

611-018

Г 51

ГИСТОЛОГИЯ

КОМПЛЕКСНЫЕ ТЕСТЫ: ОТВЕТЫ И ПОЯСНЕНИЯ

Под редакцией
проф. С.Л. Кузнецова
и проф. Ю.А. Чельшева

Учебное пособие



Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа»

611-018
Г 51

ГИСТОЛОГИЯ

КОМПЛЕКСНЫЕ ТЕСТЫ: ОТВЕТЫ И ПОЯСНЕНИЯ

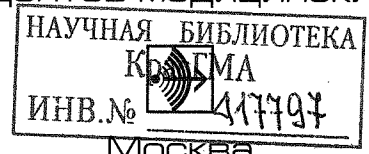
Под редакцией
проф. С.Л. Кузнецова
и проф. Ю.А. Челышева

Учебное пособие

ВОЗВРАТИТЕ КНИГУ НЕ ПОЗЖЕ
обозначенного здесь срока

Handwritten signature

Рекомендовано
Учебно-методическим объединением
по медицинскому и фармацевтическому
образованию вузов России
в качестве учебного пособия
для студентов медицинских вузов



Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа»
2007

УДК 611.018(075.8)

ББК 28.06я73

G51

Авторы-составители:

Кузнецов Сергей Львович, докт. мед. наук, чл.-корр. РАМН, проф., зав. кафедрой гистологии Московской Медицинской Академии им. И.М. Сеченова

Чельшев Юрий Александрович, докт. мед. наук, проф., зав. кафедрой гистологии Казанского Государственного Медицинского Университета

Исламов Рустем Робертович, докт. мед. наук, старший преподаватель кафедры гистологии Казанского Государственного Медицинского Университета

Бойчук Наталья Валентиновна, канд. биол. наук, старший преподаватель кафедры гистологии Казанского Государственного Медицинского Университета

Рецензенты:

Дубовая Татьяна Клеониковна, докт. мед. наук, проф., зав. кафедрой гистологии лечебного факультета Российского Государственного Медицинского Университета

Семченко Валерий Васильевич, докт. мед. наук, проф., зав. кафедрой гистологии, цитологии и эмбриологии Омской Государственной Медицинской Академии

G51 **Гистология. Комплексные тесты: ответы и пояснения /** Под ред. проф. С.Л. Кузнецова, проф. Ю.А. Чельшева. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. — 288 с.: ил. ISBN 978-5-9704-0501-7

Тестовые задания по курсам гистологии, эмбриологии и цитологии содержат 765 вопросов по 20 темам. К каждому заданию приведены ответы и пояснения. Задания могут быть использованы для самостоятельной подготовки студентов и для контроля знаний на практических занятиях.

Пособие предназначено для студентов медицинских вузов.

УДК 611.018(075.8)

ББК 28.06я73

Права на данное издание принадлежат издательской группе «ГЭОТАР-Медиа». Воспроизведение и распространение в каком бы то ни было виде части или целого издания не могут быть осуществлены без письменного разрешения издательской группы.

© Коллектив авторов, 2007

© Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», 2007

ISBN 978-5-9704-0501-7

Учебное издание

Гистология. Комплексные тесты: ответы и пояснения

Под ред. проф. С.Л. Кузнецова, проф. Ю.А. Чельшева

Подписано в печать 25.06.07. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Формат 60x90¹/₁₆. Объём 18 п.л. Тираж 3000 экз. Заказ № 1751.

Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа».

119828, Москва, ул. М. Пироговская, 1а,

тел.: (495) 101-39-07, <http://www.geotar.ru>

Отпечатано в ОАО «Типография «Новости»».

105005, г. Москва ул. Ф. Энгельса, 46.

ISBN 978-5-9704-0501-7



9 785970 405017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	4
Внутриутробное развитие.....	5
Ответы и пояснения.....	13
Клетка.....	22
Ответы и пояснения.....	28
Ткани.....	36
Ответы и пояснения.....	38
Эпителиальные ткани.....	41
Ответы и пояснения.....	45
Кровь.....	51
Ответы и пояснения.....	57
Соединительные ткани.....	67
Ответы и пояснения.....	71
Скелетные ткани.....	77
Ответы и пояснения.....	83
Мышечные ткани.....	91
Ответы и пояснения.....	98
Периферическая нервная система.....	108
Ответы и пояснения.....	115
Центральная нервная система.....	126
Ответы и пояснения.....	131
Органы чувств.....	138
Ответы и пояснения.....	144
Эндокринная система.....	151
Ответы и пояснения.....	158
Сердечно-сосудистая система.....	165
Ответы и пояснения.....	172
Иммунная защита.....	181
Ответы и пояснения.....	186
Пищеварительная система.....	194
Ответы и пояснения.....	203
Дыхательная система.....	215
Ответы и пояснения.....	221
Мочевыделительная система.....	229
Ответы и пояснения.....	236
Мужская половая система.....	244
Ответы и пояснения.....	250
Женская половая система.....	259
Ответы и пояснения.....	266
Кожа и её производные.....	275
Ответы и пояснения.....	281

ПРЕДИСЛОВИЕ

Тестовые задания по курсам гистологии, цитологии и эмбриологии человека составлены преподавателями кафедр гистологии, цитологии и эмбриологии Московской медицинской академии им. И.М. Сеченова (ММА) и Казанского государственного медицинского университета (КГМУ). Эти тестовые задания широко применяются на названных кафедрах, а также на кафедрах ряда других вузов при преподавании соответствующих разделов: как для проверки усвоения материала на лабораторно-практических занятиях, так и при самостоятельной подготовке студентов к зачётам и экзаменам.

Каждый коллектив авторов в традициях своей школы преподавания внёс своё видение в содержание тестов. Так, морфологи ММА им. И.М. Сеченова большое внимание уделяют усвоению студентом базисных морфологических понятий гистологии, а гистологи КГМУ делают акцент на знании молекулярных основ клеточных структур и клеточных взаимодействий. Оба подхода нашли отражение в предлагаемых тестовых заданиях. Мы убеждены, что гармоничное сочетание подходов двух школ к изучению и освоению дисциплины позволило создать комплекс тестовых заданий, позволяющих студенту не только проверить свои знания, но и лучше изучить предмет в широком контексте медицинских знаний и всесторонне подготовиться к разного рода контролям и экзамену.

К каждому тестовому заданию приложен комментарий, обосновывающий правильный ответ. Задания охватывают все предусмотренные официальной программой темы и сгруппированы по разделам (внутриутробное развитие, клетка, мышечные ткани, скелетные ткани, женская половая система и т.д.). Каждый раздел содержит от 25 до 60 тестовых заданий. В сборнике представлены тесты с различными уровнями сложности:

- выбор одной позиции из предлагаемых;
- выбор нескольких позиций из предлагаемых;
- сопоставление позиций из двух групп;
- выбор на рисунке структуры, помеченной буквой или цифрой.

Перед каждой группой тестов приведено стандартное пояснение, а к каждому тестовому заданию приложен комментарий, обосновывающий правильный ответ.

Материал, включённый в тестовые задания, соответствует содержанию 3-го издания учебника по гистологии, цитологии и эмбриологии (*ГЭОТАР-МЕДИА, М.: 2007*); таким образом, эти тестовые задания могут быть рекомендованы при использовании данного учебника.

Мы надеемся, что настоящее издание будет востребовано не только студентами, изучающими гистологию, но и послужит хорошим подспорьем для создания на кафедрах гистологии различных вузов собственных систем тестового контроля. Издательство «ГЭОТАР-МЕДИА» может предоставить содержащиеся в данном издании тесты в виде соответствующих файлов для использования на кафедрах при разработке собственных компьютерных систем тестирования (с запросами можно обратиться по адресу: egulumbek@gmail.com).

Авторы и редакторы издания будут признательны всем коллегам за критические замечания, комментарии и дополнения (islamru@yahoo.com, nboychuck@yandex.ru, chelyshev-kzn@yandex.ru).

Редакторы издания

ВНУТРИУТРОБНОЕ РАЗВИТИЕ

ВОПРОСЫ

Пояснение. За каждым из перечисленных вопросов или незаконченных утверждений следуют обозначенные буквой ответы или завершённые утверждения. Выберите (укажите букву) один ответ (или завершённые утверждения), наиболее соответствующий каждому утверждению.

1. Яйцеклетка и зигота млекопитающих. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) яйцеклетка изолецитальная
- (Б) яйцеклетка окружена прозрачной оболочкой
- (В) зигота окружена прозрачной оболочкой
- (Г) при акросомной реакции содержимое кортикальных гранул модифицирует прозрачную оболочку
- (Д) дробление зиготы голобластическое

2. Укажите правильное чередование оболочек яйцевой клетки млекопитающих:

- (А) плазмолемма — прозрачная оболочка — лучистый венец
- (Б) лучистый венец — анимальная оболочка — плазмолемма
- (В) плазмолемма — лучистый венец — амнион
- (Г) прозрачная оболочка — лучистый венец — амнион
- (Д) плазмолемма — анимальная оболочка — прозрачная оболочка

3. Какова функция кортикальных гранул?

- (А) Накопление питательных веществ
- (Б) Запуск дробления зиготы
- (В) Облегчение проникновения сперматозоида в яйцеклетку
- (Г) Образование оболочки оплодотворения
- (Д) Обеспечение надёжного контакта со сперматозоидом

4. В эксперименте на эмбрионе поместили все клетки внутренней клеточной массы. Впоследствии метку можно обнаружить во всех структурах, КРОМЕ:

- (А) первичной полоски
- (Б) трофобласта
- (В) эпибласта
- (Г) желточного мешка
- (Д) гипобласта

5. Трофобласт — часть:

- (А) эпибласта
- (Б) внутренней клеточной массы
- (В) гипобласта
- (Г) эмбриобласта
- (Д) бластоцисты

6. Укажите правильное чередование основных стадий развития:
- морула — бластула — органогенез — гастрюла
 - дробление — гастрюла — бластоциста — органогенез
 - зигота — гастрюла — бластоциста — органогенез
 - зигота — морула — бластоциста — гастрюла — органогенез
 - бластоциста — морула — гастрюла — органогенез
7. Что такое первичная эмбриональная индукция?
- Расслоение внутренней клеточной массы на гипо- и эпибласт
 - Воздействие клеток латеральной мезодермы на эктодерму
 - Образование первичной полоски
 - Влияние хорды и нервной трубки на клетки вентро-медиальной части сомита
 - Влияние хордомезодермы на эктодерму с последующей нейруляцией
8. Все утверждения верны, КРОМЕ:
- дерматом происходит из мезодермы
 - нервная трубка происходит из вентральной эктодермы
 - эпителий слизистой оболочки тонкой кишки развивается из эктодермы
 - нервный гребень происходит из эктодермы
 - склеротом составляет часть сомита
9. К производным миотома следует отнести:
- миокард
 - гладкомышечную ткань сосудистой стенки
 - скелетную мускулатуру
 - соединительную ткань кожи
 - осевой скелет
10. Укажите производное дорсальной эктодермы:
- потовые железы
 - спинной мозг
 - эпителий матки
 - эпителий почки
 - волосы
11. Что развивается из склеротома?
- Осевой скелет
 - Соединительная ткань кожи
 - Строма внутренних органов
 - Строма гонад
 - Хорда
12. Что развивается из дерматома?
- Эпителий кожи
 - Волосы
 - Молочная железа
 - Соединительная ткань кожи
 - Сальная железа
13. При капацитации происходит:
- активация сперматозоида
 - выделение из сперматозоидов ферментов
 - образование оболочки оплодотворения
 - утрата сперматозоидом жгутика
 - увеличение в сперматозоиде числа митохондрий

14. Дробление у человека:
- полное равномерное
 - полное неравномерное
 - частичное
 - полное асинхронное неравномерное
 - частичное асинхронное
15. Из эпибласта образуется всё, КРОМЕ:
- нервной пластинки
 - мезодермы
 - хорды
 - гёнзеновского узелка
 - внезародышевой энтодермы
16. В состав плацентарного барьера входит всё, КРОМЕ:
- стенки гемокapилляров ворсинки
 - соединительной ткани ворсинки
 - цитотрофобласта
 - синцитиотрофобласта
 - стенки гемокapилляров матки
17. Имплантация зародыша человека происходит на:
- 1-е сутки
 - 3-4-е сутки
 - 5,5-6-е сутки
 - 10-14-е сутки
 - 12-21-е сутки эмбриогенеза
18. Оплодотворение яйцеклетки происходит в:
- брюшной полости
 - полости матки
 - ампулярной части яйцевода
 - истмической части матки
 - области шейки матки
- Пояснение.** Каждый из нижеприведённых вопросов содержит четыре варианта ответов, из которых правильными могут быть один или сразу несколько. Выберите:
- А — если правильны ответы 1, 2 и 3
 Б — если правильны ответы 1 и 3
 В — если правильны ответы 2 и 4
 Г — если правилен ответ 4
 Д — если правильны ответы 1, 2, 3 и 4
19. Акросома. Выберите правильные утверждения:
- мембранный органоид
 - производное комплекса Гольджи
 - биохимический аналог лизосом
 - содержит протеазы, липазы и фосфатазы
20. Акросомная реакция:
- это слияние во многих местах наружной мембраны акросомы с плазматической мембраной
 - обеспечивает проникновение сперматозоида через прозрачную оболочку
 - наступает после прочного связывания сперматозоида со своим рецептором в прозрачной оболочке
 - это разновидность эндоцитоза

