке можно использовать механический метод. Однако принуждением не следует злоупотреблять.

Для собак слабого типа (меланхоликов) характерны слабые процессы возбуждения и торможения. Поэтому в результате большого напряжения у них легко нарушается нервная деятельность. Некоторые собаки-меланхолики имеют относительную подвижность обоих нервных процессов. Условные рефлексы у них вырабатываются нестойко, однако четкое дифференцированное торможение возникает сравнительно легко.

Встречаются собаки, для которых при слабости обоих нервных процессов характерна малая подвижность. Условные рефлексы у них нестойки и вырабатываются медленно, дифференцированное торможение недостаточное.

У собак слабого типа часто наблюдается пассивно-оборонительная реакция, но ее нельзя считать основным признаком слабости нервной системы. Собаки этого типа малопригодны для дрессировки и использования.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Как собаки поддаются дрессировке?
2. Чем обусловлено различие в поведении собак?
3. От чего зависят типы высшей нервной деятельности?
4. Охарактеризовать собак возбудимого типа.
5. Как у собак возбудимого типа образуются положительные и тормозные условные рефлексы?
6. Каково дифференцированное торможение у собак возбудимого типа?
7. Описать собак уравновешенного подвижного типа.
8. Как вырабатываются условные рефлексы у собак уравновешенного подвижного типа?
9. Описать собак уравновешенного спокойного типа.
10. Как формируются условные рефлексы у собак уравновешенного спокойного типа?
11. Описать собак слабого типа.

## Глава 2.11.

# ФИЗИОЛОГИЯ ЖЕЛЕЗ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ

Железы внутренней секреции образуют гормоны, поступающие непосредственно в кровь или лимфу и участвующие в регуляции различных функций в организме. К ним относятся гипофиз, эпифиз, щитовидная, околощитовидные, вилочковая, поджелудочная железы, надпочечники, половые, а также группа клеток плаценты и некоторые другие образования.

Гормоны имеют важное значение. Они необходимы для нормальной жизнедеятельности всего организма. По характеру действия на ткани гормоны делят на три группы:

- 1) метаболические, обуславливающие изменение обмена веществ;
- 2) морфогенетические, стимулирующие процесс дифференциации тканей органов, роста и метаморфоза;
- 3) корригирующие, оказывающие влияние на изменение функций организма или отдельных органов.

Гормоны обладают рядом специфических свойств. Они действуют лишь на определенные органы и функции. Обладают высокой биологической активностью. Большинство из них не имеют видовой специфичности. Гормоны действуют лишь на процессы, происходящие в клетках. Не вызывают особых биохимических реакций: они лишь усиливают или замедляют существующие в организме функции и процессы. Сравнительно быстро разрушаются в организме, поэтому необходимо постоянное выделение их эндокринными железами.

*Гормоны гипофиза.* Гипофиз по функциональному значению занимает главное место в системе гормональной регуляции. Он выделяет большое количество гормонов (около 20) и регулирует эндокринные железы. Наиболее значимыми гормонами гипофиза являются вазопрессин и окситоцин.



Вазопрессин усиливает всасывание воды стенками собирательных трубок почки из первичной мочи, уменьшает диурез. Он вызывает сокращение гладкой мускулатуры сосудов, что обуславливает повышение артериального давления.

Окситоцин вызывает сокращение гладкой мускулатуры матки, мочевого пузыря и кишечника. Наличие этого гормона является обязательным для нормального протекания родов. Под воздействием окситоцина происходит выведение молока (рефлекс молокоотдачи).

Гипофиз непосредственно связан с гипоталамусом. Эта связь называется гипоталамо-гипофизарной системой.

В *гипоталамусе* образуются физиологически активные вещества (релизинг-факторы), которые поступают в переднюю долю гипофиза по кровеносной системе, а в заднюю — по аксонам нервных клеток. Эти вещества стимулируют образование гормонов гипофиза и даже рассматриваются предшественниками гипофизарных гормонов.

Таким образом гипофиз координирует действие всех желез внутренней секреции, при этом его активность регулирует гипоталамус, поэтому можно говорить о гипоталамо-гипофизарной системе организма.

*Гормоны эпифиза*, или шишковидной железы, являются образованием промежуточного мозга и анатомически и физиологически связаны с таламусом.

По химической структуре делятся на индоламины и пептиды.

**Г р у п п а   и н д о л а м и н ы.** Мелатонин снижает активность половых желез, его суточное колебание зависит от освещенности и от состояния сетчатки глаза, поэтому его называют «третий глаз».

**Г р у п п а   п е п т и д ы.** Аргинин-вазотоцин, который угнетает секрецию фолликулостимулирующего (у самцов вызывает развитие семенных канальцев в семенниках, стимулирует сперматогенез, у самок — развитие фолликулов в яичниках) и лютеинизирующего (регулирует образование и выделение яичниками женских половых гормонов и семенниками мужских половых гормонов, у самок вызывает овуляцию и развитие желтого тела) гормонов. Также здесь вырабатывается пинеальный антигонадотропный гормон, который тормозит развитие гонад.

