

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра биологии
с курсами нормальной и патологической физиологии

Курс нормальной физиологии

ФИЗИОЛОГИЯ

В ВОПРОСАХ И ОТВЕТАХ

**Рекомендовано учебно-методическим объединением
по высшему медицинскому, фармацевтическому образованию
в качестве учебно-методического пособия для студентов
учреждений высшего образования,
обучающихся по специальностям 1-79 01 01 «Лечебное дело»,
1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело»**

Гомель
Гом ГМУ
2021

УДК 612 (076.3+075.8)

ББК 28.707.3я73

Ф 50

Авторы:

*С. Н. Мельник, Ю. В. Висенберг, Ю. И. Брель, Г. А. Медведева,
Л. А. Шилович, В. А. Кругленя, А. А. Жукова, Е. Н. Рожкова,
Я. И. Фащенко, Е. С. Сукач*

Рецензенты:

***кафедра нормальной физиологии
Витебского государственного ордена Дружбы народов
медицинского университета;***

доктор медицинских наук, профессор,
профессор кафедры теории и методики физической культуры
и спортивной медицины Витебского государственного
университета имени П. М. Машерова

Э. С. Питкевич

Физиология в вопросах и ответах: учеб.-метод. пособие /
Ф 50 С. Н. Мельник [и др.]. — Гомель: ГомГМУ, 2021. — 340 с.
ISBN 978-985-588-217-7

Учебно-методическое пособие составлено по всем разделам нормальной физиологии в форме вопросов с краткими, конкретными ответами на них. Оно иллюстрировано современными схемами, таблицами и рисунками, которые помогут разобраться студенту в физиологических функциях организма на различных уровнях жизнедеятельности, а также в сложных механизмах их регуляции. Пособие подготовлено в соответствии с типовыми программами по нормальной физиологии, утвержденными Министерством образования Республики Беларусь.

Предназначено для студентов 2 курса, обучающихся по специальностям 1-79 01 01 «Лечебное дело», 1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело», учреждений высшего медицинского образования.

УДК 612 (076.3+075.8)

ББК 28.707.3я73

ISBN 978-985-588-217-7

© Учреждение образования
«Гомельский государственный
медицинский университет», 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ	6
ГЛАВА 2. ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ	27
2.1. Мембранный потенциал покоя. Потенциал действия.....	27
2.2. Физиологические особенности скелетных и гладких мышц.....	40
ГЛАВА 3. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ КООРДИНИРОВАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ	51
ГЛАВА 4. ЧАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ	68
4.1. Физиология спинного мозга, ствола, среднего и про- межуточного мозга	68
4.2. Кора больших полушарий. Рефлекторная деятель- ность вегетативной нервной системы	88
ГЛАВА 5. ФИЗИОЛОГИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ	107
ГЛАВА 6. ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ	121
6.1. Механизмы дыхательных движений. Легочные объемы и емкости.....	121
6.2. Газообмен в легких и тканях. Транспорт газов кровью.....	130
6.3. Регуляция дыхания. Функциональные методы иссле- дования дыхательной системы	140
ГЛАВА 7. ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ	154
7.1. Физиология сердца.....	154
7.2. Физиология сосудистой системы	187
ГЛАВА 8. ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ	212
8.1. Пищеварение в полости рта и желудке.....	212
8.2. Пищеварение в кишечнике.....	229

ГЛАВА 9. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ПИТАНИЕ	247
ГЛАВА 10. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ	261
ГЛАВА 11. ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ	270
ГЛАВА 12. ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ.....	287
12.1. Общая физиология сенсорных систем. Зрительный анализатор	287
12.2. Физиология слухового и вестибулярного анализаторов. Мышечная и суставная чувствительность.....	300
12.3. Обонятельный и вкусовой анализаторы. Системные механизмы боли.....	309
ГЛАВА 13. ФИЗИОЛОГИЯ ИНТЕГРАТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬ- НОСТИ МОЗГА	319
ЛИТЕРАТУРА	337

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие предназначено для самостоятельной работы студентов 2 курса, обучающихся по специальностям 1-79 01 01 «Лечебное дело», 1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело» при подготовке к лабораторным занятиям по нормальной физиологии, а также при подготовке к курсовому экзамену по данной дисциплине. Материал пособия составлен в соответствии с типовыми программами по нормальной физиологии для студентов высших медицинских учебных заведений, утвержденными Министерством образования Республики Беларусь от 20.08.2014, № ТД-Л. 387/тип. для специальности 1-79 01 01 «Лечебное дело» и от 20.11.2014, № ТД-Л. 454/тип. для специальности 1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело».

Особенно актуально для студентов факультета иностранных студентов, так как в силу языкового барьера они не всегда могут освоить полный текст учебника, а одной из трудностей при обучении таких студентов является именно отсутствие учебно-методической литературы, адаптированной к их восприятию.

Представленные материалы призваны облегчить усвоение студентами предмета нормальной физиологии и ориентированы на объем, необходимый для сдачи курсового экзамена.

Авторы будут весьма благодарны всем, кто сочтет возможным высказать свои критические замечания в адрес предлагаемого пособия, которые будут восприняты как выражение желания оказать помощь в его улучшении при последующем переиздании.

ГЛАВА 1

ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМА КРОВИ

1. Чем представлена внутренняя среда организма и что такое гомеостаз?

Внутренняя среда организма — это кровь, лимфа и тканевая жидкость, заполняющая промежутки между клетками и тканями.

Гомеостаз — свойство живого организма сохранять относительное динамическое постоянство внутренней среды. Гомеостаз выражается в относительном постоянстве химического состава, осмотического давления, устойчивости основных физиологических функций, pH, температуры и др.

2. Что включает функциональная система крови по Г. Ф. Лангу?

Система крови по предложению Г. Ф. Ланга (1939) включает:

- 1) кровь (в сосудах);
- 2) органы кроветворения — красный костный мозг, лимфатические узлы, селезенка, тимус;
- 3) органы кроверазрушения (печень, костный мозг, селезенка);
- 4) регулирующий нейрогуморальный аппарат.

3. Какие функции кровь выполняет в организме?

Основные функции крови:

- 1) транспортная (перенос различных веществ): дыхательная, трофическая или питательная и экскреторная;
- 2) защитная: содержит факторы гуморального и клеточного иммунитета, участвует в регуляции агрегатного состояния крови;
- 3) гомеостатическая: терморегулирующая, поддержание постоянства кислотно-основного состояния, обеспечение водно-солевого обмена между кровью и тканями и коррелятивная или регуляторная.

4. Что такое гематокрит, чему он равен?

Гематокрит — это часть объема крови, приходящаяся на долю ее клеток. В норме у мужчин 0,42–0,52, у женщин 0,37–0,47, у новорожденных гематокрит на 10 % выше.

5. Что означают понятия нормоволемия, гипо- и гиперволемиа?

Нормальный объем крови называется **нормоволемией**. Увеличение объема крови — **гиперволемиа**. Уменьшение объема крови — **гиповолемия**.

6. Какие типы нормоволемии встречаются?

Нормоволемия бывает простая, олигоцитемическая, полицитемическая.

7. Что такое олигоцитемическая нормоволемия? Как изменяется при этом гематокрит?

Олигоцитемическая нормоволемия — это уменьшение количества форменных элементов на фоне нормального объема циркулирующей крови. Гематокрит снижен.

8. С чем связана полицитемическая нормоволемия? Как изменяется гематокрит?

Полицитемическая нормоволемия характеризуется увеличением числа форменных элементов на фоне нормального объема циркулирующей крови. Гематокрит увеличен.

9. Какие органы относятся к органам депо крови и какое количество крови там депонируется?

Органами депо являются:

- 1) печень. Депонируется сравнительно большое количество крови (до 20 % от общего ее объема);
- 2) селезенка. В селезенке может депонироваться (выключаться из кровотока) до 500 мл (10–16 %) крови;
- 3) кожа. Кровь депонируется в капиллярах и венах (около 10 %);
- 4) легкие. Депонирование крови за счет изменения объема емкости артерий и вен;
- 5) венозная система (рассматривается как депо жидкой части крови, так как в венозную систему поступает значительное количество лимфы).

В качестве депо жидкой части крови можно рассматривать лимфу в лимфатических сосудах.

10. Какое значение имеет депо крови?

Значение депо крови состоит в возможности быстрого увеличения массы циркулирующей крови, необходимой в конкретных условиях для обеспечения потребностей организма в кислороде (при подъеме на высоту, при физической работе и др.).

11. Что означают понятия «плазма крови» и «сыворотка», чем они отличаются?

Плазма — жидкая часть крови, представленная надосадочной жидкостью, полученной после центрифугирования цельной крови с

добавленными к ней антикоагулянтами. Надосадочная жидкость, образующаяся после центрифугирования свернувшейся крови, называется **сывороткой**. В отличие от плазмы в сыворотке нет фибриногена и ряда других плазменных факторов свертывания крови.

12. Из каких компонентов состоит плазма крови?

В состав плазмы входят: вода (90–92 %) и сухой (плотный) остаток (8–10 %), который включает неорганические и органические вещества.

13. Что входит в состав органической части плотного остатка крови?

В состав органической части плазмы входят: белки, ферменты плазмы, глюкоза, небелковые азотсодержащие вещества, мочевины, билирубин, холестерол и триглицериды.

14. Какие белки входят в состав плазмы крови и каково их содержание?

Белками плазмы являются: альбумины (35–55 г/л), глобулины (20–35 г/л), фибриноген (2–4 г/л).

15. В чем заключаются основные функции белков?

К основным функциям белков относят: создание онкотического давления, поддержание рН (буферные свойства), поддержание вязкости крови, участие в свертывании крови, являются факторами иммунитета (иммуноглобулины, белки комплемента), выполняют транспортную функцию, выполняют питательную функцию (пластическую), регулируют функции, обмен веществ (белковые гормоны, ферменты), обеспечивают перераспределение воды между тканями и кровью.

16. Перечислите основные ферменты, входящие в состав плазмы крови.

К основным ферментам плазмы относят: аминотрансферазы, креатинфосфокиназа (КФК), лактатдегидрогеназа (ЛДГ), щелочная фосфатаза (ЩФ), альфа-амилаза.

17. Чем представлена неорганическая часть сухого остатка плазмы крови?

Неорганическую часть составляют: газы (O_2 , азот, CO_2) и минеральные вещества (0,9 %).

18. Какие ионы входят в состав плазмы крови?

Основными катионами плазмы являются Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , основными анионами плазмы являются Cl^- , бикарбонаты HCO_3^- , фосфаты.

19. Назовите основные физико-химические свойства крови?

Основными физико-химическими свойствами крови являются: онкотическое давление, осмотическое давление, относительная плотность, вязкость, рН, СОЭ.

20. Чем создается онкотическое и осмотическое давление крови?

Осмотическое давление создается в основном солями, находящимися в диссоциированном состоянии, а онкотическое давление создается белками (в силу их способности притягивать H_2O).

21. Какую роль в организме выполняет онкотическое давление, какова его величина?

Онкотическое давление равно 0,03–0,04 атм и имеет значение в образовании тканевой жидкости, лимфы, мочи, всасывании воды в кишечнике и перераспределении воды между кровью и тканями.

22. Какую роль выполняет осмотическое давление крови, чему оно равно?

Осмотическое давление составляет 7,6–8,1 атм. Оно имеет существенное значение в поддержании концентрации различных веществ, растворенных в жидкостях организма, и определяет распределение воды между кровью, клетками и тканями.

23. Что такое изотонический раствор, где его используют?

Изотонический раствор — это раствор, осмотическое давление которого равно осмотическому давлению крови (например, 0,85 % раствор NaCl). Его используют в качестве кровезамещающего раствора, растворителя для многих лекарственных веществ, для парентерального введения.

24. Что такое гипо- и гипертонические растворы?

Гипотонический раствор — это раствор, осмотическое давление которого ниже осмотического давления крови (например, 0,3 % раствор NaCl). **Гипертонический раствор** — это раствор, осмотическое давление которого выше осмотического давления крови (например, 2 % раствор NaCl).

25. Какие факторы влияют на вязкость крови?

Вязкость крови повышается при дегидратации организма, увеличении в крови форменных элементов, накоплении CO_2 , повышении содержания белков. Снижение вязкости происходит при гидратации организма, анемии, гипопроотеинемии, снижении свертываемости крови.

26. От чего зависит относительная плотность крови?

Относительная плотность (удельный вес) крови зависит от содержания в ней белков, солей и эритроцитов.

27. Чем определяется и как выражается кислотно-основное состояние крови?

Реакция крови (кислотно-основное состояние (КОС) определяется концентрацией в среде ионов водорода, которое выражается в единицах рН. Концентрацию ионов водорода $[\text{H}^+]$ — водородный показатель — выражают в логарифмической шкале: $\text{pH} = \log 1/[\text{H}^+] = -\log [\text{H}^+]$.

28. Что такое буферная система крови?

Буферными системами называются растворы, обладающие свойствами достаточно стойко сохранять постоянство концентрации водородных ионов как при добавлении кислот или щелочей, так и при разведении.

29. Назовите буферные системы крови. Какие из них имеются в тканях?

К буферным системам относятся: карбонатная, гемоглобиновая, фосфатная, белковая. Буферные системы имеются и в тканях (главными являются белковая и фосфатная).

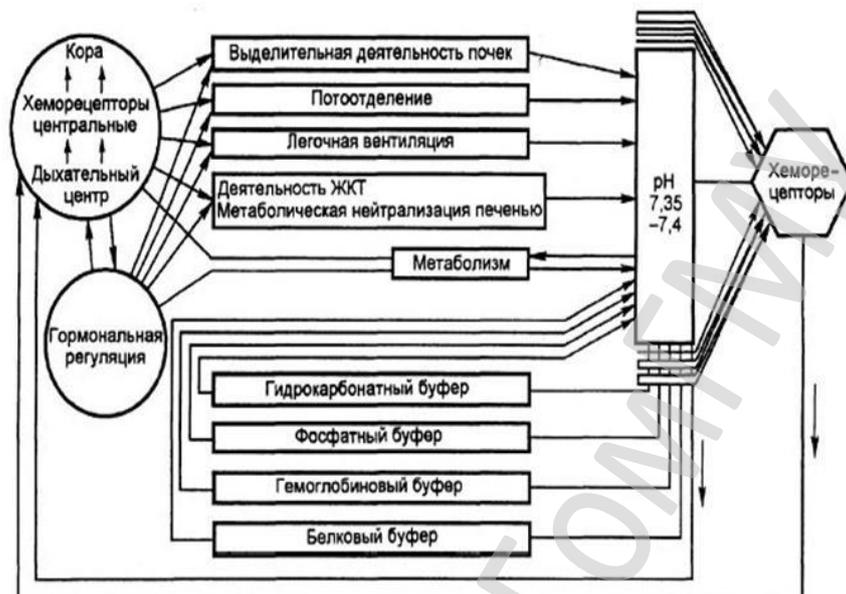
30. Чем образован щелочной резерв крови?

Щелочные соли слабых кислот, содержащиеся в крови, образуют так называемый **щелочной резерв крови**.

31. Какие функциональные системы обеспечивают поддержание рН?

Функциональные системы поддержания рН: дыхательная система, выделительная (почки), желудочно-кишечный тракт, система метаболической нейтрализации (печень, почки).

32. Приведите функциональную систему регуляции рН крови.



33. Что означают понятия «ацидоз» и «алкалоз»?

Сдвиг активной реакции крови в кислую сторону называется **ацидоз**, сдвиг рН в щелочную сторону — **алкалоз**.

34. Что такое компенсированный и некомпенсированный ацидоз?

При поступлении кислот в кровь изменения в крови могут ограничиваться лишь уменьшением щелочного резерва без изменений рН, такое состояние называют **компенсированный ацидоз**. При истощении щелочного резерва и недостаточности защитных механизмов рН смещается за пределы нормы и развивается **некомпенсированный ацидоз**.

35. Какие типы ацидоза и алкалоза выделяют по происхождению?

По происхождению выделяют: газовый ацидоз и газовый алкалоз; а также негазовый ацидоз и негазовый алкалоз.

36. Как проводят исследование кислотно-основного состояния крови?

Исследование кислотно-основного состояния проводится при помощи специальных анализаторов, включающих измерение следующих параметров: рН крови; $p\text{CO}_2$, — парциальное давление CO_2 в крови; $[\text{HCO}_3^-]$ — концентрация гидрокарбоната в крови; ВВ (buffer base) — буферные основания; сумма оснований (анионов)

всех буферных систем крови; BE (base excess) — избыток (недостаток) оснований, является вторичным вычисленным параметром, характеризует отклонение концентрации буферных оснований от нормального уровня.

37. Назовите, какие форменные элементы содержатся в 1 л крови?

В крови содержатся: эритроциты (у мужчин $4,5-5,1 \times 10^{12}/\text{л}$, у женщин $3,7-4,7 \times 10^{12}/\text{л}$), лейкоциты ($4-9 \times 10^9/\text{л}$), тромбоциты ($150-450 \times 10^9/\text{л}$).

38. Какие функции выполняют эритроциты?

Эритроцитам присущи три основные функции: транспортная, защитная и регуляторная.

39. Что такое эритрон?

Общее количество эритроцитов, циркулирующих в крови, находящихся в кровяном депо и костном мозге взрослого человека в обычных условиях, составляет $(25-30) \times 10^{12}/\text{л}$. и называется **эритроном**.

40. Что означают понятия «эритроцитоз» и «эритропения»?

Увеличение количества эритроцитов в крови выше верхней границы физиологической нормы называется **эритроцитозом**. Уменьшение количества эритроцитов в крови ниже нижней границы физиологической нормы — **эритропения**.

41. Что понимают под понятиями «пойкилоцитоз» и «анизоцитоз»?

При некоторых патологических состояниях встречаются эритроциты различной формы (серповидные, мишеневидные, сфероциты и др.), что получило название **пойкилоцитоз**, а также различной величины (микроциты, макроциты, мегалоциты) — **анизоцитоз**.

42. Какова продолжительность жизни эритроцитов, где и как они разрушаются?

Продолжительность жизни эритроцитов (время циркуляции в крови) — 90–120 дней. Основная масса эритроцитов (90 %) разрушается путем фагоцитоза макрофагами селезенки, печени и красного костного мозга. Остальная часть эритроцитов (10 %) распадается непосредственно в кровотоке.

43. Что такое гемоглобин, из чего он состоит?

Гемоглобин — хромопротеид, который состоит из белка глобина (четыре полипептидные цепи — 2 цепи α и 2 цепи β) и четыре пигментных групп (гем).

44. В чем заключается значение гемоглобина?

Функции гемоглобина: транспорт O_2 от легких к тканям, транспорт CO_2 от тканей к легким, участие в регуляции кислотно-основного состояния крови (гемоглобиновая буферная система).

45. Перечислите соединения гемоглобина.

Соединения гемоглобина: оксигемоглобин (HbO_2), карбогемоглобин ($HbCO_2$), карбоксигемоглобин ($HbCO$), метгемоглобин (MetHb), солянокислый гематин (гемин), миоглобин, гемосидерин, гликозилированный гемоглобин (HbA_{1c}).

46. Как вычислить цветовой показатель крови?

Для оценки степени насыщенности эритроцитов гемоглобином вычисляют **цветовой показатель** (ЦП):

$$ЦП = \frac{(Hb \text{ г/л} \times 3)}{\text{Три первые цифры количества эритроцитов}}$$

В норме ЦП = 0,8–1,0 (нормохромные).
ЦП < 0,8 — гипохромные (при анемии).
ЦП > 1,0 — гиперхромные.

47. Какое диагностическое значение имеет цветовой показатель крови?

Определение цветового показателя позволяет провести дифференциальный диагноз при анемиях различной этиологии.

48. Как рассчитать среднюю концентрацию гемоглобина в эритроците?

Средняя концентрация гемоглобина в эритроците (mean corpuscular hemoglobin concentration) — МСНС определяется по формуле:

$$МСНС = \frac{Hb}{Hct} \times 10,$$

где Hb — количество гемоглобина в крови (г/л),
 Hct — гематокритный показатель в %.

49. Какое состояние называют анемией?

Состояние, характеризующееся снижением количества гемоглобина и (или) эритроцитов в единице объема крови, называется **анемией**.

50. Какие виды анемий выделяют в зависимости от причины возникновения?

В зависимости от причины развития анемий выделяют:

- 1) постгеморрагические (после кровопотери);
- 2) анемии, возникающие вследствие нарушения эритропоэза;
- 3) гемолитические.

51. Перечислите основные функции лейкоцитов.

Основная функция лейкоцитов — **защитная** — обеспечение неспецифической резистентности, специфического гуморального и клеточного иммунитета. Лейкоциты формируют мощный кровяной и тканевый барьеры против микробной, вирусной и паразитарной инфекции, осуществляют лизис (растворение) поврежденных тканей — **гистолитическая функция**.

52. Какие функции выполняют моноциты?

Функции моноцитов: неспецифическая защита против микроорганизмов, являются антиген-презентирующими клетками, завершают процесс фагоцитоза в очагах воспаления, участие в регуляции иммунного ответа.

53. Перечислите функции лимфоцитов.

Функции лимфоцитов: реакции клеточного иммунитета (разрушение микроорганизмов, опухолевых клеток, чужеродных и инфицированных вирусами клеток, реакции отторжения трансплантата и т. д.); гуморальный иммунитет (синтез антител); участие в аллергических реакциях; участие в регуляции иммунного ответа; иммунологическая память (способность иммунной системы более быстро и эффективно отвечать на антиген при повторном контакте с ним).

54. Какие популяции лимфоцитов выделяют?

По функции и месту созревания лимфоцитов различают: Т-лимфоциты — дифференцируются в тимусе, обеспечивают клеточный иммунитет, В-лимфоциты — дифференцируются в костном мозге, селезенке, миндалинах, лимфатических узлах, пейеровых бляшках кишечника, червеобразном отростке, участвуют в гуморальном иммунитете.

55. В чем основные функции эозинофилов?

Эозинофилы принимают участие в противопаразитарной иммунологической защите (цитотоксический эффект в борьбе с гельминтами, их яйцами и личинками), обезвреживание и разрушение токсинов белкового происхождения, комплексов «антиген-антитело», участие в аллергических реакциях: нейтрализация избытка гистамина и других биологически активных веществ, фагоцитоз, влияние на свертывающую систему крови (плазминоген).

56. Назовите функции базофилов?

Базофилы обеспечивают регуляцию проницаемости сосудов и свертываемости крови (гистамин, гепарин), участвуют в воспалительных и аллергических реакциях.

57. Какое значение имеют нейтрофилы?

Нейтрофилы первыми появляются в очаге воспаления. Основная функция нейтрофилов заключается в **фагоцитозе** — процессе поглощения и последующего внутриклеточного разрушения микроорганизмов и других чужеродных агентов.

58. Что такое лейкоцитарная формула, когда наблюдаются «перекресты» изменения лейкоцитов?

Лейкоцитарная формула — это процентное соотношение всех видов лейкоцитов периферической крови. В лейкоцитарной формуле отмечают 2 «перекреста» — изменения лейкоцитов. Первый — в возрасте 3–7 дней (снижение процента нейтрофилов и возрастание процента лимфоцитов) и 2-й — в возрасте 4–6 лет (возрастание процента нейтрофилов и снижение процента лимфоцитов).

59. Что означает сдвиг лейкоцитарной формулы влево? Чем может быть вызвано такое изменение лейкоцитарной формулы?

Ядерный сдвиг лейкоцитарной формулы влево — увеличение содержания в крови молодых форм нейтрофилов (палочкоядерные, миелоциты, метамиелоциты). Отмечается при инфекционных, воспалительных заболеваниях, лейкозах.

60. Что такое лейкоцитоз? Какие виды лейкоцитоза различают?

Увеличение количества лейкоцитов в крови выше верхней границы физиологической нормы называется **лейкоцитозом**. Разли-

чают физиологический (перераспределительный) и патологический (реактивный) лейкоцитозы.

61. Что такое физиологический лейкоцитоз, какие виды и особенности физиологического лейкоцитоза?

Физиологический (перераспределительный) **лейкоцитоз** — обусловлен перераспределением лейкоцитов между сосудами различных органов. Виды: пищеварительный, миогенный, беременных, новорожденных, а также при болевых и эмоциональных воздействиях. Его особенностями являются сравнительно небольшое увеличение числа лейкоцитов, отсутствие изменений в лейкоцитарной формуле, кратковременность.

62. Какие причины могут привести к состоянию лейкопении?

К лейкопении может привести:

- 1) угнетение лейкопоэза;
- 2) интенсивное разрушение лейкоцитов;
- 3) скопление лейкоцитов в расширенных капиллярах легких, печени, кишечника при гемотрансфузионном или анафилактическом шоке (перераспределительная лейкопения).

63. Какую роль выполняют тромбоциты в организме?

Тромбоциты: участвуют в гемостазе, обеспечивают транспорт некоторых веществ, способны к фагоцитозу, участвуя в иммунобиологических реакциях пар.

64. Какие функции выполняют тромбоциты в осуществлении процесса гемостаза?

Функции тромбоцитов в гемостазе:

- 1) ангиотрофическая;
- 2) ангиоспастическая;
- 3) адгезивно-агрегационная;
- 4) коагуляционная;
- 5) репаративная.

65. Что понимают под термином «тромбоцитопатия»?

Тромбоцитопатия — это состояние, характеризующееся нормальным количеством тромбоцитов, не способных адекватно участвовать в гемостазе (нарушения функции тромбоцитов).

66. Что понимают под термином «гемостаз»? За счет чего он осуществляется?

Под термином «**гемостаз**» понимают комплекс реакций, направленных на остановку кровотечения при травме сосудов. Ге-

моста́з (остановка кровотечения) — осуществляется вследствие: спазма кровеносных сосудов, свертывания крови и образования кровяного сгустка, закупоривающего повреждение кровеносного сосуда.

67. Что означает понятие «первичный и вторичный гемостаз»?

В мелких сосудах с низким артериальным давлением остановка кровотечения обусловлена осуществлением пяти последовательно протекающих процессов. Такой вид гемостаза называется **первичным**, сосудисто-тромбоцитарным или микроциркуляторным. В крупных сосудах, в которых высокое кровяное давление, тромбоцитарный тромб вымывается. В подобных сосудах на основе такого механизма образуется более прочный тромб в результате включения еще одного механизма — коагуляционного или **вторичного** гемостаза.

68. Перечислите стадии сосудисто-тромбоцитарного гемостаза?

Стадии сосудисто-тромбоцитарного гемостаза:

- 1) спазм поврежденных сосудов;
- 2) адгезия (приклеивание) тромбоцитов к месту повреждения;
- 3) обратимая агрегация (скупивание) тромбоцитов;
- 4) необратимая агрегация тромбоцитов — «вязкий метаморфоз кровяных пластинок»;
- 5) ретракция тромбоцитарного сгустка.

69. Чем обеспечивается первичный спазм поврежденного сосуда?

После повреждения сосуда наступает первичный спазм, который обусловлен сокращением гладкомышечных клеток стенок сосудов под влиянием норадреналина, освободившегося из окончаний иннервирующего сосуд симпатического нерва, усиливается за счет циркулирующих в крови катехоламинов, повышение концентрации которых связано с эмоционально-болевым стрессом.

70. Что способствует адгезии тромбоцитов?

Повреждение сосуда создает условия для контакта тромбоцитов с субэндотелием, коллагеном, соединительной тканью. Травмированный участок становится положительно заряжен (+), а тромбоциты имеют отрицательный электрический заряд (-). Тромбоциты прилипают к субэндотелию за несколько секунд. Адгезия тромбоцитов обеспечивается взаимодействием их соответствующих гликопротеиновых рецепторов с лигандами (коллагеном, фибронектином, тромбоспондином, витронектином, тканевым фактором, которые становятся доступными для тромбоцитов при повреждении сосуда), а также с фактором фон Виллебранда.

71. Какое значение имеет фактор Виллебранда?

Главными кофакторами адгезии тромбоцитов к различным видам коллагена и к субэндотелию являются ионы кальция и **фактор фон Виллебранда (WF)**. Он имеет три активных центра, два из которых связываются с экспрессированными рецепторами тромбоцитов GPIb, а один — с рецепторами субэндотелия и коллагеновых волокон. Это обеспечивает прочную фиксацию тромбоцитов к субэндотелиальным структурам.

72. Почему агрегация тромбоцитов вначале может быть обратимой?

Агрегация тромбоцитов вначале носит обратимый характер (происходит обратимое соединение с другими клетками, частичная секреция гранул). Под влиянием ингибиторов агрегации (простациклина, простагландинов E₁ и D₂) тромбоциты переходят в неактивное состояние и могут поступать обратно в кровоток.

73. Как осуществляется ретракция тромба в сосудисто-тромбоцитарном гемостазе?

Под влиянием сократительного белка тромбоцитов — **тромбостенина** наступает **ретракция** (сокращение) сгустка, тромбоциты приближаются друг к другу, тромбоцитарная пробка уплотняется. Фибриновые нити уплотняют кровяной сгусток. Стабилизация тромба обеспечивается фибринстабилизирующим фактором (F9).

74. Какие факторы свертывания крови принимают участие в гемостазе?

В свертывании крови принимают участие следующие группы факторов: плазменные факторы свертывания крови; факторы свертывания крови форменных элементов крови; тканевые факторы свертывания крови.

75. Назовите фазы коагуляционного гемостаза?

Фазы коагуляционного гемостаза: 1-я фаза — образование протромбиназы, 2-я фаза — образование тромбина, 3-я фаза — образование фибрина.

76. Как происходит образование тканевой протромбиназы, сколько времени занимает этот процесс?

Различают 2 пути формирования протромбиназы и свертывания крови — внешний и внутренний.

Внешний путь — **тканевой** — активируется при повреждении сосудистой стенки и окружающих тканей и поступлении тканевого в кровоток. Происходит взаимодействие тканевого тромбопластина с плазменным фактором VII и ионами Ca²⁺. Образующийся в ре-

зультате комплекс превращает неактивный фактор X в его активную форму (Xa).

Активация протромбиназы по внешнему пути занимает около 15 с.

77. Как происходит образование кровяной протромбиназы, сколько времени занимает этот процесс?

Внутренний (контактный) путь образования **кровяной** протромбиназы запускается при контакте крови с субэндотелием, компонентами соединительной ткани сосудистой стенки или при повреждении самих клеток крови. При взаимодействии фактора XII с «чужеродными» поверхностями происходит его активация. Далее следует активация факторов XI и IX. После образования фактора IXa формируется комплекс: «IXa + VIII + тромбоцитарный фактор 3 + Ca²⁺». Этот комплекс активирует фактор X. Фактор Xa образует с фактором V и тромбоцитарным фактором 3 и Ca²⁺ новый комплекс, называемый протромбиназой. Время образования протромбиназы по внутреннему пути — 2–10 мин.

78. Что способствует образованию активного тромбина?

Протромбиназа в присутствии ионов Ca²⁺ превращает неактивный фермент плазмы протромбин в его активную форму — тромбин.

79. Какие этапы включает процесс образования нерастворимого фибрина?

Образование нерастворимого фибрина происходит в 3 этапа. Первый этап — протеолитический. Под действием тромбина происходит ферментативное расщепление димера фибриногена на 2 субъединицы. Второй этап — полимеризационный. В результате полимеризации из молекул фибрин-мономеров образуется растворимый фибрин-полимер «S». Третий этап — ферментативный. Под влиянием активного фибринстабилизирующего фактора сеть фибрина становится нерастворимой (нерастворимый фибрин «I»).

80. В чем заключается процесс фибринолиза, каково его значение?

Фибринолиз — растворение фибрина, составляющего основу тромба, в результате чего происходит восстановление просвета кровеносного сосуда, закупоренного тромбом.

81. Как происходит процесс фибринолиза? Назовите основные фазы?

Фибринолиз протекает в 3 фазы: **1-я фаза** — образование *кровяного активатора плазминогена*. **2-я фаза** — превращение *плаз-*

миногена в активную его форму — плазмин. **3-я фаза** — расщепление фибрина (тромба) до пептидов и аминокислот под влиянием протеолитического действия плазмина.

82. Дайте определение «антикоагулянты». Какие группы антикоагулянтов выделяют?

Антикоагулянты — вещества, препятствующие свертыванию крови.

В организме имеются 2 группы антикоагулянтов:

Первичные (предшествующие, имеются в крови до начала свертывания крови).

Вторичные (образуются в процессе свертывания крови или фибринолиза).

83. Перечислите основные первичные антикоагулянты.

К первичным антикоагулянтам относят:

1) антитромбопластины: антитромбин III, гепарин, α_2 -макроглобулин;

2) антитромбины: плацентарный антикоагулянтный протеин;

3) антикоагулянты, препятствующие самосборке фибрина, переходу фибриногена в фибрин: ингибитор самосборки фибрина (полипептид, образующийся в тканях).

84. Какие антикоагулянты используют в лабораторной практике?

Антикоагулянты, применяемые в лабораторной клинической практике: гепарин; ЭДТА (этилендиаминтетрауксусная кислота); лимонная кислота и ее соли (лимоннокислый натрий) 0,5 % раствор (цитратная кровь); щавелевая кислота и ее соли (щавелевокислый натрий) 0,1–0,15 % раствор (оксалатная кровь).

85. Перечислите основные вторичные антикоагулянты.

Вторичные антикоагулянты; антитромбин I (фибрин), ПДФ (продукты деградации фибрина и фибриногена).

86. Что означает понятие гемолиз эритроцитов? Назовите виды гемолиза?

Гемолиз — разрушение оболочки эритроцитов, сопровождающееся выходом гемоглобина в плазму (лаковая кровь). Виды гемолиза: механический, термический, химический, биологический, осмотический, физиологический, иммунный гемолиз.

87. Когда возникает осмотический гемолиз?

Осмотический гемолиз происходит при поступлении избыточного количества воды внутрь эритроцита. Возникает такой вид гемолиза в гипотонических растворах.

88. Что означает понятие «осмотическая резистентность эритроцитов»? Какие границы резистентности эритроцитов выделяют?

Осмотическая резистентность эритроцитов (ОРЭ) — это устойчивость (способность не разрушаться) эритроцитов в гипотонических растворах хлорида натрия различной концентрации.

Различают: **минимальную ОРЭ** — концентрация раствора NaCl, при которой начинается гемолиз (**0,46–0,48 % p-p NaCl**) и **максимальную ОРЭ** — концентрация раствора NaCl, в котором гемолизируются все эритроциты (**0,32–0,34 % p-p NaCl**).

89. Какие причины могут вызвать гемолиз эритроцитов в организме?

Причины гемолиза в организме:

- 1) переливание несовместимой крови;
- 2) сепсис, влияние гемолитических микроорганизмов;
- 3) попадание в организм гемолитических ядов;
- 4) отравление различными органическими и минеральными веществами;
- 5) аутоимунные реакции.

90. Что означает показатель «скорость оседания эритроцитов»? Как проводят его измерение?

Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) является мерой оценки суспензионной устойчивости эритроцитов. Измерение величины СОЭ проводят в градуированных капиллярных пипетках, в верхней части которой в течение часа появляется светлый столбик плазмы, высота которого в миллиметрах и является величиной СОЭ.

91. Какие факторы приводят к изменению СОЭ?

Повышение содержания белков острой фазы в плазме крови (главным образом фибриногена) — увеличивает СОЭ. рН плазмы крови: при ацидозе отмечают снижение, при алкалозе — повышение. СОЭ уменьшается при увеличении количества эритроцитов, а при анемиях СОЭ ускоряется. Повышенное насыщение эритроцитов гемоглобином ускоряет СОЭ. СОЭ повышается при интенсивной физической работе. Ускоряется СОЭ во 2-й половине беременности, вследствие увеличения количества фибриногена.

92. На основе чего определяют групповую принадлежность крови? Какие группы крови выделяют по системе АВО?

Различный антигенный состав крови, является фактором деления людей по группам крови. В системе АВО, в соответствии с наличием на поверхности эритроцитов **агглютиногенов (антигенов) А и В** и в плазме крови **антител — агглютининов α и β** , выделено 4 группы крови, обозначаемых римскими цифрами — I (0); II (A); III (B); IV (AB).

Группы крови	Эритроциты	Плазма или сыворотка
	агглютиногены	агглютинины
I (0)	0	α, β
II (A)	A	β
III (B)	B	α
IV (AB)	AB	0

93. Почему систему АВО еще обозначают как АВН?

У лиц с I (0) группой крови на поверхности мембран эритроцитов имеется **антиген Н**, который доступен для взаимодействия с анти-Н-антителами, довольно часто встречающимися в плазме крови II (A) и IV (AB) групп и несколько реже III (B) группы. Наличие Н-антигена на поверхности мембран эритроцитов послужило основанием обозначать систему АВО как АВН.

94. Какие методики используют для определения групп крови?

Существуют следующие методики определения групп крови по системе АВО:

- 1) с использованием изогемагглютинирующих (стандартных) сывороток;
- 2) перекрестным методом, т. е. одновременно при помощи стандартных сывороток и стандартных эритроцитов;
- 3) с использованием моноклональных антител.

95. Что такое биологическая проба?

Биологическая проба — однократно переливается 10–15 мл гемотрансфузионной среды со скоростью 2–3 мл в минуту, затем переливание прекращают и в течение 3 мин наблюдают за реципиентом, контролируя у него пульс, дыхание, артериальное давление, общее состояние, цвет кожи, измеряют температуру тела. Такую процедуру повторяют еще дважды для предотвращения непредвиденных гемотрансфузионных осложнений.

96. Перечислите основные правила переливания крови.

Переливают компоненты, а не цельную кровь, так как показания для трансфузии цельной крови практически отсутствуют.

97. Компоненты крови должны переливаться только той группы системы АВО и той резус-принадлежности, которая имеется у реципиента.

Во всех без исключения случаях переливания эритроцитсодержащих компонентов крови абсолютно **обязательным является проведение до начала переливания проб на индивидуальную совместимость и в начале трансфузии — биологической пробы.**

Запрещается переливание компонентов крови, предварительно не исследованных на ВИЧ, гепатиты В и С, сифилис.

98. Что представляет собой система «резус»? В каких случаях возникает резус-конфликт?

В систему «резус» входят шесть антигенов D, d, C, c, E, e. Из этих антигенов лишь D является сильным антигеном, т. е. способным иммунизировать не имеющего его человека. *Все люди, имеющие D-антиген, называются резус-положительными (Rh+), а не имеющие его — резус-отрицательными (Rh-).*

Иммунологический конфликт по антигенной системе «резус» происходит в следующих случаях:

- 1) при повторном переливании резус-отрицательному человеку (реципиенту) резус-положительной крови;
- 2) в случаях беременности, когда женщина резус-отрицательна, а плод резус-положителен.

99. Что такое анти-D-профилактика? Для чего ее проводят?

Для подавления образования антител к Rh+ в организме матери проводят анти-D-профилактику, т. е. непосредственно после родов роженице вводят иммунную сыворотку, содержащую анти-D-глобулин, который разрушает Rh+ эритроциты плода, попавшие в кровь матери, т. е. разрушается фактор, вызывающий образование антител и их накопление.

100. Что относят к препаратам крови для переливания?

Препараты крови для переливания:

- 1) препараты крови, к которым относятся цельная консервированная кровь;
- 2) препараты форменных элементов крови (эритроцитарная масса; лейкоцитарная масса; тромбоцитарная масса);

3) препараты плазмы: а) препараты цельной плазмы (нативная плазма, свежезамороженная плазма, сухая плазма, гипериммунная плазма); б) препараты компонентов плазмы (5, 10, 20 % растворы альбумина, растворы иммуноглобулинов; криопреципитат — белковый препарат плазмы, содержащий фактор VIII и небольшую примесь других белков).

101. Какие виды кровезамещающих растворов выделяют?

Препараты кровезаменителей:

- 1) растворы коллоидов: растворы гемодинамического ряда, растворы реологического ряда, растворы дезинтоксикационного ряда;
- 2) растворы для парентерального питания: препараты, возмещающие потребность в белке; препараты, возмещающие потребность в липидах;
- 3) растворы кристаллоидов: солевые растворы, растворы углеводов.

102. Какие растворы относят к солевым?

Солевые растворы делятся на:

- 1) простые: физиологический раствор (0,9 % NaCl), раствор гидрокарбоната натрия, раствор хлорида калия);
- 2) сложные (растворы Рингера, Дисоль, Трисоль, Квартасоль); содержат в физиологических концентрациях различные комбинации основных электролитов плазмы.

103. Для чего используются и какими свойствами обладают солевые и коллоидные растворы?

Солевые растворы используются для нормализации водно-солевого обмена и кислотно-щелочного состояния. Так как эти растворы не содержат коллоидов, то они быстро выводятся из кровеносного русла.

Коллоидные растворы способны длительно циркулировать в сосудистом русле, используются для поддержания системного АД, улучшения функционирования микроциркуляторного русла. Они также способны связывать циркулирующие в кровитоксические продукты и выводить их из организма. Отрицательным свойством коллоидных препаратов является то, что они могут вызывать аллергические реакции.

104. Опишите схему эритропоэза?

Эритропоэз: стволовая клетка крови (СКК) → полипотентная клетка-предшественница миелопоэза (КОЕ-ГЭММ) → взрывообразующая единица эритропоэза (ВОЕ-Э) → унипотентный предше-

ственник эритропоэза (КОЕ-Э) → проэритробласт → базофильный, полихроматофильный, оксифильный эритробласт → ретикулоцит → эритроцит.

105. Перечислите факторы нейрогуморальной регуляции эритропоэза.

Факторы регуляции эритропоэза: железо, медь, эритропоэтин, антианемический фактор Кастла, фолиевая кислота, интерлейкины (ИЛ), фактор некроза опухолей (ФНО), эритроцитарный кейлон, продукты распада эритроцитов, гормоны, аскорбиновая кислота, витамин В₆, витамин В₂, нервная система.

106. Какие гормоны участвуют в регуляции эритропоэза? Каково их влияние?

В регуляции эритропоэза участвуют:

- 1) андрогены — повышают, а эстрогены — понижают эритропоэз. Этим, возможно, объясняется различие в содержании эритроцитов в крови мужчин и женщин;
- 2) усиливают эритропоэз тиреоидные гормоны, инсулин.

107. Опишите схему гранулоцитопоэза?

Гранулоцитопоэз: стволовая клетка крови (СКК) → полипотентная клетка-предшественница миелопоэза → полипотентные предшественники (гранулоцитарно-моноцитарный и др.) → унипотентные предшественники нейтрофильного, базофильного и эозинофильного гранулоцитов → соответствующие миелобласты → промиелоциты → миелоциты → метамиелоциты → палочкоядерные гранулоциты → сегментоядерные гранулоциты (нейтрофильный, эозинофильный, базофильный).

108. Опишите схему моноцитопоэза.

Моноцитопоэз: СКК → полипотентная клетка-предшественница миелопоэза → полипотентная клетка-предшественница гранулоцитов и моноцитов → унипотентный предшественник моноцитов → монобласт → промоноцит → моноцит.

109. Опишите схему лимфоцитопоэза.

Лимфоцитопоэз: СКК → полипотентная клетка-предшественница лимфоцитопоэза → предшественники Т- и В-лимфоцитов → Т- и В-лимфобласты → Т- и В-пролимфоциты → Т- и В-лимфоциты.

110. Какие факторы оказывают влияние на лейкопоз?

Стимулируют лейкопоз: продукты распада самих лейкоцитов (саморегуляция), чем больше их распад, тем выше их образование; продукты распада тканей (особенно белки тканей); микроорганизмы и их токсины, колониестимулирующий фактор, интерлейкины, гормоны, нервная система.

На лейкопоз влияют: АКТГ, адреналин, кортизол и дезоксикортикостерон вызывают лейкоцитоз за счет выброса из депо крови нейтрофилов, моноцитов и лимфоцитов (лейкоцитоз при стрессе, эмоциональном возбуждении). Вместе с тем глюкокортикоиды стимулируют пролиферацию нейтрофилов, но тормозят образование эозинофилов и лимфоцитов. Окситоцин, тимозин и соматотропный гормон активируют процессы пролиферации Т-лимфоцитов.

111. Какие типы гранулоцитарного резерва выделяют и каково его значение?

Различают 2 типа гранулоцитарного резерва:

1) сосудистый гранулоцитарный резерв — гранулоциты, расположенные вдоль стенок сосудистого русла, откуда они могут быстро мобилизоваться (при повышении тонуса симпатической нервной системы);

2) костномозговой гранулоцитарный резерв — мобилизуется из костного мозга при инфекционных заболеваниях. При этом отмечается сдвиг лейкоцитарной формулы влево.

Наличие такого резерва обеспечивает быструю реакцию на различные воздействия на организм

112. Приведите схему тромбоцитопоза.

Схема тромбоцитопоза: стволовая клетка крови → полипотентная клетка-предшественница миелопоэза → унипотентный предшественник мегакариоцитов → мегакариобласт → промегакариоцит → мегакариоцит → тромбоциты.

113. Что является стимулятором и регулятором тромбоцитопоза?

Тромбоцитопоэтины — являются регуляторами тромбоцитопоза. Стимулом для образования тромбоцитопоэтинов является истощение содержания мегакариоцитов и их предшественников в костном мозге, а также тромбоцитопения, связанная с усиленным потреблением тромбоцитов (воспаление, необратимая агрегация тромбоцитов). На активность тромбоцитопоэтинов непосредственное влияние оказывают ИЛ-6 и ИЛ-11. Кортикотропин, адреналин, серотонин быстро мобилизуют тромбоциты из очагов гемопоэза.

ГЛАВА 2

ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ

2.1. Мембранный потенциал покоя. Потенциал действия

1. Дайте определение понятиям «раздражимость» и «возбудимость»?

Раздражимость — свойство живой материи активно изменять характер своей жизнедеятельности при действии раздражителя.

Возбудимость — свойство некоторых тканей генерировать потенциал действия.

2. Каково соотношение понятий «возбудимость» и «раздражимость»? Какие ткани в физиологии называют возбудимыми, какие — невозбудимыми, назовите эти ткани?

Возбудимость — это частный случай раздражимости. Возбудимыми называют ткани, клетки которых способны генерировать потенциал действия, а невозбудимыми — клетки которых не способны к генерации потенциала действия. Возбудимые ткани — нервная, мышечная, и некоторые секреторные, невозбудимые — эпителиальная и соединительная.

3. Дайте определение понятию «раздражитель». Как классифицируются раздражители?

Раздражитель — это изменение внешней или внутренней среды организма, воспринимаемое клетками и вызывающее ответную реакцию.

Раздражители классифицируются:

1) *по модальности*, т. е. по характеру энергии, свойственной раздражителю: химические (кислоты, щелочи), осмотические, физические (тепловые, электрические, световые, звуковые, словесные), биологические (медиаторы, гормоны, микробы);

2) *по адекватности*: адекватные и неадекватные.

4. Что называют мембранным потенциалом (потенциалом покоя)? Какова его величина?

Мембранным потенциалом (потенциалом покоя) называют разность электрических потенциалов между внутренней и наружной сторонами клеточной мембраны. У разных тканей мембранный потенциал характеризуется разной величиной: самый большой у мышечной ткани $-80 \dots -90$ мВ, у нервной — -70 мВ, у соединительной $-35 \dots -40$ мВ, у эпителиальной — -20 мВ.

5. Чем обусловлено наличие потенциала покоя?

Согласно мембранно-ионной теории наличие потенциала покоя обусловлено:

- 1) непрерывным движением ионов по ионным каналам мембраны;
- 2) постоянно существующей разностью концентраций катионов по обе стороны мембраны;
- 3) непрерывной работой натрий-калиевого насоса;
- 4) различной проницаемостью каналов для этих ионов.

6. Где преимущественно находятся (в межклеточной жидкости или в цитоплазме) ионы натрия, калия и хлора? Как заряжены внутренняя и наружная среды клетки относительно друг друга?

Ионы натрия и хлора находятся в межклеточной жидкости, ионы калия — внутриклеточно. Внутренняя среда клетки заряжена отрицательно, наружная — положительно.

7. Перечислите основные анионы, находящиеся в клетке и играющие важную роль в происхождении потенциала покоя. Какова причина подобного распределения этих ионов?

Основные анионы, находящиеся в клетке и играющие важную роль в происхождении потенциала покоя, — это органические анионы (глутамат, аспартат, органический фосфат, сульфат). Причина подобного распределения этих ионов состоит в том, что клеточная мембрана непроницаема для них.

8. Проницаемость клеточной мембраны для калия или для натрия в состоянии покоя больше? Какой ион и почему преимущественно создает потенциал покоя? Почему при движении ионов не нарушается их концентрационный градиент?

В состоянии покоя проницаемость для ионов калия больше, чем для ионов натрия. Ион калия, так как он выходит из клетки в большем количестве, чем входит Na^+ в клетку, а отрицательные крупномолекулярные анионы из клетки не выходят вообще. Потому что постоянно работает натрий-калиевая помпа и переносит такое же число ионов натрия и калия обратно, поддерживая их концентрационный градиент.

9. Напишите уравнение Нернста, по которому можно рассчитать величину равновесного потенциала для отдельных ионов. Что такое калиевый равновесный потенциал?

$$E = RT / zF \times \ln C_o / C_i,$$

где E — равновесный потенциал, C_o и C_i — внешняя и внутренняя концентрация ионов соответственно; R — универсальная газовая постоянная; T — абсолютная температура; F — постоянная Фарадея; z — заряд иона.

Калиевый равновесный потенциал — это величина мембранного потенциала, при которой перемещения ионов калия в клетку и из клетки равны в количественном отношении.

10. Опишите структурно-функциональную организацию ионного потенциалзависимого канала.

Канал образован белковыми молекулами, которые пронизывают всю толщу мембраны. Он имеет «ворота», представляющие собой белковые молекулы, способные менять свою конформацию под влиянием электрического поля («ворота» открыты или закрыты).

11. Приведите основные классификации ионных каналов.

Ионные каналы классифицируются:

- 1) по возможности управления их функцией — управляемые и неуправляемые (каналы «утечки» ионов);
- 2) в зависимости от управляющего стимула — потенциал-, хемо- и механочувствительные;
- 3) в зависимости от проницаемости каналов для разных ионов — ионоселективные и не обладающие селективностью.

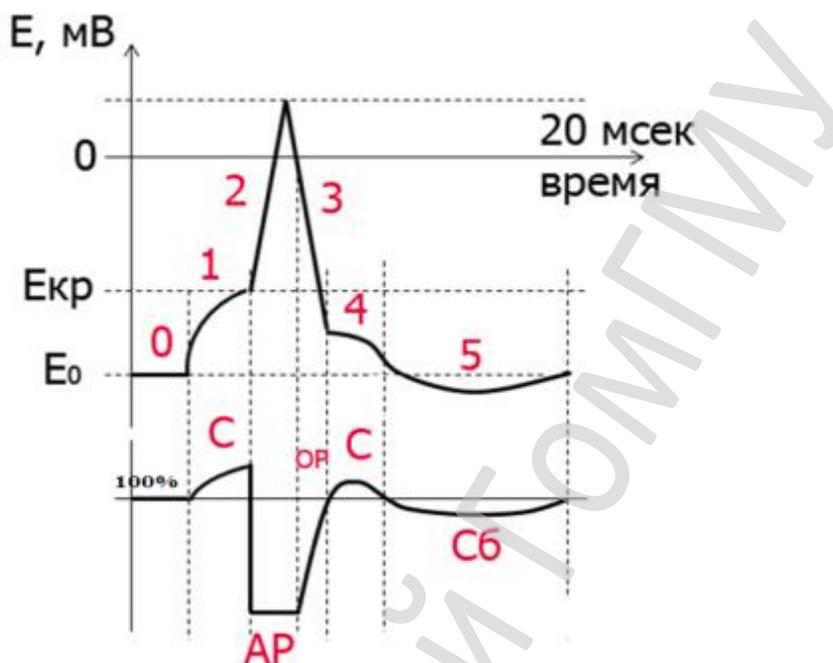
12. Назовите специфические блокаторы натриевых и калиевых управляемых каналов.

Блокаторами каналов являются: тетродотоксин (ТТХ) — для натриевых каналов, тетраэтиламмоний (ТЭА) — для калиевых.

13. Что называют потенциалом действия? (Отразите причину его возникновения).

Потенциал действия — это быстрое колебание мембранного потенциала, возникающее при действии раздражителя пороговой силы в нервных и мышечных клетках. В его основе лежат изменения ионной проницаемости мембраны. Обеспечивает возникновение потенциала действия способность клеточной мембраны изменять проницаемость для ионов при действии раздражителя. Реализуется за счет активации и инактивации ионных каналов.

14. Нарисуйте схему (график) потенциала действия скелетного мышечного волокна, обозначьте его фазы, назовите их. Отрадите, как изменяется возбудимость в каждую фазу потенциала действия.



0 — потенциал покоя (исходная 100 % возбудимость); 1 — медленная деполяризация (повышенная возбудимость); 2 — быстрая деполяризация (абсолютная рефрактерность); 3 — быстрая реполяризация (относительная рефрактерность); 4 — медленная реполяризация (супернормальность, экзальтация); 5 — гиперполяризация (субнормальная возбудимость); E_0 — мембранный потенциал (потенциал покоя); $E_{кр}$ — критический уровень деполяризации; С — супернормальность; AP — абсолютная рефрактерность; ОР — относительная рефрактерность; Сб — субнормальная возбудимость.

15. Как изменяется ионная проводимость для Na^+ и K^+ при возбуждении клетки (развитии потенциала действия)? Каково соотношение во времени этих изменений?

При возбуждении клетки (развитии потенциала действия) сначала повышается проводимость для ионов Na^+ и очень быстро возвращается к норме; потом более медленно повышается для K^+ и также медленно возвращается к норме.

16. Что такое критический уровень деполяризации (КУД) клеточной мембраны?

Критический уровень деполяризации (КУД) — это минимальный уровень деполяризации мембраны, при котором возникает потенциал действия.

17. Движение какого иона и в каком направлении через клеточную мембрану обеспечивает фазу деполяризации потенциала действия в нервных клетках и клетках исчерченных мышц? Затрачивается ли при этом энергия АТФ?

Фазу деполяризации потенциала действия в нервных клетках и клетках исчерченных мышц обеспечивает движение ионов натрия внутрь клетки. Энергия АТФ при этом не затрачивается.

18. Что является условием и движущей силой для входа натрия в клетку в фазу деполяризации потенциала действия?

Условием для входа натрия в клетку в фазу деполяризации потенциала действия является увеличение проницаемости клеточной мембраны для Na^+ ; а движущей силой — концентрационный и электрический градиенты для Na^+ .

19. Движение какого иона и в каком направлении через мембрану клетки обеспечивает нисходящую часть потенциала действия? Затрачивается ли при этом энергия АТФ?

Обеспечивает нисходящую часть потенциала действия движение ионов калия из клетки. Энергия АТФ при этом не затрачивается.

20. Укажите условие и движущую силу, обеспечивающие выход ионов калия из клетки во время ее возбуждения.

Условие, обеспечивающее выход ионов калия из клетки во время ее возбуждения, это увеличение проницаемости клеточной мембраны для ионов калия; а движущая сила — концентрационный и частично электрический градиенты.

21. Перечислите свойства локального потенциала. Как изменяется возбудимость ткани при его возникновении?

Свойства локального потенциала:

- 1) не распространяется;
 - 2) способен к суммации;
 - 3) величина определяется силой подпорогового раздражителя.
- Возбудимость при его возникновении повышается.

22. Перечислите свойства распространяющегося возбуждения. Какие раздражения (по силе) вызывают локальный потенциал и потенциал действия?

Свойства распространяющегося возбуждения:

- 1) распространяется;
- 2) не суммируется;
- 3) величина не зависит от силы раздражителя.

Локальный потенциал возникает при действии подпороговых раздражителей, потенциал действия — при действии пороговых или сверхпороговых раздражителей.

23. Назовите критерии, с помощью которых оценивают уровень возбудимости ткани.

Критерии, с помощью которых оценивают уровень возбудимости ткани:

- 1) пороговый потенциал;
- 2) пороговая сила раздражителя;
- 3) пороговое время действия раздражителя.

24. Что такое пороговая сила раздражителя? В какой зависимости она находится от возбудимости?

Пороговая сила раздражителя — это наименьшая сила раздражителя, способная вызвать возбуждение ткани (потенциал действия). Она находится в обратной зависимости от возбудимости: чем ниже возбудимость, тем выше пороговая сила раздражителя.

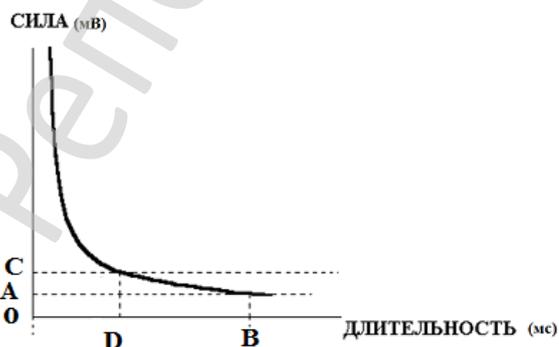
25. Что называют реобазой?

Реобаза — это минимальная сила электрического тока, способная вызвать возбуждение.

26. Что такое пороговое время действия раздражителя? Укажите второе название для порога времени.

Пороговое время действия раздражителя — это минимальное время, в течение которого должен действовать раздражитель пороговой силы, чтобы вызвать импульсное возбуждение ткани. Второе его название — **полезное время**.

27. Нарисуйте кривую силы-времени и обозначьте на ней точку, соответствующую пороговой силе (реобазе) и пороговому («полезному») времени, а также хронаксию.



ОА — 1 реобаза; ОВ — полезное время; ОС — 2 реобазы; OD — хронаксия.

28. Что называют хронаксией?

Хронаксия — это минимальное время, в течение которого должен действовать раздражитель силой в две реобазы, чтобы вызвать импульсное возбуждение.

29. Какое явление развивается в возбудимой ткани при медленно нарастающем стимуле? В чем оно выражается? Изменения каких свойств клеточной мембраны возбудимой клетки лежат в основе этого явления?

В возбудимой ткани при медленно нарастающем стимуле развивается явление **аккомодации**. Оно выражается в понижении возбудимости ткани и амплитуды потенциала действия вплоть до полного его отсутствия при крутизне нарастания стимула ниже пороговой. В основе этого явления лежит изменение проницаемости клеточной мембраны для ионов натрия и калия в связи с инактивацией натриевых и активацией калиевых каналов.

30. Назовите три обязательных условия раздражения ткани, при которых возникает возбуждение.

Три обязательных условия раздражения ткани, при которых возникает возбуждение — должны быть пороговыми или выше порога сила раздражителя, время его действия и крутизна нарастания раздражителя.

31. Назовите фазы изменения возбудимости клетки при импульсном возбуждении.

Фазы изменения возбудимости клетки при импульсном возбуждении:

- 1) абсолютная рефрактерная фаза;
- 2) относительная рефрактерная фаза;
- 3) фаза повышенной (супернормальность или экзальтация) возбудимости;
- 4) фаза пониженной (субнормальной) возбудимости.

32. Каковы представления о происхождении абсолютной рефрактерности? Сравните с механизмом развития аккомодации.

Возникновение фазы абсолютной рефрактерности, как и аккомодации, объясняют инактивацией натриевых каналов и активацией калиевых каналов.

33. Сформулируйте полярный закон раздражения постоянным током возбудимой ткани. Почему при замыкании цепи постоянного тока возбуждение возникает под катодом, а при размыкании — под анодом?

Полярный закон раздражения — постоянный ток вызывает возбуждение в области катода при замыкании, а в области анода — при размыкании цепи электрического тока.

При замыкании цепи постоянного тока возбуждение возникает под катодом, так как под катодом клеточная мембрана деполяризуется и, если эта деполяризация достигает критического уровня, возникает потенциал действия.

При размыкании цепи постоянного тока возбуждение возникает под анодом вследствие сдвига $E_{кр.}$ до E_0 , в результате изменения свойств ионных каналов. При размыкании тока гиперполяризация в области анода исчезает, мембранный потенциал возвращается к исходному уровню и, следовательно, достигает критической величины, что и приводит к возникновению потенциала действия.

34. Как меняется возбудимость ткани в зоне действия катода и анода при прохождении постоянного тока через ткань? Как называются эти изменения возбудимости?

В зоне действия катода и анода при прохождении постоянного тока через ткань в области катода возбудимость повышается, в области анода — понижается. Эти изменения возбудимости называют *физиологическим электротонем*.

35. Что называют лабильностью (функциональной подвижностью) ткани? Кто впервые ввел это понятие и предложил использовать показатель лабильности для характеристики функционального состояния ткани? Что является мерой лабильности?

Лабильность (функциональная подвижность) ткани — это скорость воспроизведения одного цикла процесса возбуждения (потенциала действия). Это понятие ввел и предложил использовать показатель лабильности для характеристики функционального состояния ткани Н. Е. Введенский.

Мерой лабильности является максимальное число потенциалов действия, которое ткань может воспроизвести в единицу времени (1 с).

36. От чего зависит лабильность ткани? Какова зависимость лабильности ткани от длительности ее рефрактерной фазы? Дайте соответствующее пояснение.

Лабильность ткани зависит от скорости протекания одного цикла возбуждения (потенциала действия), которая определяется скоростью

перемещения ионов в клетку и из клетки. При этом особое значение имеет длительность рефрактерной фазы. Чем длиннее рефрактерная фаза, тем ниже лабильность, так как в рефракторный период очередной потенциал действия не возникает.

37. Как в опыте определяют лабильность ткани? Чему равна лабильность нерва, скелетной мышцы и нервно-мышечного синапса?

Лабильность определяют путем регистрации максимального числа потенциалов действия, которое ткань может генерировать по мере увеличения частоты раздражения. Лабильность нерва равна 500–1000 имп/с, скелетной мышцы — 200–300 имп/с, нервно-мышечного синапса 100–150 имп/с.

38. Как меняется лабильность возбудимой ткани при длительном бездействии органа, при утомлении и после денервации?

Во всех случаях лабильность возбудимой ткани понижается как при длительном бездействии органа, при утомлении, так и после денервации.

39. Что называют явлением усвоения ритма раздражения, кто его открыл?

Усвоение ритма — это способность ткани отвечать более высокой частотой возбуждения (т. е. повышать свою лабильность) при ритмическом раздражении, частота которого превышает исходную лабильность ткани. Явление открыто А. А. Ухтомским.

40. Каковы функции основных структурных элементов нервного волокна: миелиновой оболочки, мембраны осевого цилиндра, нейрофибрилл?

Функции основных структурных элементов нервного волокна следующие: миелиновая оболочка является электрическим изолятором, выполняет трофическую и опорную функции. Мембрана осевого цилиндра обеспечивает формирование потенциала покоя, играет основную роль в проведении возбуждения. Нейрофибриллы транспортируют вещества.

41. Что такое перехваты Ранвье миелинизированного нервного волокна? Назовите физиологические свойства нервного волокна и его функции.

Перехваты Ранвье миелинизированного нервного волокна — это участки мембраны осевого цилиндра, без миелина. Физиологические свойства нервного волокна: возбудимость и проводимость, функции: проведение возбуждения и транспорт веществ.

42. Каков механизм распространения возбуждения по нервному волокну? Какова роль перехватов Ранвье в проведении возбуждения по миелинизированному нервному волокну?

Механизм распространения возбуждения по нервному волокну состоит в возникновении местных ионных токов между возбужденным и невозбужденным участками нервного волокна. Роль перехватов Ранвье в проведении возбуждения по миелинизированному нервному волокну заключается в том, что только в перехватах Ранвье возникает потенциал действия (сальтаторное проведение возбуждения).

43. Что понимают под сальтаторным проведением возбуждения? В чем преимущество скачкообразного распространения возбуждения над непрерывным его проведением вдоль мембраны волокна?

Сальтаторное проведение возбуждения — это скачкообразное распространение («перепрыгивание») нервного импульса от одного перехвата Ранвье к другому. Преимущество скачкообразного распространения возбуждения над непрерывным состоит в более высокой скорости проведения возбуждения и меньшем расходе энергии, т. е. оно более экономично.

44. Почему при скачкообразном распространении возбуждения вдоль мембраны нервного волокна энергии расходуется меньше, чем при непрерывном?

При скачкообразном распространении возбуждения энергии расходуется меньше, чем при непрерывном потому, что при нем перемещение ионов через мембрану происходит только в области перехватов Ранвье, где возникает потенциал действия (ПД), поэтому энергии на обеспечение работы ионной помпы расходуется мало.

45. Назовите особенности проведения возбуждения по безмиелиновым и по миелиновым нервным волокнам.

Особенности проведения возбуждения по безмиелиновым нервным волокнам:

- 1) возбуждение распространяется непрерывно;
- 2) возбуждение распространяется с небольшой скоростью.

Особенности проведения возбуждения по миелиновым нервным волокнам:

- 1) возбуждение распространяется сальтаторно;
- 2) возбуждение распространяется с большой скоростью.

46. Перечислите законы проведения возбуждения по нервному волокну.

Законы проведения возбуждения по нервному волокну:

- 1) двустороннее проведение возбуждения;
- 2) анатомическая и физиологическая целостность нервного волокна;
- 3) изолированное проведение возбуждения по нервному волокну.

47. Какими воздействиями в эксперименте можно блокировать проведение возбуждения по нерву, не перерезая его?

В эксперименте можно блокировать проведение возбуждения по нерву, не перерезая его, охлаждением, анестезирующими фармакологическими препаратами (например, новокаином), перевязкой, действием анода постоянного тока.

48. Почему увеличение диаметра нервного волокна ведет к увеличению скорости проведения возбуждения по нему?

Увеличение диаметра нервного волокна ведет к увеличению скорости проведения возбуждения по нему, так как в более толстом нервом волокне меньше сопротивление ионному току в аксоплазме.

49. Какие нервные волокна (афферентные или эфферентные, вегетативные или соматические) относятся к группе А, В, С? Какова скорость проведения возбуждения по ним?

К группе **А** относятся афферентные и эфферентные волокна соматической нервной системы. Скорость проведения возбуждения по ним 5–120 м/с.

К группе **В** относятся преганглионарные волокна вегетативной нервной системы. Скорость проведения возбуждения по ним 3–18 м/с.

К группе **С** относятся постганглионарные волокна вегетативной нервной системы, некоторые афферентные волокна соматической нервной системы и С-афференты вегетативной нервной системы. Скорость проведения возбуждения по ним 0,5–3 м/с.

50. Перечислите структуры нервно-мышечного синапса (скелетная мышца). Что называют концевой пластинкой?

Структурами нервно-мышечного синапса являются:

- 1) пресинаптическая мембрана (нервное окончание);
- 2) синаптическая щель;
- 3) постсинаптическая мембрана — концевая пластинка.

Концевая пластинка — это место контакта мембраны мышечной клетки с окончаниями двигательного нервного волокна.

51. Перечислите последовательность процессов, ведущих к освобождению медиатора из пресинаптической мембраны в синаптическую щель при передаче возбуждения в синапсе.

Последовательность процессов, ведущих к освобождению медиатора из пресинаптической мембраны в синаптическую щель при передаче возбуждения в синапсе:

- 1) возбуждение пресинаптического окончания;
- 2) увеличение проницаемости пресинаптической мембраны для кальция;
- 3) вход кальция в нервные окончания;
- 4) освобождение медиатора в синаптическую щель.

52. Какой медиатор обеспечивает передачу возбуждения с нерва на скелетную мышцу? Перечислите основные этапы этого процесса.

Обеспечивает передачу возбуждения с нерва на скелетную мышцу ацетилхолин (АХ). Основные этапы передачи возбуждения:

- 1) действие АХ на концевую пластинку;
- 2) взаимодействие с холинорецепторами постсинаптической мембраны;
- 3) открытие хемочувствительных каналов для натрия и калия;
- 4) деполяризация концевой пластинки (потенциал концевой пластинки);
- 5) развитие потенциала действия околосоинаптической мембраны мышечного волокна.

53. Локальным потенциалом или распространяющимся возбуждением является потенциал концевой пластинки? Перечислите процессы, ведущие к возбуждению мышечного волокна под влиянием этого потенциала?

Потенциал концевой пластинки является локальным потенциалом. Процессы, ведущие к возбуждению мышечного волокна под влиянием потенциала концевой пластинки:

- 1) электротоническое распространение потенциала концевой пластинки на околосоинаптическую мембрану мышечного волокна;
- 2) увеличение ее проницаемости для натрия;
- 3) деполяризация до критического уровня;
- 4) возникновение потенциала действия.

54. Каково значение холинэстеразы в функционировании нервно-мышечного синапса?

Значение холинэстеразы в функционировании нервно-мышечного синапса состоит в разрушении ацетилхолина и тем самым восстанавливается исходное функциональное состояние постсинаптической мембраны для восприятия очередной порции медиатора.

55. Что такое миниатюрные потенциалы концевой пластинки, каков механизм их возникновения? Какова их роль?

Миниатюрные потенциалы концевой пластинки — это небольшие по величине потенциалы концевой пластинки, возникающие в состоянии физиологического покоя в ответ на спонтанное выделение отдельных квантов медиатора из пресинаптической мембраны. Они поддерживают высокую возбудимость иннервируемой клетки в условиях функционального покоя и играют трофическую роль, а в ЦНС они способствуют поддержанию ее центров.

56. Назовите особенности передачи возбуждения через нервно-мышечный синапс по сравнению с проведением возбуждения в нервном волокне.

Особенности передачи возбуждения через нервно-мышечный синапс:

- 1) односторонняя передача;
- 2) замедленная передача сигнала;
- 3) низкая лабильность;
- 4) быстрая утомляемость синапса;
- 5) возбуждение легко блокируется специфическими препаратами.

57. Назовите причины ухудшения нервно-мышечной передачи при утомлении.

Причинами ухудшения нервно-мышечной передачи при утомлении являются:

- 1) уменьшение запасов медиатора;
- 2) закисление среды;
- 3) накопление ионов калия в области синапса.

58. В чем заключается трофическое влияние нерва на мышцу, осуществляемое через нервно-мышечный синапс?

Трофическое влияние нерва на мышцу заключается во влиянии на обмен веществ: из нервных окончаний выделяются вещества, которые стимулируют синтез белков, активируют ферменты, сохраняют стабильность структуры мышцы.

59. Какие вещества являются медиаторами в нервно-мышечных синапсах гладкой и поперечнополосатой мышц?

В нервно-мышечном синапсе гладкой мышцы медиаторами являются ацетилхолин и норадреналин, в скелетной мышце — только ацетилхолин.

60. Дайте определение понятию «парабиоз». Кто открыл явление парабиоза? Какие воздействия могут вызвать состояние парабиоза?

Парабиоз — состояние пониженной лабильности нерва при действии альтерирующих (повреждающих) факторов. Явление парабиоза открыто русским физиологом Н. Е. Введенским в 1901 г. при изучении возбудимости нервно-мышечного препарата. Воздействиями, которые могут вызвать состояние парабиоза, являются: сверхчастые и сверхсильные стимулы, яды, лекарства и другие воздействия, как в норме, так и при патологии.

61. Перечислите стадии парабиоза, опишите, что наблюдается в каждую фазу.

Стадии парабиоза: 1) уравнительная; 2) парадоксальная; 3) тормозная.

Уравнительная фаза характеризуется выравниванием ответов на сильные, частые и умеренные раздражения при действии альтерирующего фактора. Парадоксальная фаза характеризуется извращенным реагированием — сильные раздражения вызывают меньший ответ, чем умеренные, происходит дальнейшее снижение лабильности. В тормозную фазу лабильность снижается до такой степени, что и редкие, и частые раздражители не вызывают ответной реакции. При этом мембрана нервного волокна деполяризована и не переходит в стадию реполяризации, т. е. не восстанавливается ее исходное состояние.

62. Где можно наблюдать явление парабиоза?

Явление парабиоза лежит в основе медикаментозного локального обезболивания. Влияние анестезирующих веществ связано с понижением лабильности и нарушением механизма проведения возбуждения по нервным волокнам.

2.2. Физиологические особенности скелетных и гладких мышц

1. Назовите типы мышечной ткани.

В организме человека по структуре и физиологическим свойствам выделяют 3 типа мышечной ткани:

1) поперечнополосатую (скелетную); 2) гладкую; 3) сердечную.

2. Перечислите свойства мышечной ткани.

Свойства мышечной ткани:

1) возбудимость; 2) проводимость; 3) сократимость; 4) растяжимость; 5) эластичность.

3. Перечислите основные функции скелетных мышц.

Скелетные мышцы обеспечивают все виды двигательной активности, поддержание определенной позы, дыхательную функцию, жевание, выработку тепла, способствуют движению крови и лимфы по сосудам к сердцу.

4. Назовите основные структурные элементы мышечного волокна, обеспечивающие его возбуждение и сокращение.

Основными структурными элементами мышечного волокна являются:

- 1) клеточная мембрана (сарколемма);
- 2) саркоплазматический ретикулум;
- 3) миофибриллы.

5. Каково функциональное значение мембраны мышечного волокна в выполнении его сократительной функции?

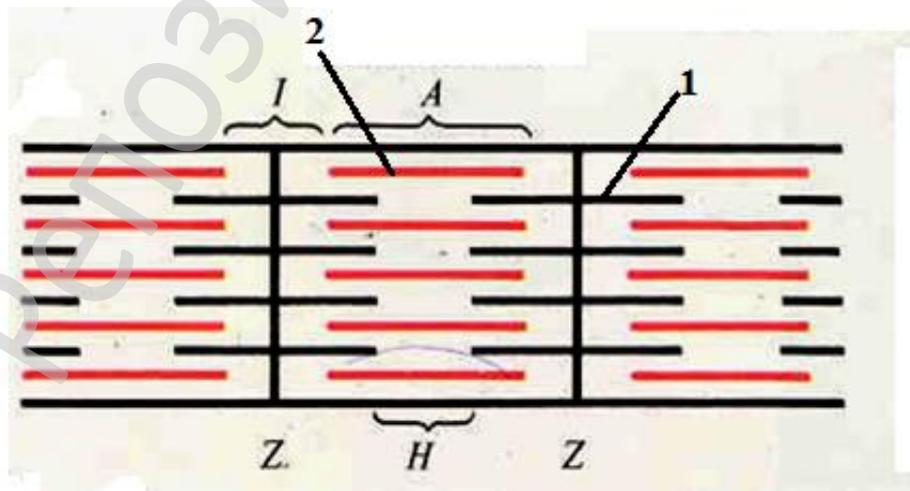
Сарколемма является оболочкой для структурных элементов мышечного волокна, обеспечивает формирование потенциала покоя, возникновение потенциала действия и проведение возбуждения.

6. Что представляет собой миофибрилла, каково ее значение в механизме мышечного сокращения?

Миофибрилла — структура мышечного волокна, состоящая из большого числа протофибрилл (совокупность нитей актина и миозина). Она является сократительным элементом мышечного волокна.

7. Дайте определение понятию «саркомер». Зарисуйте саркомер.

Саркомер — участок миофибриллы между двумя Z-мембранами длиной 2–3 мкм.



A — анизотропные диски (темные); I — изотропные диски (светлые). Z-Z-мембрана; H-H-полоска; 1 — актин; 2 — миозин.

8. Что представляет собой саркоплазматический ретикулум, каково его значение в механизме мышечного сокращения?

Саркоплазматический ретикулум — это замкнутая система внутриклеточных трубочек и цистерн, окружающих каждую миофибриллу. Он является резервуаром для хранения, выброса и обратного захвата кальция при сокращении и расслаблении мышцы.

9. Назовите структурную и функциональную единицы изолированной мышцы и двигательного аппарата в организме. Что называют двигательной единицей?

Структурной и функциональной единицей изолированной мышцы является мышечное волокно, двигательного аппарата в организме — двигательная единица. **Двигательная единица** — это мотонейрон с группой иннервируемых им мышечных волокон.

10. На какие группы по строению делятся двигательные единицы, охарактеризуйте их.

Двигательные единицы по строению делятся на малые и большие. **Малые** имеют малый мотонейрон и тонкий аксон, способный иннервировать 10–12 мышечных волокон. **Большие** представлены крупным телом мотонейрона, толстым аксоном, который способен иннервировать более 1000 мышечных волокон.

11. На какие группы по скорости сокращения делятся двигательные единицы, какова продолжительность их сокращения?

По скорости сокращения двигательные единицы делятся на быстрые и медленные. Продолжительность сокращения быстрых двигательных единиц 0,01–0,03 с, медленных — 0,1 с.

12. Назовите функциональные отличия быстрых и медленных двигательных единиц.

Функциональные отличия быстрых и медленных двигательных единиц состоят в том, что у быстрых двигательных единиц скорость и сила сокращения больше, но быстрее наступает утомление, у медленных — обратные взаимоотношения.

13. Назовите группы мышц, состоящие преимущественно из быстрых или медленных мышечных волокон.

Из быстрых двигательных единиц состоят преимущественно некоторые мышцы глаза, мышцы пальцев рук; из медленных — дыхательные мышцы, разгибатели конечностей и спины, обеспечивающие поддержание позы.

14. Подчиняется ли двигательная единица закону «все или ничего»? Почему?

Двигательная единица подчиняется закону «все или ничего», так как импульсы по ветвлениям аксона подходят одновременно ко всем мышечным волокнам двигательной единицы, и они сокращаются синхронно, т. е. двигательная единица функционирует как единое целое.

15. В каких условиях отдельные двигательные единицы одного нейронного пула возбуждаются синхронно, в каких — асинхронно?

При умеренных мышечных нагрузках двигательные единицы одного нейронного пула возбуждаются асинхронно, т. е. независимо друг от друга, при чрезмерных усилиях — синхронно.

16. Что называют сократимостью мышцы? Назовите типы сокращения скелетных мышц в зависимости от условий сокращения и от характера раздражения.

Сократимостью мышцы называют способность мышечной ткани изменять длину или напряжение.

В зависимости от условий сокращения различают изометрическое и изотоническое сокращения. В зависимости от характера раздражения различают одиночное и тетаническое сокращения.

17. Дайте определение понятиям «изотоническое сокращение», «изометрическое сокращение».

Изотоническое сокращение — сокращение, при котором мышца укорачивается, но не изменяет своего напряжения. Например, ходьба.

Изометрическое сокращение — сокращение, при котором мышца изменяет свое напряжение, но не изменяет длины. Наблюдается при поддержании позы или преодолении силы земного притяжения.

18. Назовите три фазы одиночного мышечного сокращения. Какой основной процесс происходит в первую фазу?

Фазы одиночного мышечного сокращения:

1) латентный период; 2) период укорочения; 3) расслабления.

В первую фазу основным процессом является возбуждение.

19. Какие факторы влияют на силу одиночного мышечного сокращения?

На силу одиночного мышечного сокращения влияют степень предварительного растяжения мышцы и сила ее раздражения.

20. Почему увеличение силы раздражения мышцы увеличивает силу ее сокращения?

Увеличение силы раздражения мышцы увеличивает силу ее сокращения вследствие увеличения числа сокращающихся волокон. В возбуждение дополнительно вовлекаются волокна, которые при слабом раздражении не возбуждались из-за более низкой их возбудимости или более глубокого расположения в мышце.

21. Что называют тетаническим сокращением мышцы? Какое явление лежит в основе механизма тетануса?

Тетаническое сокращение — это слитное, длительное сокращение скелетной мышцы, возникающее в ответ на ритмическое раздражение. В основе механизма тетануса лежит явление суммации мышечных сокращений.

22. Что называют суммацией мышечных сокращений?

Суммация мышечных сокращений — это увеличение силы (или амплитуды) и длительности сокращения мышцы под действием ее повторного раздражения в период предыдущего сокращения.

23. За счет чего увеличивается амплитуда мышечного сокращения при суммации в изотоническом режиме? Объясните механизм.

В изотоническом режиме увеличение амплитуда мышечного сокращения при суммации происходит за счет дополнительного скольжения нитей актина и миозина относительно друг друга в результате увеличения зон зацепления миозиновых мостиков под влиянием дополнительного выхода ионов Ca^{2+} из саркоплазматического ретикулула.

24. При каких условиях раздражения скелетной мышцы вместо одиночных сокращений возникает тетанус? Какие виды тетануса Вам известны?

Тетанус возникает при ритмическом раздражении с интервалами между импульсами меньшими, чем период одиночного мышечного сокращения. Выделяют зубчатый и гладкий тетанус.

25. В какую фазу одиночного сокращения должно попасть каждое последующее раздражение, чтобы возник зубчатый или гладкий тетанус? Какие факторы влияют на высоту гладкого тетануса изолированной мышцы?

Чтобы возник зубчатый тетанус каждое последующее раздражение должно попасть в фазу расслабления мышцы, чтобы

возник гладкий тетанус — в фазу укорочения (напряжения) мышцы. На высоту гладкого тетануса изолированной мышцы влияют степень предварительного растяжения мышцы, сила и частота ее раздражения.

26. Какую частоту раздражения мышцы называют оптимальной, какую — пессимальной?

Оптимальная частота раздражения мышцы — это частота, при которой гладкий тетанус наиболее высокий и устойчивый, пессимальная — высокая частота, превышающая лабильность мышц, при которой она расслабляется.

27. Почему при оптимальной частоте раздражения изолированной мышцы тетанус наиболее высокий и устойчивый, а при пессимальной частоте раздражения мышца расслабляется?

При оптимальной частоте раздражения изолированной мышцы тетанус наиболее высокий, потому что каждый последующий стимул попадает в фазу экзальтации, а при пессимальной частоте раздражения мышца расслабляется, так как каждый последующий стимул попадает в фазу абсолютной рефрактерности.

28. Дайте определение понятию «контрактура». Перечислите виды контрактур.

Контрактура (судорога) — это стойкое непрерывное стационарное обратимое сокращение мышцы с сильно замедленным его расслаблением. Виды контрактур: 1) калиевая; 2) кофеиновая; 3) посттетаническая.

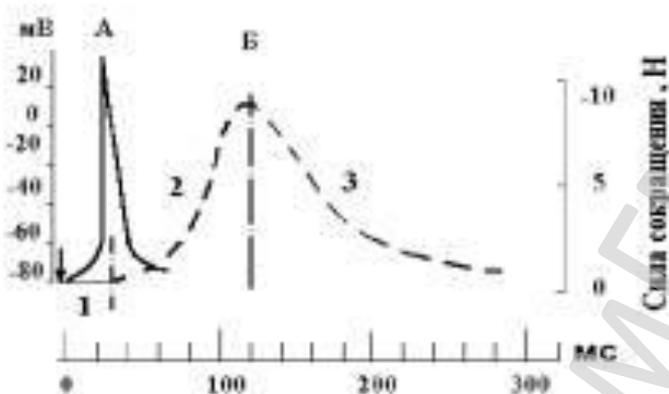
29. Что является непосредственной причиной сокращения (укорочения) мышцы?

Непосредственной причиной сокращения (укорочения) мышцы является скольжение нитей актина вдоль нитей миозина навстречу друг другу.

30. Почему потенциал действия считается инициатором мышечного сокращения? Дайте соответствующие пояснения.

Потенциал действия считается инициатором мышечного сокращения, так как повышает проницаемость саркоплазматического ретикулума, что обеспечивает выход из него ионов кальция, необходимых для запуска процесса сокращения мышцы.

31. Нарисуйте, сопоставив во времени, потенциал действия и цикл одиночного сокращения скелетной мышцы. Назовите фазы сокращения мышцы.



А — потенциал действия; Б — изометрическое сокращение мышцы: 1 — латентный период; 2 — фаза напряжения; 3 — фаза расслабления; ↓ — момент нанесения раздражения.

32. Опишите кратко роль ионов кальция в механизме мышечного сокращения.

Роль ионов кальция в механизме мышечного сокращения состоит в том, что ионы кальция взаимодействуют с белковым комплексом тропонин-тропомиозин, что ведет к освобождению активных участков на нитях актина и зацеплению за них головок миозиновых мостиков.

33. На какие процессы, обеспечивающие сокращение мышцы, расходуется энергия АТФ?

При сокращении мышцы энергия АТФ расходуется на взаимодействие актиновых и миозиновых нитей, обеспечивающее их скольжение относительно друг друга (укорочение) и работу ионных насосов.

34. Опишите последовательно одиночный цикл образования поперечных мостиков и процессы, обеспечивающие освобождение энергии АТФ при мышечном сокращении.

Одиночный цикл мышечного сокращения включает:

1) выход ионов кальция из саркоплазматического ретикулума (СПР), связывание с С-субъединицей тропонина, смещение тропонина на актиновой нити, освобождение актиновых центров актина для связывания с миозином;

2) связывание головок миозина с актином — образование поперечных мостиков (головка миозина энергизирована: АТФ расщеплена, но АДФ и фосфат не отсоединились);

3) завершение гидролиза АТФ (АДФ и фосфат отсоединяются), поворот головки миозина, скольжение нитей актина, укорочение саркомера;

4) присоединение новой молекулы АТФ, разъединение мостиков между актином и миозином;

5) энергизация головки миозина — частичный гидролиз АТФ (АДФ и фосфат не отделяются), восстановление исходной конформации головки миозана;

6) откачивание ионов кальция назад в СПР.

35. Что является непосредственной причиной скольжения нитей актина и миозина, обеспечивающего мышечное сокращение? Почему?

Непосредственной причиной скольжения нитей актина и миозина, обеспечивающего мышечное сокращение, является «сгибание» миозиновых мостиков. Потому что в этот момент они «зацеплены» своими головками за активные участки нитей актина.

36. Какой из процессов, обеспечивающих мышечное расслабление, является активным, какой — пассивным?

Активным (с затратой энергии АТФ) процессом, обеспечивающим мышечное расслабление, является процесс переноса ионов кальция в саркоплазматический ретикулум, пассивным — скольжение нитей актина и миозина, ведущее к уменьшению зон их взаимного перекрытия.

37. Что является причиной скольжения нитей актина и миозина относительно друг друга при расслаблении мышцы.

Причиной скольжения нитей актина и миозина относительно друг друга при расслаблении мышцы являются эластические свойства самой мышцы и сухожилия, растянутых при сокращении мышцы, и масса органа (сила тяжести).

38. Назовите две фазы теплообразования в мышцах. Каким периодам мышечного сокращения соответствует первая из них? На какие процессы расходуется энергия восстановительного теплообразования в мышцах?