21. Белок ZP3:

- (1) синтезируется в развивающемся ооците
- (2) рецептор для сперматозоида
- (3) гликопротеин прозрачной оболочки
- (4) при связывании со сперматозоидом вызывает акросомную реакцию

22. Модификация рецепторного белка прозрачной оболочки, наступающая сразу после оплодотворения, блокирует:

- (1) наступление беременности
- (2) капацитацию
- (3) кортикальную реакцию
- (4) специфическое связывание других сперматозоидов с оплодотворенной яйцеклеткой

23. Кортикальные гранулы:

- (1) расположены по периферии ооцита
- (2) содержат ферменты (различные гидролазы)
- (3) их содержимое выделяется тотчас после оплодотворения
- (4) действуя на клетки лучистого венца, блокируют доступ сперматозоида к яйцеклетке

24. Выберите правильные утверждения:

- (1) внезародышевая энтодерма происходит из внутренней клеточной массы
- (2) мезодерма эмбриона происходит из гипобласта
- (3) энтодерма эмбриона происходит из эпибласта
- (4) внезародышевая мезодерма происходит из трофобласта

25. В результате нейруляции в эмбрионе образуется:

- (1) нервный гребень
- (2) первичная полоска
- (3) ткани нервной системы
- (4) вентральная эктодерма

26. Из латеральной мезодермы происходят:

- (1) сердечная мышца
- (2) серозные оболочки
- (3) кора надпочечников
- (4) мозговое вещество надпочечников

27. Нефротом формирует следующие органы:

- (1) яичко
- (2) яичник
- (3) придаток яичка
- (4) почки

28. Укажите производные энтодермы:

- (1) эпителий слизистой оболочки кишки
- (2) эпителий бронхов
- (3) эпителий печени
- (4) эпителий серозной оболочки

29. Укажите производные мезодермы:

- (1) мышца сердца
- (2) гладкая мускулатура кишки
- (3) скелетная мышца
- (4) осевой скелет

30. В сомите различают:

- (1) миотом
- (2) склеротом
- (3) дерматом
- (4) спланхнотом

31. Первичная энтодерма участвует в образовании:

- (1) желудка и кишечника
- (2) желточного мешка
- (3) печени и поджелудочной железы
- (4) аллантоиса

32. Из нефроты дифференцируется эпителий:

- (1) почки
- (2) матки
- (3) семявыводящих путей
- (4) яйцевода

33. Из материала спланхической мезодермы дифференцируются:

- (1) брыжейка
- (2) корковое вещество надпочечников
- (3) мышечная ткань сердца
- (4) перикард

34. В ранний период эмбриогенеза человека (до 14 суток) сформированы:

- (1) хорион
- (2) амнион
- (3) желточный мешок
- (4) плацента

35. В плаценте образуются:

- (1) хорионический гонадотропин
- (2) хорионический соматомаммотропин
- (3) прогестерон
- (4) эстрогены

36. Материнская часть плаценты представлена:

- (1) хориальной пластинкой
- (2) базальной частью децидуальной оболочки
- (3) амниотической оболочкой
- (4) лакунами

Пояснение. Каждому вопросу (левая колонка), обозначенному цифрой, соответствует обозначенный буквой возможный ответ (правая колонка). Для каждого вопроса выберите наиболее подходящий по смыслу ответ. Каждый ответ можно выбрать один раз, более одного раза или вообще не выбирать.

37–51. Эмбриогенез, источники развития разных структур**37–41:**

Источником развития...	является...
37. гладкой мышечной ткани	(А) сомит
38. сосудов	(Б) мезенхима спланхноты
39. клеток крови	(В) промежуточная мезодерма
40. скелетной мышечной ткани	(Г) кожная эктодерма
41. эпителия почек	(Д) кишечная энтодерма

42–46:

Тканевые производные...

42. соединительная ткань хориона
43. микроглия
44. клетки крови
45. корковое вещество надпочечников
46. мезотелий

образуются из ...

- (А) мезенхимы
(Б) спланхнотомы
(В) нефротомы
(Г) хорды
(Д) внезародышевой мезодермы

47–51:

Из мезодермальных зачатков...

47. сомитов
48. нефротомы
49. спланхнотомы
50. парамезонефрического протока
51. мезенхимы спланхнотомы

образуются...

- (А) гладкая мышечная ткань
(Б) скелетная мышечная ткань
(В) эпителий матки
(Г) мышечная ткань сердца
(Д) эпителий семявыводящих путей

52–55. Местоположение зародыша в половой системе

Развитие зародыша на стадии...

52. зиготы
53. морулы
54. бластоцисты (4–5-е сут)
55. бластоцисты (6–7-е сут)

происходит...

- (А) свободно в полости матки
(Б) в контакте с эндометрием
(В) в яйцеводе
(Г) в толще эндометрия
(Д) в канале шейки матки

Пояснение. Для каждого из пронумерованных вопросов укажите на рисунке букву, которой обозначена запрашиваемая структура.

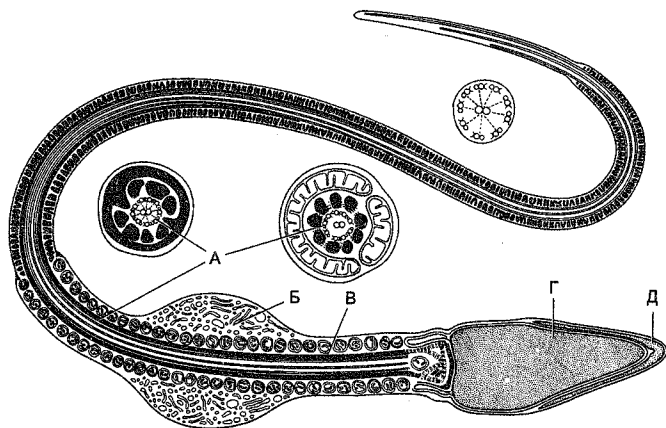


Рис. 1. Сперматозоид [из Kessel RG, Kardon RH, 1979]

56–57:

56. Укажите структуры, состоящие из тубулина
57. Укажите локализацию протеаз

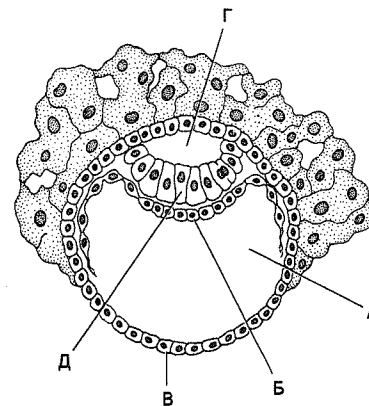


Рис. 2. Девятисуточный эмбрион [из Carlson B, 1981]

58–62:

58. Зачаток, участвующий в формировании плаценты
59. Структура, дающая начало нервной системе
60. Полость одного из провизорных органов, заполненная жидкостью, впоследствии окружающей плод
61. Зачаток внутренней оболочки желточного мешка
62. Зачаток наружной оболочки желточного мешка

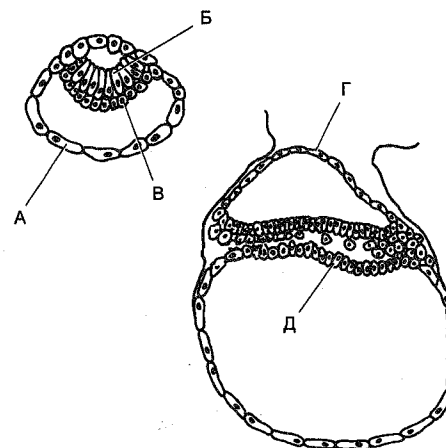
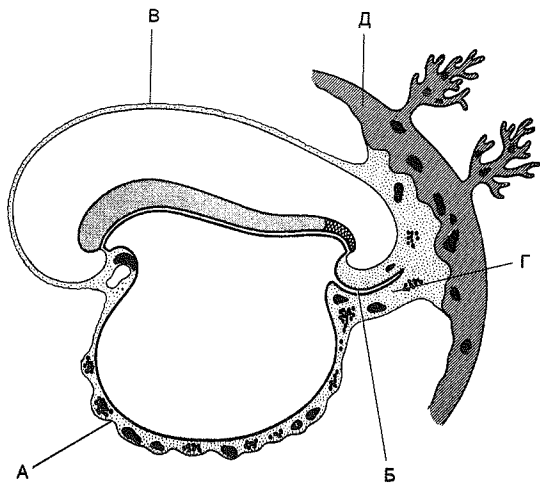


Рис. 3. Формирование первичных зародышевых листков [из Johnson KE, 1988]

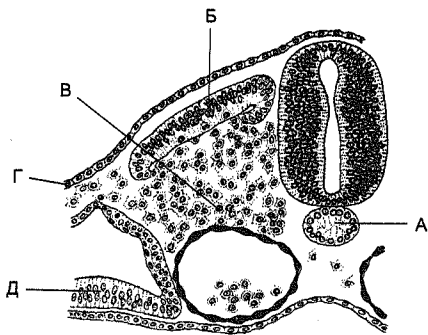
63–64:

63. Укажите источник развития зародышевой мезодермы
64. Укажите структуру, из которой развивается энтодерма желточного мешка

Рис. 4. 19-суточный эмбрион [из *Sadler TW*, 1990]

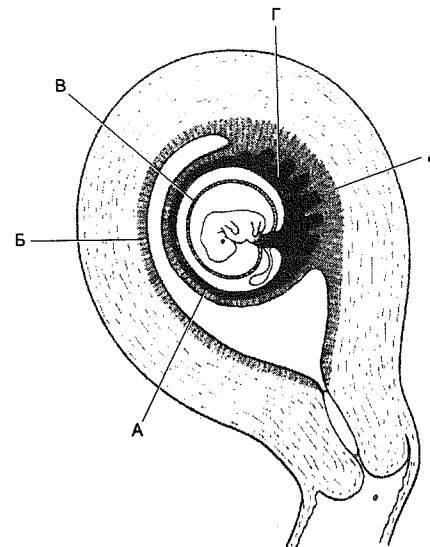
65–67:

65. Структура, образованная внезародышевыми энтодермой и мезодермой и впоследствии сообщающаяся с задней кишкой
66. Структура, происходящая из мезодермы, прорастающая кровеносными сосудами, обеспечивающими питание плода
67. Зачаток развивающегося из трофобласта органа с выраженной эндокринной функцией

Рис. 5. Развитие сомитов [из *Sadler TW*, 1990]

68–69:

68. Зачаток, клетки которого выселяются, мигрируют в вентральном направлении и дифференцируются в клетки скелетных тканей
69. Зачаток соединительнотканной части кожи, клетки которого выселяются и мигрируют в дорсолатеральном направлении

Рис. 6. Эмбрион к концу 2-го месяца развития [из *Sadler TW*, 1990]

70–71:

70. Структура организма матери, отделяющая плодное яйцо от миометрия
71. Провизорная структура плода, развивающаяся из трофобласта и вступающая в контакт с капсулярной частью децидуальной оболочки

ОТВЕТЫ И ПОЯСНЕНИЯ

1. Правильный ответ — Г

Яйцеклетки человека относят к изолецитальным, они не содержат большого количества желтка. Зигота, образованная изолецитальной яйцеклеткой, совершает полное (голобластическое) дробление, т.е. полностью разделяется на два бластомера. Яйцеклетка и зигота окружены прозрачной оболочкой, сохраняющейся до имплантации. Без прозрачной оболочки дробления зиготы не происходит. На стадии поздней бластоцисты прозрачная оболочка истончается и исчезает. Если прозрачная оболочка не растворится, имплантация становится невозможной. Кортикальная реакция начинается тотчас после оплодотворения, в результате образуется оболочка оплодотворения, блокирующая полиспермию.

2. Правильный ответ — А

Для того чтобы произошло оплодотворение, сперматозоид последовательно должен преодолеть лучистый венец, состоящий из нескольких слоёв рыхло расположенных фолликулярных клеток, прозрачную оболочку и плазмолемму яйцеклетки.

3. Правильный ответ — Г

Кортикальные гранулы расположены по периферии яйцеклетки, под клеточной мембраной. Входящие в их состав ферменты выделяются из яйцеклетки в ходе кортикальной реакции и модифицируют в прозрачной оболочке рецепторы сперматозоида ZP3: из прозрачной оболочки формируется оболочка оплодотворения, блокирующая полиспермию.

4. Правильный ответ — Б

В эксперименте метку ввели на стадии бластоцисты, состоящей из трофобласта и внутренней клеточной массы. Все перечисленные в вопросе структуры, кроме трофобласта, будут содержать метку, так как все они происходят из внутренней клеточной массы (эмбриобласта).