Таким образом гипофиз регулирует циклические процессы в организме.

*Гормоны щитовидной железы.* Основными гормонами щитовидной железы являются тироксин, трийодтиронин и тиреокальцитан.

Гормоны щитовидной железы воздействуют на рост, развитие и половое созревание организма. Увеличивают молочную продуктивность и содержание жира в молоке.

*Гормон околощитовидных желез.* Околощитовидные железы выделяют гормон паратиреоидин, или паратгормон, регулирующий обмен кальция и фосфора в организме. При его недостатке понижается, а при избытке повышается содержание кальция в крови. Паратгормон активизирует функцию остеокластов, разрушающих костную ткань. Кроме того, он усиливает всасывание кальция в кишечнике и процессы его обратного всасывания в канальцах почек. В результате концентрация кальция в крови повышается. Одновременно снижается уровень фосфора в крови, так как паратгормон усиливает выделение фосфатов с мочой.

*Гормоны поджелудочной железы.* Поджелудочная железа — смешанная железа: секреторный эпителий ее выделяет поджелудочный сок, а островки Лангерганса — гормоны инсулин и глюкагон. Эпителий мелких протоков железы вырабатывает гормон липокаин.

При недостаточном выделении поджелудочной железой инсулина развивается диабет, при котором нарушается процесс образования гликогена в печени и мышцах, понижается способность клеток использовать сахар, и он в большом количестве появляется в крови (гипергликемия) и моче (глюкозурия).

*Гормоны вилочковой железы.* В настоящее время вилочковую железу (тимус) рассматривают как центральный орган иммунитета, так как в ней происходит созревание Т-лимфоцитов, которые отвечают за клеточный иммунитет, т. е. способность распознавать, находить и уничтожать чужеродное.

Гормоном вилочковой железы является тимозин — иммуномодулятор, влияющий на углеводный обмен, обмен кальция и нервно-мышечную передачу. Особенно больших размеров вилочковая железа достигает у новорожденных животных, а в возрасте до 0,6 мес. в норме подвергается инволюции (обратное развитие) и у взрослых животных отсутствует.

*Гормоны надпочечников.* Корковый и мозговой слои надпочечников выполняют разные физиологические функции, выделяя гормоны, резко отличающиеся по своему действию.

*Гормоны коркового вещества* — кортикостероиды — вырабатывают три зоны:

1) клубочковая зона (самая поверхностная) вырабатывает гормоны — минералокортикоиды (альдостерон, дезоксикортикостерон), которые влияют на водно-солевой обмен, тем самым действуя на

почки. Избыток этих гормонов приводит к задержке воды и повышению АД, а их недостаток — к обезвоживанию организма;

2) пучковая зона (средняя) выделяет гормоны — глюкокортикоиды (кортизон и кортикостерон), которые являются мощными иммунодепрессантами (подавляют воспалительные реакции) и десенсибилизаторами (подавляют аллергические проявления). Также глюкокортикоиды влияют на углеводный обмен, стимулируют синтез гликогена в мышцах, тем самым повышая работоспособность. Особенно велика роль их при больших мышечных напряжениях, действии сверхсильных раздражителей, недостатке кислорода. В подобных условиях вырабатывается большое количество глюкокортикоидов, которые обеспечивают приспособление организма к этим чрезвычайным условиям (стресс-реакция);

3) сетчатая зона вырабатывает половые гормоны — андрогены (мужские) и эстрогены и прогестерон (женские). Они влияют на развитие скелета и формирование вторичных половых признаков. Выработка гормонов противоположного пола тормозится половыми железами. Поэтому при кастрации (удаление половых желез) развиваются вторичные половые признаки противоположного пола. Те же явления наблюдаются при гиперфункции сетчатой зоны.

Гиперфункция надпочечников приводит к развитию бронзовой, или адиссоновой, болезни. Она характеризуется, кроме бронзовой окраски кожи (отсюда название), резким похуданием, мышечной слабостью, гипотонией.

*Мозговое вещество* надпочечников вырабатывает катехоламины — адреналин и норадреналин.

Адреналин имеет широкий диапазон действия. Он оказывает влияние на ССС, в частности сужает сосуды, тормозит движения пищеварительного тракта, вызывает расширение зрачка, восстанавливает работоспособность утомлённых мышц, усиливает углеводный обмен, суживает сосуды кожи и другие периферические сосуды. Выход адреналина в кровь связан с возбуждением симпатической нервной системы. При различных экстремальных состояниях (охлаждение, чрезмерное мышечное напряжение, боль, ярость, страх — стресс-реакция) в крови увеличивается содержание адреналина.

Норадреналин способствует поддержанию тонуса кровеносных сосудов, вырабатывается в синапсах и участвует в передаче возбуждения с симпатических нервных волокон на иннервируемые органы.