Первая фаза теплообразования в мышцах — начальное теплообразование — соответствует возбуждению, укорочению и расслаблению мышцы, вторая — восстановительное (запаздывающее) теплообразование.

Энергия восстановительного теплообразования в мышцах расходуется на ресинтез АТФ и работу ионных помп, обеспечивающих перенос ионов Na^+ , K^+ и Ca^{2+} .

39. Назовите источники энергии, обеспечивающие ресинтез АТФ.

Источниками энергии, обеспечивающими ресинтез АТФ, являются расщепление креатинфосфата, анаэробный гликолиз; аэробное окисление углеводов и жирных кислот, т. е. через окислительное фосфорилирование.

40. На что расходуется энергия (укажите распределение в процентах), освобождаемая при мышечном сокращении? Каков КПД мышцы?

Энергия, освобождаемая при мышечном сокращении, расходуется: 50 % на сокращение и расслабление (из них: 25 % — на механическую деятельность (это КПД мышцы); 25 % — на работу ионных помп); 50 % тепла выделяется в окружающую среду.

41. Синхронно или асинхронно сокращаются отдельные мышечные волокна в естественных условиях? За счет каких механических эффектов увеличивается сила сокращения скелетной мышцы в естественных условиях?

Отдельные мышечные волокна в естественных условиях сокращаются асинхронно. Сила сокращения скелетной мышцы увеличивается за счет вовлечения в реакцию большего числа двигательных единиц, увеличения степени синхронизации их возбуждения, дополнительного скольжения нитей актина и миозина относительно друг друга в каждой миофибрилле.

42. Что называют тонусом скелетных мышц, развивается ли при этом их утомление, велик ли расход энергии?

Тонус скелетной мышцы — это постоянное слабое напряжение (сокращение) скелетных мышц, поддерживаемое редкими импульсами из центральной нервной системы и осуществляемое с малым расходом энергии без признаков утомления.

43. Какова зависимость работы изолированной скелетной мышцы от величины нагрузки?

Зависимость работы изолированной скелетной мышцы от величины нагрузки состоит в следующем: с увеличением нагрузки работа мышцы сначала возрастает, а затем уменьшается вплоть до нуля при чрезмерно сильных нагрузках, когда мышца не в состоянии поднять груз.

44. Сформулируйте правило «средних нагрузок». Как и почему изменится работоспособность скелетной мышцы при увеличении частоты ее сокращений?

Правило «средних нагрузок»: работа мышцы максимальна при средних нагрузках. С увеличением частоты сокращений работоспособность сначала возрастает, а при превышении оптимальной частоты работоспособность уменьшается, так как быстрее развивается утомление.

45. Что называют утомлением мышцы? Чем оно объясняется?

Утомление мышцы — это временное понижение работоспособности мышцы, наступающее в результате работы и исчезающее после отдыха. Оно объясняется накоплением продуктов обмена веществ, постепенным истощением энергетических запасов.

46. В условиях целого организма или в изолированной мышце утомление наступает медленнее? Почему?

Утомление наступает медленнее в условиях целого организма, так как мышца постоянно снабжается кровью: получает питательные вещества и кислород и освобождается от продуктов метаболизма.

47. Где в условиях целого организма утомление наступает раньше: в центральной нервной системе, в нервно-мышечном синапсе или в самой мышце? Что такое активный отдых?

В условиях целого организма утомление наступает раньше всего в центральной нервной системе. **Активный отдых** — это восстановление работоспособности утомленных мышц при двигательной активности других мышц.

48. Какие виды гипертрофии мышц выделяют?

Выделяют два вида гипертрофии:

Миофибрилярный тип. Развивается при статической работе (поднятие тяжести). При этом типе гипертрофии увеличивается число актиновых и миозиновых нитей и значительно увеличивается сила мышцы. Например, тяжелоатлеты.

Саркоплазматический тип — увеличение объема саркоплазмы (гликогена, креатининфосфата, миоглобина, числа капилляров). При этом типе гипертрофии развивается выносливость. Например, бегуны на длинной дистанции.

49. Гладкие мышцы являются произвольно или непроизвольно возбудимыми? Какие структуры они формируют?

Гладкомышечная ткань является непроизвольно возбудимой. Она формирует мышечные оболочки внутренних органов, все внутренние сфинктеры, входит в состав стенки сосудов.

50. Перечислите структурные особенности гладкой мышцы.

Структурные особенности гладкой мышцы:

- 1) нерегулярное расположение нитей актина и миозина, вследствие чего отсутствует поперечная исчерченность;
- 2) слабое развитие саркоплазматического ретикулума;
- 3) наличие нексусов между мышечными волокнами.

51. Назовите функциональные особенности гладкой мышцы по сравнению со скелетной.

Гладкой мышце присущи: автоматия, пластичность, более продолжительное сокращение (от нескольких секунд до 1 мин).

52. Перечислите особенности потенциала покоя и потенциала действия гладкой мышцы по сравнению с таковыми поперечнополосатой мышцы.

Особенности потенциала покоя и потенциала действия гладкой мышцы по сравнению с таковыми поперечнополосатой мышцы: величина потенциала покоя гладкой мышцы меньше (30–50 мВ), наблюдается спонтанная деполяризация. Потенциалы действия бывают пикообразными и платообразными, более продолжительны — до 0,5 с, деполяризация обеспечивается, главным образом, с помощью кальция и частично посредством натрия.

53. Что такое пластичность гладких мышц, каково ее значение для функционирования внутренних полых органов?

Пластичность гладких мышц — это способность длительно сохранять приданную растяжением длину без изменения напряжения. Благодаря пластичности гладкой мышцы давление в полых органах почти не меняется при медленном их наполнении.

54. Что является функциональной единицей гладкой мышцы? Почему?

Функциональной единицей гладкой мышцы является **пучок мышечных волокон**, заключенный в соединительнотканную оболочку, в пределах которого возбуждение передается от одного волокна к другому, охватывая весь пучок одновременно.

55. Как классифицируются гладкие мышцы?

Мультиунитарные — входят в состав цилиарной мышцы, мышц радужки глаза, мышцы поднимающей волос.

Унитарные (висцеральные) — находятся во всех внутренних органах, протоках пищеварительных желез, кровеносных и лимфатических сосудах, коже.

ГЛАВА 3

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ КООРДИНИРОВАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

1. Что представляет собой нервная система? Приведите классификацию нервной системы по анатомическому и функциональному признакам?

Нервная система — целостная морфологическая и функциональная совокупность различных взаимосвязанных нервных структур, которая совместно с гуморальной системой обеспечивает взаимосвязанную регуляцию деятельности всех систем организма и реакцию на изменение условий внутренней и внешней среды.

Анатомически нервную систему делят на *центральную* и *периферическую*. По функциональным признакам нервную систему делят на *соматическую* и *автономную*.

2. Назовите функции центральной нервной системы.

Центральная нервная система (ЦНС) обеспечивает индивидуальное приспособление, поведение организма в конкретных условиях среды обитания, регулирует деятельность каждого органа, обеспечивает интеграцию и объединение органов в единую систему, согласует интенсивность функционирования систем организма, обеспечивает реагирование организма как единого целого на раздражители из внешней и внутренней среды организма. ЦНС объединяет и координирует деятельность всех органов и систем. Формирует целенаправленное поведение. Общей функцией ЦНС является ее трофическое влияние на клетки.

3. Почему в органах, лишенных связей с центральной нервной системой, развиваются дистрофические, воспалительные и атрофические процессы, приводящие к снижению и прекращению функциональной активности органов?

В органах, лишенных связей с ЦНС, развиваются дистрофические, воспалительные и атрофические процессы, так как ЦНС оказывает трофическое влияние на клетки.

4. Назовите и охарактеризуйте уровни центральной нервной системы.

Интеграция организована на различных уровнях ЦНС:

1) первым уровнем интеграции является *нейрон*, клеточная мембрана которого интегрирует синаптические влияния. Интеграция

на уровне нейрона осуществляется взаимодействием возбуждающих (ВПСП) и тормозных (ТПСП) постсинаптических потенциалов, которые генерируются при активации синаптических входов нейрона;

2) вторым уровнем интеграции являются элементарные **нервные сети**. В нейронных сетях происходит дивергенция, иррадиация, конвергенция, суммация, реверберация, окклюзия и облегчение распространения возбуждения;

3) третий уровень координации осуществляется в процессе деятельности нервных центров и их взаимодействии. **Нервные центры** формируются объединением нескольких локальных сетей и представляют собой комплекс элементов, способных осуществить определенный рефлекс или поведенческий акт;

4) четвертый уровень — это уровень **интегративных систем**. Нервные центры различных отделов мозга объединяются в распределенные системы, которые координируют деятельность организма в целом.

5. Дайте определение понятия «нейрон». Почему нейроны относятся к возбудимым клеткам?

Нейрон — структурно-функциональная единица нервной системы. Нейрон — электрически возбудимая клетка, которая обрабатывает, хранит и передает информацию с помощью электрических и химических сигналов. Нейроны — это возбудимые клетки, так как они способны генерировать и передавать электрические импульсы.

6. Что представляют собой дендриты?

Многочисленные древовидно разветвленные отростки **дендриты** (от греч. *dendron* — дерево) служат входами нейрона, через которые сигналы поступают в нервную клетку, так как на них размещается большое число синапсов. Именно дендритам принадлежит ведущая роль в восприятии информации.

7. Что представляет собой аксон?

Выходом нейрона является отходящий от тела клетки отросток аксон (от греч. *axis* — ось), который передает нервные импульсы дальше — другой нервной клетке или рабочему органу (мышце, железе).

8. На какие группы по структуре и функциям делятся нейроны?

По форме тела: многоугольные, пирамидные, круглые, овальные.

По количеству и характеру отростков:

— униполярные — имеющие один отросток;

— псевдоуниполярные — от тела отходит один отросток, который затем делится на 2 ветви;

— биполярные — 2 отростка, один дендритоподобный, другой аксон;

— мультиполярные — имеют 1 аксон и много дендритов.

По медиатору, выделяемому нейроном в синапсе: холинергические, адренергические, серотонинергические, пептидергические и т. д.

По функциям:

— афферентные, или чувствительные. Служат для восприятия сигналов из внешней и внутренней среды и передачи их в ЦНС;

— вставочные, или интернейроны, промежуточные. Обеспечивают переработку, хранение и передачу информации к эфферентным нейронам. Их в ЦНС большинство;

— эфферентные или двигательные. Формируют управляющие сигналы, и передают их к периферическим нейронам и исполнительным органам.

По физиологической роли: возбуждающие, тормозные.

9. Какими свойствами обладают нейроны?

Нейрон обладает общими свойствами, характерными для возбудимых тканей:

- возбудимостью;
- проводимостью;
- лабильностью.

10. Назовите функции нейронов.

Нейрон способен принимать, обрабатывать, кодировать, генерировать, передавать и хранить информацию. То есть воспринимать действие потенциала, интегрировать воздействия с формированием ответа.

Таким образом, нейроны выполняют следующие функции:

Сенсорные — воспринимают и преобразуют стимулы внешней среды.

Интегративные — перерабатывают и хранят всю входящую информацию.

Моторные — регулируют двигательные системы (произвольные и произвольные.)

11. Дайте определение понятия «рефлекс».

Рефлекс — это закономерная реакция организма на изменение внешней или внутренней среды, которая осуществляется с обязательным участием ЦНС.

12. Кто впервые сформулировал учение о рефлекторном акте, какой ученый ввел в физиологию понятие «рефлекс», кто распространил рефлекторный принцип на деятельность головного мозга и высшие психические функции человека?

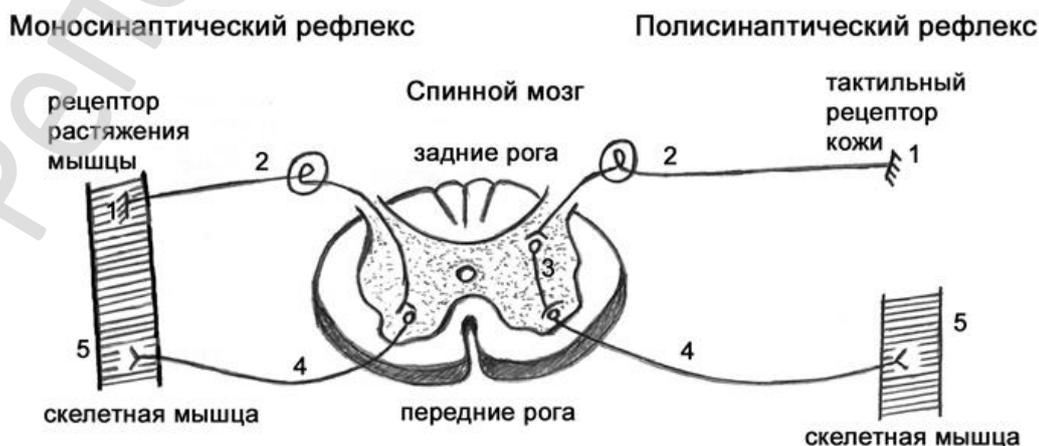
Представление о рефлекторном акте возникло в первой половине XVII в. в трудах Р. Декарта. Понятие «рефлекс» ввел в физиологию для обозначения отражательной функции нервной системы чешский ученый И. Прохазка в конце XVIII в. Он показал опытным путем участие в рефлексах структур спинного мозга. И. М. Сеченов распространил рефлекторный принцип на деятельность головного мозга и высшие психические функции человека, сформулировав эти положения в книге «Рефлексы головного мозга».

13. С работами И. П. Павлова связана эпоха в физиологии. В чем заключается его заслуга?

И. П. Павлов создал учение о трофической функции нервной системы, выполнил фундаментальные эксперименты по нервной регуляции деятельности органов пищеварения, широко ввел в физиологию хронический эксперимент, обосновал синтетическое направление в физиологии и медицине. Работами в области физиологии нервной системы и высшей нервной деятельности И. П. Павлов развил и расширил рефлекторную теорию, открыл условный рефлекс, разработал правила выработки условных рефлексов, сделал условный рефлекс объективным методом изучения высшей нервной деятельности, создал учение о высшей нервной деятельности, учение о первой и второй сигнальных системах.

14. Дайте определение понятия «рефлекторная дуга» и приведите схему рефлекторной дуги соматического и вегетативного рефлекса, укажите, из каких отделов она состоит?

Рефлекторная дуга (нервная дуга) — путь, по которому проходят нервные импульсы от рецептора к исполнительному органу.



1 — рецептор; 2 — афферентное звено (от рецептора в ЦНС) (на схеме представлен псевдоуниполярный нейрон, тело которого расположено в спинномозговом ганглии (узле); 3 — вставочное звено; (вставочный нейрон, никогда не выходит за пределы ЦНС); 4 — эфферентное звено: **в соматическом рефлексе** представлено нейронами (альфа- или гамма-мотонейроном), которые расположены в передних рогах спинного мозга; **в вегетативном** — двумя нейронами, тела которых в вегетативных ганглиях (преганглионарным и постганглионарным); 5 — рабочее звено (рабочий орган): объектом регуляции соматической нервной системы являются скелетные мышцы; объектом регуляции вегетативной нервной системы являются гладкие мышцы, сердце, железы и миоэпителиоциты.

15. Что представляет собой афферентный, центральный и эфферентный компонент рефлекторной дуги?

Афферентная часть дуги начинается рецепторами и заканчивается синапсом на нейроне центрального звена. Центральная часть может включать в себя различное число нейронов и обеспечивает дальнейший анализ раздражителя и выбор ответной реакции. Эфферентная часть состоит из эфферентного нейрона и иннервируемого им эффектора (мышечной или секреторной клетки).

16. Дайте определение понятиям «латентный период рефлекса» и «центральное время рефлекса»?

Время от начала раздражения рецептора до появления ответной реакции называют латентным периодом рефлекса. Время, необходимое для проведения возбуждения по центральной части рефлекторной дуги (с афферентных нейронов на эфферентные) называется центральным временем рефлекса.

17. С чем связано более медленное проведение возбуждения по рефлекторной дуге по сравнению с нервом?

Более медленное проведение возбуждения по рефлекторной дуге, чем по нерву, связано с явлением синаптической задержки, необходимой для:

- 1) выделения медиатора нервным окончанием в ответ на импульс;
- 2) диффузии медиатора через синаптическую щель к постсинаптической мембране;
- 3) возникновения возбуждающего постсинаптического потенциала.

18. Что такое обратная связь в рефлекторной дуге? В чем заключается значение обратной связи?

Обратная связь состоит во **вторичной афферентации**, поступающей в ЦНС **от рецепторов**, которые возбуждаются при из-

менении функциональной активности **рабочего органа**. Например, потенциалы действия, обусловленные возбуждением рецепторов мышц, сухожилий и суставных сумок сгибающейся конечности, в процессе осуществления акта сгибания поступают во все структуры ЦНС, начиная от центров спинного мозга.

Значение обратной связи:

— способ контроля за результатом выполненного действия (это делает рефлекторные реакции точными, координированными, а рефлекторную деятельность целенаправленной для обеспечения достижения точно запланированного результата;

— обеспечивает явление саморегуляции функций при поддержании гомеостаза;

— замыкает рефлекторную дугу в рефлекторное кольцо — совокупность структур для осуществления рефлекса и передачи информации о характере и силе рефлекторного действия в ЦНС.

19. Приведите классификацию рефлексов.

Классификация рефлексов:

— *по биологическому значению*: пищевые, оборонительные, половые, ориентировочные, позно-тонические, двигательные;

— *по месту расположения рецепторов*: экстеро-, висцеро-, инттеро-, и проприорецепторы;

— *по участию отдела ЦНС*: бульбарные, спинальные, кортикальные;

— *по характеру ответа*: моторные, секреторные, сосудодвигательные.

В зависимости от отдела нервной системы, который реализует ответ: соматические или вегетативные.

По приспособительному значению рефлексы делятся на безусловные и условные.

20. Что называют нервным центром? Приведите классификацию нервных центров.

Нервный центр (НЦ) — совокупность структур ЦНС, необходимых для осуществления определенного рефлекса или регуляции определенной функции организма. В широком смысле этого понятия (по И. П. Павлову) НЦ — это совокупность всех нейронов (рецепторных, вставочных и эффекторных), расположенных в различных отделах ЦНС и участвующих в регуляции той или иной функции. В узком смысле этого понятия (по И. П. Павлову) НЦ — это какое-то одно ядро или реже группа ядер, при разрушении которых происходит исчезновение или существенное нарушение функции.

Классификация нервных центров:

— по локализации (*корковые, подкорковые, спинальные*);

— по функции (*дыхательный, сосудодвигательный, теплообразования*);

— по модальности целостных биологических состояний (*голод-насыщение, эмоции, влечения и т. д.*).

21. Перечислите основные свойства нервных центров.

Свойства нервных центров: одностороннее проведение возбуждения, центральная задержка, суммация возбуждения, инерционность, фоновая активность, трансформация ритма, посттетаническая потенциация, реверберация, облегчение и окклюзия, высокая чувствительность к недостатку кислорода и к химическим веществам, низкая лабильность и высокая утомляемость, пластичность, принцип отдачи.

22. Почему проведение возбуждения ЦНС осуществляется только в одном направлении?

Возбуждение распространяется только в одном направлении (от рецепторного нейрона к вставочному или эфферентному), так как медиатор выделяется только из пресинаптической структуры и влияет на постсинаптическую.

23. Дайте определение понятия «суммация возбуждения». Назовите виды суммации. Кто, когда и в каком опыте открыл это явление?

Суммация возбуждения — усиление рефлекторной реакции в ответ на увеличение частоты подпороговых раздражений афферентного нерва (рецептора) или в результате увеличения количества одновременно раздражаемых афферентных волокон или рецепторов. Виды суммации: пространственная и временная (последовательная). И. М. Сеченов открыл данное явление в 1868 г. в опыте на таламической лягушке. Одиночное подпороговое раздражение лапки лягушки не вызывает рефлекторной реакции, а ритмическое раздражение той же силы вызывает рефлекс — отдергивание лапки или прыжок.

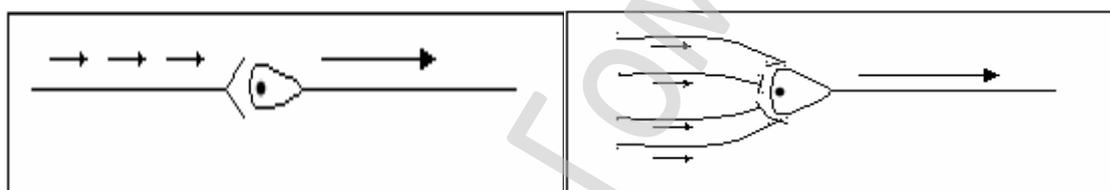
24. Что такое временная (последовательная) и пространственная суммация?

Временная (последовательная) суммация — усиление ответной реакции в результате увеличения частоты раздражений, поступающих на нейрон от одного и того же рецептора. Как правило, на один стимул выделяется недостаточное количество медиатора в синапсе для передачи возбуждения. Реализуется временная суммация путем накопления квантов медиатора в синапсах в количестве, достаточном для деполяризации мембраны нейронов и возникнове-

ния ВПСП на постсинаптической мембране, а затем и генерации потенциала действия.

Пространственная суммация выявляется при одновременной стимуляции подпороговыми стимулами различных входов в нейрон. Возникает в результате конвергенции возбуждения на один и тот же нейрон, состоит в суммации деполяризации мембраны нейрона под влиянием одновременно возникших ВПСП в нескольких синапсах. Оба вида суммации происходят в области аксонного холмика, где и генерируются ПД. Явления суммации лежат в основе трансформации ритма.

25. Изобразите схему временной суммации и пространственной суммации?



26. Что понимают под инерционностью нервных центров? С какими явлениями она связана?

Инерционность — сравнительно медленное возникновение возбуждения всего комплекса нейронов центра при поступлении к нему импульсов и медленное исчезновение после прекращения входной импульсации. Инерционность центров связана с суммацией возбуждения и последствием.

27. Что понимают под трансформацией ритма в нервных центрах? С чем связано ослабление и усиление сигнала при трансформации ритма возбуждения?

Трансформация ритма возбуждения заключается в том, что информация, выходящая из нервного центра, отличается по частоте и ритму от приходящей к нему афферентной информации. Это связано с тем, что в период существования одного ВПСП возможна генерация серии ПД на мембране постсинаптического нейрона. Возможно как учащение, так и урежение импульсации.

Ослабление сигналов может происходить при длительной работе нервного центра. В его синапсах развивается синаптическая депрессия. Проявляется в снижении постсинаптических потенциалов и связана со стойкой деполяризацией постсинаптической мембраны при длительной работе синапса. Возможно это нейронный коррелят привыкания нервных центров. В основе такой трансформации лежит увеличение рефрактерного периода в нервных центрах и соответствующее в связи с этим уменьшение лабильности. Так,

если в нервный центр импульсы поступают с частотой, превышающей лабильность центра, то центр вместо 10 импульсов выдает всего пять (т. е. часть входящих импульсов попадает в рефрактерный период возбуждения предыдущего импульса и не воспроизводятся).

Усиление сигналов осуществляется двумя путями:

— путем посттетанической потенциации. В результате этого слабый сигнал вызвал увеличенное выделение медиатора и большую величину ВПСП на нейроне;

— второй механизм, усиливающий поступающий сигнал — реверберация. Реверберация — это циркуляция импульсов по замкнутым нейронным сетям. На этом механизме основана кратковременная память, обучение.

28. Что понимают под посттетанической потенциацией?

Увеличение числа квантов медиатора высвобождаемых нервным импульсом после ритмического раздражения есть посттетаническая (постактивационная) потенциация. Это явление связано с предшествующим возбуждением, т.к. внутри пресинапса накапливаются ионы кальция. Это повышает эффективность работы синапса. При частом ритме каждый последующий потенциал вызывает выделение большего числа квантов медиатора. Это способствует увеличению амплитуды постсинаптических ПД.

29. Дайте определение понятия «реверберация»? Изобразите схему реверберации.

Реверберация — это циркуляция импульсов по замкнутым нейронным сетям. На этом механизме основана кратковременная память, обучение.

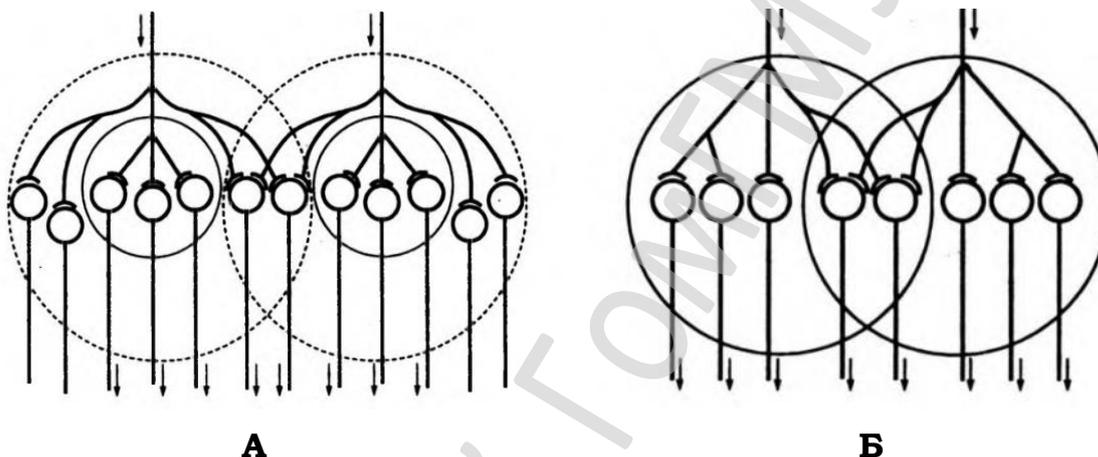


30. Дайте определение понятиям «облегчение» и «окклюзия»? Изобразите схематично облегчение и окклюзию?

Облегчение — физиологический феномен, регистрируемый в ЦНС, означающий ситуацию, когда стимуляция двух афферентных

нейронов дает ответ большей силы, чем ожидаемая алгебраическая сумма ответов при их отдельной стимуляции.

Окклюзия — физиологический феномен, регистрируемый в ЦНС, означающий ситуацию, когда стимуляция двух афферентных нейронов дает ответ меньшей силы, чем ожидаемая алгебраическая сумма ответов при их отдельной стимуляции. Феномен окклюзии приводит к снижению силы суммарной ответной реакции.



А — облегчение (кругами обозначены центральные зоны (сплошная линия) и подпороговая «кайма» (пунктирная линия); Б — окклюзия.

31. Чем объясняется высокая чувствительность нервных центров к химическим веществам? Приведите примеры веществ, воздействующих на нервные центры.

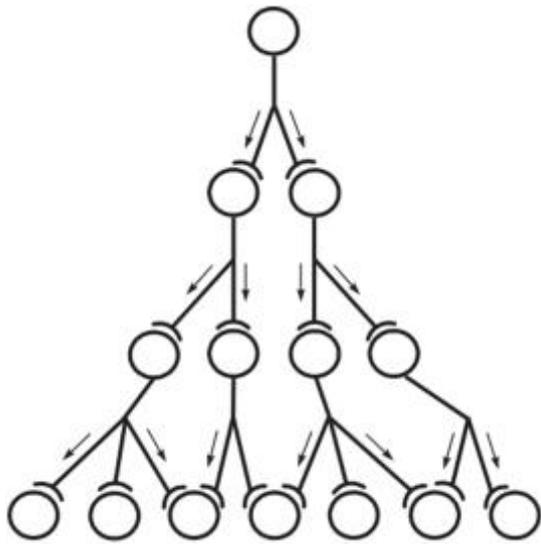
Высокая чувствительность нервных центров к химическим веществам объясняется большим числом синапсов. На одном нейроне могут располагаться синапсы, обладающие чувствительностью к различным химическим веществам.

Например, стрихнин блокирует функции тормозных синапсов, т. е. увеличивает возбуждение НЦ, апоморфин действует только на рвотный центр.

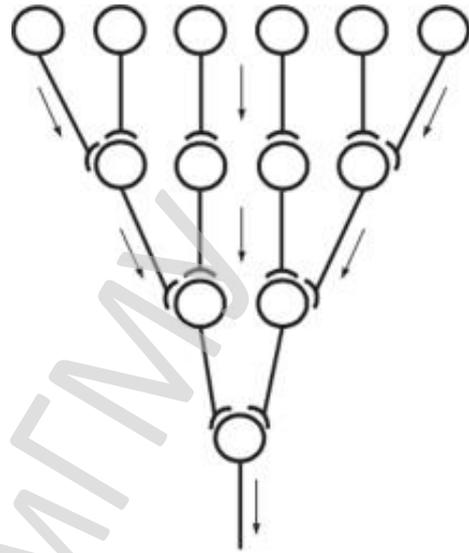
32. Дайте определение понятиям «конвергенция» и «дивергенция». Приведите схему мультипликации возбуждения (дивергенции) и конвергенции.

Дивергенция — передача возбуждения с одного афферентного нейрона на большое число эфферентных нейронов. Это обеспечивается разветвлениями аксона афферентного нейрона и образованием синапсов на большом числе вставочных нейронов, каждый из которых, в свою очередь, образует синапсы на нескольких эфферентных нейронах.

Конвергенция — схождение возбуждения различного происхождения по нескольким путям к одному и тому же нейрону.



Дивергенция

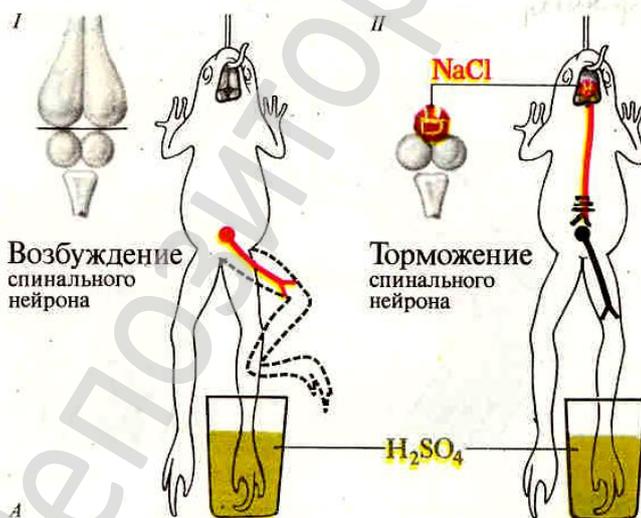


Конвергенция

33. Какой процесс в центральной нервной системе называют торможением?

Торможение — активный самостоятельный физиологический процесс, вызываемый возбуждением и направленный на ослабление, прекращение или предотвращение другого возбуждения.

34. Какой вид торможения изображен на рисунке?



Центральное (сеченовское) торможение.

35. Опишите опыт И. М. Сеченова, который привел к открытию центрального торможения. В чем физиологический смысл центрального сеченовского торможения?

При раздражении области зрительных бугров кристалликом поваренной соли у таламической лягушки наблюдалось удлинение

времени защитного рефлекса, измеряемого по методу Тюрка. Физиологический смысл центрального торможения заключается в том, что в промежуточном и среднем мозге расположены центры, тормозящие спинномозговые рефлексы.

36. По каким признакам можно классифицировать торможение центральной нервной системы?

Торможение ЦНС можно классифицировать по различным признакам: электрическому состоянию мембраны (гиперполяризионное и деполяризионное), отношению к синапсу (постсинаптическое и пресинаптическое), нейрональной организации (поступательное, возвратное, латеральное).

Принято выделять первичное и вторичное торможение. Первичное: постсинаптическое и пресинаптическое. Вторичное: пессимальное по Н. Введенскому и следовое (при следовой гиперполяризации — торможение вслед за возбуждением).

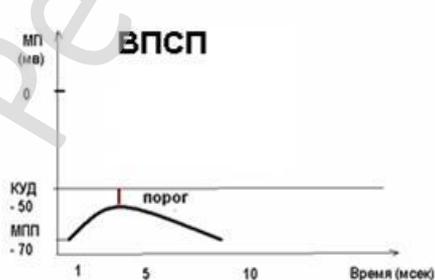
37. Назовите два вида торможения в нейронах центральной нервной системы, отличающихся друг от друга по механизму возникновения и локализации?

Постсинаптическое и пресинаптическое.

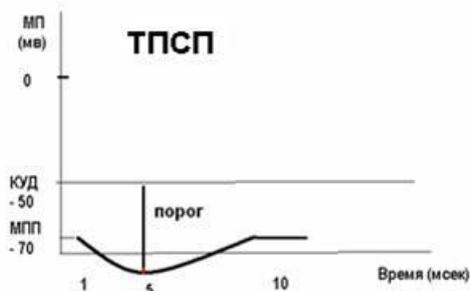
38. Что называют постсинаптическим торможением нейрона? С помощью каких нейронов оно осуществляется (по природе медиаторов)?

Постсинаптическое торможение нейрона — снижение его возбудимости вследствие возникновения ТПСП. Осуществляется с помощью тормозных глицин-, таурин- и ГАМК-ергических интернейронов.

39. Нарисуйте схему ВПСП и ТПСП, сделайте необходимые обозначения?



Возбудимость повышена



Возбудимость снижена

40. На какие виды подразделяется постсинаптическое торможение в зависимости от вида тормозных нейронов и структурной организации нейронной сети?

Постсинаптическое торможение в зависимости от вида тормозных нейронов и структурной организации нейронной сети подразделяется на:

- а) центральное (сеченовское) торможение;
- б) корковое;
- в) реципрокное торможение;
- г) возвратное торможение;
- д) латеральное торможение.

41. Что называют вторичным торможением?

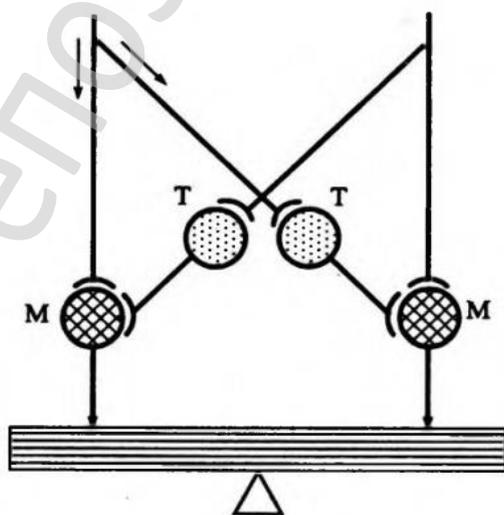
Вторичное торможение не связано с тормозными структурами, является следствием предшествующего возбуждения.

42. Что называют корковым торможением?

Корковое торможение обусловлено тормозящими интернейронами коры (звездчатыми клетками).

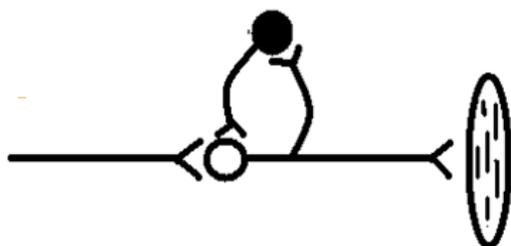
43. В чем заключается физиологический смысл реципрокного торможения? Приведите схему реципрокного торможения.

Реципрокное торможение основано на том, что одни и те же афференты, которые возбуждают одну группу клеток, обеспечивают торможение других групп через вставочные нейроны. Оно лежит в основе функционирования мышц-антагонистов и обеспечивает расслабление мышцы в момент сокращения мышцы-антагониста.



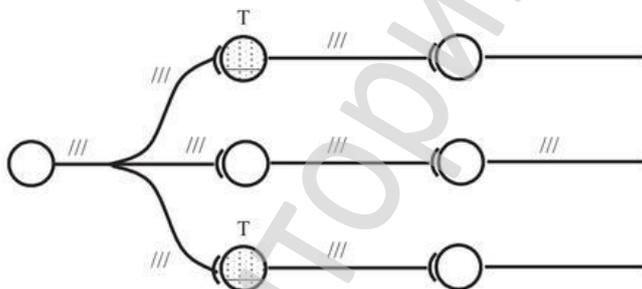
44. Что называют антидромным (возвратным торможением)? Приведите схему антидромного (возвратного) торможения.

Антидромное торможение реализуется через тормозные клетки Реншоу, открытые в спинном мозге. Аксоны мотонейронов передних рогов отдают коллатераль на тормозной нейрон Реншоу, аксоны которого возвращаются на тот же мотонейрон, образуя на нем тормозные синапсы.



45. Что называют латеральным торможением? Приведите схему латерального торможения.

Латеральное торможение осуществляется с помощью тормозных вставочных нейронов в параллельных нейронных сетях.



46. Объясните механизм постсинаптического торможения при заряде мембраны -70 мВ?

При заряде мембраны -70 мВ постсинаптическое торможение развивается в ответ на действие тормозного медиатора в синапсе (ГАМК, глицин, таурин). Проницаемость постсинаптической мембраны под влиянием этих медиаторов увеличивается для ионов калия и хлора, калий выходит наружу, а хлор поступает внутрь клетки и возникает **гиперполяризация мембраны**, т. е. повышается порог возбуждения и возникает тормозной постсинаптический потенциал.

47. Объясните механизм постсинаптического торможения при заряде мембраны $-50 \dots -60$ мВ?

Если мембранный потенциал постсинаптической мембраны невелик ($-50 \dots -60$ мВ), то только ионы хлора входят внутрь клетки и развивается гиперполяризация — ТПСП.

48. Объясните механизм постсинаптического торможения при заряде мембраны -90 мВ?

Если мембранный потенциал высок (-90 мВ), то ионы хлора выходят наружу и развивается частичная деполяризация, которая также приводит к развитию ТПСП.

49. Какое торможение называют пресинаптическим? Что является структурной основой пресинаптического торможения, объясните механизм пресинаптического торможения?

Торможение, возникающее в пресинаптической терминали. Структурной основой пресинаптического торможения является аксоаксональный синапс. При этом окончания аксона тормозной клетки образует синапс на аксоне возбуждающего нейрона и блокирует передачу возбуждения, в области пресинаптического контакта развивается сильная деполяризация мембраны, что *снижает амплитуду проходящего здесь потенциала действия*. Тормозной аксон высвобождает тормозящий медиатор, который увеличивает проницаемость мембраны возбуждающего аксона для ионов хлора. Ионы хлора выходят из возбуждающей терминали и развивается частичная деполяризация, возникает ТПСП.

50. Что называют пессимальным торможением?

Пессимальное торможение (открыто Н. Е. Введенским в 1886 г.) развивается в полисинаптических рефлекторных дугах при чрезмерной активации центральных нейронов и играет предохранительную роль. Оно выражается в стойкой деполяризации мембраны, приводящей к инактивации натриевых каналов.

51. Что называют «торможением вслед за возбуждением»?

«Торможение вслед за возбуждением» развивается в нейронах непосредственно после потенциала действия и характерно для клеток с длительной следовой гиперполяризацией. Таким образом, процессы торможения в локальных нейронных сетях уменьшают избыточную активность и участвуют в поддержании оптимальных режимов активности нейронов.

52. Что называют запредельным (охранительным) торможением?

Запредельное (охранительное) торможение возникает на раздражение, превышающее предел работоспособности нейронов. Препятствует истощению нейронов.

53. Что называют индукцией? Что понимают под положительной и отрицательной индукцией?

Взаимодействие процессов возбуждения и торможения в нервных центрах называют *индукцией*. Отрицательная одновременная индукция заключается в том, что если в каком-либо нервном центре развивается возбуждение, то вокруг этого очага возбуждения индуцируется противоположный процесс — процесс торможения. Положительная одновременная индукция проявляется в том, что если в нервном центре развилось торможение, то вокруг этого участка индуцируется возбуждение.

54. Что такое принцип общего «конечного пути»?

Открыт английским физиологом Ч. Шеррингтоном (1906). Один и тот же рефлекс (например, сокращение мышцы) может быть вызван раздражением различных рецепторов, так как один и тот же конечный α -мотонейрон передних рогов спинного мозга входит в состав многих рефлекторных дуг. Рефлексы, дуги которых имеют общий конечный путь, подразделяются на агонистические и антагонистические. Первые усиливают, вторые тормозят друг друга, как бы конкурируя за конечный результат. В основе подкрепления лежит конвергенция и суммация, в основе конкуренции за конечный путь — сопряженное торможение.

55. Что понимают под принципом прямой и обратной связи (обратной афферентации) в координационной деятельности центральной нервной системы? Какова роль обратной афферентации?

Управление функцией нервных центров или органов путем посылки эфферентных импульсов к ним (прямая связь) с учетом афферентной импульсации от них (обратная связь). Роль обратной афферентации заключается в том, что она информирует управляющий центр о параметрах результата действия, что обеспечивает более совершенную регуляцию.

56. Что понимают под принципом отдачи? Какова роль данного принципа?

Феномен отдачи состоит в быстрой смене одного рефлекса другим противоположного значения. Например, после сгибания конечности ее разгибание происходит быстрее, особенно если сгибание было сильным. Механизм этого явления состоит в том, что при сильном сокращении мышц возбуждаются рецепторы Гольджи су-

хожилий, которые через тормозные вставочные нейроны тормозят мотонейроны сгибательных мышц и образуют ветвь, которая возбуждает центр мышц-разгибателей. Благодаря этому механизму можно получить сумму рефлексов — цепные рефлексy (окончание одного рефлекторного ответа инициирует следующий) и ритмические (многократное повторение ритмичных движений).

57. Что понимают под принципом доминанты? Сформулируйте свойства доминанты.

Доминанта — это господствующий очаг возбуждения, изменяющий и подчиняющий себе работу всех других нервных центров.

Свойства доминанты:

1) повышенная возбудимость и лабильность. В этом случае доминирующие центры могут реагировать даже на подпороговые раздражители;

2) стойкость возбуждения. Стойкое возбуждение доминантного очага подавляет путем торможения другие важные очаги возбуждения, возникающие в этот момент в других центрах;

3) способность к суммации возбуждения. Это свойство доминантного очага позволяет «притягивать» к себе очаги возбуждения от других нервных центров, менее возбужденных в данный момент, и усиливаться за счет их;

4) инерция. Доминантный очаг в большинстве случаев не сразу оставляет центр, он может в виде следов возбуждения длительно сохраняться и после прекращения действия раздражителя;

5) доминанта может тормозиться и исчезать, но для этого необходимо возникновение нового более сильного или биологически важного очага возбуждения;

6) способность к самовозобновлению, способность растормаживаться.

ГЛАВА 4

ЧАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

4.1. Физиология спинного мозга, ствола, среднего и промежуточного мозга

1. В чем заключается сегментарное строение спинного мозга?

Спинной мозг человека состоит из **сегментов** — это участки спинного мозга, от которых симметрично отходит одна пара спинно-мозговых нервов, образованных вентральными и дорсальными корешками. Всего различают 31 сегмент: шейных — 8 (C₁₋₈), грудных — 12 (Th₁₋₁₂), поясничных — 5 (L₁₋₅), крестцовых — 5 (S₁₋₅), копчиковый — 1 (Co₁).

2. Какие нервные волокна входят в состав дорсальных (задних) и вентральных (передних) корешков? Как называется эта закономерность?

Дорсальные корешки спинного мозга образованы афферентными нервными волокнами, вентральные — эфферентными и аксонами преганглионарных нейронов вегетативной нервной системы. Такое распределение нервных волокон называется **законом Белла — Мажанди**.

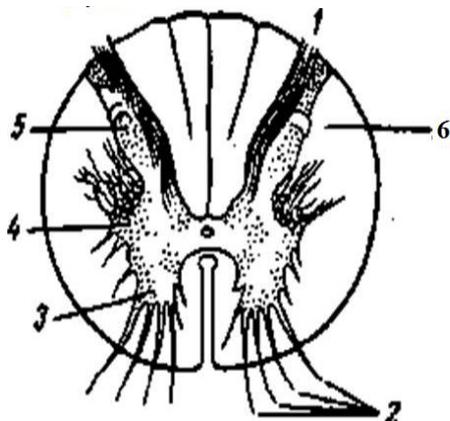
3. Как сказывается на функционировании организма перерезка задних корешков? Передних корешков?

При перерезке задних корешков организм теряет чувствительность, при перерезке передних корешков теряется возможность осуществления двигательных реакций.

4. В чем проявляется особенность сегментарной иннервации тела организма? Какое биологическое значение имеет эта особенность?

Каждая пара корешков иннервирует свой **метамер** (поперечный отрезок кожи и мышц, иннервируемый из одного сегмента спинного мозга.), а также отдает веточки к верхним и нижним метамерам. Этим дублированием сохраняется надежность иннервации (если повреждена одна пара корешков).

5. Зарисуйте поперечный срез спинного мозга, обозначьте его структуры.



Поперечный разрез
спинного мозга.

- 1 — задние корешки;
- 2 — передние корешки;
- 3 — передний рог;
- 4 — боковой рог;
- 5 — задний рог;
- 6 — белое вещество.

6. Чем образовано серое вещество спинного мозга? Чем образовано белое вещество мозга?

Серое вещество образовано скоплением нервных клеток, а окаймляющее его **белое вещество** — нервными волокнами.

7. Какие нейроны входят в состав серого вещества спинного мозга?

В составе серого вещества спинного мозга человека насчитывают около 13,5 млн нервных клеток. Из них двигательные клетки — мотонейроны — составляют всего 3 %, а 97 % представляют промежуточные клетки (вставочные, или интернейроны).

Двигательные нейроны спинного мозга представлены α - и γ -мотонейронами, расположенными в передних рогах серого вещества. α -мотонейроны иннервируют экстрафузальные волокна скелетных мышц, сокращение которых обеспечивает выполнение полезной мышечной работы (сохранение позы, перемещение тела в пространстве). γ -мотонейроны иннервируют рецепторы растяжения (интрафузальные мышечные волокна). Активность γ -мотонейронов полностью зависит от влияния на них двигательных центров ЦНС головного мозга.

8. Какие функции выполняет спинной мозг? В чем они заключаются?

Спинной мозг выполняет две основные функции:

1) **рефлекторную** — заключается в расположении на различных уровнях спинного мозга важнейших нервных центров (обеспечивается нейронами серого вещества);

2) **проводниковую** — заключается в проведении нервных импульсов к выше расположенным отделам ЦНС и от них в спинной мозг (обеспечивается нервными волокнами белого вещества).

9. В чем заключается вегетативная рефлекторная деятельность спинного мозга?

Спинной мозг играет важную роль в рефлекторной регуляции внутренних органов, являясь центром многих **висцеральных рефлексов**. К основным висцеральным функциям спинного мозга относятся: регуляция деятельности сердечно-сосудистой, пищеварительной, мочеполовой систем, а также дыхательных движений и температуры тела.

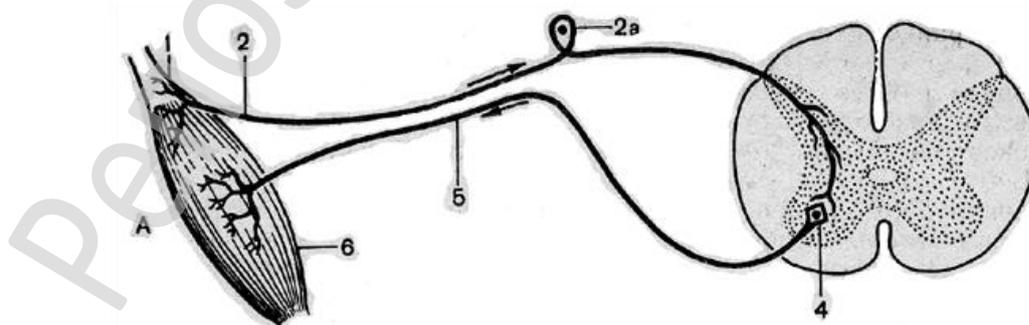
10. На какие группы делятся двигательные рефлексы, осуществляемые под контролем спинного мозга?

Двигательные рефлексы спинного мозга делятся на **простые** (моносинаптические) и **сложные** (полисинаптические).

11. Какие рефлексы относятся к простым?

К **простым (моносинаптическим)** соматическим рефлексам спинного мозга относятся **сухожильные рефлексы**, или **рефлексы растяжения**. Рефлекторная дуга этих рефлексов не содержит вставочных нейронов, поэтому путь, по которому они осуществляются, называется моносинаптическим, а рефлексы — моносинаптическими. Вызываются эти рефлексы ударом неврологического молоточка по сухожилиям. Рефлекторная реакция проявляется в виде резкого сокращения мышцы. Особенно выражены сухожильные рефлексы в мышцах разгибателей ноги, таких как четырехглавая мышца бедра (**коленный рефлекс**) или трехглавая мышца голени (**ахиллов рефлекс**). Однако сухожильные рефлексы вызываются и в мышцах-сгибателях. На руке они четко проявляются на **двуглавой и трехглавой мышцах**, на лице — на **мышцах нижней челюсти**.

12. Зарисуйте схему рефлекторной дуги моносинаптического двигательного рефлекса? Обозначьте ее звенья.



1 — рецептор в мышце или сухожилии; 2 — афферентное нервное волокно; 2а — тело афферентного нейрона в спинно-мозговом ганглии; 3 — серое вещество; 4 — тело эфферентного нейрона; 5 — эфферентное нервное волокно; 6 — эффектор (рабочий орган).

13. На уровне каких сегментов происходит замыкание рефлекторных дуг важнейших спинальных рефлексов?

Важнейшие спинальные рефлексы замыкаются на следующих уровнях спинного мозга: рефлекс сгибателя верхней конечности (бицепс-рефлекс) — C₅–C₆; разгибателя верхней конечности (трицепс-рефлекс) — C₇–C₈; коленный рефлекс — L₃–L₄; ахиллов рефлекс — S₁–S₂; подошвенный рефлекс — L₃–S₁.

14. В чем заключается диагностическое значение в неврологической практике сухожильных рефлексов?

С помощью сухожильных рефлексов в клинике можно определить:

1) на каком уровне спинного мозга локализован патологический процесс. Так, если выполнять сухожильные рефлексы начиная с подошвенного и постепенно подниматься вверх, то если знать, на каком уровне локализованы мотонейроны данного рефлекса, можно установить уровень поражения;

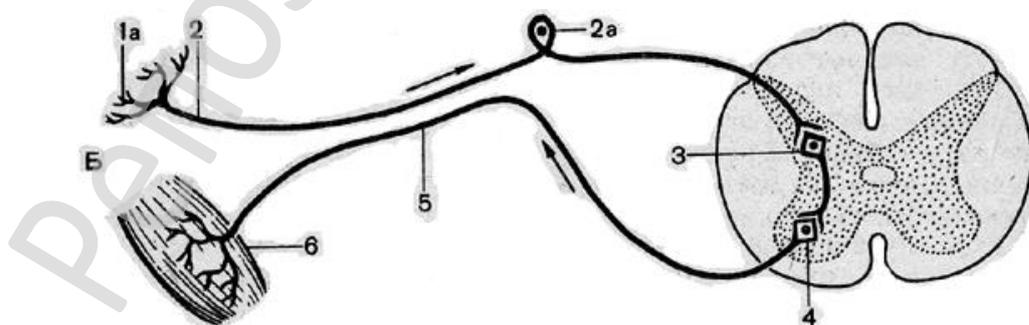
2) определить недостаточность или избыточность возбуждения нервных центров;

3) установить сторону поражения спинного мозга, определяя рефлексы на правой и левой стороне тела. Пример, с какой стороны отсутствует рефлекс, на той стороне спинного мозга есть его поражение.

15. Какие рефлексы относятся к сложным (полисинаптическим)?

Сложными (полисинаптическими) называется группа спинальных рефлексов, имеющих в рефлекторной дуге вставочные нейроны.

16. Зарисуйте схему рефлекторной дуги полисинаптического двигательного рефлекса. Обозначьте ее звенья.



1а — рецептор в коже; 2 — афферентное нервное волокно; 2а — тело афферентного нейрона в спинно-мозговом ганглии; 3 — вставочный нейрон; 4 — тело эфферентного нейрона; 5 — эфферентное нервное волокно; 6 — эффектор (рабочий орган).

17. На какие группы делятся сложные спинальные рефлексы?

Выделяют три группы сложных спинальных рефлексов:

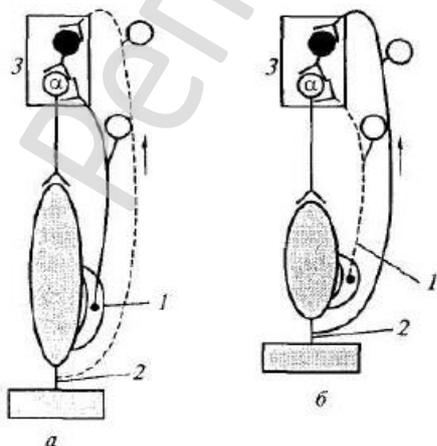
1) **ритмические**. К ним относится *чесательный рефлекс у животных*, ходьба у человека. Ритмические рефлексы характеризуются координированной работой мышц конечностей и туловища, правильным чередованием сгибания и разгибания конечностей наряду с тоническим сокращением приводящих мышц, устанавливающих конечность в определенное положение к кожной поверхности;

2) **позные** (поддержание позы). Позные рефлексы представляют собой большую группу рефлексов, направленных на поддержание определенной позы, что возможно при наличии определенного мышечного тонуса. Примером позного рефлекса является сгибательный тонический рефлекс, который у лягушки определяет основную позу — сидение. Даже у декапитированной лягушки, подвешанной к штативу, задние конечности всегда несколько согнуты и сгибательный тонус исчезает только после разрушения спинного мозга или перерезки дорсальных корешков.

3) **шейные, тонические рефлексы**. Они возникают при поворотах и наклонах головы, что вызывает растяжение мышц шеи, активирует рецептивное поле рефлекса, в результате чего идет перераспределение тонуса мышц.

Рецептивным полем шейных тонических рефлексов являются проприорецепторы мышц шеи и фасций, покрывающих шейный участок позвоночника. Центральная часть рефлекторной дуги имеет полисинаптический характер, т. е. включает вставочные нейроны. Рефлекторная реакция вовлекает мышцы туловища и конечностей. Кроме спинного мозга, в ней участвуют и моторные ядра мозгового ствола, иннервирующие мышцы глазных яблок.

18. Нарисуйте схему, отражающую взаимодействие процессов возбуждения и торможения в мотонейронах спинного мозга, в процессе сокращения и расслабления скелетной мышцы.



1 — мышечное веретено; 2 — сухожилие и рецепторы Гольджи; 3 — сегмент спинного мозга; а — мышца расслаблена и растянута, возбуждаются мышечные рецепторы (1); б — мышца сокращена, укорочена и напряжена — возбуждаются сухожильные рецепторы (2).
———— импульсация выражена;
----- импульсация отсутствует.

19. Какие группы проводящих путей различают в белом веществе спинного мозга?

Проводящие пути спинного мозга делятся на:

1) **ассоциативные** — связывают различные сегменты спинного мозга с одной стороны;

2) **комиссуральные** — связывают правую и левую половины спинного мозга на одном уровне;

3) **проекционные** — связывают нижележащие отделы ЦНС с вышерасположенными и наоборот:

а) восходящие (сенсорные);

б) нисходящие (моторные).

20. Какие виды чувствительности проводит спинной мозг?

Проводящие пути спинного мозга проводят болевую, тактильную, температурную и проприорецептивную чувствительность.

21. Какие виды чувствительности проводят пучки Голля и Бурдоха, спино-мозжечковый путь: Флексига и Говерса?

Первичные афференты тонкого (Голля) и клиновидного (Бурдоха) пучков не прерываясь, идут в продолговатый мозг к ядрам Голля и Бурдоха и являются проводниками тактильной чувствительности, чувства положения тела, пассивных движений тела, вибрации.

Пути Говерса и Флексига проводят импульсы в кору мозжечка от проприорецепторов мышц, сухожилий, связок и кожи. Обеспечивают восприятие давления и прикосновения при раздражении рецепторов кожи.

22. Какие пути спинного мозга проводят болевую и температурную чувствительность, какие — тактильную чувствительность (прикосновение и давление)?

Болевую и температурную чувствительность проводит латеральный спиноталамический путь, тактильную чувствительность — вентральный спиноталамический путь.

23. Назовите главные нисходящие пути спинного мозга.

Основными нисходящими путями спинного мозга являются: пирамидальный (латеральный и прямой), руброспинальный, вестибулоспинальный и кортико-ретикулоспинальный.

24. На каких нейронах спинного мозга заканчиваются пирамидальные и кортико-ретикулоспинальные нисходящие пути? Каково значение этих путей.

Пирамидальные и кортико-ретикулоспинальные пути заканчиваются на α - и γ -мотонейронах, на возбуждающих и тормозных

вставочных нейронах. Пирамидалные пути обеспечивают произвольные движения (особенно движения кистей и пальцев рук), ретикулоспинальные регулируют тонус мышц.

25. На каких нейронах спинного мозга заканчиваются руброспинальные и вестибулоспинальные нисходящие пути? Каково значение этих путей.

Руброспинальные и вестибулоспинальные нисходящие пути заканчиваются на возбуждающих и тормозных вставочных нейронах. Они регулируют тонус мышц и положение тела в пространстве.

26. Что такое спинальный шок? Какова основная причина возникновения спинального шока? Какова продолжительность спинального шока у разных животных и человека?

Спинальный шок — это резкое угнетение возбудимости и рефлекторной деятельности спинного мозга, наступающее при перерезке или повреждении спинного мозга ниже С₅. Механизм спинального шока заключается в отсутствии регуляторных влияний ретикулярной формации ствола мозга на нейроны спинного мозга. Чем выше организовано животное, тем длительность спинального шока больше: лягушка — 5 мин, кот — часы, собака — 7 дней, обезьяны — 2–3 недели, человек — 3–5 месяцев.

27. Какие отделы центральной нервной системы в физиологии относят к стволу головного мозга?

К стволу головного мозга относятся задний мозг (продолговатый мозг и варолиев мост) и средний мозг.

28. Какие функции выполняют структуры ствола головного мозга?

Структуры ствола головного мозга выполняют следующие функции:

- 1) организуют рефлексы, обеспечивающие подготовку и реализацию различных форм поведения;
- 2) осуществляют проводниковую функцию: через ствол мозга проводятся в восходящем и нисходящем направлении пути, связывающие между собой структуры ЦНС;
- 3) при организации поведения обеспечивают взаимодействие своих структур между собой, со спинным мозгом, базальными ганглиями и корой больших полушарий (КБП), т. е. обеспечивают ассоциативную функцию.

29. В реализации каких рефлексов принимает участие продолговатый мозг?

Продолговатый мозг за счет своих ядерных образований и ретикулярной формации принимает участие в реализации вегетативных, соматических, вкусовых, слуховых и вестибулярных рефлексов.

30. Ядра каких черепно-мозговых нервов располагаются в продолговатом мозге?

В продолговатом мозге располагаются ядра с VIII по XII пару черепно-мозговых нервов.

31. Назовите функции XII и XI пар черепно-мозговых нервов.

Подъязычный нерв (XII пара черепно-мозгового нерва (ЧМН)) — является двигательным. Иннервирует мышцы языка. **Добавочный нерв** (XI пара ЧМН) также является двигательным. Иннервирует грудиноключичнососцевидную и трапецивидную мышцы. При нарушении функций нерва наступает паралич этих мышц, на стороне поражения плечо опускается, поворот головы затруднен или невозможен.

32. Какие ядра включает X пара черепно-мозговых нервов? Какие функции они выполняют?

Блуждающий нерв (X пара ЧМН) имеет 3 ядра: *вегетативное* ядро иннервирует гортань, пищевод, сердце, желудок, кишечник, пищеварительные железы; *чувствительное* ядро получает информацию от рецепторов альвеол легких и других внутренних органов; *двигательное* ядро обеспечивает последовательность сокращений мышц глотки, гортани при глотании.

33. Какие части включает ядро IX пары черепно-мозговых нервов? Какие функции они выполняют?

Ядро **языкоглоточного нерва** (IX пара ЧМН) образовано тремя частями — двигательной, чувствительной и вегетативной. *Двигательная* часть принимает участие в иннервации мышц глотки и полости рта; *чувствительное* получает информацию от рецепторов вкуса задней трети языка; *вегетативное* иннервирует слюнные железы.

34. Какие функции выполняет VIII пара черепно-мозговых нервов?

Слуховой (преддверно-улитковый) нерв (VIII пара ЧМН) — чувствительный нерв, состоит из двух ветвей: слуховой и вестибулярной. По слуховой ветви проводится возбуждение от рецепторов кортиева органа, а по вестибулярной — от рецепторов вестибулярного аппарата.

35. Назовите вестибулярные ядра продолговатого мозга, на которых заканчивается большая часть вестибулярных волокон слухового нерва.

К вестибулярным ядрам продолговатого мозга относятся: *медиальное (ядро Швальбе), преддверное верхнее (ядро Бехтерева), преддверное латеральное (ядро Дейтерса) и нижнее (ядро Роллера).*

36. Ядра каких черепно-мозговых нервов располагаются в варолиевом мосту? Какие функции они выполняют?

В варолиевом мосту расположены ядра с V по VII пары черепно-мозговых нервов.

Лицевой нерв (VII пара ЧМН) — является смешанным. Идущие в его составе афферентные волокна передают сигналы от вкусовых рецепторов передней части языка. Эфферентные волокна лицевого нерва иннервируют мимическую мускулатуру лица, а также слёзные, подчелюстную и подъязычную железы.

Отводящий нерв (VI пара ЧМН) — является двигательным. Его мотонейроны иннервируют прямую латеральную мышцу, отводящую глазное яблоко наружу.

Тройничный нерв (V пара ЧМН) — является смешанным. Эфферентные волокна иннервируют жевательную мускулатуру, мышцы мягкого нёба и мышцу, изменяющую натяжение барабанной перепонки. Чувствительные волокна проводят возбуждение от рецепторов кожи лица, теменной и височных областей, конъюнктивы, слизистой оболочки носа, надкостницы костей черепа, твердой мозговой оболочки, зубов (зубная боль) и вкусовых рецепторов языка.

37. Какие функции выполняет задний мозг?

Задний мозг выполняет следующие функции: 1) рефлекторную; 2) сенсорную; 3) проводниковую; 4) автоматическую; 5) ассоциативную.

38. В чем заключаются рефлекторные функции заднего мозга?

В заднем мозге расположены центры жизненно важных рефлексов:

1) центры, регулирующие работу сердца, сосудов, дыхательной системы и ЖКТ;

2) центры защитных рефлексов: чихания, мигания, кашля, рвоты, слёзоотделения;

3) центры сложнокоординированных рефлексов: жевания, глотания, сосания;

4) рефлексов, связанных с поддержанием позы, выпрямлением и изменением тела в пространстве при движении человека.

39. На какие группы делятся рефлексы ствола мозга, обеспечивающие положение тела в пространстве? Охарактеризуйте их.

Рефлексы, направленные на поддержание позы делятся на две группы: **статические** и **статокинетические** (по Магнусу).

Статические рефлексы обеспечивают поддержание позы человека в покое. Они начинаются от вестибулярного аппарата, про-

приорецепторов глубоких мышц шеи, а также с рецепторов туловища при одностороннем раздражении.

Статические рефлексy разделяются на:

1) *познотонические (рефлексy положения)* отвечают за поддержание горизонтальной, сидячей или вертикальной позы человека в спокойном состоянии. При разрушении лабиринтов внутреннего уха или наложении гипсовой повязки на шею эти рефлексy не осуществляются;

2) *выпрямительные рефлексy* включаются при неудобном положении тела. Они определяют перераспределение тонуса мышц, приводящее к восстановлению естественной для данного вида животного позы в случае ее изменения.

Для осуществления этих рефлексов кроме ядер продолговатого мозга нужны ядра среднего мозга.

Статокинетические рефлексy направлены на сохранение позы и ориентацию в пространстве при изменении скорости движения.

Так, при внезапной остановке или при крутом повороте автомобиля происходят сокращения мышц, направленные на преодоление действующих на человека ускорений. Развивающиеся двигательные реакции отличаются значительной силой, быстротой и точностью, представляя собой резкие фазные ответы, отличные от медленных позных реакций, характерных для статических рефлексов.

Примерами статокинетических рефлексов является нистагм и лифтные рефлексy.

40. В чем заключаются сенсорные функции продолговатого мозга?

В сенсорных ядрах продолговатого мозга происходит анализ следующих видов чувствительности:

1) первичной чувствительности кожи лица (ядро тройничного нерва);

2) первичной рецепции звуковых сигналов (ядро улиткового нерва);

3) первичной рецепции вкуса (ядро языкоглоточного нерва);

4) первичной рецепции вестибулярных раздражений (верхнее вестибулярное ядро).

41. В чем заключается проводниковая функция продолговатого мозга?

В продолговатом мозге берут **начало**: оливоспинальный тракт, ретикулоспинальный тракт, вестибулоспинальный тракт; **заканчиваются**: нисходящий кортикорегикулярный путь, восходящие пути Голя и Бурдаха; **проходят транзитом**: спиноталамический путь, кортикоспинальный путь, руброспинальный путь.

42. В чем заключается автоматическая функция продолговатого мозга? Ассоциативная функция?

Автоматическая функция продолговатого мозга заключается в контроле автоматической деятельности дыхательной и сердечно-сосудистой систем и регуляции АД. Взаимодействие структур продолговатого мозга между собой, со спинным мозгом, подкорковыми ядрами и КБП обеспечивает выполнение ассоциативной функции.

43. Какие структуры входят в состав среднего мозга?

В состав среднего мозга входят: ядра черепных нервов (III и IV пары), бугры четверохолмия, красное ядро, черная субстанция, голубое ядро, ретикулярная формация; через средний мозг проходят различные восходящие пути к таламусу, мозжечку и нисходящие пути.

44. Какие функции выполняют IV и III пара черепно-мозговых нервов?

Блоковый (IV пара) и **глазодвигательный** (III пара) нервы являются двигательными и обеспечивают координацию движения глаз. Блоковый нерв иннервирует верхнюю косую мышцу глаза, глазодвигательный — верхнюю и нижнюю косую мышцу глаза и мышцу, поднимающую веко. В составе глазодвигательного нерва проходят парасимпатические волокна, осуществляющие зрачковый рефлекс. Эти волокна иннервируют гладкую мускулатуру цилиарной мышцы и сфинктеры глаза.

45. Назовите особенности строения и функции четверохолмия среднего мозга.

Четверохолмие включает две пары бугров — верхние и нижние. В нижнем двуххолмии располагаются нейроны, получающие сигналы по слуховым путям (*первичный слуховой центр*). В верхнем двуххолмии располагаются клетки, на которых переключается импульсация, приходящая по зрительным путям (*первичный зрительный центр*). От нейронов бугров четверохолмия аксоны идут к ретикулярной формации ствола, мотонейронам спинного мозга.

Основная функция бугров четверохолмия — организация реакции настораживания и так называемых **старт-рефлексов** на внезапные, еще не распознанные, зрительные или звуковые сигналы. Активация среднего мозга в этих случаях через гипоталамус приводит к повышению тонуса мышц, учащению сокращений сердца; происходит подготовка к оборонительной реакции.

Четверохолмие организует ориентировочные зрительные и слуховые рефлексы. У человека четверохолмный рефлекс является сторожевым. Так, в случае повышенной возбудимости четверохолмий при внезапном звуковом или световом раздражителе человек вздра-

гивает, иногда вскакивает на ноги, вскрикивает и максимально быстро удаляется от раздражителя. При повреждении четверохолмий эти реакции затормаживаются. Таким образом, ядра четверохолмия принимают участие в организации произвольных движений.

46. Какова роль красных ядер в регуляции двигательной активности организма?

Красные ядра являются промежуточным центром проводящих путей стволовой части мозга. В них заканчиваются волокна экстрапирамидной системы, идущие от базальных ганглиев конечного мозга, а также волокна, идущие из мозжечка. От красных ядер начинается нисходящий руброспинальный тракт, заканчивающийся на мотонейронах передних рогов спинного мозга. Этот тракт объединяет влияние переднего мозга, мозжечка, вестибулярных ядер на работу двигательного аппарата. Часть аксонов клеток красного ядра заканчивается на нейронах ретикулярной формации среднего мозга.

47. Как влияет красное ядро на мотонейроны мышц-сгибателей и мышц-разгибателей?

Красное ядро тормозит нейроны мышц-разгибателей и возбуждает нейроны мышц-сгибателей.

48. Что произойдет с мышечным тонусом после перерезки ствола мозга между мостом и средним мозгом? Как называется это состояние?

При перерезке ниже красных ядер среднего мозга резко увеличится мышечный тонус мышц-разгибателей. Это явление называется **децеребрационная ригидность**.

49. Чем объясняется возникновение децеребрационной ригидности?

Децеребрационная ригидность возникает вследствие выключения тормозных влияний красного ядра на мотонейроны мышц-разгибателей.

50. Назовите особенности строения и функции черной субстанции среднего мозга.

Черная субстанция — скопление нервных клеток, содержащих пигмент меланин, придающий этому ядру характерный темный цвет. Ее нейроны получают многочисленные проекции от нервных клеток базальных ганглиев. В свою очередь они образуют синаптические связи с нейронами ретикулярных ядер ствола мозга и базальных ганглиев.

Черная субстанция участвует в сложной координации движений. В ней сосредоточены содержащие **дофамин** нейроны, многие из которых посылают аксоны в передний мозг. Они принимают участие в регуляции эмоционального поведения. Другая часть дофаминергических нейронов черной субстанции посылает аксоны к ядрам полосатого тела, где дофамин играет важную роль в контроле сложных двигательных актов.

51. Какие нарушения функционирования организма наблюдаются при повреждении черной субстанции или недостаточного синтеза дофамина?

Повреждения черной субстанции, приводящие к дегенерации дофаминергических волокон, проецирующихся в полосатое тело, приводят к нарушению тонких движений пальцев рук, развитию мышечной ригидности и тремору (болезнь Паркинсона).

52. Что представляет собой ретикулярная формация в структурном отношении? В каких отделах центральной нервной системы она расположена?

Ретикулярная формация представляет собой скопление нейронов различных типов и размеров, связанных множеством волокон, идущих в различных направлениях и образующих сеть от верхнегрудных сегментов спинного мозга до неспецифических ядер таламуса.

53. Откуда ретикулярная формация получает импульсы, поддерживающие и регулирующие ее активность? Какими особенностями характеризуются нейроны ретикулярной формации?

Ретикулярная формация получает импульсы от всех рецепторов организма и от всех отделов ЦНС.

Особенности нейронов ретикулярной формации:

1) большинство нейронов имеет длинные дендриты и короткий аксон;

2) активность нейронов ретикулярной формации различна: различают нейроны с постоянной ритмической активностью и «молчащие» нейроны;

3) нейроны ретикулярной формации обладают повышенной возбудимостью и высокой лабильностью;

4) на нейроны ретикулярной формации конвергируют нервные импульсы как от восходящих, так и от нисходящих специфических путей, проходящих по стволу мозга и дающих сюда коллатерали;

5) нейроны ретикулярной формации высоко чувствительны к химическим воздействиям (например, барбитуратам);

6) нейроны ретикулярной формации полисенсорны, т. е. возбуждаются при раздражении различных рецепторов.

54. Зарисуйте схему, отражающую афферентные и эфферентные связи ретикулярной формации.



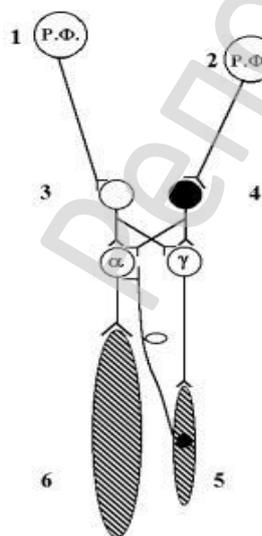
55. Какое влияние оказывает ретикулярная формация на все отделы центральной нервной системы?

Ретикулярная формация (РФ) регулирует уровень возбудимости и тонус всех отделов ЦНС.

56. Как влияет ретикулярная формация продолговатого мозга и моста на мотонейроны мышц-сгибателей и мышц-разгибателей?

Ретикулярная формация продолговатого мозга тормозит нейроны мышц-разгибателей и возбуждает мотонейроны мышц-сгибателей; РФ моста наоборот: тормозит нейроны мышц-сгибателей и возбуждает нейроны мышц-разгибателей.

57. Нарисуйте схему, отражающую участие ретикулярной формации моста и продолговатого мозга в регуляции тонуса мышц-разгибателей.



РФ — ретикулярная формация моста (1) и продолговатого мозга (2); Нейроны спинного мозга: 3 — возбуждающий, 4 — тормозящий, α - и γ -мотонейроны; 5 — проприорецептор (мышечное веретено); 6 — мышца-разгибатель.

58. Какие влияния оказывает ретикулярная формация на различные структуры центральной нервной системы?

Согласно современным представлениям различают восходящие и нисходящие влияния ретикулярной формации. **Восходящие влияния** обычно носят *активирующий* характер. Ретикулярная формация повышает тонус коры и регулирует возбудимость ее нейронов, не изменяя специфики ответов на адекватные раздражители.

Нисходящие влияния могут быть тормозными и облегчающими.

Тормозное влияние — ретикулярная формация затормаживает α -мотонейроны спинного мозга.

Облегчающее влияние — облегчает возбуждение α -мотонейронов, угнетает возбуждение тормозных нейронов Реншоу.

59. Какие отделы и их составные элементы выделяют в структурно-функциональной организации мозжечка? От каких рецепторов поступают импульсы в данные отделы?

Мозжечок анатомически и функционально делится на старую, древнюю и новую части.

К старой части мозжечка (вестибулярный мозжечок) — относится клочково-флоккулярная доля. Эта часть имеет наиболее выраженные связи с вестибулярным анализатором, что объясняет значение мозжечка в регуляции равновесия.

Древняя часть мозжечка (спинальный мозжечок) — состоит из участков червя и пирамиды мозжечка, язычка, околоклочкового отдела и получает информацию преимущественно от проприоцептивных систем мышц, сухожилий, надкостницы, оболочек суставов.

Новый мозжечок включает в себя кору полушарий мозжечка и участки червя; он получает информацию от коры, преимущественно по лобно-мостомозжечковому пути, от зрительных и слуховых рецептирующих систем, что свидетельствует об его участии в анализе зрительных, слуховых сигналов и организации на них реакции.

60. Какова структурная организация коры мозжечка?

Кора мозжечка имеет специфическое, нигде в ЦНС не повторяющееся строение.

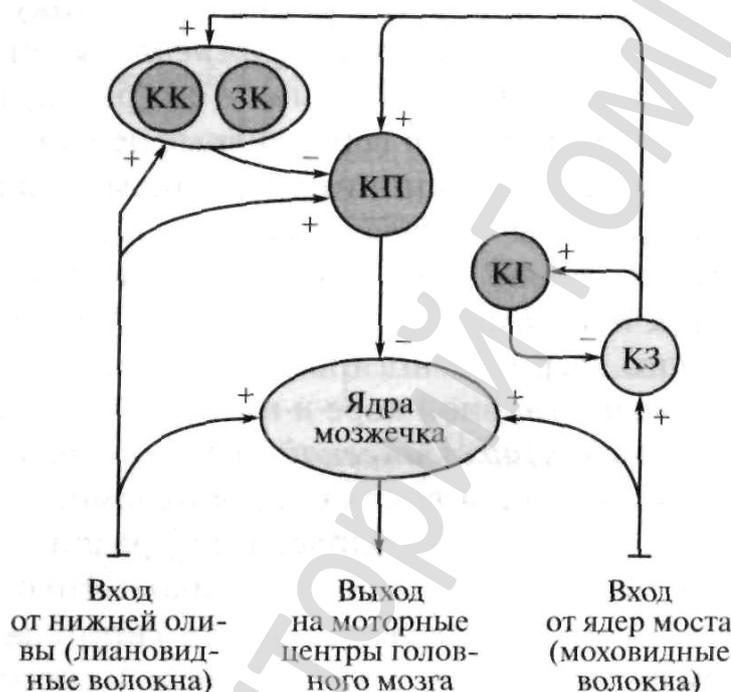
Верхний (1) слой коры мозжечка — **молекулярный**, состоит из параллельных волокон, разветвлений дендритов и аксонов 2 и 3 слоев. В нижней части молекулярного слоя встречаются корзинчатые и звездчатые клетки, которые обеспечивают взаимодействие клеток Пуркинью.

Средний (2) слой — **ганглиозный**, образован клетками Пуркинью, выстроенными в один ряд и имеющими самую мощную в ЦНС дендритную систему. На дендритном поле одной клетки Пуркинью может быть до 60 тыс. синапсов. Эти клетки выполняют сбор, об-

работку и передачу информации. Аксоны клеток Пуркинье являются единственным путем, с помощью которого кора мозжечка передает информацию в его ядра и ядра структуры большого мозга.

Внутренний (3) слой — гранулярный слой, состоящий из клеток-зерен, число которых достигает 10 млрд. Аксоны этих клеток поднимаются вверх, Т-образно делятся на поверхности коры, образуя дорожки контактов с клетками Пуркинье; здесь же лежат клетки Гольджи.

61. Зарисуйте схему основных межнейронных связей мозжечка.



КП — клетки Пуркинье; КЗ — клетки-зерна; КК — корзинчатые клетки; ЗК — звездчатые клетки; «+» — возбуждающее влияние; «-» — тормозное влияние

62. С какими отделами центральной нервной системы мозжечок связан с помощью нижних, средних и верхних ножек? Какие образования включает подкорковая система мозжечка?

Верхние ножки соединяют мозжечок с таламусом, мостом, средним мозгом, ретикулярной формацией; **средние** — связывают новый мозжечок с мостом, а через мост с корой больших полушарий; **нижние** — передают сигналы в продолговатый мозг к вестибулярным ядрам, оливам и ретикулярной формации.

Подкорковая система мозжечка состоит из функционально разных ядерных образований: ядра шатра, пробковидного, шаровидного и зубчатого ядер.

63. В чем заключаются функции мозжечка?

Мозжечок выполняет следующие функции:

- регуляцию мышечного тонуса и позы;
- коррекцию медленных целенаправленных движений в ходе их выполнения, а также координацию этих движений с рефлексамии положения тела;
- контроль за правильным выполнением быстрых движений, осуществляемых корой;
- регуляцию вегетативных функций.

64. С помощью каких ядер и структур ствола мозга мозжечок реализует свое регулирующее влияние на тонус скелетной мускулатуры и двигательную активность организма? Возбуждающим или тормозным оно является?

Мозжечок реализует свое воздействие на тонус скелетной мускулатуры и двигательную активность организма через вестибулярные ядра, красное ядро, ретикулярную формацию продолговатого мозга и моста, двигательных зон коры больших полушарий. Влияние мозжечка может быть как тормозным, так и возбуждающим, с преобладанием тормозного.

65. Какие структуры мозжечка участвуют в регуляции мышечного тонуса, позы и равновесия? Назовите структуры мозжечка, осуществляющие координацию позы и выполняемого целенаправленного движения.

Мышечный тонус, поддержание позы и равновесия обеспечивает преимущественно древний мозжечок и частично старый мозжечок, входящий в медиальную червячную зону.

Координацию позы и целенаправленные движения контролируют старый и новый мозжечок, входящие в промежуточную (околочервячную) зону.

66. Каковы типичные проявления нарушений функций мозжечка?

К типичным проявлениям нарушений функций мозжечка относятся:

- 1) **атония** — снижение тонуса мышц и недостаточность поддержания позы;
- 2) **тремор** — небольшие по амплитуде колебательные движения, возникающие синхронно в различных участках тела;
- 3) **атаксия** — нарушение координации движений, их скорости, направленности, и плавности;
- 4) **астазия** — невозможность сохранять спокойное состояние;
- 5) **астения** — повышенная утомляемость мышц, так как выполняется много ненужных движений;
- 6) **адиадохокинез** — нарушение чередования противоположных движений (сгибание и разгибание).

67. Какой симптомокомплекс включает триада Лючиани? Триада Шарко?

Триада Лючиани включает: атонию, астазию и астению; триада Шарко: нистагм, инерционный тремор, скандированную речь.

68. Какие отделы и их составные элементы выделяют в структурно-функциональной организации промежуточного мозга?

Промежуточный мозг состоит из двух частей: таламического мозга и гипоталамуса. Таламический мозг включает в себя таламус, эпиталамус и метаталамус.

69. На какие группы и подгруппы делят ядра таламуса и как они связаны с корой больших полушарий?

В таламусе имеется около 120 ядер, каждое из которых связано со своей областью коры. Эти ядра классифицируются по разным признакам:

Топографически все они могут быть подразделены на несколько основных групп: **передние, средние, задние, латеральные и медиальные**.

В каждой из этих основных групп различают более мелкие ядра, отличающиеся друг от друга как нейронной организацией, так и особенностями афферентных и эфферентных проекций.

Передняя группа ядер таламуса проецирует аксоны своих нейронов в поясную извилину коры, *медиальная* группа — в лобную долю; *латеральная* — в теменную; височную и затылочные доли.

С функциональной точки зрения принято различать **неспецифические, специфические** и **ассоциативные** ядра таламуса.

Нейроны **неспецифических ядер** посылают аксоны диффузно ко всей новой коре, в то время как нейроны специфических ядер образуют связи только с клетками определенных корковых полей. Неспецифические ядра являются по своему происхождению более древними и включают срединные и интраламнарные ядра, а также медиальную часть переднего вентрального ядра.

К этим ядрам поступают импульсы от ретикулярной формации ствола, гипоталамуса, лимбической системы, базальных ядер, специфических ядер таламуса. Возбуждение этих ядер приводит к формированию в коре веретенообразных потенциалов действия, которые сопровождаются развитием сонного состояния.

Неспецифические ядра являются продолжением ретикулярной формации среднего мозга, представляя собой ретикулярную формуцию таламуса.

В **специфических ядрах** происходит переключение сенсорной информации с аксонов восходящих афферентных путей на конеч-

ные нейроны, аксоны которых идут в соответствующие сенсорные проекционные области коры больших полушарий. Функциональной единицей специфических таламических ядер являются нейроны, переклюкающие информацию, идущую в кору больших полушарий от кожных, мышечных, суставных и иных рецепторов. Эти нейроны имеют небольшое количество дендритов и один длинный аксон. Возбуждение поступает в 3–4-й слой коры со строгой соматотопической проекцией. Отдельные нейроны возбуждаются только от рецепторов своего типа, на других конвергируют сигналы от интерорецепторов проекции тазового, чревного, блуждающего нервов и гипоталамуса. При повреждении специфических ядер таламуса развиваются необратимые выпадения определенного вида чувствительности.

Ассоциативные ядра таламуса получают сигналы, обработанные в других нервных центрах и ядрах таламуса. Ассоциативность этих нейронов выражается в том, что на один и тот же нейрон ядра приходят импульсы разных модальностей (нейроны полисенсорны), в результате чего формируются обобщенные сигналы, передающиеся в ассоциативные области коры лобной, теменной и височных долей мозга. Потоки этих сигналов способствуют осуществлению таких психических процессов, как узнавание предметов и явлений, согласование речевых, зрительных и двигательных функций, формирование представления о трехмерности пространства, позы и положении в нем тела человека.

70. Назовите функции таламуса.

Таламус выполняет следующие функции:

- осуществляет обработку сенсорной информации, поступающей к коре больших полушарий;
- является высшим центром болевой чувствительности;
- обеспечивает интеграцию сенсорной и моторной деятельности организма;
- поддерживает сознание и внимание;
- является надсегментарным центром рефлекторной деятельности;
- участвует в формировании аффективного поведения;
- участвует в механизмах памяти.

71. Назовите структурные образования метаталамуса и их функциональное значение.

В состав метаталамуса входят медиальные и латеральные коленчатые тела.

Медиальное коленчатое тело — является специфическим ядром **слуховой** системы, в него проецируются восходящие пути слуховой системы, идущие из нижних бугров четверохолмия.

Латеральное коленчатое тело — специфическое ядро **зрительной** системы. Имеет прямые связи с затылочными (зрительными) областями коры больших полушарий. Нейроны данного ядра принимают участие в анализе зрительной информации.

72. Какие группы ядер входят в состав гипоталамуса?

Скопления нейронных образований, образующих гипоталамус, подразделяются на *преоптическую, переднюю, среднюю, наружную и заднюю группы ядер.*

В преоптическую область входят *перивентрикулярное, медиальное и латеральное преоптические ядра.*

В группу ядер переднего гипоталамуса относят *супраоптическое и паравентрикулярное ядра.*

Средний гипоталамус составляет *нижнемедиальное и верхнемедиальные ядра.*

К наружной группе ядер относятся *латеральное гипоталамическое ядро и ядро серого бугра.*

Задняя группа сформирована из *медиальных и латеральных ядер сосцевидных тел и заднего гипоталамического ядра.*

73. Назовите афферентные и эфферентные связи гипоталамуса.

Организация гипоталамуса характеризуется обширными и очень сложными афферентными и эфферентными связями. **Афферентные связи** гипоталамус получает от: таламуса, лимбической системы, подкорковых ядер, коры. **Эфферентные связи** гипоталамус направляет к: таламусу, ретикулярной формации ствола, вегетативным центрам ствола, спинному мозгу.

74. Какие функции выполняет гипоталамус?

Гипоталамус выполняет следующие функции:

- 1) является высшим центром автономной нервной системы;
- 2) осуществляет регуляцию гомеостатических реакций;
- 3) через адено- и нейрогипофиз регулирует работу эндокринной системы;
- 4) регулирует поведение человека: обеспечивает формирование эмоционального и мотивационного поведения;
- 5) регулирует цикл «сон – бодрствование»;
- 6) обеспечивает интеграцию соматических, эндокринных и вегетативных функций, а также их сопряжение с эмоциями и поведением человека.

75. Центры регуляции каких биологических потребностей обнаружены в гипоталамусе?

В гипоталамусе располагаются центры:

- 1) **голода** (латеральные ядра) и **насыщения** (вентромедиальные ядра);
- 2) **жажды** (супраоптическое ядро);
- 3) терморегуляции: **центр теплоотдачи** (передний гипоталамус); **центр теплопродукции** (задний гипоталамус);
- 4) **полового поведения** (задний гипоталамус);
- 5) **всех видов обмена веществ**;
- 6) **сна** (передние ядра) и **бодрствования** (задние ядра);
- 7) **страха и ярости**.

76. Какие рецепторы, воспринимающие отклонения от нормы параметров внутренней среды организма, обнаружены в гипоталамусе?