5. Правильный ответ — Д

Из клеток внутренней части морулы развивается эмбриобласт, а из клеток наружной части формируется трофобласт. Внутренняя клеточная масса и трофобласт — главные структурные элементы бластоцисты. Расслоение внутренней клеточной массы (эмбриобласта) приводит к образованию двухслойного зародыша, состоящего из эпибласта и гипобласта.

6. Правильный ответ — Г

В раннем эмбриогенезе проэмбрион последовательно проходит стадии зиготы, морулы, бластоцисты. Далее на стадии гастролы в период формирования первичной полоски образуется эмбрион, в котором начинается активная закладка органов — органогенез.

7. Правильный ответ — Д

Первичная (нейральная) эмбриональная индукция — образование нервной пластинки из дорсальной эктодермы под влиянием организатора — хордомезодермы. Индукционное воздействие клеток латеральной мезодермы на эктодерму приводит к формированию почки конечности. Хорда и нервная трубка индуцируют миграцию клеток вентро-медиальной части сомита (склеротома) с последующим образованием позвонков, рёбер и лопаток. Расслоение внутренней клеточной массы на гипо- и эпибласт, а также образование первичной полоски происходят в результате направленной миграции клеток.

8. Правильный ответ — Б

Нервная трубка формируется из дорсальной эктодермы. Нервный гребень образуется после смыкания валиков в ходе образования нервной трубки. В производном мезодермы, сомите, выделяют склеротом, дерматом и миотом. Эпителий слизистой оболочки тонкой кишки развивается из энтодермы.

9. Правильный ответ — В

Из одной части сомита, миотома, развивается скелетная мускулатура. Из других частей сомита, дерматома и склеротома, развиваются соответственно соединительная ткань кожи и осевой скелет. Миокард и гладкомышечная ткань сосудистой стенки происходят из вентрального листка латеральной мезодермы.

10. Правильный ответ — Б

Спинальный мозг формируется из туловищного отдела нервной трубки, образующейся в ходе нейруляции из дорсальной (нейральной) эктодермы. Потовые железы и волосы развиваются из кожной эктодермы. Эпителий матки и почки — производные нефротомы (промежуточная мезодерма).

11. Правильный ответ — А

В результате индуцирующего влияния нервной трубки и хорды из части сомита, называемой склеротомом, начинается выселение клеток, мигрирующих в вентральном направлении и в местах окончательной локализации дифференцирующихся в клетки хрящевой и костной тканей, формируя позвонки, рёбра, лопатки. Хорду формируют мезодермальные клетки, расположенные вдоль срединной линии зародыша. Соединительная ткань кожи происходит из дерматома. Соединительная ткань внутренних органов и гонад — производное вентрального листка латеральной мезодермы.

12. Правильный ответ — Г

Из дерматома развивается соединительная ткань кожи. Эпителий кожи (эпидермис), молочная железа, сальная железа и волосы формируются из кожной эктодермы.

13. Правильный ответ — А

Капацитация — физиологический процесс приобретения сперматозоидом на женских половых путях способности к оплодотворению; капацитацию можно воспроизвести *in vitro*.

14. Правильный ответ — Г

Характер дробления определяется количеством и распределением в цитоплазме желточных включений. Для изолецитальных яйцеклеток характерно полное равномерное дробление. У человека — плацентарного млекопитающего — в связи с внутриутробным питанием плода через плаценту нет необходимости в создании больших запасов желтка. Желток распределён в цитоплазме равномерно (изолецитальная яйцеклетка). Зигота, образованная изолецитальной яйцеклеткой, совершает полное (голобластическое) дробление, т.е. полностью разделяется на два blastomeres. Дальнейшие дробления — асинхронные и несколько неравномерные.

15. Правильный ответ — Д

После образования гипобласта оставшиеся клетки внутренней клеточной массы формируют эпибласт (первичная эктодерма). Из него развиваются все три зародышевых листка, а также амниотическая эктодерма. Нервная пластинка происходит из дорсальной эктодермы. Хорду формируют мезодермальные клетки, расположенные вдоль срединной линии зародыша. Они мигрируют через головной конец первичной полоски в области *гэнзеновского* узелка по направлению к будущей головной части зародыша. Внезародышевая энтодерма образуется из гипобласта. Интенсивно пролиферирующие клетки гипобласта перемещаются по внутренней поверхности трофобласта и формируют плотно прилегающую к трофобласту стенку желточного мешка.

- 16. Правильный ответ — Д**
В состав плацентарного барьера входят (материнская кровь → кровь плода): синцитиотрофобласт → цитотрофобласт → базальная мембрана трофобласта → соединительная ткань ворсинки → базальная мембрана в стенке капилляра плода → эндотелий капилляра плода.
- 17. Правильный ответ — В**
Овуляция наступает на 14-й день менструального цикла, в течение 1 суток происходит оплодотворение. В течение 3 суток с момента оплодотворения концептус продвигается по маточной трубе, на 4-е сутки попадает в полость матки и через 5,5–6 суток имплантируется в эндометрий. В ходе перемещения по маточной трубе происходит дробление, и в полости матки оказывается бластоциста, готовая к имплантации.
- 18. Правильный ответ — В**
Типичным местом оплодотворения яйцеклетки у человека является ампулярная часть яйцевода.
- 19. Правильный ответ — Д**
Мембранный органоид акросома образуется в ходе дифференцировки сперматозоидов. В образовании акросомы активно участвует комплекс *Гольджи*. Акросома содержит протеазы, липазы и фосфатазы, поэтому её можно рассматривать как аналог лизосом.
- 20. Правильный ответ — А**
Акросомная реакция как частный случай экзоцитоза наступает после прочного связывания сперматозоида с ZP3 в прозрачной оболочке. При этом во многих местах наружная мембрана акросомы сливается с плазматической мембраной. Гидролитические ферменты акросомы гиалуронидаза, протеазы (в том числе акрозин), гликозидазы, липазы, нейраминидаза и фосфатазы расщепляют молекулы прозрачной оболочки, обеспечивая проникновение сперматозоида через этот барьер.
- 21. Правильный ответ — Д**
Зрелая прозрачная оболочка содержит густую сеть тонких нитей, состоящих из гликопротеинов ZP1, ZP2, ZP3. Гликопротеины синтезируются в развивающемся овоците и включаются в состав прозрачной оболочки. ZP3 служит рецептором для сперматозоида. Распознавание сперматозоидом этого гликопротеина запускает акросомную реакцию.
- 22. Правильный ответ — Г**
Продвигаясь по женским половым путям, сперматозоид подвергается капацитации. При этом на сперматозоид действуют факторы женского организма (рН, слизь и др.), поддерживающие способность к миграции и оплодотворению. После проникновения сперматозоида в яйцеклетку развивается кортикальная реакция и образуется оболочка оплодотворения. Она, в отличие от прозрачной оболочки, содержит модифицированный рецептор ZP3f. В модифицированном состоянии рецептор теряет способность к запуску акросомной реакции, тем самым блокируя полиспермию. Предупреждение полиспермии создаёт условия для наступления нормальной беременности.
- 23. Правильный ответ — А**
Кортикальные гранулы диаметром 200–600 нм равномерно распределены по периферии яйцеклетки вблизи плазматической мембраны. Содержат различные гидролазы, выделяющиеся из клетки тотчас после оплодотворения и модифицирующие молекулы гликопротеинов (ZP3 и ZP2) в составе прозрачной оболочки, превращая её в оболочку оплодотворения.
- 24. Правильный ответ — Б**
Внутренняя клеточная масса расслаивается на эпибласт и гипобласт. Клетки гипобласта образуют внезародышевую энтодерму. Энтодерма зародыша происходит из эпибласта. Клетки внезародышевой и зародышевой мезодермы также выселяются из эпибласта.
- 25. Правильный ответ — Б**
В ходе нейруляции из дорсальной эктодермы образуются два основных зачатка нервной системы — нервная трубка и нервный гребень, дающие начало структурам центральной и периферической нервной системы. Первичная полоска и крапильная её часть — *гёбенсовский* узелок — появляются на стадии двухслойного зародышевого диска в результате направленной миграции клеток.
- 26. Правильный ответ — А**
Латеральная мезодерма представлена двумя листками — соматическим и спланхническим. Из соматической мезодермы образуются серозные оболочки. Из спланхической мезодермы происходят сердце и кора надпочечников. Хромаффинные клетки мозгового вещества надпочечников дифференцируются из нервного гребня.
- 27. Правильный ответ — Д**
Промежуточная мезодерма (нефротом) служит источником для развития мочевыделительной и половой систем.
- 28. Правильный ответ — А**
Эпителии слизистой оболочки кишки, печени и бронхов происходят из энтодермы.
- 29. Правильный ответ — Д**
Всё указанное развивается из мезодермы. Мышца сердца и гладкая мускулатура кишки происходят из спланхической мезодермы. Скелетная мышца развивается из миотомов. Выселившиеся из склеротомов клетки окружают хорду и вентральную часть нервной трубки, дифференцируются в хрящевые и образуют позвонки, рёбра и лопатки.
- 30. Правильный ответ — А**
В каждом сомите различают склеротом, дерматом и миотом; их клетки имеют свои пути миграции и служат источником для различных структур. Под влиянием хорды и нервной трубки клетки вентро-медиальной области сомитов (склеротом) интенсивно размножаются и выселяются из сомита, окружая хорду и вентральную часть нервной трубки. Выселившиеся клетки дифференцируются в хрящевые и образуют позвонки, рёбра и лопатки. В оставшейся дорсолатеральной части сомита выделяют миотом (внутренний слой клеток, образующий впоследствии скелетную мускулатуру) и дерматом (наружный слой, зачаток соединительнотканной оболочки).

31. Правильный ответ — В

Гипобласт обособляется из обращённых к бластоцеллю клеток вентральной части внутренней клеточной массы. Клетки гипобласта выселяются из внутренней клеточной массы вследствие слабого адгезионного взаимодействия между ними. Из гипобласта образуется внезародышевая энтодерма. Интенсивно пролиферирующие клетки гипобласта перемещаются по внутренней поверхности трофобласта и формируют плотно прилегающую к трофобласту стенку желточного мешка. Задняя стенка желточного мешка к 16-му дню развития формирует небольшой вырост — аллантаоис, образованный внезародышевыми энтодермой и мезодермой. Эпителии желудка и его желёз, кишечника, печени и поджелудочной железы развиваются из энтодермы зародыша, которая формируется из клеток, выселяющихся из эпибласта.

32. Правильный ответ — Д

Эпителии матки и яйцевода происходит из парамезонефрического (мюллерова) протока, который развивается из промежуточной мезодермы (нефротом). Эпителии семявыводящих путей (проток мезонефроса) и почечных канальцев также происходят из промежуточной мезодермы.

33. Правильный ответ — А

Расположенная латеральнее нефротома мезодерма (латеральная мезодерма) расщеплена на два листка: дорсальный и вентральный. Дорсальный листок — соматическая мезодерма (из неё образуются серозные оболочки — плевра, перикард, брюшина). Вентральный (висцеральный) листок, или спланхическая мезодерма даёт начало эпикарду, миокарду, коре надпочечников, брыжейке, висцеральной плевре, висцеральной брюшине, строге гонад, соединительной и гладкомышечной ткани внутренних органов и кровеносных сосудов.

34. Правильный ответ — А

В раннем периоде эмбриогенеза человека уже развиты такие провизорные органы, как хорион, амнион и желточный мешок. В формировании хориона различают три периода: предворсинчатый (7–8-е сутки), период образования ворсинок (до 50-х суток), период котиледонов — структурно-функциональных единиц сформированной плаценты (с 50-х по 90-е сутки).

35. Правильный ответ — Д

Плацента — эндокринный орган. Здесь вырабатывается ряд гормонов и других биологически активных веществ, имеющих важное значение для нормального течения беременности и развития плода (хорионический гонадотропин, прогестерон, хорионический соматомаммотропин, фактор роста фибробластов, трансферрин, пролактин и релаксин).

36. Правильный ответ — В

Децидуальная (отпадающая) оболочка образуется на всём протяжении эндометрия, но раньше она развивается в области имплантации. К концу второй недели эндометрий полностью замещается децидуальной оболочкой, в которой различают губчатую (спонгиозную) и компактную зоны. Более рыхлая губчатая зона содержит остатки желёз эндометрия. В децидуальной оболочке различают следующие части: базальную (*decidua basalis*), капсулярную (*decidua capsularis*) и пристеночную (*decidua parietalis*). Децидуальная оболочка, окружающая хорион, образует базальную и капсулярную части. В остальных областях полость матки выстлана пристеночной децидуальной оболочкой. Базальная часть децидуальной оболочки входит в состав плаценты. Она отделяет плодное яйцо от миометрия и состоит из компактного и губчатого слоёв. В последнем много желёз, сохраняющихся до 6-го месяца беременности. Лакуны, заполненные кровью матери и содержащие погруженные в них котиледоны, также принадлежат материнской части плаценты.

37–41. Правильные ответы: 37–Б, 38–Б, 39–Б, 40–А, 41–В

Источником развития гладкомышечных клеток, кровеносных сосудов, клеток костного мозга и крови является мезенхима, гистологических элементов скелетной мышечной ткани — сомиты, канальцев нефрона — промежуточная мезодерма.