Недостатка катехоламинов в крови не наблюдается, так как они могут вырабатываться в организме другими хромофильными тканями. Избыток их возникает при опухолях надпочечников и при резко

увеличенной выработке этих гормонов. В результате возникает бес-  
предельная нагрузка на ССС, АД достигает более 300 мм рт. ст.

*Гормоны половых желез.* Кроме образования половых клеток, половые железы выделяют гормоны: семенники — андрогены, яичники — эстрогены.

К мужским половым гормонам относятся тестостерон, андростерон, изоандростерон. Наиболее активен тестостерон.

Андрогены влияют на развитие половых органов, обмен веществ и половое поведение животных, на обмен веществ в органах, увеличивая синтез белка и уменьшая количество жира. Тестостерон участвует в завершении спермиогенеза.

К женским половым гормонам относятся эстрон, эстрадиол, эстриол. Они образуются в яичниках.

Эстрогены у молодых самок стимулируют рост яйцеводов, матки, влагалища, молочных желез. У половозрелых самок они вызывают в слизистой оболочке матки, влагалища и яйцеводах гиперемию, а также течку. Повышают половую активность самок, обмен веществ и развитие вторичных половых признаков.

К эстрогенам относится также гормон желтого тела — прогестерон. Во время беременности этот гормон у некоторых видов животных вырабатывается также и плацентой.

Основное физиологическое действие прогестерона связано с обеспечением процессов оплодотворения, беременности, родами и лактацией. Он тормозит образование фолликулов в яичнике и процесс овуляции, поэтому у беременных животных не проявляется течка и охота.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. В чем основная функция желез внутренней секреции?
2. На какие группы делятся гормоны по характеру действия на ткани?
3. Каковы свойства гормонов?
4. Описать гормоны щитовидной железы.
5. Описать гормоны околощитовидных желез.
6. Описать гормоны поджелудочной железы.
7. Описать гормоны надпочечников.
8. Описать гормоны половых желез.
9. Описать гормоны гипофиза.
10. Описать релизинг-факторы гипоталамуса.

## **Глава 2.12.**

# **ФИЗИОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ САМЦОВ И САМОК**

Половые клетки обособляются от остальных еще до начала формирования тканей и органов собаки. Это так называемые первичные половые клетки; вначале они мало чем отличаются от соматических, кроме того, что долгое время не претерпевают никаких изменений — они не делятся, не продуцируют никаких веществ, не приобретают специфических черт (не дифференцируются). Изменяться половые клетки начинают только во время полового созревания организма.

Процесс превращения первичных половых клеток в гаметы (зрелые половые клетки; клетки, способные к оплодотворению) проходит в половых железах и состоит из нескольких этапов.

На первом этапе исходные клетки размножаются путем обычного деления, так что число их увеличивается, но при этом сохраняется двойной (диплоидный) набор хромосом, точно такой же, как во всех остальных клетках тела.

На втором этапе клетки растут, накапливают энергию и питательные вещества, необходимые для развития будущего организма. Далее следует очень важный период — созревание, во время которого половые клетки вновь делятся (проходят два деления подряд), но уже другим способом, так что набор их хромосом становится одинарным (гаплоидным).

И последний этап — формирование специфических органоидов, необходимых для осуществления оплодотворения; к их числу относятся оболочки клеток, которые имеют сложное строение и целый ряд специальных функций, жгутик сперматозоида и др.

Таким образом, гаметы (зрелые половые клетки) уже значительно отличаются от других клеток строением и одинарным набором хромосом. Покинув половую железу, они не способны самостоятельно поддерживать жизнедеятельность и существуют благодаря секре-

там половой системы, и то недолго: если оплодотворение не происходит, они гибнут и разрушаются. На путь необратимых изменений (после которых возможны только либо слияние двух гамет, либо их гибель) вступают не сразу все половые клетки, имеющиеся в организме, они включаются в этот процесс постепенно, так что гонады производят гаметы с более (у самок) или менее (у самцов) строгой периодичностью.

Половые железы начинают функционировать тогда, когда организм завершит основные этапы формирования всех систем органов. Начало работы половой системы означает достижение половой зрелости и примерно маркирует переход во взрослое состояние (дефинитивное, т. е. окончательно развитое). Отрезок онтогенеза от рождения до половой зрелости нередко называют периодом развития, что не совсем верно по сути и, главное, вносит путаницу в вопрос о сроках полового созревания у собак.

Половая активность самцов определяется индивидуальными особенностями и внешними факторами, но из числа последних ведущую роль играет готовность самок. Работа половой системы самцов, как бы не имеет собственного ритма, он задается половой активностью самки, что и синхронизирует их физиологические процессы в природе. У собак период размножения слабо зависит от времени года, однако весной и осенью пустует больше сук, чем зимой и летом.