В гипоталамусе обнаружены осморорецепторы, терморорецепторы, глюкозорецепторы.

77. Ядра каких групп гипоталамуса регулируют работу симпатической и парасимпатической нервной системы?

При раздражении ядер **передней** группы — наблюдаются эффекты парасимпатической НС и происходит выделение гормонов нейрогипофиза; при раздражении ядер **средней** группы — снижение тонуса симпатической НС и выделяются рилизинг-факторы; при раздражении ядер **задней** группы — наблюдаются эффекты симпатической НС.

78. Какие группы химических веществ (нейросекретов) поступают от гипоталамуса к передней доле гипофиза и каково их значение? Какие гормоны поступают в заднюю долю гипофиза?

К передней доле гипофиза поступают либерины и статины, т. е. вещества, обеспечивающие регуляцию выработки тропных гормонов гипофиза. В заднюю долю — окситоцин и антидиуретический (вазопрессин) гормоны.

4.2. Кора больших полушарий. Рефлекторная деятельность вегетативной нервной системы

1. Дайте определение понятию «лимбическая система».

Лимбическая система — это структура в виде кольца, которое охватывает основание переднего мозга («лимб» — край) и является границей между новой корой и стволом мозга.

2. Какие структуры входят в состав лимбической системы?

Лимбическая система включает в себя следующие основные структуры:

- **образования коры больших полушарий:** древняя кора (обонятельные луковицы, обонятельный бугорок, обонятельные тракты, прозрачная перегородка), старая кора (гиппокамп, зубчатая фасция, поясная извилина, миндалина); структуры новой коры (островковая кора, парагиппокамповая извилина);
- **подкорковые образования:** миндалевидные тела, ядра прозрачной перегородки, переднее таламическое ядро, сосцевидные тела;
- **гипоталамус** и др. структуры головного мозга.

3. Назовите структуры мозга, образующие в лимбической системе круги. Каково значение этих кругов?

В настоящее время хорошо изучены связи между структурами мозга, организующими круги Пейпеца и Наута

Круг Пейпеца включает гиппокамп — сосцевидные тела — передние ядра таламуса — кору поясной извилины — парагиппокампальную извилину — гиппокамп. Этот круг имеет отношение к памяти и процессам обучения. При удалении гиппокампа у людей полностью исчезает память на последние события. При стимуляции гиппокампа возникают воспоминания последних событий, которые в обычных условиях человек не мог вспомнить.

Круг Наута включает миндалевидное тело — гипоталамус — мезэнцефальные структуры (средний мозг) — миндалину — миндалевидное тело. Регулирует агрессивно-оборонительные, пищевые и сексуальные формы поведения.

4. В регуляции каких функций организма принимает участие лимбическая система?

Лимбическая система регулирует:

- а) уровень реакции автономной и соматической систем при эмоционально-мотивационной деятельности;
- б) уровень внимания, восприятия, воспроизведения эмоционально значимой информации;
- в) выбор и реализацию адаптационных форм поведения;
- г) динамику врожденных форм поведения;
- д) поддержание гомеостаза;
- е) создание эмоционального фона;
- ж) формирование и реализацию процессов высшей нервной деятельности.

5. Дайте определение понятию «базальные ганглии».

Базальные ганглии, или **подкорковые ядра**, — это тесно связанные между собой структуры мозга, расположенные в глубине больших полушарий между лобными долями и промежуточным мозгом.

6. Какие структуры относятся к базальным ганглиям?

К базальным ядрам (ганглиям) относятся:

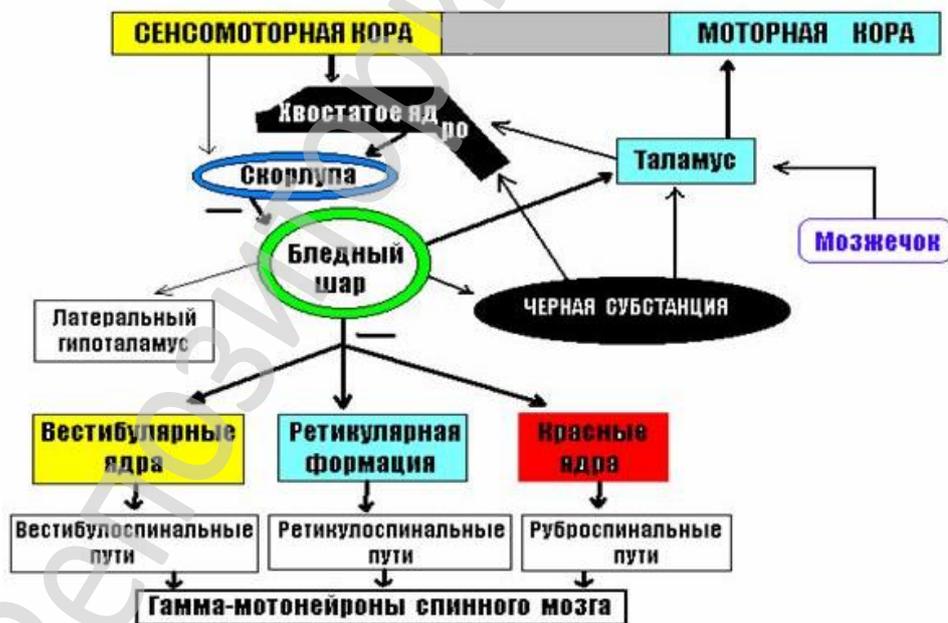
1) **полосатое тело** — скопление нервных клеток, образующих серое вещество, чередующееся с прослойками белого вещества. В составе полосатого тела различают: хвостатое ядро и чечевицеобразное ядро (скорлупа и бледный шар);

2) **ограда**;

3) **миндалевидное тело**.

7. Какие структуры головного мозга составляют стриопаллидарную систему? Зарисуйте схему, иллюстрирующую связи структур стриопаллидарной системы между собой и с другими отделами центральной нервной системы.

В состав стриопаллидарной системы входят хвостатое ядро, скорлупа и бледный шар.



8. Какие эффекты наблюдаются при раздражении хвостатого ядра?

Раздражение различных зон хвостатого ядра вызывает разные эффекты:

1) поворот головы в сторону, противоположную раздражаемому полушарию;

- 2) прекращение всех видов активной деятельности (двигательной, пищевой, ориентировочной), исчезновение эмоций;
- 3) нарушение речевого контакта;
- 4) невозможность выработки и торможение ранее выработанных условных рефлексов;
- 5) снижение или повышение слюноотделения.

9. Какие расстройства наблюдаются при повреждении хвостатого ядра?

Клинические расстройства при повреждении хвостатого ядра проявляются **гиперкинезами**:

- 1) произвольные мимические реакции;
- 2) тремор;
- 3) **атетоз** — произвольное червеобразное сокращение мышц рук и ног;
- 4) **хорея** (пляска святого Вита) — подергивание конечностей и туловища;
- 5) двигательная гиперреактивность — бесцельное перемещение с места на место;
- 6) замедление роста организма детей;
- 7) нарушение памяти;
- 8) затруднения ориентации в пространстве.

10. Какие эффекты наблюдаются при стимуляции бледного шара?

Стимуляция бледного шара вызывает:

- активацию или торможение γ -мотонейронов спинного мозга, сокращение мышц конечностей;
- ориентировочную реакцию;
- пищевое поведение (жевание, глотание).

11. Какие расстройства возникают при повреждении бледного шара?

При повреждении бледного шара возникают:

- 1) гипомимия (маскообразное лицо);
- 2) тремор головы и конечностей;
- 3) монотонность речи;
- 4) миоклония — быстрое подергивание мышц рук, лица, спины.

12. Назовите морфофункциональные особенности коры больших полушарий.

Морфофункциональные особенности коры:

- 1) многослойность расположения нейронов;
- 2) модульный принцип организации;

- 3) соматотопическая локализация рецепторных систем;
- 4) экраный принцип проекции (заключается в том, что рецептор проецирует свой сигнал не на один нейрон коры, а на их поле, которое образуется коллатеральными и связями нейронов);
- 5) зависимость уровня активности от влияния подкорковых структур и ретикулярной формации;
- 6) наличие представительства всех функций нижележащих структур ЦНС;
- 7) цитоархитектоническое распределение на поля;
- 8) наличие в специфических проекционных сенсорных и моторных системах коры вторичных и третичных полей с преобладанием ассоциативных функций;
- 9) наличие специализированных ассоциативных областей коры (центров);
- 10) динамическая локализация функций, выражающаяся в возможности компенсаций функций утраченных структур коры;
- 11) перекрытие в коре зон соседних периферических рецептивных полей;
- 12) возможность длительного сохранения следов раздражения;
- 13) реципрокная функциональная взаимосвязь возбуждательных и тормозных состояний коры;
- 14) способность к иррадиации состояний возбуждения и торможения;
- 15) наличие специфической электрической активности.

13. Назовите слои, образующие кору больших полушарий.

Слои коры больших полушарий:

- 1) **внешний молекулярный** — представлен преимущественно восходящими дендритами пирамидных нейронов;
- 2) **наружный зернистый** — состоит из звездчатых клеток, определяющих длительность циркуляции возбуждения в коре мозга, имеет отношение к памяти;
- 3) **наружный пирамидный** — формируется из пирамидных клеток малой величины и функционально вместе со вторым слоем обеспечивает корково-корковые связи различных извилин мозга;
- 4) **внутренний зернистый** — содержит звездчатые клетки, здесь заканчиваются специфические таламокортикальные пути, т. е. пути, начинающиеся от рецепторов анализаторов;
- 5) **внутренний пирамидный** — слой крупных нейронов, имеющих форму пирамид, являются выходными нейронами, их аксоны идут в продолговатый и спинной мозг;
- 6) **полиморфный** — большинство нейронов этого слоя образуют кортикоталамические пути.

14. Какие структуры являются функциональными единицами коры?

Функциональными единицами коры являются «**колонки**», ориентированные в вертикальном направлении. Такие колонки нервных клеток включают все слои коры. Диаметр колонки около 500 мкм.

Вертикальная колонка — это крупные пирамидальные клетки с расположенными над и под ними нейронами, которые образуют функциональное объединение. Все нейроны колонки отвечают на раздражение одного и того же рецептора одинаковой реакцией и совместно формируют эфферентный ответ. Распространение возбуждения от одной колонки на рядом расположенную ограничено латеральным торможением. Колонкам корковых нейронов присуща тонкая функциональная специализация.

15. Какие области различают в коре больших полушарий?

По функциональному признаку в коре выделяют сенсорные, двигательные и ассоциативные области.

Сенсорные (чувствительные, проекционные) области коры состоят из зон, содержащих нейроны, активация которых афферентными импульсами от сенсорных рецепторов или прямым воздействием раздражителей вызывает появление специфических ощущений.

Нейроны **двигательных областей** коры являются начальными звеньями пирамидного пути, кортикобульбарного и кортикоспинального трактов, через которые обеспечивается иннервация разных мышечных групп тела.

В **ассоциативных областях** происходит ассоциация разносенсорной информации, в результате чего формируются сложные элементы сознания. Ассоциативные области не имеют чётких границ, располагаются в участках между сенсорными и двигательными областями коры, и занимают около 50 % площади всей коры.

16. На какие группы делятся проекционные зоны анализаторов?

По структуре и функциональному значению проекционные зоны анализаторов разделили на три основные группы полей:

- 1) **первичные поля (ядерные зоны анализаторов)** — осуществляют первичный анализ отдельных раздражителей;
- 2) **вторичные поля** — здесь происходит обобщение и дальнейшая обработка информации;
- 3) **третичные поля** — зоны перекрытия анализаторов; здесь происходит высший анализ и синтез информации.

17. Укажите места расположения ядерных зон анализаторов.

Первичная **зрительная зона** располагается по обеим сторонам шпорной борозды на медиальной поверхности *затылочной доли* головного мозга; первичная **слуховая зона** — в латеральной борозде *височной доли* в области извилины Гешля; **вестибулярная зона** — в верхней и средней височных извилинах; **обонятельная зона** — в области верхней части височной доли; **вкусовая зона** — в нижней части соматосенсорной извилины, непосредственно кпереди от области проекции лица; **соматосенсорная зона** — занимает область постцентральной извилины, включая парацентральную дольку на медиальной стороне полушарий.

18. Назовите основные моторные зоны коры больших полушарий и места их расположения.

Основными моторными зонами являются **первичная моторная кора**, расположенная в передней центральной извилине и **вторичная моторная кора**, включающая *премоторную* и *дополнительную* моторную кору. Премоторная кора расположена на боковой поверхности мозга, кпереди от первичной моторной коры. Дополнительная моторная кора расположена на медиальной поверхности лобной коры.

19. Что понимают под пирамидной системой?

Пирамидная система — система кортикоспинальных путей, формирующих пирамиды продолговатого мозга и связывающих пирамидные клетки коры больших полушарий с вставочными нейронами, альфа-мотонейронами и с чувствительными нейронами.

20. Что понимают под экстрапирамидной системой?

Экстрапирамидная система — система нервных путей, связывающих моторную кору с нейронами спинного мозга посредством двигательных ядер головного мозга (базальные ганглии, чёрная субстанция, красное ядро, ретикулярная формация, вестибулярные ядра и мозжечок).

21. Назовите речевые зоны коры. Укажите места их расположения.

В первой височной извилине левого полушария расположен **слуховой центр речи** — *центр Вернике*. В нижней части премоторной коры левой лобной доли располагается **моторный центр речи** — *центр Брока*.

22. Какие нарушения наблюдаются при повреждении центра Вернике, а какие при повреждении центра Брока?

При поражении слухового центра речи больной может говорить, излагать устно свои мысли, но не понимает чужой речи, слух сохранен, но больной не узнает слов. Такое состояние называется сенсорной **слуховой афазией**. Больной часто много говорит (**лого-рея**), но речь его не правильная (**аграмматизм**), наблюдается элемент слогов, слов (**парафазия**). При поражении моторного центра речи развивается **моторная афазия**: в этом случае больной понимает речь, но сам говорить не может.

23. Назовите метод, используемый для оценки функционального состояния коры.

Функциональное состояние коры можно оценить с помощью метода электроэнцефалограммы.

24. Какие ритмы различают на электроэнцефалограмме?

На электроэнцефалограмме различают:

альфа-ритм — частота 8–13 в с, амплитуда — 50 мкВ. Этот ритм регистрируется в покое, при отсутствии внешних раздражителей, когда человек находится в удобном положении с закрытыми глазами;

1) **бета-ритм** — частота 14–30 в с, амплитуда — 25 мкВ. Этот ритм регистрируется при переходе человека в активное состояние и указывает на десинхронизацию коры;

2) **тета-ритм** — частота 4–7 Гц, амплитуда — 100–300 мкВ. Регистрируется при переходе от состояния покоя в состояние сосредоточения внимания или ко сну;

3) **дельта-ритм** — частота 3–5 Гц, амплитуда — 100–300 мкВ. Регистрируется во время глубокого сна, при потере сознания, во время наркоза.

25. Назовите типы функциональных асимметрий полушарий. Охарактеризуйте их.

Функциональная асимметрия полушарий является важнейшим психофизиологическим свойством головного мозга человека. Выделяют психическую, сенсорную и моторную межполушарные функциональные асимметрии мозга.

1) **психическая асимметрия** — неравенство функций полушарий мозга в формировании целостной нервно - психической деятельности.

Люди, у которых доминирует *левое полушарие*, склонны к теориям, обладают большим словарным запасом, много говорят, подвижны, целеустремленны и способны строить прогнозы;

Люди, у которых доминирует *правое полушарие*, предпочитают конкретные виды деятельности, медлительны, мало говорят, очень сентиментальны, склонны к воспоминаниям.

2) **моторная асимметрия** — совокупность признаков неравенства функций рук, ног, половин туловища и лица в формировании общего двигательного поведения и его выразительности;

3) **сенсорная асимметрия** — совокупность признаков функционального неравенства правой и левой частей органов чувств.

26. Какие функции выполняет гематоэнцефалический барьер?

Гематоэнцефалический барьер выполняет следующие функции:

1) защита клеток мозга от действия вредных и чужеродных веществ;

2) регуляция постоянства и оптимального состава внутренней среды мозга.

27. Транспорт каких веществ возможен через гематоэнцефалический барьер?

В норме через гематоэнцефалический барьер не проходят: микробы, токсины, соединения йода, соли салициловой кислоты, все коллоиды, иммунные тела, антибиотики (пенициллин и стрептомицин). Совсем не проникают — белки, антигены, антитела. Избирательно проходят — метаболиты, гормоны, БАВ.

Легко проходят через барьер в ликвор алкоголь, хлороформ, стрихнин, морфин, столбнячный токсин (этим, по всей вероятности, объясняется быстрое действие на нервную систему этих веществ после их поступления в кровь).

28. Какие функции выполняет ликвор?

Функции ликвора:

1) предохраняет головной и спинной мозг от механических воздействий, повреждений;

2) участвует в регуляции внутричерепного давления;

3) выполняет обменные и транспортные функции;

4) обеспечивает постоянство внутренней среды тканей ЦНС;

5) изменение ионного состава ликвора оказывает большое влияние на дыхательную активность;

6) через ликвор удаляются продукты обмена тканей ЦНС.

29. Охарактеризуйте состав и физико-химические свойства ликвора.

Ликвор по своему составу отличается от крови и лимфы меньшим содержанием белков (0,02 %). Содержание неорганических солей примерно такое же, как в плазме крови. Количество глюкозы в

крови в норме составляет 2,8–3,9 ммоль/л. В ликворе содержится ряд биологически активных веществ: гормоны гипофиза и гипоталамуса, ГАМК, АХ, норадреналин, дофамин и др. Отсутствуют в цереброспинальной жидкости ферменты и иммунные тела.

В ликворе содержится очень небольшое количество клеток — лимфоцитов (1–5 в мкл).

Удельный вес ликвора 1,005–1,007; реакция слабо щелочная (рН = 7,4).

30. На какие отделы по функциональному значению подразделяется нервная система? Выполнение каких функций организма они обеспечивают?

По функциональному значению нервная система разделена на соматическую и вегетативную (автономную). Соматическая нервная система обеспечивает выполнение моторных и сенсорных функций. **Вегетативная нервная система** регулирует работу внутренних органов и систем, обмен веществ и энергии, обеспечивая гомеостаз организма в различных условиях жизнедеятельности.

31. Назовите отличительные признаки вегетативной нервной системы от соматической.

Вегетативная нервная система (ВНС) имеет отличия от соматической:

1) функцией ВНС является поддержание постоянства внутренней среды, приспособление её к изменяющимся условиям окружающей среды и деятельности организма;

2) влияния ВНС на организм обычно не находятся под контролем сознания;

3) генерализованный (диффузный) характер распространения возбуждения в периферическом отделе ВНС.

Это объясняется, во-первых, феноменом мультипликации в вегетативных ганглиях (особенно симпатических), из которых выходит в 100 раз больше постганглионарных волокон, чем входит в него преганглионарных. Во-вторых, большинство адренергических нейронов обладает длинными, многократно ветвящимися в органах аксонами. Поэтому одно нервное волокно ВНС может иннервировать до 10 тыс. клеток рабочего органа, тогда как соматическая НС обеспечивает точную посылку импульсов к определенной мышце (один мотонейрон иннервирует до 25 мышечных волокон (пальцы));

4) расположение эфферентного (моторного) нейрона. В соматической нервной системе вставочный и моторный нейроны располагаются в сером веществе спинного мозга, в ВНС эфферентный нейрон вынесен на периферию, за пределы спинного мозга и лежит в одном из ганглиев: пара-, перевертебральном или интраорганном;

5) очаговый выход волокон из ЦНС и отсутствие сегментарности в распределении волокон на периферии. Соматические нервные волокна покидают спинной мозг сегментарно и перекрывают иннервацией не менее трех смежных метамеров. Волокна ВНС выходят из трех участков ЦНС: головного мозга, грудопоясничного и крестцовых отделов спинного мозга;

б) иннервация органов соматической и ВНС. В случае перерезки вентральных корешков спинного мозга все соматические эфферентные волокна перерождаются. При этом такая перерезка не затрагивает дуги автономного рефлекса так как эфферентный нейрон вынесен в пара- или перевертебральный ганглий и поэтому эффекторный орган управляется импульсами данного нейрона, что также подчеркивает автономность ВНС.

Свойства нервных волокон:

1) в ВНС почти все волокна безмиелиновые или тонкие миелиновые (типа В или С), а в соматической — толстые (диаметр 12–14 мкм); соответственно скорость распространения возбуждения выше по соматическим волокнам;

2) низкая возбудимость волокон ВНС;

3) волокна ВНС характеризуются длительным рефрактерным периодом и соответственно более длительным ПД.

32. На какие отделы подразделяется вегетативная нервная система?

На основании структурно-функциональных свойств ВНС принято делить на симпатическую, парасимпатическую и метасимпатическую. Два первых отдела имеют центральные структуры и периферический нервный аппарат, метасимпатическая — целиком лежит на периферии в стенках внутренних органов, имеющих мышечный слой.

33. На чем основано деление вегетативной нервной системы на симпатический и парасимпатический отделы?

Деление основано на следующих принципах:

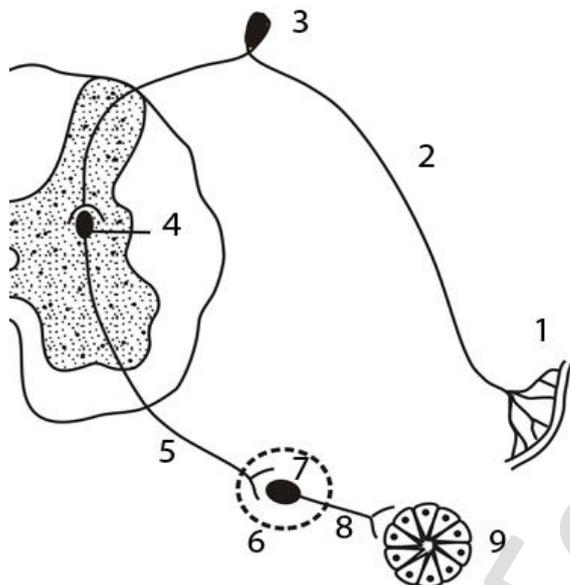
а) по локализации нервных центров в мозге. Центры парасимпатической нервной системы локализованы в среднем и продолговатом мозге, а также в крестцовом отделе спинного мозга. Центры, расположенные в грудопоясничном отделе спинного мозга образуют симпатическую нервную систему;

б) по характеру воздействия на функции органов. Симпатический и парасимпатический отделы ВНС чаще выступают как функциональные антагонисты;

в) по расположению ганглиев, на которых прерываются нервные пути;

г) по выделяемому медиатору.

34. Зарисуйте схему рефлекторной дуги вегетативного рефлекса. Обозначьте ее звенья.



1 — рецепторы сосудов или внутренних органов; 2 — афферентное нервное волокно; 3 — тело афферентного нейрона; 4 — тело преганглионарного нейрона; 5 — преганглионарное нервное волокно; 6 — вегетативный ганглий; 7 — тело эфферентного нейрона; 8 — постганглионарное нервное волокно; 9 — эффектор (железа).

35. Укажите отличия локализации эфферентных и афферентных нейронов в дуге вегетативного и соматического рефлексов.

В дуге вегетативного рефлекса эфферентные нейроны вынесены за пределы ЦНС, а афферентные нейроны располагаются, кроме спинномозговых ганглиев, в экстра- и интрамуральных ганглиях.

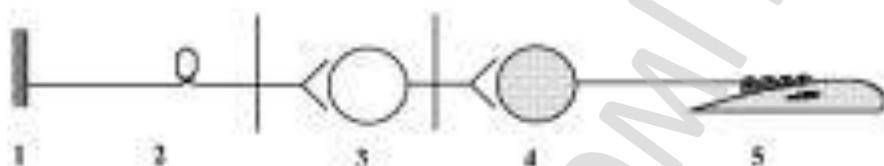
36. Чем представлен центральный аппарат и периферический отдел симпатической нервной системы?

Центральный аппарат симпатической нервной системы представлен спинномозговым (тораколумбальный) центром Якобсона. Это ядро простирается от I–II грудных до I–IV поясничных сегментов. Отростки нейронов, составляющих ядро, называются преганглионарными волокнами. Они выходят из спинного мозга в составе его передних корешков через межпозвоночные отверстия.

Периферический отдел симпатической части автономной нервной системы образован эфферентными и чувствительными нейронами и их отростками, располагающимися в удаленных от спинного мозга узлах. В околопозвоночных (паравертебральных) узлах часть преганглионарных симпатических волокон синаптически оканчивается на эфферентных нейронах. Волокна эфферентных

нейронов, именуемые постганглионарными, разделяются на две группы. Волокна одной из них вступают в соматический нерв и в его составе без перерыва достигают эфферентного органа (сосуда кожи, мышцы). Волокна другой группы, собравшись в отдельные веточки, образуют обособленный ствол, направляющийся либо непосредственно к исполнительным органам, либо к предпозвоночным узлам, а через них далее также к исполнительным органам.

37. Нарисуйте схему рефлекторной дуги симпатической нервной системы и обозначьте ее звенья.



1 — рецептор; 2 — афферентный нейрон; 3 — центральный (преганглионарный) нейрон; 4 — ганглионарный нейрон (симпатический ганглий); 5 — эффектор (гладкая мышца).

38. Что характерно для распространения возбуждения в периферическом отделе вегетативной нервной системы?

В периферическом отделе ВНС возбуждение передается с малой скоростью и носит генерализованный характер.

39. Назовите функции симпатической нервной системы.

Симпатическая нервная система влияет на: 1) энергетическое обеспечение организма; 2) перераспределение кровотока; 3) увеличение обмена веществ; 4) повышение уровня глюкозы в крови.

В целом деятельность симпатической нервной системы направлена на адаптацию организма к определенным условиям окружающей среды (работа, эмоции, изменение температуры и др.).

40. В чем выражается адапционно-трофическое действие симпатической нервной системы?

Симпатическая часть вегетативной нервной системы обеспечивает приспособление функционального состояния органов и организма в целом к потребностям данного момента путём активации метаболизма.

41. Опишите опыт, доказывающий адапционно-трофическое влияние симпатической нервной системы на скелетную мышцу (феномен Орбели — Гинецинского).

Если на мышцу, утомленную до полной невозможности сокращаться, подействовать стимуляцией симпатических волокон, а за-

тем начать стимулировать ее через моторные нервы, сокращения восстанавливаются. Эти изменения связаны с тем, что под влиянием симпатической нервной системы в мышце происходит укорочение хронокси, укорачивается время передачи возбуждения, повышается чувствительность к ацетилхолину, повышается потребление кислорода. В результате — работоспособность мышцы восстанавливается.

42. Чем представлен центральный аппарат и периферический отдел парасимпатической нервной системы?

К центральным образованиям парасимпатической части ВНС относятся ядра, лежащие в среднем мозге, продолговатом мозге и спинном мозге.

В среднем мозге находится парасимпатическое добавочное ядро глазо-двигательного нерва (ядро Якубовича).

В продолговатом мозге находятся три пары ядер, от которых начинаются преганглионарные волокна, выходящие из мозга в составе лицевого, языкоглоточного, блуждающего нервов.

Парасимпатические ядра *спинного мозга* располагаются в области I–III или II–IV крестцовых сегментов в боковых рогах серого вещества.

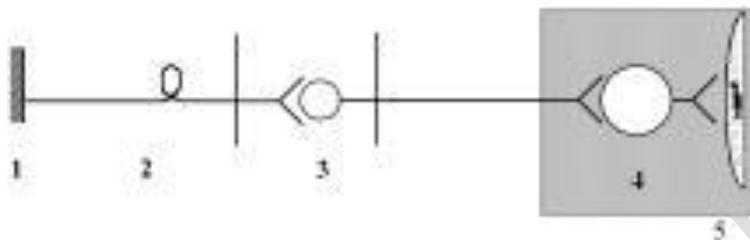
Периферические структуры парасимпатической части ВНС включают нервные волокна и соответствующие ганглии. Преганглионарные волокна из среднего мозга выходят в составе глазо-двигательного нерва и заканчиваются на эффекторных клетках ресничного узла. От него отходят два коротких ресничных нерва. Составляющие их постганглионарные волокна вступают в глазное яблоко, разветвляясь в аккомодационной мышце и сфинктере зрачка.

В продолговатом мозге нервные волокна из верхнего слюноотделительного ядра идут в составе лицевого нерва и, покидая его, образуют барабанную струну, которая позже присоединяется к язычному нерву. Преганглионарные волокна, выходящие из нижнего слюноотделительного ядра, вступают в языкоглоточный нерв и далее попадают в *ушной узел*. Его постганглионарные волокна являются секреторными для околоушной слюнной железы. Преганглионарные волокна из ядер слезоотделительного пути через лицевой нерв вступают в *крылонебный узел*, постганглионарные волокна которого достигают слюнной железы, желез слизистой оболочки носа и неба.

Блуждающий нерв является смешанным: он включает афферентные и эфферентные парасимпатические, чувствительные и двигательные соматические волокна.

Крестцовый отдел парасимпатической части нервной системы представлен тазовым нервом, который направляется к поверхности прямой кишки, где вместе с подчревным симпатическим нервом участвует в образовании тазового сплетения.

43. Нарисуйте схему рефлекторной дуги парасимпатической нервной системы и обозначьте ее звенья.



1 — рецептор; 2 — афферентный нейрон; 3 — центральный (преганглионарный) нейрон; 4 — ганглионарный нейрон (парасимпатический ганглий); 5 — эффектор (гладкая мышца).

44. Назовите функции парасимпатической нервной системы.

Основными функциями парасимпатической нервной системы являются:

- 1) передача в ЦНС информации от сенсорных рецепторов сосудов и внутренних органов;
- 2) снабжение моторными и секреторными волокнами гладкой мускулатуры, желез, сердца и внутренних органов;
- 3) оказание трофического действия.

В целом парасимпатическая нервная система осуществляет постоянную корректировку сдвигов в организме, вызываемые симпатической нервной системой.

45. Дайте характеристику метасимпатическому отделу вегетативной нервной системы. Какие функции он выполняет?

Метасимпатический (интраорганный) отдел ВНС — это комплекс микроганглионарных образований, формирующих нервные сплетения и расположенных в стенках внутренних органов (отсюда название интраорганный отдел), таких как желудок, кишечник, мочевого пузыря, сердце, бронхи.

Микроганглии метасимпатического отдела играют роль периферических нервных центров и обеспечивают постоянный и непрерывный контроль за работой внутренних органов. Они совместно с симпатическим и парасимпатическим отделами ВНС осуществляют передачу информации от сенсорных рецепторов внутренних органов к ЦНС, центральных влияний к эффекторным клеткам внутренних органов и участвуют в механизмах поддержания гомеостаза.

46. На какие группы по расположению делят вегетативные ганглии?

Вегетативные ганглии по локализации делят на 3 группы:

Паравerteбральные (околопозвоночные) ганглии. Относятся к симпатической нервной системе, расположены двумя погранич-

ными стволами вдоль позвоночника и связаны со спинным мозгом белыми соединительными ветвями (преганглионарные волокна). Постганглионарные волокна идут к органам или самостоятельно, или в составе соматических нервов, в этом случае они идут от ганглиев к соматическим нервам в виде серых клеток. В вертебральных ганглиях прерывается большинство симпатических волокон.

Превертебральные (предпозвоночные) ганглии (солнечное сплетение, ресничный узел, верхний и нижний брыжеечные узлы). Располагаются на некотором расстоянии от позвоночника и иннервируют органы. На этих ганглиях прерываются остальные симпатические нервные волокна.

Интрамуральные (внутриорганные) сплетения. Они локализованы во внутренних органах или располагаются рядом с ними. На этих ганглиях прерываются только парасимпатические волокна.

47. Назовите медиаторы, с помощью которых происходит передача возбуждения в вегетативной нервной системе.

В вегетативной нервной системе передача возбуждения происходит с помощью ацетилхолина и норадреналина.

48. На какие группы делятся рецепторы, чувствительные к ацетилхолину?

Рецепторы, чувствительные к ацетилхолину делятся на две группы:

М-холинорецепторы — теряют чувствительность к ацетилхолину под влиянием атропина;

Н-холинорецепторы — теряют чувствительность к ацетилхолину под влиянием никотина.

49. На какие группы делятся рецепторы, чувствительные к норадреналину и адреналину?

Рецепторы, чувствительные к норадреналину и адреналину, делятся на две группы:

α -адренорецепторы — теряют чувствительность к норадреналину и адреналину под влиянием фентоламина;

β -адренорецепторы — теряют чувствительность к норадреналину и адреналину под влиянием пропранолола.

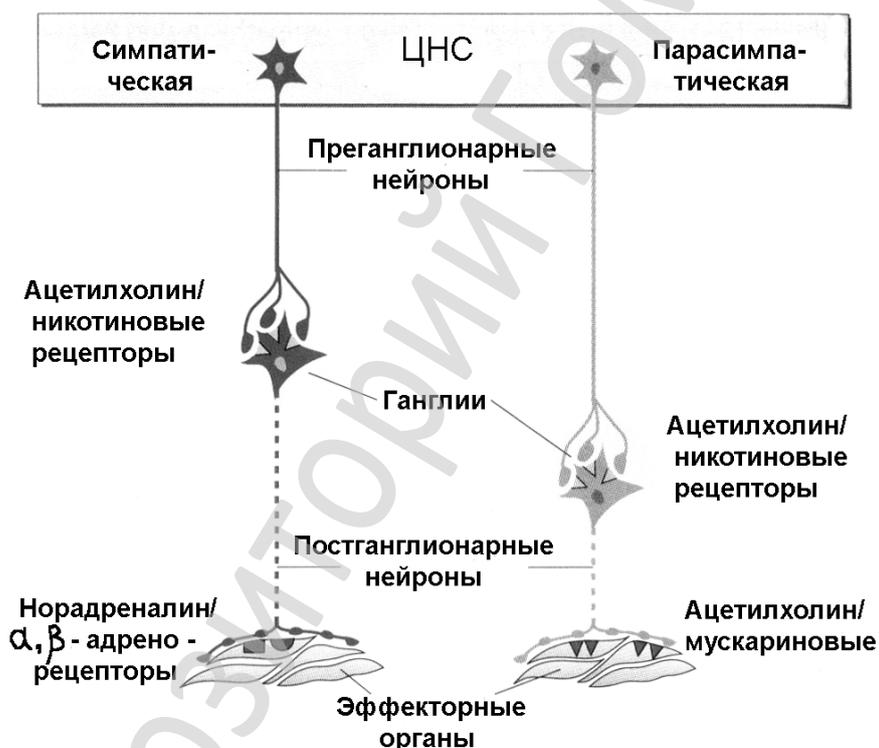
50. С помощью какого медиатора и каких химических рецепторов осуществляется передача возбуждения в ганглиях симпатической и парасимпатической нервной системы?

В ганглиях симпатической и парасимпатической нервной системы возбуждение передается с помощью ацетилхолина, действующего на **Н-холинорецепторы**.

51. С помощью каких медиаторов и каких химических рецепторов осуществляется передача эфферентного влияния симпатической и парасимпатической нервной системы на рабочий орган?

В симпатической нервной системе возбуждение передается с помощью катехоламинов (адреналина и норадреналина), действующих на ***α- и β-адренорецепторы***; в парасимпатической нервной системе — с помощью ацетилхолина, действующего на ***M-холинорецепторы***.

52. Нарисуйте схему, отражающую механизм передачи возбуждения в периферических отделах симпатической и парасимпатической нервной системы.



53. Какие существуют типы влияний вегетативной нервной системы на работу внутренних органов?

На работу внутренних органов вегетативная нервная система оказывает следующие типы влияний:

пусковые — используются в случае, если функционирование исполнительного органа не является постоянным, а возникает лишь с приходом к нему импульсов по волокнам автономной нервной системы;

корректирующие — влияния, направленные на усиление или ослабление деятельности органа в зависимости от потребности организма.

54. Какие влияния оказывают симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы на работу различных органов?

Влияния вегетативной нервной системы на функции различных органов:

Орган/показатель	Влияние симпатической нервной системы	Влияние парасимпатической нервной системы
Сердце	Учащает ритм, увеличивает силу сокращений	Урежает ритм, уменьшает силу сокращений
Бронхиолы	Расширение	Сужение, увеличение секреции желез
ЖКТ	Уменьшает перистальтику и секрецию органов пищеварения	Усиливает перистальтику и секрецию органов пищеварения
Мочевой пузырь	Расслабляет пузырь, сокращает сфинктер — способствует накоплению мочи	Сокращает пузырь, расслабляет сфинктер — способствует выделению мочи
Ресничная мышца (зрачок)	Расширяет зрачок	Сужает зрачок
Печень	Расслабляет желчные протоки и желчный пузырь, сужает сфинктер — способствует накоплению желчи	Сокращает желчные протоки и расслабляет сфинктер, что способствует выходу желчи из желчного пузыря
Гладкие миоциты сосудов	Сокращение: сосуды кожи, ЖКТ, почки. Расслабление сосудов скелетной мускулатуры	—
Количество сахара в крови	Увеличивает	Уменьшает
Потребление O ₂ организмом	Увеличивает	Уменьшает

55. На какие группы делятся вегетативные рефлексы по уровню замыкания?

По уровню замыкания рефлекторной дуги вегетативные рефлексы делятся на:

- **центральные** (спинномозговые, гипоталамические, корковые);
- **периферические** (интра- и экстрамуральные, а также аксон-рефлексы).

56. На какие группы делятся вегетативные рефлексы по расположению рецептора и органа эффектора? Охарактеризуйте их.

По расположению рецептора и органа эффектора: вегетативные рефлексы делятся:

- 1) **висцеро-висцеральные**, когда и афферентное, и эфферентное звенья, т. е. начало и эффект рефлекса, относятся к внутренним органам или внутренней среде (гастро-дуоденальный, гастрокардиальный, ангиокардиальные и т. п.);

2) **висцеро-соматические**, когда начинающийся раздражением интероцепторов рефлекс за счет ассоциативных связей нервных центров реализуется в виде соматического эффекта.

Например, при раздражении хеморецепторов каротидного синуса избытком углекислоты усиливается деятельность дыхательных межреберных мышц и дыхание учащается;

3) **висцеро-сенсорные** — изменение сенсорной информации от экстероцепторов при раздражении интероцепторов. Например, при кислородном голодании миокарда имеют место так называемые отраженные боли в участках кожи (зоны Гедда), получающих сенсорные проводники из тех же сегментов спинного мозга;

4) **сомато-висцеральные**, когда при раздражении афферентных входов соматического рефлекса реализуется вегетативный рефлекс.

Например, при термическом раздражении кожи расширяются кожные сосуды и суживаются сосуды органов брюшной полости.

К **соматовегетативным рефлексам** относится и рефлекс Данини — Ашнера — урежение пульса при надавливании на глазные яблоки.

57. Какие рефлексы относятся к аксон-рефлексам?

Аксон-рефлекс является разновидностью висцеро-висцеральных рефлексов. Он возникает в том случае, если нервное волокно (аксон) дает разветвление и за счет этого иннервирует одной ветвью один орган, а другой ветвью — другой орган или другую часть органа. В результате раздражения возбуждение с одной ветви может распространяться на другую ветвь, в результате возникают изменения деятельности нескольких органах. Аксон-рефлекс объясняет механизм возникновения сосудистой реакции (сужение или расширение сосудов) при раздражении кожных, болевых рецепторов.



1 — спинальный ганглий; 2 — чувствительный нерв; 3 — кожные рецепторы; 4 — сосуды кожи; 5 — коллатераль аксона.

ГЛАВА 5

ФИЗИОЛОГИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ

1. Дайте определение понятия гормоны.

Гормоны (от греческого слова «horman» — возбуждать) — эндогенные химические соединения, образуемые органом, тканью или клеточной системой, выделяемые в кровь и оказывающие специфические воздействия на другие органы и ткани, обладающие высокой биологической активностью в малых количествах (6–12 ммоль), регулирующие обмен веществ и физиологические функции органа.

2. Перечислите функции гормонов (значение гормонов для организма в целом).

Функции гормонов следующие:

Метаболическая (влияние на все виды обмена). Гормоны регулируют обмен органических и неорганических веществ, процессы восстановления измененного равновесия внутренней среды. Например, при гипогликемии (снижении уровня глюкозы в крови) из мозгового вещества надпочечников выделяется гормон адреналин, который включает в клетках печени гликогенолиз (превращение гликогена в глюкозу) и в результате выхода глюкозы в кровь ее уровень нормализуется. Поддержание гомеостаза (изменение концентрации Ca^{2+}).

Морфогенетическая (регуляция дифференцировки, роста и развития, метаморфоза, полноценное физическое, половое и умственное развитие в соответствии с его возрастом) Например, в условиях гипофункции щитовидной железы у детей имеется угроза развития кретинизма (физического, полового и умственного недоразвития человека).

Кинетическая-пусковая (определенная деятельность исполнительных органов).

Корректирующая (изменяющая интенсивность деятельности исполнительных органов).

Обеспечение адаптации (особенно длительной). Гормоны приспособливают организм к изменяющимся условиям внутренней или внешней среды.

Формирование поведения.

3. Назовите основные группы веществ, участвующих в гуморальной регуляции функций организма.

Основные группы веществ, участвующие в гуморальной регуляции функций организма, — это гормоны (в том числе тканевые гормоны-пептиды), медиаторы, метаболиты.

4. Какие железы называют эндокринными? Перечислите их.

Эндокринными железами называют — железы, выделяющие продукты секреции непосредственно в кровь. Щитовидная, паращитовидные, поджелудочная, надпочечники, половые, вилочковая железы, гипофиз, эпифиз.

5. Перечислите основные физиологические свойства гормонов.

Основные физиологические свойства гормонов:

- 1) дистантный характер действия;
- 2) специфичность гормонов (воздействие на рецепторы). У большинства гормонов отсутствует видовая специфичность (за исключением СТГ);
- 3) высокая биологическая активность гормонов;
- 4) небольшой размер молекул гормонов;
- 5) гормоны быстро разрушаются.

6. С чем связана высокая специфичность действия гормонов?

Высокая специфичность действия гормонов связана с наличием в мембранах клеток и других их элементах специфических белков-рецепторов.

7. Перечислите способы межклеточной коммуникации с участием химических сигналов.

Выделяют следующие способы коммуникации:

- 1) **эндокринный** (дистантный), когда гормоны доставляются к клеткам-мишеням кровью, действуя на большом расстоянии от места их синтеза и выделения (продукции);
- 2) **паракринный** (нейромедиаторы или гормоны) — гормоны действуют на рядом расположенные клетки-мишени (классический пример химический синапс);
- 3) **аутокринный** — гормоны воздействует на клетку-продуцент, т. е. клетка-мишень = клетка-продуцент;
- 4) **юкстакринный** (например, молекулы адгезии) — гормоны передаются непосредственно от наружной поверхности мембраны одной клетки на мембрану другой клетки (так формируются адгезионные контакты);
- 5) **нейроэндокринный** — гормон синтезируется нервной клеткой (гипоталамуса, мозговое вещество надпочечников), секретирется в кровь и доставляется ею к клеткам-мишеням.

8. Как осуществляется транспорт гормонов в организме?

Существует 4 формы транспорта гормонов в организме:

1) транспорт свободного гормона (растворенного в воде). Именно в такой форме гормон проявляет свою биологическую активность. В норме содержание гормона не превышает 10 % от общего их количества;

2) комплексы гормонов со специфическими транспортными белками плазмы крови. Содержание этой транспортной формы в крови составляет 80 % и более от суммарной концентрации данного гормона;

3) неспецифические комплексы гормонов с белками плазмы крови (альбуминами, α_1 -глобулинами);

4) адсорбция гормонов на поверхности форменных элементов крови.

8. На какие группы делятся гормоны, согласно их химической структуре? Приведите несколько примеров гормонов различных групп.

Классификация гормонов согласно их химической структуре:

Стероидные гормоны (производные холестерина):

- кортикостероиды (альдостерон, кортизол, кальцитриол);
- половые гормоны (женские и мужские);
- стеролы витамина D₃.

Производные аминокислот (амины, йодотриены):

- тирозин, тироксин, адреналин;
- триптофан, мелатонин.

Белково-пептидные:

- Полипептидные — глюкагон, вазопрессин, релизинг гормоны;
- Простые белки — инсулин, соматотропин, пролактин
- Сложные белки (гликопротеиды) — тиреотропин, фоллитропин, АКТГ.

Экозаноиды — производные арахидоновой кислоты (простагландины, тромбаксаны и др.).

9. Какие существуют типы нарушений эндокринных функций?

Типы нарушений эндокринных функций:

- гиперфункция эндокринных желез (эндокринная гиперфункция);
- гипофункция эндокринных желез (эндокринная гипофункция);
- дисфункция эндокринных желез (эндокринная дисфункция) — разнонаправленные изменения функций эндокринных желёз.

10. Перечислите основные методы изучения функций желез внутренней секреции.

Основные методы изучения функций желез внутренней секреции:

- 1) физикальное исследование — при помощи осмотра области железы, ее пальпации;
- 2) исследование структуры железы при помощи ультразвука, рентгеновского метода, компьютерной томографии;
- 3) определение концентрации гормонов в крови и в моче, спинномозговой жидкости;
- 4) определение в моче концентрации метаболитов гормонов (например: ванилилиндиальной кислоты — для катехоламинов);
- 5) стимуляция или угнетение функции железы с последующим определением в крови концентрации гормонов;
- 6) радиоизотопное сканирование с веществами — предшественниками гормонов, мечеными изотопами (по уровню накопления в железе изотопа судят о ее функции. Например, сканирование щитовидной железы с радиоактивным йодом);
- 7) пункционная биопсия железы с ее гистологическим исследованием.

11. Опишите последовательность процессов, приводящих к изменению секреции эффекторных гормонов при активации гипоталамо-аденогипофизарной системы.

Выделение гормона (либерина или статина) гипоталамуса — действие его на переднюю долю гипофиза — изменение количества тропного гормона в крови — действие последнего на эндокринную железу — выделение эффекторного гормона.

12. На какие доли подразделяется гипофиз и как они называются? В какой доле вырабатываются тропные гормоны?

Гипофиз подразделяется на следующие доли: переднюю (аденогипофиз), среднюю и заднюю (нейрогипофиз). Тропные гормоны вырабатываются в передней доле гипофиза.

13. Перечислите тропные гормоны гипофиза. Дайте сокращенное и полное их название.

К тропным гормонам относятся: адrenокортикотропный гормон (АКТГ), тиреотропный гормон (ТТГ), фолликулостимулирующий гормон (ФСГ), лютеинизирующий гормон (ЛГ).

14. Перечислите эффекторные гормоны передней доли гипофиза, дайте сокращенное и полное их название.

К эффекторным гормонам относятся пролактин (ПРА) и гормон роста, или соматотропный гормон (СТГ).

15. Перечислите основные функции гормона роста.

Основные функции гормона роста:

- усиливает процессы биосинтеза белка, нуклеиновых кислот, роста мягких и твердых тканей;
- облегчает утилизацию глюкозы в тканях;
- способствует мобилизации жиров из депо;
- задерживает в организме азот, фосфор, кальций, натрий, воду;
- усиливает синтез и секрецию соматомединов в печени и хрящевой ткани, инсулина и глюкагона — в поджелудочной железе;
- способствует превращению тироксина (Т₄) в трийодтиронин (Т₃);
- повышение основного обмена и способствует сохранению мышечной ткани во взрослом организме.

16. Как регулируется синтез и выделение соматотропного гормона?

Синтез и выделение СТГ регулируется:

- 1) гипофизуправляющими гормонами гипоталамуса — соматолиберином (пептид, усиливающий секрецию ГР) и соматостатином (пептид, угнетающий синтез и секрецию ГР);
- 2) циркадными ритмами (максимум содержания в крови приходится на первые 2 ч сна и в 4–6 ч утра);
- 3) уровнем питательных веществ в крови.

17. К чему приводит избыточная продукция соматотропного гормона в детском и взрослом возрасте?

Избыточная секреция СТГ в детском возрасте проявляется в резком ускорении роста и развитием *гигантизма*, пропорции тела сохранены. Гиперпродукция гормона у взрослых людей сопровождается *акромегалией* — непропорциональное увеличение отдельных частей тела.

18. К чему приводит недостаточная функция соматотропного гормона в детском и взрослом возрасте?

Недостаточная функция СТГ в детском возрасте проявляется резким угнетением скорости роста при сохранении пропорций тела и умственного развития — *карликовость*. У взрослого человека недостаток секреции СТГ проявляется снижением основного обмена, массы скелетных мышц и нарастанием жировой массы

19. Перечислите основные функции пролактина в организме.

Пролактин стимулирует развитие железистой ткани в молочной железе; способствует формированию материнского инстинкта; стимулирует развитие желтого тела и образование им прогестерона, участвует в поддержании осмотического гомеостаза и предупреждении избыточной потери воды и натрия; стимулирует развитие тимуса.

20. Какое действие на половые железы оказывают гонадотропины фолликулостимулирующий гормон (ФСГ) и лютеинизирующий гормон (ЛГ)?

В женском организме созревание первичного фолликула и увеличение концентрации эстрадиола в крови под влиянием ФСГ, пик ЛГ в середине цикла служит причиной разрыва фолликула и превращение в желтое тело. ЛГ является ключевым гормоном стимуляции и образования эстрогенов и прогестерона в яичниках.

В мужском организме ФСГ способствует росту яичек, стимулирует клетки Сертоли и способствует формированию в них андрогенсвязывающего белка; ЛГ стимулирует созревание и дифференцировку клеток Лейдига, синтез и секрецию этими клетками тестостерона, совместное действие ФСГ и ЛГ и тестостерона упорядочивает сперматогенез.

21. Перечислите физиологические эффекты адренокортикотропного гормона (АКТГ, кортикотропина).

Физиологические эффекты АКТГ подразделяются на надпочечниковые и вненадпочечниковые. Надпочечниковые эффекты АКТГ — стимулирует рост и развитие пучковой и сетчатой зон в коре надпочечников, синтез и выделение гормонов: глюкокортикоидов (кортизола и кортикостерона из пучковой зоны) и половых в меньшей степени (андрогенов из сетчатой зоны), в незначительной степени стимулирует выделение альдостерона из клубочковой зоны коры надпочечников.

Вненадпочечниковые эффекты АКТГ — это действие гормона на неэндокринные органы:

- а) липолитическое — на жировую ткань;
- б) повышение секреции инсулина и гормона роста;
- в) развитие гипогликемии;
- г) усиление пигментации кожи, за счет увеличения образования меланина.

22. Какие два гормона депонируются в нейрогипофизе? Где они вырабатываются?

В нейрогипофизе депонируется два гормона — антидиуретический гормон (АДГ, вазопрессин) и окситоцин. Вырабатываются в гипоталамусе.

23. В регуляции каких констант организма участвует антидиуретический гормон (АДГ), каким образом это осуществляется?

Антидиуретический гормон участвует в регуляции объема жидкости в организме, артериального давления, осмотического давления, путем изменения объема реабсорбции воды в канальцах нефронов.

24. Каков механизм влияния антидиуретического гормона (АДГ) на реабсорбцию воды в почке?

Механизм влияния АДГ состоит в том, что он непосредственно повышает проницаемость стенок собирательных трубок и дистальных канальцев нефронов для воды, что ведет к увеличению реабсорбции воды в интерстиций почек.

25. Назовите основные факторы, повышающие секрецию антидиуретического гормона (АДГ).

Факторы, повышающие секрецию АДГ: повышение осмотического давления, уменьшение объема циркулирующей крови, снижение артериального давления.

26. Какое действие на организм оказывает меланоцитостимулирующий гормон?

Меланоцитостимулирующий индуцирует синтез фермента тирозиназы, образование меланина, распределяет гранулы пигмента в коже, радужке, сетчатке, повышает возбудимость скелетных мышц и нервов, учащает сердцебиение, изменяет психоэмоциональное состояние (страх, беспокойство).

27. Какое действие на организм оказывает окситоцин?

Окситоцин стимулирует сокращения матки во время родов и в послеродовый период, сокращения миоэпителиальных клеток протоков молочных желез, что вызывает выделение молока при кормлении новорожденных. Окситоцин также участвует в усилении тонуса гладких мышц желудочно-кишечного тракта, регуляции питьевого поведения, повышении секреции гормонов аденогипофиза, регуляции процессов забывания, оказывает гипотензивный эффект.

28. Назовите два йодсодержащих гормона щитовидной железы. К какой группе гормонов (по химической структуре) они относятся?

Тироксин (T_4) и трийодтиронин (T_3) — два йодсодержащих гормона. По химической структуре T_4 и T_3 являются йодированными производными аминокислоты L-тирозина.

29. Какое действие на организм оказывают тиреоидные гормоны?

Выделяют метаболические и физиологические эффекты тиреоидных гормонов:

метаболические: усиление поглощения O_2 тканями и увеличение основного обмена; стимуляции синтеза белка (анаболическое действие; гипергликемия за счет активации гликогенолиза в печени; усиление окисления жирных кислот и снижение их в крови);

физиологические: обеспечение нормальных процессов роста, развития и дифференцировки клеток, тканей и органов; миелинизация нервных волокон; активация симпатических влияний; повышение теплообразования; повышение возбудимости ЦНС и активации психических процессов; развитие мышечной системы; способствует синтезу ГР, ФСГ и ЛГ.

30. Назовите характерные признаки гиперфункции щитовидной железы (при базедовой болезни).

При повышенной секреции тироксина увеличенной щитовидной железой развивается *гипертиреоз*. Крайняя степень гипертиреоза называется *тиреотоксикозом*, или *базедовой болезнью*. Характеризуется повышением основного обмена, скорости синтеза и катаболизма белков, жиров, углеводов, нарушениями терморегуляции — усилением теплопродукции, водно-солевого обмена, дефицитом внутриклеточной АТФ. Наблюдается тремор, экзофтальм, тахикардия, часто возникает мерцательная аритмия.

31. Какие проявления гиподисфункции щитовидной железы выделяют?

Недостаточная продукция тиреоидных гормонов приводит к развитию *гипотиреоза*, главная особенность которого — снижение метаболизма. Тяжелый гипотиреоз обозначается термином «*микседема*» — слизистый отек. У больных микседемой отмечается психическая и физическая заторможенность, сонливость, зябкость, снижение интеллекта.

Гипотиреоз в детском возрасте может привести к *кретинизму* — физическому, половому и умственному недоразвитию.

32. Назовите эндокринную функцию парафолликулярных К-клеток щитовидной железы. Какое физиологическое назначение имеет кальцитонин?

Парафолликулярные К-клетки щитовидной железы синтезируют гормон *кальцитонин*. Физиологическое значение кальцитонина состоит в том, что он снижает уровень Ca^{2+} и фосфатов в крови, облегчает минерализацию костей, путем стимуляции клеток остеобластов и отложения Ca^{2+} и фосфатов в костной ткани и подавляет резорбцию (угнетает остеокласты и тормозит выведение Ca^{2+} и фосфатов из костной ткани); снижает реабсорбцию кальция и фосфатов из первичной мочи в почечных канальцах.

33. Как называется гормон паращитовидных желез? Какова его основная физиологическая роль? Каковы пути его действия?

Основным гормоном паращитовидных желез является *паратирин* (*паратиреоидный гормон* или *паратгормон*). В организме

паратгормон вызывает разрушение костной ткани с выходом из нее ионов кальция, поэтому повышается их концентрация в крови. Паратгормон усиливает всасывание кальция в кишечнике и процессы его реабсорбции в канальцах почки. Все это ведет к значительному нарастанию уровня кальция в крови. Одновременно снижается концентрация неорганических фосфатов в крови и увеличивается их выделение с мочой.

34. Назовите основные физиологические эффекты мелатонина.

Мелатонин имеет следующие физиологические эффекты:

- обеспечивает регуляцию биоритмов эндокринных функций и метаболизма для приспособления организма к разным уровням освещенности;
- ингибирует синтез и секрецию люлиберина гипоталамуса и гонадотропинов (ФСГ и ЛГ), а также модулирует секрецию других гормонов аденогипофиза;
- активирует гуморальный и клеточный иммунитет;
- обладает противоопухолевой активностью и является радиопротектором;
- оказывает диуретическое действие на почки; является антагонистом меланоцитстимулирующего гормона.

35. Как происходят синтез и секреция мелатонина в шишковидной железе?

Синтез и секреция мелатонина в шишковидной железе подчинены четкому околосуточному (циркадному) ритму и зависит от уровня освещенности. Основной путь регуляции секреции мелатонина зависит от сетчатки глаза, информация об освещенности передается по проводящим путям к нейронам среднего и промежуточного мозга и от них — к преганглионарным симпатическим нейронам спинного мозга и ганглионарным нейронам верхних шейных ганглиев симпатических стволов, формирующих шишковидный нерв. Снижение освещенности повышает выделение из симпатических окончаний медиатора норадреналина, который через β -адренорецепторы стимулирует синтез и секрецию мелатонина.

36. Назовите места синтеза в надпочечниках катехоламинов, глюко- и минералокортикоидов, половых гормонов.

Наружная клубочковая зона коркового вещества образует минералокортикоиды; средняя (самая большая) — пучковая зона — синтезирует глюкокортикоиды; внутренняя — сетчатая зона — продуцирует половые гормоны. В мозговом веществе надпочечников синтезируются катехоламины.

37. Назовите основные представители катехоламинов, глюко- и минералокортикоидов, половых гормонов, синтезируемые в надпочечниках?

- катехоламины — адреналин, норадреналин;
- минералокортикоиды — альдостерон, 11-дезоксикортикостерон;
- глюкокортикоиды — кортизол, кортизон; кортикостерон, гидрокортизон;
- половые гормоны — дегидроэпиандростендион (ДГЭА), ДГЭА-сульфат, андростендион.

38. В чем заключается физиологическое значение альдостерона?

Альдостерон выполняет следующие функции:

- 1) усиливает реабсорцию натрия и экскрецию калия;
- 2) осуществляет поддержание осмотического давления, возбудимости клеток, артериального давления;
- 3) регулирует ионный транспорт в потовых и слюнных железах и желудочно-кишечном тракте.

При **избытке** гормона: гиперволемия, гипертензия, отеки, гипокалиемия, *алкалоз*, нарушения сердечного ритма, повышение экскреции магния и кальция.

При **недостатке** — гиповолемия, гипотензия, гиперкалиемия, *ацидоз*, нарушения сердечного ритма, мозговые нарушения, избыток вазопрессина, нарушения пищеварения.

39. Укажите факторы, которые могут снижать секрецию альдостерона.

Снижают секрецию альдостерона:

- 1) резкое увеличение концентрации натрия в крови;
- 2) значительное снижение количества АКТГ в крови.

40. Перечислите основные метаболические эффекты кортизола.

Основные метаболические эффекты кортизола:

- стимуляция глюконеогенеза за счет усиления активности и повышения синтеза ферментов;
- гипергликемия и усиления синтеза гликогена в печени;
- усиление гидролиза белков до аминокислот в опорных тканях (костях, скелетных мышцах), исключая печень, в ней происходит усиление синтеза белков;
- ускорение липолиза и повышение жирных кислот в крови;
- усиление секреции инсулина из-за гипергликемии, более интенсивное отложение жира в верхней половине тела.

41. Какие характерные проявления недостаточной секреции гормонов надпочечников выделяют?

Гипофункция коры надпочечников проявляется снижением содержания кортикоидных гормонов, которое сопровождается избыточным выделением АКТГ и гиперпигментацией — аддисонова (бронзовая) болезнь.

42. Перечислите физиологические эффекты адреналина.

Физиологические эффекты адреналина:

- стимулирует деятельность сердца;
- суживает сосуды, кроме коронарных, сосудов легких, головного мозга, работающих мышц, на которые он оказывает сосудорасширяющее действие;
- расслабляет мышцы бронхов; тормозит перистальтику и секрецию кишечника и повышает тонус сфинктеров;
- расширяет зрачок; уменьшает потоотделение;
- усиливает процессы катаболизма и образования энергии;
- влияет на углеводный обмен (повышает уровень глюкозы в крови);
- активирует липолиз;
- повышает теплообразование в тканях;
- стимулирует секрецию ренина почкой;
- уменьшает образование мочи;
- повышает возбудимость нервной системы и эффективность приспособительных реакций.

43. Назовите рецепторы, с которыми взаимодействуют катехоламины.

Действия адреналина и норадреналина опосредованы их взаимодействием с α - и β -адренорецепторами, которые, в свою очередь, фармакологически подразделены на α_1 -, α_2 -, β_1 - и β_2 -рецепторы. Адреналин имеет большее сродство к β -адренорецепторам, норадреналин — к α -адренорецепторам.

44. Где образуется инсулин? Каков эффект его действия на углеводный обмен?

Инсулин образуется в бета-клетках островков Лангерганса поджелудочной железы. Он способствует утилизации глюкозы, стимулирует синтез гликогена.

45. Как влияет инсулин на белковый обмен? Объясните механизм.

Инсулин способствует синтезу белка с помощью увеличения проницаемости клеточных мембран для аминокислот и стимуляции

синтеза матричной РНК, тормозит превращение аминокислот в глюкозу в процессе глюконеогенеза.

46. Где образуется глюкагон и как он влияет на уровень сахара в крови?

Глюкагон образуется в альфа-клетках островков Лангерганса поджелудочной железы; он повышает содержание сахара в крови с помощью расщепления гликогена в печени.

47. Каково биологическое действие соматостатина?

Биологическое действие соматостатина:

- 1) угнетает синтез в гипофизе гормона роста;
- 2) угнетает секрецию инсулина и глюкагона;
- 3) тормозит перистальтику ЖКТ и секрецию пищеварительных соков.

48. Назовите органы, в которых вырабатываются мужские и женские половые гормоны. Перечислите основные женские и мужские половые гормоны. Назовите основные физиологические эффекты этих гормонов.

Женские половые гормоны вырабатываются в яичниках, плаценте, в жировой ткани из андрогенов надпочечников. Мужские — в яичках, яичниках и надпочечниках.

Женские (эстрогены) половые гормоны: эстрон, эстрадиол, эстриол, прогестерон; мужские (андрогены) — тестостерон.

Физиологические эффекты эстрогенов:

- 1) постнатальное развитие женских половых органов (*матки, маточных труб, влагалища*);
- 2) появление и развитие женских вторичных половых признаков: *молочных желез (рост протоков; пропорции тела (ширина бедер и плеч); рост волос, кожа, голос, отложение жира*);
- 3) стимуляция пролиферации эпителия, стромы и сосудов слизистой оболочки матки;
- 4) стимуляция эпителия влагалища и усиление секреции слизи железами влагалища и шейки матки;
- 5) увеличение молочных желез в период беременности;
- 6) регулирующее влияние на освобождение гонадотропинов механизмами обратной связи;
- 7) стимуляция секреции соматотропина;
- 8) регуляция менструально-овариального цикла;
- 9) уменьшают в больших концентрациях выделение ФСГ (отрицательная обратная связь) и повышают выделение ЛГ (за счет стимуляции чувствительных клеток гипоталамогипофизарной системы);
- 10) регуляция нормального метаболизма костей; стимуляция сращения эпифизов с метафизами;

11) влияют на обмен веществ. Задерживают азот, воду, Na, поддерживают уровень холестерина в крови на более низком уровне, чем у мужчин;

12) подавляют лактацию и тормозят эритропоэз.

Физиологические эффекты прогестерона:

- уменьшает подвижность фаллопиевых труб;
- уменьшает сократимость матки;
- действует на стимулированный эстрогенами эндометрий;
- стимулирует рост молочных желез в период беременности;
- оказывает влияние на центральную нервную систему;
- тормозит овуляцию (если его вводить в период с 5-го по 25-й день менструального цикла).

Физиологические эффекты андрогенов:

1) эмбриональная дифференцировка по мужскому типу, развитие половых органов (8–17 неделя после зачатия);

2) половое созревание и развитие вторичных половых признаков (оволосенение, голос, отложение жира, ширина бедер и плеч);

3) способствуют сперматогенезу и репродуктивной функции (пролиферации герментативного эпителия яичек). У стариков при избытке гормонов наблюдается рост и увеличение размеров предстательной железы;

4) влияют на функции всех отделов полового тракта и связанных с ним желез;

5) определяют рост мошонки, семенных пузырьков, предстательной железы, полового члена, бульбоуретральных желез;

6) принимают участие в регуляции секреции гонадотропных гормонов гипофизом;

7) влияют на многие биохимические процессы в организме, не связанные с характеристикой пола: оказывают выраженное анаболическое действие на органы и ткани, особенно на скелетную мускулатуру;

8) оказывают влияние на нейроны диэнцефальных отделов головного мозга и формирование полового поведения (либидо и потенция). Избыточное содержание — гиперсексуальность;

9) усиление эпифизарного и аппозиционного роста кости; усиление **осификации эпифизарных хрящей и закрытие зон роста**. При избытке прекращается рост детей. При недостатке наблюдается **гипогонадный гигантизм**.

49. Перечислите гормоны плаценты. Назовите их основные физиологические эффекты.

Гормоны плаценты:

1. Стероидные гормоны: прогестерон, эстрон, эстрадиол, эстриол (их действие было рассмотрено выше).

2. Пептидные гормоны: хорионический гонадотропин (ХГТ), плацентарный лактоген (ПЛ), плацентарный аналог гормона роста.

Физиологические эффекты ХГТ:

- поддерживает функцию желтого тела;
- запускает продукцию собственных гормонов в организме плода;
- регулирует оптимальное функционирование эндокринных органов в материнском организме.

Физиологические эффекты ПЛ:

- стимулирует метаболические процессы, вызывая общий рост плода;
- имеет маммотропное влияние на молочную железу как матери, так и ребенка.

Гормоны плаценты обеспечивают повышение резистентности организма женщины в период беременности и нормальное развитие плода, включающее реализацию генетически детерминированных программ эмбриогенеза, соматического и функционального развития.

ГЛАВА 6

ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ

6.1. Механизмы дыхательных движений. Легочные объемы и емкости

1. Что называют дыханием?

Дыхание — совокупность процессов, обеспечивающих поступление во внутреннюю среду организма кислорода, использование его для окислительных процессов и удаление из организма углекислого газа.

2. Перечислите этапы дыхательного процесса у человека. Что включает процесс внешнего дыхания, а что внутреннего?

К этапам дыхательного процесса относятся:

1) внешнее; 2) внутреннее дыхание.

Внешнее дыхание: 1) вентиляция легких — газообмен между атмосферным и альвеолярным воздухом; 2) газообмен между легкими и кровью.

Внутреннее дыхание: 3) транспорт газов кровью; 4) газообмен между кровью и тканями; 5) тканевое дыхание (биохимические и физико-химические процессы, обеспечивающие аэробное окисление органических веществ с получением энергии, при этом образуются CO_2 , H_2O и азотистые основания (при окислении белков).

3. Назовите значение воздухоносных путей как внешнего звена системы дыхания.

Воздухоносные пути выполняют следующие функции:

- 1) подачу воздуха в газообменную область;
- 2) защитную функцию (очищение воздуха);
- 3) кондиционирующую и терморегуляторную (увлажнение воздуха и его нагревание до температуры 31–32 °С, испарение воды при теплоотдаче (особенно велико у животных));
- 4) генерацию звуков (звук возникает при прохождении воздуха через голосовую щель, вызывая вибрацию голосовых связок).

4. Что относят к воздухоносным путям?

К воздухоносным путям, управляющим потоком воздуха, относятся:

- 1) верхние дыхательные пути (полость носа, носоглотка, ротовая часть глотки);
- 2) нижние (гортань, трахея, вне и внутрилегочные бронхи и бронхиолы).

5. Что является структурно-функциональной единицей легкого?

Структурно-функциональной единицей легкого является **ацинус** — разветвление одной терминальной бронхиолы, включающее ее респираторные бронхиолы, альвеолярные ходы и альвеолярные мешочки.

6. Назовите путь, по которому газы попадают из просвета альвеол в кровь. Перечислите структуры аэрогематического барьера (из полости альвеолы до просвета кровеносного капилляра).

Диффузия газов происходит через аэрогематический барьер.

Структура аэрогематического барьера:

1) слой сурфактанта (компоненты продуцируются альвеоцитами 2-го порядка, является белково-фосфолипидным слоем плюс ионы кальция);

2) альвеоциты 2-го типа (клетки с макрофагальной активностью продуценты сурфактанта) и клетки 1-го типа (собственно эпителий);

3) базальная мембрана альвеолы;

4) базальная мембрана капилляра;

5) эндотелий капилляра;

6) мембрана эритроцита.

Толщина альвеолярно-капиллярной мембраны не превышает 1 мкм.

7. Перечислите приспособительные особенности легкого для осуществления процесса газообмена.

К приспособительным особенностям легких относятся:

1) наличие двух русел — воздушного и кровеносного, разобщенных между собой тончайшей пленкой, состоящей из двойного слоя — самой альвеолы и капилляра (аэрогематический барьер); Через этот аэрогематический барьер происходит диффузия газов.

2) обширная дыхательная площадь легких 50–90 м²;

3) наличие особого — малого круга кровообращения;

4) наличие в легких эластической ткани, способствующей расправлению и спаданию легких при вдохе и выдохе;

5) наличие в дыхательных путях опорной хрящевой ткани в виде хрящевых бронхов. Это предупреждает спадение дыхательных путей.

8. Перечислите недыхательные функции легких.

Недыхательными функциями являются:

1) **эксреторная** — выделение воды (до 500 мл воды в сутки) и чужеродных летучих веществ, например: эфир, закись азота, летучие кислоты (до 1500 ммоль в сутки);

2) **иммунологическая** — осуществляется фагоцитоз (альвеолярными макрофагами), вырабатывается лизоцим (расщепляет гликоза-

мингликаны клеточной оболочки микробов), интерферон, иммуноглобулины, лактоферрин (связывает железо, необходимое для жизнедеятельности микробов, что ведет к бактериостатическому эффекту);

3) **выработка биологически активных веществ** (до 90 % гепарина, гистамин, простагландин I₂ (сосудорасширяющий простагландин); простагландин оксид азота (NO); факторы свертывания крови VII и VIII, эритропоэтины, серотонин, ангиотензин I;

4) **депо крови;**

5) **метаболическая** — эпителиоцитами синтезируются липиды и протеины, входящие в состав сурфактанта, коллаген и эластин, придающие упругость стенкам альвеол. Поглощению и ферментной трансформации в легких подвергаются такие вещества, как серотонин, ацетилхолин и в меньшей степени — норадреналин. В легких человека инактивируются 90–95 % простагландинов и 80 % брадикинина.

12. За счет чего осуществляется функция вентиляции и газообмена в легких (внешнего дыхания)?

Функция вентиляции и газообмена в легких осуществляется благодаря чередованию актов вдоха (**инспирации**) и выдоха (**экспирации**). Эти 2 фазы образуют **дыхательный цикл**.

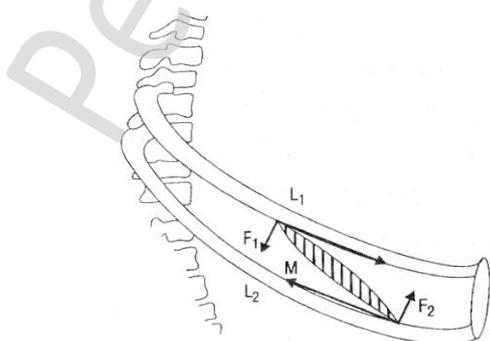
13. Какие мышцы осуществляют акт вдоха при спокойном дыхании?

Мышцы при спокойном дыхании — диафрагма, наружные межреберные и межхрящевые мышцы.

14. Какие мышцы осуществляют акт вдоха при форсированном дыхании?

Мышцы при форсированном — дополнительно включаются грудино-ключично-сосцевидные, лестничные, большие и малые грудные, передняя зубчатая, трапециевидная, поднимающая лопатку, мышцы живота.

15. Почему при сокращении наружных межреберных мышц ребра поднимаются, несмотря на то, что каждая межреберная мышца нижнее ребро тянет кверху, а верхнее — книзу с одинаковой силой?



При сокращении наружных межреберных мышц ребра поднимаются потому, что момент силы, поднимающей ребра вверх, больше момента силы, опускающей ребра вниз: $F_2L_2 > F_1L_1$, т. к. $L_2 > L_1$, а $F_2 = F_1$.

16. Чем объясняется направление расправления ребер при вдохе.

При вдохе направление движения ребер определяется образованием подвижных соединений с телами и поперечными отростками позвонков. Через две эти точки проходит ось вращения ребер. Ось вращения верхних ребер расположена почти горизонтально, поэтому при поднятии ребер размер грудной клетки увеличивается в передне-заднем направлении. Ось вращения нижних ребер располагается более саггитально. Поэтому при поднятии ребер объем грудной клетки увеличивается в боковом направлении.

17. Сокращение каких мышц при форсированном дыхании обеспечивает активный выдох? Почему сокращение внутренних межреберных мышц ведет к опусканию грудной клетки?

При выдохе участвуют мышцы брюшного пресса и внутренние межреберные мышцы. К вспомогательным экспираторным мышцам относят мышцы, сгибающие позвоночник.

Сокращение внутренних межреберных мышц ведет к опусканию грудной клетки потому, что момент силы, опускающей ребра вниз, больше момента силы, поднимающей их вверх.

18. Назовите типы дыхания, в чем их отличия?

К типам дыхания относятся *грудной, брюшной и смешанный*. Различаются в зависимости от вклада, вносимого каждым из механизмов в увеличение размеров грудной клетки при вдохе. При грудном типе дыхания расширение грудной полости происходит преимущественно за счет сокращения грудных мышц, при брюшном — преимущественно за счет диафрагмы.

19. Что называют эластической тягой легкого? Назовите факторы, составляющие эластическую тягу легкого.

Эластической тягой легкого называется сила, с которой растянутые легкие стремятся к спадению.

Факторы, составляющие эластическую тягу легкого:

- 1) эластиновые и коллагеновые волокна;
- 2) тонус бронхиальных мышц, гладкомышечные элементы сосудов;
- 3) поверхностное натяжение пленки жидкости, выстилающей внутреннюю поверхность альвеол.

20. Почему легкие не спадаются, несмотря на наличие эластической тяги, стремящейся их сжать?

Легкие не спадаются, так как этому препятствует атмосферное давление, действующее на легкие только через воздухоносные пути и прижимающее легкие к внутренней поверхности грудной клетки, и силы сцепления между висцеральным и париетальным листками плевры, стабилизируя размер альвеол и предотвращая их спадание при выдохе, также препятствует наличие сурфактанта, также препятствует спаданию легкого.

21. Какую роль играет сурфактант, выстилающий внутреннюю поверхность альвеол?

Сурфактант играет следующую роль:

- 1) снижает поверхностное натяжение пленки жидкости, выстилающей альвеолы, уменьшая эластическую тягу легких, что способствует стабилизации размеров альвеол и предотвращает спадание альвеол при выдохе;
- 2) улучшает растяжимость легких, что облегчает вдох;
- 3) обладает бактериостатической активностью (опсонизация бактерий); способствует активизации фагоцитоза альвеолярными макрофагами;
- 4) регулирует водный баланс (влияет на интенсивность испарения воды с альвеолярной поверхности);
- 5) облегчает диффузию кислорода из альвеол в кровь.

22. Что называют плевральной полостью?

Плевральной полостью называется полость между висцеральным и париетальным листками плевры, покрытыми тонким слоем серозной жидкости.

23. Что называют внутриплевральным давлением и чему оно равно?

Внутриплевральным давлением в плевральной щели условно называют величину давления, на которую оно ниже атмосферного.

При измерении водным манометром давление в полости:

- при вдохе — на 6–8 см H_2O ;
- при выдохе — на 3–5 см H_2O ниже атмосферного.

24. Что является причиной отрицательного давления в плевральной щели? В каких условиях оно возникает?

При первом выдохе висцеральный листок плевры отделяется от париетального и в условиях безвоздушного пространства возникает полость с отрицательным давлением по отношению к атмосферному.

Условие — герметичность плевральной щели.

25. Какую роль в процессах вдоха и выдоха играет отрицательное давление в плевральной полости?

Отрицательное давление в плевральной полости обеспечивает:

- 1) снижает спадание легких при выдохе и способствует растяжению легких при вдохе;
- 2) обеспечивает куполообразное расположение диафрагмы (куполлом вверх), что дает возможность смещаться диафрагме вниз при вдохе;
- 3) поддерживает бронхи и бронхиолы в растянутом состоянии.

26. Какую роль играет альвеолярное давление?

Градиент давления, возникающий на вдохе и выдохе между альвеолярным и атмосферным давлением определяет движение воздуха из внешней среды к альвеолам и обратно.

27. Что такое пневмоторакс? Что вызывает спадение легких при пневмотораксе?

Пневмоторакс — это поступление атмосферного воздуха в плевральную щель при нарушении ее герметичности.

Спадение легких вызывается выравниванием разницы между внутриплевральным и атмосферным давлением, что делает невозможным вентиляцию легких при дыхательных движениях грудной клетки и диафрагмы.

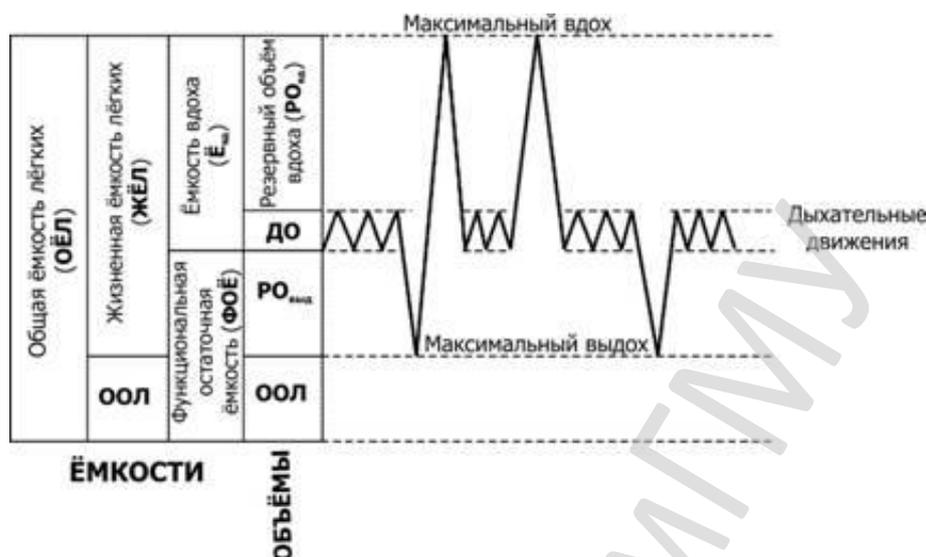
28. Чем опасен пневмоторакс?

Пневмоторакс опасен тем, что при вдохе объем легкого не увеличивается, уменьшается вентиляция легкого, что создает предпосылки для развития кислородного голодания организма. Смещение органов средостения в сторону плевральной полости с более низким давлением может затруднить приток венозной крови к сердцу и вызвать опасное для жизни падение сердечного выброса. В сочетании с имеющим место при травмах кровотечением, болью все эти факторы могут привести к развитию плевро-пульмонального шока.

29. Перечислите легочные объемы. Что называют легочными емкостями? Какие различают легочные емкости?

Легочные объемы: дыхательный объем, резервный объем вдоха, резервный объем выдоха, остаточный объем.

Легочные емкости — совокупность двух или более легочных объемов: общая емкость легких, жизненная емкость легких, функциональная остаточная емкость, емкость вдоха.



30. Что называют дыхательным объемом (ДО) воздуха? Чему он равен? Какая его часть (в мл) находится в воздухоносных путях?

Дыхательным объемом воздуха называют объем воздуха, вдыхаемый или выдыхаемый при спокойном дыхании. 300–900 мл. Около 140–170 мл (ёмкость воздухоносного пути).

31. Что называют резервным объемом вдоха (РОВ_д)? Какова его величина?

Резервным объемом вдоха называют максимальный объем воздуха, который можно дополнительно вдохнуть после спокойного вдоха. 1500–2000 мл.

32. Что называют резервным объемом выдоха (РОВ_{вд})? Какова его величина?

Резервным объемом выдоха называют максимальный объем воздуха, который можно дополнительно выдохнуть после спокойного выдоха. 1000–1500 мл.

33. Что называют остаточным объемом (ОО)? Какова его величина?

Остаточным объемом называют объем воздуха, который остается в легких после максимально глубокого выдоха. 1000–1500 мл.

34. Что называют жизненной емкостью легких (ЖЕЛ)? Каков ее объем у мужчин и женщин?

Жизненной емкостью легких называют максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть после максимально глубокого вдоха. У мужчин 3500–4500 мл, у женщин — 3000–4000 мл.

35. От каких факторов зависит ЖЕЛ?

ЖЕЛ зависит от следующих факторов:

- 1) возраста (после 40 лет ЖЕЛ понижается из-за снижения эластичности легких и подвижности грудной клетки);
- 2) пола (у женщин ЖЕЛ в среднем на 25 % ниже, чем у мужчин);
- 3) размеров тела (размер грудной клетки пропорционален остальным размерам тела);
- 4) положения тела (в вертикальном положении она выше, чем в горизонтальном из-за большего кровенаполнения сосудов легких);
- 5) степени тренированности (у тренированных лиц повышается);
- 6) функционального состояния организма.

36. Что называют общей емкостью легких (ОЕЛ)? Какова ее величина?

Общей емкостью легких называют объем воздуха, который находится в легких после максимально глубокого вдоха. Около 4000–6000 мл.

37. Что называют функциональной остаточной емкостью легких (ФОЕ)? Из каких объемов она состоит, чему равна ее величина?

Функциональной остаточной емкостью легких называют объем воздуха, который остается в легких после спокойного выдоха. Включает резервный объем выдоха и остаточный объем; 2000–3000 мл.

38. Что такое мертвое пространство легких? Какие виды мертвого пространства существуют?

Мертвое пространство легких — те участки дыхательной системы, в которых не происходит газообмена.

Виды мертвого пространства:

- 1) **анатомическое**;
- 2) **функциональное (физиологическое)**.

39. Что такое анатомическое мертвое пространство?

Анатомическое мертвое пространство — объем воздухоносных путей, в которых не происходит газообмена (носовая полость, глотка, гортань, трахея, бронхи, бронхиолы, альвеолярные ходы). Объем анатомического мертвого пространства в среднем равен 150 мл (140–170 мл).

40. Назовите физиологическую роль анатомического мертвого пространства?

Физиологическая роль анатомического мертвого пространства:

- 1) очищение воздуха (слизистая улавливает мелкие частицы пыли, бактерии);
- 2) увлажнение воздуха (секрет железистых клеток эпителия);
- 3) согревание воздуха (температура выдыхаемого воздуха приблизительно равна 37 °С).

41. Опишите регуляцию просвета бронхов.

Просвет бронхов регулируется:

- 1) симпатическими нервами: расслабление гладких мышц (через β_2 -адренорецепторы);
- 2) парасимпатическими нервами: сокращение гладких мышц, увеличение секреции слизи (через М-холинорецепторы);
- 3) *гистамином*, секретиремым тучными клетками легкого; *тромбоксаном*, *простагландинами*, *брадикинином*, *цитокинами* (сокращение гладкой мышцы).

42. Что называют функциональным мертвым пространством?

Функциональным мертвым пространством называют участки дыхательной системы, в которых не происходит газообмена, т. е. к анатомическому мертвому пространству добавляются такие альвеолы, которые вентилируются, но не перфузируются кровью.

43. Какие показатели относятся к динамическим показателям внешнего дыхания?

К динамическим показателям внешнего дыхания относятся:

Легочная вентиляция (ЛВ), или **МОД (минутный объем дыхания)**, — количество воздуха, поступающего в легкие за 1 мин:

$$\text{МОД} = \text{ДО} \times \text{ЧД}.$$

Частота дыханий в покое у взрослых 12–18 в 1 мин.

Частота дыханий у новорожденного 40–55 в 1 мин.

В покое МОД = 7 л. При физической нагрузке он может увеличиваться до 120 л.

Альвеолярная вентиляция (АВ) — часть МОД, достигающая альвеол. Отличается от ЛВ на величину вентиляции **мертвого пространства** (ВМП):

$$\text{АВ} = \text{ЛВ} - \text{ВМП}.$$

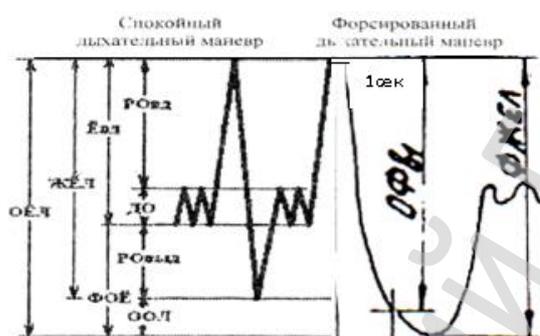
Максимальная вентиляция легких (МВЛ) — объем воздуха, проходящий через легкие за определенный промежуток времени (обычно за 10 с) при дыхании с максимальной частотой (40–60 в мин) и глубиной.

МВЛ зависит от возраста, пола, конституции. При пересчете на минуту у молодых людей МВЛ составляет 40–170 л.

Объем форсированного выдоха (ОФВ), или тест Тиффно, — максимальный объем воздуха, удаленный из легких при форсированном выдохе за первую секунду выдоха. Применяется как **способ оценки трахео-бронхиальной проходимости** при диагностике обструктивных нарушений.

В норме ОФВ равен примерно 3 л, что приблизительно равно 70–80 % ЖЕЛ, с возрастом снижается до 65–70 %. Снижение ОФВ до 40 % отражает выраженное нарушение проходимости бронхов.

Форсированная ЖЕЛ (ФЖЕЛ) — это ЖЕЛ, которая изучается в условиях максимально быстрого выдоха. В норме разница между ЖЕЛ и ФЖЕЛ составляет 100–300 мл. ФЖЕЛ определяет *бронхиальное сопротивление*, при нарушении бронхиальной проходимости она увеличивается.



Дыхательные объемы и емкости

Потоковые показатели внешнего дыхания

Пиковая объемная скорость (ПОС) — максимальная объемная скорость потока выдыхаемого воздуха, достигнутая в процессе выдоха форсированной жизненной емкости легких.