42–46. Правильные ответы: 42–Д, 43–А, 44–А, 45–Б, 46–Б

Источником развития микроглии и клеток крови — мезенхима, эпителии корковой части надпочечников и мезотелия — спланхнотом; соединительная ткань хориона развивается из внезародышевой мезодермы.

47–51. Правильные ответы: 47–Б, 48–Д, 49–Г, 50–В, 51–А

Гладкая мышечная ткань развивается из мезенхимы спланхнотома, скелетная мышечная ткань — из сомитов, эпителии матки — из парамезонефрического протока, мышечная ткань сердца — из спланхнотома, эпителии семявыводящих путей — из нефротома.

52–55. Правильные ответы: 52–В, 53–В, 54–А, 55–Б

В течение трёх суток с момента оплодотворения концептус продвигается по яйцеводу, что сопровождается увеличением числа бластомеров, и к третьим суткам достигает стадии морулы. На 4–5 сутки бластоциста оказывается в полости матки, готовая к имплантации. Через 5,5–6 суток после оплодотворения бластоциста имплантируется в эндометрий.

56. Правильный ответ — А

Тубулин входит в состав тубулин-динеинового хемомеханического преобразователя в аксонеме жгутика.

57. Правильный ответ — Д

Протеазы вместе с гликозидазами, липазами и фосфатазами входят в состав содержимого акросомы.

58. Правильный ответ — В

Зачатком плодной части плаценты — ворсинчатого хориона (*chorion frondosum*) — служит трофобласт. Клетки трофобласта образуют цитотрофобласт, в последующем формирующий основу первичных ворсинок хориона.

59. Правильный ответ — Д

Нервная система закладывается из дорсальной эктодермы в ходе первичной эмбриональной индукции. Эктодерма же при гастрюляции развивается из эпибласта (первичной эктодермы).

60. Правильный ответ — Г

Зародыш находится в полости одного из провизорных органов — амниона, образованного клетками внезародышевых экто- и мезодермы. Полость амниона заполнена жидкостью, защищающей плод от сотрясений, позволяющей плоду совершать движения и предотвращающей слипание плода с окружающими тканями.

61. Правильный ответ — Б

Внутренняя оболочка желточного мешка образуется из гипобласта (первичной энтодермы). Проллиферирующие клетки гипобласта формируют сплошной листок, выстилающий трофобласт изнутри. Клетки внезародышевой мезодермы обрастают снаружи внутренний листок желточного мешка, образуя его наружную оболочку. Среди клеток внезародышевой энтодермы в составе желточного мешка присутствуют первичные половые клетки.

62. Правильный ответ — Д

Наружная оболочка желточного мешка происходит из внезародышевой мезодермы, клетки которой выселяются из эпибласта. В наружной оболочке желточного мешка на 3-й неделе развития образуются кровяные островки, из которых формируются клетки крови и кровеносные сосуды.

63. Правильный ответ — Б

Зародышевая мезодерма развивается из эпибласта.

64. Правильный ответ — В

Энтодерма желточного мешка развивается из гипобласта.

65. Правильный ответ — Б

Аллантоис — небольшой вырост задней стенки желточного мешка, поэтому имеет те же оболочки, что и желточный мешок; в дальнейшем сообщается с задней кишкой, участвует в развитии плаценты и мочевого пузыря.

66. Правильный ответ — Г

Зародыш и часть провизорных органов (желточный мешок и амнион) связаны с трофобластом происходящей из мезодермы ножкой тела. Структура прорастает кровеносными сосудами плаценты, обеспечивающими питание плода.

67. Правильный ответ — Д

Из трофобласта образуется хорион, участвующий в формировании плодной части плаценты — эндокринного органа. В ней синтезируются хорионический гонадотропин, прогестерон, хорионический соматомаммотропин, фактор роста фибробластов, пролактин, релаксин и кортиколиберин. На рисунке изображен 19-суточный эмбрион человека. Следовательно, процесс развития плаценты находится в периоде образования ворсинок хориона, который длится до 50-х суток.

68. Правильный ответ — В

В результате индукционного воздействия, исходящего из хорды и нервной трубки, клетки вентро-медиальной части сомитов, известной под названием склеротома, интенсивно размножаются и выселяются из сомита в вентральном направлении, окружая хорду и вентральную часть нервной трубки. Из клеток склеротома образуются позвонки, рёбра, лопатки.

69. Правильный ответ — Б

Часть сомита, клетки которой выселяются и мигрируют в дорсолатеральном направлении, называют дерматомом. Клетки дерматома дифференцируются в соединительнотканную часть кожи.

70. Правильный ответ — Д

Материнская часть плаценты образована базальной частью децидуальной оболочки (*decidua basalis*). Она отделяет плодное яйцо от миометрия.

71. Правильный ответ — А

В контакте с капсулярной частью децидуальной оболочки (*decidua capsularis*) находится развивающийся из трофобласта гладкий хорион (*chorion laeve*).

ВОПРОСЫ

Пояснение. За каждым из перечисленных вопросов или незаконченных утверждений следуют обозначенные буквой ответы или завершения утверждений. Выберите (укажите букву) один ответ (или завершения утверждения), наиболее соответствующий каждому утверждению.

- 1. Что транспортируется через плазмолемму путём облегчённой диффузии?**

 - (А) K^+
 - (Б) N_2
 - (В) O_2
 - (Г) H_2O
 - (Д) CO_2
- 2. Рецептор лютропина относят к классу:**

 - (А) рецепторов, связанных с лиганд-зависимыми каналами
 - (Б) каталитических рецепторов
 - (В) рецепторов, связанных с G-белком
 - (Г) рецепторов, взаимодействующих с ДНК
 - (Д) рецепторов, цитоплазматическая часть которых функционирует как протеинкиназа
- 3. Холестерин поступает в клетку путём:**

 - (А) фагоцитоза
 - (Б) пиноцитоза
 - (В) опосредуемого рецепторами эндоцитоза
 - (Г) облегчённой диффузии
 - (Д) активного транспорта
- 4. Ядерная пластинка. Верно всё, КРОМЕ:**

 - (А) отделяет внутреннюю ядерную мембрану от содержимого ядра
 - (Б) состоит из белков промежуточных филаментов — ламинов
 - (В) участвует в организации ядерной оболочки
 - (Г) формирует перинуклеарный хроматин
 - (Д) участвует в синтезе белков, поступающих в перинуклеарные цистерны
- 5. Комплекс ядерной поры. Верно всё, КРОМЕ:**

 - (А) встроен во внутреннюю ядерную мембрану
 - (Б) содержит белок-рецептор, контролирующий перенос больших белковых молекул из цитоплазмы в ядро
 - (В) рецептор ядерной поры может увеличивать диаметр канала поры
 - (Г) образован большими белковыми гранулами, расположенными по окружности вблизи края поры
 - (Д) большая центральная гранула состоит из субъединиц рибосом
- 6. Что характерно для мембраны цистерн эндоплазматической сети — депо Ca^{2+} ?**

 - (А) Принадлежит гранулярной эндоплазматической сети
 - (Б) Содержит насос, выкачивающий Ca^{2+} из цистерны
 - (В) По Ca^{2+} -каналу ионы выходят в цитозоль по градиенту концентрации
 - (Г) Ca^{2+} -канал взаимодействует с рецептором, связанным с G-белком
 - (Д) Концентрация Ca^{2+} в цитозоле не влияет на состояние Ca^{2+} -каналов
- 7. Функция комплекса Гольджи. Верно всё, КРОМЕ:**

 - (А) сортировка белков по различным транспортным пузырькам
 - (Б) гликозилирование белков
 - (В) реутилизация мембран секреторных гранул после экзоцитоза
 - (Г) упаковка секреторного продукта
 - (Д) синтез стероидных гормонов
- 8. В аксонеме АТФазной активностью обладает:**

 - (А) кинезин
 - (Б) динеин
 - (В) α -тубулин
 - (Г) миозин
 - (Д) β -тубулин
- 9. Белок, образующий наружную оболочку окаймлённых пузырьков:**

 - (А) кератин
 - (Б) коннексин
 - (В) клатрин
 - (Г) кальретикулин
 - (Д) кальсеквестрин
- 10. Микротрубочки. Верно всё, КРОМЕ:**

 - (А) поддерживают форму клетки
 - (Б) взаимодействуют с кинезином
 - (В) участвуют во внутриклеточном транспорте макромолекул и органелл
 - (Г) обеспечивают подвижность микроворсинок
 - (Д) полярны — на одном конце присоединяются новые субъединицы, а на другом — отделяются старые
- 11. Микрофиламенты. Верно всё, КРОМЕ:**

 - (А) образуют скопления по периферии клетки
 - (Б) связаны с плазмолеммой посредством промежуточных белков
 - (Г) состоят из двух нитей F-актина
 - (Д) обеспечивают подвижность немышечных клеток
- 12. В какой фазе клеточного цикла происходит матричный синтез ДНК?**

 - (А) G_0
 - (Б) G_1
 - (В) G_2
 - (Г) S
 - (Д) M
- 13. На какой стадии мейоза образуется синаптонемальный комплекс, обеспечивающий конъюгацию хромосом?**

 - (А) Лептотена
 - (Б) Зиготена
 - (В) Пахитена
 - (Г) Диплотена
 - (Д) Диакинез

14. Какое сочетание белка и структуры цитоскелета характерно для хемомеханического преобразователя в мерцательной ресничке:

- (А) миозин, микротрубочки
- (Б) кинезин, промежуточные филаменты
- (В) актин, микрофиламенты
- (Г) динеин, микротрубочки
- (Д) тубулин, промежуточные филаменты

15. Новые митохондрии образуются:

- (А) путём модификации цистерн комплекса *Гольджи*
- (Б) делением
- (В) в гранулярной эндоплазматической сети
- (Г) в ходе сборки в цитозоле
- (Д) при слиянии старых митохондрий

16. Новые центриоли перед делением клетки образуются:

- (А) почкованием материнских
- (Б) путём дубликации в фазе S
- (В) в комплексе *Гольджи*
- (Г) в гранулярной эндоплазматической сети
- (Д) в ядрышках

17. Субъединицы рибосом образуются в:

- (А) гладкой эндоплазматической сети
- (Б) гранулярной эндоплазматической сети
- (В) комплексе *Гольджи*
- (Г) ядрышковых организаторах
- (Д) результате отделения от имеющихся рибосом

18. Нуклеосома — это:

- (А) рибосома в составе полисомы
- (Б) комплекс мРНК с белком
- (В) петля ДНК вокруг молекул гистонов
- (Г) участок ДНК, связанный с РНК-полимерами
- (Д) малая субъединица рибосомы

19. Гетерохроматин, видимый в ядре при световой микроскопии:

- (А) активно работающая часть хромосом
- (Б) неактивная часть хромосом
- (В) ядрышковый организатор
- (Г) скопление рибонуклеопротеидов
- (Д) агрегаты гистонов

Пояснение. Каждый из нижеприведённых вопросов содержит четыре варианта ответов, из которых правильными могут быть один или сразу несколько. **Выберите:**

- А — если правильны ответы 1, 2 и 3
- Б — если правильны ответы 1 и 3
- В — если правильны ответы 2 и 4
- Г — если правилен ответ 4
- Д — если правильны ответы 1, 2, 3 и 4

20. Интегральные мембранные белки взаимодействуют с:

- (1) периферическими белками
- (2) элементами цитоскелета
- (3) компонентами внеклеточного матрикса
- (4) молекулами мембраны соседней клетки

21. Гликокаликс:

- (1) образован олигосахаридами
- (2) обеспечивает пристеночное пищеварение
- (3) участвует в клеточной адгезии и клеточном узнавании
- (4) содержит белки ионных каналов

22. Избирательная проницаемость плазмолеммы. Не требуют энергетических затрат:

- (1) облегчённая диффузия
- (2) пассивный транспорт
- (3) обменный транспорт ионов
- (4) активный транспорт

23. С рецепторами плазмолеммы специфически взаимодействуют:

- (1) пептидные гормоны
- (2) нейромедиаторы
- (3) факторы роста
- (4) стероидные гормоны

24. Регулируемый экзоцитоз:

- (1) служит для встраивания вновь синтезированного белка в плазмолемму
- (2) запускается путём резкого увеличения уровня Ca^{2+} в цитозоле
- (3) служит для встраивания содержимого эндосом в плазмолемму
- (4) участвует в выведении из клетки содержимого секреторных гранул

25. Белки, предназначенные для выведения из клетки, синтезируются:

- (1) свободными цитоплазматическими рибосомами
- (2) митохондриальными рибосомами
- (3) свободными полирибосомами
- (4) полирибосомами гранулярной эндоплазматической сети

26. Митохондрии:

- (1) имеют собственный генетический аппарат
- (2) обновляются путём деления
- (3) участвуют в синтезе АТФ
- (4) в клетках бурого жира выделяют тепло

27. Функция комплекса *Гольджи*:

- (1) детоксикация при помощи оксидаз
- (2) синтез рибофоринов
- (3) контроль уровня Ca^{2+} в цитозоле
- (4) синтез полисахаридов