Созревание мужских половых клеток требует определенного времени (нескольких суток), а сигналом к началу развития новой партии является расход запаса сперматозоидов. Теоретически половые железы кобеля, в отличие от половых желез суки, могут работать непрерывно (по мере расхода семени), если интервал между спариваниями будет таков, что успеет восстановиться запас половых клеток. Однако не следует думать, что кобель может непрерывно участвовать в размножении, так как практически это неосуществимо. Процессы созревания половых клеток, формирования и выведения семени и особенно сам акт совокупления требуют больших энергетических затрат и значительной нагрузки на нервную систему. Половая доминанта — одна из самых сильных у собак, и в норме она подавляет многие потребности организма, поддерживая его в повышенном эмоциональном состоянии. В природе в период высокой половой активности (период гона) самец в течение тех дней, когда самка готова к спариванию, может осуществлять даже несколько совокуплений за сутки. Но затем наступает период длительного покоя, во время которого оба партнера восстанавливают свои силы (отдыхают физически и эмоционально).

Опыт разведения показывает, что сильный и физически здоровый кобель способен проявлять половую активность многократно с небольшими интервалами в несколько суток. Однако длительное использование производителя в таком «повышенном режиме», несомненно истощает его нервную систему, подрывает здоровье и через непродолжительное время (2–3 года) приводит к половой пассивности и дряхлости, к преждевременному старению.

Интервал между периодами половой активности суки (когда гонады продуцируют зрелые яйцеклетки) может длиться от 4 до 8–10 мес., но чаще составляет около 6 мес. Весь период — от начала созревания очередной партии яйцеклеток до начала созревания следующей — называется половым циклом, в ходе которого у половозрелых сук протекают определенные морфофизиологические и психолого-поведенческие процессы.

У собак различают четыре фазы (стадии) цикла, которые отличаются определенными физиологическими процессами, состоянием слизистой влагалища и матки, а также характерными формами поведения. Первые три фазы сопровождаются кровянисто-слизистыми выделениями из влагалища (влагалищные выделения). Этапность полового цикла регулируется гормонами, важнейшими из которых являются: гонадотропины (секреты гипофиза), эстрогены (продукты фолликул яичников), прогестерон (секрет желтых тел яичников). Половой цикл состоит из следующих этапов:

- предтечка (проэструс) — подготовительный этап, длящийся 7–10 дней. Внешние признаки: половые губы увеличены, отечны, зев шейки матки приоткрыт, выделения из влагалища яркие и обильные. Уже в период предтечки сука вызывает повышенный интерес кобелей, которые при контактах возбуждаются, демонстрируют элементы ухаживания, тщательно исследуют мочевые метки, оставленные ею;

- собственно течка (эструс) — период овуляции и готовности суки к спариванию. Продолжается в среднем 3–5 дней, но может растягиваться до 10 дней или значительно сокращаться. Внешние признаки: влагалищные выделения становятся почти бесцветными или слабоокрашенными; канал шейки матки раскрыт, половые губы набухают так сильно, что кажутся приоткрытыми. При почесывании или похлопывании крупы сука отводит хвост на сторону и принимает устойчивое положение, расставляя задние ноги. Прикосновение к петле, особенно в ее нижней части, где расположен клитор, возбуждает суку, она приподнимает и опускает половые губы. В этот период оба партнера испытывают сильнейшее половое влечение; сука охотно подпускает кобеля и позволяет делать садки;

- послетечка (метэструс) — переходная стадия к периоду покоя (если оплодотворение не произошло); она продолжается 30–60 дней. Внешние признаки: выделения из влагалища резко уменьшаются и могут быть совсем незаметны, припухлость половых губ исчезает. Половое возбуждение и кобеля, и суки снижается; кобель еще может проявлять активность в первые дни после течки, но сука обычно агрессивно реагирует на его ухаживания. В том случае, если оплодотворение произошло и началось развитие эмбрионов, период релаксации (возвращения к исходному состоянию) начинается после родов и завершения лактации (выкармливания молоком);

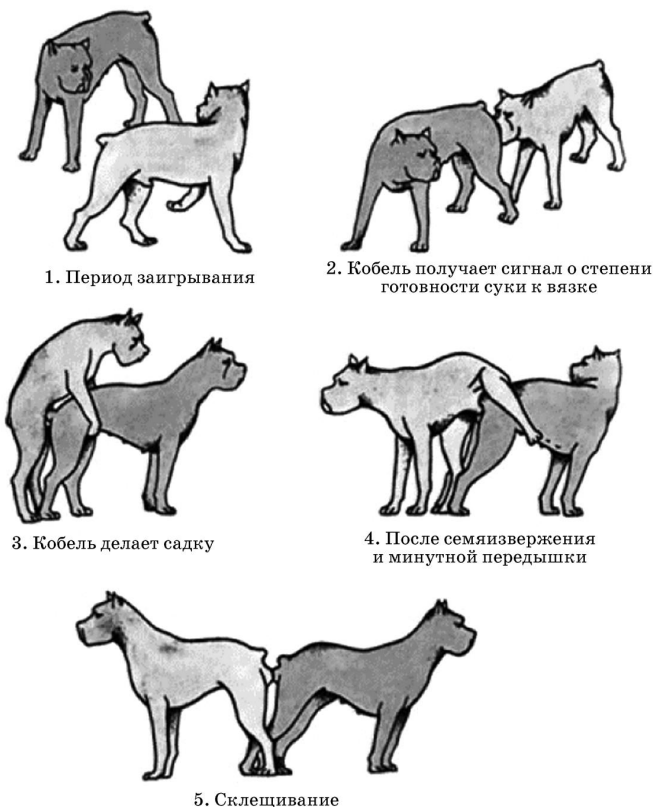
- период покоя или межтечка (анэструс, диэструс) — период между пустовками, который длится 90–130 дней. К концу межтечки под влиянием гонадотропина гипофиза стимулируется рост очередной порции фолликул (и созревание яйцеклеток), т. е. начинается новый цикл.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ**