Максимальная объемная скорость МОС — максимальная объемная скорость потока выдыхаемого воздуха, достигнутая в процессе маневра ФЖЕЛ *на ее определенном моменте выдоха*.

6.2. Газообмен в легких и тканях. Транспорт газов кровью

1. Каким образом происходит газообмен между альвеолярным воздухом и кровью?

Газообмен происходит путем *диффузии* — процесса пассивного переноса газов.

2. Что называют парциальным давлением газа? Какие показатели необходимо знать для его расчета?

Парциальным давлением газа называется часть давления в газовой смеси, приходящаяся на долю данного газа.

Для расчета парциального давления газа необходимо знать общее давление газовой смеси и процентное содержание данного газа в этой смеси.

3. От чего зависит постоянство парциального давления газов в альвеолярном воздухе?

Постоянство парциального давления O_2 и CO_2 зависит от постоянства газового состава альвеолярного воздуха. В поддержании данного постоянства существенную роль играет мертвое пространство, оно выполняет функцию буфера, сглаживающего колебания состава альвеолярного воздуха в ходе дыхательного цикла. И мало зависит от фаз вдоха и выдоха, так как при каждом вдохе обновляется только 1/7 часть альвеолярного воздуха.

4. Назовите движущую силу, обеспечивающую диффузию газов из альвеолярного воздуха в кровь.

Диффузия газов происходит вследствие разности парциального давления этих газов в альвеолярном воздухе и их напряжения в крови. В крови газы находятся в растворенном и химически связанном состояниях.

5. От чего зависит способность газа раствориться в жидкости?

Способность газа раствориться зависит от:

- 1) природы газа;
- 2) состава жидкости;
- 3) объема и давления газа над жидкостью (*прямо пропорционально*);
- 4) температуры жидкости (*обратно пропорционально*).

6. Что называется напряжением газа?

Напряжением газа в жидкости называется сила, с которой молекулы газа стремятся *выйти в газовую среду*.

В состоянии равновесия напряжение газа в жидкости равно парциальному давлению газа над жидкостью. Если на границе между соприкасающимися газом и жидкостью, создается градиент давления газа, то часть газа переходит в область более низкого парциального давления или напряжения до уравнивания давлений.

7. Каково парциальное давление CO_2 в альвеолярном воздухе и его напряжение в артериальной и венозной крови и в клетках тканей?

Парциальное давление углекислого газа в альвеолярном воздухе и напряжение в артериальной крови — 40 мм рт. ст., в венозной — 46 мм рт. ст., в клетках — 60–70 мм рт. ст.

8. Каково парциальное давление кислорода в альвеолярном воздухе и его напряжение в артериальной и венозной крови и в клетках?

Парциальное давление кислорода в альвеолярном воздухе и напряжения артериальной крови — 110 и 100 мм рт. ст., напряжение в венозной крови — 40 мм рт. ст., напряжение в клетках 1–10 мм рт. ст.

9. Чем определяется диффузионная способность легких?

Диффузионная способность легких, определяется количеством газа, проникающего через легочную мембрану за 1 мин на 1 мм Hg градиента давления.

10. Назовите движущую силу, обеспечивающую переход кислорода из альвеолярной смеси газов в венозную кровь (оксигенация крови); рассчитайте ее величину.

Движущая сила, обеспечивающая переход O_2 из альвеолярной смеси газов в венозную кровь — разность между парциальным давлением O_2 в альвеолярной смеси газов (110 мм рт. ст.) и напряжением его в венозной крови (40 мм рт. ст.), т. е. $P_{O_2} = 110 - 40 = 70$ мм рт. ст.

11. Назовите движущую силу, обеспечивающую переход углекислого газа из венозной крови в альвеолярную смесь газов. Рассчитайте ее величину.

Движущая сила, обеспечивающая переход CO_2 из венозной крови в альвеолярную смесь газов — разность между напряжением CO_2 в венозной крови (46 мм рт. ст.) и парциальным давлением его в альвеолярном воздухе (40 мм рт. ст.), т. е. $P_{CO_2} = 46 - 40 = 6$ мм рт. ст.

12. Дать определение процесса газообмена между альвеолярным воздухом и кровью

Процесс газообмена между полостью альвеолы и просветом капилляра межальвеолярных перегородок происходит путем *перфузии* — процесса, в ходе которого дезоксигенированная кровь легочных артерий проходит через легкие и оксигенируется.

13. Каково соотношение между минутным объемом дыхания (МОД) и минутным объемом крови (МОК) в малом круге кровообращения? Каким коэффициентом данное соотношение выражается?

Данное соотношение выражается вентиляционно-перфузионным коэффициентом. Соотношение между МОД и МОК в малом круге кровообращения примерно 0,8 (МОД несколько меньше МОК в малом круге кровообращения).

14. Объясните механизм корреляции между интенсивностью кровообращения в легких и их вентиляцией.

Механизм корреляции между интенсивностью кровообращения в легких и их вентиляцией достигается регуляторными механизмами, регулирующими просвет сосудов. При недостатке кислорода в альвеолах сосуды в их стенках суживаются (рефлекс Эйлера — Лильестранда), обеспечивая уменьшение кровотока через плохо вентилируемый участок легкого. В хорошо вентилируемых альвеолах сосуды расширены и кровоток полноценный.

15. В каких состояниях газы находятся в крови?

Газы могут находиться в крови в двух состояниях:

- 1) физического растворения в плазме крови (обычно очень небольшое количество газа);
- 2) в химически связанном виде.

16. Назовите содержание физически растворенного кислорода и углекислого газа в крови.

Содержание физически растворенного O_2 в артериальной крови составляет 0,3 об. %, а CO_2 — 3,0 об. %, в венозной — 0,11 об. % и 2,9 об. % соответственно.

17. В виде каких химических соединений транспортируется кровью O_2 ? Как называется процесс образования данного соединения?

O_2 транспортируется кровью в виде оксигемоглобина (HbO_2). Данный процесс называется **оксигенация** — процесс обратимого связывания O_2 с гемоглобином, происходящий в капиллярах легких.

18. Что называют насыщением гемоглобина кислородом?

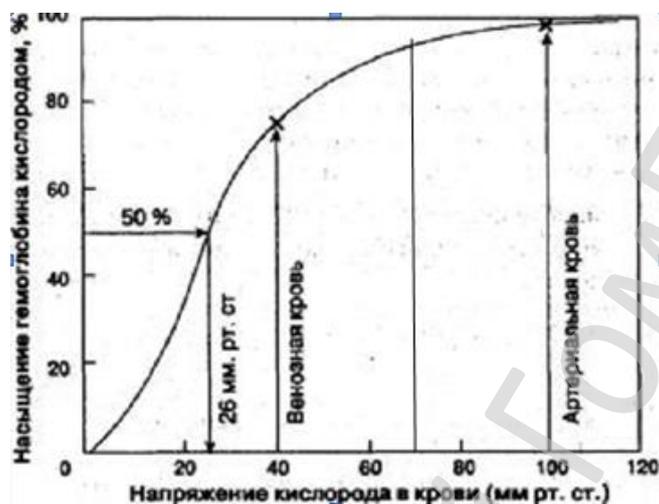
Насыщением гемоглобина кислородом называется процентное отношение HbO_2 к общему содержанию гемоглобина. Отношение между гемоглобином и HbO_2 зависит от содержания физически растворенного O_2 в крови, которое, в свою очередь, пропорционально напряжению O_2 .

19. Каков максимальный процент насыщения гемоглобина кислородом?

Максимальный процент насыщения гемоглобина кислородом 96–98 %.

20. Какая кривая отражает зависимость насыщения гемоглобина кислородом?

Зависимость насыщения гемоглобина кислородом отражает кривая диссоциации оксигемоглобина (**КДО**), где по оси абсцисс откладывается парциальное давление кислорода (pO_2 , мм рт. ст.) в крови, по оси ординат — насыщение гемоглобина кислородом (HbO_2 , %).



Кривая диссоциации оксигемоглобина

21. Каков современный принцип оценки положения кривой диссоциации оксигемоглобина?

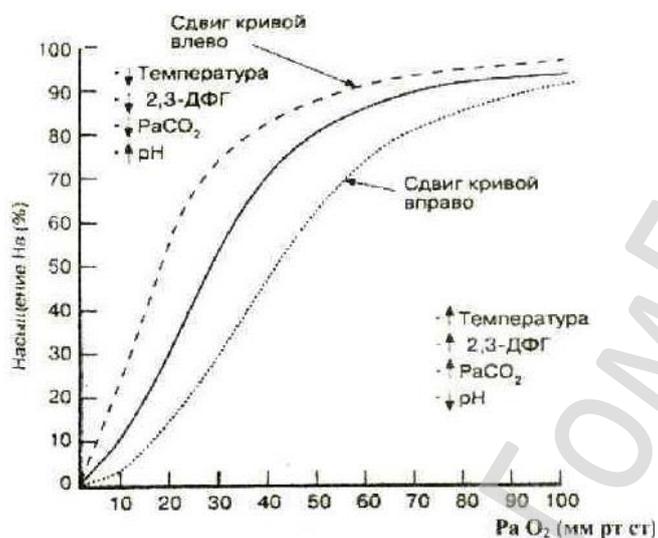
В настоящее время принято оценивать положение КДО не по наклону кривой, а по расположению на ней двух точек. Первая соответствует 50 %-ному насыщению гемоглобина кислородом **P_{50}** — **напряжение полунасыщения (точка разрядки** по Кругу). В норме при $pH = 7,4$ и $t = 37^\circ C$, P_{50} артериальной крови **26 мм рт. ст.** При дальнейшем падении напряжения O_2 наступает гипоксия так как напряжение O_2 в межтканевой жидкости 10–24 мм рт. ст.

Вторая точка соответствует **97 %-ному** насыщению гемоглобина кислородом — **P_{97}** — точка зарядки. В норме P_{97} артериальной крови **70 мм рт. ст.**

22. В чем биологический смысл малой зависимости насыщения гемоглобина кислородом при уменьшении напряжения кислорода в крови от 100 до 60 мм рт. ст.? Какова связь этого факта с изменениями внешней среды?

Биологический смысл в том, что насыщение гемоглобина кислородом в легком будет достаточным для организма даже при значительном падении парциального давления O_2 во внешней среде, а значит — в альвеолярном воздухе. Даже когда альвеолярное pO_2 снижается до 60 мм рт. ст., гемоглобин в артериальной крови все еще насыщен O_2 на 89 %, что только на 8 % ниже нормальной 97 % оксигинации.

23. Кривая диссоциации оксигемоглобина может занимать различное положение, характеризующееся смещением ее средней части вправо или влево. Объясните значение данного смещения.



Смещение влево сопровождается снижением P_{50} и повышением **сродства гемоглобина к O_2 (СГК)**, а вправо — увеличением P_{50} и уменьшением СГК. Данное смещение регулируется важнейшими факторами метаболизма тканей.

24. Назовите факторы, вызывающие смещение кривой диссоциации.

Факторы, вызывающие смещение кривой диссоциации:

1. Температура. При *повышении температуры* наклон кривой диссоциации HbO_2 снижается и она **сдвигается вправо**, т. е. диссоциация HbO_2 увеличивается и кислорода больше поступает в ткани. При снижении температуры — уменьшается.

2. pH. Сдвиг pH в сторону его уменьшения (в кислую сторону), т. е. увеличение H^+ кривая диссоциации HbO_2 **сдвигается вправо**, т. е. диссоциация увеличивается. Влияние pH на расположение кривой диссоциации HbO_2 называется **эффектом Бора**.

3. pCO_2 в крови. Чем выше pCO_2 , тем выше диссоциация HbO_2 (**кривая сдвигается вправо**). Эти факторы снижают сродство O_2 к Hb.

Традиционно полагают, что сдвиг КДО вправо повышает отдачу кровью кислорода тканям, а влево затрудняет десатурацию крови в микроциркулярном русле.

4. При гипоксических состояниях (при снижении pO_2 в тканях) в эритроцитах повышается синтез **2,3-дифосфоглицерата**, который снижает сродство Hb к O_2 . Это приведет к диссоциации HbO_2 и отдаче O_2 тканям.

25. Назовите классификацию факторов, влияющих на сродство гемоглобина к кислороду, по механизму действия.

По механизму действия их делят на 2 группы: *прямые и косвенные*.

1) прямые — химические вещества, которые могут взаимодействовать с гемоглобином и изменять конформацию его молекулы. Это лиганды (O_2 , H^+ , CO_2 , органические и неорганические соли);

2) косвенные — физические факторы (t° , pH), которые изменяют условия взаимодействия Hb с лигандами.

26. Что способствует насыщению гемоглобина кислородом в легких?

Способствует насыщению гемоглобина кислородом:

- 1) увеличение напряжения O_2 в крови;
- 2) падение напряжения CO_2 ;
- 3) увеличение pH;
- 4) понижение температуры.

27. Что способствует диссоциации оксигемоглобина при протекании крови через ткани? В чем биологический смысл большой скорости диссоциации оксигемоглобина при низких напряжениях кислорода?

Способствуют диссоциации оксигемоглобина:

- 1) падение напряжения O_2 в крови;
- 2) увеличение напряжения CO_2 ;
- 3) снижение pH;
- 4) повышение температуры.

Биологический смысл большой скорости диссоциации оксигемоглобина при низких напряжениях O_2 — в более быстрой отдаче O_2 тканям.

28. Опишите эффект Бора. В чем биологический смысл эффекта Бора?

Эффект Бора рассматривается как влияние содержания CO_2 в крови и pH среды на взаимодействие атома Fe^{2+} с различными лигандами. При снижении pH (увеличении $[H^+]$) сродство гемоглобина к O_2 падает. Поэтому кривая диссоциации смещается вправо.

Биологический смысл эффекта Бора:

1) в легких — поглощение O_2 идет одновременно с выделением CO_2 , поэтому по мере насыщения гемоглобина кислородом кривая диссоциации сдвигается влево, т. е. сродство гемоглобина к O_2 возрастает. В результате скорость диффузии O_2 из альвеол в кровь несколько увеличивается;

2) в тканях — одновременно с выходом O_2 в эритроциты поступает CO_2 , поэтому кривая диссоциации смещается вправо, что приводит к снижению сродства гемоглобина к O_2 и благоприятствует отдаче O_2 тканям.

29. Опишите взаимодействие монооксида азота и гемоглобина.

В результате взаимодействия монооксида азота (NO) и гемоглобина происходит образование его различных NO-форм: метгемоглобин, нитрозилгемоглобин, нитрозогемоглобин. Присутствие этих соединений гемоглобина с NO может по-разному влиять на сродство гемоглобина к кислороду: метгемоглобин и нитрозогемоглобин его повышают, а нитрозилгемоглобин снижает.

30. Укажите основное отличие гемоглобина плода от гемоглобина взрослого. Какое функциональное значение это имеет?

Основное отличие гемоглобина плода (Hb F) от гемоглобина взрослого (Hb A) в большем сродстве к кислороду; функциональное значение — это помогает плоду нормально развиваться в условиях гипоксемии. Кривая диссоциации сдвинута влево.

31. Что называют кислородной емкостью крови?

Кислородной емкостью крови называют максимальное количество кислорода (в мл), которое могут связать 100 мл крови в условиях максимального насыщения гемоглобина кислородом.

Один грамм гемоглобина связывает 1,36–1,34 мл O_2 , а в 1 л крови содержится 140–150 г гемоглобина. Следовательно, в каждом литре крови максимально возможное содержание кислорода в химически связанной форме составит 190–200 мл O_2 , или **19–20 об %** (190–200 мл/л), — это и есть **кислородная емкость крови**. Кровь человека содержит примерно 700–800 г гемоглобина и может связывать 1 л кислорода.

32. В виде каких химических соединений транспортируется кровью CO_2 ?

CO_2 транспортируется в виде:

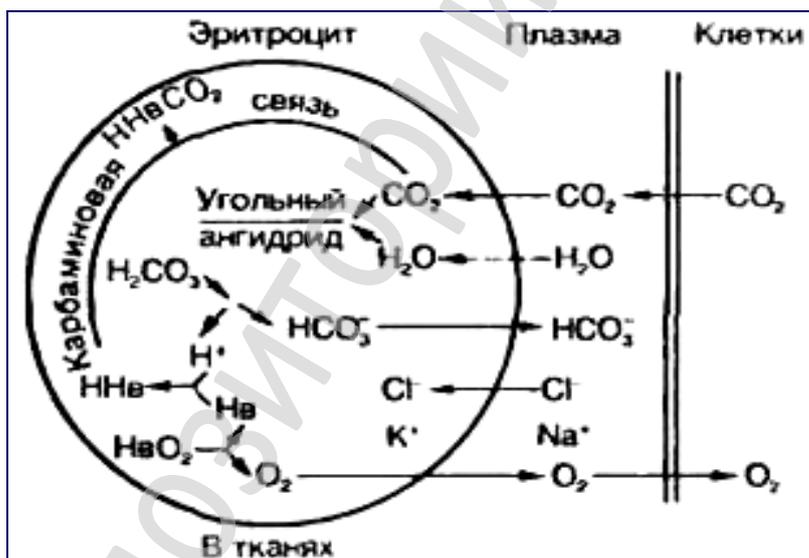
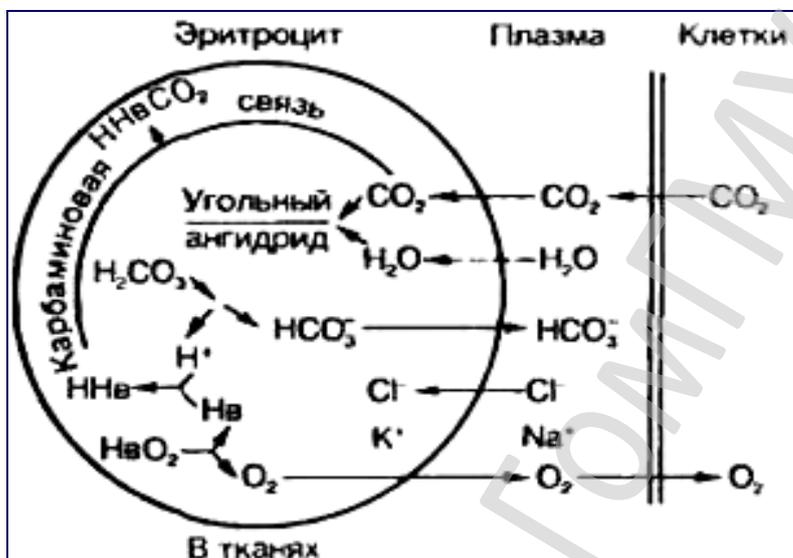
- 1) соединения с гемоглобином;
- 2) бикарбоната натрия и калия;
- 3) угольной кислоты и ее ионов;
- 4) белками плазмы крови (карбаминовые соединения).

33. Как называют соединение гемоглобина с углекислым газом? Какими особенностями оно характеризуется?

Соединение гемоглобина с CO_2 называется **карбогемоглобином**. Особенность соединения в том, что оно легко диссоциирует

при понижении напряжения CO_2 в крови и вновь образуется при повышении напряжения CO_2 в крови.

34. Зарисуйте схему транспорта углекислого газа и кислорода.



35. Какова последовательность процессов превращения углекислого газа в бикарбонат в крови капилляров тканей, в эритроцитах или плазме они осуществляются?

Последовательность процессов превращения CO_2 в бикарбонат:
 1) гидратация CO_2 , т. е. образование угольной кислоты;
 2) диссоциация угольной кислоты на ионы H^+ и HCO_3^- ;
 3) образование бикарбоната KHCO_3 . В плазме: образование NaHCO_3 после диффузии HCO_3^- из эритроцита.

Превращение CO_2 в бикарбонат происходит в эритроцитах.

36. К чему приводит накопление анионов в ходе реакций диссоциации угольной кислоты и образование бикарбонатов?

Накопление анионов внутри эритроцитов приводит к повышению осмотического давления, что вызывает поступление в них воды. В результате этого объем эритроцитов в венозной крови больше, чем в артериальной.

37. В чем состоит роль карбоангидразы?

Роль карбоангидразы состоит в регуляции количества растворенного CO_2 , путем гидратации CO_2 в тканях в угольную кислоту и дегидратации угольной кислоты в легких. Карбоангидраза находится в эритроцитах, следовательно, данные процессы происходят в эритроците.

38. Какова взаимосвязь между газообменом кислорода и углекислого газа?

Взаимосвязь между газообменом кислорода и углекислого газа проявляется *эффектом Вериго — Холдена*. Суть эффекта в том, что при деоксигенации гемоглобина высвобождается дополнительное число аминогрупп (NH_2) гемоглобина, способных связывать CO_2 . В крови легочных капилляров гемоглобин оксигенируется, что ведет к снижению свободных NH_2 групп гемоглобина, способных связывать CO_2 .

39. За счет чего осуществляется процесс газообмена между кровью и тканями?

Процесс газообмена между кровью и тканями осуществляется за счет диффузии свободных форм (физически растворенных) кислорода и углекислого газа. Причем, по мере уменьшения концентрации физически растворенных газов в плазме происходит высвобождение части их молекул из химически связанного состояния (т. е. переход их в свободную форму).

40. Что называют коэффициентом утилизации кислорода? Чему он равен в покое и при мышечной работе?

Коэффициентом утилизации кислорода называется количество потребленного O_2 в процентах от его содержания в артериальной крови:

$$\text{КУO}_2 = \frac{V \% \text{O}_2 \text{ арт. крови} - V \% \text{O}_2 \text{ в вен. крови}}{V \% \text{O}_2 \text{ в арт. крови}} \times 100 \%$$

В покое КУO_2 равен **30–40 %**, после физической нагрузки может достигать **75–85 %**.

6.3. Регуляция дыхания. Функциональные методы исследования дыхательной системы

1. Назовите значение функциональной системы регуляции дыхания?

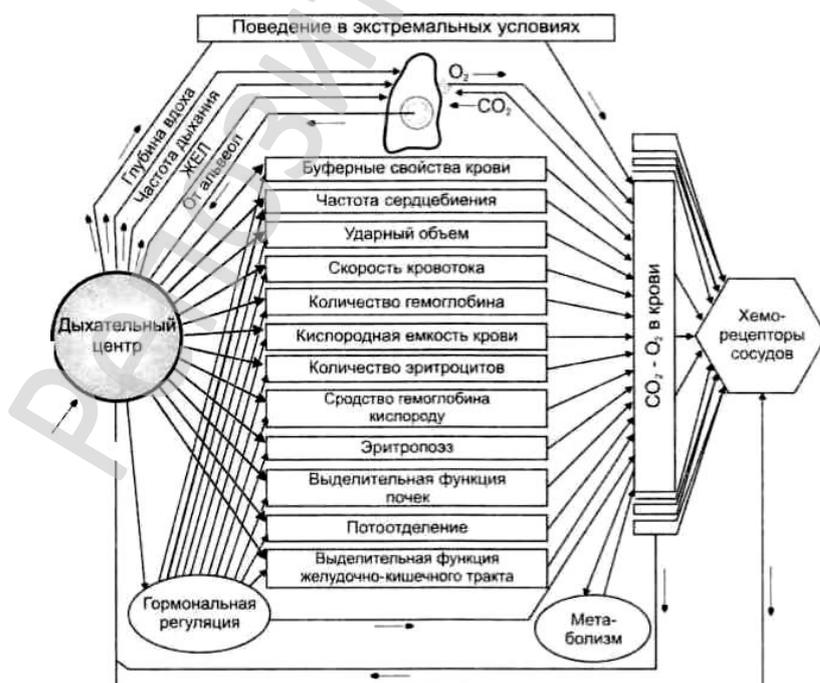
Система регуляции дыхания выполняет:

- 1) поддержание постоянства содержания, парциального давления кислорода а также углекислого газа в легких (альвеолярном воздухе) и в крови;
- 2) обеспечивает ритм и глубину вдоха и выдоха (которые необходимы для поддержания относительного постоянства O_2 и CO_2).

2. Какие основные звенья содержит система регуляции дыхания? Зарисуйте общую схему функциональной системы, определяющей оптимальный для метаболизма уровень газов в организме.

Звенья системы регуляции дыхания:

- 1) **полезный приспособительный результат** — поддержание оптимального уровня pO_2 , pCO_2 и pH крови и тканей;
- 2) **хеморецепторы**, воспринимающие информацию и передающие ее в нервный центр.
- 3) **нервный центр**, расположенный в головном мозге. Здесь информация обрабатывается и отсюда же посылаются команды на эффекторы.
- 4) **эфффекторы** (дыхательные мышцы) — непосредственно осуществляющие вентиляцию легких.



3. Какова роль хеморецепторов в регуляции дыхания?

Хеморецепторы преобразуют влияние химических факторов (pO_2 , pCO_2 , и pH) в поток нервных импульсов и обеспечивают (дыхательный центр) информацией о составе крови и тканей. Их тоническая импульсация активизирует инспираторные нейроны **каротидного синуса, дуги аорты, продолговатого мозга.**

4. Что включает в себя понятие «нервный центр регуляции дыхания»?

Дыхательным центром называют совокупность нейронов, расположенных в разных отделах центральной нервной системы, обеспечивающих соответствие дыхания изменяющимся метаболическим запросам организма.

5. Каковы механизмы регуляции дыхания, в чем их суть?

Механизмы регуляции дыхания:

1) **гуморальные механизмы** действуют по *принципу отклонения*, т. е. отклонения от нормы трех важнейших показателей артериальной крови — pO_2 , pCO_2 , и pH приводит к запуску этих механизмов. Начальным звеном являются **центральные и периферические хеморецепторы;**

2) **нервные механизмы** действуют по *принципу возмущения*, т. е. выведения организма из состояния физиологического покоя.

6. Какие изменения газового состава крови выделяют?

Выделяют следующие изменения газового состава крови:

- 1) нормальное содержание CO_2 — **нормокапния;**
- 2) повышение CO_2 — **гиперкапния;**
- 3) понижение CO_2 — **гипокапния;**
- 4) нормальное содержание O_2 — **нормоксия;**
- 5) недостаток O_2 в тканях — **гипоксия;**
- 6) недостаток O_2 в крови — **гипоксемия.**

7. К чему приводит изменение содержания газов в крови?

Изменение содержания газов в крови влияет на деятельность дыхательного центра, что внешне проявляется изменением:

- 1) частоты дыхания;
- 2) глубины дыхания;
- 3) вентиляции легких.

8. Какой газовый состав крови определяет нормальное дыхание? Дать определение нормальному дыханию.

Нормальное дыхание отмечается при нормокапнии. Нормальное дыхание называется **эйпноэ.**

9. Какой газовый состав крови вызывает удушье? Как называют состояние удушья? Как при асфиксии изменяется дыхание и как называется данный вид дыхания?

Удушье вызывают одновременная гипоксия и гиперкапния. Состояние удушья называется **асфиксией**.

При асфиксических состояниях дыхание становится очень глубоким (с участием вспомогательных мышц), с неприятным ощущением удушья.

Данный вид дыхания называется **диспноэ** (проявление в различной степени нарушения частоты, амплитуды и ритма дыхания).

10. Что означают термины «гипервентиляция» и «гиперпноэ»? Какова причина гиперпноэ?

Термин **«гипервентиляция»** означает произвольное усиление дыхания, не соответствующее метаболическим потребностям организма.

Термин **«гиперпноэ»** означает непроизвольное усиление дыхания в связи с гиперкапнией и понижением рН (ацидоз).

11. Что произойдет с дыханием после интенсивной гипервентиляции легких? Почему?

После интенсивной гипервентиляции легких произойдет кратковременная остановка дыхания (апноэ), в связи с резким уменьшением напряжения CO_2 крови.

12. Что произойдет с насыщением гемоглобина кислородом после гипервентиляции легких? Почему?

Насыщение гемоглобина кислородом после гипервентиляции легких не изменится, так как гемоглобин максимально насыщен кислородом у здорового человека и при спокойном дыхании.

13. Что произойдет с дыханием после произвольной задержки дыхания, почему?

После произвольной задержки дыхания произойдет гиперпноэ, т. е. учащение и увеличение глубины дыхания в результате накопления CO_2 в крови.

14. Почему произвольная задержка дыхания не может быть продолжительной? Как ее можно удлинить?

Произвольная задержка дыхания не может быть продолжительной потому, что накапливающийся в крови CO_2 возбуждает инспираторные нейроны дыхательного центра, в результате чего возникает непреодолимое желание вдохнуть. Задержку дыхания можно удлинить предварительной гипервентиляцией или специальной тренировкой.

15. Назовите основные группы хеморецепторов, регулирующих дыхание.

Основные группы хеморецепторов (изменение O_2 , pH и CO_2):

- 1) **периферические хеморецепторы** (в каротидном и аортальных тельцах);
- 2) **центральные хеморецепторы** (на вентральной поверхности продолговатого мозга).

16. К чему чувствительны хеморецепторы каротидного синуса?

Хеморецепторы каротидного синуса чувствительны к **гипоксии** (к понижению pO_2), **гиперкапнии** (к повышению pCO_2), а также **ацидозу** (к понижению pH).

17. К чему чувствительны аортальные хеморецепторы?

Аортальные хеморецепторы возбуждаются в основном при снижении напряжения кислорода в крови, в меньшей степени — при возрастании напряжения углекислого газа и снижении pH.

18. Опишите расположение центральных хеморецепторов. К чему чувствительны центральные хеморецепторы?

Центральные хеморецепторы находятся на вентральной поверхности продолговатого мозга в области корешков блуждающего и подъязычного нервов на глубине не более 0,2 мм и в ретикулярной формации продолговатого и среднего мозга.

Центральные хеморецепторы возбуждаются при **уменьшении pH** межклеточной жидкости, омывающей центральные хеморецепторы. CO_2 оказывает мощное не прямое действие. После соединения CO_2 с водой образуется угольная кислота, диссоциирующая на бикарбонаты и ионы H^+ . Содержание данных ионов является основным химическим фактором, влияющим на центральные хеморецепторы.

19. Объясните взаимодействие периферических и центральных хеморецепторов.

При недостатке кислорода происходит снижение или исчезновение чувствительности центральных хеморецепторов из-за нарушения окислительного метаболизма в мозге. В этих условиях включается «аварийный» механизм — усиливается импульсация от артериальных хеморецепторов, для которых гипоксия является адекватным раздражителем.

20. Назовите основные уровни нервного центра регуляции дыхания.

Основные отделы нервного центра регуляции дыхания:

- а) в спинном мозге;

б) в продолговатом мозге в области дна 4-го желудочка (представлен парными ядрами, при этом каждая его половина иннервирует дыхательные мышцы той же стороны тела;

в) в варолиевом мосту.

21. Какие структуры головного мозга образуют дыхательный центр?

Дыхательный центр образован ядрами продолговатого мозга и моста. Структуры продолговатого мозга и варолиева моста образуют **бульбопонтинный** (центральный дыхательный механизм) уровень нервного центра. В нем происходит активизация дыхательных нейронов, обеспечивающих координированную работу дыхательных мышц. Разрушение этих ядер неизбежно ведет к необратимому прекращению дыхания.

22. Какие структуры спинного мозга обеспечивают регуляцию дыхания:

Регуляцию дыхания обеспечивают:

1) мотонейроны диафрагмального нерва (в третьем–пятом шейных сегментах);

2) мотонейроны межреберных нервов (в грудных сегментах, при этом мотонейроны инспираторные сосредоточены во втором–шестом, а экспираторные в восьмом–десятом сегментах);

3) мотонейроны брюшных мышц (с 4-х грудных по 3-й поясничный сегмент).

23. Как изменится дыхание после перерезки спинного мозга между шейными и грудными сегментами?

После перерезки спинного мозга между шейными и грудными сегментами дыхание будет продолжаться только за счет сокращения диафрагмы.

24. Что произойдет с дыханием в эксперименте после перерезки участка между спинным мозгом и непосредственно под продолговатым мозгом?

После перерезки участка между спинным мозгом и непосредственно под продолговатым мозгом дыхание прекратится.

25. Перечислите виды нейронов дыхательного центра продолговатого мозга, в зависимости от активности относительно фаз дыхания.

В зависимости от активности относительно фазы вдоха и выдоха различают:

1) **ранние инспираторные** нейроны — активны в начале вдоха (расположены в ростральной части вентральной группы,

называются **проприобульбарными**, так как их аксоны контактируют только с другими дыхательными нейронами и не выходят за пределы дыхательного центра продолговатого мозга);

2) полные инспираторные нейроны — эфферентные нейроны центра, иннервирующие мотонейроны мышц вдоха, активны в течение всего вдоха (расположены в дорсальной и вентральной группе);

3) поздние инспираторные нейроны — эфферентные нейроны центра, иннервирующие мотонейроны мышц вдоха и активные в конце вдоха (расположены в дорсальной и вентральной группе);

4) постинспираторные нейроны — максимально активны в начале выдоха (расположены в ростральной части вентральной группы, являются **проприобульбарными**);

5) экспираторные нейроны — их активность постоянна или постепенно нарастает в течение выдоха (расположены в каудальной части вентральной группы);

6) преинспираторные нейроны — разряжаются с максимальной частотой в самом конце выдоха непосредственно перед вдохом.

Кроме указанных нейронов, в дыхательном центре находятся **респираторно-связанные** нейроны, активность которых совпадает с ритмом дыхания. Они иннервируют мышцы верхних дыхательных путей.

26. Какие группы нейронов продолговатого мозга образуют дыхательный центр?

Дыхательный центр образуют:

1) **дорсальная группа** нейронов, активирующая мышцы вдоха — **инспираторный отдел**;

2) **вентральная группа**, делится на инспираторный отдел (в ростральной части данной группы) и экспираторный отдел (в каудальной части данной группы);

3) **комплекс Бетцингера** — группа экспираторных нейронов.

27. В чем особенность комплекса Бетцингера в продолговатом мозге?

Комплекс Бетцингера локализован ростральнее вентральной группы нейронов. Является экспираторным и синхронизирует деятельность правой и левой половин дыхательного центра.

28. Что относят к структурам дыхательного центра в варолиевом мосту?

К структурам дыхательного центра в варолиевом мосту относят:

1) **пневмотаксический центр** (медиальное парабрахияльное ядро и ядро Келликера). В первом содержатся инспираторные, экспираторные и фазовопереходные нейроны, во втором — инспираторные;

2) **апнейстический центр** — область располагается на уровне нижней трети моста, оказывает постоянную стимуляцию инспираторных нейронов, способствует вдоху и пролонгирует его.

29. Какую функцию в регуляции дыхания выполняет пневмотаксический центр варолиевого моста?

Функции пневмотаксического центра:

- 1) повышает активность механизма выключения вдоха;
- 2) активирует центр выдоха;
- 3) обеспечивает плавность перехода фаз вдоха и выдоха.

Таким образом, пневмотаксический центр способствует смене фаз вдоха и выдоха.

30. Как изменится дыхание после отделения моста от продолговатого мозга?

После отделения моста от продолговатого мозга нарушится ритм и частота дыхания: длительный выдох может прерываться короткими вдохами. Этот тип дыхания называется **гаспинг**.

31. Назовите фазы активности дыхательных нейронов продолговатого мозга.

Фазы активности дыхательных нейронов продолговатого мозга:

- 1) **инспираторная** (соответствует вдоху);
- 2) **постинспираторная** (соответствует первой половине выдоха, наступает при потере активности всех инспираторных нейронов);
- 3) **экспираторная** (соответствует второй половине выдоха и обусловлена активацией экспираторных нейронов при продолжении торможения постинспираторными нейронами инспираторных).

32. Что собой представляет автоматия дыхательного центра продолговатого мозга? Чем отличается автоматия дыхательного центра от автоматии проводящей системы сердца?

Во сне, в бессознательном состоянии дыхание осуществляется «автоматически». Спонтанная активность нейронов дыхательного центра начинает появляться к концу периода внутриутробного развития. Об этом судят по периодически возникающим ритмическим сокращениям мышц вдоха у плода. В настоящее время доказано, что возбуждение дыхательного центра у плода появляется благодаря пейсмекерным свойствам сети дыхательных нейронов продолговатого мозга.

Нейроны центрального дыхательного механизма обладают автоматизмом, т. е. **способностью периодически самопроизвольно возбуждаться**. Однако автоматизм этих нейронов обычно проявляется только при наличии возбуждающих влияний с *хемотре-*

цепторов. Стимулирующее влияние на автоматизм оказывают также нейроны *ретикулярной формации*.

Автоматизм нейронов дыхательного центра находится под произвольным контролем, чем отличается от произвольного автоматизма синоатриального узла.

33. Назовите, какие рецепторы, кроме основных хеморецепторов, участвуют в рефлекторной регуляции дыхания?

В зависимости от локализации, вида воспринимаемых раздражений и характера рефрактерных ответов на раздражение различают 3 типа рецепторов:

- 1) рецепторы растяжения легких (**механорецепторы**);
- 2) **ирритантные** рецепторы;
- 3) **проприорецепторы** дыхательных мышц;
- 4) **J-рецепторы**;
- 5) в слизистой оболочке верхних носовых ходов между эпителиальными и опорными клетками расположены **обонятельные** рецепторы. Воздействие некоторых пахучих веществ вызывает рефлекторное изменение проходимости дыхательных путей;
- 6) **сосудистые барорецепторы**.

34. Назовите расположение и значение рецепторов растяжения легких.

К рецепторам растяжения легких относятся **механорецепторы**, расположенные в гладких мышцах трахеи и бронхах, а также в подслизистом слое и в эпителии воздухоносных путей. Они реагируют на увеличение объема легких при вдохе (адекватным раздражителем для них является растяжение мышечных волокон). С помощью механорецепторов легких регулируется частота и глубина дыхания.

35. Приведите классификацию механорецепторов легких, объясните данную классификацию.

Классификация механорецепторов легких:

- 1) в зависимости от растяжения:
 - **статические**, активность которых зависит от достигнутого объема;
 - **динамические**, реагирующие на скорость вдоха;
- 2) в зависимости от степени возбудимости:
 - **низкопороговые**, сохраняют импульсацию при выдохе и интенсивно возбуждаются при вдохе;
 - **высокопороговые** — возбуждаются только при вдохе.

36. Какие рефлексы Геринга — Брейера вы знаете и каково их значение в саморегуляции дыхания?

Рефлексами Геринга — Брейера называют:

1) **инспираторно-тормозящие рефлексы** — чем глубже вдох и быстрее он развивается, тем быстрее наступает выдох;

2) **экспираторно-облегчающие рефлексы** — резкое уменьшение объема легких приводит к активации вдоха.

Рефлексы возникают с механорецепторов легких (статических и динамических) через афферентные волокна блуждающих нервов; способствуют ритмической смене вдоха и выдоха и регуляции соотношения между глубиной и частотой дыхания (**паттерн** дыхания).

37. Как и почему изменится дыхание после перерезки блуждающих нервов?

После перерезки блуждающих нервов дыхание станет редким и глубоким из-за отсутствия афферентных импульсов от механорецепторов легких.

38. Где располагаются ирритантные рецепторы, каковы их функциональные особенности?

Ирритантные рецепторы располагаются в эпителии и субэпителиальном слое всех дыхательных путей; обладают свойствами **механо- и хеморецепторов**.

39. Какие раздражители возбуждают ирритантные рецепторы дыхательных путей и легких? Какие реакции возникают при этом? За счет чего возникает парадоксальный эффект «вздоха», и каково его значение?

Ирритантные рецепторы возбуждаются пылевыми частицами, при ряде заболеваний (отек легких, пневмотораксе, бронхиальной астме). При этом возникает резкое ускорение потока воздуха через дыхательные пути, укорочение фазы выдоха, увеличение частоты дыхания, рефлекторная бронхоконстрикция, кашель, першение, жжение.

Вздох возникает в результате нарушения равномерности вентиляции легких и их растяжимости. Это приводит к раздражению ирритантных рецепторов. И на один из очередных вдохов наслаивается «вздох», что приводит к расправлению легких и восстановлению равномерности их вентиляции в состоянии покоя человек примерно 3 раза в час глубоко вздыхает.

40. Назовите расположение юкстаальвеолярных рецепторов (J-рецепторы) и что вызывает раздражение юкстаальвеолярных рецепторов?

Юкстаальвеолярные рецепторы (J-рецепторы) расположены в интерстиции альвеол в месте контакта их с капиллярами. Юкстаальвео-

лярные рецепторы реагируют на токсические вещества, интерстициальный отек, давление жидкости в межклеточном пространстве легких.

41. Где расположены проприорецепторы, участвующие в регуляции дыхания? В чем роль данных рецепторов?

Проприорецепторы, участвующие в регуляции дыхания, находятся в дыхательных мышцах. Это рецепторы растяжения — мышечные веретена.

Они усиливают сокращение дыхательной мускулатуры при увеличении сопротивления дыханию и ослабляют — при уменьшении сопротивления дыханию.

42. Где расположены рецепторы верхних дыхательных путей, какие стимулы их возбуждают? Назовите результат данного возбуждения.

Рецепторы верхних дыхательных путей расположены в носу, гортани, носоглотке и трахее. Реагируют как на механические, так и на химические стимулы, вызывая кашель, чихание и бронхоспазм. Раздражителями могут быть также температура, влажность воздуха и перепады давления в дыхательных путях. Возбуждение передают по *тройничному (V), обонятельному (I), языкоглоточному (IX), блуждающему (X) нервам.*

При раздражении рецепторов верхних дыхательных путей возникает ряд защитных рефлексов:

Чихание — (при раздражении рецепторов слизистой оболочки носа). Сильный выдох через нос.

Кашель — (при раздражении рецепторов гортани, трахеи). Кашель начинается со вдоха, затем следует смыкание голосовых связок, сокращение экспираторных мышц и расхождение голосовых связок.

Рефлекс Кречмера — резкий спазм голосовой щели и прекращение дыхания при вдыхании паров раздражающих веществ.

Рефлекс ныряльщика — действие воды на рецепторы нижних носовых ходов вызывает апноэ, предупреждающее попадание H_2O в дыхательные пути.

Дыхание тормозится во время глотания, при попадании в носовую полость едких веществ (паров аммиака).

43. Какое влияние на дыхание оказывают артериальные барорецепторы, реагирующие на изменение артериального давления?

Артериальные барорецепторы при повышении артериального давления вызывают уменьшение вентиляции легких, при снижении артериального давления вентиляция легких увеличивается.

44. Какую роль играет гипоталамус в регуляции дыхания? Приведите примеры. Укажите роль лимбической системы.

Гипоталамус стимулируют инспираторные нейроны бульбарного отдела дыхательного центра, что приводит к усилению дыхания при общей защитной реакции организма (при болевых воздействиях, физической работе, эмоциональном возбуждении), а также к увеличению его частоты при повышении температуры тела (тепловая одышка). Электрическая стимуляция лимбической системы переднего мозга угнетает дыхание.

45. Опишите механизм влияния коры больших полушарий.

Механизм влияния коры больших полушарий:

1) **тоническое тормозное влияние** — после декортикализации развивается увеличение легочной вентиляции в покое, а при нагрузке изменения дыхания становятся чрезмерными.

2) **посредством образования условных рефлексов** — обеспечивает наиболее тонкое приспособление дыхания к изменяющимся условиям существования.

46. Перечислите факторы, стимулирующие первый вдох новорожденного.

Факторы, стимулирующие первый вдох новорожденного:

- 1) накопление в крови углекислого газа;
- 2) уменьшение содержания кислорода вследствие пережатия пуповины;
- 3) метаболический ацидоз, развивающийся после отделения плаценты, когда удаление кислых продуктов прекращается, а щелочной резерв снижается (понижается рН);
- 4) поток афферентных импульсов в ЦНС от экстеро-, проприо- и вестибулорецепторов;
- 5) после прохождения плода через родовые пути сдавленная грудная клетка благодаря своей эластичности резко расширяется, в грудной полости создается значительное отрицательное давление, способствующее вхождению воздуха в дыхательные пути.

47. В каких случаях наблюдается пониженное атмосферное давление?

Пониженное атмосферное давление наблюдается на высоте, в условиях разреженного воздуха, при разгерметизации кабины пилота, при спуске на парашюте. Следствием дыхания при пониженном атмосферном давлении **гипоксия**.

48. Перечислите механизмы срочной адаптации при подъеме на высоту.

При подъеме на высоту, начиная с 2 км, происходит:

- **повышение вентиляции легких** (стимуляция хеморецепторов каротидных и аортальных);
- **повышение артериального давления (АД), повышение частоты сердечных сокращений (ЧСС)** — это направлено на усиление снабжения тканей O_2 . Но повышение вентиляции легких имеет и отрицательное значение — оно ведет к снижению pCO_2 (гипокапнии). А это ограничивает повышение вентиляции легких.

49. Перечислите механизмы долгосрочной адаптации у жителей высокогорья.

Длительное пребывание в условиях низкого атмосферного давления сопровождается **акклиматизацией**. При этом:

- увеличивается количество эритроцитов в крови (усиливается эритропоэз);
- повышается содержание Hb, что приводит к увеличению кислородной емкости крови;
- повышается вентиляция легких;
- увеличивается диссоциация HbO_2 (за счет увеличения в эритроцитах 2,3-дифосфоглицерата);
- увеличивается длина и извилистость капилляров;
- повышается устойчивость клеток (особенно нервных) к гипоксии.

50. Назовите и опишите пороги гипоксии.

Пороги гипоксии:

- 1) **нейтральная зона (до 2000 м)** — физиологические функции практически не страдают;
- 2) **зона полной компенсации (2000–4000 м)**. Даже в покое повышается ЧСС, систолический объем повышается, увеличиваются минутный объем крови (МОК) и минутный объем дыхания (МОД). Физическая и умственная работоспособность несколько снижается;
- 3) **зона неполной компенсации**, или зона опасности (**4000–7000 м**), — снижается работоспособность, нарушается способность к принятию решений и реакциям. Проявлениями являются: мышечные подергивания, снижается АД, сознание затуманивается, слабость, головная боль, цианоз (синюшная окраска кожи), уменьшение глубины дыхания, снижение ЧСС.
- 4) **критическая зона (> 7000 м)** — pO_2 в альвеолярном воздухе становится ниже критического порога (30–35 мм Hg). Может наступить потеря сознания и опасные для жизни нарушения дыхания и кровообращения. Причем, в результате гипоксии отсутствуют неприятные ощущения, нет чувства тревоги и опасности, и потеря сознания может наступить внезапно;

- 5) **7–8 км** — опасно для большинства людей;
- 6) **8,5–9 км** — предел, выше которого без вдыхания O_2 человек не может подняться.
- 7) на высотах **9–12 км** — применение кислородных аппаратов позволяет сохранить работоспособность, но в герметизированных кабинах или скафандрах, в которых поддерживается высокое атмосферное давление.

51. Подъем человека на какую высоту может привести к возникновению горной болезни (высотной болезни)? Каковы проявления этой болезни?

При подъеме на высоту 3–4 км над уровнем моря и выше может возникнуть горная болезнь. К симптомам данной болезни относят: слабость, головная боль, цианоз (синюшная окраска кожи), уменьшение глубины дыхания, снижение ЧСС и АД.

52. При каких условиях возникает кессонная болезнь? В чем ее проявления и опасность?

Кессонная болезнь возникает при быстром переходе из условий высокого давления (в барокамере, под водой) к нормальному. На каждые 10 м увеличения глубины давление возрастает на 1 атм. При быстрой декомпрессии вследствие снижения растворимости газы образуют пузырьки. Кислород и углекислый газ в этом плане менее опасны, так как быстро связываются кровью. Особенно опасны пузырьки азота, поскольку разносятся кровью и закупоривают мелкие сосуды — **газовая эмболия**.

Кессонная болезнь характеризуется болями в мышцах, головокружением, рвотой, одышкой, потерей сознания, в тяжелых случаях — параличами.

53. Что такое гипербарическая оксигенация? С какой целью используют гипербарическую оксигенацию? Каков механизм этого явления?

Гипербарическая оксигенация — это метод применения кислорода под высоким давлением в лечебных целях. Его используют для повышения доставки кислорода к тканям. При этом в крови возрастает количество физически растворенного кислорода, что существенно улучшает снабжение организма кислородом.

54. Чем опасна гипероксия (кислородное отравление)?

Гипероксия сопровождается:

- 1) снижением активности многих ферментов, участвующих в клеточном метаболизме (угнетается окисление глюкозы, фруктозы, пировиноградной кислоты);

- 2) потерей сознания;
- 3) судорогами;
- 4) увеличением мозгового и почечного кровотока, в связи с повышением тонуса блуждающего нерва;
- 5) повреждается легочная ткань, снижается количество сурфактанта, происходит накопление жидкости в интерстициальном пространстве и альвеолах (отек легких);
- 6) у детей при длительном вдыхании чистого O_2 (в течение нескольких часов) поражается сетчатка, нарушается зрение, может наступить слепота.

55. Назовите типы патологического дыхания.

Существует несколько типов патологического дыхания:

Гаспинг — при котором длительный выдох может прерываться короткими вдохами (при резкой гипоксии мозга).

Амнейзис — остановка дыхания в фазе вдоха. Иногда такое состояние прерывается экспираторными движениями.

Чейн — Стокса. При гипоксии, во сне, при отравлениях, при нарушении функции почек. Снижена возбудимость дыхательного центра (ДЦ). Снижение pO_2 в крови приводит к нарастанию вентиляции легких, что вызывает выведение CO_2 (гипокапнии) и к остановке дыхания. Во время остановки дыхания CO_2 в крови повышается и достигает пороговой величины для нейронов ДЦ — начинается дыхание.

Биота. При непосредственно пораженном ДЦ, при повреждении головного мозга, повышении внутричерепного давления, в горных условиях во время сна. Обычный дыхательный цикл прерывается на 30 с.

Куссемауля. При снижении pH крови (метаболический ацидоз при сахарном диабете). Дыхание очень глубокое. Такое глубокое дыхание компенсирует ацидоз.

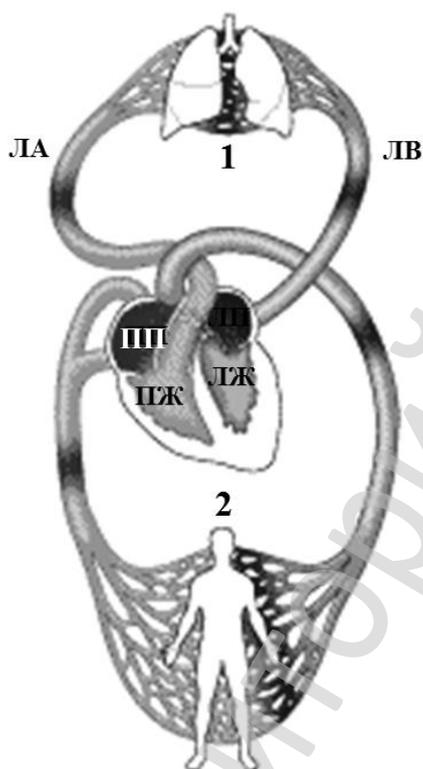
ГЛАВА 7

ФИЗИОЛОГИЯ

СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

7.1. Физиология сердца

1. Нарисуйте общую схему сердечно-сосудистой системы, обозначьте ее основные звенья.



1 — легкие и малый круг кровообращения; 2 — все органы и большой круг кровообращения; ЛА и ЛВ — легочные артерии и вены соответственно; ЛП, ПП, ЛЖ, ПЖ — левые и правые предсердия и желудочки соответственно.

2. Из каких трех фаз состоит сердечный цикл? Укажите продолжительность сердечного цикла при частоте сердечных сокращений 75 уд/мин.

Сердечный цикл состоит из фаз:

- 1) систола;
- 2) диастола;
- 3) общая пауза.

Продолжительность сердечного цикла при частоте сердечных сокращений 75 уд/мин равна 0,75–1 с (в среднем 0,8 с).

3. Опишите строение миокарда.

Миокард отличается своеобразным строением. Основная масса рабочего миокарда состоит из поперечно-полосатых волокон, расположенных в различном направлении. Различают кольцевые, косые, продольные, петлеобразные пучки. Помимо рабочего миокарда есть скопления особых клеток названных *атипической мышечной тканью*: здесь мало миофибрилл, много саркоплазмы, слабая исчерченность. Она образует *проводящую систему* сердца. Рабочий миокард и проводящая система сердца характеризуются наличием большого числа межклеточных контактов — нексусов (дисков) — это область плотных контактов между миоцитами, в мембранах которых имеются общие для контактирующих клеток каналы. Через нексусы кардиомиоциты (КМ) обмениваются ионами кальция, принимающими участие в передаче возбуждения и сокращения, и другими биологически активными веществами. Благодаря наличию непосредственной электрической и механической связи между КМ возбуждение и сокращение оказываются синхронизированными. Поэтому миокард функционирует как единое целое и представляет собой *функциональный синцитий*.

4. Чем объяснить большую чувствительность сердечной мышцы к недостатку кислорода по сравнению со скелетной мышцей?

Большая чувствительность сердечной мышцы к недостатку кислорода по сравнению со скелетной мышцей объясняется тем, что энергетическое обеспечение сердечной мышцы, в отличие от скелетной, осуществляется, главным образом, за счет аэробного окисления углеводов и жирных кислот. Анаэробный гликолиз в сердечной мышце играет меньшую роль, чем в скелетной. В связи с этим сердечная мышца более чувствительна к недостатку кислорода.

5. Перечислите физиологические свойства миокарда.

Физиологические свойства миокарда:

1) **возбудимость** — способность мышечных клеток отвечать на поступление потенциала действия (ПД) из проводящей системы, других клеток возбуждением (генерацией ПД клетками проводящей системы сердца, сократительными миоцитами и их сокращением);

2) **проводимость** — обеспечивает распространение возбуждения по проводящей системе и по миокарду, благодаря нексусам;

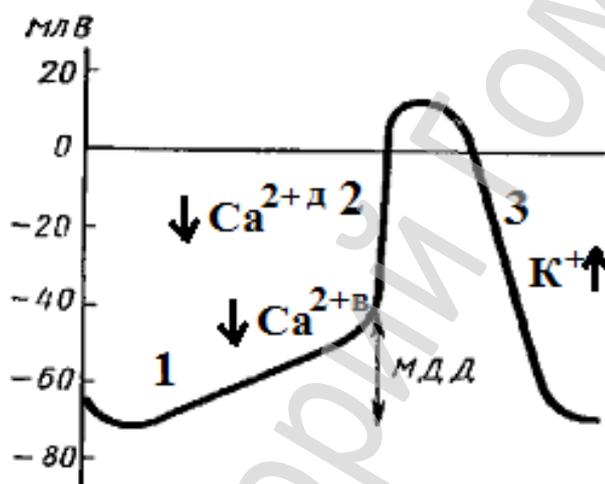
3) **сократимость** и **способность к расслаблению**. Сила сердечных сокращений зависит от исходной длины мышечных волокон (закон сердца Франка — Старлинга). При физических нагрузках, когда к сердцу притекает больше крови, желудочки больше растягиваются и сокращения их становятся более сильными;

4) **автоматия** — способность сердца сокращаться под действием импульсов, возникающих в нем самом. Изолированное из организма сердце продолжает ритмично сокращаться (если обеспечено адекватное снабжение миокарда питательными веществами и кислородом).

6. Что такое пейсмекерные клетки?

Пейсмекерные клетки (клетки водителя ритма, Р-клетки) — это атипичные кардиомиоциты, способные к автоматии.

7. Нарисуйте схему потенциала действия клетки водителя ритма. Обозначьте его фазы. Укажите на схеме преобладающие ионные токи, ответственные за различные его фазы.



1 — медленная диастолическая деполяризация (МДД); 2 — деполяризация; 3 — реполяризация; $\downarrow Ca^{2+в}$ — транспорт ионов кальция по временно открывающимся кальциевым каналам; $\downarrow Ca^{2+д}$ — транспорт ионов кальция по длительно действующим кальциевым каналам; $\uparrow K^+$ — транспорт ионов калия по калиевым каналам.

8. Назовите основные особенности потенциала действия клетки водителя ритма сердца по сравнению с потенциалом действия клеток сократительного миокарда.

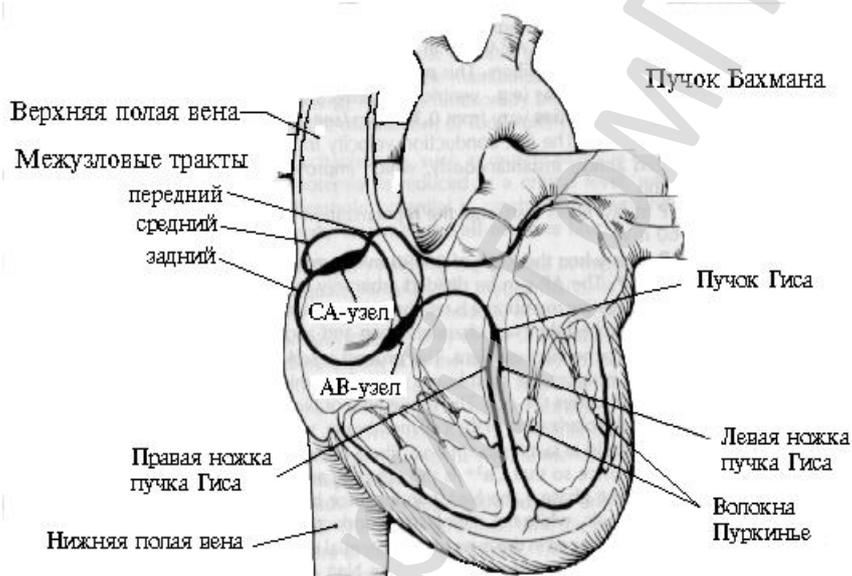
Основные особенности ПД клетки-водителя ритма сердца по сравнению с ПД клеток сократительного миокарда:

- 1) амплитуда ПД небольшая (60–70 мВ);
- 2) фаза деполяризации связана с входящим током ионов Na^+ и Ca^{2+} по медленным управляемым каналам (а не быстрым Na^+ каналам, как в сократительном миокарде);
- 3) наличие фазы медленной диастолической деполяризации (МДД), которая плавно переходит в фазу быстрой деполяризации;
- 4) отсутствует фаза плато в период реполяризации.

9. Как называют ткань, образующую проводящую систему сердца? Какое свойство клеток этой ткани обеспечивает автоматию сердца?

Проводящую систему сердца образует *атипическая мышечная ткань*. Автоматию сердца обеспечивает способность к спонтанной генерации возбуждения в связи с наличием медленной деполяризации ее клеток в фазу диастолы сердца.

10. Нарисуйте схему проводящей системы сердца. Укажите, из каких отделов она состоит.



11. Какой узел проводящей системы сердца теплокровных животных является водителем ритма 1 порядка? Как называется этот узел по имени авторов, его открывших? Где он располагается? С какой частотой генерирует импульсы?

У теплокровных животных водителем ритма 1 порядка является синоатриальный узел (Кис — Флака). Расположен он в устье полых вен под эпикардом правого предсердия. Генерирует импульсы с частотой 60–80 в минуту.

12. Где расположен атриовентрикулярный узел, как он называется по авторам, его открывшим? С какой частотой генерирует импульсы? Какое значение для деятельности сердца имеет присущая этому узлу способность к автоматической активности?

Атриовентрикулярный узел (узел Ашоффа Тавара) расположен в нижней части межпредсердной перегородки, под эндокардом правого предсердия. Частота генерируемых им импульсов 40–50 в минуту. Является латентным (потенциальным) водителем ритма сердца.

13. Где расположены пучок Гиса и волокна Пуркинье, опишите их?

От атриовентрикулярного узла берет начало пучок Гиса, соединяющий предсердия с желудочками. В желудочках он делится на правую и левую ножки пучка Гиса, образует пейсмекер III порядка, генерирует 30–40 импульсов в минуту. Конечные разветвления проводящей системы под эндокардом образуют сеть волокон Пуркинье (20 импульсов в минуту).

14. В чем основное различие между истинным и потенциальными (латентными) водителями ритма сердца? В каких условиях выявляется активность потенциальных водителей ритма сердца?

Истинный водитель ритма сердца генерирует импульсы с большей частотой, чем потенциальные (латентные) водители ритма, навязывая им более высокий ритм возбуждения. Латентные водители реализуют собственную автоматическую активность только в отсутствие импульсов, исходящих от истинного водителя ритма.

15. Опишите последовательность распространения возбуждения по сердцу.

Возбуждение по сердцу распространяется в следующей последовательности: возбуждение возникает в синоатриальном узле, распространяется по проводящей системе и сократительному миокарду предсердий, атриовентрикулярному узлу, пучку Гиса, его ножкам, волокнам Пуркинье и сократительному миокарду желудочков.

16. Между какими отделами сердца лягушки и с какой целью накладывают 1-ю лигатуру в опыте Станниуса? Как изменяется при этом работа сердца? Сделайте вывод.

Первую лигатуру в опыте Станниуса накладывают между предсердиями и венозным синусом для изоляции последнего. Венозный синус продолжает сокращаться с прежней частотой, а предсердия и желудочек останавливаются. Из этого следует вывод, что водитель ритма сердца лягушки находится в венозном синусе.

17. Между какими отделами сердца лягушки и с какой целью накладывают 2-ю лигатуру в опыте Станниуса? Как изменяется работа сердца при этом? Сделайте вывод.

Вторую лигатуру в опыте Станниуса накладывают между предсердиями и желудочком сердца для раздражения области атриовентрикулярного соединения. Желудочек возобновляет сокра-

щения, но с меньшей частотой, чем венозный синус. Из этого следует вывод, что в области атриовентрикулярного соединения имеется латентный (потенциальный) водитель ритма, или водитель ритма 2-го порядка.

18. Куда и с какой целью накладывают 3-ю лигатуру в опыте Станниуса на сердце лягушки? Как изменится работа сердца после ее наложения? Сделайте вывод.

Третью лигатуру в опыте Станниуса накладывают на уровне нижней трети желудочка с целью изоляции его верхушки. Последняя перестает сокращаться. Из этого следует вывод, что в верхушке желудочка сердца лягушки нет водителя ритма.

19. Перечислите основные выводы, вытекающие из опыта Станниуса.

Основные выводы, вытекающие из опыта Станниуса:

- 1) водитель ритма сердца лягушки находится в венозном синусе;
- 2) имеется потенциальный (латентный) водитель ритма в области атриовентрикулярного соединения;
- 3) верхушка желудочка сердца лягушки автоматией не обладает;
- 4) существует убывающий градиент автоматии от основания сердца (области венозного синуса) к его верхушке.

20. Сформулируйте закон градиента сердца Гаскелла.

Закон градиента сердца Гаскелла гласит: степень автоматии тем выше, чем ближе расположен участок проводящей системы к синоатриальному узлу.

21. Какова средняя частота сокращений сердца человека, если водителем ритма является синоатриальный узел, атриовентрикулярный узел, пучок Гиса, волокна Пуркинье? Какую особенность автоматической деятельности сердца отражают изменения частоты сердечных сокращений при этом?

Средняя частота сокращений сердца человека, если водителем ритма является синоатриальный узел равна 70 уд/мин, атриовентрикулярный узел — 50 уд/мин, пучок Гиса — 40 уд/мин, волокна Пуркинье — 20 уд/мин. Изменения частоты сердечных сокращений при этом отражают наличие убывающего градиента автоматии в проводящей системе сердца человека в направлении от предсердий к желудочкам.

22. С какой скоростью распространяется возбуждение по атриовентрикулярному узлу? Какое значение для сократительной деятельности сердца это имеет?

По атриовентрикулярному узлу распространяется возбуждение с очень низкой скоростью — 0,01–0,05 м/с. Это обеспечивает последовательность сокращений предсердий и желудочков в связи с замедленным проведением возбуждения.

23. Какие основные особенности структуры и функции проводящей системы сердца обеспечивают последовательное сокращение предсердий и желудочков?

Основные особенности структуры и функции проводящей системы сердца обеспечивают последовательное сокращение предсердий и желудочков:

- 1) локализация водителя ритма в синоатриальном узле;
- 2) задержка проведения возбуждения в атриовентрикулярном узле.

24. С какой скоростью распространяется возбуждение по пучку Гиса и волокнам Пуркинье? Какое значение это имеет для сократительной деятельности сердца?

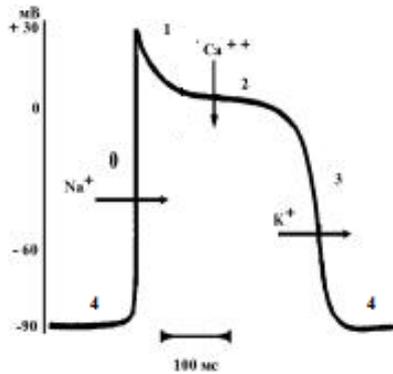
По пучку Гиса и волокнам Пуркинье возбуждение распространяется с высокой скоростью, равной примерно 1,5–5 м/с. Это обеспечивает синхронное возбуждение (и сокращение) клеток сократительного миокарда желудочков, что повышает мощность сердца и эффективность его насосной функции.

25. Каково значение проводящей системы для работы сердца?

Проводящая система сердца обеспечивает:

- 1) автоматию и ритмичность сокращения сердца;
- 2) последовательность сокращений предсердий и желудочков;
- 3) синхронность сокращения клеток рабочего миокарда (повышает мощность и насосную способность желудочков);
- 4) надежность в работе сердца — при повреждении основного пейсмекера его в некоторой степени могут заменить латентные пейсмекеры.

26. Нарисуйте схему потенциала действия одиночной клетки сократительного (рабочего) миокарда. Обозначьте его фазы. Укажите на схеме преобладающие ионные токи, ответственные за различные его фазы.



0 — фаза деполяризации и инверсии; 1 — быстрая начальная реполяризация; 2 — медленная реполяризация (плато); 3 — конечная быстрая реполяризация; 4 — фаза покоя.

27. Какая часть потенциала действия клетки сократительного миокарда резко отличает его от потенциала действия миоцитов скелетной мышцы? Какая особенность фазовых изменений возбудимости сердечной мышцы при ее возбуждении связана с этим?

Потенциал действия клетки сократительного миокарда резко отличает его от ПД миоцитов скелетной мышцы фазой реполяризации. Особенность фазовых изменений возбудимости сердечной мышцы при ее возбуждении связана с тем, что медленная ее часть — «плато» обеспечивает длительный рефрактерный период сердечной мышцы при ее возбуждении.

28. Сопоставьте на одной схеме потенциал действия одиночной клетки сократительного миокарда, соответствующие ему фазовые изменения возбудимости и цикл одиночного сокращения рабочего кардиомиоцита.



29. Какое физиологическое значение имеет длительный абсолютный рефрактерный период клеток рабочего миокарда? Какова его продолжительность в покое?

Длительный абсолютный рефрактерный период клеток рабочего миокарда предотвращает возникновение тетанического сокращения, что важно для обеспечения насосной функции сердца; 0,27 с (при частоте сокращений сердца 75 уд/мин).

30. Перечислите основные отличия процесса сокращения сердечной мышцы от процесса сокращения скелетной мышцы.

Основные отличия процесса сокращения сердечной мышцы от процесса сокращения скелетной мышцы: сердечная мышца не сокращается тетанически, подчиняется закону «все или ничего», период сокращения сердечной мышцы более длительный.

31. Сформулируйте закон «все или ничего» для сердечной мышцы. Кем он был открыт?

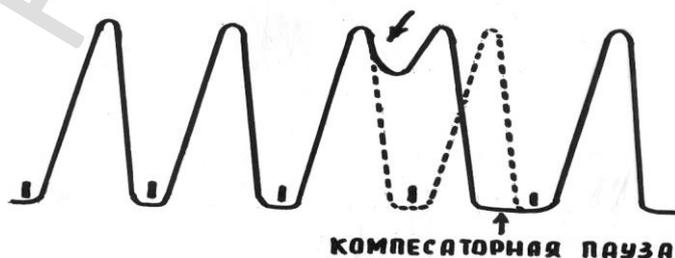
Закон «все или ничего»: сердечная мышца либо не отвечает на раздражение, если оно слабее порогового, либо сокращается максимально, если раздражение пороговое или сверхпороговое. Данный закон был открыт Бюджичем.

32. Что называют экстрасистолой? В фазу укорочения или расслабления миокарда должен действовать раздражитель, чтобы вызвать экстрасистолу в эксперименте? Почему?

Экстрасистола — это внеочередное сокращение сердца. Чтобы вызвать экстрасистолу раздражитель должен действовать в фазу расслабления, так как в фазу укорочения сердечная мышца невозбудима (по времени эта фаза совпадает с абсолютной рефрактерной фазой).

33. Что называют желудочковой экстрасистолой? Укажите ее характерную особенность. Зарисуйте схему экстрасистолы. Объясните происхождение компенсаторной паузы при желудочковой экстрасистоле.

Желудочковая экстрасистола — это внеочередное сокращение желудочков сердца, возникающее при генерации дополнительного возбуждения в миокарде желудочков. Ее характерная особенность состоит в том, что после желудочковой экстрасистолы возникает полная компенсаторная пауза.



Компенсаторная пауза образуется благодаря тому, что выпадает очередной (после экстрасистолы) сердечный цикл, так как импульс из синоатриального узла приходит к желудочку в фазу его рефрактерности, обусловленной экстрасистолой.

34. Что называют предсердной (синусовой) экстрасистолой? Укажите ее характерную особенность.

Предсердная (синусовая) экстрасистола — это внеочередное сокращение сердца, возникающее при генерации дополнительного импульса возбуждения в области синоатриального узла. После синусовой экстрасистолы нет компенсаторной паузы.

35. Что называют электрокардиографией? Что называют электрокардиограммой (ЭКГ)?

Электрокардиография — это метод регистрации суммарной электрической активности сердца с определенных участков тела.

ЭКГ — кривая, отражающая распространение возбуждения по сердцу.

36. Чем объясняется возможность регистрации биотоков сердца с поверхности тела человека? Что называют электрокардиографическим отведением? Какие два основных вида электрокардиографических отведений (по способу отведения) различают?

Возможность регистрации биотоков сердца с поверхности тела человека обусловлена способностью тканей проводить электрический ток во всех направлениях.

Электрокардиографическое отведение — это вариант расположения электродов на поверхности тела при регистрации ЭКГ. По способу отведения различают: однополюсные (униполярные) и двухполюсные (биполярные) отведения.

37. Объясните механизм формирования зубцов на электрокардиограмме.

Распространение возбуждения по миокарду — это процесс, который занимает некоторое время. При этом часть кардиомиоцитов уже возбуждена, и наружная поверхность их мембран заряжена отрицательно, а часть кардиомиоцитов еще находится в состоянии покоя и имеет положительный заряд наружной поверхности мембраны. В результате между двумя участками сердечной мышцы возникает разность потенциалов (электродвижущая сила (ЭДС)) и формируется электромагнитное поле, которое распространяется по телу человека. Направление распространения этого поля и его напряженность описывается вектором электромагнитного поля.

38. Какие свойства сердечной мышцы можно оценить по результатам анализа электрокардиограммы?

Анализ ЭКГ дает представление о динамике процессов возникновения и распространения биопотенциалов в сердечной мышце, т. е. отражает свойства автоматии, возбудимости и проводимости. Сократимость миокарда по данным ЭКГ оценить нельзя!

39. Какие отведения электрокардиограммы и почему называют двухполюсными (биполярными)? Какие отведения электрокардиограммы и почему называют однополюсными (униполярными)? Какой из электродов, (+) или (-), является активным в однополюсных отведениях?

Стандартные от конечностей — двухполюсные (биполярные), при этом оба электрода активные, регистрируют изменения потенциала в двух определенных точках электрического поля сердца. Усиленные отведения от конечностей и грудные отведения — однополюсные (униполярные), где один электрод (+) активный, а электрод (-) — индифферентный, или «нулевой» (под ним потенциал не меняется).

40. Куда накладывают положительный и отрицательный электроды при регистрации электрокардиограммы в I, II и III стандартных отведениях от конечностей?

При регистрации ЭКГ в I, II и III стандартных отведениях от конечностей электроды накладывают следующим образом:

I отведение: правая рука (-) — левая рука (+);

II отведение: правая рука (-) — левая нога (+);

III отведение: левая рука (-) — левая нога (+). Правая нога — «заземление».

41. Куда помещают активный электрод (+) и как формируют нулевой электрод (-) в грудных отведениях электрокардиограммы? Сколько грудных отведений используется в клинике и как они обозначаются?

Активный электрод (+) располагают в определенных участках грудной клетки, нулевой (-) образуют путем объединения (через сопротивление) электродов, наложенных на три конечности (правая рука, левая рука, левая нога — центральная терминаль Вильсона). Правая нога — «заземление». В клинике используется шесть грудных отведений: V_1 – V_6 .

42. В какой плоскости преимущественно регистрируются потенциалы электрического поля сердца с помощью стандартных и усиленных однополюсных отведений от конечностей и грудных отведений?

Потенциалы электрического поля сердца регистрируются преимущественно с помощью отведений от конечностей во фронталь-

ной плоскости, с помощью грудных отведений — в горизонтальной плоскости.

43. Какие три системы отведений электрокардиограммы, необходимые для полного ЭКГ-исследования, используются в клинике? Укажите их общепринятые обозначения.

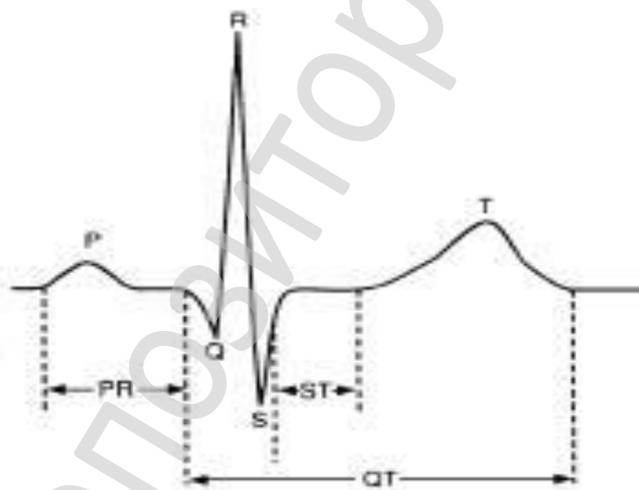
В клинике для полного ЭКГ-исследования используются стандартные двухполюсные отведения от конечностей по Эйнтховену (I, II, III), усиленные однополюсные отведения от конечностей по Гольдбергеру (aVR, aVF, aVL) и грудные однополюсные отведения по Вильсону (V₁–V₆).

44. Какие элементы различают на электрокардиограмме? Дайте определение каждого из них.

На ЭКГ различают:

- 1) **зубцы** — отклонение кривой ЭКГ от изолинии;
- 2) **сегменты** — отрезки изолинии между зубцами;
- 3) **интервалы** — отрезки, состоящие из сегментов и прилежащих к ним зубцов ЭКГ.

45. Изобразите схему электрокардиограммы во II стандартном отведении и обозначьте ее зубцы. Укажите амплитуду зубцов P, R, T (в мВ) в норме в стандартных отведениях.



$P \leq 0,25$ мВ, $R \leq 2,0$ мВ, $T \leq 0,6$ мВ.

46. Какие сегменты различают на кривой электрокардиограммы (обозначьте их соответствующими буквами), что они означают?

На ЭКГ различают сегменты P-Q и S-T. Они обозначают отсутствие разности потенциалов между отводящими электродами в данный момент.

47. Укажите интервалы, которые различают на кривой электрокардиограммы, соответствующей одному сердечному циклу, и составляющие их элементы.

На ЭКГ различают следующие интервалы:

- 1) P-Q включает зубец P и сегмент P-Q;
- 2) Q-T включает комплекс зубцов QRST и сегмент S-T;
- 3) ST включает сегмент ST и зубец T.

48. Что отражает интервал P-Q на электрокардиограмме?

Интервал P-Q отражает время распространения возбуждения от предсердий до желудочков (0,12–0,2 с). Увеличение длительности интервала P-Q более 0,2 с свидетельствует о нарушении проведения возбуждения в области атриовентрикулярного узла и трактуется как АВ-блокада 1-й степени. Если у взрослого человека интервал P-Q меньше 0,12 с, то можно свидетельствовать о существовании дополнительных путей проведения возбуждения между предсердиями и желудочками. У таких людей имеется опасность развития аритмий.

49. Опишите последовательность распространения возбуждения по сердцу и соответствующую ей последовательность формирования элементов электрокардиограммы.

Последовательность распространения возбуждения по сердцу и соответствующая ей последовательность формирования элементов ЭКГ:

- 1) распространение возбуждения по проводящей системе и сократительному миокарду предсердий (зубец P);
- 2) по атриовентрикулярному узлу и проводящей системе желудочков (сегмент PQ);
- 3) по сократительному миокарду желудочков (QRS).

50. Что отражает зубец P на электрокардиограмме?

Зубец P на ЭКГ отражает процесс распространения возбуждения по проводящей системе и сократительному миокарду правого и левого предсердий.

51. Что отражает сегмент P-Q на электрокардиограмме? Чему равна его продолжительность? Как и почему называют этот сегмент?

Сегмент P-Q на ЭКГ отражает время проведения возбуждения через атриовентрикулярный узел, его продолжительность равна 0,1 с. Этот сегмент называют атриовентрикулярной задержкой из-за низкой скорости проведения возбуждения в этом узле.

52. Почему на электрокардиограмме обычно не регистрируется зубец реполяризации предсердий? В каких случаях он может быть зарегистрирован?

Зубец реполяризации предсердий обычно не регистрируется, так как этот зубец по времени совпадает с комплексом QRS и сум-

мируется с ним. Он может быть зарегистрирован при резком замедлении проведения возбуждения в атриовентрикулярном узле (неполная атриовентрикулярная блокада).

53. Что отражают зубцы Q, R, S на электрокардиограмме? Какова продолжительность комплекса QRS?

Зубец Q отражает возбуждение наружной поверхности межжелудочковой перегородки и сосочковых мышц. По отведениям с патологическими зубцами Q можно судить о локализации инфаркта.

Зубец R самый высокий, отражает возбуждение основной массы миокарда желудочков (стенок правого и левого желудочков, верхушки сердца).

Зубец S отражает распространение возбуждения по основаниям желудочков и наружной их поверхности.

Продолжительность комплекса QRS равна 0,06–0,09 с.

54. Что отражает на электрокардиограмме сегмент ST?

На ЭКГ сегмент ST отражает период полного охвата возбуждением сократительного миокарда обоих желудочков, в результате чего разность потенциалов между его различными участками отсутствует или очень мала.

55. Какой процесс в сердце отражает зубец T на электрокардиограмме?

Зубец T на ЭКГ отражает процесс реполяризации сократительного миокарда желудочков.

56. Какие элементы электрокардиограммы и почему называют электрической систолой и электрической диастолой желудочков?

Электрическая систола желудочков — совокупность элементов ЭКГ от начала зубца Q до конца зубца T, т. е. интервал Q-T (во времени этот период практически совпадает с механической систолой желудочков).

Электрическая диастола желудочков — совокупность элементов от конца зубца T до начала зубца Q следующего комплекса ЭКГ (во времени этот период совпадает с механической диастолой желудочков).

57. Как оценивают регулярность сердечных сокращений (ритм деятельности сердца) по электрокардиограмме? Какой ритм называют правильным?

Ритм сердечной деятельности оценивают по ЭКГ путем сравнения продолжительности нескольких последовательных интервалов R-R. Правильный ритм — если различие не превышает 10 % средней продолжительности этого интервала, т. е. $(R-R)_{cp}$.

58. Как рассчитывают частоту сердечных сокращений (ЧСС) по электрокардиограмме при правильном и неправильном их ритме? Какой диапазон изменений ЧСС у человека в покое считается нормальным?

При правильном ритме ЧСС рассчитывают по формуле:

$$\text{ЧСС} = 60 / (R - R) \text{ ср.},$$

где (R – R) ср. — средняя продолжительность интервала в секундах.

При неправильном ритме ЧСС рассчитывается по числу комплексов QRS, зарегистрированных в течение 3 с, и результат умножают на 20. В норме 60–90 уд/мин.

59. Что называют синусовым ритмом сердца? Какими электрокардиографическими признаками он характеризуется?

Синусовым ритмом сердца называют ритм сердечных сокращений, «водителем» которого является синоатриальный узел. Он характеризуется электрокардиографическими признаками:

1) во всех стандартных отведениях каждому комплексу QRS предшествует положительный зубец P;

2) в одном и том же отведении ЭКГ отмечается постоянная, одинаковая форма всех зубцов P.

60. По каким ЭКГ-показателям оценивают проводимость миокарда предсердий, атриовентрикулярного узла и миокарда желудочков сердца?

Проводимость миокарда предсердий оценивают по длительности зубца P; атриовентрикулярного узла — по продолжительности сегмента P-Q; для желудочков — по продолжительности комплекса QRS.

61. Что называют электрической осью сердца? Что называют анатомической осью сердца? Как они взаимно ориентированы в норме?

Электрическая ось сердца — проекция среднего результирующего вектора деполяризации желудочков (VQRS) на фронтальную плоскость.

Анатомическая ось — линия, соединяющая середину основания сердца с его верхушкой. В норме обычно направление их совпадает.

62. Укажите основную особенность электрокардиограммы при полной блокаде проведения возбуждения в атриовентрикулярном узле. Объясните механизм.

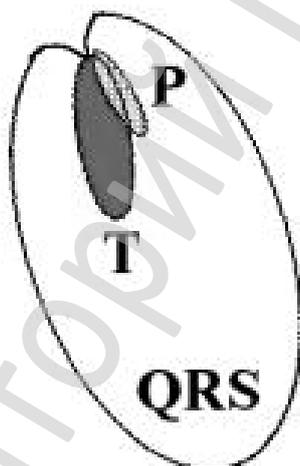
При полной блокаде проведения возбуждения в атриовентрикулярном узле на ЭКГ отмечается полное рассогласование частоты

и последовательности возбуждения предсердий (зубец Р) и желудочков комплекс (QRS), так как водители ритма у них разные: синоатриальный и атриовентрикулярный узлы соответственно.

63. Что называют векторкардиографией? Как называют кривую, которая регистрируется при использовании этого метода?

Векторкардиография — это метод исследования электрической активности сердца, позволяющий регистрировать в разных плоскостях (вертикальной, горизонтальной и фронтальной) изменения величины и направления вектора электродвижущей силы (ЭДС), возникающей в сердце в процессе деполяризации и реполяризации предсердий и желудочков в течение сердечного цикла. Векторкардиограмма (ВКГ).

64. Нарисуйте схему векторкардиограммы во фронтальной плоскости. Обозначьте ее элементы.



Обозначение петель ВКГ соответствует обозначению зубцов ЭКГ.

65. Каково диагностическое значение электрокардиограммы?

По ЭКГ можно судить о следующих проявлениях и нарушениях деятельности сердца (диагностическое значение ЭКГ):

1) локализации очага возбуждения в предсердиях, АВ-узле, желудочках;

2) нарушении ритма (диагностика аритмии, трепетания миокарда, мерцания (фибрилляции));

3) нарушении проведения возбуждения (диагностика степени и локализации блокад);

4) поражении сердца при: недостаточности коронарного кровообращения, уменьшении снабжения O₂ миокарда (ишемии миокарда), воспалительных процессах, гипертрофии миокарда, полном нарушении кровоснабжения сердца (инфаркты миокарда) и др.

66. Каково функциональное значение предсердий и желудочков?

Предсердия являются резервуаром, собирающим кровь во время систолы желудочков, и осуществляют дополнительное наполнение кровью желудочков в конце их диастолы; желудочки выполняют функцию насоса, нагнетающего кровь в артерии.

67. Назовите клапаны сердца и другие структуры, аналогичные им по функции, укажите их локализацию и функцию.

Два атриовентрикулярных клапана — между предсердиями и желудочками; два полулунных клапана — между желудочками и артериальными стволами (аорта и легочный ствол); кольцевая мускулатура (мышечные жомы, или сфинктеры) — в области впадения вен в предсердия. Обеспечивают односторонний ток крови.

68. К чему прикрепляются сухожильные нити атриовентрикулярных клапанов, каково их функциональное значение?

Сухожильные нити атриовентрикулярных клапанов прикрепляются к верхушкам сосочковых мышц желудочков. При сокращении мышц сухожильные нити натягиваются и удерживают атриовентрикулярные клапаны, препятствуя их выворачиванию в полость предсердий во время систолы желудочков.

69. Поступает ли кровь из предсердий во время их систолы в полые и легочные вены? Почему?

Кровь из предсердий во время их систолы в полые и легочные вены не поступает, так как систола предсердий начинается с сокращения сфинктеров магистральных вен, что препятствует обратному току крови в них из предсердий.

70. Из каких периодов и фаз состоит сердечный цикл? Представьте их в виде схемы, укажите продолжительность при частоте сердечных сокращений 75 уд/мин.



I — предсердия; II — желудочки; 1 — систола предсердий, а — асинхронное сокращение (0,05 с); б — изометрическое сокращение (0,03 с); в — изгнание крови (0,25 с); г — протодиастолический период (0,04 с); д — изометрическое расслабление (0,08 с); е — фаза наполнения (0,25 с); ж — пресистолический период (0,1 с).

71. Из каких двух периодов состоит систола желудочков, и какова их продолжительность? В каком состоянии находятся клапаны сердца и сфинктеры устьев магистральных вен в конце систолы предсердий?

Систола желудочков состоит из периода напряжения (0,08 с) и периода изгнания (0,25 с). В конце систолы предсердий полулунные клапаны закрыты, сфинктеры сокращены, атриовентрикулярные клапаны открыты.

72. Из каких двух фаз состоит период напряжения желудочков, какова их продолжительность?

Период напряжения желудочков состоит из фазы асинхронного сокращения (0,05 с) и фазы изометрического (изоволюмического) сокращения (0,03 с).

73. Что называют фазой асинхронного сокращения миокарда желудочков? Укажите, в каком состоянии находятся клапаны сердца и сфинктеры устьев магистральных вен после завершения этой фазы (в начале фазы изометрического сокращения).

Фазой асинхронного сокращения миокарда желудочков называют интервал от начала сокращения желудочков, когда еще не все клетки сократительного миокарда охвачены возбуждением, до закрытия атриовентрикулярных клапанов. Полулунные и атриовентрикулярные клапаны закрыты, сфинктеры расслаблены.

74. Что называют фазой изометрического (изоволюмического) сокращения желудочков? Как изменяется в течение этой фазы давление в полостях желудочков? В каком состоянии находятся клапаны сердца и сфинктеры устьев магистральных вен в течение этой фазы?