28. Базальное тельце:

- (1) служит матрицей для организации аксонемы
- (2) содержит 9 пар микротрубочек
- (3) расположено в основании реснички или жгутика
- (4) не встречается в количестве более двух на клетку

29. Не содержащие клатрин окаймлённые пузырьки транспортируют белки:

- (1) из гранулярной эндоплазматической сети в комплекс *Гольджи*
- (2) из одной цистерны комплекса *Гольджи* в другую
- (3) из комплекса *Гольджи* в плазмолемму
- (4) поступающие в клетку путём опосредованного рецепторами эндоцитоза

30. Общие свойства митохондрий и пероксисом:

- (1) имеют двойную мембрану
- (2) содержат матрикс с многочисленными ферментами
- (3) осуществляют биосинтез жёлчных кислот
- (4) возникают из предсуществующих путём отщепления

31. Функция лизосом:

- (1) внутриклеточный транспорт гидролаз
- (2) синтез клатрина
- (3) депо кальция, необходимого для слияния эндоцитозных пузырьков с эндосомами
- (4) внутриклеточное пищеварение

32. Ядро:

- (1) ядерная пластинка участвует в организации оболочки ядра и содержит белки промежуточных филаментов — ламины
- (2) комплекс ядерной поры контролирует перенос транскриптов из цитоплазмы в ядро
- (3) транскрипция и процессинг рРНК протекают в ядрышке
- (4) ядрышко присутствует на всех фазах клеточного цикла

33. Ядерные рецепторы:

- (1) активируемые лигандом факторы транскрипции
- (2) белки-рецепторы тиреоидных гормонов и витамина D₃
- (3) влияют на транскрипцию и процессинг РНК
- (4) встроены в мембрану ядерной оболочки

34. Окаймлённые пузырьки, окружённые клатрином:

- (1) транспортные везикулы
- (2) образуются в ходе опосредуемого рецепторами эндоцитоза
- (3) переносят лизосомальные гидролазы в лизосомы
- (4) транспортируют комплекс *лиганд-рецептор* в гранулярную эндоплазматическую сеть

35. Плазмолемма обеспечивает:

- (1) адгезию
- (2) рецепцию
- (3) избирательную проницаемость
- (4) эндоцитоз

36. Реснички, в отличие от микроворсинок, содержат:

- (1) девять пар периферических микротрубочек
- (2) две центральные микротрубочки
- (3) базальное тельце
- (4) плазмолемму

37. Универсальными внутриклеточными сигнальными молекулами, изменяющими метаболизм клетки, являются:

- (1) холестерин
- (2) цАМФ
- (3) АТФ
- (4) ионы кальция

38. Регулирующие системы организма воздействуют на клетку путём:

- (1) связывания сигнальной молекулы (гормона, медиатора) с рецептором плазмолеммы
- (2) связывания сигнальной молекулы с белками цитоскелета
- (3) открытия каналов для входа ионов кальция в цитозоль
- (4) открытия каналов для выхода ионов кальция из цитозоля

39. В гранулярной эндоплазматической сети синтезируются:

- (1) экспортируемые белки
- (2) белки лизосом
- (3) белки плазматической мембраны
- (4) стероидные гормоны

40. Цитоскелет клетки представлен:

- (1) актиновыми микрофиламентами
- (2) микротрубочками
- (3) промежуточными филаментами
- (4) системой внутриклеточных мембран

41. В образовании ферментов лизосом и их мембран участвуют органеллы:

- (1) гранулярная эндоплазматической сети
- (2) гладкая эндоплазматическая сеть
- (3) комплекс *Гольджи*
- (4) лизосомы

42. Клеточное ядро ограничено:

- (1) наружной ядерной мембраной
- (2) перинуклеарным пространством
- (3) внутренней ядерной мембраной
- (4) ядерной пластинкой

Пояснение. Каждому вопросу (левая колонка), обозначенному цифрой, соответствует обозначенный буквой возможный ответ (правая колонка). Для каждого вопроса выберите наиболее подходящий по смыслу ответ. Каждый ответ можно выбрать один раз, более одного раза или вообще не выбирать.

43–46. События отдельных фаз клеточного цикла

Событие...	в фазах клеточного цикла...
43. синтез и репликация ДНК	(А) профазы первого деления мейоза
44. конъюгация гомологичных хромосом	(Б) телофазы митоза
45. кроссинговер	(В) анафазы второго деления мейоза
46. расхождение хроматид к клеточным центрам	(Г) метафазы первого деления мейоза
	(Д) S-фаза

47–55. Локализация внутриклеточных процессов

47–51:

Процессы...	осуществляются с участием...
47. синтез стероидных гормонов	(А) гладкой эндоплазматической сети
48. синтез аквапоринов	(Б) гранулярной эндоплазматической сети
49. образование гликопротеинов и протеогликанов	(В) свободных рибосом
50. синтез полипептидов экспортируемых белков	(Г) комплекса <i>Гольджи</i>
51. синтез ферментов лизосом	(Д) пероксисом

52–55:

Процессы...	происходят в...
52. анаэробное окисление (гликолиз)	(А) митохондриях
53. аэробное окисление	(Б) цитозоле
54. синтез рибонуклеопротеинов	(В) пероксисомах
55. полимеризация тубулинов	(Г) ядрышках
	(Д) лизосомах

56–60. Маркёрные ферменты органоидов

Ферменты...	характерны для...
56. сукцинатдегидрогеназа	(А) лизосом
57. кислая фосфатаза	(Б) пероксисом
58. каталаза и оксидазы	(В) митохондрий
59. гидролазы	(Г) плазматической мембраны
60. Na^+ , K^+ -АТФаза	(Д) ядрышка

ОТВЕТЫ И ПОЯСНЕНИЯ

1. Правильный ответ — А

Путём облегчённой диффузии и чаще всего в одном направлении по градиенту концентрации транспортируются ионы калия. Облегчённая диффузия K^+ осуществляется через калиевые каналы. Движение через мембрану небольших полярных молекул H_2O , CO_2 и небольших неполярных молекул O_2 и N_2 осуществляется путём пассивного транспорта в обоих направлениях по градиенту концентрации или электрохимическому градиенту и без затрат энергии.

2. Правильный ответ — В

Мембранные рецепторы подразделяют на каталитические (их цитоплазматическая часть функционирует как протеинкиназа), связанные с лиганд-зависимыми каналами и связанные с G-белком. Рецептор лютропина относят к классу рецепторов, связанных с G-белком. При мутации гена рецептора лютропина наблюдают преждевременное половое созревание мальчиков.

3. Правильный ответ — В

Поглощение клеткой веществ, частиц и микроорганизмов происходит путём пиноцитоза, фагоцитоза и опосредуемого рецепторами эндоцитоза. Холестерин циркулирует во внутренней среде организма в составе липопротеинов разной плотности. Липопротеины связываются со своими рецепторами в плазмолемме и погружаются в клетку внутри окаймлённых пузырьков. Таким образом, холестерин, будучи связанным с липопротеинами, поступает в клетку путём опосредуемого рецепторами липопротеинов эндоцитоза. Пассивный транспорт, облегчённая диффузия и активный транспорт — пути реализации избирательной проницаемости плазматической мембраны.

4. Правильный ответ — Д

Ядерная пластинка отделяет внутреннюю ядерную мембрану от содержимого ядра; состоит из белков промежуточных филаментов — ламинов; участвует в организации ядерной оболочки и перинуклеарного хроматина. Белки, поступающие в перинуклеарные цистерны, синтезируются на рибосомах наружной ядерной мембраны.

5. Правильный ответ — А

Комплекс ядерной поры образован большими белковыми гранулами, расположенными по окружности вблизи края поры и соединяющими обе ядерные мембраны; содержит белок-рецептор, контролирующий перенос больших белковых молекул из цитоплазмы в ядро; большая центральная гранула состоит из субъединиц рибосом. Белок-рецептор может увеличивать диаметр канала поры и обеспечивать перенос в ядро макромолекул.

6. Правильный ответ — В

Мембрана цистерн гладкой эндоплазматической сети — депо Ca^{2+} , содержит насос, закачивающий Ca^{2+} внутрь цистерны; по Ca^{2+} -каналу ионы выходят в цитозоль по градиенту концентрации; один тип Ca^{2+} -каналов связан с рецептором рианодина в мембране цистерны, а другой — с рецептором инозитолтрифосфата; незначительное повышение концентрации Ca^{2+} в цитозоле активирует рецепторы рианодина, что открывает Ca^{2+} -каналы в мембране цистерн, способствует выходу Ca^{2+} из цистерн и значительному повышению концентрации Ca^{2+} в цитозоле.

7. Правильный ответ — Д

Функции комплекса *Гольджи*: модификация секреторного продукта (гликозилирование белков); сортировка белков по различным транспортным пузырькам; упаковка секреторного продукта; реутилизация мембран секреторных гранул после экзоцитоза. Стероидные гормоны синтезируются в гладкой эндоплазматической сети.

8. Правильный ответ — Б

Существуют актомиозиновый, тубулин-динеиновый и тубулин-кинезиновый хемомеханические преобразователи. Миозин, динеин и кинезин — двигательные белки с АТФазной активностью, преобразующие энергию АТФ в механическую работу. В аксонеме АТФазной активностью обладает белок динеин. Димеры α - и β -тубулинов полимеризуются и образуют тубулиновые протофиламенты в составе микротрубочек.

9. Правильный ответ — В

Белок клатрин образует наружную оболочку окаймлённых пузырьков. Кератин — белок промежуточных филаментов эпителиальных клеток. Белок коннексин участвует в образовании щелевых контактов. Кальсеквестрин и кальретикулин — Ca^{2+} -связывающие белки в цистернах гладкой эндоплазматической сети.

10. Правильный ответ — Г

Микроворсинки не содержат микротрубочек. Подвижность микроворсинок связана с работой актомиозинового хемомеханического преобразователя. Микротрубочки вместе с другими элементами цитоскелета поддерживают форму клетки. Взаимодействуя с кинезином, они участвуют во внутриклеточном транспорте макромолекул и органелл. Микротрубочки полярны — на одном конце (+) постоянно присоединяются новые субъединицы (димеры α - и β -тубулинов), а на другом конце (-) отделяются старые субъединицы.

11. Правильный ответ — Г

Микрофиламенты состоят из двух спирально скрученных нитей F-актина; связаны с плазмолеммой посредством промежуточных белков — α -актинина, винкулина, талина; образуют скопления по периферии клетки; обеспечивают подвижность немышечных клеток, экзо- и эндоцитоз, стабилизируют структуру микроворсинок. Подвижность хромосом контролирует тубулин-динеиновый хемомеханический преобразователь в микротрубочках митотического веретена.

12. Правильный ответ — Г

В фазу S клеточного цикла синтезируется и реплицируется ДНК. В фазах G_1 и G_2 клеточного цикла происходит накопление РНК, белков и АТФ. В фазе G_0 находятся клетки, вышедшие из клеточного цикла и вступившие в терминальную дифференцировку.

13. Правильный ответ — Б

Синаптонемальный комплекс, обеспечивающий конъюгацию хромосом, образуется на стадии зиготены профазы первого деления мейоза. Контакт между гомологичными хромосомами позволяет хромосомам обмениваться генетическим материалом (кроссинговер).

14. Правильный ответ — Г

Аксонема — основной структурный элемент реснички и жгутика. Она состоит из 9 периферических пар микротрубочек и двух расположенных центрально одиночных микротрубочек. В каждой периферической паре различают субфибриллу А, содержащую 10–11 тубулиновых протофиламентов, и субфибриллу В, содержащую 13 протофиламентов. С субфибриллой А связаны наружные и внутренние ручки. В их состав входит белок динеин, содержащий 2–3 глобулярные головки, соединённые с гибкой фибриллярной частью молекулы. Основание фибриллярной части вплетено в микротрубочку (А-субфибрилла). Глобулярная головка обладает АТФазной активностью. При расщеплении АТФ она скользит по поверхности микротрубочки (В-субфибрилла) соседней пары по направлению к её (-)-концу. Этот механизм аналогичен скольжению элементов актомиозинового хемомеханического преобразователя в мышце.

15. Правильный ответ — Б

Митохондрии функционируют в среднем 10 суток и обновляются путём деления.

16. Правильный ответ — Б

Центриоли между клеточными делениями локализируются вблизи ядра, часто рядом с комплексом *Гольджи*. Центриоль имеет цилиндрическую форму, её стенка представлена 9 триплетами микротрубочек. Центриоль — центр организации митотического веретена — участвует в делении клетки. В фазу S клеточного цикла центриоли дублируются. Образовавшаяся новая центриоль расположена под прямым углом к первоначальной. При митозе пары центриолей, каждая из которых состоит из первоначальной и вновь образованной, расходятся к полюсам клетки и участвуют в образовании митотического веретена.

17. Правильный ответ — Г

Основные функции ядрышка — синтез рРНК и образование субъединиц рибосом. В хромосомах 13, 14, 15, 21 и транскрибируется рРНК. Петли ДНК этих хромосом формируют ядрышковый организатор, получивший название в связи с тем, что восстановление ядрышка в фазу G_1 клеточного цикла начинается с этой структуры.