1. Как развиваются половые клетки?
2. Как развиваются гаметы?
3. Описать процесс жизнедеятельности гамет.
4. Когда начинают развиваться половые железы?
5. Чем определяется половая активность самцов?
6. Из скольких фаз состоит половой цикл суки?
7. Описать проэструс.
8. Описать эструс.
9. Описать метэструс.
10. Описать диэструс.



## Глава 2.13. ОПЛОДОТВОРЕНИЕ, БЕРЕМЕННОСТЬ, РОДЫ. ФИЗИОЛОГИЯ ЛАКТАЦИИ



**Рис. 33**  
Схема размножения собаки [3]

Во время совокупления происходит выброс спермы и других секретов половой системы кобеля в половые пути суки; этот процесс называется эякуляцией, а извергаемая жидкость — эякулятом. Различают три стадии эякуляции. На первой выбрасывается прозрачная, слизистая жидкость, не содержащая сперматозоидов. Происходит это почти сразу после того, как самец нашел вход во влагалище; этот первый эякулят играет роль смазки, облегчая движение полового члена, а затем и прохождение спермы. После того, как влагалище плотно охватывает пенис, выбрасывается второй эякулят — густоватая жидкость, почти белого цвета, содержащая сперматозоиды. Эта вторая стадия эякуляции в норме проходит через несколько секунд после первой, еще до образования полного замка. Сперма выбрасывается довольно сильной струей, что обеспечивает ее попадание как можно дальше в половые пути суки; этому способствует также и движения полового члена. Еще через несколько секунд, примерно на стадии образования замка, выбрасывается третий эякулят — жидкость, содержащая секреты предстательной железы, которые оказывают активизирующее действие на сперматозоиды.

Оплодотворение — процесс слияния половых клеток самца (спермия) и самки (яйцеклетки) и образования зиготы, которая обладает двойной наследственностью и дает начало новому организму.

Процесс оплодотворения яйцеклетки происходит по типу моноспермии и включает в себя несколько стадий. Первая стадия характеризуется денудацией — рассеиванием клеток яйценосного бугорка. Ведущая роль при этом принадлежит ферменту акросомы гиалуронидазе. На второй стадии головка и шейка спермия проникают в цитоплазму яйцеклетки, вызывая в прозрачной и вителлиновой оболочках яйцеклетки морфофункциональные изменения, блокирующие проникновение в ооцит других спермиев. На третьей стадии образуются пронуклеусы. Пронуклеус самца активирует второе мейотическое деление ооцита и формирование пронуклеуса самки. На четвертой стадии оба пронуклеуса сближаются и сливаются, образуя зиготу. Процесс слияния пронуклеусов называется сингамией.

Полиспермию, или оплодотворение одной яйцеклетки несколькими спермиями, у собак практически не наблюдают, но при вольном спаривании часто встречается суперфекундация — оплодотворение нескольких яйцеклеток спермиями разных самцов.

С момента оплодотворения начинается беременность.

Под беременностью понимают физиологическое состояние организма самки в период плодоношения. Во время беременности из микроскопической оплодотворенной яйцеклетки развивается плод,

способный к внеутробному существованию. Продолжительность беременности у собак, отсчитываемая со дня первого осеменения, в среднем составляет 63 дня. Физиологический срок вынашивания плодов колеблется от 58 до 71 дня. Длительность плодоношения зависит от породы, числа плодов в матке, возраста самки, условий кормления и содержания, продолжительности периода от осеменения до овуляции, скорости созревания и старения половых клеток и др.

У плацентарных животных процесс внутриутробного развития принято условно делить на три периода: 1) начальный, или преимплантационный, период дробления; 2) эмбриональный, или дифференциации; 3) плодный, или роста. Между этими периодами нет четкой границы, поэтому данные литературы об их продолжительности неоднозначны.

Родовой акт — физиологический процесс, заключающийся в выведении плода (плодов) из организма суки, изгнании плодных оболочек (последа) и плодных вод благодаря активным, периодически повторяющимся сокращениям мускулатуры матки (схваткам) и ритмичным сокращениям мышц живота (потугам) с участием всего организма самки и плода.

О времени наступления родов у собак можно судить по дате осеменения, сроку беременности, установленному по данным трансабдоминальной пальпации, УЗИ, а также по ряду признаков, которые называют предвестниками родов. У собак к ним относят: увеличение объема живота, расслабление тазовых связок и брюшных мышц, гипертрофию молочных желез, появление молозива, набухание половых губ, выделения из половых органов, изменения в поведении животного, приготовление «гнезда» для родов, гипотермию и др.