Фазой изометрического (изоволюмического) сокращения желудочков называют фазу сокращения, при которой размеры (объем) желудочков не меняются, но резко растет напряжение миокарда и давление в полостях желудочков. В течение этой фазы атриовентрикулярные и полулунные клапаны закрыты, сфинктеры расслаблены.

75. Какая сила обеспечивает открытие полулунных клапанов при систоле желудочков? Укажите, каких величин достигает давление в правом и левом желудочках к моменту начала периода изгнания в покое?

Открытие полулунных клапанов при систоле желудочков обеспечивает градиент давления. В желудочках давление поднимается чуть выше диастолического давления в аорте и легочной артерии (70–80 и 15–20 мм рт. ст. соответственно).

76. В каком состоянии находятся клапаны сердца и сфинктеры устьев магистральных вен в течение периода изгнания крови из желудочков? Каких максимальных величин достигает давление в этот период в правом и левом желудочках у людей в покое?

В течение периода изгнания крови из желудочков атриовентрикулярные клапаны закрыты, полулунные открыты, сфинктеры расслаблены. Давление в этот период в правом желудочке достигает 25–30 мм рт. ст., в левом 120–130 мм рт. ст.

77. Из каких двух фаз складывается период изгнания крови из желудочков? Какова их продолжительность? Что происходит с давлением в желудочках сердца в течение каждой из этих фаз?

Период изгнания крови из желудочков складывается из фазы быстрого (0,12 с) и фазы медленного (0,13 с) изгнания. В течение фазы быстрого изгнания давление повышается до максимального систолического, в течение фазы медленного изгнания несколько снижается, оставаясь все же выше, чем в аорте или легочном стволе.

78. Из каких периодов состоит диастола желудочков, какова их продолжительность? До какой минимальной величины падает давление в обоих желудочках во время диастолы?

Диастола желудочков состоит из следующих периодов:

- 1) протодиастолический (0,04 с);
- 2) изометрического (изоволюмического) расслабления (0,08 с);
- 3) наполнения (0,25 с);
- 4) пресистолический (0,1 с).

Давление в обоих желудочках во время диастолы снижается до 0 мм рт. ст.

79. Что называют протодиастолическим периодом диастолы желудочков? Какова причина захлопывания полулунных клапанов?

Протодиастолическим периодом диастолы желудочков называют интервал от начала расслабления желудочков до момента за-

хлопывания полулунных клапанов. Полулунные клапаны захлопываются вследствие обратного движения крови в сторону желудочков из-за уменьшения давления в них.

80. Что называют изометрическим (изоволюмическим) расслаблением желудочков? Как изменяется при этом напряжение миокарда и давление в полостях желудочков? В каком состоянии находятся атриовентрикулярные и полулунные клапаны и сфинктеры устьев магистральных вен в течение этой фазы?

Изометрическим (изоволюмическим) расслаблением желудочков называют период при котором размеры (объем) желудочков не меняются, но напряжение миокарда и давление в полостях желудочков падает. В течение этой фазы атриовентрикулярные и полулунные клапаны закрыты, сфинктеры расслаблены.

81. Назовите фазы периода наполнения желудочков и их продолжительность. В каком состоянии находятся полулунные и атриовентрикулярные клапаны и сфинктеры устьев магистральных вен в течение всего периода наполнения?

Период наполнения желудочков состоит из фазы быстрого наполнения (0,08 с) и фазы медленного наполнения (0,17 с). В течение всего периода наполнения полулунные клапаны закрыты, атриовентрикулярные открыты, сфинктеры расслаблены.

82. С какой фазой сердечного цикла совпадает конец диастолы желудочков (пресистолический период)? Какой вклад (в процентах) вносит эта фаза в наполнение желудочков кровью?

Конец диастолы желудочков совпадает с систолой предсердий. В эту фазу осуществляется дополнительное поступление крови в желудочки, обычно на 8–15 %, максимально — до 30 %.

83. Что называют конечно-диастолическим и конечно-систолическим объемами сердца? Какова их величина (в мл) в покое?

Конечно-диастолическим объемом сердца называют объем крови в желудочках сердца к концу их диастолы (120–130 мл), конечно-систолическим — объем крови в желудочках к концу систолы (50–60 мл).

84. Что называют систолическим (ударным) выбросом сердца? Какова его величина в покое?

Систолический (ударный) выброс сердца — это количество крови, изгоняемое сердцем в аорту (или легочную артерию) за одну систолу. Его величина в покое равна 65–75 мл.

85. Что называют индексом (фракцией) выброса сердца? Какое свойство сердечной мышцы характеризует этот показатель и чему он равен в покое?

Индекс (фракция) выброса сердца — это процентное отношение систолического выброса сердца к его конечно-диастолическому объему. Этот показатель характеризует сократимость (инотропное состояние) сердечной мышцы. Его величина в покое равна 50–75 %.

86. Что такое резервный объем крови в сердце? Какова его величина (в процентах от конечно-диастолического объема) в норме?

Резервный объем реализуется при увеличении систолического объема при нагрузках. В норме он составляет 15–20 % от конечно-диастолического.

87. Что называют остаточным объемом крови в сердце? Какова его величина (в миллилитрах и в процентах от конечно-диастолического объема) в норме?

Остаточным объемом крови в сердце называют объем крови, остающейся в желудочках сердца после максимального систолического выброса. Он составляет примерно 20–30 мл, или 15–20% от конечно-диастолического объема.

88. Что называют минутным объемом крови? Что называют сердечным индексом? Укажите величину этих показателей в покое. Назовите два основных фактора, непосредственно влияющих на минутный выброс крови сердцем.

Минутный объем крови (МОК) — это количество крови, изгоняемое сердцем в аорту в 1 мин, в покое он равен 4,5–5 л.

Сердечный индекс — это отношение МОК к площади поверхности тела в метрах квадратных, в покое он составляет 3–4 л/мин/м² (является показателем насосной функции сердца).

Непосредственно влияют на минутный выброс крови сердцем частота сердечных сокращений и систолический выброс.

89. Что называют верхушечным толчком? В связи с чем и в какую фазу сердечного цикла он возникает, где локализуется?

Верхушечный толчок — это ритмическое колебание стенки грудной клетки в области прилегания к ней верхушки сердца. Он возникает в связи с изменением формы и пространственного положения сердца в начале каждой систолы желудочков (период напряжения, фаза изометрического сокращения), локализуется в 5-м межреберье слева, на 1 см кнутри от среднеключичной линии.

90. Что называют тонами сердца? По каким признакам их оценивают? Сколько тонов сердца различают и какое значение имеет их исследование?

Тоны сердца — это звуки, возникающие при работе сердца. Их оценивают по силе, высоте и продолжительности. Различают два основных тона (I и II) и два дополнительных (III и IV). Исследование тонов сердца позволяет оценить функциональное состояние клапанного аппарата сердца и, отчасти, сократительного миокарда.

91. Как называют I тон сердца? Чем он обусловлен? С какой фазой сердечного цикла он, в основном, совпадает?

Первый тон сердца называют систолический. Он обусловлен закрытием атриовентрикулярных клапанов и возникающей тотчас после этого вибрацией туго натянутых их створок, сухожильных нитей, стенок желудочков и массы крови в их полостях в связи с резким нарастанием давления в желудочках в фазу их изометрического сокращения. I тон сердца совпадает с фазой изометрического сокращения желудочков.

92. Как называют II тон сердца? Чем он обусловлен? В какую фазу сердечного цикла он возникает?

Второй тон сердца называют диастолический. Он обусловлен закрытием полулунных клапанов и возникающей при этом вибрацией их туго натянутых створок, стенок магистральных артерий и крови в них. II тон возникает в начале диастолы желудочков.

93. В какие фазы сердечного цикла возникают III и IV тоны сердца? Какой метод исследования звуковых явлений сердца позволяет их обнаружить?

Третий тон возникает в конце фазы быстрого наполнения желудочков; IV тон — во время сокращения предсердий (дополнительное наполнение желудочков). III и IV тоны позволяет обнаружить метод фонокардиографии.

94. Какое значение имеет метод аускультации для исследования деятельности сердца? Укажите места наилучшего выслушивания атриовентрикулярных клапанов сердца.

Метод аускультации позволяет оценить состояние клапанного аппарата сердца. Место наилучшего выслушивания митрального клапана — в области верхушечного толчка, то есть в пятом межреберье на 1 см внутри от левой среднеключичной линии; трехстворчатого — нижняя треть грудины у основания мечевидного отростка.

95. Укажите места наилучшего выслушивания полулунных клапанов сердца.

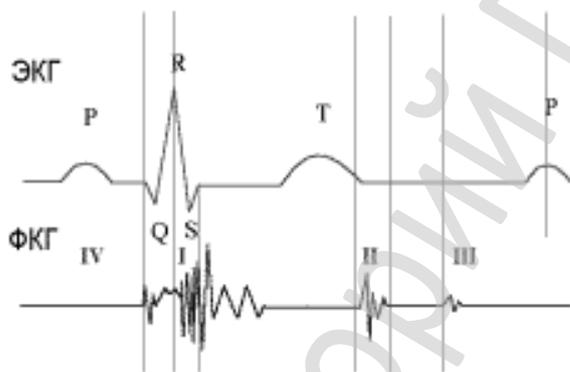
Место наилучшего выслушивания клапана аорты — во 2-м межреберье справа у края грудины, легочной артерии — во 2-м межреберье слева у края грудины.

96. Что называют фонокардиографией и фонокардиограммой (ФКГ)?

Фонокардиография — метод графической регистрации звуковых явлений, сопровождающих работу сердца.

Фонокардиограмма (ФКГ) — кривая, отражающая частоту и амплитуду звуковых колебаний, соответствующих тонам и шумам сердца.

97. Сопоставьте электрокардиограмму и фонокардиограмму при их синхронной регистрации и обозначьте соответствующие зубцы электрокардиограммы и тоны сердца.



98. Что называют фазовым анализом деятельности сердца? Что нужно синхронно регистрировать для этой цели?

Фазовым анализом деятельности сердца называют метод исследования длительности периодов и фаз сердечного цикла. Для этой цели нужно синхронно регистрировать давление в полостях сердца и аорте, ЭКГ, ФКГ и сфигмограмму (метод поликардиографии).

99. Какие механизмы регуляции сердечной деятельности выделяют? Назовите виды миогенной регуляции.

Выделяют нервные, гуморальные и миогенные (гетерометрический и гомеометрический) механизмы регуляции сердечной деятельности.

100. Что называют гетерометрической регуляцией деятельности сердца? Сформулируйте «закон сердца» Франка — Старлинга.

Гетерометрической регуляцией деятельности сердца называют регуляцию силы сердечных сокращений, связанную с изменением

исходной длины волокон миокарда. **Закон Франка — Старлинга** гласит: сила сокращений сердца в систолу тем больше, чем больше растяжение миокардиальных волокон во время диастолы.

101. Объясните, почему растяжение мышцы сердца в диастолу приводит к усилению ее сокращений. Какова роль сократительных белков и ионов Ca^{2+} в этом процессе?

Растяжение сердечной мышцы в диастолу притекающей кровью в физиологических пределах ведет к увеличению площади контакта актина с миозином, к выбросу дополнительного количества кальция из саркоплазматического ретикулума и увеличению сродства тропонина к Ca^{2+} , а также к увеличению эластических сил в миокарде, что сопровождается усилением его сокращения.

102. Каково физиологическое значение закона «сердца» Франка — Старлинга для кровообращения?

Физиологическое значение «закона сердца» Франка — Старлинга для кровообращения состоит в приспособлении ударного объема сердца (систолического выброса) к количеству притекающей к сердцу венозной крови (венозному возврату). Чем больше венозный возврат, тем больше систолический выброс и наоборот.

103. Что называют гомеометрической регуляцией деятельности сердца? Какие эффекты она включает?

Гомеометрической регуляцией деятельности сердца называют регуляцию силы сердечных сокращений, которая реализуется без изменения исходной длины волокон миокарда. Гомеометрическая регуляция включает эффекты, связанные с изменением давления в аорте (эффект Анрепа) и изменением ритма сердечных сокращений (эффект или лестница Боудича).

104. Сформулируйте эффект Анрепа.

Эффект Анрепа: сила сокращения миокарда желудочка возрастает пропорционально повышению сопротивления в аорте. Такое увеличение сопротивления изгнанию крови получило название нагрузки давлением или постнагрузки. Оно возрастает при повышении артериального давления крови. В этих условиях резко возрастает работа и энергетические потребности желудочков.

105. Что называют ритмоинотропной зависимостью в регуляции деятельности сердца (эффект Боудича)? С чем связано наличие такой зависимости?

Эффектом Боудича называют усиление сердечных сокращений при увеличении их частоты. Такая зависимость связана с повыше-

нием концентрации свободного кальция в кардиомиоцитах при увеличении частоты их возбуждения в связи с тем, что Ca^{2+} -насос не успевает «откачивать» Ca^{2+} из саркоплазмы.

106. Как называют регуляторные влияния, улучшающие или ухудшающие сократимость миокарда? Как они изменяют систолический выброс?

Регуляторные влияния, улучшающие или ухудшающие сократимость миокарда, называют положительными или отрицательными инотропными влияниями. Систолический выброс при этом соответственно увеличивается или уменьшается.

107. Какие нейроны образуют внутрисердечную нервную систему? Укажите структуры, иннервируемые ими.

Внутрисердечную нервную систему образуют:

1) афферентные внутрисердечные нейроны (клетки Догеля II типа), дендриты которых образуют рецепторы растяжения миокарда и коронарных сосудов;

2) эфферентные нейроны (клетки Догеля I типа), аксоны которых иннервируют структуры проводящей системы сердца, рабочий миокард и гладкие мышцы коронарных сосудов;

3) интернейроны, синаптически связанные с афферентными и эфферентными нейронами.

108. Что называют внутрисердечными рефлексамии? Каково их значение для системного кровообращения? Приведите пример.

Внутрисердечными рефлексамии называют рефлексы, рефлекторные дуги которых замыкаются в самом сердце, т. е. образованы внутрисердечными нейронами. Эти рефлексы предотвращают значительные колебания кровенаполнения артериальной системы. Например, повышение растяжения правого предсердия усиливает сокращения левого желудочка, чтобы освободить место притекающей крови и разгрузить систему.

109. Какие нервные волокна осуществляют парасимпатическую иннервацию сердца?

От ядра блуждающего нерва, расположенного в продолговатом мозге, отходят аксоны в составе правого и левого нервных стволов, подходят к сердцу и образуют синапсы на двигательных нейронах интрамуральных ганглиев. Волокна правого блуждающего нерва распределяются в основном в правом предсердии: иннервируют миокард, коронарные сосуды, СА-узел. Волокна левого иннервируют в основном АВ-узел, влияют на проведение возбуждения.

110. Какое влияние оказывает блуждающий нерв на частоту сердечных сокращений? Как называют это влияние? Кто, когда и в каком опыте его открыл?

Блуждающий нерв уменьшает частоту сердечных сокращений. Это влияние называют отрицательным хронотропным влиянием. Влияние блуждающего нерва на частоту сердечных сокращений открыли братья Вебер, в 1845 г., в опытах с раздражением периферического отрезка блуждающего нерва, приводящего к торможению работы сердца.

111. Каков механизм тормозного влияния блуждающего нерва на частоту сердечных сокращений? Каков механизм гиперполяризации клеток водителя ритма сердца при усилении парасимпатических влияний?

При стимуляции блуждающего нерва выделяется ацетилхолин, под влиянием которого гиперполяризуются клетки водителя ритма сердца и замедляется спонтанная диастолическая деполяризация, что приводит к замедлению частоты сердечных сокращений.

Гиперполяризация клеток водителя ритма сердца происходит в результате повышения проницаемости мембраны для ионов калия, что ведет к увеличению выхода их из клетки в соответствии с концентрационным градиентом.

112. Какое влияние оказывает блуждающий нерв на силу сердечных сокращений? Как называют это влияние? Кто, в каком опыте его открыл?

Блуждающий нерв уменьшает силу сердечных сокращений. Это отрицательное инотропное влияние. Это влияние открыл И. П. Павлов в опытах с раздражением отдельных веточек блуждающего нерва в сердечном сплетении, при котором наблюдалось ослабление сокращений сердца.

113. Как влияет раздражение блуждающего нерва на возбудимость и проводимость сердца? Как называют эти влияния? Как это отражается на электрокардиограмме?

Блуждающий нерв понижает, особенно в области атриовентрикулярного узла, возбудимость и проводимость сердца. Это отрицательное батмотропное и отрицательное дромоторопное влияния. На ЭКГ это отражается удлинением сегмента P-Q (увеличение атриовентрикулярной задержки).

114. Что называют «ускользанием» сердца из-под влияния блуждающего нерва?

«Ускользанием» сердца из-под влияния блуждающего нерва называют возобновление сокращений остановившегося в ответ на

раздражение блуждающего нерва сердца, несмотря на продолжительные раздражения нерва.

115. Как и в какой степени изменится частота сердечных сокращений сердца собаки после перерезки обоих блуждающих нервов? Что доказывает этот факт?

Частота сердечных сокращений сердца собаки после перерезки обоих блуждающих нервов увеличится в 2–3 раза. Этот факт доказывает наличие тормозного тонического влияния центров блуждающих нервов на автоматическую активность сердца.

116. Как изменится частота сердечных сокращений при действии атропина на сердце, какова причина этих изменений?

Частота сердечных сокращений при действии атропина на сердце увеличится, так как атропин, блокируя миокардиальные М-холинорецепторы, выключает тормозное тоническое влияние блуждающего нерва на автоматическую активность сердца.

117. Каково происхождение тонуса центров блуждающих нервов, иннервирующих сердце?

Тонус блуждающих нервов поддерживается афферентной импульсацией (от барорецепторов сосудистых рефлексогенных зон, сердца, от проприорецепторов скелетных мышц) и действием ряда гуморальных факторов (адреналин, CO_2 , H^+ и др.) непосредственно на центры блуждающих нервов, а также спонтанной активностью нейронов центра.

118. Что называют дыхательной аритмией? Каков механизм ее возникновения?

Дыхательной аритмией называют изменение частоты сокращений сердца в соответствии с фазами дыхательного цикла вследствие изменения тонуса центров блуждающих нервов.

119. В каких сегментах спинного мозга расположены преганглионарные симпатические нейроны, иннервирующие сердце? Где прерываются их волокна?

Преганглионарные симпатические нейроны, иннервирующие сердце расположены в боковых рогах пяти верхних сегментов грудного отдела спинного мозга. Во всех шейных и 5 верхних грудных симпатических узлах.

120. Из какого нервного ганглия симпатической цепочки выходит большая часть симпатических волокон, иннервирующих сердце? Слиянием каких узлов он образован?

Большая часть симпатических волокон, иннервирующих сердце, выходит из звездчатого ганглия, образованного слиянием нижнего шейного и трех верхних грудных ганглиев симпатической цепочки.

121. Какое влияние оказывает симпатический нерв на частоту сердечных сокращений, как называется это влияние? Кто, в каком опыте его открыл? Каков механизм увеличения частоты сердечных сокращений при усилении симпатических влияний?

Симпатический нерв вызывает учащение сердечных сокращений (положительное хронотропное влияние). Это влияние открыли братья Ционы в опыте с раздражением симпатических нервов, при котором наблюдалось ускорение сердцебиений. Частота сердечных сокращений при усилении симпатических влияний увеличивается, так как выделяющиеся из симпатических окончаний катехоламины ускоряют диастолическую деполяризацию клеток водителя ритма сердца, что ведет к увеличению частоты генерации импульсов в них.

122. Какое влияние оказывает симпатический нерв на силу сердечных сокращений? Как называется это влияние? Кто, в каком опыте его открыл?

Симпатический нерв увеличивает силу сокращений сердца (положительное инотропное влияние). Это влияние открыл И. П. Павлов в опыте с раздражением отдельных ветвей симпатических нервов сердечного сплетения, при котором наблюдалось усиление сердечных сокращений.

123. Какое влияние оказывает симпатический нерв на возбудимость и проводимость сердца? Как называют эти влияния? Как это отражается на электрокардиограмме?

Симпатический нерв увеличивает, особенно в области атрио-вентрикулярного узла, возбудимость и проводимость сердца (положительное батмотропное и положительное дромотропное влияния). На ЭКГ это отражается укорочением P-Q сегмента (уменьшение атрио-вентрикулярной задержки).

124. Что произойдет с частотой сокращений сердца после перерезки иннервирующих его симпатических нервов в эксперименте? О чем свидетельствует этот факт?

После перерезки иннервирующих сердце симпатических нервов в эксперименте частота сокращений его почти не изменится.

Это свидетельствует о слабом тоническом влиянии симпатических нервов на сердце.

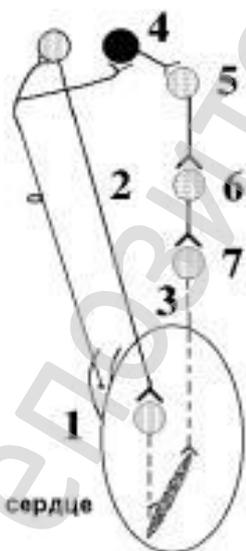
125. Почему эффект влияния блуждающего нерва на сердце сразу исчезает после прекращения его раздражения, а эффект симпатического нерва сохраняется некоторое время после прекращения раздражения?

Влияние блуждающего нерва на сердце сразу исчезает после прекращения его раздражения, а эффект симпатического нерва сохраняется некоторое время после прекращения раздражения, так как ацетилхолин, выделяющийся из окончаний блуждающего нерва, быстро разрушается холинэстеразой, симпатический же медиатор разрушается значительно медленнее и поэтому действует дольше.

126. Назовите главные рефлексогенные зоны, имеющие значение в регуляции сердечной деятельности.

Главные рефлексогенные зоны, имеющие значение в регуляции сердечной деятельности: область дуги аорты, каротидного синуса, сосуды малого круга кровообращения, сердца, коронарные сосуды, устья полых вен.

127. Нарисуйте схему рефлекторной дуги, объясняющую механизм регуляции деятельности сердца с барорецепторов аортальной рефлексогенной зоны. Обозначьте ее звенья.



1 — барорецепторы дуги аорты; 2 — блуждающий нерв (преганглионарные волокна); 3 — симпатический нерв (постганглионарные волокна); 4 и 5 — депрессорная и прессорная части центра кровообращения продолговатого мозга соответственно; 6 — преганглионарный симпатический нейрон спинного мозга; 7 — ганглионарный симпатический нейрон.

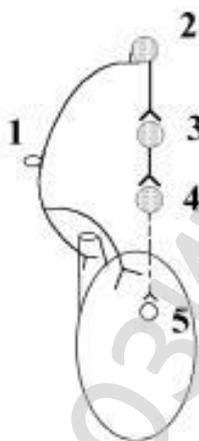
128. Как и почему меняется работа сердца при повышении давления в аорте и в каротидном синусе?

При повышении давления в аорте и в каротидном синусе уменьшается сила и частота сердечных сокращений, вследствие усиления импульсации от барорецепторов рефлексогенных зон и повышения тормозного тонуса центров блуждающих нервов.

129. Как изменится работа сердца при повышении давления в полости правого предсердия или в устьях полых вен? Как называют этот рефлекс? Каково его физиологическое значение?

При повышении давления в полости правого предсердия или в устьях полых вен увеличивается частота и сила сердечных сокращений. Этот рефлекс называется рефлекс Бейнбриджа. Он дает возможность быстро «разгрузить» правый желудочек от повышенного притока крови.

130. Нарисуйте схему рефлекторной дуги, объясняющую рефлекторный механизм учащения сердцебиений при повышении давления в полости правого предсердия или в устьях полых вен.



1 — афферентные волокна в составе блуждающего нерва; 2 — центр кровообращения продолговатого мозга; 3 — симпатический преганглионарный нейрон спинного мозга; 4 — симпатический ганглионарный нейрон; 5 — синоатриальный узел.

131. Объясните, почему надавливание на область каротидного синуса может вызвать замедление деятельности сердца, а резкий удар по этой области — остановку сердца?

Надавливание на область каротидного синуса может вызвать замедление деятельности сердца, а резкий удар по этой области — остановку сердца, так как увеличивается возбуждение барорецеп-

торов в области каротидного синуса, афферентный поток импульсов от них стимулирует центры блуждающих нервов, усиливая тормозное влияние этих центров на деятельность сердца.

132. Как и почему изменяется работа сердца при понижении давления в аорте и в области каротидных синусов?

При понижении давления в аорте и в области каротидных синусов увеличиваются частота и сила сердечных сокращений в связи со снижением тонуса центров блуждающих нервов и возбуждения симпатической нервной системы вследствие уменьшения импульсации с барорецепторов сосудистых рефлексогенных зон.

133. Как и почему изменяется работа сердца при повышении давления в легочной артерии?

При повышении давления в легочной артерии снижается частота и сила сердечных сокращений в связи с рефлекторным повышением тонуса центров блуждающих нервов.

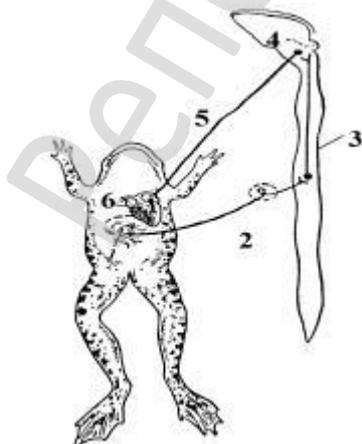
134. Какую реакцию сердца называют «рефлексом Гольца»?

Рефлекс Гольца — это рефлекторная остановка сердца при сильном раздражении рецепторов брюшной полости.

135. Как доказать в эксперименте, что остановка сердца при раздражении рецепторов брюшной полости происходит рефлекторно?

Доказать в эксперименте, что остановка сердца при раздражении рецепторов брюшной полости происходит рефлекторно можно если разрушить спинной мозг или любое другое звено этого рефлекса, то раздражение рецепторов кишечника не вызывает остановки сердца.

136. Нарисуйте схему дуги рефлекса Гольца и обозначьте ее звенья.

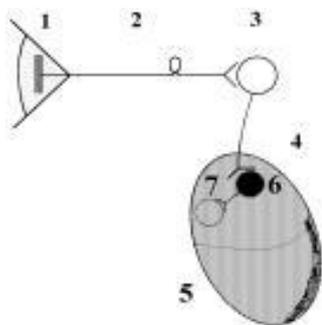


1 — рецептор (брюшная полость); 2 — чувствительный нерв; 3 — вставочный нейрон; 4 — центр блуждающего нерва в продолговатом мозге; 5 — блуждающий нерв; 6 — эффектор (сердце).

137. Что называют глазосердечным рефлексом Данини — Ашнера? В чем он выражается (приведите цифры)?

Рефлекс Данини — Ашнера — это замедление сердечных сокращений на 10–20 уд/мин при надавливании на глазные яблоки.

138. Нарисуйте схему дуги рефлекса Данини — Ашнера, обозначьте ее звенья.



1 — рецептор (глазное яблоко); 2 — чувствительный нерв; 3 — центр блуждающего нерва в продолговатом мозге; 4 — блуждающий нерв; 5 — сердце; 6 — холинергический внутрисердечный нейрон; 7 — синоатриальный узел.

139. Как влияет изменение температуры сердца на частоту его сокращений? Почему?

При нагревании сердца частота сердечных сокращений возрастает, при охлаждении — снижается, так как соответственно меняется степень автоматии водителя ритма вследствие изменения интенсивности метаболизма.

140. Объясните механизм усиления и учащения сердцебиений у спортсменов в предстартовом состоянии. Каково значение этого факта?

Усиление и учащение сердцебиений у спортсменов в предстартовом состоянии происходит вследствие возбуждения симпатической нервной системы на фоне эмоционального напряжения перед стартом и условнорефлекторное уменьшение тонуса центров блуждающих нервов. Это обеспечивает готовность сердечно-сосудистой системы к выполнению значительных нагрузок.

141. Какой гормон имеет важное значение в регуляции деятельности сердца в условиях физического и эмоционального напряжения? Какой внутриклеточный механизм лежит в основе его влияния?

Адреналин имеет важное значение в регуляции деятельности сердца в условиях физического и эмоционального напряжения. Он активи-

зирует внутриклеточный фермент — аденилатциклазу, в результате чего стимулируются процессы энергетического обеспечения миокарда, и повышается проницаемость клеточной мембраны для Ca^{2+} .

142. Какое влияние на силу сердечных сокращений оказывает повышение и понижение концентрации кальция во внеклеточной жидкости? Каков механизм этого эффекта?

Повышение концентрации кальция усиливает сердечные сокращения (вплоть до остановки сердца в систоле), понижение — ведет к уменьшению силы сокращений сердца, так как ионы Ca^{2+} обеспечивают взаимодействие нитей актина и миозина и, соответственно, количество образующихся актомиозиновых мостиков.

143. Как влияет на свойства миокарда значительное повышение содержания ионов калия во внеклеточной среде, к чему это может привести? Каков механизм этого эффекта?

Значительное повышение содержания ионов калия во внеклеточной среде приводит к снижению возбудимости, проводимости и сократимости миокарда, а также к подавлению активности клеток водителя ритма сердца, что может привести к остановке сердца в диастоле. Это происходит в результате уменьшения потенциала покоя, снижения крутизны, амплитуды и длительности потенциала действия клеток сократительного миокарда, подавления медленной диастолической деполяризации в клетках-водителях ритма.

144. Как изменяются свойства миокарда при снижении концентрации ионов калия во внеклеточной жидкости? Какие нарушения деятельности сердца могут при этом выявляться?

При снижении концентрации ионов калия во внеклеточной жидкости увеличивается возбудимость миокарда, ускоряется фаза медленной диастолической деполяризации. Это способствует появлению гетеротопных (необычных) очагов возбуждения, что может сопровождаться нарушениями ритмической деятельности сердца.

145. Какие экспериментальные факты доказывают наличие в гипоталамусе центров регуляции деятельности сердца? Как функционируют эти центры в естественных условиях?

При точечном раздражении некоторых участков гипоталамуса удается вызвать изолированные реакции сердца, например, изменения, только ритма или только силы сокращений левого желудочка. Это доказывает наличие в гипоталамусе центров регуляции деятельности сердца. В естественных условиях эти центры взаимодействуют с другими центрами регуляции деятельности сердца, приспособляя его работу к потребностям организма.

7.2. Физиология сосудистой системы

1. Что означает термин «гемодинамика»? Назовите типы кровеносных сосудов по их функциональному значению.

Гемодинамика — раздел физиологии, изучающий причины, условия и механизмы движения крови в сердечно-сосудистой системе.

По их функциональному значению кровеносные сосуды делятся на:

- 1) амортизирующие;
- 2) сосуды распределения;
- 3) резистивные;
- 4) обменные;
- 5) емкостные;
- 6) шунтирующие;
- 7) сосуды возврата крови.

2. Какие сосуды (перечислите их) и почему называют амортизирующими? Каково их особое функциональное значение в системе кровообращения?

К амортизирующим сосудам относят магистральные артерии эластического типа (аорта, легочный ствол и крупные артерии, отходящие от них). Они обеспечивают непрерывность кровотока и сглаживание его пульсаций в артериальной системе.

3. Какие сосуды и почему называют сосудами сопротивления (резистивными)? Перечислите их. Каково их функциональное значение?

Сосуды сопротивления (резистивные) — это артериальные сосуды мышечного типа (малые артерии, артериолы и прекапиллярные сфинктеры), так как они оказывают наибольшее сопротивление току крови, они и определяют величину общего периферического сопротивления.

4. Почему конечные артериолы и прекапиллярные сфинктеры называют «кранами» сердечно-сосудистой системы?

Конечные артериолы и прекапиллярные сфинктеры называют «кранами» сердечно-сосудистой системы, так как их просвет может уменьшаться (вплоть до полного перекрытия) вследствие сокращения кольцевой гладкой мускулатуры или увеличиваться при ее расслаблении, что резко меняет кровоток через капилляры («краны» открыты или закрыты).

5. Какие сосуды и почему называют обменными, какие — шунтирующими?

Обменными сосудами называют капилляры, так как в них происходит обмен между кровью и тканями. Шунтирующие сосуды — артериовенозные анастомозы, обеспечивающие сброс крови (шунтирование) из артерий в вены, минуя капилляры.

6. Какие сосуды называют емкостными? Каково их функциональное значение и с какими особенностями этих сосудов оно связано?

К емкостным сосудам относятся венулы и вены; они являются резервуаром крови переменной емкости и обеспечивают возврат крови к сердцу. Большой объем венозных сосудов (примерно в 3 раза больше объема артериальных) и высокая растяжимость их стенки (примерно в 8 раз больше, чем у артерий).

7. Назовите основную движущую силу кровотока. Чем она создается?

Основной движущей силой кровотока является градиент давления между артериальным и венозным концами сосудистого русла. Этот градиент создается работой сердца.

8. Объясните, почему кровь, выбрасываемая сердцем в сосудистое русло прерывисто (только в период изгнания), движется по кровеносным сосудам непрерывно?

Кровь, выбрасываемая сердцем в сосудистое русло прерывисто (только в период изгнания), движется по кровеносным сосудам непрерывно, так как во время периода изгнания часть кинетической энергии сердца переходит в потенциальную энергию растянутых кровью стенок аорты и крупных артерий, снижение эластического напряжения которых во время диастолы поддерживает непрерывный ток крови.

9. Сформулируйте основной закон гидродинамики. Запишите в виде формулы. Как эту формулу можно записать, если применить ее для гемодинамики?

Объем жидкости, протекающей через сосуд (Q), прямо пропорционален градиенту давления ($P_1 - P_2$) и обратно пропорционален гидродинамическому сопротивлению (R):

$$Q = \frac{P_1 - P_2}{R}.$$

Если его применить к сосудистой системе, то, учитывая, что в конце ее (полых венах) давление близко или равно нулю, уравнение можно записать так:

$$Q = P / R,$$

где Q — минутный объем крови; P — среднее давление в аорте; R — сосудистое сопротивление.

10. Какие факторы определяют величину сопротивления в сосудах? Напишите соответствующую формулу Пуазейля.

Вязкость крови (η), длина сосудов (l), их радиус (r):

$$R = \frac{81 \eta l}{\pi r^4}.$$

11. Какой ток называют ламинарный, какой турбулентный?

Ламинарное течение — основной тип движения крови, при котором жидкость перемещается по сосудам цилиндрическими слоями, параллельными оси сосуда. Ее движение в радиальном направлении или по окружности не происходит. С наименьшей скоростью перемещается пристеночный слой, у центрального слоя в сосуде максимальная скорость.

Турбулентное течение — тип движения крови с завихрениями, при котором ее элементы перемещаются не только параллельно оси сосуда, но и перпендикулярно ей. Наблюдается в местах изгиба, сужения, деформации сосудов, а также при резком повышении скорости движения и давления крови.

12. Что называют объемной скоростью кровотока? Как называют эту величину применительно к системе кровообращения в целом? Как она меняется по ходу сосудистого русла?

Объемная скорость кровотока — это объем крови, протекающей через поперечное сечение данного отдела кровеносной системы или отдельного сосуда в единицу времени. Применительно к системе кровообращения в целом ее называют минутный объем крови (МОК). По ходу сосудистого русла объемная скорость кровотока не меняется, т. е. количество крови, которое протекает в минуту через аорту, все артерии, артериолы, капилляры, венулы и вены, равно МОК.

13. Что называют линейной скоростью кровотока? Чем объясняется разная линейная скорость течения крови по оси и у стенки сосуда?

Линейная скорость кровотока — это расстояние, на которое перемещается порция крови по сосуду в единицу времени. У стенки сосуда линейная скорость ниже из-за трения крови.

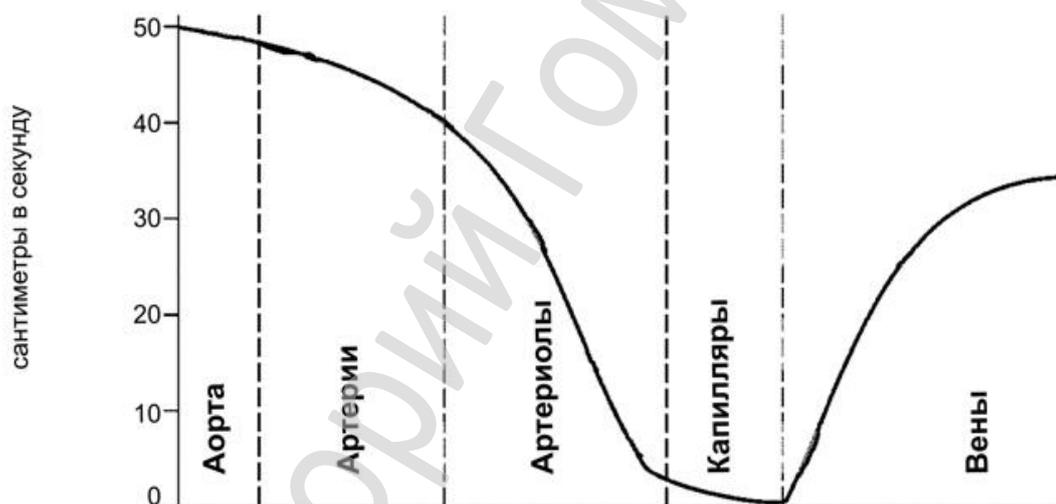
14. Как рассчитать линейную скорость, если известна объемная? Напишите формулу.

Обе скорости связаны формулой:

$$Q = V \times S,$$

где Q — объемная скорость кровотока; V — линейная скорость, S — площадь поперечного сечения сосуда.

15. Нарисуйте схему изменения средней линейной скорости кровотока в различных отделах кровеносного русла. Почему линейная скорость течения крови неодинакова по ходу кровеносного русла?



Линейная скорость течения крови неодинакова, в связи с различиями площади суммарного поперечного сечения кровеносного русла в различных его отделах.

16. Перечислите основные методы измерения скорости кровотока.

К основным методам измерения скорости кровотока относятся: электромагнитная и ультразвуковая расходометрия (флоуметрия), метод окклюзионной плетизмографии, индикаторный метод.

17. Что называют систолическим давлением? Чему оно равно в аорте и легочной артерии?

Систолическое давление — это максимальное давление в магистральных артериях во время систолы желудочков. Оно равно в аорте 110–139 мм рт. ст., в легочной артерии — 25–30 мм рт. ст.

18. Что называют диастолическим давлением? Чему оно равно в аорте и легочной артерии?

Диастолическое давление — это минимальное давление в магистральных артериях в конце диастолы желудочков. Оно равно в аорте 60–89 мм рт. ст., в легочной артерии — 10–12 мм рт. ст.

19. Объясните, почему артериальное давление в малом круге кровообращения в несколько раз меньше, чем в большом круге?

Потому что сопротивление сосудов малого круга примерно в 10 раз меньше сопротивления сосудов большого круга из-за относительно большего диаметра легочных артерий и артериол, большей их растяжимости и небольшой длины сосудистого русла малого круга.

20. Что называют пульсовым давлением? Какова его величина в аорте, в легочной артерии? Чему оно пропорционально? В каких сосудах регистрируются пульсовые колебания давления?

Пульсовое давление — это разность между систолическим и диастолическим давлением в артериях. В аорте оно равно 40–45 мм рт.ст., в легочной артерии 15–20 мм рт. ст. пульсовое давление пропорционально объему выбрасываемой крови. Пульсовые колебания давления регистрируются на протяжении от аорты (легочной артерии) до артериол.

21. Что называют средним артериальным давлением? Как меняется его величина по ходу сосудистого русла?

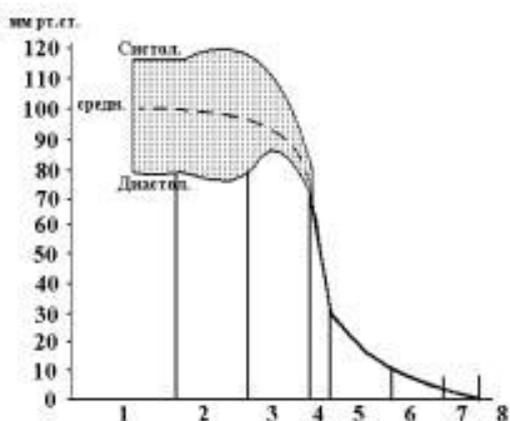
Среднее артериальное давление — это постоянное (непульсирующее) артериальное давление, которое обеспечило бы такой же гемодинамический эффект, как и реальное пульсирующее давление. По ходу сосудистого русла его величина постепенно снижается.

22. Напишите формулу, позволяющую рассчитать среднее артериальное давление (для крупных артерий). Чему оно равно в аорте и в крупных артериях в покое?

$$P_{\text{ср}} = P_{\text{диаст}} + \frac{P_{\text{сист}} - P_{\text{диаст}}}{3};$$

В аорте и в крупных артериях в покое оно равно 100 и 95 мм рт. ст. соответственно.

23. Нарисуйте кривую изменения давления по ходу сосудистого русла.



1 — аорта; 2 — крупные артерии; 3 — мелкие артерии; 4 — артериолы; 5 — капилляры; 6 — венулы; 7 — вены; 8 — полые вены.

24. Почему артериальное давление неуклонно снижается по ходу сосудистого русла? В какой части сосудистого русла давление падает наиболее резко и почему?

Артериальное давление (АД) неуклонно снижается по ходу сосудистого русла вследствие затраты развиваемой сердцем энергии на преодоление сопротивления при движении крови по сосудам. Давление снижается наиболее резко в артериолах, так как в этих сосудах наибольшее сопротивление току крови.

25. Перечислите основные факторы, определяющие величину давления в артериальной системе.

Основными факторами, определяющими величину давления в артериальной системе, являются: работа сердца, объем циркулирующей крови и вязкость крови, сопротивление току крови (особенно просвет резистивных сосудов, оказывающий наиболее выраженное влияние на этот показатель).

26. Что такое гипертензия и гипотензия?

Гипертензия — это повышение артериального давления относительно определенных для конкретного организма величин (систолическое артериальное давление (САД) 140–160 мм Hg), снижение — **гипотензия** (САД 90–100 мм Hg).

27. Какие величины артериального давления считаются нормальными?

Нормальный уровень систолического давления в плечевой артерии для взрослого человека обычно находится в пределах 110–

139 мм рт. ст. Границы нормы для диастолического давления в плечевой артерии составляет 60–89 мм рт. ст.

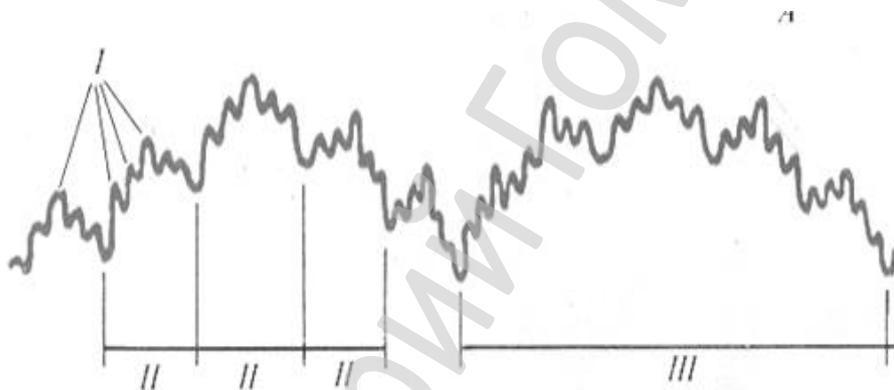
В кардиологии выделяют понятия:

- **оптимальный уровень** АД крови, когда систолическое давление несколько меньше 120 мм рт. ст. и диастолическое — менее 80 мм рт. ст.;

- **нормальный уровень** — систолическое менее 130 мм рт. ст. и диастолическое менее 85 мм рт. ст.;

- **высокий нормальный уровень** — систолическое 130–139 мм рт. ст. и диастолическое 85–89 мм рт. ст.

28. Нарисуйте кривую артериального давления, полученную при прямом измерении давления в сонной артерии. Обозначьте на ней волны I-го, II-го, и III-го порядков.



29. Объясните происхождение волн I и II порядков на кривой артериального давления. Какова их частота?

Волны I порядка — пульсовые, их частота соответствует частоте сокращений сердца (в норме — 60–80 в минуту). Волны II порядка — дыхательные (частота этих волн равна частоте дыхания, в норме 12–16 в минуту).

30. Объясните происхождение волн III порядка на кривой артериального давления. Какова их частота и причина?

Волны III порядка — медленные колебания давления (1–3 в минуту), каждое из которых охватывает несколько дыхательных волн. Обусловлены периодическими изменениями тонуса сосудодвигательного центра (обычно на фоне гипоксемии, например, в результате кровопотери).

31. Как измеряют давление по способу Рива — Роччи? Какой показатель давления этим способом можно определить?

Способ измеряют давление по Рива — Роччи: в манжете, наложенной на плечо испытуемого и связанной с манометром, повы-

шают давление до полного пережатия артерии (при этом исчезает пульс на лучевой артерии), затем постепенно выпускают воздух из манжеты до появления пульса. Манометр в этот момент показывает величину систолического давления.

32. Как измеряют артериальное давление по способу Короткова?

Измерение артериального давления по способу Короткова: в манжете, наложенной на плечо испытуемого, связанной с манометром, повышают давление до полного пережатия артерии; затем, постепенно снижая давление, отмечают по манометру величину его в момент появления тонов, прослушиваемых фонендоскопом над локтевой артерией (систолическое давление). Продолжая декомпрессию, отмечают величину давления, при которой тоны исчезают (диастолическое давление).

33. Что называют тонами Короткова?

Тонами Короткова называют звуковые явления, возникающие ниже места наложения манжеты и выслушиваемые фонендоскопом при измерении артериального давления по методу Короткова.

34. С чем связано возникновение и исчезновение тонов Короткова при измерении кровяного давления у человека?

Возникновение тонов Короткова связано с резким ускорением тока крови, протекающей в момент систолы через сдавленный манжетой участок артерии, и ударами этой крови о стенки сосуда (турбулентный поток) и массу крови за манжетой. Тоны исчезают, когда давление в манжете становится чуть ниже диастолического, так как артерия в этих условиях не сдавлена, и кровь течет ламинарно.

35. Что называют артериальным пульсом? Чем он обусловлен?

Артериальный пульс — это ритмические колебания артериальной стенки. Он обусловлен повышением давления в период систолы и снижением его во время диастолы.

36. Что называют пульсовой волной? Какова средняя скорость распространения ее по артериальным сосудам? Сравните с максимальной линейной скоростью кровотока.

Пульсовой волной называют распространение области повышенного кровяного давления, возникающей в артериях при выбросе крови сердцем в систолу. В среднем ее скорость равна 7–9 м/с (максимальная линейная скорость кровотока в аорте 0,5 м/с).

37. Как и почему меняется скорость распространения пульсовой волны в артериальных сосудах с возрастом? Назовите средние величины этого показателя у лиц молодого и пожилого возраста.

С возрастом скорость распространения пульсовой волны в артериальных сосудах увеличивается в связи с уменьшением эластичности сосудов (увеличением их ригидности). У молодых людей скорость распространения пульсовой волны равна 6–8 м/с, у пожилых — выше 10 м/с.

38. Какие характеристики пульса выделяют?

Пульс характеризуется по следующим показателям:

Частота: редкий, частый, нормальный. Частота пульса соответствует ЧСС. В норме в покое ЧСС составляет 60–80 уд/мин. Более редкий ритм — 40–50 сокращений в минуту называется **брадикардией**. При частоте 90–100 и более сокращений в покое говорят о **тахикардии**.

Ритм: ритмичный, аритмичный. На ритме отражается дыхание (дыхательная аритмия), на вдохе пульс повышается, на выдохе понижается.

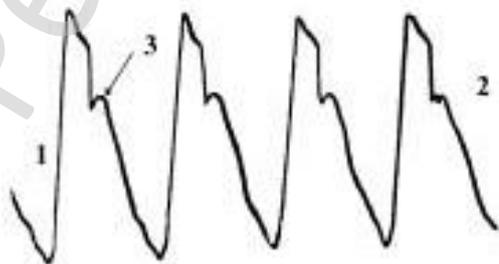
Наполнение (высота): хорошее, удовлетворительное, слабое, нитевидный пульс. Зависит от систолического объема и объемной скорости кровотока в диастолу, от эластичности стенок сосудов.

Быстрота (скорость): нормальная, быстрый, медленный пульс. Определяют ее по скорости подъема и спадения артериальной стенки.

Напряжение: умеренный, твердый, мягкий пульс. Определяется усилием сдавливания артерии до исчезновения пульса. Зависит от среднего АД. По напряжению можно приблизительно судить о систолическом давлении.

39. Что называют сфигмограммой? Нарисуйте сфигмограмму, обозначьте ее фазы.

Сфигмограмма — это запись пульсовых колебаний артериальной стенки.



1 — анакрота; 2 — катакрота; 3 — дикротический подъем.

40. Чем объясняется появление дикротической волны на катакроте сфигмограммы? Какое диагностическое значение имеет сфигмограмма?

Появление дикротической волны на катакроте сфигмограммы объясняется вторичным повышением давления в артериях в связи с отраженным ударом крови о полулунные клапаны в момент их закрытия в начале диастолы. Сглаженная дикрота свидетельствует о недостаточности аортального клапана.

41. Дайте определение понятию «микроциркуляция». Какие сосуды относятся к микроциркуляторному руслу?

Микроциркуляция — это движение крови по сосудам микроциркуляторного русла, к которым относятся: артериолы, метаартериолы, прекапиллярный сфинктер, прекапилляры, капилляры, посткапиллярные венулы, венулы.

42. Какие типы капилляров выделяют, в зависимости от ультраструктуры их стенок?

В зависимости от ультраструктуры стенок капилляров их можно разделить на 3 типа:

1. **Соматический** тип — имеет непрерывную эндотелиальную и базальную оболочки, имеет большое количество мельчайших пор (4–5 нм). Легко пропускают воду и минеральные вещества, газы. Встречаются в скелетной и гладкой мускулатуре, жировой и соединительной ткани, легких, мозге.

2. **Висцеральный** тип — имеет «окошки» (фенестры), с диаметром — 0,1 мкм. Часто прикрыты тончайшей мембраной. Проницаемы для воды, растворенных солей, макромолекул. Встречаются в почках, пищеварительном канале, эндокринных железах.

3. **Синусоидный** тип — базальная мембрана частично отсутствует, эндотелиальная оболочка прерывиста, с большими интерстициальными просветами. Через них проходят жидкости, клетки крови, макромолекулы. Локализованы в костном мозге, печени, селезенке.

43. Какие силы определяют движение жидкости и различных веществ через стенку капилляров?

Движение жидкости и различных веществ через стенку капилляров осуществляется путем диффузии и фильтрации.

44. Дайте определения понятиям «фильтрация» и «реабсорбция». Какие основные силы осуществляют данные процессы?

Фильтрация — это выход плазмы крови и растворенных в ней веществ через стенку капилляра в интерстициальную жидкость. Гидростатическое давление в капиллярах — основная сила фильтрации.

Реабсорбция — возврат жидкости из интерстициального пространства через эндотелиальную стенку в капилляр. Главная сила обратного всасывания в капилляр — коллоидно-осмотическое (онкотическое) давление плазмы.

45. Какое функциональное значение имеет относительно высокое давление (45–50 мм рт. ст.) в капиллярах почечных клубочков и низкое (около 6 мм рт. ст.) в капиллярах легких?

Высокое давление в капиллярах клубочков почек способствует фильтрации плазмы крови в каналцы нефрона, обеспечивая мочеобразование, а в легких низкое давление в капиллярах позволяет резко уменьшить фильтрацию, что способствует «подсушиванию» альвеол, облегчая газообмен.

46. Что называют «дежурными» капиллярами? Как изменяется их количество при увеличении интенсивности деятельности органа? За счет чего?

«Дежурными» капиллярами называют функционирующие в данный момент капилляры. При увеличении интенсивности деятельности органа их количество увеличивается за счет открывания прекапиллярных сфинктеров.

47. Напишите формулу основного закона ультрафильтрации Старлинга.

$$V = K [P_{зк} + P_{от} - (P_{zm} + P_{ок})],$$

где V — объем жидкости, проходящей через стенку капилляра в минуту; K — коэффициент фильтрации; $P_{зк}$ — гидростатическое давление крови; $P_{от}$ — онкотическое давление ткани; P_{zm} — гидростатическое давление ткани; $P_{ок}$ — онкотическое давление крови.

48. Какие факторы увеличивают фильтрацию?

Увеличивают фильтрацию следующие факторы:

- 1) повышение общего артериального давления;
- 2) расширение резистивных сосудов;
- 3) увеличение объема циркулирующей крови;
- 4) повышение венозного давления;
- 5) переход в вертикальное положение из положения лежа;
- 6) снижение онкотического давления плазмы;
- 7) накопление осмотически активных веществ в межтканевой жидкости;
- 8) повышение проницаемости стенок капилляров.

49. Перечислите основные факторы, обеспечивающие движение крови по венам.

Основными факторами, обеспечивающими движение крови по венам, являются:

- 1) градиент давления в венозной системе (создаваемый сердцем);
- 2) сокращение скелетных мышц;
- 3) наличие клапанов в венах;
- 4) отрицательное давление в грудной полости;
- 5) пульсация артерий, расположенных рядом с венами.

50. Объясните, почему сокращение скелетных мышц и пульсация артерий способствуют движению крови по венам к сердцу?

Сокращение мышц и пульсация артерий периодически сдавливают вены; при этом, благодаря клапанам, кровь продвигается только в одном направлении — к сердцу.

51. Что называют центральным венозным давлением? Как его измеряют? Чему оно равно в норме?

Центральное венозное давление (ЦВД) — это давление в верхней и нижней полых венах. ЦВД измеряют с помощью электроманометра при катетеризации правых отделов сердца. В норме оно равно давлению крови в правом предсердии или незначительно превышает его ($0 \pm 2-4$ мм рт. ст.); при выдохе положительное, при вдохе — отрицательное.

52. Объясните, чем и почему опасно зондирование крупных вен?

Зондирование крупных вен опасно, поскольку давление в крупных венах в норме при вдохе ниже атмосферного (отрицательное), при зондировании воздух может попасть в вены, затем в сердце и сосуды легких (воздушная эмболия).

53. Какие методы используются для измерения давления в венах?

Для измерения давления в венах используются следующие методы: прямой метод (с помощью водного или электронного манометров) и непрямой метод окклюзионной плетизмографии.

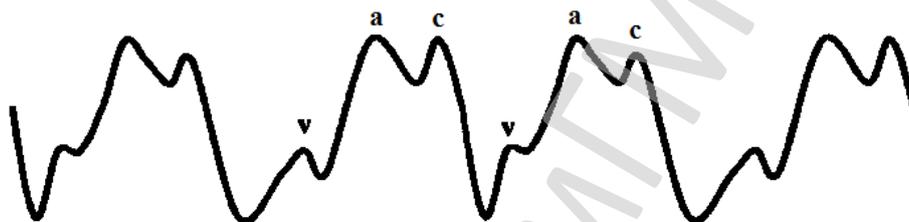
54. Что называют венным пульсом? Каково его происхождение?

Венный пульс — это колебания стенок крупных вен вблизи сердца, обусловленные затруднением притока крови к сердцу во

время систолы предсердий и пульсовыми колебаниями стенок крупных артерий, расположенных рядом с венами.

55. Что называют флебограммой? Нарисуйте флебограмму, обозначьте ее фазы.

Флебограмма — это запись колебания стенок крупных вен вблизи сердца.



a — повышение давления при систоле предсердия;

c — обусловлена повышением давления в полой вене при сокращении желудочков;

v — волна обусловлена повышением давления в вене в связи с прекращением оттока крови из вены в конце диастолы предсердий.

56. Что называют временем кругооборота крови? Какова его величина в покое и при интенсивной мышечной работе?

Временем кругооборота крови называют время, в течение которого частица крови однократно проходит большой и малый круги кровообращения. В покое оно равно 20–25 с, при мышечной работе уменьшается до 9 с.

57. Что называют сосудистым тонусом? Как изменяется сопротивление сосудов при изменении их тонуса? Какие механизмы регуляции сосудистого тонуса различают?

Сосудистый тонус — это определенный уровень напряжения гладких мышц сосудов. При повышении сосудистого тонуса сопротивление повышается, при понижении — снижается. Различают следующие механизмы регуляции сосудистого тонуса: нервный, гуморальный, миогенный.

58. Что называют базальным тонусом сосудов? Назовите его компоненты, дайте соответствующие пояснения?

Базальный тонус сосудов — это напряжение сосудистой стенки, сохраняющееся после устранения нейрогенных и гуморальных влияний. Он включает два компонента:

1) миогенный компонент — автоматическая активность гладких мышц сосудов;

2) эластический компонент — потенциальная энергия растянутой стенки сосуда.

59. Опишите опыт Клода Бернара на ухе кролика, с помощью которого доказано наличие сосудосуживающих нервов у теплокровных животных?

Перерезка симпатического нерва на шее кролика вызывает покраснение и потепление уха на стороне перерезки, а раздражение периферического отрезка нерва вызывает побледнение и охлаждение уха.

60. О чем свидетельствует расширение сосудов уха кролика после перерезки иннервирующего его симпатического нерва и сужение этих сосудов при раздражении периферического конца перерезанного симпатического нерва в опыте Клода Бернара?

Расширение сосудов уха кролика после перерезки иннервирующего его симпатического нерва и сужение этих сосудов при раздражении периферического конца перерезанного симпатического нерва в опыте Клода Бернара свидетельствует о том, что имеется постоянная тоническая импульсация, поступающая к сосудам по симпатическим нервам и что эти нервы являются сосудосуживающими.

61. Где расположен сосудодвигательный центр? Из каких двух отделов он состоит? Каковы взаимоотношения между этими отделами?

Сосудодвигательный центр расположен в ретикулярной формации продолговатого мозга на дне 4-го желудочка. Он состоит из депрессорного и прессорного отделов. Депрессорный отдел оказывает тормозное влияние на прессорный отдел.

62. Как и почему влияет на артериальное давление раздражение депрессорного и прессорного отделов сосудодвигательного центра?

Раздражение депрессорного отдела вызывает падение давления в связи с падением тонуса прессорного отдела центра и расширением сосудов (снижение периферического сопротивления). Раздражение прессорного отдела вызывает повышение давления в связи с сужением сосудов (повышение периферического сопротивления).

63. Как и почему меняется артериальное давление после перерезки спинного мозга под продолговатым мозгом? Что доказывает этот факт?

После перерезки спинного мозга под продолговатым мозгом артериальное давление резко снижается вследствие расширения сосудов. Это доказывает, что сосудодвигательный центр локализован в продолговатом мозге и находится в состоянии тонической активности.

64. Какие нервные механизмы поддерживают тонус сосудодвигательного центра? Какие гуморальные факторы влияют на его тонус?

Поддержание тонуса сосудодвигательного центра осуществляется благодаря импульсации с хеморецепторов синокаротидной, аортальной и сердечной рефлексогенных зон, а также спонтанной активности нейронов сосудодвигательного центра. На его тонус влияет прямое действие на нейроны CO_2 , H^+ и других продуктов метаболизма.

65. Назовите два принципиально различных нервных механизма вазодилатации.

Нервные механизмы вазодилатации:

- 1) расширение сосудов в результате увеличения активности нервов-сосудорасширителей,
- 2) расширение сосудов вследствие уменьшения тонической активности нервов-сосудосуживателей.

66. Перечислите нервы, обладающие сосудорасширяющим действием. Укажите, какие органы и ткани они иннервируют.

Сосудорасширяющим действием обладают:

- 1) симпатические холинергические сосудорасширители (сосуды скелетных мышц);
- 2) некоторые парасимпатические нервы: волокна лицевого (барабанная струна), язычного и языкоглоточного нервов (все они иннервируют сосуды слюнных желез), тазовый нерв (сосуды пещеристых тел);
- 3) волокна задних корешков спинного мозга (расширяют сосуды кожи).

67. Как в эксперименте можно обнаружить влияние симпатических вазодилататоров на сосуды? Какой медиатор выделяется из их терминалей?

В эксперименте можно обнаружить влияние симпатических вазодилататоров на сосуды после выключения адреноблокаторами действия симпатических сосудосуживающих волокон, раздражение симпатических нервов приводит к расширению сосудов скелетных мышц благодаря действию сосудорасширяющих волокон. При этом из их терминалей выделяется ацетилхолин.

68. Какие рефлексы сердечно-сосудистой системы называют собственными, или системными, какие — сопряженными?

Собственные (системные) рефлексы — это рефлексы, осуществляющиеся с рефлексогенных зон, расположенных в пределах сер-

дечно-сосудистой системы; **сопряженные рефлексy** — с любых рефлексогенных зон, расположенных вне сердечно-сосудистой системы.

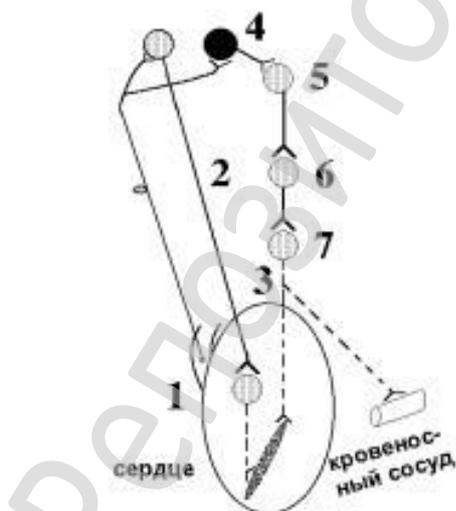
69. Назовите главные рефлексогенные зоны сердечно-сосудистой системы. Укажите, какого типа рецепторы (по адекватному раздражителю) находятся в этих зонах?

Главные рефлексогенные зоны сердечно-сосудистой системы: **аортальная, синокаротидная, легочная, сердечная**. В этих зонах находятся барорецепторы — во всех зонах; хеморецепторы — в синокаротидной и аортальной зонах.

70. Кто и в каком опыте доказал значение аортального нерва в регуляции артериального давления? Какой эффект наблюдался при этом? Какие раздражители являются адекватными для аортальной рефлексогенной зоны?

Значение аортального нерва в регуляции артериального давления доказали Цион и Людвиг в опыте с раздражением центрального отрезка аортального нерва. При этом наблюдается уменьшение артериального давления. Для аортальной рефлексогенной зоны адекватными раздражителями являются изменения давления и изменения химических показателей крови ($\uparrow P_{CO_2}$, $\downarrow P_{O_2}$, $\downarrow pH$).

71. Нарисуйте рефлекторную дугу депрессорного рефлекса с барорецепторов аортальной рефлексогенной зоны. Обозначьте ее звенья.



1 — барорецепторы дуги аорты; 2 — блуждающий нерв (преганглионарные волокна); 3 — симпатический нерв (постганглионарные волокна); 4 и 5 — депрессорная и прессорная части центра кровообращения продолговатого мозга соответственно; 6 — преганглионарный симпатический нейрон спинного мозга; 7 — ганглионарный симпатический нейрон.

72. Где расположена синокаротидная рефлексогенная зона? Кто и в каком опыте доказал значение этой области в регуляции артериального давления? Какие раздражители являются адекватными для этой зоны?

Синокаротидная рефлексогенная зона расположена в области разветвления общей сонной артерии на наружную и внутреннюю. Значение этой области в регуляции артериального давления доказал Геринг в опытах с раздражением афферентного нерва, отходящего от этой зоны (нерв Геринга). Адекватными раздражителями для синокаротидной рефлексогенной зоны являются изменения давления и изменения химических показателей крови ($\uparrow P_{CO_2}$, $\downarrow P_{O_2}$, $\downarrow pH$).

73. Как и почему изменится артериальное давление при двустороннем выключении синокаротидных и аортальных нервов?

При двустороннем выключении синокаротидных и аортальных нервов возникает устойчивое повышение артериального давления (гипертензия), так как исчезает тормозное влияние на прессорный отдел сосудодвигательного центра и возбуждающее влияние на центр блуждающего нерва с сосудистых рефлексогенных зон.

74. Что называют легочной рефлексогенной зоной сердечно-сосудистой системы? Как и почему изменится давление крови в большом круге кровообращения при повышении давления в этой зоне (рефлекс Парина)?

Легочной рефлексогенной зоной сердечно-сосудистой системы называют барорецептивную зону сосудов малого круга кровообращения. При повышении давления в этой зоне (рефлекс Парина) давление крови в большом круге кровообращения снизится вследствие расширения сосудов и замедления работы сердца.

75. Каково биологическое значение рефлекторных влияний на сердце и сосуды большого круга кровообращения с легочной рефлексогенной зоны (рефлекс Парина)?

Рефлекс Парина: в сосудах легочного круга повышение АД ведет к брадикардии, гипотензии, расширению сосудов селезенки. В связи с депонированием крови в большом круге кровообращения венозный возврат к сердцу уменьшается, что препятствует переполнению кровью легких и развитию их отека (защитный или «разгрузочный» рефлекс).

76. Какой тип нервной регуляции (по отклонению или по опережению) использует организм для стабилизации артериального давления с барорецепторов сосудистых рефлексогенных зон? В чем суть этого вида регуляции?

Для стабилизации артериального давления с барорецепторов сосудистых рефлексогенных зон организм использует нервную регуляцию по отклонению. Компенсаторные реакции включаются после изменения артериального давления: при повышении давления включаются механизмы, снижающие его, при понижении — возникает противоположный эффект.

77. Какой тип регуляции (по отклонению или по опережению) использует организм для стабилизации артериального давления с рефлексогенной зоны сердца? В чем суть этого типа регуляции?

Для стабилизации артериального давления с рефлексогенной зоны сердца организм использует нервную регуляцию по опережению. Компенсаторные реакции включаются до изменения системного артериального давления, предупреждая его отклонение от нормы.

78. Как и почему меняется артериальное давление при возбуждении артериальных хеморецепторов? Каков механизм этого изменения?

При возбуждении артериальных хеморецепторов артериальное давление повышается вследствие усиления импульсации от хеморецептивных зон. При этом увеличивается тонус прессорного отдела сосудодвигательного центра, что ведет к сужению сосудов.

79. Назовите биологически активные вещества и изменения химических показателей крови, оказывающие: прямое сосудосуживающее действие, прямое сосудорасширяющее действие.

Сосудосуживающее действие оказывают: норадреналин, вазопрессин, серотонин, ангиотензин.

Сосудорасширяющее действие проявляют: ацетилхолин, гистамин, брадикинин, АТФ, органические кислоты, простагландины, снижение P_{O_2} и pH, повышение P_{CO_2} .

80. Какие два типа адренорецепторов различают в сосудистой системе? Какую реакцию сосудов вызывает их активация? Через какие адренорецепторы реализуют свое влияние на сосудистый тонус адреналин и норадреналин?

В сосудистой системе различают адренорецепторы: альфа-адренорецепторы (сужение сосудов) и бета-адренорецепторы (рас-

ширение сосудов). Адреналин действует и на альфа- и на бета-адренорецепторы сосудов, а норадреналин — преимущественно на альфа-адренорецепторы.

81. Какова реакция сосудов на введение в кровь адреналина при блокаде альфа-адренорецепторов? Объясните механизм.

При блокаде альфа-адренорецепторов реакция сосудов на введение в кровь адреналина — расширение, так как сосудосуживающий эффект адреналина, реализуемый через альфа-адренорецепторы, заблокирован и выявляется его возбуждающее влияние на бета-адренорецепторы («извращенная» реакция на адреналин).

82. Как распределяются в сосудистых областях альфа- и бета-адренорецепторы? Как зависит от этого реакция сосудов на адреналин?

В сосудах имеются оба типа адренорецепторов, но их количество в разных сосудистых областях различно. В большинстве сосудов преобладают альфа-адренорецепторы; адреналин вызывает их сужение; если преобладают бета-адренорецепторы (коронарные сосуды, сосуды легких), адреналин вызывает расширение сосудов.

83. Как и почему меняется артериальное давление при введении в кровь норадреналина? Посредством активации каких рецепторов и в каких органах реализуется этот эффект?

При введении в кровь норадреналина артериальное давление повышается вследствие сужения сосудов (артерий мышечного типа и артериол) и усиления работы сердца. Этот эффект реализуется посредством альфа-адренорецепторов сосудов и бета-адренорецепторов сердца.

84. Как действует гистамин на просвет артериол и проницаемость капилляров? Как и почему может измениться артериальное давление при этом?

Гистамин расширяет артериолы и увеличивает проницаемость капилляров. Артериальное давление при этом может снизиться вследствие увеличения капиллярного давления и выхода жидкости в межклеточные пространства (уменьшение объема циркулирующей крови).

85. Какие факторы местной регуляции кровотока различают? Как и почему изменяется просвет прекапиллярных сфинктеров при прямом действии на них CO₂? Как это влияет на кровенаполнение капилляров?

Различают следующие факторы местной регуляции кровотока: физические (внутрисосудистое давление) и химические (продукты

метаболизма и связанные с их накоплением изменения физикохимических свойств тканевой жидкости и крови). Просвет прекапиллярных сфинктеров при прямом действии на них CO_2 увеличивается, так как происходит расслабление гладкомышечных сфинктеров. Кровенаполнение капилляров при этом возрастает.

86. Что называют рабочей гиперемией? Какие факторы ее вызывают?

Рабочей гиперемией называют расширение сосудов и усиление кровотока в работающих органах. Ее вызывают аденозин, АТФ, фосфорная и молочная кислоты, гистамин и другие тканевые гормоны, увеличение P_{CO_2} , ионов K^+ и осмотического давления, снижение P_{O_2} , рН и другие факторы, сопровождающие усиление метаболизма в ткани.

87. Какое физиологическое значение имеет противоположное влияние метаболитов на сосудистый тонус при их местном и центральном (через сосудодвигательный центр) действии?

Противоположное влияние метаболитов на сосудистый тонус при их местном и центральном (через сосудодвигательный центр) действии обеспечивает расширение сосудов и увеличение кровотока в интенсивно работающих органах (местное действие метаболитов) и повышение системного артериального давления вследствие генерализованного сужения сосудов в неработающих органах (центральное действие).

88. В сосудах каких органов местные химические механизмы регуляции сосудистого тонуса преобладают над влияниями нервной системы? Какое физиологическое значение имеет этот факт?

В сосудах мозга, миокарда, печени, скелетных мышц. Это позволяет сохранять кровоснабжение органов на необходимом для их функциональной активности уровне при значительных колебаниях системного артериального давления.

89. Где и при каких условиях образуется ренин? Как и почему изменяется системное артериальное давление при появлении ренина в крови?

Ренин образуется в юкстагломерулярном аппарате почек при уменьшении их кровоснабжения. При появлении ренина в крови кровяное давление увеличивается, так как ренин, попадая в кровь, активизирует ангиотензиноген, что ведет к сужению сосудов.

90. Каковы пути превращения ангиотензиногена плазмы крови в ангиотензин-II под влиянием ренина?

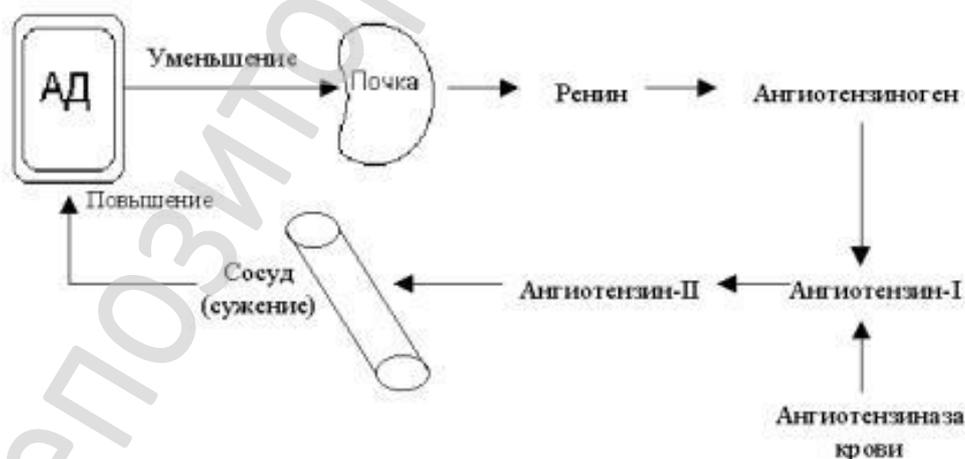
Под действием ренина ангиотензиноген плазмы крови превращается в малоактивное вещество ангиотензин-I, который под влиянием особого фермента плазмы крови (ангиотензинпревращающего) превращается в активное сосудосуживающее вещество — ангиотензин-II.

91. Назовите основные механизмы сосудосуживающего действия ангиотензина-II.

Действие ангиотензина-II:

- 1) оказывает сильное прямое сосудосуживающее влияние на артерии и менее сильное — на вены;
- 2) возбуждает центральные и периферические структуры симпатической нервной системы;
- 3) служит стимулятором выработки альдостерона, усиливающего прессорное действие ангиотензина-II.

92. Нарисуйте схему, отражающую механизм активации ренин-ангиотензиновой системы, участвующей в регуляции системного артериального давления (механизм небыстрого реагирования — около 20 мин).



93. Назовите основные механизмы участия гормона альдостерона в регуляции артериального давления.

Альдостерон (гормон коры надпочечников) усиливает реабсорбцию ионов натрия в почечных канальцах, что ведет к задержке воды в организме и повышению артериального давления. Он повышает также чувствительность гладких мышц сосудов к действию вазоактивных веществ (например, ангиотензина-II).

94. Назовите основные механизмы участия гормона (вазопрессина) в регуляции артериального давления.

Антидиуретический гормон (вазопрессин) (секретируется в гипоталамусе, накапливается и активируется в задней доле гипофиза) увеличивает реабсорбцию воды в почечных канальцах, влияя на артериальное давление путем изменения объема циркулирующей крови; в средних и высоких дозах (в эксперименте) оказывает прямое сосудосуживающее действие, наиболее выраженное в отношении артериол.

95. Что такое брадикинин? Какое влияние он оказывает на сосуды, какова продолжительность его действия? В каких сосудистых областях преимущественно выявляется действие брадикинина?

Брадикинин — полипептид (из группы кининов). Он обладает выраженным сосудорасширяющим эффектом, увеличивает проницаемость капилляров; действует несколько минут. Действие брадикинина преимущественно выявляется в сосудах пищеварительного тракта, потовых желез.

96. Опишите кратко механизм рефлекторной регуляции системного артериального давления с волюморцепторов предсердий при изменении объема циркулирующей крови.

При увеличении объема крови рефлекторно с волюморцепторов предсердий тормозится выделение в кровь вазопрессина (АДГ), что ведет к увеличению диуреза, уменьшению объема циркулирующей крови и, соответственно, снижению артериального давления. Уменьшение объема крови вызывает противоположный результат.

97. Какие основные уровни регуляции сердечно-сосудистой системы выделяют? Какой принцип лежит в основе их взаимодействия?

Основными уровнями регуляции сердечно-сосудистой системы являются: лимбико-гипоталамический, бульбо-спинальный и местный. В основе их взаимодействия лежит принцип субординации: каждый вышележащий уровень может модулировать работу ниже лежащих уровней.

98. Перечислите факторы, под действием которых формируются эфферентные влияния сердечно-сосудистого центра продолговатого мозга на деятельность сердца и сосудов?

Факторы, под действием которых формируются эфферентные влияния сердечно-сосудистого центра продолговатого мозга на дея-

тельность сердца и сосудов: афферентные импульсы от сердечно-сосудистой и других рефлексогенных зон, импульсы от вышележащих отделов мозга (гипоталамуса, лимбической системы, коры большого мозга) и непосредственное влияние гуморальных веществ на сердечно-сосудистый центр.

99. Перечислите основные физиологические механизмы, способствующие подъему артериального давления в организме при кровопотере. Укажите факторы, способствующие включению этих механизмов.

Основные физиологические механизмы, способствующие подъему артериального давления в организме при кровопотере:

1) рефлекторное сужение сосудов сопротивления (в результате уменьшения импульсации с барорецепторов и повышения ее с хеморецепторов сосудистых рефлексогенных зон);

2) рефлекторное увеличение выработки антидиуретического гормона (в результате снижения импульсации от волюморецепторов предсердий);

3) активация ренин-ангиотензин-альдостероновой системы (в результате ухудшения кровоснабжения почек).

100. С помощью какого метода можно доказать возможность регуляторных влияний коры большого мозга на сосудистый тонус? Приведите пример.

Возможность регуляторных влияний коры большого мозга на сосудистый тонус может доказать метод условных рефлексов. При многократном сочетании действия безусловного раздражителя (например, согревание кожи кисти руки) с условным раздражителем (свет), сосуды кисти будут расширяться в ответ на изолированное действие сигнального раздражителя (света). У человека при этом появляется ощущение тепла.

101. Какое физиологическое значение имеет преобладающее влияние центральных механизмов (по сравнению с местными) в регуляции тонуса вен?

Преобладающее влияние центральных механизмов (по сравнению с местными) в регуляции тонуса вен позволяет путем изменения емкости венозного русла быстро и значительно менять венозный возврат крови к сердцу и, соответственно, сердечный выброс (минутный объем крови).

102. Назовите важные в функциональном отношении особенности коронарного кровотока и его регуляции.

Особенности коронарного кровотока состоят в том, что кровь через коронарные сосуды течет преимущественно во время диастолы. В регуляции тонуса коронарных сосудов преобладают местные механизмы.

103. Объясните, почему при сильном растяжении области каротидного синуса у бодрствующих животных (в эксперименте) наблюдается резкое снижение их двигательной активности (вплоть до засыпания)?

При сильном растяжении области каротидного синуса у бодрствующих животных (в эксперименте) наблюдается резкое снижение их двигательной активности (вплоть до засыпания) вследствие раздражения барорецепторов сосудистых рефлексогенных зон. Это вызывает ухудшение кровоснабжения мозга в результате резкого рефлекторного падения артериального давления, что ведет к торможению всех отделов ЦНС, в том числе двигательных центров.

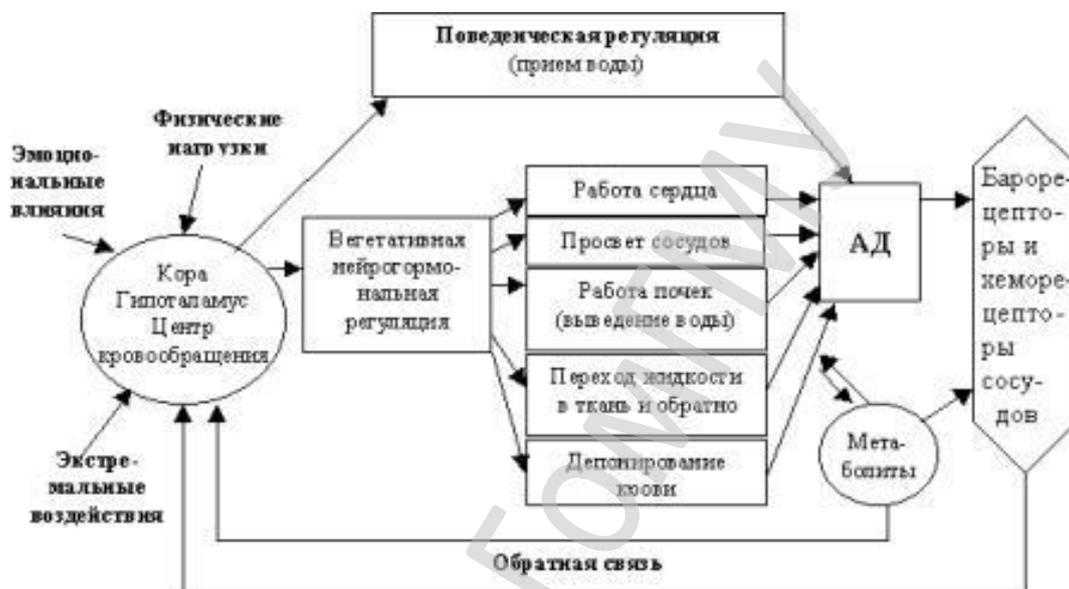
104. Какие процессы ведут к увеличению объема циркулирующей крови (наряду с реакцией почек) при падении кровяного давления? В каких сосудах эти процессы наиболее эффективны? Как и через какой промежуток времени это скажется на величине артериального давления?

К увеличению объема циркулирующей крови (наряду с реакцией почек) при падении кровяного давления ведут уменьшение фильтрации жидкости из капилляров в интерстициальное пространство и увеличение ее реабсорбции в сосудистое русло. Эти процессы наиболее эффективны в сосудах скелетных мышц. Артериальное давление при этом поднимается через 5–10 мин.

105. Как и в результате каких механизмов изменится кровоток в работающих мышцах при эмоциональном или физическом напряжении?

В работающих мышцах при эмоциональном или физическом напряжении кровоток увеличится в результате расширения сосудов под влиянием импульсов, поступающих из ЦНС по симпатическим сосудорасширяющим волокнам, а также вследствие местного действия на сосуды более интенсивно образующихся метаболитов (рабочая гиперемия).

106. Нарисуйте схему функциональной системы, поддерживающей оптимальный для метаболизма уровень системного артериального давления.



По К. В. Судакову (с изменениями)

107. Как делятся все механизмы регуляции гемодинамики в зависимости от скорости развития адаптивных процессов?

В зависимости от скорости развития адаптивных процессов все механизмы регуляции гемодинамики делятся на:

- 1) краткосрочные (срочные) — быстрые, механо- и хеморефлекторные;
- 2) среднесрочные (промежуточные) — гуморальные: ренин-ангиотензин-альдостероновая система, натрийуретический гормон;
- 3) долгосрочные (длительно действующие) — «перестройка» краткосрочных, механизм «давление–натриурез–диурез».

ГЛАВА 8

ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ

8.1. Пищеварение в полости рта и желудке

1. Что такое пищеварение?

Пищеварение — это процесс физической и химической переработки поступающих в организм питательных веществ, обеспечивающий превращение пищевых продуктов в простые химические соединения, способные усваиваться клетками организма.

Особенностью этого процесса является расщепление сложных пищевых веществ на простые, без потери энергетической ценности, но с потерей их видоспецифичности.

2. Что такое питательные вещества?

Питательные вещества — это:

- 1) нутриенты — белки, липиды, углеводы;
- 2) вода и минеральные соли;
- 3) витамины и некоторые биологически активные соединения.

3. Какие виды обработки пищи осуществляются в процессе пищеварения?

В процессе пищеварения осуществляются три вида обработки пищи:

- 1) механическая (жевание, глотание, перемешивание, передвижение пищи);
- 2) химическая (ферментативная);
- 3) физико-химическая (действие соляной кислоты, желчи).

4. Что такое голод? Какие субъективные проявления голода выделяют? Что является внешним объективным проявлением голода?

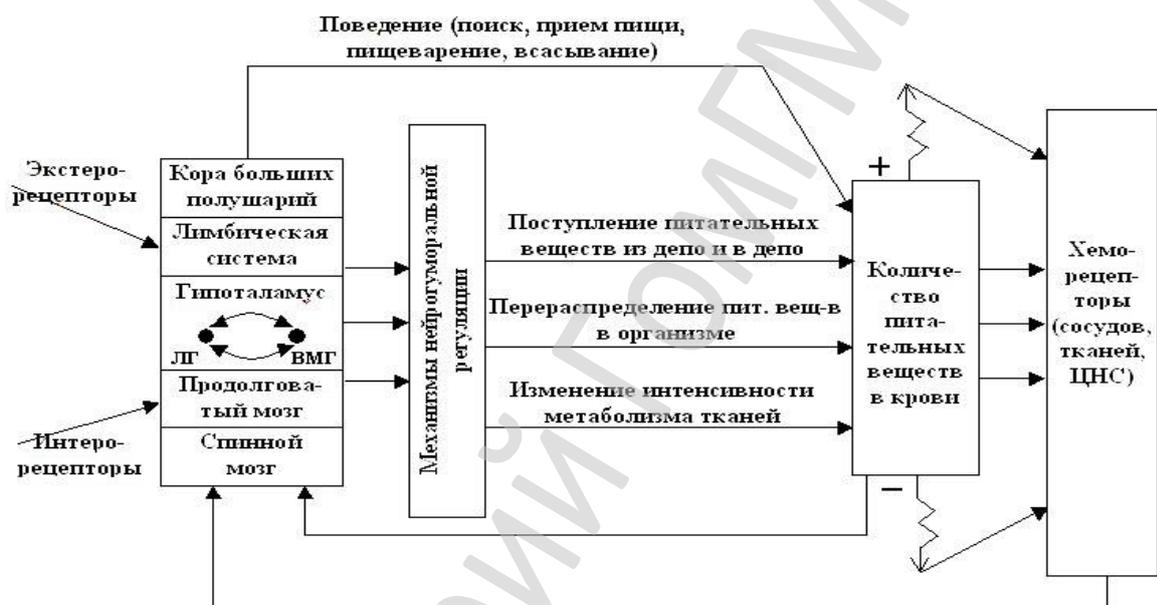
Голод — физиологическое состояние организма, которое отражает потребность человека в питательных веществах.

К субъективным проявлениям голода относятся: неприятные ощущения «жжения», чувство «сосания под ложечкой», тошнота, головокружение, головная боль, чувство общей слабости.

Внешним объективным проявлением голода является поведенческая реакция, связанная с поиском и потреблением пищи.

5. Где находится пищевой центр? Зарисуйте схему функциональной системы регуляции количества питательных веществ в крови пищевым центром.

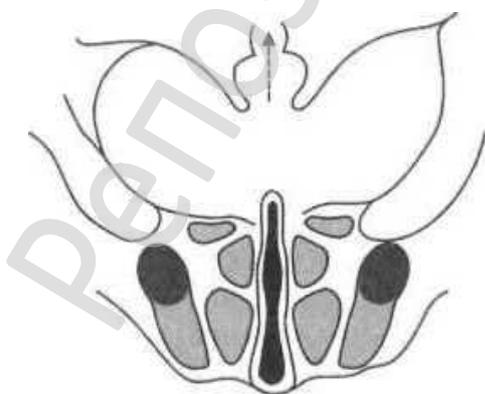
Пищевой центр — это сложный гипоталамо-лимбико-ретикулочортикальный комплекс, т. е., он локализован в продолговатом мозге, ретикулярной формации, гипоталамусе, лимбической системе и коре больших полушарий.