18. Правильный ответ — В

Хроматин состоит из структурных единиц — нуклеосом, разделённых интервалами в 200 пар оснований. Нуклеосома — сферическая структура диаметром 10 нм. Двойная спираль ДНК лежит на поверхности октамера гистонов и накручена на него.

19. Правильный ответ — Б

Гетерохроматин — транскрипционно неактивный, конденсированный хроматин интерфазного ядра. В световом микроскопе — базофильные глыбки, в электронном микроскопе — скопления плотных гранул. Располагается преимущественно по периферии ядра и вокруг ядрышек. Типичный пример гетерохроматина — тельце *Барра*.

20. Правильный ответ — Д

Интегральные мембранные белки взаимодействуют с периферическими белками, элементами цитоскелета, компонентами внеклеточного матрикса и молекулами мембраны соседней клетки.

21. Правильный ответ — А

Гликокаликс — слой олигосахаридов толщиной 50 нм, покрывающий плазмолемму снаружи. Олигосахариды ковалентно связаны с белками и липидами плазмолеммы. Гликокаликс участвует в клеточной адгезии и клеточном узнавании. Гликокаликс каёмчатых клеток кишки содержит ферменты, завершающие расщепление белков и углеводов. Белки ионных каналов расположены в плазмолемме, но не в гликокаликсе.

22. Правильный ответ — А

Пассивный транспорт и облегчённая диффузия, в том числе обменный транспорт ионов, не требуют непосредственных энергетических затрат. Активный транспорт происходит с участием АТФаз и энергозависим.

23. Правильный ответ — А

С рецепторами плазмолеммы специфически взаимодействуют пептидные гормоны, нейромедиаторы, факторы роста. Рецепторы стероидных гормонов относят к классу ядерных рецепторов.

24. Правильный ответ — В

Регулируемый экзоцитоз запускается путём резкого увеличения уровня Ca^{2+} в цитозоле и участвует в выведении из клетки содержимого секреторных гранул. Встраивание вновь синтезированного белка и содержимого эндосом в плазмолемму осуществляется при помощи спонтанного экзоцитоза.

25. Правильный ответ — Г

Белки, предназначенные для выведения из клетки, синтезируются полирибосомами гранулярной эндоплазматической сети. Свободные цитоплазматические рибосомы (80S), свободные полирибосомы и митохондриальные рибосомы (60S) участвуют в синтезе белков и ферментов для самой клетки.

26. Правильный ответ — Д

Митохондрии имеют собственный геном (кольцевая ДНК). Основная функция митохондрий заключается в синтезе АТФ. В результате окислительного фосфорилирования из одной молекулы глюкозы в митохондриях образуется 38 молекул АТФ. В клетках бурого жира митохондрии выделяют тепло. Обновление митохондрий происходит путём их деления.

27. Правильный ответ — Г

Одна из функций комплекса *Гольджи* — синтез полисахаридов. Детоксикация при помощи оксидаз осуществляется в гладкой эндоплазматической сети. Синтез белка, в том числе рецепторных белков рибосомов, протекает в гранулярной эндоплазматической сети. Уровень Ca^{2+} в цитозоле контролируют органеллы, способные накапливать Ca^{2+} , — гладкая эндоплазматическая сеть и митохондрии.

28. Правильный ответ — Б

Базальное тельце служит матрицей для организации аксонемы и расположено в основании реснички или жгутика. Состоит из 9 триплетов микротрубочек. Количество базальных телец в клетке не меньше количества ресничек.

29. Правильный ответ — А

Не содержащие клатрин окаймлённые пузырьки транспортируют белки из гранулярной эндоплазматической сети в комплекс *Гольджи*, из одной цистерны комплекса *Гольджи* в другую, из комплекса *Гольджи* в плазмолемму. В составе окружённых клатрином окаймлённых пузырьков транспортируются белки, поступающие в клетку путём опосредованного рецепторами эндоцитоза.

30. Правильный ответ — В

Общие свойства митохондрий и пероксисом: содержат матрикс с многочисленными ферментами и возникают из предсуществующих путём деления. Двойную мембрану имеют только митохондрии, а биосинтез жёлчных кислот происходит только в пероксисомах.

31. Правильный ответ — Г

Лизосомы участвуют во внутриклеточном пищеварении. Лизосомные ферменты расщепляют материал внутриклеточных компонентов (аутофагия) или частиц, различными путями попавших в клетку (гетерофагия).

32. Правильный ответ — Б

Ядерная пластинка участвует в организации ядерной оболочки и перинуклеарного хроматина, может разделять комплексы ядерных пор и дезинтегрировать ядро в ходе митоза; содержит белки промежуточных филаментов — ламины А, В и С. Ядрышко — компактная структура в ядре интерфазных клеток. Основные функции ядрышка — синтез рРНК и образование субъединиц рибосом.

33. Правильный ответ — А

Ядерные рецепторы — активируемые лигандом факторы транскрипции; семейство, состоящее из белков-рецепторов стероидных гормонов (минерало- и глюкокортикоиды, эстрогены, прогестерон, тестостерон), ретиноидов, тиреоидных гормонов, витамина D_3 . Каждый рецептор имеет область связывания лиганда и участок, взаимодействующий со специфическими последовательностями ДНК.

34. Правильный ответ — А

Окружённые клатрином пузырьки транспортируют белки, поступающие в клетку путём опосредованного рецепторами эндоцитоза, а также белки для лизосом из транс-сети *Гольджи*.

35. Правильный ответ — Д

Основные функции плазматической мембраны: избирательная проницаемость, межклеточные взаимодействия, эндоцитоз, экзоцитоз. Присутствующие в клетках-мишенях рецепторы, связывающие только собственные лиганды, обуславливают специфический ответ клетки-мишени на сигнал.

36. Правильный ответ — А

Ресничка и микроворсинка — тонкие выросты на апикальной поверхности клетки. Стержень реснички образован аксонемой — системой микротрубочек 9+2. В основании реснички расположено базальное тельце, служащее матрицей для формирования аксонемы. Характерные черты микроворсинок — наличие систем транспорта и некоторая их подвижность за счёт актиновых микрофиламентов.

37. Правильный ответ — В

Внутриклеточные сигнальные молекулы передают информацию от рецепторов на эффекторы — исполнительные молекулы, опосредующие ответ клетки на сигнал. Стимулы, такие как свет, запах, гормоны и другие химические сигналы (лиганды) инициируют ответ клетки-мишени, изменяя в ней уровень вторых посредников, которые представлены многочисленным классом соединений. К ним относятся циклические нуклеотиды (цАМФ и цГМФ), инозитолтрифосфат, диацилглицерол. Ca^{2+} — распространённый второй посредник.

38. Правильный ответ — Б

В соответствии с концепцией *сигнал—ответ* клетка реагирует на сигналы регулирующих систем организма путём связывания сигнальной молекулы (гормона, медиатора, цитокина) с рецептором плазмолеммы. Во внутриклеточных сигнальных путях ключевую роль играет Ca^{2+} , участвуя в сокращении, секреции (в том числе гормонов и нейромедиаторов) и множестве иных клеточных процессов. Поэтому состояние Ca^{2+} -каналов, контролирующего поступление Ca^{2+} из внеклеточного пространства и внутриклеточного депо в цитозоль, имеет важное значение для ответа клетки на действие регулирующих систем организма.

39. Правильный ответ — А

В гранулярной эндоплазматической сети синтезируются белки для плазматической мембраны, лизосом, а также на экспорт, т.е. предназначенные для экзоцитоза. Стероидные гормоны вырабатываются в гладкой эндоплазматической сети.

40. Правильный ответ — А

К элементам цитоскелета относят микротрубочки, промежуточные филаменты, микрофиламенты.

41. Правильный ответ — Б

В синтезе ферментов лизосом участвует гранулярная эндоплазматическая сеть, откуда эти белки поступают в комплекс *Гольджи*, в компартментах которого они модифицируются и сортируются.

42. Правильный ответ — Д

Содержимое ядра от цитоплазмы оделено ядерной пластинкой, внутренней и наружной ядерными мембранами и перинуклеарным пространством. Ядерная пластинка толщиной 80–300 нм участвует в организации ядерной оболочки и перинуклеарного хроматина, может разделять комплексы ядерных пор и дезинтегрировать ядро в ходе митоза; содержит белки промежуточных филаментов — ламины А, В и С. На поверхности наружной ядерной мембраны расположены рибосомы, где синтезируются белки, поступающие в цистерны перинуклеарного пространства. Перинуклеарные цистерны — часть околоядерных цистерн, связанных с гранулярной эндоплазматической сетью.

43–46. Правильные ответы: 43—Д, 44—А, 45—А, 46—В

Мейоз обеспечивает переход половых клеток из диплоидного состояния в гаплоидное. Клетка, вступающая в мейоз, проходит два деления: первое — редукционное (профаза I, метафаза I, анафаза I и телофаза I), второе — эквационное (профаза II, метафаза II, анафаза II и телофаза II). Второе деление мейоза протекает так же, как митоз, но значительно быстрее. В профазу I хромосомы конъюгируют с образованием синаптонемального комплекса и обмениваются генетическим материалом (кроссинговер). Расхождение сестринских хроматид к клеточным центрам протекает в анафазу II, тогда как в анафазу I к полюсам отходят целостные хромосомы. В фазу S в клетке реплицируется ДНК.

47–51. Правильные ответы — 47—А, 48—Б, 49—Г, 50—Б, 51—Б

В гранулярной эндоплазматической сети синтезируются белки, предназначенные для выведения из клетки, белки-ферменты лизосом и белки плазматической мембраны, например аквапорины, образующие водные каналы в различных клеточных типах. В системе анастомозирующих мембранных каналов, пузырьков и трубочек гладкого ретикула некоторых эндокринных клеток синтезируются стероидные гормоны. Гликозилирование белков и липидов, образование гликопротеинов, протеогликанов, гликолипидов и сульфатирование гликозаминогликанов осуществляется в комплексе *Гольджи*.

52–55. Правильные ответы: 52—Б, 53—А, 54—Г, 55—Б

Гликолиз протекает в цитозоле и образующийся пируват поступает с помощью переносчика пирувата в митохондрии в обмен на OH^- . Аэробное окисление протекает в митохондриях. Ядрышко — компактная структура в ядре интерфазных клеток. Основные функции ядрышка — синтез рРНК и образование субъединиц рибосом, включающих рибонуклеопротеины. Полимеризация тубулинов и сборка микротрубочек протекает в цитозоле.

56–60. Правильные ответы: 56—В, 57—А, 58—Б, 59—А, 60—Г

Для некоторых клеток и органелл характерны ферменты-маркеры: кислая фосфатаза — лизосомы, щелочная фосфатаза — эндотелий кровеносных капилляров, сукцинатдегидрогеназа и цитохромоксидаза — митохондрии, глюкозо-6-фосфатаза — эндоплазматическая сеть. В лизосомах присутствуют бактерицидные агенты: миелопероксидаза, лизоцим, протеиназы, кислые гидролазы, катионные белки, лактоферрин, супероксид дисмутаза — фермент, способствующий образованию H_2O_2 , OH^- , O_2^- . Пероксисомы содержат окислительные ферменты — аминоксидазу, уратоксидазу, каталазу. Na^+ , K^+ -насос выкачивает Na^+ из клетки в обмен на K^+ (трансмембранный градиент Na^+ и K^+). Насос регулирует потоки воды, поддерживая постоянный объём клетки; обеспечивает Na^+ -связанный транспорт множества органических и неорганических молекул, участвует в создании мембранного потенциала и генерации потенциалов действия нервных и мышечных элементов.

ТКАНИ

ВОПРОСЫ

Пояснение. За каждым из перечисленных вопросов или незаконченных утверждений следуют обозначенные буквой ответы или завершения утверждений. Выберите (укажите букву) один ответ (или завершения утверждения), наиболее соответствующий каждому утверждению.