Увеличение объема живота отмечают за 7–14 дней до родов. Степень увеличения зависит от числа вынашиваемых плодов. За несколько дней до родов тазовые связки и мышцы живота расслабляются, в результате чего крестец западает, а нижняя брюшная стенка заметно провисает. Вокруг молочных желез выпадают волосы, собака начинает готовить «гнездо» для родов. За 24–48 ч до родов она, как правило, становится беспокойной, часто облизывает половые губы. Дыхание и мочеиспускание учащаются, температура тела снижается примерно на 0,5–1°C. Животные обычно отказываются от еды, иногда у них регистрируют жажду. Часто наблюдают слизистые или со следами крови выделения из половой щели. Сроки появления молока у собак сильно варьируют: у некоторых самок молоко появляется за 2 недели до родов, у других — в процессе родов. Приготовление

«гнезда» для родов и выделение молозива — ненадежные предвестники родов, поскольку эти признаки часто регистрируют у собак и при ложной беременности. Точно предсказать время наступления родов не представляется возможным, поэтому за животным внимательно наблюдают и учитывают весь комплекс признаков.

Роды протекают нормально только при правильном расположении плода (плодов) в родовых путях самки. О расположении плода судят по нескольким далее перечисленным показателям:

- положение — отношение продольной оси тела плода к продольной оси тела матери;
- позиция — отношение спины плода к стенкам живота матери;
- предлежание — отношение анатомической области плода к входу в таз;
- членорасположение — положение головы, конечностей и хвоста плода по отношению к туловищу.



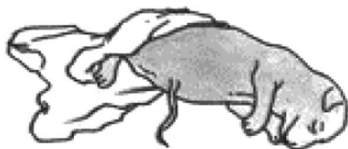
Из половой щели появился околоплодный пузырь с жидкостью, в котором заключен щенок



Щенок выходит целиком, все еще в пузыре и обычно вперед головой



Сука освобождает щенка и тщательно его вылизывает



Голову щенка нужно освободить в первую очередь, чтобы он мог сделать первый вдох

**Рис. 34**  
Роды у собаки [3]

Первая стадия родов, или подготовительная, характеризуется расслаблением и раскрытием канала шейки матки, истечением густой слизи (родовые паводки), проникновением во влагалище околоплодных оболочек и предлежащих анатомических частей плода (при головном предлежании — головы и передних конечностей, при тазовом — задних конечностей).

Вторая стадия родов, или выведение плода, начинается с момента отхождения первых околоплодных вод и заканчивается рождением щенка.

Третья стадия родов, или послеродовая, начинается с момента рождения щенка и заканчивается изгнанием последа.

Послеродовой период — это время от изгнания околоплодных оболочек до завершения инволюции (обратное развитие) половых и других органов самки.

У собак молочные железы располагаются двумя рядами на нижней поверхности тела, по обеим сторонам от средней линии. Обычно они симметричны, но могут быть и асимметричны. По топографии их разделяют на грудные, брюшные и паховые. У собак обычно 5 пар молочных желез, но может быть 4 или 6; иногда бывает нечетное количество сосков: 9, 11 или 13.

Форма соска в большинстве случаев коническая, размеры его зависят от величин животных. Кaudальные соски, как и сами молочные железы, более развиты. Соски хищных богаты мышечными элементами, кожа соска может быть пигментирована. В соске собаки обычно 6–12 протоков, доходя в некоторых случаях до 20–22. Каждый сосковый канал у основания соска образует заметное расширение — синус.

*Лактация* — сложный физиологический процесс образования и выделения молока. Лактационный период — время, в течение которого молочная железа синтезирует и выделяет молоко.

На длительность лактации оказывают влияние упитанность и возраст самок, число детенышей в помете и другие факторы. У собак лактация в среднем продолжается 5–6 недель, но в отдельных случаях она может продолжаться до 8–10 недель. В случае мертворождения или гибели щенков сразу же после родов секрция молока у сук прерывается на 4–14 сутки.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Как происходит процесс эякуляции?
2. Что такое оплодотворение?

3. Как происходит оплодотворение?
4. Что такое беременность?
5. Из каких периодов состоит беременность у плацентарных животных?
6. Что такое родовой акт?
7. Как можно определить время наступления родов у собаки?
8. Как можно определить правильность расположения плода?
9. Описать первую стадию родов.
10. Описать вторую стадию родов.
11. Описать третью стадию родов.
12. Что такое послеродовой период?
13. Особенности молочных желез у собак.
14. Какие факторы влияют на длительность лактации?

## **Глава 2.14.**

# **ФИЗИОЛОГИЯ АДАПТАЦИИ ЖИВОТНЫХ**

Адаптация (от *лат.* «приспособление») — это эволюционно выработанные и наследственно закрепленные особенности живых организмов, которые обеспечивают их нормальную жизнедеятельность в изменяющихся условиях среды.