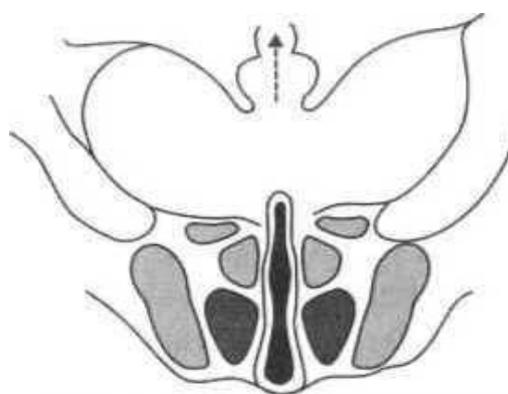
6. Где локализованы основные компоненты пищевого центра? Какие функции выполняет пищевой центр?

Основные компоненты пищевого центра находятся в гипоталамусе:

латеральные ядра гипоталамуса — **центр голода**; вентромедиальные ядра гипоталамуса — **центр насыщения**.



Латеральные ядра гипоталамуса



Вентромедиальные ядра гипоталамуса

Пищевой центр осуществляет формирование и регуляцию пищевого поведения и координирует деятельность пищеварительного тракта.

7. Какие имеются теории голода и насыщения?

Теории, объясняющие формирование чувства голода:

- 1) **глюкостатическая** (связана с понижением содержания глюкозы в крови);
- 2) **аминоацидостатическая** (при недостатке в крови аминокислот);
- 3) **липостатическая** (пищевой центр стимулируется сигналами от жировых депо, когда из них высвобождается жир);
- 4) **термостатическая** (угнетение центра голода в результате повышения температуры омывающей его крови, что происходит во время приема пищи);
- 5) **гидростатическая** (снижение запаса воды уменьшает потребление пищи);
- 6) **метаболическая** (недосток промежуточных продуктов цикла Кребса, являющиеся общими при окислении питательных веществ (белков, жиров и углеводов);
- 7) **локальная теория** «теория пустого желудка».

8. Что такое периоды «голодной» активности органов пищеварения?

Это периодическая деятельность органов пищеварения в состоянии натощак (пустой желудок и кишечник) выражается в усилении моторной и секреторной активности пищеварительного тракта. Наблюдается такая активность в течение 10–20 мин, через каждые 1–1,5 ч.

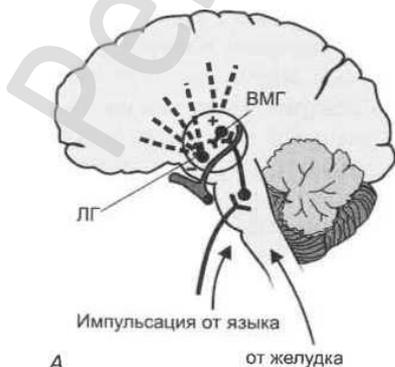
9. Какие бывают виды насыщения?

Различают два вида насыщения:

- 1) первичное, или сенсорное;
- 2) вторичное (обменное, метаболическое), или истинное.

10. Что такое первичное, или сенсорное насыщение?

Чувство сенсорного насыщения возникает рефлекторно, после приема пищи, в результате возбуждения рецепторов рта и желудка. От рецепторов афферентные импульсы поступают в ЦНС, вследствие чего активируется центр насыщения и тормозится центр голода.



11. Когда наступает вторичное метаболическое насыщение?

Метаболическое насыщение возникает вследствие поступления питательных веществ в кровь, обычно наступает через 1,5–2 ч после приема пищи.

12. Что такое аппетит? Какие расстройства аппетита бывают?

Аппетит — это стремление человека к приему определенного вида пищи, это составная часть чувства голода, но может существовать и отдельно.

Расстройства аппетита:

- 1) анорексия — резкое снижение аппетита вплоть до отсутствия;
- 2) булимия (гиперфагия) — усиленное употребление пищи;
- 3) извращенный аппетит — возникающая потребность в приеме в пищу несъедобных веществ (зола, земля, уголь, керосин, бумага и т. д.).

13. Какие пищеварительные функции выполняет желудочно-кишечный тракт?

Желудочно-кишечный тракт выполняет три основные пищеварительные функции: секреторную, моторную, всасывательную.

14. Какие типы пищеварения бывают?

Типы пищеварения разделяют:

— по локализации гидролиза питательных веществ:

- а) внутриклеточное;
- б) внеклеточное (диктантное и контактное).

— в зависимости от происхождения ферментов пищеварения:

- 1) собственное;
- 2) симбионтное;
- 3) аутолитическое.

15. Каково происхождение ферментов в аутолитическом, симбионтном и собственном пищеварении?

Аутолитическое пищеварение осуществляется посредством ферментов самой пищи, симбионтное — посредством ферментов, вырабатываемых микроорганизмами кишечника (симбионтов), а собственное — посредством ферментов, синтезируемых пищеварительными железами самого организма.

16. До каких конечных компонентов расщепляются питательные вещества в пищеварительном тракте?

Белки в пищеварительном тракте расщепляются — до *аминокислот*; жиры — до *глицерина* и *жирных кислот*; углеводы — до *моносахаридов*.

17. На какие группы делятся пищеварительные ферменты?

Пищеварительные ферменты — вещества, осуществляющие гидролиз нутриентов в ходе биоорганических реакций. Пищеварительные ферменты делятся на:

- 1) **протеазы** (расщепляют белковые молекулы);
- 2) **липазы** (расщепляют молекулы липидов);
- 3) **карбогидразы** (амилазы) (расщепляют молекулы сложных углеводов).

18. К какому классу ферментов относятся пищеварительные ферменты и почему при расщеплении полимеров в пищеварительном тракте их энергетическая ценность сохраняется?

Пищеварительные ферменты относятся к классу гидролаз, они гидролизуют питательные вещества, но не расщепляют высокоэнергетические связи молекул пищевых продуктов. При этом основное количество энергии остается в продуктах гидролиза, а освобождается не более 1 % содержащейся в пище энергии.

19. В чем биологический смысл ферментативного дублирования в пищеварительном канале?

Наличие в разных отделах желудочно-кишечного тракта аналогичных по характеру действия на пищевые вещества ферментов (например, протеазы: пепсиноген, трипсиноген, химотрипсиноген) — повышает надежность переваривания.

20. В чем состоит физиологическое значение двигательной функции пищеварительного тракта?

Двигательная функция пищеварительного тракта способствует облегчению переваривания пищи путем измельчения ее, перемешивания, перемещения химуса по желудочно-кишечному тракту, а также обеспечения удаления непереваренных остатков и продуктов экскреции.

21. Какие виды обработки пищи осуществляются в ротовой полости?

В ротовой полости осуществляются три вида обработки пищи:

- 1) механическая (жевание и перемещение пищи ко входу в пищевод);
- 2) физико-химическая (увлажнение и смачивание слизью пищевого комка);
- 3) химическая (начальные стадии гидролиза углеводов).

22. Как называются крупные парные слюнные железы человека, и какого характера слюну они вырабатывают?

К крупным слюнным железам относятся — *околоушная, подчелюстная* и *подъязычная* железы.

23. Какие бывают типы слюнных желез?

В зависимости от вырабатываемого секрета слюнные железы бывают трех типов:

1) **серозные** — вырабатывают жидкий секрет, богатый белковыми компонентами и не содержащий слизи — муцина (околоушная железа и малые железы боковых поверхностей языка);

2) **смешанные** — вырабатывают серозно-слизистый секрет (подчелюстная и подъязычная железы);

3) **слизистые** — вырабатывают слюну, богатую муцином (железы, расположенные на корне языка и неба).

24. Какова физиологическая роль слюны в пищеварении (пищеварительные функции слюны)?

Физиологическая роль слюны:

- 1) смачивание пищи и облегчение процесса жевания;
- 2) разжижение пищи, необходимое для контакта с ферментами;
- 3) вкусовая апробация (участие в оценке ее вкусовых качеств);
- 4) химическая (ферментативная) обработка пищи (гидролиз углеводов);
- 5) защищает слизистую оболочку от повреждений;
- 6) формирование пищевого комка (муцин);
- 7) бактериостатическая (лизоцим);
- 8) частичная нейтрализация кислых продуктов, поступающих в ротовую полость;
- 9) способствует гидролизу белков;
- 10) содержит биологически активные вещества (кинины).

25. В чем заключаются непищеварительные функции слюны для организма?

Непищеварительные функции слюны:

- 1) защитная:
 - а) бактерицидное действие лизоцима;
 - б) иммуноглобулины, которые в большом количестве находятся в слюне, защищают организм от патогенной микрофлоры.
- 2) участие в речеобразовании, так как слюна смачивает и защищает слизистую оболочку полости рта от пересыхания;
- 3) экскреторная;
- 4) инкреторная (каликреин);
- 5) терморегуляторная функция;

6) трофическая функция. Слюна является источником кальция, фосфора, цинка для формирования эмали зуба;

7) муцин способен нейтрализовать кислоты и щелочи;

8) участие в поддержании агрегатного состояния крови. В слюне имеются факторы свертывания крови, а также вещества, обладающие фибринолитической активностью и вещество, стабилизирующее фибрин.

26. Какой состав имеет слюна?

Слюна состоит на 99,4–99,5 % из воды и сухого остатка. Сухой остаток состоит из органической части (альфа-амилаза, протеиназы (катепсины, саливаин), липазы, щелочная и кислая фосфатазы, РНК-азы, лизоцим, калликреин и муцин) и неорганической части: хлориды карбонаты и фосфаты.

27. Назовите основной пищеварительный фермент слюны, и на какой специфический субстрат он действует? Где, преимущественно, осуществляется действие альфа-амилазы слюны, и что влияет на ее активность?

Основным ферментом слюны является альфа-амилаза, она расщепляет полисахариды, в основном крахмал.

Альфа-амилаза слюны осуществляет свое действие в основном в фундальной части желудка, пока содержимое не смешивается с желудочным соком, так как этот фермент инактивируется в кислой среде.

28. Каковы методики забора слюны?

Слюну собирают несколькими способами:

1. У человека: при помощи капсул Лешли — Красногорского, Глинского. Этот метод позволяет собирать слюну отдельно от каждой слюнной железы.

2. У животных: используют фистульный метод Павлова (фистула околоушной или подъязычной слюнной железы — проток железы выводится наружу на щеку).

29. Где находится центр слюноотделения?

Центр слюноотделения (саливации) располагается в продолговатом мозге (ядра 7 и 9 пар черепно-мозговых нервов) в составе комплексного пищевого центра. На центр слюноотделения, находящийся в продолговатом мозге, оказывают регулирующее влияние высшие отделы центральной нервной системы (кора больших полушарий, гипоталамус).

30. Как осуществляется регуляция слюноотделения?

Регуляция слюноотделения происходит за счет нервного и гуморального механизмов.

Нервный механизм регуляции осуществляется с помощью безусловных и условных рефлексов. Процесс слюноотделения находится под контролем вегетативной нервной системы и секреторных (эфферентных) нервов, связывающих рефлекторный центр слюноотделения с соответствующими слюнными железами.

31. В результате раздражения каких рецепторов, возникает безусловный слюноотделительный рефлекс? В составе каких нервов, идут афферентные волокна от рецепторов слизистой рта?

Раздражение вкусовых, тактильных, температурных и других рецепторов слизистой рта, вызывает безусловный слюноотделительный рефлекс.

Афферентные волокна от рецепторов слизистой рта идут в составе тройничного, лицевого, языкоглоточного и блуждающего черепно-мозговых нервов.

32. Какое влияние на слюноотделение оказывает парасимпатическая нервная система?

Парасимпатическая иннервация осуществляется из ядер продолговатого мозга. Поднижнечелюстные и подъязычные железы иннервируются волокнами 7 пары (барабанная струна), околоушные железы — волокнами 9 пары (якобсонов нерв) черепно-мозговых нервов. При раздражении парасимпатических нервов выделяется большое количество жидкой слюны.

33. Какое влияние на слюноотделение оказывает симпатическая нервная система?

Симпатическая иннервация слюнных желез осуществляется от боковых рогов II–IV грудных сегментов спинного мозга, через верхний шейный ганглий.

Раздражение симпатических нервов приводит к выделению небольшого количества густой слюны, богатой ферментами.

34. Как осуществляется гуморальное влияние на слюноотделение?

Гуморальный механизм регуляции осуществляется следующим образом: 1) стимулирует слюноотделение асфиксия (действие угольной кислотой), токсины, калликrein; 2) ингибирует слюноотделение адреналин.

35. Какое влияние оказывает центральная нервная система и эмоциональное состояние на секрецию слюны?

При мысли об аппетитной еде, при акте пережевывания пищи, при тошноте стимулируется выделение слюны. Во время сна, при обезвоживании, в состоянии гнева и страха секреция слюны подавляется.

36. Что такое глотание? Сколько и какие фазы глотания выделяют?

Глотание — это сложный рефлекторный акт, вызванный раздражением рецепторов ротовой полости и глотки, возбуждением центра глотания продолговатого мозга, обеспечивающий передвижение пищевого комка из полости рта в пищевод в результате согласованной деятельности мышц рта, глотки и пищевода.

Рефлекс глотания состоит из трех последовательных фаз:

1) **ротовая** (произвольная), пищевой комок прижимается к твердому небу и переходит на корень языка;

2) **глоточная** (быстрая непроизвольная), мягкое небо приподнимается и препятствует попаданию пищи в носовую полость, а гортань, приподнимаясь, предотвращает попадание пищи в дыхательные пути;

3) **пищеводная** (медленная непроизвольная), обеспечивается рефлекторными перистальтическими сокращениями.

37. Каков механизм рефлекса, в результате которого пища при глотании не попадает в дыхательные пути?

При глотании раздражение рецепторов корня языка вызывает рефлекторное поднятие мягкого неба, закрывающего вход в носовую полость, а сокращение мышц гортани поднимает ее, вследствие чего закрывается вход в дыхательные пути надгортанником.

38. Можно ли доказать, что акт глотания носит рефлекторный характер?

Если нарушить рефлекторную дугу глотательного рефлекса — глотание не осуществляется (например, при анестезии рецепторов корня языка и глотки кокаином).

39. Каковы пищеварительные функции желудка?

Пищеварительные функции желудка:

- 1) депонирование пищи;
- 2) механическая обработка пищи;
- 3) химическая обработка пищи;
- 4) порционная эвакуация пищевого содержимого в кишечник;
- 5) всасывание продуктов гидролиза.

40. Каковы непищеварительные функции желудка?

Непищеварительные функции желудка:

- 1) принимает участие в обмене веществ;
- 2) принимает участие в эритропоэзе (вырабатывает внутренний фактор Кастла);
- 3) поддержание постоянства рН крови;
- 4) бактерицидная;
- 5) экскреторная (с желудочным соком выделяются некоторые вещества);
- 6) эндокринная (клетки слизистой оболочки желудка выделяют БАВ: серотонин, гастрин, глюкогон).

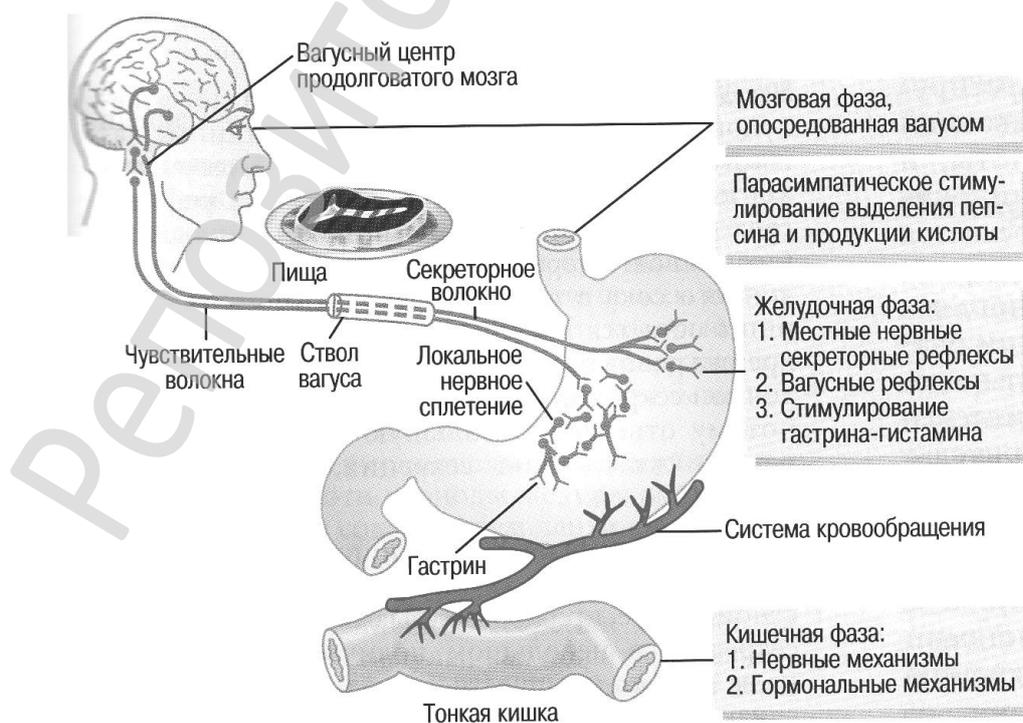
41. В чем преимущество хронического эксперимента перед острым при изучении физиологии пищеварения?

При хроническом эксперименте исследования проводятся периодически в течение длительного промежутка времени на интактных или выздоровевших после предварительной операции животных. Таким образом, условия максимально приближены к естественным.

42. Какие фазы желудочной секреции выделяют?

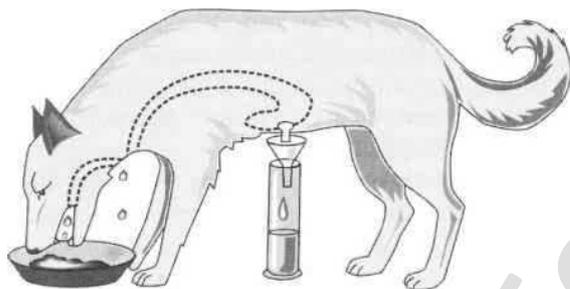
Выделяют 3 фазы желудочного сокоотделения:

- 1) мозговая (цефалическая);
- 2) желудочная;
- 3) кишечная.



43. Почему первую фазу желудочной секреции называют сложнорефлекторной, и в каком опыте это было доказано? Где локализованы рецепторные зоны, раздражение которых ведет к безусловно-рефлекторному отделению желудочного сока в первую фазу желудочной секреции?

Первую фазу желудочной секреции называют сложнорефлекторной, так как она осуществляется путем условных и безусловных рефлексов, это доказано И. П. Павловым в опыте «мнимого» кормления.



Опыт «мнимого» кормления (по И. П. Павлову)

В первую фазу желудочной секреции происходит возбуждение рецепторных зон, которые расположены в слизистой рта и глотки.

44. Как происходит возбуждение секреторной деятельности желудка во вторую (желудочную) и третью (кишечную) фазы секреции?

В эти фазы желудочной секреции осуществляется нейрогуморальный механизм возбуждения. Происходит раздражение хемо- и механорецепторов желудка (вторая фаза) и тонкой кишки (третья фаза), что вызывает возбуждение центров блуждающих нервов, активацию желудочной секреции и выделение гастрина и гистамина. В процессе участвуют и другие желудочно-кишечные гормоны, продукты гидролиза и экстрактивные вещества.

45. Какие железы секретируют желудочный сок?

Желудочный сок секретируют:

- **главные glandулоциты** (главные клетки), продуцирующие пепсиногены;
- **париетальные** (обкладочные клетки) синтезируют соляную кислоту;
- **мукоциты** (добавочные клетки), выделяют мукоидный секрет.

46. Какой состав имеет желудочный сок?

Желудочный сок состоит из жидкой части: вода (99,0–99,5 %) и соляная кислота (0,3–0,5 %) и сухого остатка (1,0–0,5 %), который представлен органическими и неорганическими веществами.

Органическая часть состоит из: ферментов (пепсиногенов, гастроксинов, липаз), мочевины, мочевой и молочной кислот, аминокислот, полипептидов и мукоидов.

Неорганическая часть состоит из: хлоридов, сульфатов, фосфатов и гидрокарбонатов натрия, калия, кальция и магния.

47. Каково значение мукоидов, содержащихся в желудочном соке? Что по химическому составу представляет собой желудочная слизь и какова ее функция?

Основным компонентом желудочной слизи является слизистый гликопротеин. Кроме того, в состав слизи входят синтезируемые клетками слизистой оболочки желудка фосфолипиды, сфинголипиды и глицероглюколипиды. Мукоиды защищают слизистую оболочку желудка от механических и химических воздействий.

48. Что такое внутренний фактор Кастла и где он вырабатывается? Почему внутренний фактор Кастла является жизненно необходимым компонентом желудочного сока?

Фактор Кастла — это гастромукопротеид, вырабатывается париетальными клетками слизистой желудка (наряду с HCl), он способствует всасыванию витамина B₁₂, участвующего в кроветворении.

При недостатке внутреннего фактора Кастла нарушается всасывание витамина B₁₂, являющегося противоанемическим. Ранее пациенты, страдавшие атрофическим гастритом, часто умирали, но не от осложнений, связанных с нарушением питания, а вследствие развития пернициозной анемии. В настоящее время это состояние предотвращается при парентеральном назначении витамина B₁₂.

49. Какие функции соляной кислоты желудочного сока?

Функции соляной кислоты желудочного сока:

- активация пепсиногенов;
- вызывает денатурацию и набухание белков;
- обладает антибактериальным действием;
- регулирует деятельность пищеварительного тракта;
- способствует декальцинации костей пищи;
- принимает участие в запирательном пилорическом рефлексе (препятствует эвакуации);
- регулирует моторную деятельность желудка.

50. Какие функции соляной кислоты непосредственно связаны с физико-химической обработкой пищи?

Соляная кислота вызывает набухание и денатурацию белков, активирует пепсиногены, создает оптимальную среду для действия пепсинов, ускоряет створаживание молока.

51. Какие функции соляной кислоты непосредственно не связаны с физико-химической обработкой пищи?

Соляная кислота регулирует моторику желудка, работу пилорического сфинктера, способствует образованию фактора Кастла, оказывает бактерицидное действие, тормозит выделение гастрина.

52. Какие ферменты входят в состав желудочного сока?

Ферменты желудочного сока делятся на: пищеварительные и непищеварительные. К пищеварительным ферментам относятся:

1) **протеолитические** (собственно пепсины, пепсин В (желатиназа), реннин (химозин) и гастриксин);

2) **липолитические** (желудочная липаза), расщепляет жиры молока.

К непищеварительным ферментам относятся лизоцим (мурамидаза) и муколизин.

53. Что является активаторами пепсиногенов желудочного сока? На какие питательные вещества действуют пепсины, и до каких соединений они их расщепляют?

Пепсиногены желудочного сока активируются соляной кислотой и пепсинами.

Пепсины расщепляют белки, в основном до полипептидов.

54. Какова оптимальная рН среды, необходимая для активации пепсинов фундального и антрального отделов желудка?

Для пепсинов фундального отдела оптимальной является рН — 1,5–2, а для пепсинов антрального отдела — 3,2–3,5.

55. Какие оптимальные условия рН среды и особенности ферментативного действия пепсиногенов желудочного сока?

- **пепсин А** — гидролизует белки при оптимуме рН 1,5–2;
- **пепсин В (желатиназа)** — гидролизует белки при рН < 5,6;
- **пепсин С (гастриксин)** — гидролизует белки при оптимуме рН 3,2–3,5;

• **пепсин D (реннин, химозин)** — расщепляет казеин (белок молока) в присутствии ионов Ca^{2+} при рН 5,6.

56. Какие жиры способна расщеплять желудочная липаза?

Желудочная липаза способна расщеплять только эмульгированные жиры (жиры молока) при рН 5,9–7,9, так как в желудке нет условий для эмульгирования жиров.

57. Как осуществляется регуляция объема желудочной секреции?

Регуляция желудочной секреции делится на нервную и гуморальную:

Нервная регуляция желудочной секреции:

- стимуляция желудочных желез осуществляется секреторными волокнами в составе блуждающих нервов;
- тормозящее влияние на железы желудка оказывают симпатические нервы, снижая объем секреции.

Гуморальная регуляция желудочной секреции:

- *стимуляторы:* гастрин, гистамин, бомбезин, мотилин;
- *ингибиторы:* секретин, холецистокинин-панкреозимин, ЖИП, ВИП, соматостатин, энтерогастрон, бульбогастрон, серотонин.

58. Раздражение каких рецепторных зон желудочно-кишечного тракта вызывает безусловно-рефлекторное возбуждение желудочных желез?

Безусловно-рефлекторное возбуждение желудочных желез вызывает раздражение рецепторов слизистой рта, глотки, желудка, двенадцатиперстной кишки и других отделов тонкого кишечника.

59. Как можно доказать, что существует гуморальный механизм регуляции желудочных желез?

Гуморальный механизм регуляции желудочных желез доказывается введением в кровь гормонов желудочно-кишечного тракта, переливанием крови от сытого животного голодному и наблюдением за секрецией изолированного денервированного желудочка (по Гейденгайну).

60. В чем преимущество опыта И. П. Павлова по созданию изолированного малого желудочка, над другими методами изучения секреции желудка?

В 1894 г. И. П. Павлов усовершенствовал метод Гейденгайна, он произвел операцию по созданию маленького изолированного желудочка (из большого желудка выкраивается маленький желудочек, не сообщающийся с основным). Достоинством операции является то, что она не нарушает кровоснабжение и иннервацию маленького желудочка, и секреторные процессы в нем протекают нормально, отражая активность железистого аппарата большого желудка. Так как пища в изолированный желудочек не попадает, то выделяемый его железами желудочный сок свободен от посторонних примесей, и можно изучить его качественный и количественный состав.

61. Чем отличается регуляция деятельности изолированного желудочка по И. П. Павлову от регуляции изолированного желудочка по Гейденгайну?

Регуляция деятельности изолированного желудочка по И. П. Павлову отличается от регуляции изолированного желудочка по Гейденгайну тем, что симпатическая нервная система в желудочке по Гейденгайну не принимает участия в секреции и моторике желудка.

62. Какие химические вещества стимулируют выработку желудочного сока? От чего зависит количество желудочного сока, выделяемого человеком за сутки? Какова величина его рН?

Выработку желудочного сока стимулируют:

- 1) гормоны желудочно-кишечного тракта;
- 2) продукты гидролиза белков;
- 3) экстрактивные вещества мяса и овощей.

В среднем за сутки выделяется 2–2,5 л желудочного сока, рН = 1,5–2,0. На разные пищевые вещества отделяется разное количество различного по составу желудочного сока.

63. Как влияет вегетативная нервная система на моторику желудка?

Парасимпатические влияния усиливают все типы сокращения желудка, а симпатические — ослабляют.

64. Какие гормоны пищеварительного тракта оказывают влияние на моторику желудка?

Моторику желудка усиливают — гастрин и мотилин, а тормозят — желудочный ингибирующий полипептид (ЖИП), секретин, холецистокинин.

65. Какое влияние на секреторную деятельность желудка оказывает гастрин?

После приема пищи увеличивается концентрация гастрин в плазме крови, следствием чего является стимуляция секреции соляной кислоты и пепсина, а также выделение желудочной слизи.

66. Как гастрин влияет на секрецию и моторику желудка, двенадцатиперстной кишки, тонкого кишечника, желчного пузыря и поджелудочной железы?

Гастрин стимулирует секрецию желудка, двенадцатиперстной кишки, поджелудочной железы, усиливает моторику желудка, тонкой кишки и желчного пузыря.

67. Каким образом гастрин влияет на секрецию соляной кислоты?

Гастрин стимулирует обкладочные клетки прямым и косвенным путем. Во-первых, на обкладочной клетке гастрин связывается с определенным рецептором, что приводит к фосфорилированию белков, участвующих в морфологической трансформации обкладочной клетки. Во-вторых, гастрин влияет на энтерохромаффиноподобные клетки, вызывая локальный выброс гистамина, который паракринно, по цАМФ-зависимому механизму, стимулирует обкладочные клетки.

68. Какие гормоны пищеварительного тракта стимулируют, а какие тормозят секрецию пепсиногенов в желудке?

Секрецию пепсиногенов в желудке стимулируют: гастрин, бомбезин, мотилин и холецистокинин-панкреозимин.

Секрецию пепсиногенов в желудке тормозят: ЖИП, ВИП (вазоактивный интестинальный пептид), гастрионы и энтерогастроны.

69. Как влияет секретин на секреторную функцию желудка?

Секретин является блокатором продукции соляной кислоты париетальными клетками желудка, но оказывает стимулирующее действие на секрецию пепсиногена glanduloцитами.

70. Какое влияние на пищеварительную систему оказывает холецистокинин?

Холецистокинин стимулирует секрецию ферментов поджелудочной железы и желудка, тормозит секрецию соляной кислоты в желудке; стимулирует сокращения желчного пузыря.

71. Какие гормоны являются гастроинтестинальными? Какое влияние оказывает бомбезин на их выработку?

К гастроинтестинальным гормонам относятся: гастрин, холецистокинин, панкреатический полипептид (ПП), нейротензин. Бомбезин увеличивает их выделение.

72. Какое влияние на секреторную деятельность желудка оказывает гистамин?

Гистамин вызывает выделение большого количества желудочного сока с малым содержанием ферментов и высокой кислотностью.

73. Где расположены центры нервов, стимулирующих выделение желудочного сока?

В продолговатом мозге находятся центры блуждающих нервов, которые стимулируют выделение желудочного сока.

74. Что стимулирует секрецию и активность пепсина?

Соляная кислота и вагусная стимуляция способствуют выделению пепсиногена. Под влиянием кислой среды он превращается в активную форму — пепсин. В нейтральной среде пепсин теряет свою активность и денатурирует.

75. Какие существуют основные методы исследования секреторной деятельности желудка у человека?

Для исследования секреторной деятельности желудка у человека проводится зондирование и зондовая рН-метрия, с целью получения желудочного сока и последующего исследования его состава и рН.

76. Что такое пищевая релаксация желудка? Какой механизм лежит в основе рецептивного расслабления?

Пищевая релаксация желудка, или **рецептивное расслабление**, — это способность гладкой мускулатуры проксимального отдела кишечника расслабляться во время желудочной фазы секреции, когда в него поступает пища. Это позволяет желудку вмещать большие объемы пищи при минимальном повышении давления в его полости.

Рецептивное расслабление желудка регулируется блуждающим нервом и становится невозможным после ваготомии. Этому процессу способствует также холецистокинин.

77. В чем состоит моторная функция желудка?

Моторная функция желудка осуществляет:

- 1) депонирование;
- 2) перемешивание;
- 3) передвижение желудочного содержимого;
- 4) порционную эвакуацию.

78. Какие типы волн регистрируют при сокращении желудка?

Сокращения желудка формируют следующие типы волн:

- **перистальтические** — происходит циркуляторное сокращение в проксимодистальном направлении;
- **систолические** — обеспечивают эвакуацию пищи из желудка;
- **тонические** — сокращения большой амплитуды и длительности, оказывающие давление на пищевое содержимое, сдвигая его из фундального отдела в антральную часть желудка.

79. С помощью какого механизма происходит эвакуация содержимого желудка?

Эвакуация содержимого желудка осуществляется рефлексорно. Наполнение антрального отдела желудка способствует открытию пилорического сфинктера и эвакуации содержимого желудка, а

наполнение двенадцатиперстной кишки вызывает закрытие сфинктера, прекращая эвакуацию желудочного химуса.

80. Какие факторы влияют на скорость эвакуации содержимого желудка в двенадцатиперстную кишку?

На переход содержимого желудка в двенадцатиперстную кишку оказывают влияние: состав химуса, его консистенция, рН и осмотическое давление.

Жидкий химус эвакуируется быстрее, чем густой. Белковая пища задерживается в желудке дольше углеводной, жиры в кишечнике также тормозят эвакуацию. Высокое осмотическое давление и низкий уровень рН в желудке ускоряют из него эвакуацию, а в кишечнике — тормозят эвакуацию химуса из желудка.

81. Каким образом соляная кислота регулирует работу пилорического сфинктера?

Открытие пилорического сфинктера происходит вследствие раздражения рецепторов слизистой пилорической части желудка соляной кислотой. Со стороны двенадцатиперстной кишки соляная кислота, находящаяся в химусе, воздействует на хеморецепторы слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки, что приводит к закрытию пилорического сфинктера.

82. Что такое рвота?

Рвота — сложнорефлекторный акт, начинающийся с сокращения тонкой кишки, в результате чего, часть содержимого кишки выталкивается в желудок. Через 10–20 с происходит сокращение желудка, раскрывается вход в желудок, резко и с силой сокращаются мышцы брюшной стенки и диафрагмы и содержимое желудка в момент выдоха выбрасывается через пищевод в полость рта. При рвоте дыхание тормозится, и пища не попадает в дыхательные пути.

83. Каково значение рвотного рефлекса для организма?

Как правило, рвота имеет защитное значение при интоксикации организма, но, так же возникает при стимуляции определенных рецепторов. Центр рвоты находится на дне 4 желудочка.

8.2. Пищеварение в кишечнике

1. Какова основная функция тонкого кишечника?

Основная функция тонкого кишечника — окончательное расщепление питательных веществ и всасывание их в кровь.

2. Под действием секрета каких желез, осуществляется пищеварение в кишечнике?

Химическое действие на пищу в тонкой кишке оказывает поджелудочный сок, желчь и кишечный сок. В тонком кишечнике пищеварение продолжается уже в щелочной среде под действием ферментов, которые поступают в просвет кишки в составе секрета (сока) поджелудочной железы, а также в составе кишечного секрета (сока) от энтероцитов — клеток тонкой кишки. Печень секретует желчь, которая необходима для активации ферментов и эмульгирования жиров.

3. Какие основные пищеварительные и непищеварительные функции печени?

1. Пищеварительная функция печени заключается в выработке желчи.

2. Непищеварительные функции: антитоксическая, экскреторная, терморегуляторная, синтез факторов свертывания и других белков крови, образование мочевины, разрушение различных веществ (гормонов, гемоглобина); депо крови, железа, витаминов А и D, углеводов; участие в метаболизме белков, жиров и углеводов.

4. В чем выражается антитоксическая функция печени?

Антитоксическая функция печени заключается в обезвреживании инфекционных агентов и токсических веществ, поступивших в организм извне или образовавшихся в ходе межклеточного обмена.

5. Желчь — это секрет или экскрет?

Желчь является секретом, участвующим в процессе пищеварения (например, в эмульгировании жиров), и экскретом, так как в ее составе выводятся из организма продукты метаболизма (например, желчные пигменты).

6. Какие вещества являются основными составляющими желчи?

Главные составные части желчи — это: соли желчных кислот, желчные пигменты, жирные кислоты, холестерин, неорганические соли, ферменты и слизь.

7. Где синтезируются и какие функции выполняют желчные кислоты?

Желчные кислоты (гликохолевые и таурохолевые) синтезируются гепатоцитами, они уменьшают поверхностное натяжение жировых частиц, что приводит к эмульгированию жира. Более того, желчные кислоты способствуют всасыванию жирных кислот, мо-

ноглицеридов, холестерина и других липидов. Без желчных кислот более 40 % липидов пищи теряется с калом.

8. Что такое первичные и вторичные желчные кислоты?

В печени человека синтезируются две основные желчные кислоты: *холевая* и *хенодезоксихолевая*. Эти кислоты являются первичными, когда они попадают в кишечник, они могут дегидроксигироваться кишечной микрофлорой и превращаются во вторичные желчные кислоты либо в *дезоксихолевую*, либо в *литохоловую*. Первичные и вторичные желчные кислоты реабсорбируются путем кишечнопеченочной циркуляции и повторно секретируются в желчь.

9. В чем разница между желчными солями и желчными кислотами?

Желчные кислоты (первичные и вторичные) представляют собой недиссоциированную молекулу, плохо растворимую в воде. Конъюгация с глицином и таурином в гепатоцитах переводит молекулу в ионизированное водорастворимое состояние в желчных путях и кишечнике (*гликодезоксихолевая* и *тауродезоксихолевая* кислоты). Ионизированная молекула, так как имеет отрицательный заряд, соединяется электростатическими связями, в основном с Na^+ и таким образом становится *солью желчной кислоты*.

10. Чем отличается пузырная желчь от печеночной?

Пузырная желчь более концентрирована за счет реабсорбции воды и минеральных солей (бикарбонатов), она более кислая и имеет более темный цвет.

11. Что такое желчные пигменты?

Желчные пигменты — это продукты распада гемоглобина: билирубин (красно-желтого цвета) и биливердин (зеленого цвета).

12. Какова роль желчи в пищеварении?

Роль желчи в пищеварении:

- 1) способствует ощелачиванию кишечного содержимого в двенадцатиперстной кишке;
- 2) обеспечивает эмульгирование жиров и ускорение их гидролиза липазами;
- 3) растворяет продукты гидролиза жиров, способствует их всасыванию и ресинтезу триглицеридов в энтероцитах;
- 4) повышает активность панкреатических и кишечных ферментов (особенно липаз);
- 5) усиливает гидролиз и всасывание белков и углеводов;
- 6) стимулирует желчеобразование и желчевыделение;

- 7) стимулирует моторную и эвакуаторную функции тонкой кишки, пролиферацию эпителия слизистой кишки;
- 8) обладает бактериостатическим действием;
- 9) гидролиз и всасывание жиров при участии желчи обеспечивает всасывание жирорастворимых витаминов А, D, Е, К.
- 10) обеспечивает иммунитет за счет содержания Ig А.

13. Что такое «холерез»? Что такое «холекинез»? Когда образуется и когда выделяется желчь в двенадцатиперстную кишку?

Холерез (желчеобразование) — это процесс образования желчи, который осуществляется в печени непрерывно.

Холекинез (желчевыделение) — это процесс поступления желчи в двенадцатиперстную кишку, осуществляется периодически, после приема пищи.

Желчь образуется непрерывно, а выделяется периодически во время еды и в процессе пищеварения (0,5–1,0 л в сутки).

14. Как можно получить желчь для анализа у человека?

Желчь для анализа забирают путем зондирования двенадцатиперстной кишки.

15. Как происходит регуляция холереза?

Активатором холереза являются блуждающий нерв и прием пищи, а также гуморальные вещества: секретин, гастрин, холецистокинин, простагландины, желчные кислоты. Ингибитор холереза — симпатический нерв.

16. С каких рефлексогенных зон последовательно безусловнорефлекторным путем регулируется желчеобразование и желчевыделение?

Желчеобразование и желчевыделение регулируется безусловно-рефлекторным путем, начиная с рефлексогенных зон слизистой рта, затем слизистой желудка и затем слизистой тонкой кишки.

17. Какое влияние оказывает блуждающий нерв на процесс желчевыделения?

Блуждающий нерв вызывает сокращение желчного пузыря и расслабление сфинктера Одди, в результате чего, желчь выделяется в двенадцатиперстную кишку.

18. Какие гормоны пищеварительного тракта стимулируют выделение желчи в двенадцатиперстную кишку? Какие пищевые продукты стимулируют выделение желчи в кишечник?

Выделение желчи в двенадцатиперстную кишку стимулируют: холецистокинин-панкреозимин, гастрин, секретин и бомбезин.

Выделение желчи в кишечник стимулируют следующие продукты: жиры, мясо, яичные желтки и молоко.

19. Как происходит кишечно-печеночная циркуляция желчных кислот?

Выделившиеся в кишку желчные кислоты способствуют всасыванию жирных кислот, затем 80–85 % самих желчных кислот подвергаются обратному всасыванию в дистальном отделе подвздошной кишки. Попадая в кровь через воротную вену, они поступают в печень и вновь включаются в состав желчи для повторного использования. Таким способом желчные кислоты циркулируют до 18 раз, прежде чем они постепенно не будут удалены с калом.

20. Какие железы выделяют свой секрет в полость двенадцатиперстной кишки?

В двенадцатиперстную кишку выделяют секрет:

- 1) поджелудочная железа;
- 2) печень;
- 3) дуоденальные (бруннеровы) железы.

21. В чем состоит внешнесекреторная деятельность поджелудочной железы? Какие основные фазы секреции сока поджелудочной железы выделяют?

Внешнесекреторная деятельность поджелудочной железы заключается в образовании и выделении в двенадцатиперстную кишку 1,5–2,0 л панкреатического сока.

Выделяют три фазы секреции сока поджелудочной железы:

- 1) мозговая (церебральная);
- 2) желудочная;
- 3) кишечная.

22. Какие вещества расщепляются ферментами поджелудочной железы?

Ферменты поджелудочного сока переваривают все виды питательных веществ: белки, жиры, углеводы и продукты их неполного гидролитического расщепления.

23. В каком виде выделяются ферменты поджелудочной железы?

Сок поджелудочной железы богат ферментами, которые синтезируются в ацинозных панкреоцитах. Амилаза, липаза и нуклеаза секретируются поджелудочной железой в активном состоянии, а протеазы — в виде зимогенов (неактивной форме).

24. Какие ферменты поджелудочной железы расщепляют белки?

Ферменты поджелудочной железы, расщепляющие белки, — это: трипсин, химоотрипсин, эластаза, карбоксипептидазы А и В.

25. Почему протеазы поджелудочной железы секретируются в неактивной форме?

Протеолитические ферменты поджелудочного сока не активируются до тех пор, пока не будут выделены в кишечник, это предотвращает самопереваривание поджелудочной железы. Кроме того, клетки, которые секретируют протеолитические ферменты в ацинусах поджелудочной железы, выделяют одновременно вещество, названное ингибитором трипсина.

26. Что является активаторами протеолитических ферментов панкреатического сока в 12-перстной кишке?

Под влиянием желчи клетки слизистой начального отдела тонкого кишечника начинают вырабатывать фермент **энтерокиназу**, которая превращает неактивную форму фермента трипсиноген в активный трипсин, а этот фермент в свою очередь активизирует остальные компоненты панкреатического сока: химоотрипсиноген, прокарбоксипептидазы А и В, и проэластазу.



27. Какие ферменты поджелудочной железы гидролизуют жиры, углеводы и нуклеиновые кислоты?

- 1) жиры гидролизуются липазой, фосфолипазой, лецитиназой и эстеразой;
- 2) углеводы гидролизуются альфа-амилазой, мальтазой и лактазой;
- 3) нуклеиновые кислоты — рибонуклеазой и дезоксирибонуклеазой.

28. Какие вещества и до каких соединений расщепляют трипсин и химотрипсин?

Трипсин и химотрипсин действуют на белки и продукты их гидролитического расщепления, расщепляя их до олигопептидов и аминокислот.

29. Какие вещества и до каких соединений расщепляет липаза поджелудочной железы, что увеличивает эффективность расщепления?

Липаза поджелудочной железы расщепляет жиры до моноглицеридов и жирных кислот. Для эффективности действия липазы необходима желчь, которая эмульгирует жиры, резко увеличивая площадь поверхности, доступную для действия нерастворимой в жирах липазы.

30. Какое влияние оказывают парасимпатические и симпатические нервы на количество и состав выделяемого панкреатического секрета?

Парасимпатические нервы, действуя на поджелудочную железу, стимулируют выделение большого количества бедного ферментами секрета, а симпатические способствуют секреции небольшого количества богатого ферментами панкреатического сока.

31. Какие гастроинтестинальные гормоны и гормоны поджелудочной железы стимулируют, а какие тормозят ее внешнесекреторную функцию?

Гормоны, стимулирующие внешнесекреторную функцию поджелудочной железы: гастрин, секретин, холецистокинин-панкреозимин, бомбезин, субстанция P и инсулин.

Тормозят внешнесекреторную функцию поджелудочной железы: панкреатический полипептид (ПП), энкефалин, соматостатин, ЖИП и глюкагон.

32. Какой механизм стимуляции секретинном поджелудочной железы?

Под влиянием соляной кислоты, поступающей из желудка, неактивный секретин, вырабатываемый слизистой оболочкой двенадцатиперстной кишки, переходит в активную форму. Всасываясь в кровь, секретин достигает поджелудочной железы, в которой усиливает секрецию воды и электролитов, преимущественно бикарбоната. Увеличивая объем выделяемого поджелудочной железой сока, секретин не влияет на образование железой ферментов.

33. Как доказать наличие гуморальной регуляции внешнесекреторной деятельности поджелудочной железы?

Если ввести в кровь какой-либо гормон, влияющий на панкреатическую секрецию, или перелить кровь от сытого животного голодному, происходит изменение секреторной активности железы.

34. В чем заключается физиологическая роль гастрина в пищеварении?

Физиологическая роль гастрина заключается в его секреторном, моторном и трофическом действии на пищеварительный тракт. После приема пищи увеличивается концентрация гастрина в плазме крови, следствием чего является стимуляция секреции соляной кислоты и пепсина, а также выделение желудочной слизи. Кроме того, гастрин влияет на трофику желудка, тонкого кишечника и поджелудочной железы.

35. В чем заключается физиологическая роль секретина в пищеварении?

Секретин угнетает секрецию соляной кислоты в желудке, подавляет секрецию гастрина, стимулирует процесс желчеобразования в печени и секреторную активность поджелудочной железы и кишечника.

36. Перечислите кишечные железы.

Выделяют следующие кишечные железы:

Бруннеровы — секретируют слизь, содержащую муцин и бикарбонаты.

Либеркюновы — секретируют слизь, ферменты, воду, электролиты.

37. Что представляет собой кишечный сок?

Кишечный сок — бесцветная мутноватая жидкость, pH = 7,2–8,6, за сутки выделяется до 2,5 л. Состоит из плотной части (спущенные клетки кишечного эпителия и слизь) и жидкой части (вода, минеральные соли: хлориды, гидрокарбонаты, фосфаты, ионы натрия, калия, кальция и ферменты).

38. Какие основные ферменты входят в состав сока, выделяемого слизистой тонкого кишечника? На какие группы по принципу специфичности действия делятся ферменты кишечного сока?

В состав сока, выделяемого тонким отделом кишечника, входят следующие ферменты: пептидазы, нуклеазы, липаза, фосфолипаза, фосфатазы, амилаза, лактаза, сахараза и энтерокиназа.

По своей специфичности ферменты кишечного сока делятся на:

- 1) амилалитические: α -амилаза (панкреатического происхождения), мальтаза, сахараза, лактаза;
- 2) протеолитические: полипептидазы;
- 3) липолитические: фосфолипаза — расщепляет фосфолипиды, лецитин, изолецитин, моноглицеридлипаза — расщепляет моноглицериды до глицерина и жирных кислот, щелочная фосфатаза — расщепляет эфиры ортофосфорной кислоты, холестерераза — гидролизует холестерин на глицерин и жирные кислоты;
- 4) нуклеазы: ДНКаза, РНКаза, нуклеотидазы, нуклеозидазы.

39. Какой фермент называют «ферментом фермента» и где он вырабатывается?

Этот фермент — *энтерокиназа*, он вырабатывается в тонком кишечнике и активирует трипсиноген, переводя его в активную форму трипсин.

40. Какие существуют два основных механизма пищеварения в желудочно-кишечном тракте?

Существует *полостное* и *пристеночное* пищеварение. Полостное пищеварение осуществляется при участии ферментов экзокринных желез (слюнные, панкреатические ферменты, желудочный пепсин) в полости ЖКТ. Пристеночное или контактное пищеварение происходит при непосредственном контакте молекул питательных веществ с ферментами эпителия щеточной каемки тонкого кишечника.

41. Когда и кем было открыто пристеночное пищеварение? Как осуществляется пристеночное (мембранное) пищеварение?

Пристеночное (мембранное) пищеварение было открыто в 1957 г. советским ученым А. М. Уголевым.

Мембранное, пристеночное или контактное пищеварение осуществляется ферментами, фиксированными на гликокаликсе и на наружной поверхности клеточных мембран энтероцитов (микроворсинок) тонкого кишечника. За счет специальной структуры — щеточной каймы, образованной микроворсинками мембран энтероцитов, (до 3 тыс. микроворсинок на каждом энтероците) увеличивается площадь контакта пищевых продуктов с мембраной (в 14–39 раз).

42. В чем преимущество пристеночного пищеварения?

Особенности пристеночного пищеварения:

- 1) оптимальная ориентация фермента и его субстрата увеличивает скорость гидролиза, обеспечивается максимальная активность ферментов;
- 2) предотвращает развитие патогенной микрофлоры, всасывание веществ происходит из стерильной зоны;

3) пищеварение изолировано от конкурирующей флоры (обитающие в кишечнике условно патогенные микроорганизмы не могут пройти в промежутки между микроворсинками);

4) увеличивается срок действия ферментов за счет их фиксированного положения (полостные ферменты удаляются с химусом).

43. Как можно доказать существование мембранного пищеварения?

Доказать существование мембранного пищеварения можно, если в пробирку с крахмалом и амилазой добавить кусочки тонкой кишки, гидролиз крахмала существенно ускорится.

44. Где синтезируются и локализуются ферменты, участвующие в мембранном пищеварении?

В мембранном пищеварении участвуют ферменты, часть из которых адсорбируется из кишечного сока, а часть синтезируется непосредственно энтероцитами тонкого кишечника. На поверхности микроворсинок каемчатых энтероцитов в двенадцатиперстной и тощей кишке находится трехмерная густая сеть — гликокаликс, в котором расположены многочисленные пептидазы. Именно здесь эти ферменты осуществляют пристеночное пищеварение.

45. Изменяется ли состав и количество сока желез тонкого кишечника в зависимости от пищи?

Секреторная деятельность тонкого кишечника носит адаптивный характер, что выражается в изменении количества сока и относительного содержания в нем отдельных ферментов в зависимости от количества и качества пищи.

46. От чего зависит количественный и качественный состав ферментов кишечного сока?

Секреция ферментов — энтерокиназы, щелочной фосфатазы, сахаразы и лактазы может изменяться в зависимости от количества и качества пищи.

47. Какие механизмы регуляции влияют на секрецию тонкого кишечника?

Ведущее значение в регуляции выделения секрета тонкого кишечника принадлежит местным нервным механизмам. Центральная нервная система оказывает трофическое влияние, регулируя образование кишечных ферментов.

48. Что представляют собой местные механизмы возбуждения кишечных желез?

Местные механизмы возбуждения кишечных желез реализуются посредством местных (периферических) рефлексов или под влиянием местных гуморальных агентов (тканевые гормоны желудочно-кишечного тракта).

49. Каково значение моторной деятельности тонкого кишечника?

Значение моторной деятельности тонкого кишечника:

- 1) перемешивание пищевого содержимого;
- 2) продвижение химуса по кишке;
- 3) увеличение внутрикишечного давления.

50. Какие выделяют типы сокращения тонкого отдела кишечника?

Различают следующие типы сокращений:

1. **Ритмическая сегментация** — обеспечивается сокращениями циркулярного слоя мышц, содержимое кишки при этом делится на части, обеспечивая перемешивание.

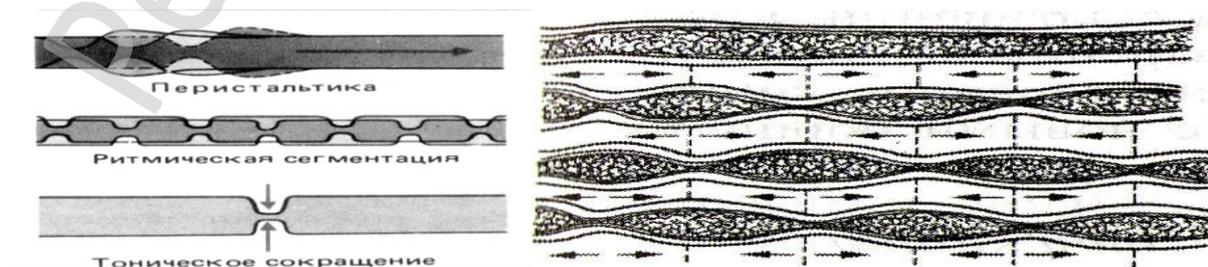
2. **Маятникообразные сокращения** — обеспечиваются продольными мышцами. Химус перемещается вперед-назад, перемешивается и медленно продвигается в направлении толстой кишки.

3. **Перистальтические сокращения** — организованная последовательность расслаблений и сокращений циркулярных мышц, обеспечивая продвижение химуса. Различают следующие виды перистальтики:

- пропульсивная — осуществляется передвижение химуса на большие расстояния;
- непропульсивная — обеспечивает перемешивание пищи, передвижение на небольшие расстояния.

1) **антиперистальтические сокращения** — волна сокращений движется в обратном (оральном) направлении (рвота);

2) **тонические сокращения** — суживают просвет кишки на большом протяжении. Определяют соответствие ее емкости объему содержимого, состояние сфинктеров, создают давление в кишечнике и участвуют в регуляции перемещения содержимого из тонкого кишечника в толстый.



Маятникообразное сокращение

51. Как доказать существование «автоматии кишечника»?

«Автоматия кишечника» — это способность гладких мышц тонкой кишки к самопроизвольным сокращениям под влиянием импульсов, возникающих в них самих. Доказательством может служить тот факт, что изолированная петля кишки сокращается в теплом физиологическом растворе.

52. Что стимулирует и угнетает моторику тонкого кишечника?

Регуляция моторики тонкого кишечника.

Стимулируют моторику кишечника: парасимпатическая нервная система, грубая пища, (овоци, черный хлеб), серотонин, гистамин, гастрин, мотилин, холецистокинин, вещество P, вазопрессин, окситоцин, брадикинин, глюкостероиды, ацетилхолин.

Ингибируют — симпатическая нервная система, секретин, вазоактивный пептид, гастроингибирующий пептид, адреналин, глюкагон.

53. Как различные отделы тонкой кишки могут влиять на моторику?

Для моторной деятельности тонкой кишки важное значение имеют рефлекторные влияния различных отделов пищеварительного тракта. Стимулированный пищей вышележащий отдел кишки рефлекторно способствует релаксации нижележащего участка. Гуморальные вещества оказывают влияние непосредственно на мышечные клетки тонкой кишки, а через рецепторы — на нейроны интрамуральной нервной системы.

54. Каковы причины язвенной болезни двенадцатиперстной кишки за счет инфицирования бактерией *Helicobacter pylori*?

Грамотрицательная бактерия *Helicobacter pylori* повышает концентрацию повреждающих факторов, ослабляет защитные свойства гастродуоденальной слизистой, уменьшая толщину и гидрофобные характеристики защитного слизистого слоя, и угнетает секрецию бикарбонатов.

55. Что такое энтеральная нервная система и какова ее функция?

Энтеральная нервная система (ЭНС) — совокупность собственных нервных клеток (интрамуральные нейроны) пищеварительного тракта и отростков вегетативных нейронов, расположенных за пределами пищеварительной трубки (экстрамуральные нейроны). Главная ее функция — регуляция двигательной и секреторной активности ЖКТ. Ганглии ЭНС так взаимосвязаны между собой, что образуют нервную систему с механизмами для интегра-

ции и обработки информации, подобно ЦНС, что дало основание называть энтеральную систему «малым мозгом» кишечника. Собственный нервный аппарат пищеварительного тракта представлен подслизистым (Майсснера) и межмышечным сплетением (Ауэрбаха). Межмышечное нервное сплетение расположено в мышечной оболочке пищеварительного тракта, состоит из сети нервных волокон, содержащей ганглии.

56. Что такое всасывание и где оно осуществляется?

Всасывание — это движение воды и растворенных в ней веществ — продуктов пищеварения, а также витаминов и неорганических солей из просвета кишечника через однослойный каемчатый эпителий в кровь и лимфу. Всасывание активно происходит в тонком и отчасти в толстом кишечнике, в желудке всасываются только жидкости, в том числе алкоголь и вода.

57. Как переносятся питательные вещества, и какие виды транспорта существуют в желудочно-кишечном тракте?

В ЖКТ в основном транспортируются микромолекулы (мономерные питательных веществ и ионы) при помощи трех механизмов:

- активного транспорта;
- пассивного транспорта;
- облегченной диффузии.

58. Что такое активный транспорт веществ?

Активный транспорт веществ — это перенос веществ через мембраны против концентрационного, осмотического и электрохимического градиентов с затратой энергии и при участии специальных транспортных молекул мобильных переносчиков, конформационных переносчиков и транспортных мембранных каналов.

59. Что такое пассивный транспорт веществ?

Пассивный транспорт осуществляется без затраты энергии по концентрационному, осмотическому и электрохимическому градиентам и включает в себя диффузию, фильтрацию и осмос.

60. Как осуществляется транспорт растворенного вещества за счет диффузии?

Диффузия частиц растворенного вещества происходит за счет их концентрационного градиента. Разновидностью диффузии является осмос, при котором перемещение происходит в соответствии с концентрационным градиентом частиц растворителя. Облегченная диффузия, как и простая диффузия, осуществляется без затраты энергии по градиенту концентрации, но с участием переносчика.

61. Что такое фильтрация?

Под *фильтрацией* понимают процесс переноса раствора через пористую мембрану под действием гидростатического давления.

62. Как происходит всасывание в различных отделах пищеварительного тракта?

Всасывание происходит на всем протяжении пищеварительного тракта, но интенсивность его в разных отделах различна. *Слизистая полости рта* проницаема для ионов Na^+ , K^+ , некоторых аминокислот, алкоголя, воды и некоторых лекарственных веществ. В *желудке* всасывается вода и растворенные в ней минеральные соли, а также слабые растворы алкоголя, глюкоза и аминокислоты в небольших количествах. В основном процессы всасывания расщепленных продуктов пищеварения осуществляется в *тонком кишечнике* ворсинками и микроворсинками каемчатого слоя. В *толстой кишке*, главным образом, происходит всасывание воды и формирование каловых масс, но в небольших количествах могут всасываться глюкоза, аминокислоты и другие легко всасывающиеся вещества. В верхних частях кишечника глюкоза всасывается активнее воды, а в нижних его частях — вода всасывается быстрее, чем хлористый натрий.

63. Каким образом ворсинки и микроворсинки влияют на процесс всасывания?

Наличие ворсинок и микроворсинок увеличивает поверхность соприкосновения стенки кишечника с химусом, а движение и сокращение ворсинок способствует всасыванию. Периодически сокращаясь, ворсинки выполняют роль своеобразных насосов. При сокращении ворсинки, содержимое ее сосудов выжимается в более крупные лимфатические и кровеносные сосуды. При расслаблении ворсинки в ее сосуды вновь поступают питательные вещества из полости кишки.

64. За счет чего происходит всасывание воды в желудочно-кишечном тракте?

Вода всасывается пассивно, за счет разности осмотического (осмос) и гидростатического (фильтрация) давлений.

65. Транспорт каких веществ и ионов сопряжен с всасыванием воды?

Всасывание воды сопряжено с транспортом *ионов натрия, хлора, моносахаридов, аминокислот* и других активно всасывающихся осмотически активных веществ.

66. В какой части кишечника и в каком виде всасываются продукты гидролиза белков и углеводов?

В основном всасывание этих веществ происходит в верхней трети тонкого кишечника в виде аминокислот и моносахаридов.

67. Как происходит расщепление и всасывание углеводов?

В щеточной каемке энтероцитов происходит гидролитическое расщепление углеводов (ди- и олигосахаридов) панкреатическими ферментами до моносахаридов. Конечными продуктами переваривания углеводов являются: фруктоза, глюкоза и галактоза.

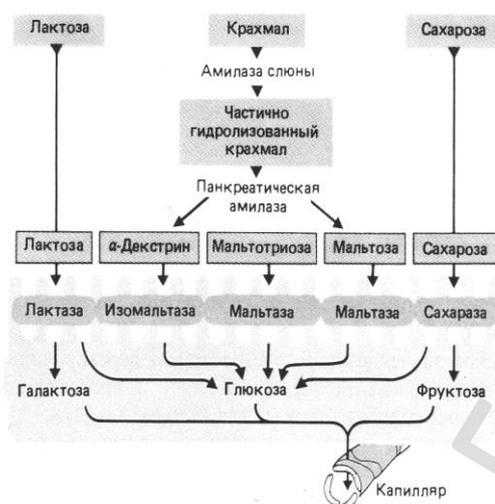


Схема гидролиза углеводов

68. Как происходит расщепление и всасывание белков в кишечнике?

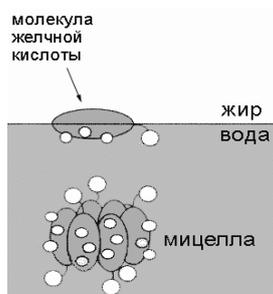
Пептидазы сока тонкого кишечника превращают непереваренные протеины в мелкие полипептиды и аминокислоты. Вторично активным транспортом (вместе с Na^+) аминокислоты и полипептиды поступают в энтероцит. В энтероцитах некоторые полипептиды могут перевариваться до аминокислот. Затем аминокислоты и оставшиеся полипептиды переносятся через базолатеральную мембрану энтероцита облегченной диффузией. В капилляры ворсинок они поступают посредством простой диффузии.

69. В какой части кишечника и в каком виде всасываются продукты гидролиза жиров?

Наиболее активно всасывание жиров происходит в двенадцатиперстной и проксимальной части тощей кишки. В кишечнике жиры подвергаются эмульгированию желчными кислотами, затем происходит переваривание жиров панкреатическими липазами. Далее происходит формирование мицелл и диффузия липидов из мицелл в энтероциты через мембрану микроворсинок. В гладком эндоплазматическом ретикулуме они реконструируются, и вновь сформированные липиды собираются в хиломикроны (маленькие липидные капельки, окруженные белком бета-липопротеином). Хиломикроны выводятся из клетки путем экзоцитоза и попадают в лимфу через сосуды ворсинок.

70. Что такое мицеллы? Какова физиологическая роль мицелл?

Соли желчных кислот имеют способность к самоагрегации и формированию макромолекулярных структур, называемых мицеллами. Макромолекулы мицелл расположены таким образом, что их гидрофильная поверхность соприкасается с водным раствором, тогда как гидрофобная часть направлена внутрь к ядру макромолекулы.



Строение мицеллы

Мицеллы обеспечивают захват продуктов метаболизма триглицеридов (жирные кислоты, моноглицериды) и жирорастворимых витаминов и способствуют их всасыванию в эпителий тощей кишки.

71. Как нервные и гуморальные факторы влияют на всасывание жиров?

Парасимпатические влияния усиливают, а симпатические — замедляют всасывание жиров. Усиливают всасывание жиров гормоны коры надпочечников, щитовидной железы и гипофиза, а также секретин и холецистокинин-панкреозимин.

72. В каком состоянии находится илеоцекальный сфинктер вне пищеварения и после приема пищи? Каков механизм открытия и закрытия илеоцекального клапана?

Вне пищеварения илеоцекальный клапан закрыт. После приема пищи через 0,5–4 мин и каждую 0,5–1 мин он открывается, и химус поступает в толстую кишку порциями до 15 мл.

Раскрытие илеоцекального клапана происходит рефлекторно: перистальтическая волна подвздошной кишки повышает давление в ней и расслабляет илеоцекальный клапан. Повышение давления в слепой кишке увеличивает тонус илеоцекального клапана и тормозит поступление в слепую кишку содержимого подвздошной кишки.

73. Какой состав имеет сок толстого отдела кишечника?

Сок толстого отдела кишечника ($\text{pH} = 8,5\text{--}9,0$) состоит из плотной части (слизистые эпителиоциты, лимфоидные клетки, слизь) и жидкой части, содержащей ферменты в 15–20 раз меньше, чем в тонком кишечнике (пептидазы, липазы, амилазы, нуклеазы, щелочная фосфатаза, катепсин).

74. Какие виды сокращений наблюдаются в толстом отделе кишечника? Чем отличаются сокращения тонкого отдела кишечника от сокращений толстого отдела кишечника?

В толстом отделе кишечника наблюдаются следующие виды сокращений:

- 1) маятникообразные (гаустральные) — обеспечивают перемешивание химуса;
- 2) перистальтические — способствуют продвижению химуса в дистальном направлении;
- 3) антиперистальтические — перемещают содержимое кишки в ретроградном направлении, что ускоряет всасывание воды;
- 4) пропульсивные (масс-сокращения) — обеспечивают продвижение химуса на большие расстояния;
- 5) тонические — на них накладываются другие сокращения.

В толстом отделе кишечника имеются антиперистальтические движения, которых в норме не бывает в тонком.

75. Каково значение моторики толстого отдела кишечника?

Значение моторики толстого отдела кишечника:

- 1) обеспечивает резервуарную функцию, т. е. накопление кишечного содержимого;
- 2) способствует всасыванию из кишечного содержимого ряда веществ, в основном воды;
- 3) способствует формированию каловых масс и их удалению из кишечника.

76. Какие гуморальные факторы тормозят моторику толстого отдела кишечника?

Тормозят моторику толстой кишки — серотонин, адреналин, глюкагон и секретин.

77. Какова роль толстого отдела кишечника в пищеварении (без учета значения микрофлоры)?

В толстом отделе кишечника происходит конечный гидролиз остатков непереваренной пищи; всасывание воды, формирование каловых масс.

78. Чем представлена микрофлора толстого отдела кишечника?

Микрофлора толстого отдела кишечника состоит на 90 % из бифидобактерий и бактероидов и на 10 % из молочнокислых бактерий, кишечной палочки, стрептококков и стафилококков.

79. Какое физиологическое значение микрофлоры толстого отдела кишечника?

Микрофлора кишечника обеспечивает:

- 1) конечное разложение остатков непереваренной пищи и компонентов пищеварительных секретов;
- 2) создание иммунного барьера;
- 3) торможение патогенных микробов, что предупреждает инфицирование макроорганизма;
- 4) синтез некоторых витаминов К и группы В;
- 5) синтез ферментов и других физиологически активных веществ;
- 6) участие в обмене веществ организма;
- 7) расщепление волокон клетчатки, пектинов;
- 8) инактивацию энтерокиназы, щелочной фосфатазы, трипсина, амилазы;
- 9) стимулирует естественный иммунитет;
- 10) поддерживает равновесие между процессами брожения и гниения.

80. Что такое гаустрация? Как происходит продвижение содержимого толстой кишки в каудальном направлении?

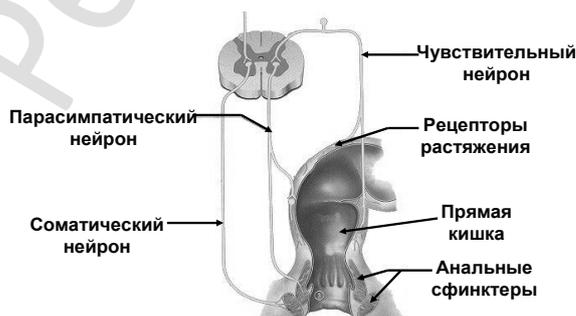
Толстый отдел кишечника за счет складок и вздутий мышечного слоя и слизистой образует мешкообразные расширения (гаустры). Их наличие непостоянно, они исчезают во время сокращений толстого кишечника и могут появляться позже в другом виде. Гаустры имеют как анатомическое, так и функциональное происхождение.

Сокращения отдельных участков циркулярного мышечного слоя образуют гаустры. Возникают волны гаустрации, которые обычно медленно проходят по толстой кишке, продвигая вздутия вперед. Три-четыре раза в сутки возникает сильная пропульсивная перистальтика, которая продвигает содержимое кишки в дистальном направлении.

81. Что такое дефекация?

Дефекация — опорожнение толстого отдела кишечника, которое наступает в результате раздражения рецепторов прямой кишки накопившимися в ней каловыми массами.

Рефлекс дефекации



ГЛАВА 9

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ПИТАНИЕ

1. Дайте определение понятию «обмен веществ»? Какие этапы он включает?

Обмен веществ — это совокупность изменений, которые претерпевают вещества от момента их поступления в пищеварительный тракт, до образования конечных продуктов распада.

Обмен веществ включает три этапа:

- 1) поступление веществ в организм (дыхание и питание);
- 2) метаболизм (катаболизм и анаболизм);
- 3) выделение конечных продуктов из организма.

2. Что называют ассимиляцией (анаболизмом)?

Ассимиляция (анаболизм) — это совокупность реакций ферментативного синтеза из простых органических молекул крупномолекулярных клеточных компонентов, т. е. совокупность процессов, направленных на построение структур организма через синтез сложных органических веществ. Протекает с потреблением энергии.

3. Назовите исходные и конечные продукты анаболизма.

Исходные продукты анаболизма — мономеры: аминокислоты, моносахариды, жирные кислоты, моноглицериды, нуклеотиды, вода, минеральные соли и витамины; конечные — полимеры: специфические белки, жиры, углеводы, нуклеиновые кислоты организма.

4. В чем заключается биологическое значение анаболизма?

Анаболизм обеспечивает восстановление (обновление) распавшихся в процессе катаболизма клеточных структур, восстановление энергетического потенциала, рост развивающегося организма.

5. Что называют диссимиляцией (катаболизмом)?

Диссимиляция (катаболизм) — совокупность процессов распада клеточных структур и соединений с освобождением энергии, необходимой для деятельности всех органов и систем организма и синтеза структур, и секретов клеток.

6. Назовите исходные и конечные продукты катаболизма.

Исходные продукты катаболизма — белки, жиры и углеводы клеток организма; конечные — углекислый газ, вода и аммиак, который затем преобразуется в мочевину и другие азот-содержащие вещества.

7. В какие периоды жизни и при каких функциональных состояниях организма не соблюдается равновесие между ассимиляцией и диссимиляцией?

Рост, развитие организма, состояние беременности, восстановительные реакции, переизбыток характеризуются относительным преобладанием анаболических реакций. Физические нагрузки, психоэмоциональные стрессорные реакции, а также старческий возраст, определенные заболевания приводят к преобладанию катаболических реакций.

8. В чем заключается отличие процесса гидролиза органических соединений в пищеварительном тракте от их диссимиляции в клетке?

При гидролизе образуются мономеры, практически не теряющие своей энергетической ценности (освобождается лишь около 1 % заключенной в пище энергии), а при диссимиляции вещества расщепляются до конечных продуктов с выделением большого количества энергии.

9. Какая функция белка в организме является главной? Почему?

Пластическая, так как из всех питательных веществ только белки являются источником незаменимых аминокислот, без которых не могут синтезироваться белки организма.

10. В чем состоит пластическая роль белка?

Белки являются структурными элементами различных компонентов клетки, основой многих биологически активных веществ, необходимых для регенерации тканей, роста и обновления клеток организма.

11. Перечислите типы белкового синтеза.

Различают следующие типы белкового синтеза: **синтез роста**, связанный с развитием организма в целом; **стабилизирующий синтез**, определяющий репарацию белков, утраченных в процессе диссимиляции и лежащий, таким образом, в основе их самообновления на протяжении всей жизни; **регенерационный синтез**, проявляющийся в период восстановления после белкового истощения, кровопотерь и т. д.; **«функциональный» синтез** — образование белков, выполняющих специфические функции: иммуноглобулинов, ферментов, гемоглобина, рецепторных белков и др.

12. Какие белки и почему называются неполноценными? Животные или растительные белки считаются полноценными для организма, почему?

Неполноценными называются белки, не содержащие хотя бы одной незаменимой аминокислоты, так как это ведет к нарушению синтеза белков. Полноценными являются животные белки, так как они по аминокислотному составу ближе к белкам человека и содержат полный набор незаменимых аминокислот.

13. Что называют азотистым балансом? Как он рассчитывается?

Азотистым балансом называется разность между количеством азота, поступившего с пищей, и количеством азота, выделяемого из организма в виде конечных метаболитов. При расчетах азотистого баланса исходят из того факта, что в среднем в белке содержится примерно 16 % азота, т. е. каждые 16 г азота соответствуют 100 г белка (следовательно, 1 г азота соответствует 6,25 г белка).

14. Что называют азотистым равновесием? Как оно изменится при увеличении содержания белка в пище?

Азотистым равновесием называется состояние азотистого обмена, при котором количество поступившего в организм азота равно количеству азота, выводимого с мочой. При увеличении содержания белка в организме азотистое равновесие установится на новом, более высоком уровне.

15. Что понимают под положительным азотистым балансом? В каких случаях он наблюдается?

Состояние, при котором количество поступившего азота превышает выделенное, называется **положительным азотистым балансом**. Положительный азотистый баланс наблюдается при усиленном росте (у детей), после голодания, при выздоровлении, во время беременности, при усиленной спортивной нагрузке.

16. Что понимают под отрицательным азотистым балансом? В каких случаях он наблюдается?

Состояние, при котором количество поступившего в организм азота меньше выводимого с мочой, называется **отрицательным азотистым балансом**. Отрицательный азотистый баланс наблюдается при голодании, при недостатке количества или биологической ценности белка пищи, при истощающих заболеваниях, в старости.

17. Что называют коэффициентом изнашивания Рубнера? Чему он равен?

Минимальное количество белка, постоянно распадающегося в организме, называется **коэффициентом изнашивания**. В сутки в условиях покоя, когда отсутствует белок в пище, потеря белка составляет 0,028–0,065 г азота на 1 кг массы взрослого человека. Таким образом, потеря белка у взрослого человека массой 70 кг = 23 г/сут.

18. Что называют белковым минимумом, чему он равен в условиях покоя?

Минимальное количество белка пищи, при котором возможно поддержание азотистого равновесия называется **белковым минимумом**. В состоянии покоя оно составляет 40 г белка в сутки.

19. Что такое белковый оптимум, чему он равен?

Количество белка пищи, которое полностью обеспечивает потребности организма, называется **белковый оптимум**. В сутки человек должен получать около 80–100 г белка (не менее 1 г/кг массы тела).

20. Какие процессы происходят в организме при недостаточном и избыточном поступлении белка с пищей?

При недостаточном поступлении белка с пищей для поддержания функционирования организма начинают разрушаться белки плазмы, ферментные белки, белки печени, слизистой оболочки кишечника и мышц. В результате чего происходит задержка роста, истощение мышечной системы, снижается иммунитет, нарушается обмен веществ и функционирование желез внутренней секреции. При избыточном потреблении белка в кишечнике активизируются процессы гниения, подавляется деятельность полезной микрофлоры. Это провоцирует накопление токсических продуктов, нарушение обмена веществ, проявляющееся поражением суставов, почек и др. органов. При избытке белка в клетке поступающие в неё аминокислоты используются для преобразования в липиды через цикл трикарбоновых кислот (кетогенез) или углеводы, в частности в гликоген (глюконеогенез).

21. Перечислите гормоны, стимулирующие синтез белка.

Синтез белка стимулируют: соматотропин, инсулин, андрогены, тиреоидные гормоны (в физиологических дозах), глюкокортикоиды (в печени).

22. Каким образом гормон роста влияет на синтез белка?

Гормон роста увеличивает проницаемость мембраны клеток для аминокислот, увеличивает синтез РНК, а также снижает синтез внутриклеточных протеолитических ферментов — катепсинов.

23. Перечислите гормоны, стимулирующие распад белка.

Распад белка стимулируют: тиреоидные гормоны (при их избытке), глюкокортикоиды (в мышечной и лимфоидной ткани), адреналин.

24. Какие функции в организме человека выполняют липиды?

В организме человека липиды выполняют следующие функции: пластическую, энергетическую, механическую, защитную, транспортную, терморегуляторную, функцию запасаания питательных веществ.

25. В чем заключается пластическая функция липидов?

Липиды входят в состав биологических мембран (фосфолипиды), из них образуются многие биологически активные вещества (гормоны, простагландины, витамины А, Д).

26. Сколько энергии выделяется при окислении 1 г жира?

При окислении 1 г жира выделяется 38,9 кДж энергии. Жиры обеспечивают 25–30% всей энергии, необходимой организму.

27. В чем заключается роль жировых депо в организме? Какое количество воды образуется при окислении 100 г жира?

Жировые депо составляют резерв энергии и воды в организме. При окислении 100 г жира образуется 107 г воды.

28. Как происходит метаболизм липидов в организме?

Липиды, поступающие с пищей после эмульгации желчью в двенадцатиперстной кишке, под действием липаз панкреатического и кишечного соков расщепляются до моноглицеридов и высших жирных кислот. В энтероците моноглицериды и жирные кислоты ресинтезируются в триглицериды и, объединившись с холестерином и фосфолипидами, образуют глобулы, которые экскретируются в межклеточное пространство и далее поступают в лимфу в виде хиломикронов — частиц малой плотности, содержащих 99 % липидов и 1 % белка. Через грудной лимфатический проток хиломикроны поступают в кровеносную систему и достигают различных органов и тканей. Липопротеиновая липаза печени расщепляет триглицериды хиломикронов на жирные кислоты и глицерол. Жирные кислоты диффундируют в клетки, где вновь ресинтезируются в триглицериды, свойственные организму.

29. Какие жирные кислоты являются незаменимыми и почему?

Незаменимыми жирными кислотами являются непредельные кислоты — **линолевая, линоленовая и арахидоновая**. Они не синтезируются в организме человека из других органических соединений, поэтому являются незаменимыми. Названные кислоты должны обязательно поступать с пищей (10–12 г в сутки): линолевая и линоленовая содержатся в продуктах растительного происхождения, арахидоновая — в продуктах животного происхождения. При поступлении в организм одной из незаменимых жирных кислот из нее могут синтезироваться другие ненасыщенные высшие жирные кислоты.

30. В чем заключается роль жирных ненасыщенных кислот в организме?

Ненасыщенные жирные кислоты регулируют рост и развитие организма, активируют ферменты, влияют на деятельность сердечно-сосудистой и нервной систем, при их отсутствии наблюдаются заболевания иммунной системы.

31. Какова суточная потребность человека в жирах? Каково должно быть соотношение в пищевом рационе жиров животного и растительного происхождения?

Суточная потребность в жирах составляет 80–120 г, из них 70 % должны составлять жиры животного происхождения и 30 % — растительного.

32. Каким образом нервная система влияет на обмен липидов?

Генерализованное возбуждение ЦНС активирует липолиз и тормозит липогенез. Раздражение вентромедиальных ядер гипоталамуса и разрушение вентролатеральных ядер снижает аппетит, что приводит к истощению жировых депо. Разрушение вентромедиальных ядер, наоборот, приводит к повышению аппетита, вплоть до булимии и ожирению. Важную роль в обмене липидов играет вегетативная нервная система. Возбуждение симпатической нервной системы сопровождается активацией липолиза и торможением липогенеза. Возбуждение парасимпатической нервной системы приводит к торможению липолиза и активации липогенеза.

33. Перечислите гормоны, стимулирующие синтез липидов.

Синтез липидов стимулируют: инсулин (способствует переходу глюкозы в жировые клетки), глюкокортикоиды, пролактин, липотропин и эстрогены.

34. Перечислите гормоны, стимулирующие распад липидов.

Распад липидов стимулируют: АКТГ (действуя на жировую ткань), СТГ, ТТГ, катехоламины и тиреоидные гормоны.

35. Как влияет на обмен липидов уровень глюкозы в крови?

При гипергликемии активируется липогенез и тормозится липолиз, а при гипогликемии тормозится липогенез и активируется липолиз.

36. Какая функция углеводов в организме является главной? Почему?

Энергетическая, так как большая часть энергии, используемой для функционирования организма, выделяется при окислении углеводов (1 г углеводов при окислении выделяет 17,6 кДж энергии).

37. В чем заключается пластическая роль углеводов?

Углеводы входят в состав нуклеиновых кислот (ДНК, РНК), коферментов (НАД, НАДФ), некоторых гормонов, ферментов, витаминов, гликопротеинов плазмы крови и гликопротеинов и гликолипидов, играющих важную роль в рецепторной функции клеточных мембран; глюкоза необходима для синтеза некоторых аминокислот и липидов.

38. Какое вещество в организме человека является запасным питательным веществом, где происходит его накопление?

Запасное питательное вещество человека — гликоген. Его накопление происходит в печени и мышцах.

39. Назовите основные пути метаболизма глюкозы в организме.

Выделяют 5 основных путей метаболизма глюкозы:

- 1) отложение в форме гликогена (2–5 %);
- 2) гликолиз с образованием пирувата и лактата;
- 3) аэробное окисление через цикл Кребса до углекислого газа и воды (70 %);
- 4) превращение в свободные жирные кислоты и отложение в виде жира (25 %);
- 5) освобождение из клетки в виде свободной глюкозы.

40. Какова суточная потребность организма человека в углеводах?

В сутки человек должен употреблять 450–500 г углеводов.

41. Какие изменения наблюдаются в организме при недостатке глюкозы в крови?

При недостаточном содержании глюкозы в крови (гипогликемии) возникает чувство голода, снижается умственная и физическая работоспособность. При выраженном и длительном уменьшении глюкозы в крови — потеря сознания и судороги (гипогликемическая кома).

42. Как влияет на организм избыточное поступление углеводов с пищей?

При избыточном поступлении углеводов с пищей происходит увеличение содержания глюкозы в крови (алиментарная гипергликемия), развивается ожирение, что способствует развитию атеросклероза (фактор риска развития сердечно-сосудистых заболеваний и их осложнений); избыточное потребление глюкозы может способствовать развитию аллергических состояний.

43. Объясните, каким образом инсулин способствует утилизации глюкозы в клетках. Какие процессы, уменьшающие содержание глюкозы в крови, стимулирует инсулин?

Инсулин повышает проницаемость мембран для глюкозы, тем самым уменьшает ее содержание в крови. Также инсулин стимулирует гликогенез в печени и мышцах, тормозит гликогенолиз. Инсулин стимулирует превращение углеводов в жиры.

44. Назовите гормоны, увеличивающие содержание глюкозы в крови.

Содержание глюкозы в крови увеличивают: глюкагон, адреналин, норадреналин, глюкокортикоиды, СТГ, тироксин.

45. В чем заключается значение воды для организма человека?

Значение воды для организма человека определяется ее функциями:

- 1) служит универсальным растворителем для всех минеральных и питательных веществ (например, витаминов, аминокислот и др.);
- 2) участвует в обеспечении химических реакций и выделении продуктов обмена;
- 3) обеспечивает процесс терморегуляции;
- 4) определяет свойства жидкостей внутренней среды организма;
- 5) определяет структуру многих макромолекул.

46. Перечислите основные состояния воды в организме человека.

В организме человека вода присутствует в трех состояниях:

- 1) свободная (вне клеток);

2) связанная — образует гидратные оболочки макромолекул (коллоиды);

3) конституционная — является структурным элементом молекул клеток и тканей организма.

47. Какова суточная потребность организма в воде?

В сутки человеку необходимо потреблять 2–2,5 л воды.

48. Как сказывается на функционировании организма избыточное поступление воды?

При избыточном поступлении в организм человека воды увеличивается объем циркулирующей крови, возрастает нагрузка на сердце, усиливается потоотделение и мочеобразование, происходит потеря солей и витаминов.

49. В чем заключаются основные принципы рационального сбалансированного питания?

Основные принципы рационального питания:

1) соответствие энергетической ценности суточного рациона энергозатратам организма;

2) оптимальное соотношение между белками, жирами и углеводами (1 : 1,2 : 4,6);

3) наличие в пище витаминов, макро- и микроэлементов;

4) наличие в пище незаменимых и защитных компонентов;

5) соблюдение режима питания;

6) санитарно-эпидемическая безвредность пищи.

50. Что включает в себя понятие «режим питания»?

Понятие «режим питания» включает:

1) количество приемов пищи в течение суток;

2) распределение суточного рациона по его энергетической ценности;

3) время приемов пищи в течение суток;

4) интервалы между приемами пищи;

5) время, затрачиваемое на прием пищи.

51. Что называют энергетическим обменом?

Энергетический обмен — это превращение химической энергии питательных веществ в организме в другие виды энергии: механическую, электрическую, тепловую.

52. Что такое коэффициент полезного действия? Чему он равен при мышечной работе?

Коэффициент полезного действия — это отношение произведенной работы к величине всей свободной энергии, затраченной

на совершение этой работы, выраженное в процентах. При мышечном сокращении КПД равен 20 %.

53. Назовите единицы измерения энергетического обмена.

Единицей измерения энергии в Международной системе единиц (СИ) является джоуль (Дж) или килоджоуль. В физиологических и медицинских исследованиях используют внесистемные единицы — калория (кал) и килокалория (кКал). **Калория** — это количество энергии, необходимое для нагревания 1 г воды на 1 °С. 1 кал = 4,19 Дж.

54. В чем заключается разница между первичной и вторичной теплотой?

Теплота, выделяющаяся сразу же в процессе биологического окисления питательных веществ, называется **первичной**. Теплота, образующаяся в организме на этапе использования АТФ для совершения работы, называется **вторичной теплотой**.

55. Назовите основной метод определения количества энергии в органическом веществе. В чем сущность данного метода?

Основным методом определения количества энергии в веществе является **физическая калориметрия**: в калориметре сжигают навеску вещества, а затем по степени нагревания воды и материала калориметра рассчитывают выделившуюся энергию.

56. Что называют физическим и физиологическим калорическими коэффициентами питательных веществ?

Физический калорический коэффициент — это количество тепла, выделяемое при сгорании 1 г вещества в калориметре. **Физиологический калорический коэффициент** — количество тепла, выделяемое при сгорании 1 г вещества в организме.

57. Сформулируйте закон термодинамики Гесса, на основании которого рассчитывают приход энергии в организм по количеству усвоенных белков, жиров и углеводов.

Закон Гесса: «Количество энергии, выделяемое при распаде какого-либо вещества до конечных продуктов, не зависит от числа промежуточных этапов его трансформации».

58. Какое количество энергии выделяется при сгорании 1 г белков, жиров и углеводов в калориметре?

При сгорании 1 г белков выделяется 22,6 кДж энергии, 1 г углеводов — 17,6 кДж, 1 г жиров — 38, кДж.

59. Какое количество энергии выделяется при окислении 1 г белков, жиров и углеводов в организме?

При окислении в организме 1 г белков и углеводов выделяется 17,6 кДж энергии, 1 г жиров — 38,9 кДж.

60. Объясните, почему физический и физиологический калорические коэффициенты для белков различны.

При сгорании в калориметре (физический коэффициент) белки распадаются до конечных продуктов (CO_2 , H_2O и NH_3) с освобождением всей, заключенной в них энергии. При окислении в организме (физиологический коэффициент) происходит не полный распад белков — образуются азотсодержащие соединения, которые содержат еще достаточно большое количество энергии и выводятся с мочой. Поэтому физиологический калорический коэффициент для белков меньше, чем физический.