- 1. Какой тип межклеточных контактов обеспечивает переход ионов и низкомолекулярных веществ из клетки в клетку?**
 - (А) Плотный
 - (Б) Десмосома
 - (В) Промежуточный
 - (Г) Щелевой
 - (Д) Все вышеназванные
- 2. Дифферон — это:**
 - (А) эмбриональный зачаток ткани
 - (Б) структурно-функциональная единица органа
 - (В) совокупность клеток, составляющих линию дифференцировки
 - (Г) совокупность потомков стволовых клеток разного типа
 - (Д) линия клеток, имеющих разные эпигеномные свойства
- 3. Дифферон составляют клетки:**
 - (А) только стволовые
 - (Б) стволовые и дифференцирующиеся
 - (В) только дифференцированные
 - (Г) стволовые, дифференцирующиеся, зрелые
 - (Д) дифференцирующиеся и зрелые
- 4. Клеточный клон — совокупность потомков:**
 - (А) недифференцированных клеток разных типов
 - (Б) двух и более недифференцированных клеток одного типа
 - (В) дифференцированных клеток одного типа
 - (Г) одной исходной клетки-предшественницы
 - (Д) дифференцированных клеток более одного типа

Пояснение. Каждый из нижеприведённых вопросов содержит четыре варианта ответов, из которых правильными могут быть один или сразу несколько. **Выберите:**

А — если правильны ответы 1, 2 и 3
 Б — если правильны ответы 1 и 3
 В — если правильны ответы 2 и 4
 Г — если правилен ответ 4
 Д — если правильны ответы 1, 2, 3 и 4

- 5. Стволовая клетка характеризуется способностью:**
 - (1) к самоподдержанию
 - (2) к делению
 - (3) дифференцироваться в нескольких направлениях
 - (4) синтезировать специфические белки
- 6. Интегрины:**
 - (1) трансмембранные рецепторы макромолекул внеклеточного матрикса
 - (2) участвуют в межклеточной адгезии
 - (3) цитоплазматический домен взаимодействует с цитоскелетом
 - (4) присутствуют во всех мембранных органеллах
- 7. Клетки могут обмениваться информацией:**
 - (1) при помощи молекулярных сигналов
 - (2) через щелевые контакты
 - (3) через внеклеточный матрикс
 - (4) путём передачи электрических сигналов
- 8. При физиологической регенерации в тканях происходит:**
 - (1) апоптоз
 - (2) обратная дифференцировка зрелых клеток
 - (3) пролиферация камбиальных клеток
 - (4) замещение погибших клеток тканевым матриксом
- 9. Внутриклеточная регенерация как единственно возможный способ физиологического обновления характерна для:**
 - (1) клеток покровного эпителия
 - (2) мышечных клеток сердца
 - (3) клеток крови
 - (4) нервных клеток
- 10. Для внутриклеточной регенерации характерно:**
 - (1) регенерация оргanelл
 - (2) восстановление связей регенерирующей клетки с клеточными партнёрами
 - (3) интенсификация внутриклеточных процессов
 - (4) конденсация хроматина

Пояснение. Каждому вопросу (левая колонка), обозначенному цифрой, соответствует обозначенный буквой возможный ответ (правая колонка). Для каждого вопроса выберите наиболее подходящий по смыслу ответ. Каждый ответ можно выбрать один раз, более одного раза или вообще не выбирать.

11–13. Типы клеточных популяций

Если в популяции...	то популяция относится к ...
11. после рождения отсутствует пролиферация клеток	(А) растущим
12. темпы клеточной пролиферации до рождения велики, а после рождения замедляются	(Б) обновляющимся
13. в течение жизни образование клеток уравновешивается их гибелью	(В) статическим
	(Г) эмбриональным

14–17. Типы клеток дифферона

Клетки...	это ...
14. стволовые	(А) завершающие дифферон клетки
15. унипотентные предшественники	(Б) самоподдерживающаяся популяция клеток
16. полипотентные предшественники	(В) коммитированные в одном направлении клетки
17. зрелые	(Г) коммитированные более чем в одном направлении клетки

18–21. Характеристика тканей

Для клеток перечисленных тканей...	характерно...
18. эпителиальная	(А) мезенхимное происхождение, разнообразие клеточных типов
19. внутренней среды	(Б) образуют непрерывный пласт клеток на базальной мембране
20. мышечная	(В) происходят из дорсальной эктодермы
21. нервная	(Г) симпласт — морфофункциональная единица

22–25. Белки межклеточных контактов

В образовании межклеточного контакта...	участвует...
22. точечного (фокального)	(А) коннексин
23. плотного	(Б) окклюдин
24. щелевого	(В) интегрин
25. полудесмосомы	(Г) пемфигоидный антиген

ОТВЕТЫ И ПОЯСНЕНИЯ

1. Правильный ответ — Г

Существует три типа межклеточных контактов: проводящие, адгезионные и замыкающие. К проводящим контактам относят щелевой контакт и синапс. Переход ионов и низкомолекулярных веществ из клетки в клетку обеспечивает щелевой контакт. Десмосомы и промежуточные контакты относят к адгезионным, а плотный — к замыкающим.

2. Правильный ответ — В

Дифферон (гистогенетический ряд) — совокупность клеточных форм, составляющих ту или иную линию дифференцировки.

3. Правильный ответ — Г

Дифферон составляют последовательно: стволовые клетки, клетки-предшественницы (дифференцирующиеся), зрелые клетки, достигшие состояния окончательной (терминальной) дифференцировки. В диффероне уровень специализации клеток нарастает.

4. Правильный ответ — Г

Клеточный клон — группа идентичных клеток, происходящая от одной родоначальной клетки-предшественницы.

5. Правильный ответ — А

Стволовые клетки — самоподдерживающаяся популяция клеток, способных дифференцироваться в нескольких направлениях и формировать различные клеточные типы. Стволовые клетки обладают высокими пролиферативными потенциальными, но, как правило, делятся редко. Синтез специфических белков характерен для зрелых клеток.

6. Правильный ответ — А

Интегрины — трансмембранные рецепторы, в которых цитоплазматический домен взаимодействует с цитоскелетом, а внеклеточный домен участвует в реакциях адгезии клетка — клетка, клетка — внеклеточный матрикс.

7. Правильный ответ — Д

Информационные межклеточные взаимодействия осуществляются при помощи диффузных молекулярных сигналов, молекул внеклеточного матрикса, щелевых контактов и синапсов; определяют и поддерживают как организацию тканей и органов, так и их функционирование.

8. Правильный ответ — Б

В ходе физиологической регенерации погибшие путём апоптоза клетки замещаются новыми, образуемыми за счёт размножения (митотических делений) камбиальных клеток и их последующей дифференцировки, что разрешено для растущих и обновляющихся клеточных популяций. Замещение погибших клеток тканевым матриксом (основным веществом, волокнами) неизбежно там, где основные функционирующие клетки не способны к восстановлению (статичная клеточная популяция, например нейроны, кардиомиоциты). В нормальных условиях переход от более дифференцированного состояния к менее дифференцированному невозможен, т.е. соблюдается принцип необратимости дифференцировки. Этот принцип нарушается при новообразованиях (неоплазиях) — патологических разрастаниях клеток с нарушением контроля размножения и способности к построению тканевых и органных структур.

9. Правильный ответ — В

Если структура состоит из клеток обновляющейся популяции (эпителиальные клетки, клетки крови), регенерация происходит за счёт стволовых клеток. Ткань, утратившая стволовые клетки, не имеет шансов к восстановлению. По этой причине не происходит репаративной регенерации миокарда после гибели кардиомиоцитов вследствие инфаркта или нейронов при травме или нейродегенеративных заболеваниях. Если нарушена целостность части клетки, возможна регенерация на клеточном уровне.

10. Правильный ответ — А

Регенерация на клеточном уровне (восстановление повреждённой структуры клетки) характеризуется интенсификацией внутриклеточных процессов (синтез белка, внутриклеточный транспорт веществ), регенерацией утраченных органелл, восстановлением связей с клеточными партнёрами. При регенерации уменьшается содержание конденсированного хроматина (гетерохроматина) и соответственно возрастает содержание транскрипционно активной части хроматина — эухроматина.

11–13. Правильные ответы: 11-В, 12-А, 13-Б

Статическую популяцию составляет гомогенная группа клеток, не проявляющих митотической активности (например, нейроны). В растущей популяции клетки делятся, митотическая активность постепенно затухает. Обновляющаяся клеточная популяция характеризуется множественными митозами и быстрой гибелью клеток. При этом количество вновь образованных клеток слегка превышает клеточные потери (эпидермис, эпителий кишки, клетки тканей внутренней среды).

14–17. Правильные ответы: 14-Б, 15-В, 16-Г, 17-А

Стволовые клетки — самоподдерживающаяся популяция клеток, способных дифференцироваться в нескольких направлениях и формировать различные клеточные типы. Коммитированные полипотентные предшественники могут дифференцироваться в нескольких направлениях, тогда как унипотентные — только в одном. По мере дифференцировки коммитированных клеток постепенно уменьшаются их пролиферативные и перспективные потенции. Зрелые клетки, достигшие терминальной дифференцировки, завершают гистогенетический ряд (дифферон).

18–21. Правильные ответы: 18-Б, 19-А, 20-Г, 21-В

Эпителиальные ткани образуют слои (пласты) клеток, их отделяет от внутренней среды базальная мембрана. Система тканей внутренней среды — большая группа тканей мезенхимного происхождения; в неё входят кровь, соединительные ткани и скелетные ткани. В результате первичной эмбриональной индукции из дорсальной эктодермы формируется нервная пластинка, дающая начало нервной системе. Поперечнополосатое мышечное волокно — симпласт — многоядерная структура, образованная при слиянии миобластов.

22–25. Правильные ответы: 22-В, 23-Б, 24-А, 25-Г

В образовании адгезионных точечных контактов участвуют трансмембранные рецепторы — интегрины, объединяющие внеклеточные и внутриклеточные структуры. Плотный контакт состоит из непрерывных цепочек трансмембранных белков — окклюдина и клаудина, соединяющих плазматические мембраны соседних клеток. В щелевом контакте каналы (коннексоны) образованы белком коннексином. Два коннексона соседних клеток соединяются в межмембранном пространстве и образуют щелевой контакт. В состав цитоплазматической пластинки полудесмосомы входит Ca^{2+} -связывающий белок из семейства кадгеринов — пемфигоидный антиген.

ЭПИТЕЛИАЛЬНЫЕ ТКАНИ

ВОПРОСЫ

Пояснение. За каждым из перечисленных вопросов или незаконченных утверждений следуют обозначенные буквой ответы или завершённые утверждения. Выберите (укажите букву) один ответ (или завершённые утверждения), наиболее соответствующий каждому утверждению.

1. Эпителиальная клетка:

- (А) полудесмосомы служат для прикрепления клеток друг к другу
- (Б) промежуточные филаменты состоят из тубулина
- (В) микроворсинки содержат 9 пар периферических и одну пару центральных микротрубочек
- (Г) рибосомы расположены на внутренней поверхности мембран гранулярной эндоплазматической сети секреторных клеток
- (Д) апикальная поверхность каёмчатых клеток покрыта гликокаликсом

2. Эпителий, развивающийся из эктодермы:

- (А) многослойный плоский роговицы глаза
- (Б) почечных канальцев
- (В) цилиндрический мерцательный яйцевода
- (Г) однослойный плоский (мезотелий)
- (Д) слизистой оболочки трахеи

3. Общие черты эпителиев кожи, роговицы глаза и ротовой полости. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) развиваются из эктодермы
- (Б) относятся к многослойным
- (В) занимают пограничное положение
- (Г) ороговевающие
- (Д) способны к регенерации

4. В полярно дифференцированном цилиндрическом эпителии, развивающемся из эктодермы, часть клеток в апикальном отделе несёт структуры, содержащие аксонему. Укажите эпителий:

- (А) каёмчатый кишки
- (Б) железистый желудка
- (В) мерцательный трахеи
- (Г) мерцательный яйцевода
- (Д) каёмчатый канальцев почки

5. Промежуточные филаменты эпителиальных клеток состоят из:

- (А) кератина
- (Б) актина
- (В) десмина
- (Г) тубулина
- (Д) виментина

6. Какой контакт между клетками эпителиального пласта предотвращает проникновение молекул из внешней среды во внутреннюю?
- Шелевой
 - Промежуточный
 - Десмосома
 - Плотный
 - Полудесмосома
7. Микроворсинки каёмчатого эпителия. Верно всё, КРОМЕ:
- приспособление для увеличения площади апикальной поверхности клетки
 - содержат параллельно идущие актиновые микрофиламенты
 - в основании расположены базальные тельца
 - в плазматическую мембрану встроены транспортные белки
 - подвижны
8. В каком органе эпителий формирует трёхмерную сеть?
- Мочевой пузырь
 - Печень
 - Тимус
 - Щитовидная железа
 - Кожа
9. Эпителиальные клетки происходят из промежуточной мезодермы, в апикальной части имеют множество микроворсинок. Назовите эпителий и укажите его локализацию:
- цилиндрический кишки
 - цилиндрический трахеи
 - кубический проксимальных канальцев почки
 - плоский брюшины (мезотелий)
 - цилиндрический яйцевода
10. Для эпителиев характерно всё, КРОМЕ:
- незначительные межклеточные пространства
 - метаболизм осуществляется диффузией через базальную мембрану
 - клетки связаны всеми тремя типами межклеточных контактов
 - происходят из всех трёх зародышевых листков
 - одинаковые регенераторные возможности у клеток покровных и погружённых во внутреннюю среду эпителиев
- Пояснение.** Каждый из нижеприведённых вопросов содержит четыре варианта ответов, из которых правильными могут быть один или сразу несколько. Выберите:
- А — если правильны ответы 1, 2 и 3
 Б — если правильны ответы 1 и 3
 В — если правильны ответы 2 и 4
 Г — если правилен ответ 4
 Д — если правильны ответы 1, 2, 3 и 4
11. Клетки блестящего слоя многослойного плоского ороговевающего эпителия:
- накапливают меланин
 - в гранулах содержат кератогиалин
 - способны к пролиферации
 - образуют элеидин