Адаптации проявляются на разных уровнях организации живой материи — от биохимии клеток и поведения отдельных организмов до строения и функционирования сообществ и экосистем.

Существуют следующие формы адаптаций живых организмов к внешним условиям среды: морфологические, биохимические, физиологические и поведенческие (этологические).

Морфологические адаптации — это наличие таких особенностей внешнего строения, которые способствуют выживанию и успешной жизнедеятельности организмов в обычных для них условиях.

Морфологический тип приспособления животного к определенным условиям среды обитания и образу жизни называют жизненной формой организма (вида).

При этом разные виды могут иметь сходную жизненную форму, если ведут близкий образ жизни.

Анализ разнообразных видов животных дает возможность судить об особенностях их местообитаний, образе жизни того или иного вида и путях приспособления организмов к различным условиям среды.

Биохимическая адаптация происходит на клеточно-тканевом уровне и проявляется прежде всего в изменении физико-химического состояния веществ, содержащихся в клетках и тканях живых организмов.

Физиологические адаптации связаны с регулированием физиологических функций организма:

- акклиматизация — простейшее физиологическое приспособление организмов к изменению климатических условий существования;

- теплоизоляция — это способность организмов (многие млекопитающие и птицы) к сохранению тепла за счет линьки, развития перьевого или волосяного покровов и накопления подкожного жира;

- терморегуляция — это способность организмов на основе физиологических процессов поддерживать температуру своего тела на постоянном уровне или изменять ее в определенных пределах.

Поведенческие (этологические) адаптации связаны с деятельностью центральной нервной системы, на уровне которой формируются определенные приспособительные формы поведения высших животных.

При всем многообразии приспособлений организмов к внешним условиям среды существует два пути адаптации: по толерантному и резистентному типу.

Адаптация по толерантному типу (от *лат.* «терпеливость», «выносливость») — это пассивный тип адаптации, при котором происходит пассивное подчинение жизненных функций организмов неблагоприятным условиям среды. Элементы пассивного приспособления выражаются в снижении уровня метаболизма, замедлении процессов жизнедеятельности (состояние спячки или оцепенения у высших животных) или временной, обратимой остановке всех жизненных процессов (состояние анабиоза у растений или низших животных).

Переход в состояние глубокого анабиоза, при котором практически полностью останавливается обмен веществ, существенно расширяет возможности выживания организмов в самых экстремальных условиях.

Адаптация по резистентному типу (от *лат.* «сопротивление», «противодействие») — это активный тип приспособления, при котором специфические адаптивные механизмы позволяют организму сохранять свою структуру и физиологические свойства на фоне меняющихся внешних условий среды без нарушения нормальных жизненных функций организмов.

Благодаря этому типу адаптации все живые организмы находятся в состоянии динамического равновесия с окружающей средой, которое называется гомеостазом.

Гомеостаз — это состояние динамического равновесия организма со средой, при котором организм сохраняет свои свойства и способность к осуществлению жизненно важных функций на фоне меняющихся внешних условий.

Существует еще и третий путь адаптации — избегание неблагоприятных воздействий — это выработка организмом таких жизнен-



ных циклов, при которых наиболее уязвимые стадии его развития завершаются в самые благоприятные периоды года.

Миграции — это обычный для животных путь приспособления к неблагоприятным периодам.

Избегание неблагоприятных воздействий свойственно организмам в той или иной мере как при активном, так и при пассивном путях адаптации к среде.

Наиболее часто приспособление вида к среде осуществляется определенным сочетанием всех трех возможных путей адаптаций.

Способность организмов к адаптации — это одно из основных свойств жизни вообще, обеспечивающее саму возможность ее существования, способность организмов выживать и размножаться.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ**