61. В чем заключается правило изодинамии?

Правило изодинамии — отдельные питательные вещества могут заменять друг друга в соответствии с их калорической ценностью (1 г жира можно **заменить** 2,3 г углеводов или белков, 1 г белка или углевода можно заменить 0,44 г жира). Правило учитывает только энергетические потребности организма и не учитывает пластические.

62. Назовите авторов метода прямой калориметрии. В чем заключается сущность данного метода исследования энергетического обмена?

Авторами метода прямой калориметрии являются **Этуотер** и **Бенедикт**. Метод прямой калориметрии основан на непосредственном измерении тепла, выделенного организмом.

63. Кратко опишите устройство и принцип работы камеры Этуотера — Бенедикта.

Испытуемого помещают в камеру, которая термически изолирована от окружающей среды, ее стенки не поглощают тепло, внутри них находятся трубы, по которым течет вода. По степени нагрева определенной массы воды рассчитывают количество тепла, выделенного организмом.

64. В чем заключается сущность метода непрямой калориметрии?

При исследовании энергетического обмена методом непрямой калориметрии производят измерение объема кислорода, поглощенного организмом, и объема углекислого газа, выделенного организ-

мом за сутки, с последующим расчетом теплопродукции организма. Полный газовый анализ включает определение потребления кислорода и выделяемого углекислого газа (метод Дугласа — Холдейна), неполный — только потребление кислорода (метод Крога).

65. Что называют дыхательным коэффициентом? Чему равен дыхательный коэффициент при окислении белков, жиров и углеводов в организме до конечных продуктов?

Дыхательный коэффициент (ДК) — это отношение объема выделенного углекислого газа к объему кислорода, поглощенного за то же время.

Дыхательный коэффициент при окислении белков равен 0,8; жиров — 0,7; углеводов — 1.

66. Почему дыхательный коэффициент для жиров и белков ниже, чем для углеводов?

На окисление белков и жиров расходуется больше O_2 , так как они содержат меньше внутримолекулярного кислорода, чем углеводы.

67. Чему равен дыхательный коэффициент в начале интенсивной физической работы? Почему?

При интенсивной мышечной работе главным источником энергии являются углеводы. Поэтому во время работы ДК приближается к единице.

68. Чему равен дыхательный коэффициент в первые минуты после интенсивной физической работы?

Сразу по окончании работы дыхательный коэффициент может резко увеличиться и стать больше единицы. Это объясняется повышенным выделением CO_2 из организма, вследствие того, что молочная кислота, накопившаяся в мышцах при совершении работы, поступает в кровь и вытесняет CO_2 из бикарбонатов.

69. Что называют калорическим эквивалентом кислорода?

Калорический эквивалент кислорода — количество тепла, которое освобождается при полном окислении 1 г питательного вещества (до конечных продуктов) в присутствии 1 л кислорода.

70. Чему равен калорический эквивалент кислорода при окислении белков, жиров и углеводов в организме?

Калорический коэффициент для белков равен 4,8 ккал, для жиров — 4,68 ккал, для углеводов — 5,05 ккал.

71. Что называют основным обменом?

Основной обмен — это минимальное количество энергии, необходимое для обеспечения нормальной жизнедеятельности в условиях относительного физического и психического покоя.

72. Перечислите условия, при которых производят определение основного обмена.

Определение основного обмена производят утром, натощак (через 12–14 ч после последнего приема пищи), в положении лежа на спине, при полном расслаблении мышц, в состоянии спокойного бодрствования, в условиях температурного комфорта (18–20 °С).

73. Перечислите факторы, повышающие расход энергии организмом.

Расход энергии организмом увеличивается при физической и умственной нагрузке, эмоциональном напряжении, изменении температуры и других условий окружающей среды, специфически-динамическом действии пищи.

74. Что называют специфически-динамическим действием пищи? На сколько процентов увеличивается расход энергии организмом после приема белковой и смешанной пищи, жиров и углеводов?

Специфически-динамическое действие пищи — это увеличение расхода энергии после приема пищи. При приеме белковой пищи энергообмен повышается на 20–30 %, при питании жирами и углеводами — на 15 %, при употреблении смешанной пищи — на 8–10 %.

75. От каких факторов зависит величина должного основного обмена? Каким образом определяется должный основной обмен?

Должный основной обмен зависит от пола, возраста, роста и массы тела человека.

Должный основной обмен рассчитывается по таблицам Гарриса — Бенедикта.

76. Какой метод используют для определения истинного основного обмена у человека?

Отклонение истинного основного обмена человека от должного (в %) можно определить по номограмме или по формуле Рида на основании измеренных гемодинамических показателей:

$$ОО (\% \text{ от нормы}) = 0,75 \times (\text{ЧСС} + 0,74 \text{ ПД}) - 72,$$

где ЧСС — частота сердечных сокращений; ПД — пульсовое давление.

77. Назовите гормоны, усиливающие энергетический обмен.

Энергетический обмен усиливают гормоны щитовидной железы — тироксин и трийодтиронин, а также гормон мозгового слоя надпочечников — адреналин.

78. Что называется рабочей прибавкой, валовым обменом, общим обменом?

Рабочая прибавка — это дополнительное количество энергии, которое затрачивается организмом при совершении умственной или физической работы. **Валовый обмен** — это сумма основного обмена и рабочей прибавки. **Общий обмен** — это сумма валового обмена и специфически-динамического действия пищи.

79. Какова предельно допустимая по тяжести работа для человека, выполняемая им в течение длительного времени?

Тяжесть выполняемой человеком работы не должна превышать по энергозатратам уровень его основного обмена более чем в 3 раза.

80. Что называют коэффициентом физической активности?

Коэффициент физической активности — это отношение энергозатрат на все виды жизнедеятельности к величине основного обмена.

81. На сколько групп делится трудоспособное население по величине энергозатрат в зависимости от особенностей профессии? Чему равны коэффициенты физической активности и энергозатраты для каждой группы населения?

Женское население делится на 4 группы, мужское — на 5 групп:

I группа (работники умственного труда) — коэффициент физической активности = 1,4; расход энергии 1800–2450 ккал/сут;

II группа (работники, занятые легким физическим трудом) — коэффициент физической активности = 1,6; расход энергии 2100–2800 ккал/сут;

III группа (работники средней тяжести труда) — коэффициент физической активности = 1,9; расход энергии 2500–3300 ккал/сут;

IV группа (работники тяжелого физического труда) — коэффициент физической активности = 2,2; расход энергии 2850–3850 ккал/сут;

V группа (работники особо тяжелого труда, только мужчины) — коэффициент физической активности = 2,5; расход энергии 3750–4200 ккал/сут.

ГЛАВА 10

ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

1. Каково значение постоянства температуры организма для нормального протекания процессов жизнедеятельности?

Температура организма влияет на протекание многих жизненно важных процессов:

- на скорость биохимических реакций и активность ферментов;
- конформацию белков и других макромолекул;
- физико-химические показатели крови и других физиологических жидкостей (вязкость, поверхностное натяжение, коллоидно-осмотическое давление и др.);
- величину мембранного потенциала, процессы возбуждения, скорость и интенсивность сокращения мышц;
- частоту сердечных сокращений;
- потребление кислорода.

2. Сформулируйте закон Вант-Гоффа — Аррениуса, отражающий зависимость скорости химических реакций от температуры.

Согласно закону Вант-Гоффа — Аррениуса, при повышении или понижении температуры ткани на 10 °С происходит соответственно повышение или понижение скорости химических процессов в 2–3 раза.

3. Приведите классификации организмов по механизмам терморегуляции.

- 1) По способности поддерживать температуру тела:
 - **пойкилотермные** (холоднокровные), с непостоянной температурой тела, зависящей от температуры окружающей среды;
 - **гомойотермные** (теплокровные) с постоянной температурой тела, не зависящей от температуры окружающей среды;
 - **гетеротермные** (с суточными и сезонными колебаниями температуры тела, превышающими границы, характерные для гомойотермных организмов).
- 2) По источнику тепла в организме:
 - **эндотермы**;
 - **эктотермы**.
- 3) По интенсивности метаболизма:
 - **тахиметаболические**;
 - **брадиметаболические**.

4. Что такое изотермия?

Изотермия — способность к поддержанию температуры тела на относительно постоянном уровне.

5. Какие процессы являются источником теплопродукции? В каких органах наиболее интенсивно идет процесс теплообразования?

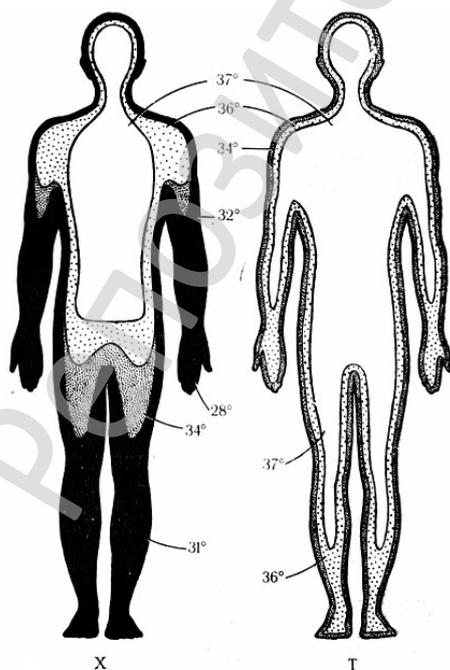
Источником теплопродукции в организме служат катаболические процессы и экзотермические реакции, совершающиеся непрерывно. Наиболее интенсивно процесс теплообразования протекает в мышцах, легких, печени, почках.

6. Что такое температурный градиент?

Температурный градиент — это разница значений температуры различных участков тела. Поскольку тепловая энергия в организме вырабатывается в процессе обмена веществ и отдается в окружающую среду с поверхности кожи и видимых слизистых оболочек, существует постоянный температурный градиент с более высокой температурой внутренних слоев тела и более низкой — поверхностных.

7. Охарактеризуйте понятия «ядро» и «оболочка» тела и их соотношение в зависимости от температуры внешней среды.

В теле человека принято различать «ядро» (мозг, внутренние органы грудной полости, брюшной и тазовых полостей), температура которого сохраняется достаточно постоянной, и «оболочку» (кожа, подкожная клетчатка, поверхностные мышцы), температура которой существенно колеблется в зависимости от температуры внешней среды. Область «ядра» сильно уменьшается при низкой внешней температуре и, наоборот, увеличивается при высокой температуре окружающей среды.



Величина температур (°C) и соотношения масс тканей «ядра» (светлое) и «оболочки» (темное) организма в охлаждающей (X) и согревающей (T) внешней среде.

8. Перечислите факторы, от которых зависит температура тела человека.

Температура тела человека зависит от:

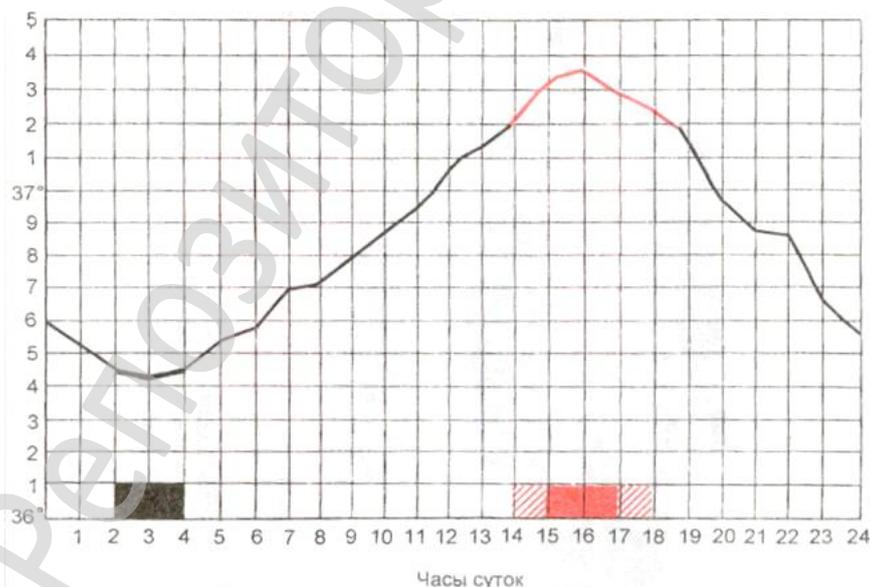
- процессов теплообразования и теплоотдачи;
- факторов внешней среды;
- поведенческой активности.

9. Охарактеризуйте основные способы термометрии.

Температуру тела измеряют с помощью ртутного медицинского термометра или электротермометра в различных точках тела. Чаще всего измерение проводят в подмышечной впадине (в норме 36,5–36,9 °С), а также в прямой кишке (37,2–37,8 °С) и в ротовой полости (ниже ректальной на 0,2–0,5 °С). Также применяется термография — метод регистрации изображения тепловых полей человеческого тела, излучающих инфракрасные импульсы.

10. Каковы суточные колебания температуры тела человека? В какое время суток регистрируется максимальная, а в какое — минимальная температура тела?

Амплитуда суточных колебаний температуры тела человека в среднем составляет примерно 0,5–0,7 °С. Минимальная температура регистрируется в утренние часы (3–4 ч утра), максимальная — в вечерние часы (16–18 ч вечера).



11. Назовите виды терморегуляции.

Постоянство температуры тела у человека достигается за счет баланса процессов теплопродукции и теплоотдачи. Выделяют два вида терморегуляции:

- **химическая терморегуляция** — регуляция температуры тела с помощью изменения интенсивности теплопродукции;
- **физическая терморегуляция** — регуляция температуры тела с помощью изменения интенсивности теплоотдачи.

12. Перечислите и кратко охарактеризуйте механизмы химической терморегуляции.

Химическая терморегуляция (теплопродукция) — совокупность различных механизмов, обеспечивающих образование тепла в организме. Она включает:

- 1) **сократительный термогенез** (терморегуляционный мышечный тонус, холодовая дрожь, сознательная мышечная активность);
- 2) **несократительный термогенез** — ускорение обменных процессов, не связанное с сокращением мышц, при котором наблюдается активация метаболизма с преобладанием реакций прямого окисления и снижением сопряжения окисления с фосфорилированием. в результате чего увеличивается образование свободной тепловой энергии, но снижается синтез АТФ. Значение также имеет специфически-динамическое действие пищи, так как при распаде белков, жиров и углеводов происходит увеличение теплообразования. В механизме сократительного термогенеза значительную роль играют печень, почки, бурая жировая ткань.

13. Охарактеризуйте физиологические особенности бурой жировой ткани.

Бурая жировая ткань является важным источником несократительного термогенеза. Она локализована преимущественно вокруг шеи и в межлопаточной области и составляет около 5 % массы тела. Представляет собой особую жировую ткань с большим содержанием митохондрий, у которых выражено разобщение окислительного фосфорилирования и тканевого дыхания. Данный процесс осуществляется термогенином — полипептидом, расположенным на внутренней поверхности мембраны митохондрий.

14. Перечислите и кратко охарактеризуйте механизмы физической терморегуляции.

Физическая терморегуляция — совокупность различных механизмов, обеспечивающих теплообмен организма с окружающей средой. Она включает:

- 1) **теплоизлучение** (радиационная теплоотдача) — отдача тепла посредством излучения инфракрасных волн;
- 2) **теплопроводение** — контактная передача тепла при соприкосновении поверхности тела с какими-либо физическими телами (стул, одежда и др.);

3) **конвекция** — потеря тепла путем переноса движущимися частицами воздуха или воды (количество тепла, теряемого конвекционным способом, возрастает с увеличением скорости движения воздуха);

4) **испарение воды** (с поверхности кожи, легких, слизистых оболочек дыхательных путей и полости рта) — способ теплоотдачи за счет перехода воды из жидкого агрегатного состояния в газообразное. При испарении 1 л воды расходуется 580 ккал тепла.

15. Каково соотношение между различными механизмами теплоотдачи организма в обычных условиях? Какие факторы влияют на данное соотношение?

Соотношение между различными механизмами теплоотдачи организма в обычных условиях составляет:

- теплоизлучение — 60 %;
- теплопроводение — 3 %;
- конвекция — 15 %;
- испарение — 22 %.

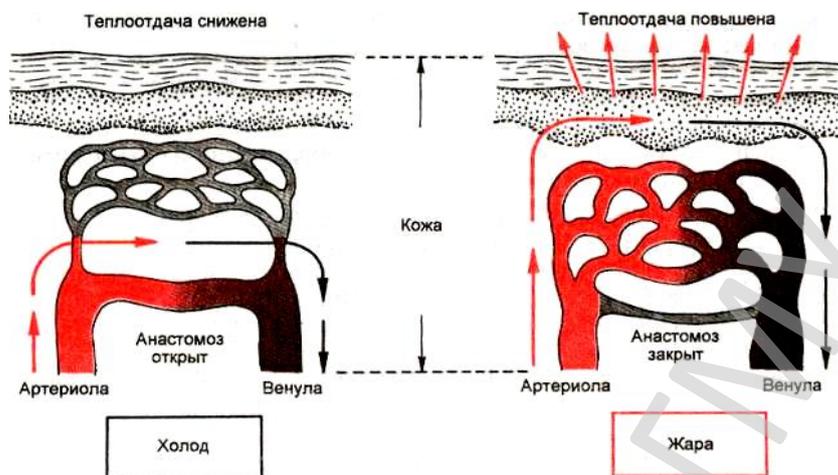
Соотношение между различными механизмами теплоотдачи зависит:

- 1) от температуры окружающей среды (при высокой температуре окружающей среды основное значение имеет испарение);
- 2) от относительной влажности среды (в насыщенном водяными парами воздухе испарение не происходит);
- 3) от интенсивности обмена веществ (например, после тяжелой мышечной нагрузки 75 % тепла отдается путем испарения).

16. Перечислите факторы, влияющие на теплоотдачу.

Факторы, влияющие на теплоотдачу:

- 1) слой подкожной жировой клетчатки (в связи с малой теплопроводностью жира);
- 2) одежда (между ней и кожей находится слой неподвижного воздуха, являющегося плохим проводником тепла);
- 3) изменение положения тела;
- 4) реакция кожных мышц (имеет значение для животных, изменяет ячеистость шерстяного покрова);
- 5) изменение периферического кровотока (при понижении температуры окружающей среды сосуды кожи суживаются, и теплоотдача уменьшается, при повышении температуры окружающей среды сосуды кожи расширяются, и теплоотдача увеличивается);
- 6) изменение дыхания (у животных, не имеющих механизма потоотделения, при повышении температуры среды учащенное поверхностное дыхание увеличивает испарение воды со слизистой полости рта и верхних дыхательных путей).



17. Перечислите виды и области локализации терморецепторов.

По локализации терморецепторы подразделяются на:

- **центральные** — расположены в медиальной преоптической области гипоталамуса, ретикулярной формации среднего мозга, спинном мозге;

- **периферические** — находятся в коже, подкожных тканях, кожных и подкожных сосудах.

Терморецепторы также подразделяют на:

- **тепловые** (частота импульсов максимальна при температуре 38–43 °С);

- **холодовые** (частота импульсов максимальна при температуре 20–30 °С).

18. В каких отделах центральной нервной системы расположены центры терморегуляции? Каково их функциональное значение?

Центр теплоотдачи — локализован в *передней части гипоталамуса*. Разрушение этих структур у животных делает их неспособными переносить высокую температуру окружающей среды, а раздражение этих структур вызывает одышку, расширение сосудов кожи.

Центр теплообразования — локализован в *задней части гипоталамуса*. Разрушение этих структур у животных делает их неспособными переносить холод, а раздражение этих структур вызывает сужение сосудов кожи; мышечную дрожь, увеличение секреции гормонов надпочечников.

Другие центры терморегуляции локализованы в спинном, продолговатый мозге, ретикулярной формации, коре больших полушарий. Центральным отделом организации реакций терморегуляции является гипоталамус.

19. Охарактеризуйте понятие «установочная температурная точка (set-point)».

Установочная температурная точка терморегуляции — некая «эталонная» температура тела, на поддержание которой направлено функционирование всех механизмов системы терморегуляции. В норме терморегуляторный центр постоянно поддерживает внутреннюю температуру **37,1 °С**. Получение терморегуляторным центром информации об отклонении от установочной температурной точки формирует сигнал к эффекторным системам, обеспечивающим поддержание внутренней температуры тела. Установочная температурная точка может сдвигаться в сторону высокой температуры (например, под действием интерлейкинов и простагландинов при лихорадке) или на уровень низкой температуры (например, при охлаждении организма).

20. Перечислите основные эффекторные органы терморегуляции.

К эффекторам терморегуляции относятся следующие органы и системы: печень, мышцы, щитовидная железа (тиреоидные гормоны стимулирует теплопродукцию), надпочечники (катехоламины), легкие, сердечно-сосудистая система, органы выделения, потовые железы.

21. Опишите деятельность функциональной системы терморегуляции в условиях снижения температуры окружающей среды.

При снижении температуры окружающей среды наблюдается повышение активности холодовых периферических терморцепторов, происходит активация заднего гипоталамуса, повышается тонус симпатической нервной системы.

Результатом этого является уменьшение теплоотдачи за счет сужения кровеносных сосудов кожи и увеличение теплопродукции за счет интенсификации метаболизма (действие катехоламинов, тиреоидных гормонов) и сократительного термогенеза.

22. Опишите деятельность функциональной системы терморегуляции в условиях повышения температуры окружающей среды.

При повышении температуры окружающей среды происходит уменьшение активности холодовых периферических терморцепторов, снижаются тонус эфферентных структур заднего гипоталамуса и тонус симпатической нервной системы.

Результатом этого является увеличение теплоотдачи за счет расширения кровеносных сосудов кожи, усиления потоотделения и уменьшение теплопродукции за счет ослабления мышечного тонуса и сократительного термогенеза, а также за счет уменьшения адренергической и тиреоидной стимуляции энергетического обмена.

23. Что такое гипертермия?

Гипертермия — состояние организма, характеризующееся повышением температуры тела выше 37 °С и возникающее вследствие ухудшения условий теплообмена либо избыточной теплопродукции. Резкая гипертермия, при которой температура тела достигает 40–41 °С, сопровождается тяжелым общим состоянием организма и носит название теплового удара.

24. Что такое гипотермия?

Гипотермия — состояние организма, характеризующееся понижением температуры тела ниже 35 °С, как правило, вызванное действием холода. Наблюдается ослабление рефлекторных реакций, снижение интенсивности обмена веществ, замедление дыхания и сердечных сокращений, снижение артериального давления.

25. Что такое лихорадка? Перечислите и охарактеризуйте основные группы лихорадок.

Лихорадка — это выработавшаяся в процессе эволюции защитно-приспособительная реакция, развивающаяся в результате воздействия на организм пирогенных агентов и заключающаяся в установлении его теплового баланса на новом, более высоком уровне.

В зависимости от причины выделяют две основные группы лихорадок:

1) **инфекционная** — связана с тем, что гипоталамические центры терморегуляции обладают высокой чувствительностью к бактериальным и вирусным токсинам;

2) **неинфекционная** — возникает под влиянием экзогенных и эндогенных факторов, вызывающих повреждение тканей и асептическое воспаление (при гормональных расстройствах, ожогах, травмах и др.).

По величине подъема температуры различают следующие типы лихорадочной реакции:

1. Субфебрильная лихорадка: 37,1–38 °С.
2. Фебрильная лихорадка: 38,1–39,5 °С.
3. Пиретическая лихорадка: 39,6–41 °С.
4. Гиперпиретическая лихорадка: свыше 41 °С.

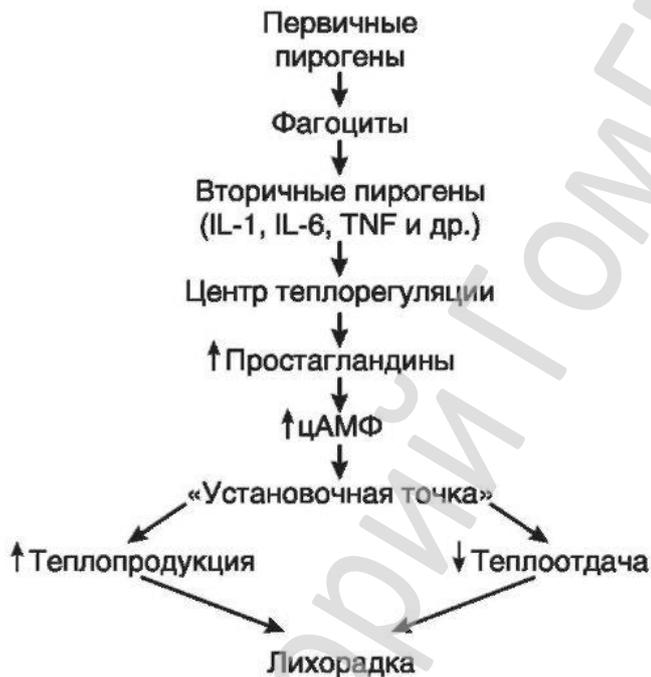
26. Каков механизм развития лихорадки?

В механизме развития лихорадки ведущая роль принадлежит пирогенным веществам (экзогенным и эндогенным), которые воздействуют на гипоталамические центры регуляции теплообмена.

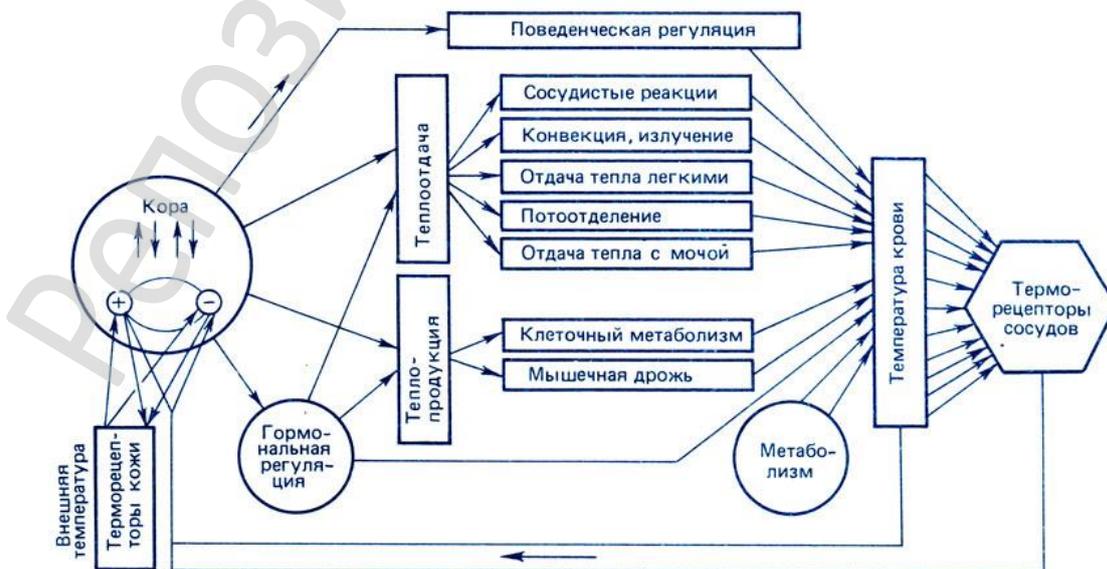
Экзогенные пирогены (преимущественно полисахариды и липополисахариды мембран микробных клеток) активируют клетки макроорганизма, обладающие фагоцитарной активностью (в ос-

новном макрофаги), вырабатывающие эндогенные пирогены (интерлейкин-1, интерлейкин-6, интерферон и др.).

Под влиянием пирогенов изменяется термочувствительность гипоталамуса, понижается чувствительность тепловых и повышается чувствительность холодových терморецепторов, происходит усиление теплопродукции и уменьшение теплоотдачи и, как следствие, температурный баланс организма устанавливается на новом, более высоком уровне.



27. Нарисуйте схему функциональной системы, поддерживающей оптимальную для метаболизма температуру организма.



ГЛАВА 11

ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ

1. Что называют процессом выделения?

Выделение — это процесс, обеспечивающий удаление из организма конечных продуктов обмена, чужеродных и токсических веществ, избытка воды, солей и органических соединений.

2. Какие органы участвуют в процессе выделения? Каково основное назначение органов выделения?

Органами выделения у человека являются: *почки* (основной орган), *легкие* (удаление летучих веществ — CO_2 , водяные пары, ацетон, этанол и др.), *ЖКТ* (слюнные, желудочные и кишечные железы, печень, поджелудочная железа), *железы кожи* (потовые, сальные и молочные). Основное назначение органов выделения состоит в том, чтобы поддерживать постоянство состава и объема жидкостей внутренней среды организма, прежде всего крови, плазмы и лимфы.

3. Перечислите функции почек.

Почки выполняют в организме следующие функции:

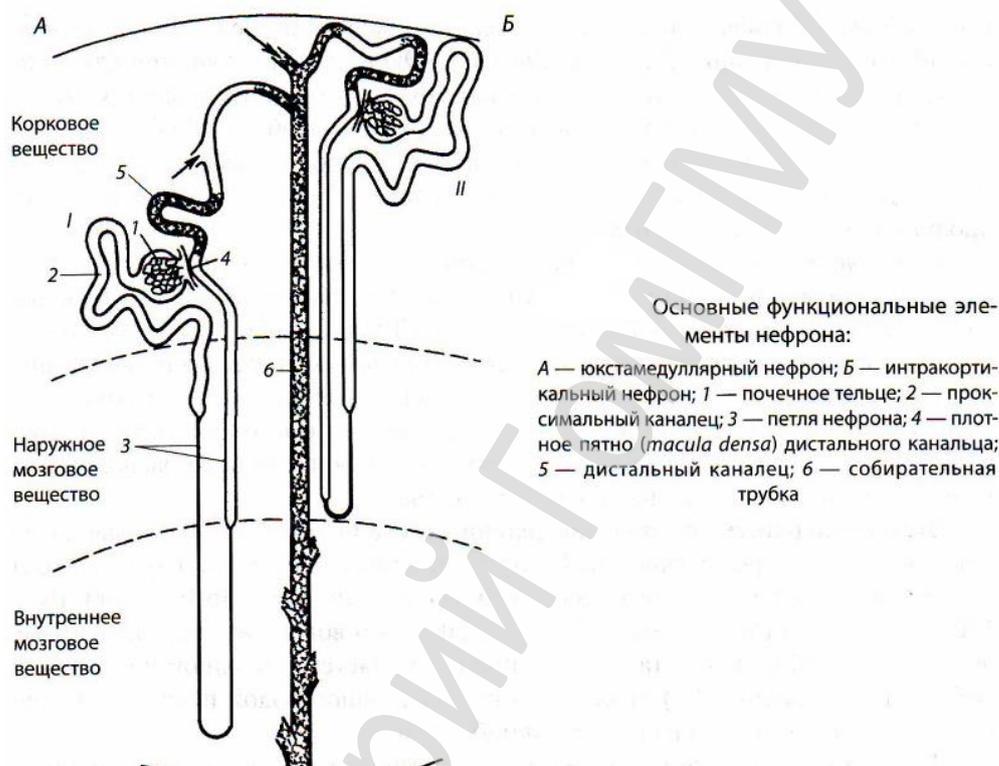
- 1) регуляция объема крови и других жидкостей внутренней среды;
- 2) поддержание постоянства осмотического давления крови и других жидкостей внутренней среды;
- 3) регуляция ионного состава жидкостей внутренней среды;
- 4) поддержание кислотно-основного равновесия;
- 5) экскреция конечных продуктов азотистого обмена и чужеродных веществ;
- 6) экскреция избытка органических веществ, поступающих с пищей или образовавшихся в ходе метаболизма (глюкоза, аминокислоты);
- 7) метаболическая (участие в обмене белков, липидов и углеводов);
- 8) инкреторная — секреция биологически активных веществ (ренин, брадикинин простагландины, урокиназа, витамин D_3);
- 9) поддержание артериального давления (ренин-ангиотензин-альдостероновая система);
- 10) гемопоэтическая — почки участвуют в регуляции эритропоэза (эритропоэтин).

4. Назовите функциональную единицу почки и ее структурно-функциональные элементы.

Функциональной единицей почки является нефрон. Каждый нефрон состоит из:

— капсулы Шумлянского — Боумена и клубочка капилляров;

- проксимального канальца (извитой и прямой части);
- петли Генле (нисходящей, восходящей тонкой и толстой части);
- дистального извитого канальца;
- собирательной трубочки.



5. Охарактеризуйте основные типы нефронов.

В почке функционирует несколько типов нефронов, различающихся по локализации, величине клубочков и длине отдельных участков нефрона, особенно петель Генле. Различают корковые и юкстамедуллярные нефроны.

Корковые нефроны (играют главную роль в мочеобразовательной функции почки):

- **суперфициальные** (поверхностные, их около 20–30 %) — обладают короткими петлями, в результате чего колена петли располагается выше границы между наружной и внутренней частями мозгового вещества;

- **интракортальные** (60–70 %) — внутри коркового слоя, могут иметь как короткую, так и длинную петлю Генле;

- **юкстамедуллярные** нефроны (10–15 %) — клубочки лежат у границы коркового и мозгового вещества, петли Генле длинные и проникают во внутренний отдел мозгового вещества. Назначение юкстамедуллярных нефронов — создание высокого осмотического давления в мозговом слое почки, необходимого для концентрирования и уменьшения объема конечной мочи.

6. Какова локализация и функции юкстагломерулярного комплекса?

Юкстагломерулярный комплекс — совокупность структур, локализованных в области контакта дистального извитого канальца с клубочком между приносящей и выносящей артериолами и осуществляющих продукцию ренина и ряда других физиологически активных веществ.

7. Перечислите особенности кровоснабжения почек.

К основным особенностям кровоснабжения почек относятся:

- 1) высокий объемный кровоток — 1800 л/сут (1/4 МОК);
- 2) двойная (чудесная) сеть капилляров (клубочковая и околоканальцевая);
- 3) высокое давление в капиллярах клубочка — 60–70 мм рт. ст., обусловленное тем, что диаметр приносящей артериолы в 2 раза больше, чем выносящей;
- 4) постоянство давления в капиллярах клубочка в независимости от колебаний системного артериального давления (миогенная регуляция);
- 5) регионарные особенности в органе — корковые нефроны получают 85–90 % крови, юкстамедуллярные нефроны — 10–15 % крови.

8. Охарактеризуйте миогенный механизм стабилизации давления в капиллярах клубочка при значительных колебаниях системного артериального давления.

Миогенная регуляция обусловлена способностью гладкомышечных клеток приносящей артериолы сокращаться в ответ на растяжение их кровью. При повышении системного артериального давления тонус приносящей артериолы увеличивается, а при понижении системного давления ее тонус уменьшается (эффект Остроумова — Бейлиса), в результате чего кровоток и давление крови в капиллярах клубочка остается постоянным.

9. Назовите процессы, обеспечивающие мочеобразование.

Образование конечной мочи является результатом трех последовательных процессов:

- 1) **клубочковая фильтрация** — пассивный транспорт веществ крови из клубочковых капилляров в капсулу Шумлянско-Боумана благодаря градиенту давлений, в результате чего образуется первичная моча;
- 2) **канальцевая реабсорбция** — транспорт веществ эпителиальными клетками канальцев из просвета канальцев нефрона в интерстиций;

3) **секреция** — транспорт веществ эпителиальными клетками канальцев в просвет канальцев нефрона либо выделение в просвет канальца молекул, синтезированных в клетке канальца.

10. Перечислите факторы, от которых зависит фильтрационное давление в почечном клубочке. Приведите формулу расчета эффективного фильтрационного давления.

Фильтрационное давление в почечном клубочке зависит от величины гидростатического давления (ГДК) и онкотического давления (ОДК) крови в капиллярах клубочка, а также гидростатического давления ультрафильтрата (первичной мочи) в капсуле клубочка (ГДУ).

Эффективное фильтрационное давление (ЭФД):

$$\text{ЭФД} = \text{ГДК} - (\text{ОДК} + \text{ГДУ}),$$

$$\text{ЭФД} = 70 - (30 + 20) = 20 \text{ мм рт. ст.}$$

11. Какая моча называется первичной, что она представляет собой по составу?

Первичная моча образуется в процессе клубочковой фильтрации в капсуле Шумлянско — Боумена, по составу представляет собой плазму крови практически без белков.

12. Опишите строение фильтрующей мембраны почечного тельца.

В процессе клубочковой фильтрации жидкость проходит через клубочковый фильтр в почечном тельце. Фильтрующая мембрана состоит из трех слоев:

1) эндотелий гломерулярных капилляров, перфорированный множеством отверстий («фенестров») диаметром 40–100 нм;

2) базальная мембрана — гелеподобное образование, состоящее из гликопротеинов и протеогликанов. В базальной мембране имеются поры диаметром 2,9–3,7 нм;

3) однорядный слой эпителиальных клеток (подоцитов), выстилающих капсулу Шумлянско — Боумена и имеющих множество пальцевидных отростков (диаметр щелей между педикулами подоцитов 24–30 нм).



13. Охарактеризуйте факторы, определяющие проницаемость гломерулярного фильтра.

Проницаемость гломерулярного фильтра определяется минимальным размером молекул, которые способны фильтроваться, и зависит от:

1) размера пор (поры в базальной мембране ограничивают прохождение форменных элементов крови, а также крупных белковых молекул);

2) заряда пор (свободному прохождению белков через гломерулярный фильтр препятствуют отрицательно заряженные молекулы в веществе базальной мембраны и выстилке, лежащей на поверхности подоцитов);

3) гемодинамических условий;

4) работы педикул подоцитов (в них имеются актомиозиновые нити) и мезангиальных клеток.

Неорганические соли и низкомолекулярные органические соединения (мочевина, мочева кислота, глюкоза, аминокислоты, креатинин) свободно проходят через клубочковый фильтр и поступают в полость капсулы Боумена.

14. Какое количество первичной и вторичной (конечной) мочи образуется у человека за сутки и чем объясняется данное различие?

Первичной мочи образуется до 180 л в сутки, вторичной — около 1,5 л в сутки. Данное различие объясняется тем, что основная часть первичной мочи реабсорбируется при прохождении по канальцам нефрона.

15. Назовите вещества, реабсорбируемые в различных частях нефрона.

В проксимальных извитых канальцах реабсорбируется большая часть компонентов первичной мочи: *аминокислоты, глюкоза, витамины, белки, микроэлементы, Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , HCO_3^- , вода* и др.

Нисходящая часть петли Генле обладает высокой проницаемостью для воды, но практически не реабсорбирует натрий или хлор. **Восходящая часть** реабсорбирует *натрий* и *хлор* и практически не реабсорбирует воду.

В дистальном извитом канальце реабсорбируются *ионы натрия, кальция, фосфаты, HCO_3^- , вода*. **В собирательной трубке** — *вода, мочевины*.

16. Что является специфической функцией петли Генле в процессе мочеобразования?

Специфической функцией петли Генле является *создание высокого осмотического давления* в мозговом слое почки, что обеспечивает реабсорбцию воды из нисходящего колена петли Генле и собирательных трубочек (формирование конечной концентрированной мочи).

17. Опишите два пути движения реабсорбируемых веществ из просвета канальцев в интерстициальное пространство.

Существует два пути движения реабсорбируемого вещества из просвета в интерстициальное пространство:

1) **парацеллюлярный** — движение между клетками посредством диффузии или за счет переноса вещества вместе с растворителем;

2) **трансцеллюлярный** — «через» клетку, в этом случае реабсорбируемое вещество должно преодолеть две плазматические мембраны — апикальную (отделяющую жидкость в просвете канальца от цитоплазмы клеток) и базолатеральную (отделяющую цитоплазму от интерстициальной жидкости).

18. Охарактеризуйте молекулярные механизмы, участвующие в осуществлении процессов канальцевой реабсорбции.

Реабсорбция различных веществ в канальцах обеспечивается активным (против электрохимического и концентрационного градиентов) и пассивным транспортом.

При **первично-активном транспорте** происходит перенос вещества против электрохимического градиента за счет энергии АТФ (например, транспорт Na^+ при участии $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-АТФазы}$).

При **вторично-активном транспорте** происходит перенос вещества против концентрационного градиента с помощью специального переносчика, присоединяющего ион Na^+ (например, транспорт глюкозы, аминокислот). Движущей силой переноса комплекса «переносчик + органическое вещество + Na^+ » через апикальную мембрану является градиент концентрации Na^+ , который обусловлен активным выведением Na^+ из клетки через базолатеральную мембрану с помощью $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-АТФазы}$.

Низкомолекулярные белки реабсорбируются путем **пиноцитоза** в проксимальном сегменте канальца, внутри клетки канальца расщепляются до дипептидов и аминокислот и удаляются в кровь.

Реабсорбция воды, хлора и некоторых других ионов, мочевины осуществляется с помощью **пассивного транспорта** (по электрохимическому, концентрационному или осмотическому градиенту).

19. Что такое облигатная и факультативная реабсорбция?

Облигатная реабсорбция — нерегулируемое всасывание ионов натрия, калия, воды в проксимальном отделе нефрона и в петле Генле.

Факультативная реабсорбция — регулируемое всасывание ионов натрия, воды в дистальном отделе нефрона и в собирательных трубочках. Особенность дистальной реабсорбции в том, что она регулируется альдостероном (для натрия) и антидиуретическим гормоном (для воды).

20. Что называется порогом реабсорбции? Какие вещества называют «пороговыми», какие — «непороговыми»?

Порог реабсорбции — величина концентрации вещества в крови, при которой оно не может полностью реабсорбироваться и появляется в моче.

Пороговыми называются вещества, которые полностью реабсорбируются в почечных канальцах и появляются в конечной моче, только если их концентрация в крови превышает определенную величину — порог выведения. Например, глюкоза, аминокислоты.

Непороговыми называются вещества, которые выделяются с мочой при любой концентрации их в плазме крови. Это конечные продукты обмена, подлежащие удалению из организма (например, креатинин, мочевины, сульфаты).

21. Что такое поворотно-противоточная множительная система? Перечислите ее компоненты.

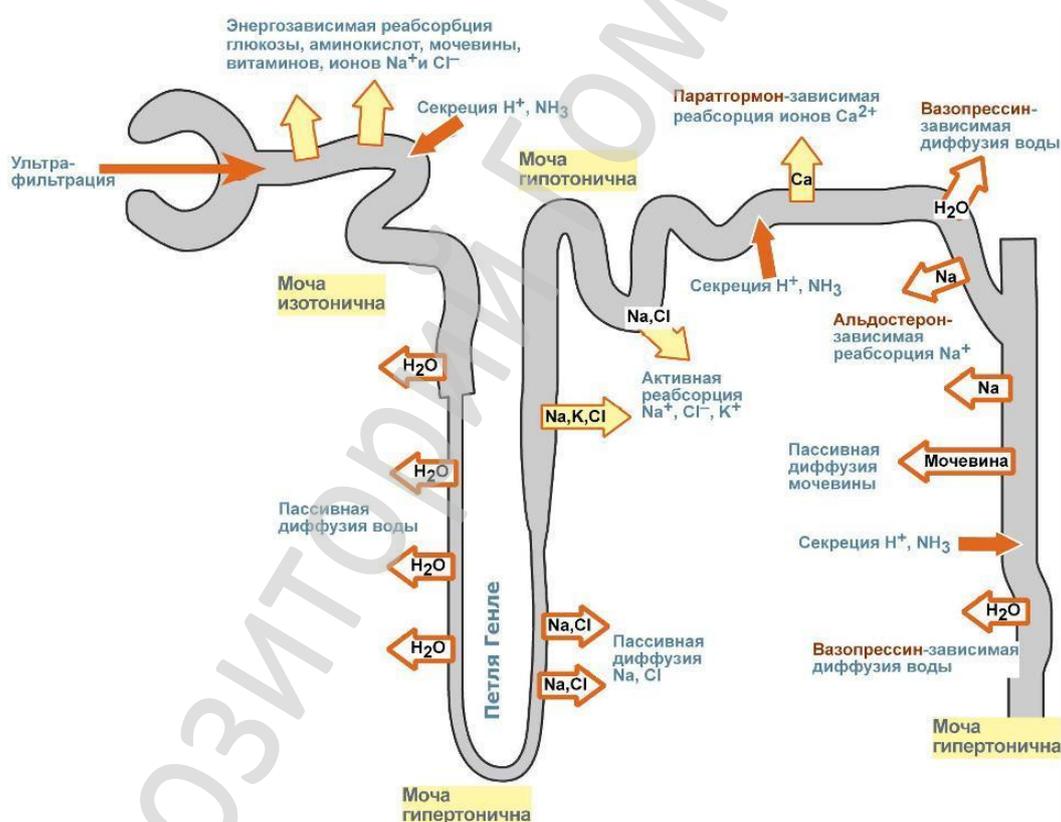
Поворотно-противоточная множительная система — структурно-функциональная организация нефрона, обеспечивающая осмотическое концентрирование/разведение мочи. Основными компонентами поворотно-противоточной множительной системы являются восходящие и нисходящие отделы петель Генле, собирательные трубочки, восходящие и нисходящие прямые сосуды с соединяющими их капиллярами, интерстиций сосочка почки. В зависимости от состояния водного баланса организма почки выделяют гипотоническую (осмотическое разведение) или, напротив, гипертоническую (осмотически концентрированную) мочу.

22. Опишите механизм работы поворотно-противоточной системы.

Сущность поворотно-противоточной системы состоит в том, что два колена петли Генле, нисходящее и восходящее, функционируют сопряженно как единый механизм. Эпителий нисходящего отдела петли пропускает воду, но не пропускают Na^+ . Эпителий восходящего отдела петли активно реабсорбирует Na^+ , но для воды практически не проницаем. В результате выхода NaCl жидкость в восходящем колене становится гипотонической, а межклеточная жидкость — гипертонической. Жидкость из нисходящего колена петли Генле и капилляров прямых сосудов по осмотическому градиен-

ту поступает в интерстиций. Эффектом прохождения фильтрата по петле Генле является уменьшение объема фильтрата с эквимольным уменьшением воды и натрия.

Между двумя соседними участками нисходящего и восходящего отделов разность осмотического давления не велика. В петле Генле происходит умножение «одиночного» эффекта, приводящее к концентрированию жидкости в одном колене за счет разбавления в другом и обусловленное противоположным направлением тока жидкости в обоих коленах петли. Прямые сосуды мозгового вещества почки, подобно канальцам петли нефрона, также образуют противоточную систему, способствуя сохранению градиента концентрации осмотически активных веществ в почке.

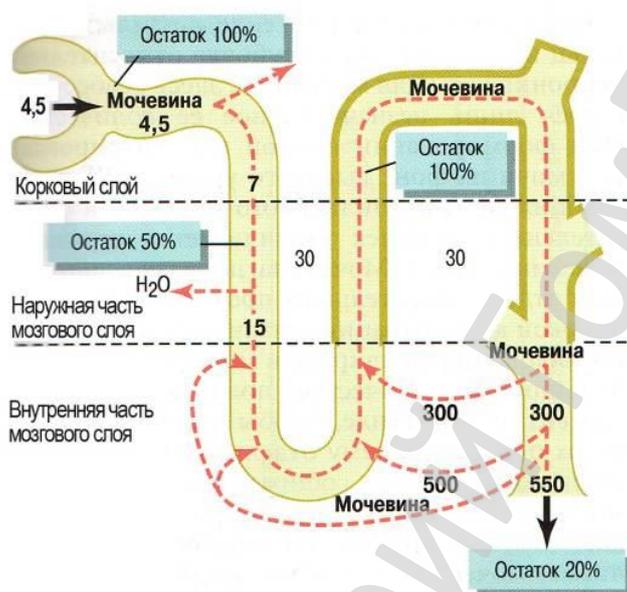


Поворотно-противоточная система

23. Охарактеризуйте значение кругооборота и механизм движения мочевины между собирательными трубками и восходящим коленом петли Генле?

Система внутрипочечного кругооборота мочевины участвует в осмотическом концентрировании мочи. Мочевина представляет собой низкомолекулярное соединение и подвергается фильтрации в клубочках. Во внутренних отделах мозгового вещества происходит реабсорбция мочевины из просвета собирательной трубки в интерстициальную жидкость посредством облегченной диффузии (регу-

лируется антидиуретическим гормоном). Далее из интерстиция мочевины проникает в тонкий отдел восходящего колена петли Генле по концентрационному градиенту и по дистальным отделам нефрона поступает в собирательные трубки и на уровне внутреннего мозгового свода выходит в интерстиций. Значение внутривнепочечного кругооборота мочевины состоит в сохранении высокой осмолярности интерстиция внутренней части мозгового слоя почки.



24. Что такое канальцевая секреция? Какие вещества секретируются в почках?

Канальцевая секреция — это перенос веществ из внеклеточной жидкости в просвет канальца (т. е. в направлении противоположном процессу канальцевой реабсорбции) либо выделение в просвет канальца молекул, синтезированных в клетке канальца.

Канальцевая секреция представляет собой результат активной деятельности клеток канальцевого эпителия и осуществляется во всех частях нефрона.

В почках секретируются:

- 1) органические кислоты — парааминогиппуровая (ПАГ), мочевая, диодраст (рентгеноконтрастное вещество), пенициллин и др.;
- 2) органические основания — холин, гуанидин, тиамин и др.;
- 3) неорганические вещества — K^+ , H^+ и др.

25. Чему равна скорость клубочковой фильтрации? Как можно определить величину клубочковой фильтрации?

Скорость клубочковой фильтрации составляет 125 мл/мин (мужчины), 110 мл/мин (женщины). Величину клубочковой фильтрации можно определить путем исследования почечного клиренса

(коэффициента очищения) определенных веществ. Данные вещества должны быть физиологически нейтральными, свободно фильтроваться в клубочках, не секретироваться и не реабсорбироваться в канальцах (например, инулин или креатинин).

26. Что называют почечным клиренсом (коэффициентом очищения) вещества? Приведите формулу расчета клиренса.

Клиренс (коэффициент очищения) отражает скорость очищения плазмы от данного вещества и выражается в миллилитрах в минуту. Клиренс равен объему плазмы, полностью очищающемуся от этого вещества за 1 мин.

Расчет клиренса производится по формуле:

$$C_e = \frac{M_e \times V}{P_e} = \text{мл/мин},$$

где C_e — клиренс; M_e — концентрация вещества в моче; P_e — концентрация вещества в плазме крови; V — объем мочи, образующейся за 1 мин.

27. Напишите формулу для расчета почечного кровотока по клиренсу парааминогиппуровой кислоты (ПАГ).

$$\text{Почечный кровоток} = \frac{U_{\text{паг}} \times V_{\text{мочи}} \times 100 \%}{P_{\text{паг}} \times (100 \% - \text{ПГ})},$$

где: $U_{\text{паг}}$ — концентрация ПАГ в конечной моче; $V_{\text{мочи}}$ — объем конечной мочи (в мл), образующейся за 1 мин; $P_{\text{паг}}$ — концентрация ПАГ в плазме крови; ПГ — показатель гематокрита.

28. Где расположены важные для регуляции функции почек рефлексогенные зоны? Какие рецепторы в них представлены?

Информация о состоянии внутренней среды поступает в ЦНС по афферентным путям от рефлексогенных зон самой почки (механо- и хеморецепторы), а также от барорецепторов дуги аорты, каротидного синуса, от осморецепторов и хеморецепторов печени и гипоталамуса, а также от волюморецепторов предсердий.

29. На каком уровне спинного мозга расположены симпатические центры, участвующие в регуляции функции почек, и каково их влияние на функции почек?

Симпатические центры, участвующие в регуляции функции почек, расположены в нижних грудных и верхних поясничных сегментах спинного мозга. Симпатикотония сопровождается умень-

шением кровотока в мозговом веществе и снижением диуреза. Усиливается выделение ренина, увеличивается реабсорбция натрия, глюкозы, фосфатов и, как следствие, воды.

30. Какие основные гормоны осуществляют гуморальную регуляцию деятельности почек? Каковы их основные эффекты?

Гуморальная регуляция деятельности почек преимущественно осуществляется антидиуретическим гормоном, гормонами надпочечников (альдостерон, норадреналин), щитовидной и паращитовидных желез, натрийуретическим гормоном (вырабатывается в предсердиях).

Норадреналин: стимулирует секрецию ренина, запускающего механизм вазоконстрикторного действия.

Антидиуретический гормон: увеличивает реабсорбцию воды.

Натрийуретический гормон: уменьшает реабсорбцию натрия, хлора, воды, снижает секрецию ренина.

Альдостерон: увеличивает реабсорбцию натрия и уменьшает реабсорбцию калия.

Паратгормон: увеличивает реабсорбцию кальция и уменьшает реабсорбцию фосфатов.

Тиреокальцитонин: уменьшает реабсорбцию кальция и стимулирует реабсорбцию фосфатов.

31. Назовите места приложения и действия антидиуретического гормона и охарактеризуйте механизм его влияния на деятельность почек.

Антидиуретический гормон (АДГ) увеличивает реабсорбцию воды в конечном отделе дистальных извитых канальцев и в собирательных трубках нефрона вследствие повышения их проницаемости для воды. Латеральные и базальные мембраны дистальных отделов нефрона и собирательных трубочек содержат рецепторы к вазопрессину, при стимуляции которых активируется образование водных каналов в мембранах клеток дистальных канальцев и проницаемость канальца для воды возрастает. Под влиянием АДГ усиливается синтез гиалуронидазы, которая гидролизует гиалуроновую кислоту межклеточных пространств и повышает проницаемость стенки дистальных канальцев, увеличивается задержка воды в организме.

32. Какой из механизмов регуляции функции почки является главным — гуморальный или нервный?

Главным является гуморальный механизм регуляции функции почек; полностью денервированная почка может достаточно эффективно выполнять свои функции (например, трансплантированная почка).

33. Перечислите биологически активные вещества, вырабатываемые в почке. Укажите их функциональное значение.

В почках вырабатываются биологически активные вещества, оказывающие влияние на деятельность некоторых органов и систем (инкреторная функция почек).

Ренин: компонент ренин-ангиотензин-альдостероновой системы, активирует ангиотензиноген, приводя к образованию ангиотензина-I.

Брадикинин: расширяет сосуды.

Простагландины: внутриклеточные гормоны; участвуют в регуляции общего и почечного кровотока, вызывают натрийурез, уменьшают чувствительность клеток к АДГ.

Урокиназа: стимулирует превращение плазминогена в плазмин, который вызывает гидролиз фибрина.

Эритропоэтин: гликопротеид, стимулирует увеличение продукции эритроцитов костным мозгом.

34. Назовите функции ренин-ангиотензин-альдостероновой системы и факторы, ее стимулирующие.

Ренин-ангиотензин-альдостероновая система принимает участие в регуляции артериального давления, количества жидкости в организме, ионов, осмотического давления. Ренин-ангиотензин-альдостероновая система стимулируется падением системного артериального давления или давления в почечных сосудах, уменьшением объема плазмы, недостатком натрия, избытком калия.

35. Опишите последовательность основных реакций, запускаемых почкой и ведущую к сужению сосудов при снижении артериального давления.

При падении артериального давления почкой выделяется ренин, под влиянием которого происходит превращение ангиотензиногена в ангиотензин-I, а затем под влиянием ангиотензинпревращающего фермента преобразование ангиотензина-I в ангиотензин-II. Ангиотензин II вызывает сужение артериальных сосудов, а также усиливает секрецию альдостерона, что способствует нормализации объема крови и артериального давления.

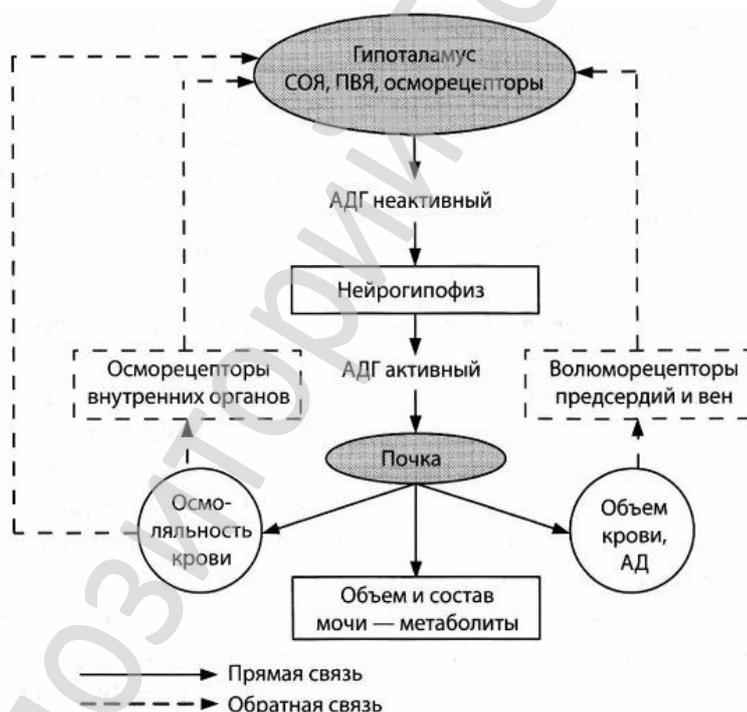
36. Перечислите последовательно процессы регуляции осмотического давления в организме посредством осморецепторов и антидиуретического гормона.

При избытке воды в организме осмотическое давление крови снижается. Это уменьшает активность осморецепторов гипоталамуса, печени и ряда других органов, что снижает выделение АДГ из нейрогипофиза в кровь и приводит к усилению выделения воды почкой.

При обезвоживании осмолярность крови увеличивается, возбуждаются осморецепторы, усиливается секреция АДГ, интенсивность реабсорбции воды в почке увеличивается.

37. Перечислите последовательно основные процессы регуляции объема циркулирующей крови и артериального давления с предсердных волюморцепторов.

При увеличении объема притекающей к сердцу крови происходит активация предсердных волюморцепторов, что приводит к снижению выделения АДГ нейрогипофизом и усилению выделения воды почкой, а также к увеличению секреции натрийуретического гормона, уменьшению секреции ренина, ангиотензина и альдостерона. В результате уменьшается реабсорбция натрия и возрастает натрийурез и мочеотделение. В результате вышеперечисленных процессов восстанавливается объем крови и внеклеточной жидкости.



38. Объясните понятия «водный диурез», «осмотический диурез» и «антидиурез».

Водный диурез — образование больших объемов гипотонической мочи вследствие уменьшения проницаемости для воды стенки канальцев.

Осмотический диурез — образование больших объемов мочи вследствие уменьшения реабсорбции осмотически активных веществ.

Антидиурез — явление снижения выделения мочи (при обезвоживании, избытке вазопрессина).

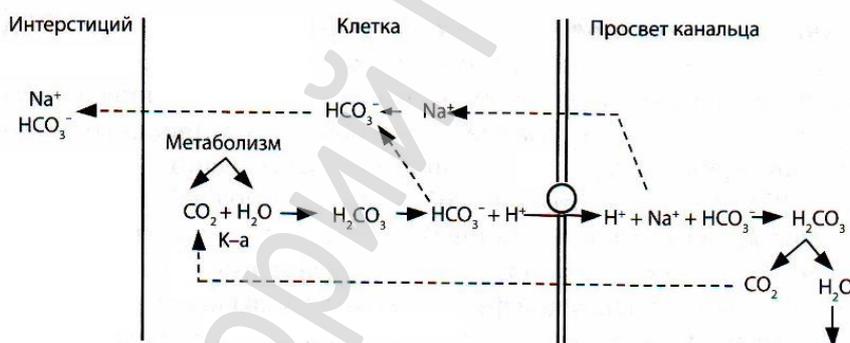
39. Какие вещества секретируются в просвет канальцев почки в процессе регуляции pH? В каких отделах нефрона это осуществляется?

В процессе регуляции pH в просвет канальцев секретируются ионы водорода и аммиак. Это осуществляется во всех канальцах нефрона, особенно — в проксимальных и дистальных.

40. Опишите процесс образования ионов водорода в эпителии нефрона. Перечислите соединения, с которыми взаимодействует водород в просвете канальцев.

В эпителии нефрона при участии карбоангидразы из углекислого газа и воды образуется угольная кислота, после диссоциации которой ионы водорода секретируются в просвет канальцев в обмен на ионы натрия, который реабсорбируется в интерстиций.

В просвете канальцев ионы водорода взаимодействуют с аммиаком, NaHCO_3 и Na_2HPO_4 .



41. Приведите примеры метаболической функции почек (участия почек в обмене белков, жиров и углеводов).

В обмене белков: пиноцитоз в канальцевом эпителии попавших в первичную мочу белков и пептидов, расщепление их до аминокислот, которые путем реабсорбции возвращаются в кровь.

В обмене углеводов: глюконеогенез, особенно при голодании, когда около 50 % глюкозы, поступающей в кровь, образуется в почках.

В обмене жиров: синтезируются триацилглицериды и фосфолипиды, поступающие в кровь.

42. Назовите основные компоненты конечной мочи в норме и при патологии.

Конечная моча в норме помимо воды содержит электролиты, конечные продукты азотистого обмена (мочевина, креатинин), пигменты (уробилин), очень малое количество белка (суточная экскреция белка не превышает 125 мг), различные биологически активные вещества и продукты их превращения (производные гормонов надпочечников, эстрогены, витамины, ферменты).

При патологии в моче обнаруживаются *глюкоза* (глюкозурия наблюдается, если концентрация глюкозы в плазме крови превышает 10 ммоль/л), *кетоновые тела*, *увеличенное количество белка*, *желчные кислоты*, *гемоглобин*.

43. Какие исследуемые параметры включает общий анализ мочи?

Общий анализ мочи позволяет судить не только о характере и выраженности патологического процесса в почках и мочевыделительной системе, но о состоянии других органов и включает исследование физических свойств мочи, химическое и микроскопическое исследование.

Физические свойства мочи:

- цвет;
- прозрачность;
- рН;
- относительная плотность.

Химическое исследование включает определение количества:

- белка;
- глюкозы;
- кетоновых тел.

При микроскопическом исследовании осадка мочи определяют наличие:

- эпителиальных клеток (эпителий в моче может быть плоским, переходным или почечным);
- эритроцитов;
- лейкоцитов;
- цилиндров (белковые слепки почечных канальцев);
- солей, выпавших в осадок в виде кристаллов или аморфных масс.

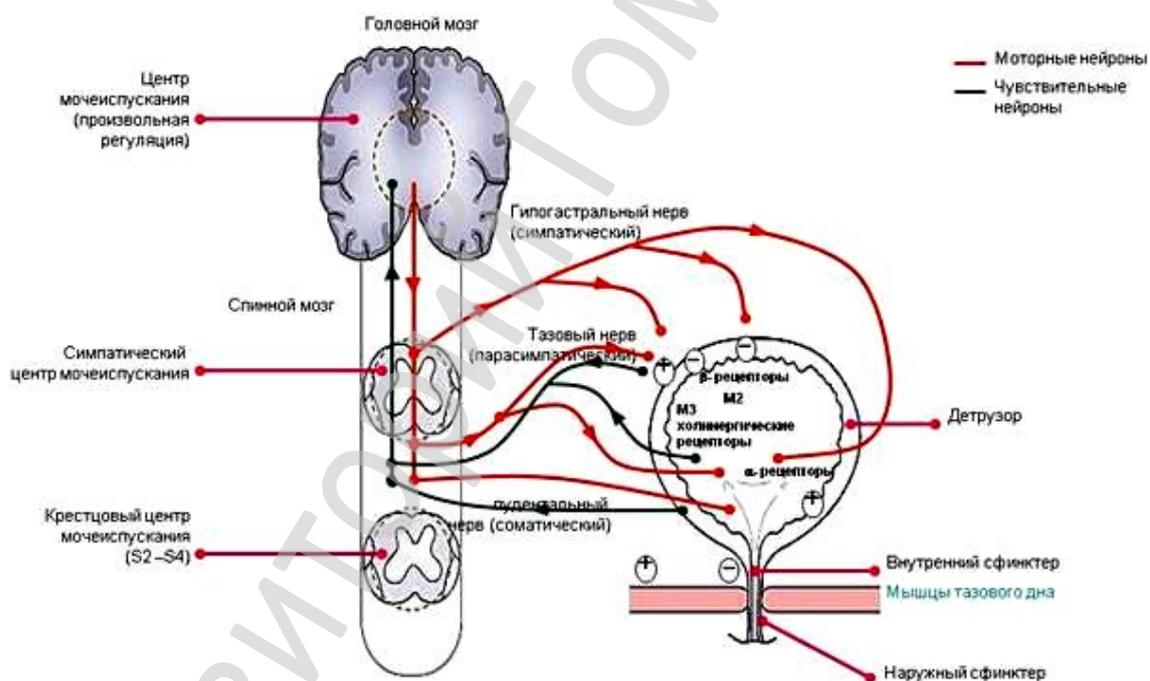
44. Опишите механизм регуляции мочеиспускания.

Мочеиспускание — сложный рефлекторный акт выведения образовавшейся мочи из организма, осуществляемый одновременным сокращением гладкой мускулатуры стенок мочевого пузыря и расслаблением сфинктеров мочевого пузыря и мочеиспускательного канала.

При накоплении мочи в мочевом пузыре и раздражении его механорецепторов импульсы поступают в центр мочеиспускания, находящийся во II–IV крестцовых сегментах спинного мозга. Возбуждение центра мочеиспускания вызывает импульсацию в пара-

симпатических волокнах тазовых внутренностных нервов, стимулируется сокращение мышцы мочевого пузыря и расслабляется внутренний сфинктер мочеиспускательного канала. Поток импульсов к наружному сфинктеру мочеиспускательного канала (иннервируемому соматическим нервом — ветвью полового нерва) уменьшается, наружный сфинктер расслабляется, и начинается мочеиспускание.

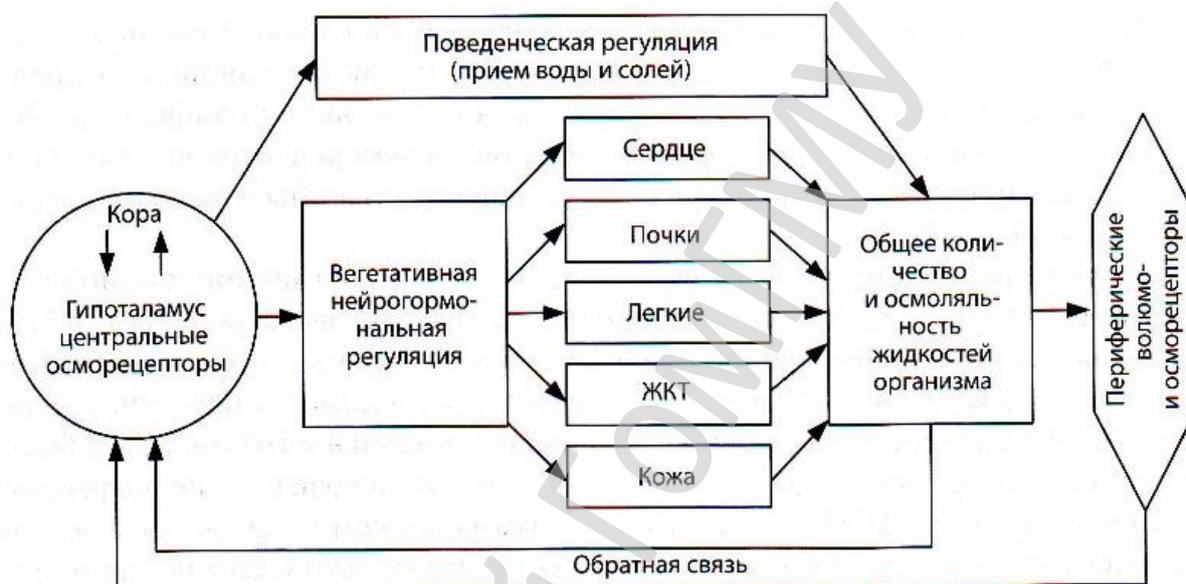
Спинальный центр мочеиспускания находится под влиянием вышележащих отделов мозга, изменяющих порог возбуждения рефлекса мочеиспускания. Тормозящие влияния на этот рефлекс исходят из коры большого мозга, возбуждающие из заднего гипоталамуса и переднего отдела моста.



45. В чем заключается принцип действия аппарата, используемого в клинике для временного замещения некоторых функций почек и получившего название «искусственная почка»?

Аппарат «искусственная почка» представляет собой диализатор, в котором через поры полупроницаемой мембраны кровь очищается от продуктов метаболизма и чужеродных веществ, в результате чего нормализуется ее состав. В этих аппаратах используют пленки, через поры которых проходят низкомолекулярные компоненты плазмы, но не проникают белки. По одну сторону пленки непрерывно протекает кровь пациента, поступающая из артерии и после прохождения через аппарат вливаемая в его вену, по другую сторону находится диализирующий раствор, который по ионному составу и осмотической концентрации подобен плазме крови.

46. Нарисуйте схему функциональной системы, поддерживающей оптимальное количество жидкости в организме и ее осмотическое давление.



ГЛАВА 12

ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

12.1. Общая физиология сенсорных систем. Зрительный анализатор

1. Что называют анализатором?

Анализатор — совокупность возбудимых структур центральной и периферической нервной системы, осуществляющих восприятие и анализ воздействий окружающей среды и воздействий, исходящих из самого организма.

2. Назовите отделы анализатора и его структурные элементы по И. П. Павлову.

Отделы анализатора:

- 1) **периферический** — рецепторы;
- 2) **проводниковый** — афферентные нейроны и проводящие пути;
- 3) **корковый** — проекционная и ассоциативная зоны коры больших полушарий.

3. Что называют органом чувств?

Орган чувств — это периферический отдел анализатора, воспринимающий и частично анализирующий изменения внешней среды, возбуждение которого ведет к возникновению ощущений.

4. Что такое ощущение?

Ощущение — это простейший психический процесс, состоящий в отражении определенных свойств предметов и явлений, непосредственно воздействующих в данный момент на органы чувств.

5. Что такое восприятие?

Восприятие — это результат взаимосвязанных нейрофизиологических процессов на нескольких этажах ЦНС по систематизации, интерпретации и осмысления информации от сенсорных органов и превращение их в знания о предметах и событиях физического мира.

6. На какие группы делятся анализаторы по функциональному значению?

По функциональному значению анализаторы делятся на следующие группы:

- 1) **внешние анализаторы**: зрительный, слуховой, вкусовой, обонятельный, тактильный, температурный анализаторы;

2) внутренние (висцеральные) анализаторы: параметры внутренней среды организма, т. е. АД, рН, рО₂, рСО₂ и т. д.;

3) **анализаторы положения тела**: вестибулярный, проприорецепция, сухожильные рецепторы, зрительный анализатор;

4) **болевой анализатор**.

7. Перечислите методы исследования сенсорных систем.

Методы исследования сенсорных систем:

- 1) метод условных рефлексов;
- 2) электрофизиологические;
- 3) морфологические;
- 4) биохимические;
- 5) методы моделирования и протезирования и т. д.

8. Каковы общие принципы строения сенсорных систем?

Общие принципы строения сенсорных систем: *многослойность, многоканальность, наличие сенсорных воронок, дифференциация анализаторов: по вертикали, по горизонтали.*

9. Что понимают под многослойностью анализаторов?

Многослойность — наличие нескольких слоев нервных клеток. Первый слой связан с рецепторами, последний слой — с нейронами ассоциативных отделов коры больших полушарий.

10. Какие уровни восприятия сигналов выделяют в сенсорной системе?

Уровни восприятия сигналов:

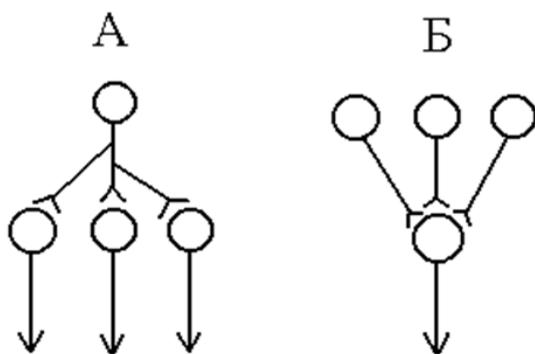
- 1) рецепторный;
- 2) стволовой;
- 3) таламический;
- 4) корковый.

11. Что такое многоканальность сенсорных систем?

Многоканальность — это явление, когда нервные элементы одного слоя связаны с множеством элементов следующего слоя. Обеспечивает сенсорной системе точность и детальность анализа сигналов и большую надежность.

12. В чем заключается физиологический смысл суживающихся и расширяющихся сенсорных «воронок»?

Смысл суживающихся «воронок» заключается в уменьшении количества информации, передаваемой в мозг, а расширяющихся «воронок» — в обеспечении более подробного и сложного анализа разных признаков сигнала.



Сенсорные «воронки»: А — расширяющаяся; Б — суживающаяся.

13. Что обеспечивает дифференциация по вертикали?

Дифференциация по вертикали обеспечивает образование отделов, состоящих из того или иного числа нервных элементов. Отдел — более крупное морфофункциональное образование, чем слой элементов (например, обонятельные луковицы, кохлеарные ядра, коленчатые тела). Отделы имеют определенную функцию.

14. Что обеспечивает дифференциация по горизонтали?

Дифференциация по горизонтали обеспечивает специализацию структур на уровне одного слоя. Она зависит от свойств рецепторов и нейронов и связывает их в пределах каждого слоя (например, в зрении работают два параллельных нейронных канала идущих от фоторецепторов к коре большого мозга и по-разному перерабатывающих информацию, поступающую от центра и периферии сетчатки глаза).

15. Какие свойства анализаторов выделяют?

Свойства анализаторов: *высокая возбудимость, инерционность, индуктивное взаимодействие, адаптация.*

16. Что называют инерционностью анализаторов?

Инерционность анализаторов — это относительно медленное возникновение ощущения после включения раздражителя и медленное исчезновение ощущений после выключения раздражителя (например, продолжение световосприятия после выключения света).

17. Что такое индукционное взаимодействие?

Индукционное взаимодействие — это изменение возбудимости одного анализатора при возбуждении другого, сопровождаемое изменением степени выраженности ощущений (например, световые эффекты восприятия музыки; вкусовые ощущения будут усиливаться, если будут сопровождаться какими-либо приятными запахами).

18. Что понимают под адаптацией анализатора?

Адаптация — это явление ослабления возбуждения в рецепторе при действии длительного (фоновом) раздражителя постоянной силы, т. е. ответ (частота генерации ПД) на постоянный стимул с течением времени уменьшается. Адаптация проявляется в снижении абсолютной и повышении дифференциальной чувствительности (например, мы со временем не замечаем непрерывного давления на кожу одежды или кольца, действия пахучих веществ).

19. Какие функции анализаторов выделяют?

Выделяют следующие функции анализаторов: *обнаружение сигналов, различение сигналов, передача и преобразование сигналов, кодирование, детектирование признаков, опознание образов.*

20. Дайте определение «рецептор».

Рецептор — объединение из терминалей (нервных окончаний) дендритов чувствительных нейронов, глии, специализированных образований межклеточного вещества и специализированных клеток других тканей, которые в комплексе обеспечивают превращение стимулов внешней или внутренней среды (раздражителей) в нервный импульс.

21. Какие классификации рецепторов Вы знаете?

Классификации рецепторов:

По расположению:

— **экстерорецепторы** — воспринимают раздражители из внешней среды организма, к ним относятся — слуховые, зрительные, обонятельные, вкусовые, осязательные рецепторы;

— **интерорецепторы** — воспринимают раздражители из внутренней среды организма, это *висцерорецепторы* (сигнализирующие о состоянии внутренних органов), *вестибуло- и проприорецепторы* (рецепторы опорно-двигательного аппарата), рецепторы сосудов и ЦНС. Если одна и та же разновидность рецепторов (например, хеморецепторы к CO_2) локализованы как в ЦНС (продолговатый мозг), так и в других местах (сосуды), то такие рецепторы подразделяются на **центральные и периферические**.

По характеру контакта со средой экстерорецепторы делятся на:

— **дистантные**, которые получают информацию на некотором расстоянии от источника раздражения (зрительные, слуховые, обонятельные);

— **контактные** — возбуждаются при непосредственном соприкосновении с ним. Благодаря большому их разнообразию, человек способен воспринимать стимулы разных модальностей.

По разнообразию воспринимаемых раздражителей:

— **мономодальные** — приспособлены для восприятия только одного вида раздражителя, она особенно характерна для экстерорецепторов (зрительных, слуховых, вкусовых);

— **полимодальные** — приспособлены для восприятия различных видов раздражителей (например, механического и температурного или механического, химического и болевого раздражителей). К полимодальным рецепторам относятся ирритантные рецепторы легких, воспринимающие как механические (частицы пыли), так и химические (пахучие вещества) раздражители во вдыхаемом воздухе.

По модальности (по виду воспринимаемой энергии):

— **хеморецепторы** — воспринимают химические изменения внешней и внутренней среды организма. К ним относятся вкусовые и обонятельные рецепторы, а также рецепторы, реагирующие на изменение состава крови, лимфы, межклеточной и цереброспинальной жидкости (газовый состав крови, осмотическое давление, рН крови, уровня глюкозы и др.);

— **фоторецепторы** — в сетчатке глаза воспринимают световую (электромагнитную) энергию воспринимают световые раздражители;

— **механорецепторы** — возбуждаются при механической деформации. Они воспринимают давление, вибрацию, перемещение, степень растяжения (слуховые, гравитационные, вестибулярные, тактильные рецепторы, рецепторы опорно-двигательного аппарата, барорецепторы сердечно-сосудистой системы);

— **терморецепторы** — воспринимают изменения температуры. Они подразделяются на тепловые и холодные рецепторы и находятся в коже, сосудах, внутренних органах, гипоталамусе, среднем, продолговатом и спинном мозге и внутренних органов, а также центральные термочувствительные нейроны;

— **ноцицепторы** — их возбуждение сопровождается болевыми ощущениями (болевы рецепторы). Раздражителями этих рецепторов являются механические, термические и химические (гистамин, брадикинин, K^+ , H^+ и др.) факторы. Болевые стимулы воспринимаются свободными нервными окончаниями, которые имеются в коже, мышцах, сосудах, дентине, внутренних органах.

По скорости адаптации (приспособление к стимулу):

— **медленноадаптирующиеся** (тонические и статические);

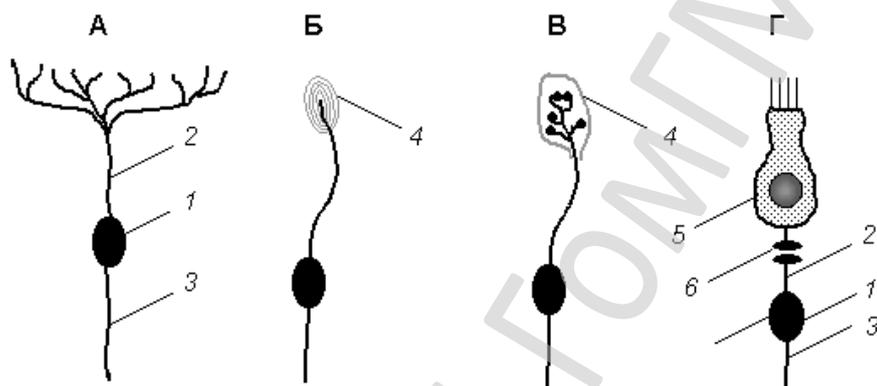
— **быстроадаптирующиеся** (позические, динамические).

22. Чем отличается первично-чувствующий рецептор от вторично-чувствующего рецептора?

Первично-чувствующий рецептор — это окончание дендрита первого чувствительного нейрона, где возникает рецепторный потенциал. К ним относятся все кожные рецепторы (тактильные)

и рецепторы внутренних органов, проприорецепторы, рецепторы обоняния, термо- и хеморецепторы ЦНС.

Вторично-чувствующий рецептор — это клетка не нервного происхождения (эпителиальной природы), в которой возникает рецепторный потенциал, она образует синапс с дендритом 1-го чувствительного нейрона, в котором возникает уже генераторный потенциал. К вторично-чувствующим относятся рецепторы вкуса, зрения, слуха, вестибулярного аппарата.



Первично- (А, Б, В) и вторично-чувствующие (Г) рецепторы

А — свободное нервное окончание; Б — инкапсулированное нервное окончание (тельце Пачини); В — инкапсулированное нервное окончание (тельце Мейснера); Г — рецепторная клетка органа слуха;

1 — тело нейрона; 2 — дендрит; 3 — аксон (следует в ЦНС); 4 — капсула; 5 — рецепторная клетка; 6 — синапс между рецепторной клеткой и чувствительным нейроном.

23. Что понимают под порогом ощущения?

Порог ощущения — это минимальная сила адекватного раздражителя, вызывающая возбуждение рецепторов, которое воспринимается субъективно в виде ощущений.

24. Что такое порог различения?

Порог различения — минимальное изменение параметров действующего раздражителя, которое воспринимается субъективно. Пороги различения силы, пространства и времени действия раздражителя.

25. Какая связь существует между абсолютной чувствительностью и ее порогом?

Между абсолютной чувствительностью и ее порогом существует *обратно пропорциональная зависимость*: чем выше чувствительность, тем меньше величина порога, и наоборот, чем ниже чувствительность, тем выше порог.

26. Сформулируйте закон Вебера о пороге силы действующего раздражителя.

Порог различения силы раздражителя практически всегда выше ранее действующего раздражения на определенную величину.

$$\Delta I / I = \text{const},$$

где I — сила раздражения; I — осязаемый прирост силы действующего раздражителя.

27. Что называют сенсорной модальностью? Приведите примеры и качества модальности.

Модальность — совокупность ощущений, обеспечиваемых каким-либо одним анализатором. Примеры различных модальностей: свет, звук, запах и т. д.

Качества модальности (валентность) — различные типы ощущений одной модальности: цвет — красный, синий, зеленый и т. д.

28. Какие выделяют принципы кодирования информации?

Принципы кодирования информации: *частотное кодирование (двоичный код), кодирование интенсивности стимулов, принцип меченной линии или тонического позиционного кодирования.*

29. Что такое декодирование сигналов?

Декодирование сигналов — это анализ свойств сигнала, идентификация свойств сигнала, классификация и опознание сигнала, извлечение биологически полезной информации с целью ее использования для формирования поведенческих актов, т. е. преобразование входной кодовой комбинации активности нервных элементов сенсорных систем в реакцию эффекторных аппаратов.

30. Дайте определение понятию «нейроны-детекторы».

Нейроны-детекторы — это специализированные нейроны, которые расщепляют афферентный сигнал для избирательного анализа отдельных признаков раздражителя.

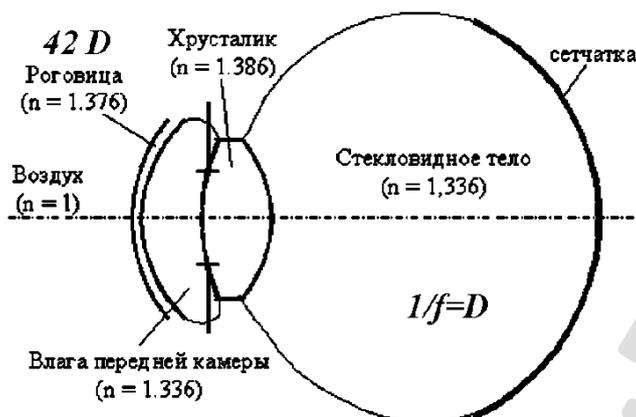
31. Что понимают под зрительным анализатором?

Зрительный анализатор — совокупность структур, воспринимающих световое излучение и формирующих зрительные ощущения.

32. Чем представлена оптическая система глаза?

Оптическая система глаза — совокупность светопреломляющих структур (*роговица, водянистая влага передней камеры глаза, хрусталик, стекловидное тело*), которые фокусируют световые

лучи и обеспечивают четкое изображение предметов на сетчатке в уменьшенном и обратном виде.



Оптическая система глаза

33. Что такое диоптрия?

Диоптрия — преломляющая сила линзы с фокусным расстоянием 100 см.

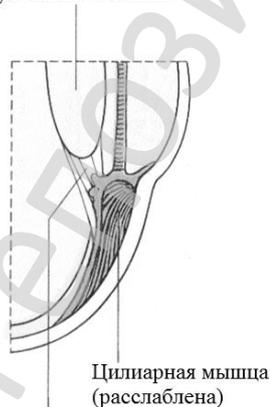
34. Что такое аберрация оптической системы глаза?

Аберрация оптической системы глаза — искажение изображения на сетчатке, обусловленное оптическими особенностями строения глаза для световых волн различной длины.

35. Что такое аккомодация глаза?

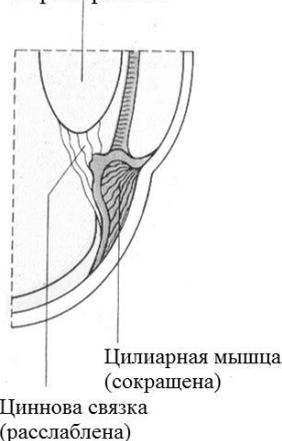
Аккомодация глаза — это механизм, обеспечивающий четкое видение разноудаленных предметов путем изменения кривизны хрусталика и, соответственно, его оптической силы.

Хрусталик плоский



ПОКОЙ
(при рассматривании
далеких предметов)

Хрусталик
шарообразный



НАПРЯЖЕНИЕ
(при рассматривании
близких предметов)

Механизм аккомодации глаза

36. Что понимают под ближайшей точкой ясного видения?

Ближайшая точка ясного видения — точка, в которой при максимальном напряжении accommodation сохраняется полная разрешающая способность глаза. *Ближайшая точка* ясного видения у здорового взрослого человека находится на расстоянии **10 см** от глаза.

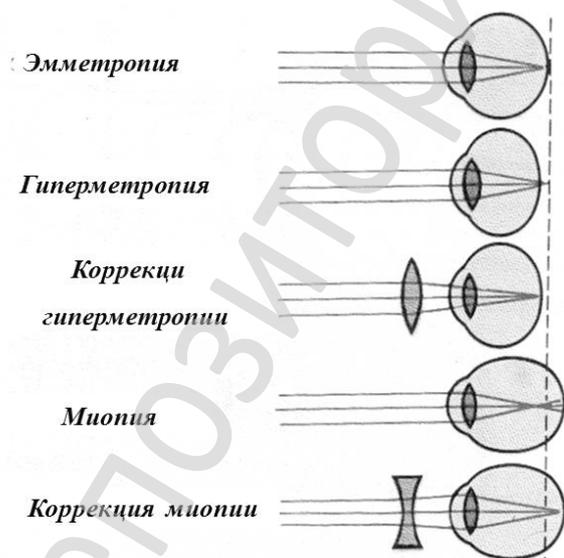
37. Перечислите виды нарушения рефракции глаза. Какое общее явление для этих нарушений препятствует нормальному видению?