1. Что такое адаптация?
2. На каких уровнях проявляются адаптации?
3. Какие формы адаптации существуют?
4. Описать морфологические адаптации.
5. Описать биохимические адаптации.
6. Описать физиологические адаптации.
7. Описать этологические адаптации.
8. По каким двум типам могут проходить адаптации?
9. Что такое адаптация по толерантному типу?
10. Что такое адаптация по резистентному типу?
11. Что такое гомеостаз?
12. Какой третий путь адаптации существует?
13. Что такое миграции?
14. Каков биологический смысл адаптации?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Васильев, А. П.* Анатомия и физиология животных / А. П. Васильев, Н. В. Зеленовский, Л. К. Логинова. — М. : Академия, 2007. — 464 с.
2. *Дзержинский, Ф. Я.* Сравнительная анатомия позвоночных животных. — М. : Аспект-Прес, 2007. — 304 с.
3. *Климов, А.* Анатомия домашних животных / А. Климов, А. Акаевский. — СПб. : Лань, 2008. — 1040 с.
4. *Скопичев, В. Г.* Морфология и физиология животных : учеб. пособие / В. Г. Скопичев, В. Б. Шумилов. — СПб. : Лань, 2005. — 416 с.
5. *Хрусталева, И. В.* Анатомия домашних животных : учебник / И. В. Хрусталева, Н. В. Михайлов, Я. И. Шнейберг [и др.]. — 3-е изд., испр. — М. : Колос, 2006. — 704 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| Введение .....  | 3  |
| Раздел 1. Анатомия собак .....  | 5  |
| Глава 1.1. Введение в анатомию .....  | 6  |
| Вопросы для самоконтроля .....  | 9  |
| Глава 1.2. Костная система. Мышечная система .....  | 11 |
| Вопросы для самоконтроля .....  | 18 |
| Глава 1.3. Строение и функции кожи и ее производных .....   | 20 |
| Вопросы для самоконтроля .....  | 23 |
| Глава 1.4. Спланхнология. Пищеварительный аппарат .....   | 24 |
| Вопросы для самоконтроля .....  | 28 |
| Глава 1.5. Дыхательный аппарат. Мочеполовой аппарат .....   | 30 |
| Вопросы для самоконтроля .....  | 35 |
| Глава 1.6. Центральная, периферическая, вегетативная<br>нервная система. Анатомия нервной системы ..... | 36 |
| Вопросы для самоконтроля .....  | 40 |
| Глава 1.7. Анатомия сосудистой и кровеносной систем .....   | 42 |
| Вопросы для самоконтроля .....  | 46 |
| Глава 1.8. Лимфатическая система. Органы гемо-<br>и лимфопозза .....                                    | 48 |
| Вопросы для самоподготовки .....  | 49 |
| Глава 1.9. Строение и функции анализаторов .....  | 50 |
| Вопросы для самоподготовки .....  | 54 |
| Глава 1.10. Строение и функции желез внутренней<br>секреции .....                                       | 55 |
| Вопросы для самоподготовки .....  | 57 |
| Раздел 2. Физиология собак .....  | 59 |
| Глава 2.1. Введение в физиологию. Физиология системы<br>крови .....                                     | 60 |
| Вопросы для самоподготовки .....  | 65 |

|  |     |
|--|-----|
| Глава 2.2. Физиология кровообращения. Физиология<br>сосудистой системы ..... | 66  |
| Вопросы для самоподготовки .....   | 69  |
| Глава 2.3. Физиология дыхания .....  | 71  |
| Вопросы для самоподготовки .....   | 74  |
| Глава 2.4. Физиология пищеварения .....                                      | 76  |
| Вопросы для самоподготовки .....   | 79  |
| Глава 2.5. Физиология обмена веществ и энергии .....                         | 80  |
| Вопросы для самоподготовки .....   | 85  |
| Глава 2.6. Физиология выделения .....  | 86  |
| Вопросы для самоподготовки .....   | 88  |
| Глава 2.7. Физиология возбудимых тканей .....                                | 89  |
| Вопросы для самоподготовки .....   | 90  |
| Глава 2.8. Физиология центральной нервной системы .....                      | 92  |
| Вопросы для самоподготовки .....   | 96  |
| Глава 2.9. Физиология высшей нервной деятельности .....                      | 97  |
| Вопросы для самоподготовки .....   | 105 |
| Глава 2.10. Определение типов нервной системы .....                          | 107 |
| Вопросы для самопроверки .....   | 111 |
| Глава 2.11. Физиология желез внутренней секреции .....                       | 112 |
| Вопросы для самопроверки .....   | 116 |
| Глава 2.12. Физиология размножения самцов и самок .....                      | 117 |
| Вопросы для самопроверки .....   | 120 |
| Глава 2.13. Оплодотворение, беременность, роды.<br>Физиология лактации ..... | 121 |
| Вопросы для самопроверки .....   | 125 |
| Глава 2.14. Физиология адаптации животных .....                              | 127 |
| Вопросы для самопроверки .....   | 129 |
| Список литературы .....  | 130 |

*Юлия Сергеевна ЛУЦАЙ,  
Лия Викторовна ТКАЧЕНКО*

## **ОСНОВЫ АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ СОБАК**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

*Издание второе, стереотипное*

Зав. редакцией ветеринарной  
и сельскохозяйственной литературы *Т. В. Карпенко*

ЛР № 065466 от 21.10.97

Гигиенический сертификат 78.01.10.953.П.1028  
от 14.04.2016 г., выдан ЦГСЭН в СПб

**Издательство «ЛАНЬ»**

lan@lanbook.ru; www.lanbook.com

196105, Санкт-Петербург, пр. Юрия Гагарина, д. 1, лит. А

Тел./факс: (812) 336-25-09, 412-92-72

Бесплатный звонок по России: 8-800-700-40-71

Подписано в печать 27.10.20.

Бумага офсетная. Гарнитура Школьная. Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>.

Печать офсетная. Усл. п. л. 7,14. Тираж 30 экз.

Заказ № 1405-20.

Отпечатано в полном соответствии  
с качеством предоставленного оригинал-макета  
в АО «Т8 Издательские Технологии».

109316, г. Москва, Волгоградский пр., д. 42, к. 5.