Миопия, гиперметропия, астигматизм. Нет необходимого фокусирования изображения на сетчатке глаза.

38. С чем связаны две главные аномалии рефракции глаза: миопия и гиперметропия?

Миопия (близорукость) — нарушение рефракции, при котором лучи от предмета после прохождения через светопреломляющий аппарат глаза фокусируются не на сетчатке, а впереди вследствие длинной оси глаза.

Гиперметропия (дальнозоркость) — нарушение, при котором главный фокус находится за сетчаткой вследствие короткой продольной оси глаза.



Аномалии рефракции глаза

39. Какие линзы используются в клинической практике при миопии, гиперметропии и астигматизме?

В клинике при миопии используют *двогубовогнутые* (рассеивающие) линзы, при гиперметропии — *двогубовыпуклые* (собираательные) линзы, при астигматизме — *цилиндрические* линзы с различной преломляющей силой в разных их участках.

40. Что такое астигматизм? Какова его причина?

Астигматизм — нарушение рефракции, при котором отсутствует возможность схождения лучей в фокусе вследствие неодинаковой преломляющей способности глаза в разных плоскостях.

41. Какую роль выполняет зрачок в зрительном восприятии?

Зрачок способствует четкости изображения предметов на сетчатке, пропуская только центральные лучи и устраняя сферическую абберацию.

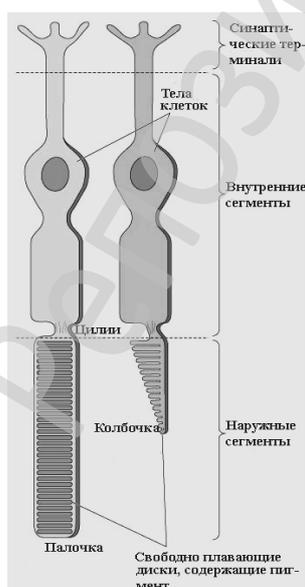
42. Какие приспособления имеет глаз для ясного видения в условиях различной освещенности?

Приспособления глаза для ясного видения в условиях различной освещенности:

- 1) зрачковый рефлекс;
- 2) два рода фоторецепторов — палочки для сумеречного видения и колбочки для дневного видения;
- 3) расщепление зрительных пигментов на свету и ресинтез их в темноте;
- 4) изменение рецептивного поля ганглиозных клеток (в темноте больше, на свету меньше).

43. Опишите строение фоторецепторной клетки.

Фоторецепторная клетка — палочка или колбочка — состоит из чувствительного к действию света *наружного сегмента*, содержащего зрительный пигмент, *внутреннего сегмента*, соединительной ножки, *ядерной части* с крупным ядром и *пресинаптического окончания*.



Фоторецепторы сетчатки глаза

44. Какие зрительные пигменты колбочек и палочек Вы знаете?

В палочках содержится зрительный пигмент *родопсин*; колбочки содержат пигменты, обладающие наибольшей чувствительностью к синему, зеленому или красному (*йодопсин*) частям спектра поглощения, что обеспечивает цветное зрение.

45. Что называют слепым пятном на сетчатке глаза?

Слепое пятно — место выхода зрительного нерва из глазного яблока — диск зрительного нерва. Оно не содержит фоторецепторов и поэтому не чувствительно к свету.

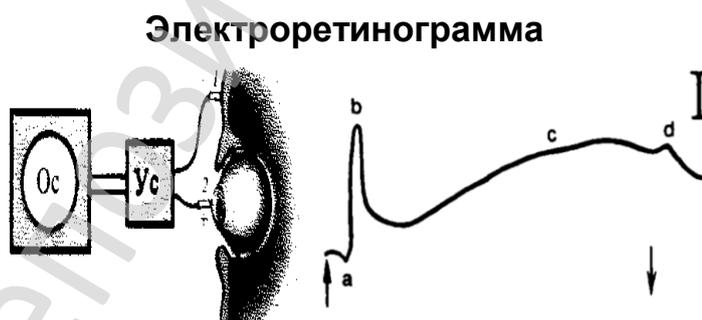
46. Что называют желтым пятном?

Желтое пятно — это место наилучшего видения, где находятся преимущественно колбочки.

47. Каково значение пигментного слоя сетчатки?

Пигментный эпителий играет решающую роль в целом ряде функций, в том числе в ресинтезе (регенерации) зрительного пигмента после его обесцвечивания, в фагоцитозе и переваривании обломков наружных сегментов палочек и колбочек, в защите зрительных клеток от опасности светового повреждения. Пигментный слой также имеет значение в переносе к фоторецепторам кислорода и необходимых им веществ.

48. Что такое электроретинограмма? Что она позволяет оценить? Перечислить волны электроретинограммы.



Электроретинограмма — это суммарный ответ глаза на действие света. Для записи электроретинограммы один электрод помещают на поверхности роговой оболочки, а другой прикладывают к коже вблизи глаза или на мочку уха. Она позволяет оценить функциональное состояние сетчатки, глубину и степень ее поражения:

а — электроотрицательные колебания отражают суммацию потенциалов, возникающих в фоторецепторах и горизонтальных клетках;

b — отражает изменение мембранных потенциалов глиальных клеток (мюллеровых клеток) сетчатки ионами K^{2+} при возбуждении биополярных и амокриновых нейронов;

c — отражает биопотенциалы пигментных клеток при «включении» света (on-эффект);

d — горизонтальных клеток фоторецепторов (и биополярных клеток) при «выключении» света (off-эффект) она тем больше, чем длительнее действовал свет.

49. Какие группы нейронов, реагирующие на освещение и затемнение, выделяют начиная с уровня биполярных клеток?

Начиная с уровня биполярных клеток нейроны зрительной системы дифференцируются на две группы, противоположным образом реагирующие на освещение и затемнение:

«on»-нейроны — клетки, возбуждающиеся при освещении и тормозящиеся при затемнении;

«off»-нейроны — клетки, возбуждающиеся при затемнении и тормозящиеся при освещении.

50. Чем представлены проводящие пути зрительного анализатора?



Схема проводящих путей зрительной системы:

1 — поля зрения; 2 — ход лучей в глазном яблоке; 3 — зрительные нервы; 4 — зрительный перекрест; 5 — зрительный тракт; 6 — наружное коленчатое тело; 7 — верхние бугры четверохолмия; 8 — лучистое сияние (пучок Грациоле); 9 — корковый центр.

51. Какие выделяют теории цветоощущения?

Выделяют две теории цветоощущения:

1) **трехкомпонентная теория** механизма восприятия цветов (теория Ломоносова — Юнга — Гельмгольца). Согласно этой теории, в сетчатке глаза размещены три различных типа колбочек, из которых каждый обладает совершенно определенной спектральной чувствительностью. Одни чувствительны к *красному цвету* ($\lambda_{\max} = 559$ нм), другие — к *зеленому* ($\lambda_{\max} = 531$ нм), а третьи — к *синему* (фиолетовому) ($\lambda_{\max} = 419$ нм). Всякий цвет оказывает действие на все три цветоощущающих элемента, но в разной степени;

2) **теория оппонентных цветов**, предложенная Эвальдом Герингом в XIX в. Согласно этой теории, в колбочках есть вещества, чувствительные к *бело-черному*, *красно-зеленому* и *желто-синему* излучениям.

Стимуляция одного из оппонентов вызывает возбуждение (или торможение), тогда как стимуляция другого — противоположные эффекты (торможение или возбуждение, соответственно). Если нейрон **возбуждается** под действием **зеленого светового** стимула, то **красный стимул должен вызывать его торможение**. Следовательно, когда стимулы сбалансированы (например, поступает соответствующее количество красного и зеленого цветов), разные компоненты такого канала отключаются, и система формирует ощущение желтого цвета. **Из этой теории следует, что не может быть таких цветов, как «зеленовато-красный» и «синевато-желтый».**

52. Перечислите какие разновидности аномалий цветового восприятия различают?

Существуют следующие разновидности цветового восприятия у людей:

1) люди, страдающие **протанопией** («краснослепые»), не воспринимают красного цвета, сине-голубые лучи кажутся им бесцветными;

2) лица, страдающие **дейтеранопией** («зеленослепые»), не отличают зеленые цвета от темно-красных и голубых;

3) при **тританопии** — редко встречающейся аномалии цветового зрения, не воспринимаются лучи синего и фиолетового цвета;

4) встречается и полная цветовая слепота — **ахромазия**, при которой в результате поражения колбочкового аппарата сетчатки человек видит все предметы лишь в разных оттенках серого. Данная патология развивается вследствие поражения колбочкового аппарата сетчатки.

53. Что называют остротой зрения и по какой формуле ее рассчитывают?

Острота зрения — это максимальная способность различать отдельные объекты, ее определяют по наименьшему расстоянию между двумя точками, которые глаз различает, т. е. видит отдельно, а не слитно.

$$V = d/D,$$

где V — острота зрения; d — максимальное расстояние до таблицы, с которого исследуемый в состоянии прочесть данную строку; D — максимальное расстояние, с которого он должен видеть данную строку при нормальном зрении.

54. Что такое поле зрения?

Поле зрения — это пространство, которое исследуемый способен видеть глазом, сфокусированным в одной точке. Определяют поле зрения на белый цвет (ахроматическое) и на различные цвета (хроматическое). Измерение границы поля зрения производят **периметром** (методика периметрия). Границы поля зрения на белый цвет: наружная — 90° ; внутренняя — 65° ; верхняя — 50° ; нижняя — 70° .

55. В чем сущность бинокулярного зрения?

Бинокулярное зрение — восприятие зрительного раздражителя двумя глазами, обеспечивающее ощущение глубины пространства.

12.2. Физиология слухового и вестибулярного анализаторов. Мышечная и суставная чувствительность

1. Что понимают под звуком?

Звук — это механические упругие колебания, распространяющиеся в воздухе, воде, твердых телах и воспринимаемые ухом человека.

2. Чем представлен орган слуха?

Орган слуха представлен: наружным ухом (звукоулавливающий аппарат), средним ухом (звукотрансмитирующий аппарат), а также внутренним ухом (звуковоспринимающий аппарат).

3. Назовите мышцы среднего уха. Каково их значение?

В среднем ухе имеется специальный защитный механизм, который представлен двумя мышцами — мышцей, **напрягающей барабанную перепонку (тимпанальная)**, т. е. ограничивает ее колебание при сильных звуках, и **мышцей, фиксирующей стре-**

мечко (стременная), которая фиксирует стремечко и тем самым ограничивает его движения. Кроме того, мышцы слуховых косточек уменьшают чувствительность слуха человека к его собственной речи в момент, когда мозг активизирует голосовой механизм.

4. Каково значение евстахиевой трубы?

С помощью слуховой трубы выравнивается давление, что улучшает звукопроводение. Обычно слизистые поверхности трубы соприкасаются, и открывается она только при глотании.

5. Какую функцию выполняет барабанная полость?

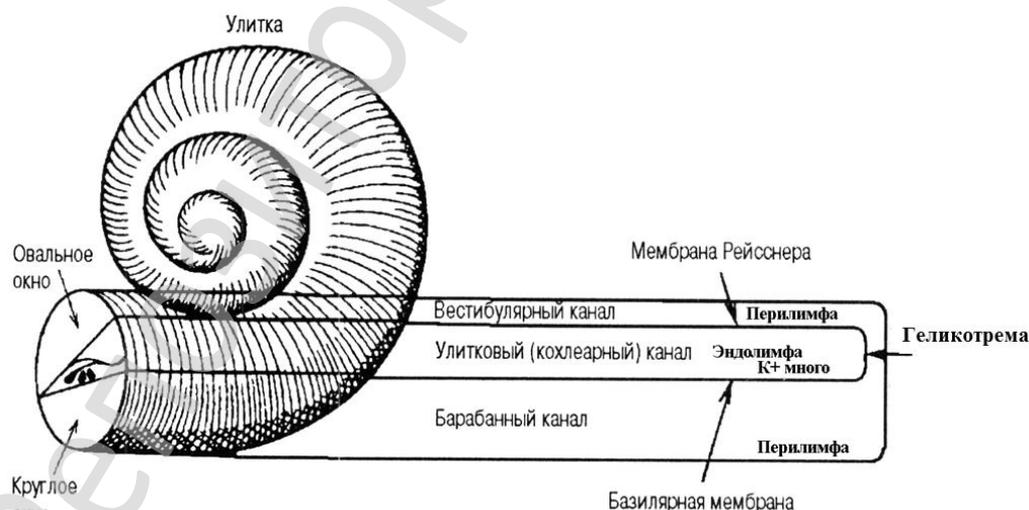
В барабанной полости размещаются слуховые косточки, передающие звуковые колебания на кортиева орган. Воздух обеспечивает колебания барабанной перепонки вследствие его сжатия.

6. Какие функции выполняет барабанная перепонка?

Функции барабанной перепонки: передача звуковых колебаний во внутреннее ухо, усиление звуковосприятия, защита среднего уха от внешней среды.

7. Перечислите каналы улитки.

Каналы улитки: верхний (вестибулярная лестница), средний (перепончатый канал) и нижний (барабанная лестница).



Каналы улитки

8. Опишите механизм раздражения слуховых рецепторов.

Звуковой сигнал распространяясь по наружному слуховому проходу вовлекает в колебательные движения барабанную перепонку, молоточек, наковальню, стремечко, мембрану овального окна, перилимфу, текториальную и базилярную мембраны, мембрану круг-

лого окна. Основная мембрана начинает колебаться, длинные волосковые клетки (стереоцилии) деформируются, что и является раздражением фонорецепторов.

9. Кто сформулировал и в чем сущность резонансной теории слуха?

В 1863 г. **А. Гельмгольц** предположил **резонансную теорию слуха**, согласно которой разные частоты кодируются своим точным положением вдоль базилярной мембраны. Базилярная мембрана может действовать как набор натянутых поперечно эластичных резонирующих полос (подобно струнам рояля). Самые короткие — резонируют на высокие частоты, а те, что лежат ближе к вершине — на самые низкие.

10. В чем сущность теории «бегущей волны» Бекеша?

В 1950-1960-е гг. XX ст. **Г. Бекеша** была создана **теория «бегущей волны»**. Им было доказано, что базилярная мембрана не натянута в поперечном направлении и что она имеет механическую связь по всей длине. Согласно его теории, базилярная мембрана жестче всего у основания улитки, т. е. там, где она уже. По направлению к вершине ее жесткость постепенно уменьшается. При колебаниях мембраны волны «бегут» от ее основания к вершине. Высокочастотные колебания продвигаются по базилярной мембране на короткое расстояние, а длинные низкочастотные волны распространяются дальше.



Схема распространения звуковых волн, согласно теории «бегущей волны»

11. О чем свидетельствует сохранность костной передачи звука при нарушении воздушной?

О том, что поврежден звукопроводящий аппарат, но не поврежден звуковоспринимающий кортиева орган и слуховой нерв.

12. Чем представлены проводниковый и центральный отделы слухового анализатора?

Слуховые пути и центры:

- 1) спиральный ганглий в улитке;
- 2) дорсальные (задние) и вентральные (передние) улитковые ядра в продолговатом мозге;
- 3) ядра верхней оливы;
- 4) через латеральный леминисковый путь до нижнего четверохолмия среднего мозга;
- 5) медиальные коленчатые тела (метаталамус);
- 4) верхняя извилина височной доли коры.

13. Где располагаются проекционные области слуховой коры?

Проекционные области слуховой коры располагаются не только в верхней части верхней височной извилины, но и простираются на наружную сторону височной доли, захватывая часть островковой коры и теменной покрышки.

Первичная слуховая кора непосредственно получает сигналы от внутреннего (медиального) коленчатого тела, в то время как слуховая ассоциативная область вторично возбуждается импульсами из первичной слуховой коры и таламических областей, граничащих с медиальным коленчатым телом.

14. Перечислите биопотенциалы, которые можно зарегистрировать в улитке.

При отведении электрических потенциалов от разных частей улитки обнаружили пять различных биопотенциалов:

- 1) мембранный потенциал слуховой рецепторной клетки;
- 2) потенциал эндолимфы;
- 3) микрофонный потенциал;
- 4) суммационный потенциал;
- 5) потенциал слухового нерва.

15. Перечислите характеристики звукового раздражителя, кодируемые слуховым анализатором?

Характеристики звукового раздражителя: *сила, высота, длительность, характер действия* (например, сплошной или прерывистый звук), *локализация источника звука*.

16. Укажите диапазон частот звуковых колебаний, воспринимаемых слуховым анализатором.

От 16 Гц до 20 000 Гц. Данный диапазон частот примерно соответствует частотам звуковых колебаний, характерных для человеческой речи. Взрослые воспринимают диапазон до 16 кГц, подростки — до 20 кГц, дети младшего возраста — до 25 кГц.

17. Что такое слуховой порог?

Слуховой порог — это звуковое давление, при котором тон едва слышен, зависит от частоты звуковых волн. Максимальная чувствительность от 500–4000 Гц (в этих пределах слышен звук, имеющий ничтожную энергию).

18. Что понимают под абсолютной чувствительностью слуха?

Абсолютная чувствительность слуха — это минимальное значение порога интенсивности звука, которое испытуемый отличает от постоянно действующих фоновых шумов.

19. Перечислите основные причины глухоты?

Причины глухоты:

1) нарушение проведения звука (кондуктивная форма тугоухости) — поражение происходит на уровне наружного, среднего и части внутреннего уха (серные пробки, наружные, средние отиты, евстахеиты, отосклероз, болезнь Меньера и др.);

2) нарушение восприятия звука (нейросенсорная форма) — в результате повреждения волосковых клеток кортиева органа;

3) ретрокохлеарные повреждения — внутреннее и среднее ухо интактно, повреждены афферентные слуховые волокна или центральные отделы слухового анализатора (травмы, инсульты, опухоли, кисты и др.).

20. От каких факторов зависит адаптация слухового анализатора?

Адаптация слухового анализатора зависит от длительности, силы звука и его частоты.

21. Что такое бинауральный слух?

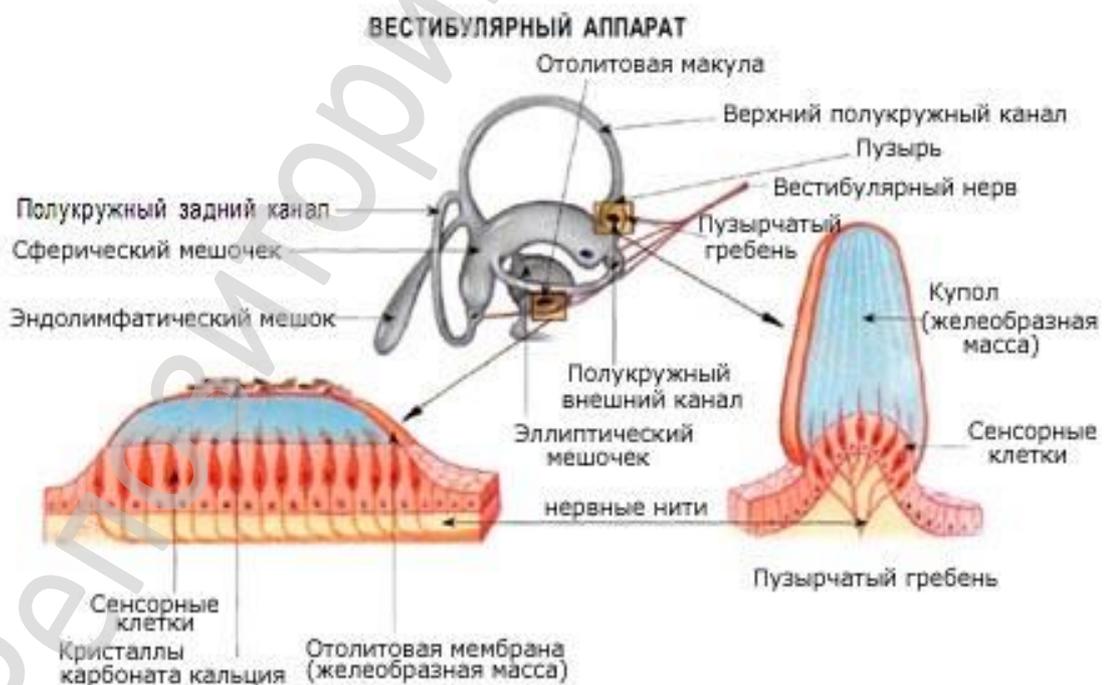
Бинауральный слух — это восприятие звука при помощи обеих ушей, благодаря чему человек способен точно локализовать источник звука.

22. В чем состоят особенности структурно-функциональной организации вестибулярного анализатора?

Периферическим отделом вестибулярной системы является вестибулярный аппарат, расположенный в лабиринте пирамиды ви-

сочной кости. Он состоит из **преддверия** (vestibulum) и трех **полукружных каналов** (canales semicircularis). Кроме вестибулярного аппарата, в лабиринт входит улитка, в которой располагаются слуховые рецепторы. Полукружные каналы располагаются в трех взаимно перпендикулярных плоскостях: **верхний** — во фронтальной, **задний** — в сагиттальной и **латеральный** — в горизонтальной. Один из концов каждого канала расширен (ампула).

Вестибулярный аппарат включает в себя также два мешочка: **сферический** (sacculus) и **эллиптический**, или **маточку** (utricle). Первый из них лежит ближе к улитке, а второй — к полукружным каналам. В мешочках преддверия находится **отолитовый аппарат**: скопления рецепторных клеток (вторично-чувствующие механорецепторы) на **возвышениях**, или **пятнах** (macula sacculi, macula utriculi). Выступающая в полость мешочка часть рецепторной клетки оканчивается одним более длинным (киноцилий) подвижным волоском и 60–80 склеенными неподвижными волосками (стереоцилии). Эти волоски пронизывают желеобразную мембрану, содержащую кристаллики **карбоната кальция** — **отолиты**. Возбуждение волосковых клеток преддверия происходит вследствие скольжения отолитовой мембраны по волоскам, т. е. их сгибания.



23. Какова роль вестибулярной системы?

Вестибулярная система получает, передает и анализирует информацию об ускорениях или замедлениях, возникающих в процессе прямолинейного или вращательного движения, а также при изменении положения головы в пространстве.

24. Каковы симптомы острого одностороннего нарушения функции лабиринта?

Симптомы острого одностороннего нарушения функции лабиринта: *тошнота, рвота, потливость, головокружение* и иногда *нистагм*, направленный в здоровую сторону, *тенденция к падению* на ту сторону тела, где нарушена лабиринтная функция.

25. Какие нарушения возникают после двустороннего разрушения вестибулярного аппарата?

Нарушения после двустороннего разрушения вестибулярного аппарата: *головокружение, тошнота, невозможность сохранять вертикальное положение тела.*

26. Чем представлены проводниковый и центральный отделы вестибулярного анализатора?

Вестибулярные пути и центры:

1) чувствительный ганглий во внутреннем слуховом проходе (первый нейрон);

2) вестибулярные ядра продолговатого мозга (верхнее — ядро Бехтерева, медиальное — ядро Швальбе, латеральное — ядро Дейтерса и нижнее — ядро Роллера) — это второй нейрон;

3) третий нейрон расположен в ядрах зрительного бугра, откуда возбуждение направляется в кору большого полушария. Аксоны зрительного бугра далее следуют к коре височной и теменной долей, которые являются корковым концом статокINETического анализатора;

4) центральный отдел вестибулярного анализатора локализуется в височной области коры большого мозга, несколько кпереди от слуховой проекционной зоны (21–22-е поля по Бродману, четвертый нейрон).

27. Какие виды вестибулярных рефлексов выделяют? Привести примеры.

Нейроны вестибулярных ядер обеспечивают контроль и управление различными двигательными реакциями. Важнейшими из этих являются следующие: **вестибулоспинальные, вестибуловегетативные и вестибулоглазодвигательные.**

Вестибулоспинальные влияния через вестибуло-, ретикуло- и руброспинальные тракты изменяют импульсацию нейронов сегментарных уровней спинного мозга. Так осуществляется динамическое перераспределение тонуса скелетной мускулатуры, и включаются рефлекторные реакции, необходимые для сохранения равновесия. Рефлексы, обеспечивающие данную функцию, подразделяют на 2 группы — **статические и статокINETические.**

*Статические рефлекс*ы обеспечивают взаиморасположение конечностей по отношению друг к другу, а также положение тела в пространстве — позы и позиционные рефлекс соответственно. *Статокинетические рефлекс*ы представляют собой реакции на двигательные стимулы и сами выражаются в движениях.

В вестибуловегетативные реакции вовлекаются сердечно-сосудистая система, пищеварительный тракт и другие внутренние органы. При сильных и длительных нагрузках на вестибулярный аппарат возникает патологический симптомокомплекс, названный *болезнью движения*, например *морская болезнь*. Она проявляется изменением сердечного ритма (учащение, а затем замедление), сужением, а затем расширением сосудов, усилением сокращений желудка, головокружением, тошнотой и рвотой. Повышенная склонность к болезни движения может быть уменьшена специальной тренировкой (вращение, качели) и применением ряда лекарственных средств.

Вестибулоглазодвигательные рефлексы (глазной нистагм) состоят в медленном движении глаз в противоположную вращению сторону, сменяющемся скачком глаз обратно. Само возникновение и характеристика вращательного глазного нистагма — важные показатели состояния вестибулярной системы, они широко используются в морской, авиационной и космической медицине, а также в эксперименте и клинике.

28. Что такое интероцепция?

Интероцепция — это восприятие раздражений, поступающих из внутренней среды организма (интероцепторы разделяются на механо-, хемо-, осмо-, терморецепторы).

29. Перечислите разновидности проприорецепторов и их локализацию.

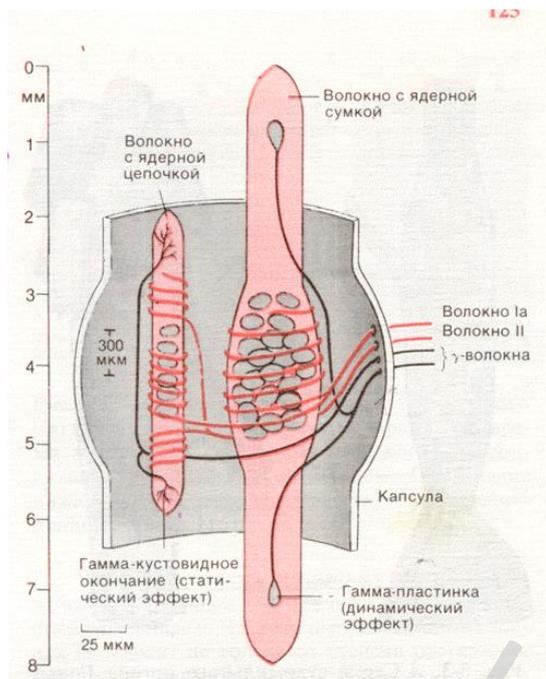
Разновидности проприорецепторов: мышечные веретена — в мышцах, тельца Гольджи — в сухожилиях, тельца Фатера — Пачини — в глубоких слоях кожи, в сухожилиях и связках, суставные рецепторы.

30. Что понимают под проприорецепторами и какие виды их различают в мышцах?

Проприорецепторы — это механорецепторы, посылающие в ЦНС информацию о положении, деформации и смещениях различных частей тела.

В мышце есть три основных типа проприорецепторов:

- 1) первичные окончания веретён;
- 2) вторичные окончания веретён;
- 3) рецепторы Гольджи.



Мышечное веретено

31. Когда возбуждаются мышечные веретена и рецепторы Гольджи?

Мышечные веретена возбуждаются при расслаблении скелетной мышцы, а рецепторы Гольджи — при ее сокращении.

32. Какова роль суставных рецепторов?

Суставные рецепторы реагируют на положение сустава и на изменения суставного угла, участвуя таким образом в системе обратных связей от двигательного аппарата и в управлении им.

33. В чем сущность гамма-регуляции мышечного тонуса?

Гамма-регуляция мышечного тонуса обусловлена разрядами гамма-мотонейронов, которые повышают чувствительность мышечных веретен. В результате получается, что при одинаковой длине мышцы увеличивается поток импульсов от рецепторов к альфа-мотонейронам, а от них — к мышце. Тем самым повышается мышечный тонус.

34. Каковы особенности строения лемнискового проводящего пути проприорецептивного анализатора?

Лемнисковый путь включает относительно толстые и быстропроводящие миелинизированные нервные волокна:

1) первые нейроны находятся в спинномозговом узле, их аксоны в составе задних столбов восходят к тонкому (ядро Голля) и клиновидному (ядро Бурдаха) ядрам продолговатого мозга;

2) вторые нейроны находятся в продолговатом мозге в клиновидном ядре;

3) третьи нейроны концентрируются в специфических ядрах таламуса — вентробазальном ядерном комплексе. Их аксоны направляются в соматосенсорную зону коры большого мозга.

35. В чем особенности строения спиноталамического проводящего пути проприорецептивного анализатора?

Особенности строения спиноталамического проводящего пути:

1) первые нейроны расположены в спинномозговом узле;

2) вторые нейроны локализуются в сером веществе спинного мозга, а их аксоны направляются после перекреста на спинальном уровне в вентробазальный ядерный комплекс таламуса;

3) третьи нейроны концентрируются в вентральных неспецифических ядрах таламуса, во внутреннем коленчатом теле, ядрах ствола мозга и гипоталамусе.

12.3. Обонятельный и вкусовой анализаторы. Системные механизмы боли

1. Что собой представляет обонятельный анализатор?

Обонятельный анализатор — это совокупность структур, обеспечивающих восприятие и анализ информации о веществах, соприкасающихся со слизистой оболочкой носовой полости и формирующих обонятельные ощущения.

2. Каковы особенности структурно-функциональной организации обонятельной системы?

Обонятельную систему человека можно разделить на три отдела:

1) периферический — обонятельную область носовой полости (нейроэпителий, выстилающий верхние отделы полости носа);

2) промежуточный — обонятельная луковица и переднее обонятельное ядро;

3) центральный — палеокорковая, таламическая, гипоталамическая и неокорковая проекции.

3. Каковы принципы классификации пахучих веществ?

Классификация пахучих веществ:

1) ольфактивные вещества, которые раздражают только обонятельные клетки. К ним относятся запах гвоздики, лаванды, аниса, бензола, ксилола;

2) такие вещества, которые одновременно с обонятельными клетками раздражают свободные окончания тройничных нервов в слизистой оболочке носа. К ним относятся запах камфоры, эфира, хлороформа.

4. Какие первичные запахи выделяют на основании психофизиологических наблюдений восприятия запахов человеком?

На основании психофизиологических наблюдений восприятия запахов человеком выделяют семь первичных запахов: мускусный, камфарный, цветочный, эфирный, мятный, острый и гнилостный.

5. Перечислите нарушения обоняния.

Различают следующие нарушения обоняния:

- 1) **аносмия** — отсутствие обонятельной чувствительности;
- 2) **гипосмия** — понижение обоняния;
- 3) **гиперосмия** — повышение обоняния;
- 4) **паросмия** — неправильное, извращенное восприятие запахов; нарушение дифференцировки;
- 5) **обонятельные галлюцинации**, когда возникают обонятельные ощущения при отсутствии пахучих веществ,
- 6) **какосмия** — обонятельные галлюцинации неприятного характера проявляются главным образом при шизофрении, беременности;
- 7) **обонятельная агнозия**, когда человек ощущает запах, но его не узнает.

6. Что представляют собой феромоны?

Феромоны — это химические вещества, вырабатываемые экзокринными железами (или специальными клетками) животных, которые выделяются во внешнюю среду одними особями и оказывают влияние на поведение, рост и развитие других особей того же вида.

7. Каковы особенности адаптации обонятельного анализатора?

Адаптация к действию пахучего вещества в обонятельном анализаторе, согласно одних авторов, происходит сравнительно медленно (в течение десятка секунд или минут), других достаточно быстро (50 % в течение 1 с). Она зависит от скорости потока воздуха над обонятельным эпителием и концентрации пахучего вещества. Обычно адаптация проявляется по отношению к одному запаху.

8. Что собой представляют вкусовые почки?

Вкусовые почки — это совокупность нескольких рецепторных и опорных клеток расположены в слизистой оболочке полости рта, переднего отдела глотки, пищевода и гортани, мягком небе, миндалинах, надгортаннике и входят также в состав вкусовых сосочков языка как органа вкуса.

9. Какими соединениями вызваны вкусовые ощущения?

Вкусовые ощущения вызваны следующими соединениями:

1) **ощущение сладкого** вызывают полисахариды, дисахариды (сахароза, мальтоза, лактоза), моносахариды (глюкоза, фруктоза, галактоза), двухатомные и многоатомные спирты;

2) **ощущение горького** вызывают все алкалоиды, а также глюкозиды, пикриновая кислота, эфир и такие вещества, как хинин, морфин, стрихнин, пилокарпин;

3) **ощущение соленого** связано с присутствием в растворе анионов хлора, йода и брома, поэтому соленый вкус вызывают хлориды натрия, калия, лития, аммония и магния;

4) **ощущение кислого** возникает при раздражении вкусовых рецепторов свободными ионами кислот и кислых солей.

10. Перечислите расстройства вкусового восприятия.

Различают следующие расстройства вкусового восприятия:

- 1) **агевзия** — потеря вкусовой чувствительности;
- 2) **гипогеvзия** — понижение вкусовой чувствительности;
- 3) **гипергеvзия** — повышение вкусовой чувствительности;
- 4) **парагеvзия** — извращение вкусовой чувствительности;
- 5) **дисгеvзия** — расстройство тонкого анализа вкусовых веществ;
- 6) **вкусовые галлюцинации**;
- 7) **вкусовая агнозия**, когда человек чувствует, но не узнает вкус вещества.

11. Чем представлены проводниковые и центральные отделы вкусового анализатора?

Пути и центры вкусового анализатора:

1) первые нейроны являются периферическими отростками биполярных нейронов, расположенных в соответствующих чувствительных ганглиях (узловой, каменистый и коленчатый);

2) второй нейрон локализуется в ядрах одиночного пучка продолговатого мозга;

3) третий нейрон концентрируется в зрительном бугре;

4) четвертый нейрон — в вентральной части постцентральной извилины.



Проводниковые пути вкусовой чувствительности

12. Что такое осязание?

Осязание — это совокупность ощущений, возникающих при раздражении рецепторов кожи, слизистых (прикосновение, давление, вибрация, щекотка, температура, боль) и рецепторов опорно-двигательного аппарата.

13. Дайте определение боли по П. К. Анохину?

Боль — это системная реакция организма, возникающая на действие повреждающего фактора и направленная на избавление организма от него.

14. Что понимают под ноцицептивной системой?

Ноцицептивная система — это совокупность всех структур, ответственных за восприятие, проведение и анализ болевых ощущений.

15. Каково значение боли?

Значение боли:

- 1) сигнальное — предупреждение организма о самых первых признаках повреждения или болезни;
- 2) компонент ряда защитных реакций, обеспечивающих поддержание гомеостаза и восстановление поврежденных структур;
- 3) формирование поведенческой реакции избегания разрушающих раздражителей.

16. Чем обусловлены причины возникновения боли?

Причины возникновения боли:

- 1) сохранение целостности защитных покровных оболочек, так как повреждения могут вызывать нарушения постоянства внутренней среды организма, органов, тканей и привести к их гибели;

2) изменение уровня кислородного дыхания ткани. Установлено, что введение любых веществ, нарушающих окислительные процессы в тканях или прекращение доступа крови, приводит к возникновению боли.

17. Перечислите теории болевого восприятия.

1. **Теория специфичности** (М. Фрейд, 1895) — существует самостоятельный болевой (ноцицептивный) анализатор, включающий специфические болевые рецепторы (ноцицепторы), собственный проводниковый и центральный отделы.

2. **Теория интенсивности (паттерн-теория)** (А. Гольдшейдер, 1984) — боль сама по себе не является специфическим ощущением, а развивается при действии стимулов чрезмерной интенсивности на тактильные и температурные рецепторы.

3. **Теория «воротного контроля»**, как внутренний спинальный механизм — импульсы, проходящие по тонким («болевым») периферическим волокнам открывают «ворота» в нервную систему, чтобы достичь ее центральных отделов.

4. **Комплексная теория**, объединяющая перечисленные.

18. Что такое ноцицепторы?

Ноцицепторы — болевые рецепторы, их возбуждение сопровождается болевыми ощущениями. Раздражителями этих рецепторов являются механические, термические и химические (гистамин, брадикинин, K^+ , H^+ и др.) факторы. Болевые стимулы воспринимаются свободными нервными окончаниями, которые имеются в коже, мышцах, сосудах, дентине, внутренних органах.

19. Какие типы ноцицепторов выделяют по механизму возбуждения?

По механизму возбуждения выделяют 4 типа ноцицепторов:

- 1) механоноцицепторы;
- 2) хемоноцицепторы;
- 3) терморекцепторы;
- 4) полимодальные.

20. Укажите место и распространение болевых рецепторов.

Рецепторы распределены неравномерно. Больше всего их имеют покровные ткани: кожа слизистой оболочки, капсулы внутренних органов, брюшина, плевра, пульпа зуба, связки, надкостница, роговица. Мало их в паренхиме внутренних органов. Не имеет их головной мозг, но очень много в мозговых оболочках.

21. Какие компоненты системной болевой реакции выделяют?

Компоненты системной болевой реакции:

1) **сенсорный** компонент, или перцептуальный, — собственное ощущение боли, возникающее на основе возбуждения механо- и хеморецепторов;

2) **вегетативный** компонент обусловлен включением в системную болевую реакцию гипоталамуса (высшего вегетативного центра), который активизирует процессы, усиливающие кислородное обеспечение тканей: местное расширение кровеносных сосудов вокруг раны, выброс эритроцитов из депо, повышение АД, ЧСС и ЧД;

3) **болевая активация**, вызванная возбуждением ретикулярной формации и связанных с нею образований мозга;

4) **эмоциональный** компонент — отрицательная эмоция формируется на основе возбуждения гипоталамо-лимбико-ретикулярных образований мозга, может меняться в зависимости от условий воздействия;

5) **двигательный** компонент — мотивация устранения болевых ощущений, формирующаяся на основе активации лобных и теменных областей коры мозга и приводящая к формированию поведения, направленного на лечение ран или выключение перцептуального компонента.

Рефлекторная защитная двигательная реакция на уровне спинного мозга;

6) **когнитивный** компонент — активация механизмов памяти, связанная с извлечением опыта по устранению болевых ощущений, т. е. избегания повреждающего фактора или сведения до минимума его действия и опыта лечения ран.

22. Какие классификации боли выделяют?

Классификации боли:

1) по Геду: *эпикритическая (первичная) и протопатическая (вторичная) боль*;

2) по месту происхождения: *соматическая (глубокая и поверхностная) и висцеральная*;

3) по характеру: *колющая, ноющая, режущая, тупая, острая, хроническая*;

4) по локализации боли и самого болезненного процесса, вызванного болевым воздействием: *местные, проекционные, иррадиирующие и отраженные боли*.

23. Чем эпикритическая боль отличается от протопатической боли?

Эпикритическая (первичная) боль — ощущение четко локализованное, носящее резкий колющий характер, возникает при

раздражении механоноцицепторов и связано с распространением возбуждения по неоспинаталамическому пути.

Протопатическая (вторичная) боль — позднее, ноющее, не имеющее четкой локализации ощущение, возникающее при раздражении хемонцицепторов и связанное с распространением возбуждения по палеоспиноталамическому пути.

24. Что понимают под проекционными болями?

Проекционные боли — ощущаются по ходу нерва и на дистальных его участках при локализации ноцицептивного воздействия в проксимальном участке нерва. Т. е. состояние, при котором место, на которое действует повреждающий стимул, не совпадает с тем, где эта боль ощущается (разновидность — невралгия).

25. С чем связаны отраженные боли?

Отраженные боли — это специфические ощущения, которые возникают при поражении внутренних органов и иррадируют в участки кожи, иннервируемые тем же сегментом спинного мозга, что и пораженный внутренний орган.

26. Какие области называют зонами Захарьина — Геда? Привести примеры расположения зон.

Зоны Захарьина — Геда — это области, где возникают отраженные боли.

Расположение зон Захарьина — Геда при различных заболеваниях: *сердце* — кожа левой лопатки и левой руки; *желудок (язва)* — кожа между лопатками и в левом подреберье (T₁–T₂); *аппендикс* — кожа в правой подвздошной ямке; при поражении *поджелудочной железы* — кожа над областью проекции поджелудочной железы на передней брюшной стенке и на спине в виде пояса; *желчный пузырь* — кожа правого подреберья, правой лопатки, правого предплечья, правой половины шеи; *печень* — кожа в правом подреберье (T₇–T₈); *толстый кишечник* — кожа внизу живота, чаще слева.

27. Что такое острая боль, чем она обусловлена?

Острая боль — это патологическое ощущение, которое обычно ограничено поврежденной областью, точно локализовано, зависит от интенсивности болевого стимула и быстро исчезает после устранения действия повреждающего агента.

28. Что такое фантомные боли?

Фантомные боли наблюдаются у людей с ампутированными конечностями и заключаются в ощущении ампутированной конечности, в том числе и болевых эффектов в ней.

29. Каковы нейрохимические механизмы болевого ощущения?

Нейрохимические механизмы болевого ощущения:

- 1) модуляторы и медиаторы ноцицептивной импульсации;
- 2) модуляторы и медиаторы возбуждения или торможения образований мозга, формирующих боль.

30. Какие выделяют проводящие пути болевой чувствительности?

Проводящие пути болевой чувствительности:

1) леминисковая (специфическая) система — **представлена афферентными проекциями задних столбов и спиноцервикальный тракт**. Афферентные проводники идут через **медиальную петлю, до специфических ядер таламуса** (вентробазальное), где прерываются афферентные пути, далее аксоны таламокортикальных нейронов проецируются в **кортикальные соматосенсорные зоны**;

2) экстралеминисковая (неспецифическая) система — **характеризуется диффузной организацией**, она включает **спиноретикулярную, спинотектальные и спинобульботаломические** пути, в этой системе участвуют неспецифические **ядра таламуса и соматосенсорная кора**.

30. Перечислите и опишите этапы передачи боли.

Этапы передачи боли:

1) **трансдукция** — процесс, при котором повреждающее воздействие трансформируется в виде электрической активности на окончаниях чувствительных нервов;

2) **трансмиссия** — проведение возникших импульсов по системе чувствительных нервов;

3) **модуляция** — это процесс, при котором ноцицептивная трансмиссия модифицируется под влиянием нейрональных воздействий;

4) **перцепция** — финальный процесс, при котором трансдукция, трансмиссия и модуляция, взаимодействуя с индивидуальными физиологическими особенностями личности, создают конечное субъективное эмоциональное ощущение, воспринимаемое как боль.

31. Что представляет собой антиноцицептивная система?

Антиноцицептивная система — это совокупность структур, расположенных на разных уровнях ЦНС, имеющих собственные нейрохимические механизмы.

32. Перечислите уровни организации антиноцицептивной системы.

Уровни организации антиноцицептивной системы:

- первый уровень — **средний, продолговатый и спинной мозг** — система «нисходящего тормозного влияния» (серотонин и опиоиды);
- второй уровень — **гипоталамус** (адренергический и опиоиды);
- третий уровень — **кора головного мозга** (соматосенсорная).

33. Перечислите эндогенные системы обезболивания.

Эндогенные системы обезболивания: опиоидная, система нейротензинов, серотонинергическая, норадренергическая, ГАМК-ергическая.

34. Как работает опиоидная система?

Опиоидная система мозга действует *посредством* аналогов опия и морфина — эндогенными анальгетическими пептидами и образована нейронами, тела и отростки которых содержат данные опиоидные пептиды: энкефалины, динорфины и эндорфины.

Эти вещества связываются с опиоидными рецепторами и приводят к возникновению пре- и постсинаптического торможения в ноцицептивной системе, следствием чего являются состояния анальгезии или гипалгезии.

35. Как осуществляется серотонинергическая регуляция?

При стимуляции ядер шва ствола мозга происходит выделение серотонина, что способствует возникновению пост- и пресинаптического торможения. Это приводит к резкому повышению порогов болевой чувствительности (вплоть до полного обезболивания).

36. Когда включается норадренергическая система?

Норадренергическая система включается при отрицательных стенических реакциях (ярость, гнев — при драке).

37. В чем заключается ГАМК-ергический механизм обезболивания?

ГАМК-ергический механизм обезболивания может работать самостоятельно и в синергизме с опиоидной системой (является нейромодулятором, так как ГАМК вызывает тормозные постсинаптические потенциалы (ТПСП)).

38. Каковы и как осуществляются механизмы деятельности антиноцицептивной системы?

Механизмы деятельности антиноцицептивной системы:

- 1) **срочный механизм** осуществляется через активацию серотонин- и опиоидергических нейронов, входящих в состав серого

вещества и ядер шва, а также адренергических нейронов ретикулярной формации;

2) **короткодействующий механизм** — адренергический, активируется при кратковременном действии на организм ноцицептивных факторов. Центр этого механизма локализуется в вентромедиальном ядре гипоталамуса;

3) **длительно действующий механизм** активируется при длительном действии на организм ноцигенных факторов. Центром его являются латеральное и супраоптическое ядра гипоталамуса. По нейрохимической природе этот механизм опиоидный;

4) **тонический** — поддерживает постоянную активность антиноцицептивной системы. Центры расположены в орбитальной и фронтальной областях коры большого мозга, а также в гипоталамусе. Основными нейрохимическими механизмами являются опиоидные и пептидергические.

39. Какие клинические методы обезболивания выделяют? Привести примеры.

Клинические методы обезболивания:

1) **фармакологические** — основаны на применении различных фармакологических препаратов (местная, проводниковая и общая анестезия (наркоз));

2) **физиотерапевтические** — основаны на применении различных физических факторов (иммобилизация, согревание, охлаждение, диатермия, массаж и упражнения для ослабления напряжения);

3) **рефлекторно-аналгетические** — с помощью воздействия на биологически активные точки (массаж, акупунктура, электро-akupunktura).

40. С помощью какой методики определяют порог болевой чувствительности?

Алгезиметрия — методика определения порога болевой чувствительности.

ГЛАВА 13

ФИЗИОЛОГИЯ ИНТЕГРАТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МОЗГА

1. Что называют высшей нервной деятельностью? Кем были заложены основы высшей нервной деятельности?

Высшая нервная деятельность (ВНД) — это психофизиологическая функция коры больших полушарий (КБП) и ближайших подкорковых структур. Этот раздел физиологии изучает виды торможения в КБП, динамический стереотип, механизмы сна и гипноза, сигнальные системы, типы ВНД и т. д. Основы ВНД были заложены И. П. Павловым.

2. Что понимают под интеграцией центральной нервной системы?

Под **интеграцией центральной нервной системы (ЦНС)** понимают объединение информационных сигналов, различных процессов, ответных реакций, необходимых для реализации физиологических функций и достижения конечного полезного результата.

3. Назовите уровни организации живых систем по Ч. Шеррингтону.

Интеграцию функций можно наблюдать на различных уровнях организации живых систем. Ч. Шеррингтон выделил 4 уровня интеграции:

1) **Нейрон**, клеточная мембрана которого интегрирует синаптические влияния. Интеграция на уровне нейрона осуществляется взаимодействием возбуждающих (ВПСП) и тормозных (ТПСП) постсинаптических потенциалов, которые генерируются при активации синаптических входов нейрона.

2) **Нейронный ансамбль (модуль)**. В нейронных сетях происходит: дивергенция, иррадиация, конвергенция, суммация, реверберация, окклюзия и облегчение распространения возбуждения.

3) **Нервный центр**. Нервные центры формируются объединением нескольких локальных сетей и представляют собой комплекс элементов, способных осуществить определенный рефлекс или поведенческий акт.

4) **Высший уровень больших интегративных систем**. Высший уровень объединяет все центры регуляции в единую регулируемую систему, а отдельные органы и системы в единую физиологическую систему — организм. Это достигается взаимодействием главных систем ЦНС: лимбической, ретикулярной формации, подкорковых образований и неокортекса — как высшего отдела ЦНС, организующего поведенческие реакции и их вегетативное обеспечение.

4. Что называют поведением?

Поведение — психическая деятельность, регулирующая взаимоотношения организма и среды.

5. Назовите формы поведения человека.

Формы поведения:

- 1) врожденные (таксисы, рефлексy, инстинкты);
- 2) приобретенные (условные рефлексy, научение);
- 3) реактивные (когнитивные) (рассудочная деятельность).

6. Сформулируйте принципы рефлекторной теории И. П. Павлова.

Принципы рефлексорной теории И. П. Павлова:

- 1) **принцип детерминизма** — любой нервный процесс запускается в результате какого-нибудь воздействия;
- 2) **принцип структурности** — любая функция организма обеспечивается строго определенной структурой;
- 3) **принцип анализа и синтеза** — ответная реакция на раздражитель начинается с разделения его на элементы, а затем происходит объединение (синтез) этих элементов и осуществляется ответ на раздражитель;
- 4) **сигнальность** — превращение индифферентного (безразличного) раздражителя в сигнальный;
- 5) **подкрепление** — сохранение рефлекса при подкреплении условного раздражителя безусловным.

7. Кто и для чего ввел термин «безусловный рефлекс»?

Термин **«безусловный рефлекс»** введен И. П. Павловым для обозначения рефлексов, безусловно возникающих при действии адекватных биологически значимых раздражителей на определенное рецептивное поле.

8. Перечислите свойства безусловных рефлексов.

Свойства безусловных рефлексов:

- 1) программируются генетически и являются врожденными;
- 2) сохраняются в неизменном виде на протяжении всей жизни;
- 3) видоспецифические (общие для всех представителей данного вида) — начинают функционировать сразу после рождения;
- 4) как правило, возникают в ответ на действие жизненно важных раздражителей (пища, опасность и т. д.);
- 5) рефлекторные дуги замыкаются в спинном мозге или подкорковых узлах головного мозга.

9. Приведите классификацию безусловных рефлексов.

Классификация безусловных рефлексов.

По анатомическому строению (степени сложности):

- 1) простые (спинномозговые);
- 2) усложненные (с участием продолговатого мозга);
- 3) сложные (с участием среднего мозга);
- 4) сложнейшие (с участием подкорковых структур и коры полушарий большого мозга) — (инстинкты).

В соответствии с характером действующего раздражителя:

- 5) пищевые (глотание, сосание и т. п.);
- 6) половые («турнирные бои», эрекция, эякуляция и т. п.);
- 7) защитные (кашель, чихание, мигание и т. п.);
- 8) ориентировочные (настораживание, прислушивание, поворот головы к источнику звука и т. п.);

По характеру ответной реакции:

- 9) двигательные или моторные (сокращение мышц);
- 10) секреторные (выделение секрета железой);
- 11) сосудодвигательные (изменение тонуса сосудов).

Безусловные и условные рефлексы классифицируются:

По биологическому значению (деление как безусловных так и условных рефлексов):

- 12) пищевые (безусловный рефлекс — это переваривание пищи, а условный ее поиск);
- 13) локомоторные (цыплята сразу после рождения способны самостоятельно ходить);
- 14) статокинетические;
- 15) половые;
- 16) оборонительные. Эта группа рефлексов включает два вида: пассивный оборонительный рефлекс (уход от нападения) и активный (нападение);
- 17) рефлекс цели (коллекционирование);
- 18) рефлекс свободы. Многие животные не могут жить в неволе и т. д.

10. Дайте определение понятию «инстинкт».

Инстинкт — более совершенные врожденные, безусловно-рефлекторные акты. Это объединенные безусловные рефлексы — синтез координированных двигательных актов с вегетативным обеспечением. Это генетически сложившаяся форма поведения, осуществляемая под влиянием основных биологических потребностей.

11. Перечислите виды инстинктов.

Виды инстинктов (по П. В. Симонову):

- 1) **витальные** (неудовлетворение потребности ведет к гибели особи, реализация не требует участия другой особи);

2) **ролевые или зоосоциальные** (направлены на выживание вида, эффективное существование группы — «что хорошо виду, то хорошо и тебе»);

3) **инстинкты саморазвития** (обращены в будущее, направлены на совершенствование психической деятельности).

12. Перечислите категории и основные формы обучения.

Категория	Основные формы
Неассоциативное (стимулзависимое) обучение	Привыкание
	Сенситизация
	Импринтинг (запечатлевание)
	Подражание (научение путем наблюдения)
Ассоциативное (эффектзависимое) обучение	Классический (павловский) условный рефлекс
	Оперантный (скиннеровский) условный рефлекс)
Когнитивное обучение	Психонервная деятельность
	Рассудочная деятельность
	Вероятностное прогнозирование
	Инсайт (озарение)

13. Дайте определение понятию «привыкание».

Привыкание — наиболее простая форма обучения, во время которой нейтральный стимул повторяется много раз.

14. Дайте определение понятию «импринтинг».

Импринтинг (запечатлевание) — временная избирательность по отношению к некоторым внешним стимулам (например, родитель, детеныш, половой партнер).

15. Что называют сенситизацией?

Сенситизация является реакцией, противоположной привыканию. Повторные стимулы увеличивают ответ, если он сочетается один или несколько раз с приятным или неприятным раздражителем.

16. Дайте определение понятию «инсайт».

Инсайт (от англ. insight — пронизательность, проникновение в суть). Обозначает внезапное усмотрение сути проблемной ситуации.

17. Как формируется поведение человека с позиции теории функциональной системы П. К. Анохина?

Теория функциональной системы рассматривает целенаправленный поведенческий акт как динамическую организацию, развертывающуюся в определенной временной последовательности от формирования потребности к ее удовлетворению и проходящей через шесть основных последовательно сменяющихся этапов:

1) **Афферентный синтез** — осуществляется на базе четырех важнейших компонентов:

а) *доминирующей мотивации* — это вид афферентного возбуждения, формирующегося на основе ведущей потребности, при участии мотивационных центров гипоталамуса;

б) *обстановочной афферентации* — это сумма афферентных возбуждений, возникающих в конкретных условиях существования и сигнализирующих об обстановке, в которой находится организм;

в) *пусковой афферентации* (стимула, запускающего реакцию);

г) *аппаратов памяти*.

2) **Принятие решения (постановка цели)**.

3) **Формирование программы действия**, т. е. формирование конкретной цели действия и указание путей по ее реализации.

4) Параллельно с третьим возникает четвертый этап функциональной системы, который представляет собой **формирование акцептора результатов действия**. Акцептор результата действия — это идеальный образ будущих результатов действия.

5) **Действие и его результат**.

б) **Сравнение параметров полученного результата с их акцептором результата действия**. Это осуществляется с помощью обратной афферентации. При этом, если результаты не соответствуют прогнозу, то в данном аппарате возникает реакция рассогласования, активирующая ориентировочно-исследовательскую реакцию, направленную на поиск дополнительной информации. На ее основе формируется более полный афферентный синтез, принимается более адекватное решение, а это приводит к формированию более адекватной программы действия, которая позволяет получить запрограммированный результат.

18. Что называют условным рефлексом?

Условный рефлекс — это форма адаптации организма к изменяющимся условиям окружающей среды.

19. Назовите характеристики условного рефлекса (по И. П. Павлову).

Характеристика условного рефлекса (по И. П. Павлову):

1) приобретаемость условных рефлексов;

- 2) индивидуальность условного рефлекса;
- 3) изменчивость и возможность отмены;
- 4) осуществляются за счет деятельности коры головного мозга;
- 5) не имеют готовых рефлекторных дуг, дуги формируются при определенных условиях;
- 6) формируется на базе безусловных рефлексов.

20. Сформулируйте основные правила образования условных рефлексов.

Правила образования условных рефлексов:

- 1) Наличие не менее двух раздражителей: *условный* (индифферентный, безразличный), который должен стать условным (значимым) — например, свет, и *безусловный* — например, пища. Условный стимул должен быть достаточно сильным для возбуждения определенных рецепторов, однако слабее безусловного.
- 2) Последовательность действия раздражителей: первым должен действовать условный раздражитель, а затем безусловный.
- 3) Многократность повторения действия раздражителей (не менее 10 раз).
- 4) Нормальное состояние коры больших полушарий (КПБ), отсутствие значимых патологических процессов в организме.
- 5) Отсутствие посторонних раздражителей.
- 6) Величина условного рефлекса зависит от силы условного и безусловного раздражителей.

21. Назовите стадии образования условных рефлексов.

Стадии образования условных рефлексов:

- 1) **Генерализация.** На первом этапе выработки условно-рефлекторное действие вызывают не только подкрепляемый условный сигнал, но и сходные с ним раздражители. Происходит первичная сенсорная генерализация, обобщение признаков условных сигналов. Степень генерализации зависит от характера условного сигнала, безусловного подкрепления и их временного сочетания. Позволяет адаптироваться сразу к широкому спектру сходных сигналов.
- 2) **Специализация.** На стадии специализации формируется условно-рефлекторный ответ лишь на подкрепляемый сигнал, а все сходные по качеству раздражители становятся неэффективными (*концентрация условного возбуждения*).

22. Приведите классификацию условных рефлексов.

Классификация условных рефлексов:

- 1) *По соотношению во времени условного и безусловного раздражителей:*

а) наличные условные рефлексy, возникают при условии, что условный и безусловный раздражители действуют одновременно. Делятся на:

— совпадающие (0,1–5 с от начала действия условного раздражителя);

— отставленные (5–30 с от начала действия условного раздражителя);

— запаздывающие (30–180 с от начала действия условного раздражителя);

б) следовые — при образовании которых условный раздражитель и подкрепление отделены друг от друга определенным временным интервалом.

2) По особенностям безусловного подкрепления или проявления условных рефлексов (УР) (по наличию или отсутствию подкрепления УР):

а) положительные (подкрепляемые) — «запускающие» какой-либо вид деятельности, функцию;

б) отрицательные (неподкрепляемые) — «тормозящие» какую-либо функцию.

3) По характеру условного раздражения:

а) натуральные — на естественные признаки безусловного раздражения (возникают в природе на естественные раздражители: запах, вид, вкус пищи);

б) искусственные — на искусственные условные сигналы, например, при действии света или звука. Такие рефлексy вырабатываются медленнее, а в некоторых случаях выработка рефлексa на экологически неадекватный стимул вообще невозможна.

4) Сенсорные условные рефлексy. Например, если человек увидел пищу, которая нарисована на картинке, — у него начинается слюноотделение.

5) Оперантные или инструментальные условные рефлексy. Например, для того чтобы обезьяна получила банан ей необходимо нажать на кнопку.

б) Условно-секреторные, условно-двигательные и т. д.

7) По степени сложности — 1, 2, 3....20-го порядка.

23. Что лежит в основе образования условного рефлексa? Приведите схему временной связи.

В основе образования условного рефлексa лежит **временная связь**, которая образуется в КБП между центром условного раздражителя и безусловного рефлексa.

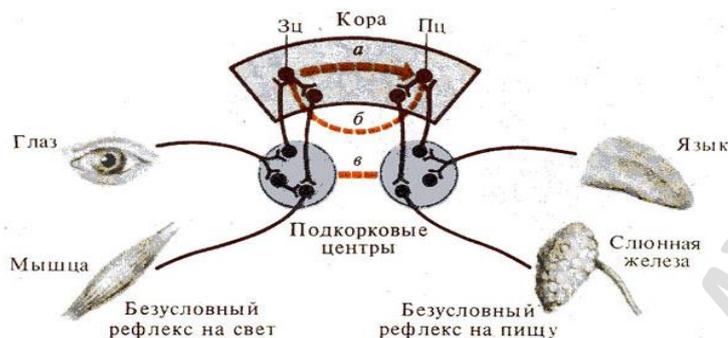


Схема образования временной связи.

24. Дайте определение понятию «динамический стереотип».

Динамический стереотип — прочная система временных связей, слившихся в единое целое в результате многократного повторения в определенной последовательности. Динамический стереотип — доведенные до автоматизма действия.

25. Назовите виды торможения психической деятельности.

- 1) **Внешнее (безусловное)** торможение рефлексов (запредельное торможение, гаснувший тормоз).
- 2) **Внутреннее (условное)** торможение рефлексов: угасательное, дифференцировочное, условный тормоз, запаздывательное.

26. Что называют внешним (безусловным) торможением?

Внешнее торможение — срочное подавление текущей условно-рефлекторной деятельности при действии посторонних раздражителей, вызывающих ориентировочный или какой-либо другой безусловный рефлекс.

27. Дайте определение понятию «гаснувший тормоз».

Гаснувший тормоз — это посторонний сигнал, который с повторением его действия теряет свое тормозящее влияние, поскольку не имеет существенного значения для организма.

28. Что называют запредельным торможением?

Запредельное торможение — торможение, которое возникает при длительном нервном возбуждении организма, при действии чрезвычайно сильного условного сигнала или нескольких несильных.

29. Что называют внутренним (условным) торможением?

Внутреннее торможение — подавление условно-рефлекторной деятельности при котором условный раздражитель не подкрепляется безусловным.

30. Что называют угасательным торможением?

Угасательное торможение — тормозной процесс, который развивается в результате неподкрепления условного рефлекса.

31. Что называют дифференцировочным торможением?

Дифференцировочное торможение — тормозной процесс, который развивается при отсутствии подкрепления раздражителей, близких к подкрепляемому сигнальному раздражителю.

32. Дайте определение понятию «условный тормоз».

Условный тормоз — внутреннее торможение, которое развивается при отсутствии подкрепления комбинации сигнального раздражителя с каким-нибудь дополнительным раздражителем.

33. Что называют торможением запаздывания?

Торможение запаздывания — тормозной процесс, который развивается при отсутствии подкрепления начальной части действия сигнального раздражителя.

34. Дайте определение понятию «сигнальная система».

Сигнальная система — совокупность механизмов, обеспечивающих восприятие, обработку и обмен информацией между организмом и окружающей средой.

35. Дайте определение понятию «первая сигнальная система».

Первая сигнальная система — это совокупность всех анализаторов, которые обеспечивают восприятие сенсорной информации (основная черта — конкретный характер восприятия, т. е. обязательное наличие отображаемого объекта).

36. Дайте определение понятию «вторая сигнальная система».

Вторая сигнальная система — совокупность анализаторов, которые отвечают за речь и абстрактное мышление (при этом слово является универсальным заменителем всех остальных сигналов).

37. Какие три важнейших для речевой функции сенсорных поля содержит кора больших полушарий?

Кора больших полушарий содержит три важнейших для речевой функции сенсорных поля:

1) **зрительное** — в области шпорной борозды на медиальной поверхности затылочных долей;

2) **слуховое** — в зоне поперечных извилин Гешля — часть 1-й височной извилины, глубоко проникает в латеральную сильвиеву борозду.

3) **соматосенсорное** — в задней центральной извилине обоих полушарий.

38. Где находится слуховой (сенсорный) центр речи — зона Вернике и за что он отвечает?

Слуховой центр находится в *задней трети верхней височной извилины*. Обеспечивает понимание речи и интеллект.

39. Где находится двигательный (моторный) центр речи — зона Брока и за что он отвечает?

Двигательный центр находится в *основании нижней лобной извилины*. Обеспечивает формирование из слов фраз и предложений.

40. Назовите наиболее распространенные нарушения функции второй сигнальной системы.

Наиболее распространенными нарушениями функции второй сигнальной системы являются:

агнозия — потеря свойства узнавания слов (зрительная агнозия наступает при поражении затылочной зоны, слуховая агнозия — при повреждении височных зон КБП;

афазия — нарушение речи;

аграфия — нарушение письма;

амнезия — забывание слов.

41. Дайте определение понятию «тип высшей нервной деятельности».

Тип высшей нервной деятельности (ВНД) — совокупность индивидуальных свойств нервной системы, которая определяет особенности психофизиологических механизмов взаимоотношений организма и окружающей среды.

42. Сколько типов высшей нервной деятельности выделяют по И. П. Павлову и что положено в основу их классификации?

В соответствии с учением И. П. Павлова выделяются 4 типа ВНД, классификация которых основывается на оценке трех особенностей процессов возбуждения и торможения: *силы их, подвижности и уравновешенности*.

43. Дайте определения понятиям «сила нервных процессов», «уравновешенность», «подвижность».

Сила нервных процессов — способность клеток коры большого мозга сохранить адекватные реакции на сильные и сверхсильные раздражители.

Уравновешенность — одинаковая реактивность нервной системы в ответ на возбуждающие и тормозные влияния.

Подвижность — скорость перехода процесса возбуждения в торможение и наоборот.

44. Назовите типы высшей нервной деятельности по И. П. Павлову.

Типы ВНД и темперамент (по И. П. Павлову):

- 1) сильный — уравновешенный — подвижный (сангвиник);
- 2) сильный — уравновешенный — инертный (флегматик);
- 3) сильный — неуравновешенный — подвижный (холерик);
- 4) слабый — неуравновешенный — малоподвижный и инертный (меланхолик).

45. Перечислите особенности высшей нервной деятельности человека.

Особенности ВНД человека:

- 1) осознание собственного «Я», ориентировка в пространстве (географическом, социальном), ориентировка во времени;
- 2) абстрактное мышление, т. е. способность рассуждать о свойствах предмета, непосредственно его в данный момент не наблюдая;
- 3) способность к деятельности, направленной на преобразование окружающей среды;
- 4) самоконтроль, самокритика, самооценка своей деятельности;
- 5) стремление к познанию окружающей среды, собственного тела, собственного мозга, механизмов его деятельности;
- 6) наличие эстетических ценностей, этических норм.

46. Назовите типы высшей нервной деятельности на основе соотношения сигнальных систем, которые характерны только для людей.

На основе соотношения сигнальных систем И. П. Павлов выделил 3 типа ВНД, которые характерны только для людей:

- 1) **Художественный тип.** Люди с этим типом ВНД мыслят образно. Преобладает первая сигнальная система.
- 2) **Мыслительный тип.** Такие люди обладают абстрактным мышлением, у них преобладает вторая сигнальная система. Эти люди склонны к изобретательству.
- 3) **Средний тип ВНД (смешанный).** У этих людей примерно в одинаковой степени активны обе сигнальные системы.

47. Назовите типы высшей нервной деятельности в зависимости от конституции тела по Э. Кречмеру.

Э. Кречмер определял тип психики в зависимости от конституции тела:

- 1) Астеники — характеризуются удлиненными частями тела, чаще страдают болезнями легких.
- 2) Атлетики — имеют широкие плечи и узкий таз, развита мускулатура, склонны к болезням опорно-двигательного аппарата.

3) Пикники — характеризуются округлыми формами тела, пышными волосами. Эти люди чаще страдают болезнями почек, пищеварительной системы.

С названными типами телосложения Кречмер соотносит три выделенных им типа темперамента:

1) **Шизоиды** (астеники). Эти люди имеют трудности при контакте с людьми, являются скрытными, замкнутыми, подвержены колебанию настроения.

2) **Иксоды** (атлетики). Это спокойные, невпечатлительные люди со сдержанными жестами и мимикой, часто мелочны.

3) **Циклоиды** (пикники). Для этих людей характерны циклические изменения психики, но они легко контактируют с окружающими и реалистичны во взглядах.

48. Что называют неврозами?

Неврозами называют функциональные нарушения возбудительного, тормозного процессов и их подвижности.

49. Назовите основные причины неврозов.

Неврозы наблюдаются:

1) При перенапряжении процесса возбуждения действием сверхсильных раздражителей.

2) При перенапряжении тормозного процесса, что может развиваться при очень тонких дифференцировках близких раздражителей (например, решение сложной задачи), при столкновении с постоянными запретами, при обманах, разочарованиях.

3) При перенапряжении подвижности нервных процессов, т. е. при ломке динамического стереотипа. Частыми причинами невротических состояний могут быть неожиданные события, которые приводят к переоценке жизненных ценностей.

4) Нарушение ВНД возникает при столкновении процессов возбуждения и торможения («сшибкой» нервных процессов), при очень быстрой смене или одновременном действии раздражителей противоположного сигнального значения, т. е. при одновременном действии положительного и отрицательного раздражителей.

50. При каких условиях развиваются экспериментальные неврозы?

Экспериментальные неврозы развиваются при выработке условных рефлексов при условиях:

1) если использовали сильные условные и безусловные раздражители;

2) при выработке сложных и тонких дифференцировок;

3) при длительном применении тормозных сигналов (запреты).

51. Перечислите начальные фазы развития неврозов.

Для начальных этапов развития невроза характерны три фазы:

1) **Уравнительных ответов.** На этой фазе и сильный и слабый раздражитель вызывают одинаковую ответную реакцию.

2) **Парадоксальная** — сильный условный раздражитель вызывает ответную реакцию меньшей силы, чем слабый.

3) **Ультрапарадоксальная.** На этой фазе и сильный положительный раздражитель, и слабый ответной реакции не вызывают.

52. Дайте определение понятию «сон».

Сон — жизненно необходимое, периодически наступающее особое функциональное состояние, характеризующееся специфическими электрофизиологическими, соматическими и вегетативными проявлениями.

53. Перечислите виды сна.

Выделяют несколько видов сна:

Виды сна	
нормальные	патологические
периодический сезонный сон (зимняя спячка, сонное оцепенение); периодический суточный сон: 1) монофазный (1 раз в сутки); 2) дифазный (2 раза в сутки); 3) полифазный (более двух раз в сутки)	наркотический; летаргический; сон при особых поражениях ЦНС; гипнотический (промежуточные аномальные формы)

54. Назовите фазы сна в зависимости от изменения электроэнцефалограммы (ЭЭГ).

Фазы сна:

1) **Ортодоксальный (медленный)** сон состоит из нескольких фаз:

А — фаза (бодрствование), отмечается состояние расслабления, легкой сонливости, на ЭЭГ регистрируется альфа-ритм.

Б — фаза (засыпание), на ЭЭГ исчезает альфа-ритм, и появляются невысокие тета-волны.

С — фаза (неглубокий сон), на ЭЭГ появляется дельта-ритм и сонные веретена.

Д — фаза (умеренно глубокий сон), на ЭЭГ преобладают дельта-волны, фиксируются К-комплексы.

Е — фаза (самый глубокий сон), на ЭЭГ только высокие медленные дельта-волны. Самая ценная фаза, как считал И. П. Павлов, так как происходит восстановление нейронов.

2) **Парадоксальный (быстрый)** сон.

55. Назовите гипотезы возникновения сна:

- 1) гемодинамическая гипотеза;
- 2) гистологическая;
- 3) гуморальная;
- 4) нейрогенная;
- 5) корко-подкорковая теория сна.

56. Дайте определение понятию «сознание».

Сознание — знание о внешних объектах и о себе, которое при помощи слов или других символов может быть передано другим.

57. Дайте определение понятию «сверхсознание»?

Сверхсознание — неосознаваемые высшие психические процессы: творчество, предвидение (концепция П. В. Симонова).

58. Дайте определение понятию «подсознание».

Подсознание — вся ранее осознанная информация, которая при определенных обстоятельствах может быть осознана вновь.

59. Назовите критерии оценки сознания.

К критериям оценки сознания относят:

- 1) внимание и способность сосредотачиваться на различных явлениях;
- 2) способность порождать абстрактные мысли, оперировать ими и выражать их словами или каким-либо другим способом;
- 3) возможность оценивать предстоящий поступок, т. е. способность к ожиданию и прогнозированию;
- 4) осознание собственного «я» и признание других индивидуумов;
- 5) наличие эстетических и этических ценностей.

60. Дайте определение понятию «память».

Память — способность организма приобретать, сохранять и воспроизводить в сознании информацию и навыки.

61. Назовите 4 этапа формирования памяти.

Память включает 4 этапа формирования:

- 1) селекция новой информации (сортировка);
- 2) формирование энграммы (запись) электрофизиологическая или структурно-химическая;
- 3) хранение;
- 4) воспроизведение информации.

62. Назовите свойства памяти.

Свойствами памяти являются:

1. Селекция — отбор информации.
2. Способность к забыванию.

63. Назовите формы биологической памяти.

К формам биологической памяти относят: генетическую, иммунную и приобретенную.

64. Назовите четыре вида сознаваемой памяти.

Выделяют четыре вида сознаваемой памяти:

- **двигательную**, связанную с запоминанием и воспроизведением движений;
- **образную**, основой которой является запоминание предметов и их свойств;
- **словесно-логическую** (свойственную только человеку), связанную с запоминанием, узнаванием и воспроизведением мыслей, понятий;
- **эмоциональную память**, ответственную за запоминание и воспроизведение чувственных восприятий совместно с объектами их вызывающими.

65. Приведите классификации памяти.

Классификации памяти:

По формам восприятия информации (по характеру памятных следов):

- логически-смысловая (оперирующая понятиями);
- чувственно-образная (оперирующая представлениями): зрительная, слуховая, вкусовая, обонятельная, двигательная.

По уровням усвоения — воспроизводящая и облегчающая.

По происхождению в филогенезе (инстинкты) и в онтогенезе (условные рефлексy).

По времени хранения информации различают:

1) **Сенсорный отпечаток (иконическая память)** — до 500 мс, удерживается точная и полная картина, воспринимаемая органами чувств, т. е. запоминается образ предмета. Емкость ограничена 3–5 элементами. Механизм — последствие в периферических и центральных звеньях сенсорных систем, связанных с действием раздражителей.

2) **Кратковременная память** удерживает частичную информацию о раздражителе. Емкость ее невелика, 7 ± 2 элемента. Длительность хранения информации от 5 до 60 с. Механизм — циркуляция импульсов по замкнутым нейронным сетям. Содержа-

ние кратковременной памяти либо угасает, либо стирается новой информацией, либо переходит в долговременную память.

3) **Долговременная память** удерживает большой объем информации. Все, что удерживается в памяти более 1 мин, переводится в долговременную, где хранится часами, годами.

По способу восприятия информации различают:

- 1) зрительную;
- 2) слуховую;
- 3) моторную;
- 4) комбинированную.

66. Какие мозговые структуры участвуют в формировании памяти?

В процессах запоминания и хранения памяти значительная роль принадлежит *ассоциативным областям новой коры*. Современные нейрофизиологические исследования показывают, что память связана с деятельностью нескольких мозговых структур, прежде всего *коры больших полушарий, гиппокампа, миндалин*.

67. Какой круг лимбической системы является примером корково-подкорковой реверберации возбуждений, лежащей в основе эмоциональной памяти?

Примером корково-подкорковой реверберации возбуждений, лежащей в основе эмоциональной памяти, является замкнутый морфофункциональный большой лимбический круг — Пейпца. Он начинается в гиппокампе, аксоны которого оканчиваются на нейронах мамиллярных тел гипоталамуса. Нейроны мамиллярных тел своими аксонами проецируются в передний отдел таламуса, затем от него к поясной извилине, аксоны которой снова адресуются к нейронам гиппокампа.

68. Назовите основные нарушения памяти.

К основным нарушениям памяти относят: *антероградную амнезию, ретроградную амнезию, стерическую амнезию*.

69. Назовите основные теории долговременной памяти.

К основным теориям возникновения долговременной памяти относят:

- 1) морфологическую;
- 2) глиальную;
- 3) медиаторную;
- 4) молекулярную.

70. Дайте определение понятию «эмоции».

Эмоции — субъективная оценка человеком своего внутреннего состояния своих потребностей, а также действия на организм многочисленных и, прежде всего, социальных факторов окружающего мира.

71. Приведите классификацию эмоций.

Различают эмоции:

1) **Простые и сложные**. Сложные, которые возникают на базе социальных и духовных потребностей, называются чувствами, свойственны только человеку.

2) **Низшие** (наиболее элементарные, связанные с органическими потребностями животных и человека), подразделяющиеся на гомеостатические и инстинктивные, и **высшие** (связанные с удовлетворением социальных потребностей — интеллектуальных, моральных, эстетических и др.).

3) **Стенические** (вызывающие активную деятельность) и астенические (снижающие активность).

4) **Настроения, страсти, аффекты** (по длительности и степени выраженности).

5) **Положительные и отрицательные** (вызванные удовлетворением или неудовлетворением потребности).

72. Назовите функции эмоций.

Выделяют следующие функции эмоций:

1) отражательно-оценочная функция;

2) регуляторные функции:

а) переключающая;

б) подкрепляющая;

в) компенсаторная (замещающая).

73. Кто является основоположником учения о стрессе?

Основоположником учения о стрессе является Ганс Селье (1907–1982 гг.).

74. Дайте определение понятию «стресс».

Стресс (от англ. stress — напряжение), или «общий адаптационный синдром», — это совокупность общих неспецифических физиологических, психологических и биохимических реакций организма в ответ на действие стрессоров — раздражителей чрезвычайной силы любой природы.

75. Назовите факторы внешней или внутренней среды, которые вызывают стресс-реакцию.

Основными стрессорами являются:

- 1) вредные стимулы окружающей среды (загазованность, высокий уровень радиации, неблагоприятный микроклимат, например, охлаждающий или жаркий климат и т. д.);
- 2) нарушение физиологических процессов в организме, например, при различных заболеваниях, в том числе инфекционных, соматических;
- 3) необходимость ускоренной обработки информации — работа в условиях дефицита времени;
- 4) работа в условиях риска для собственной жизни или других людей;
- 5) осознаваемая угроза жизни;
- 6) изоляция и заключение;
- 7) остракизм (изгнание, гонение), групповое давление;
- 8) отсутствие контроля над событиями;
- 9) отсутствие жизненной цели;
- 10) депривация — отсутствие раздражителей.

76. Какие этапы включают стресс-реализующие системы?

- 1) активацию симпатической и парасимпатической системы;
- 2) реакцию «битвы – бегства» (центральный орган — мозговой слой надпочечников);
- 3) активацию трех эндокринных механизмов (осей): адрено-кортикального, соматотропного и тиреоидного механизмов.

77. Назовите стресс-лимитирующие системы организма?

1. ГАМК-эргическая система.
2. Простагландины.
3. Антиоксидантная система.
4. Трофотропные механизмы (активация парасимпатической нервной системы).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гайтон, А. К.* Медицинская физиология / А. К. Гайтон, Дж. Э. Холл; пер. с англ., под ред. В. И. Кобрина. — М. : Логосфера, 2008. — 1296 с.
2. *Дравица, Л. В.* Анатомия и физиология зрительного анализатора: учеб.-метод. пособие / Л. В. Дравица, Н. И. Штаненко, Ф. И. Бирюков; под ред. Л. В. Дравица, Н. И. Штаненко. — Гомель: ГомГМУ, 2009. — 68 с.
3. *Зинчук, В. В.* Основы нормальной физиологии: учеб. пособие / В. В. Зинчук, О. А. Балбатун, Ю. М. Емельянчик ; под ред. В. В. Зинчука. — Минск: Новое знание, 2017. — 251 с.
4. *Зинчук, В. В.* Нормальная физиология. Краткий курс : учеб. пособие / В. В. Зинчук, О. А. Балбатун, Ю. М. Емельянчик; под ред. В. В. Зинчука. — Минск: Выш. шк., 2010. — 431 с.
5. *Кубарко, А. И.* Нормальная физиология: учебник: в 2 ч. / А. И. Кубарко, А. А. Семенович, В. А. Переверзев; под ред. А. И. Кубарко. — Минск: Выш. шк., 2013. — Ч. 1. — 542 с.
6. *Кубарко, А. И.* Нормальная физиология: учебник: в 2 ч. / А. И. Кубарко, А. А. Семенович, В. А. Переверзев; под ред. А. И. Кубарко. — Минск: Выш. шк., 2013. — Ч. 2. — 604 с.
7. *Нормальная физиология: курс лекций / В. И. Кузнецов [и др.]; под ред. В. И. Кузнецова. — Витебск: Изд-во ВГМУ, 2003. — 611 с.*
8. *Леках, В. А.* Ключ к пониманию физиологии: учеб. пособие / В. А. Леках. — М.: Едиториал УРСС, 2002. — 360 с.
9. *Медведева, Г. А.* Физиология пищеварения: учеб.-метод. пособие / Г. А. Медведева. — Гомель: ГомГМУ, 2017. — 48 с.
10. *Мельник, В. А.* Функциональные методы диагностики показателей внешнего дыхания: учеб.-метод. пособие / В. А. Мельник, И. В. Буйневич, Д. Ю. Рузанов. — Гомель: ГомГМУ, 2010. — 60 с.
11. *Мельник, С. Н.* Физиология жидких сред организма человека: учеб.-метод. пособие / С. Н. Мельник, Ю. И. Брель. — Гомель: ГомГМУ, 2014. — 85 с.
12. *Морман, Д.* Физиология сердечно-сосудистой системы / Д. Морман, Л. Хеллер. — СПб.: Изд-во «Питер», 2000. — 256 с.
13. *Нормальная физиология: учебник / под общ. ред. Б. И. Ткаченко. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. — 688 с.*
14. *Орлов, Р. С.* Нормальная физиология: учебник для вузов / Р. С. Орлов, А. Д. Ноздрачева. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2005. — 696 с.
15. *Основы физиологии человека: учебник для вузов: в 2 т. / В. Б. Брин [и др.]; под общ. ред. Б. И. Ткаченко. — СПб.: Междунар. фонд истории науки, 1994.*

16. *Питкевич, Э. С.* Основы физиологии человека: курс лекций / Э. С. Питкевич, Ю. И. Брель. — Гомель, 2011. — 311 с.
17. Практикум по нормальной физиологии: учеб. пособие для вузов / Н. А. Агаджанян [и др.]; под ред. Н. А. Агаджаняна. — М.: Изд-во Рос. ун-та дружбы народов, 1996. — 340 с.
18. *Рафф, Г.* Секреты физиологии / Г. Рафф; пер. Д. Абдурахманова [и др.]. — М. – СПб.: БИНОМ – Невский диалект, 2001. — 448 с.
19. Руководство к практическим занятиям по нормальной физиологии: учеб. пособие для вузов / Н. Н. Алипов [и др.]; под общ. ред. С. М. Будылиной, В. М. Смирнова. — М.: Академия, 2005. — 336 с.
20. Тестовые задания по нормальной физиологии: учеб.-метод. пособие / Н. И. Штаненко [и др.]. — 2-е изд., перераб. и доп. — Гомель: ГомГМУ, 2017. — 300 с.
21. Физиология и основы анатомии: учебник для вузов / под ред. А. В. Котова, Т. Н. Лосевой. — М.: Медицина, 2011. — 1052 с.
22. *Судаков, К. В.* Нормальная физиология: учебник для вузов / К. В. Судаков. — М.: Медицинское информационное агентство, 2006. — 920 с.
23. Физиология кровообращения: учеб.-метод. пособие / С. Н. Мельник [и др.]. — Гомель: ГомГМУ, 2017. — 86 с.
24. Физиология человека: учебник: в 3 т. / Й. Дудель [и др.]; под ред. Р. Шмидта, Г. Тевса; пер. Н. Н. Алипова. — М.: Мир, 1996.
25. Физиология человека: учебник для вузов / В. М. Покровский [и др.]; под общ. ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. — М.: Медицина, 2003. — 656 с.
26. Физиология человека: учебник для вузов / Е. Б. Бабский [и др.]; под общ. ред. Г. И. Косицкого. — М.: Медицина, 1985. — 544 с.
27. Физиология человека: учебник для вузов / Н. А. Агаджанян [и др.]; под общ. ред. Н. А. Агаджаняна, В. И. Циркина. — Н. Новгород: Изд. НГМА, 2003. — 528 с.
28. Физиология человека: учебник для вузов / Н. А. Агаджанян [и др.]; под общ. ред. В. М. Смирнова. — М.: Academia, 2010. — 480 с.
29. Физиология человека: учебник для вузов: в 2 т. / Н. А. Агаджанян [и др.]; под общ. ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. — М.: Медицина, 1998.
30. Физиология: учебник для вузов / под ред. В. М. Смирнова, В. А. Правдивцева, Д. С. Свешникова. — 5-е изд., испр. и доп. — М.: Медицинское информационное агентство, 2017. — 511 с.
31. *Чеснокова, С. А.* Атлас по нормальной физиологии / С. А. Чеснокова, С. А. Шастун; под ред. Н. А. Агаджаняна. — 2-е изд. — М.: Медицинское информационное агентство, 2007. — 496 с.

32. Штаненко, Н. И. Обмен веществ и энергии. Терморегуляция. Выделение: учеб.-метод. пособие / Н. И. Штаненко, Г. А. Медведева. — Гомель: ГомГМУ, 2015. — 111 с.

33. Штаненко, Н. И. Респираторная система: учеб.-метод. пособие / Н. И. Штаненко, И. В. Буйневич, под ред. Н. И. Штаненко, И. В. Буйневич. — Гомель: ГомГМУ, 2015. — 104 с.

34. Штаненко, Н. И. Физиология эндокринной системы: учеб.-метод. пособие / Н. И. Штаненко, М. П. Каплиева. — Гомель: ГомГМУ, 2016. — 140 с.

35. Штаненко, Н. И. Морфо-функциональные особенности сенсорных систем / Н. И. Штаненко, И. Л. Кравцова, И. Д. Шляга. — Гомель: ГомГМУ, 2012. — 84 с.

36. Штаненко, Н. И. Физиология выделения: учеб. пособие / Н. И. Штаненко. — Гомель: ГомГМУ, 2003. — 66 с.

37. *Hall, J. E. Guyton and Hall Textbook of medical physiology / J. E. Hall, A. C. Guyton. — India: Elsevier, 2016. — xix, 1145 p.*

Учебное издание

Мельник Светлана Николаевна
Висенберг Юлия Валерьевна
Брель Юлия Игоревна и др.

**ФИЗИОЛОГИЯ
В ВОПРОСАХ И ОТВЕТАХ**

Учебно-методическое пособие

Редактор **Т. М. Кожемякина**
Компьютерная верстка **Ж. И. Цырыкова**

Подписано в печать 09.04.2021.
Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная 80 г/м². Гарнитура «Bookman Old Style».
Усл. печ. л. 19,76. Уч.-изд. л. 21,61. Тираж 150 экз. Заказ № 156.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/46 от 03.10.2013.
Ул. Ланге, 5, 246000, Гомель.