12. Полярность клеток в эпителиях определяется:
- типом межклеточных контактов
 - формой
 - структурой апикальной части клеток
 - рядностью
13. Голокриновый тип секреции:
- способ отделения жира
 - сопровождается полным разрушением железистых клеток
 - признак экзокринной железы
 - вариант экзоцитоза
14. Базальная мембрана:
- содержит коллаген IV типа и ламинин
 - образуется за счёт эпителия
 - служит для прикрепления эпителия к подлежащим тканям
 - является барьером для кровеносных сосудов и нервных волокон
15. Каёмчатые клетки:
- в апикальной части связаны плотными и промежуточными контактами
 - в мембрану микроворсинок встроены переносчики глюкозы
 - активно участвуют в пиноцитозе
 - входят в состав эпителия слизистой оболочки жёлчного пузыря
16. Цитокератины:
- образуют промежуточные филаменты
 - клетки различных эпителиев содержат разные молекулярные формы
 - входят в состав десмосом
 - участвуют в соединении эпителиальной клетки с базальной мембраной
17. Терминальная сеть в каёмчатом эпителии:
- элемент цитоскелета
 - расположена в основании микроворсинок
 - содержит спектрин
 - связана с белками плотного контакта
18. Какие белки входят в состав хемомеханического преобразователя мерцательных ресничек?
- Тубулин
 - Десмин
 - Динеин
 - Актин
19. Роговой слой эпидермиса кожи. Выберите правильные утверждения:
- образован роговыми чешуйками
 - проницаем для липофильных веществ
 - проницаемость меньше, чем у остальных слоёв эпидермиса
 - способствует удержанию воды в организме
20. Простая разветвлённая альвеолярная железа:
- внеэпителиальная
 - многоклеточная
 - экзокринная
 - проток не ветвится

21. Переходный эпителий:

- (1) присутствует в почке
- (2) поверхностные клетки связаны плотными контактами
- (3) в нерастянутом органе плазмолемма поверхностных клеток образует микроскладки
- (4) при растяжении из многослойного переходит в однослойный многорядный

22. Пограничные эпителии:

- (1) образуют пласты
- (2) отделяют внутреннюю среду организма от внешней
- (3) выполняют барьерную функцию
- (4) для однослойных характерна выраженная полярная дифференцировка

23. В многослойном ороговевающем эпителии митотически делятся клетки слоя:

- (1) зернистого
- (2) шиповатого
- (3) блестящего
- (4) базального

24. Функции эпителиоцитов:

- (1) экзоцитоз
- (2) пиноцитоз
- (3) опосредуемый рецепторами эндоцитоз
- (4) фагоцитоз

Пояснение. Каждому вопросу (левая колонка), обозначенному цифрой, соответствует обозначенный буквой возможный ответ (правая колонка). Для каждого вопроса выберите наиболее подходящий по смыслу ответ. Каждый ответ можно выбрать один раз, более одного раза или вообще не выбирать.

25–29. Генез разных эпителиев

Эпителий...	развивается из...
25. однослойный плоский (мезотелий)	(А) энтодермы
26. однослойный каёмчатый (кишки)	(Б) эктодермы
27. многорядный мерцательный (яйцевода)	(В) мезодермы
28. многослойный ороговевающий	(Г) мезенхимы
29. однослойный железистый (желудка)	(Д) нейроэктодермы

30–34. Локализация разных эпителиев

Эпителий...	выстилает...
30. однослойный кубический	(А) пищевод
31. многорядный мерцательный	(Б) лоханки
32. многослойный неороговевающий	(В) серозные оболочки
33. переходный	(Г) дистальные каналы нефрона
34. однослойный плоский	(Д) бронхи

35–39. Морфологическая классификация желёз

Если железа имеет...	то она относится к...
35. ветвящийся выводной проток	(А) разветвлённым
36. неветвящийся концевой отдел	(Б) эндокринным
37. только секреторный отдел	(В) сложным
38. ветвящийся концевой отдел	(Г) неразветвлённым
39. неветвящийся выводной проток	(Д) простым

40–42. Типы секреции

При секреции...	в железах...
40. апокриновой	(А) клетки полностью разрушаются
41. мерокриновой	(Б) разрушается апикальная часть клеток
42. голокриновой	(В) разрушается базальная часть клеток
	(Г) структура клеток сохраняется

43–46. Клеточный состав секреторного отдела экзокринных желёз

Железа...	содержит...
43. слизистая	(А) слизистые клетки
44. смешанная	(Б) серозные клетки
45. белковая	(В) и те, и другие
46. сальная	(Г) ни тех, ни других

ОТВЕТЫ И ПОЯСНЕНИЯ**1. Правильный ответ — Д**

Апикальная поверхность каёмчатых клеток покрыта гликокаликсом, где осуществляется пристеночное пищеварение (тонкий кишечник). Полудесмосомы служат для прикрепления клеток к базальной мембране. Промежуточные филаменты в эпителиальных клетках кожи образованы белком кератином. Стержень микроворсинок сформирован актиновыми микрофиламентами. 9 пар периферических и одна пара центральных микротрубочек, состоящих из субъединиц тубулина, образуют аксонему. Рибосомы расположены на наружной поверхности мембран гранулярной эндоплазматической сети.

2. Правильный ответ — А

Из эктодермы развивается многослойный плоский эпителий роговицы глаза. Эпителии почечных канальцев и слизистой оболочки яйцевода происходят из промежуточной мезодермы. Мезотелий — производное латеральной мезодермы. Эпителий слизистой оболочки трахеи развивается из энтодермы.

3. Правильный ответ — Г

Эпителий кожи (эпидермис) — многослойный плоский ороговевающий. Эпителии роговицы глаза и ротовой полости — многослойные плоские неороговевающие. Все указанные эпителии происходят из эктодермы и занимают пограничное положение, т.е. расположены на границе между внутренней средой организма и внешней средой. Стволовые клетки, расположенные в базальном слое, обеспечивают физиологическую и репаративную регенерацию эпителиев.

4. Правильный ответ — В

Из эктодермы развиваются эпителии слизистых оболочек желудка, кишечника и трахеи. В однослойном цилиндрическом полярно дифференцированном мерцательном эпителии трахеи часть клеток на апикальной поверхности имеет реснички, содержащие аксонему. Эпителии яйцевода и почки происходят из мезодермы.

5. Правильный ответ — А

Промежуточные филаменты эпителиальных клеток состоят из (cito)кератина. Десмин входит в состав промежуточных филаментов клеток мышечных тканей, виментин — клеток мезенхимного происхождения (фибробласт, макрофаг). Из тубулина формируются микротрубочки, а из актина — микрофиламенты. Микротрубочки, промежуточные филаменты и микрофиламенты участвуют в организации цитоскелета.

6. Правильный ответ — Г

Плотные контакты между клетками эпителиального пласта предотвращают проникновение молекул из внешней среды во внутреннюю. В эпителии кишки соседние клетки в апикальной части формируют плотные контакты, предупреждающие проникновение веществ из просвета между клетками. Адгезионные контакты (десмосомы, полудесмосомы, промежуточные) обеспечивают механическое скрепление клеток. Щелевые контакты отвечают за обмен ионами и метаболитами между клетками.

7. Правильный ответ — В

Микроворсинки — выросты цитоплазмы, увеличивающие площадь апикальной поверхности клетки. Они содержат параллельно идущие актиновые микрофиламенты, вплетающиеся в терминальную сеть. Базальные тельца расположены в основании ресничек. Подвижность микроворсинок обусловлена взаимодействием расположенных по периферии микроворсинки актиновых микрофиламентов с сократительным белком минимиозином. Транспортные системы мембран микроворсинок обеспечивают перенос питательных веществ из просвета кишки во внутреннюю среду организма.

8. Правильный ответ — В

В тимусе отростчатые эпителиальные клетки образуют сеть, выполняющую роль каркаса железы. Эпителии, занимающие пограничное положение (эпидермис, переходный эпителий мочевого пузыря), формируют пласт. Паренхима печени состоит из анастомозирующих тяжёлых гепатоцитов. Морфофункциональная единица щитовидной железы — эпителиальный фолликул.

9. Правильный ответ — В

Из промежуточной мезодермы происходят кубический эпителий проксимальных извитых канальцев почки и цилиндрический ресниччатый эпителий яйцевода. В апикальной части эпителиальных клеток проксимального канальца почки имеется множество микроворсинок. Однослойный плоский эпителий (мезотелий) брюшины развивается из латеральной мезодермы, каёмчатый эпителий кишки и мерцательный эпителий трахеи — из эктодермы.

10. Правильный ответ — Д

Эпителии происходят из эктодермы, эктодермы и мезодермы. В эпителии практически нет межклеточного вещества, клетки плотно прилегают одна к другой и связаны при помощи адгезионных, замыкающих и проводящих межклеточных контактов. Питание эпителия, транспорт газов, выведение продуктов метаболизма из эпителия осуществляются путём диффузии веществ через базальную мембрану между эпителием и подлежащими кровеносными сосудами. Регенерация выражена у покровных эпителиев и вытекает из их пограничного расположения. У погружённых во внутреннюю среду эпителиальных клеток регенераторные возможности существенно меньше, вплоть до полной невозможности регенерации (например, β -клетки островков поджелудочной железы).

11. Правильный ответ — Г

Элеидин — преломляющее свет и слабо окрашивающееся вещество, родственное кератину; содержится в клетках блестящего слоя эпидермиса на ладонях и подошвах. Клетки зернистого слоя содержат гранулы кератогиалина — скопления промежуточных филаментов, соединённые белками, богатыми гистидином и цистином. Отростки меланоцитов достигают шиповатого слоя, где из них выделяется меланин и захватывается кератиноцитами. Митотическая активность характерна для клеток базального и шиповатого слоёв.

12. Правильный ответ — Б

Признак полярной дифференцировки — структурные и функциональные различия базальной и апикальной частей клеток. Этот признак обязателен для однослойных эпителиев пограничного расположения (на границе внешней и внутренней сред, на поверхности серозных оболочек), а также для эпителиальных клеток, находящихся в тесной связи с кровеносными капиллярами (например, в эндокринных железах, печени). Апикальная часть содержит микроворсинки, стереоцилии, реснички, секреторный материал и участвует в образовании плотных и промежуточных контактов. В базальной части клетки присутствуют рецепторы гормонов, факторов роста; полудесмосомы связывают базальную часть клетки эпителия с базальной мембраной.

13. Правильный ответ — А

По голокриновому типу секреции отделяется продукт из экзокринных сальных желёз. Секреторные клетки, накапливающие капли жира, полностью разрушаются, а продукт их секреции вместе со всеми клеточными компонентами входит в состав кожного сала. Выделение секрета из клетки путём экзоцитоза не сопровождается её разрушением.

- 14. Правильный ответ — Б**
Базальная мембрана находится на границе между эпителиальной и соединительной тканями; содержит коллаген IV типа, ламинин, энтактин, протеогликаны, синтезируемые клетками обеих разграничиваемых тканей. При помощи полудесмосом эпителиальные клетки прикрепляются к базальной мембране, связанной якорными волокнами с подлежащей соединительной тканью. Базальная мембрана служит барьером для кровеносных сосудов, но не для нервных волокон.
- 15. Правильный ответ — Д**
Каёмчатые клетки входят в состав эпителия кишечника, канальцев нефрона, слизистой оболочки жёлчного пузыря. В апикальной части каёмчатые клетки связаны плотными и промежуточными контактами. Каёмчатые клетки активно участвуют в пиноцитозе и транспорте веществ. Для всасывания глюкозы в мембрану микроворсинок встроены интегральные гликопротеины — трансмембранные переносчики глюкозы из внешней среды.
- 16. Правильный ответ — Д**
Промежуточные филаменты эпителиальных клеток содержат цитокератин. Десмосома и полудесмосома, обеспечивающая прикрепление эпителиальной клетки к базальной мембране, содержат цитоплазматическую пластинку с вплетёнными в неё промежуточными кератиновыми филаментами. Известно более 20 форм цитокератина, различные эпителии экспрессируют различные его формы. Иммуногистохимическое выявление цитокератина позволяет определить принадлежность исследуемого материала к тому или иному типу эпителиев, что имеет важное значение в диагностике опухолей.
- 17. Правильный ответ — А**
Терминальная сеть — элемент цитоскелета, в каёмчатом эпителии расположена в основании микроворсинок. В её состав входит сплетение актиновых микрофиламентов, связанных с электроноплотной пластинкой промежуточных контактов и через спектрин — с плазмолеммой.
- 18. Правильный ответ — Б**
Тубулин и динеин в ресничках эпителиальных клеток входят в состав тубулин-динеинового хемомеханического преобразователя. Актин входит в состав наиболее распространённого актомиозинового хемомеханического преобразователя. Десмин образует промежуточные филаменты клеток и волокон мышечных тканей.
- 19. Правильный ответ — Д**
Роговой слой эпидермиса кожи состоит из роговых чешуек в форме 14-гранника. Проницаемость рогового слоя меньше, чем у остальных слоёв эпидермиса, что способствует удержанию воды в организме. Роговой слой проницаем для липофильных (жирорастворимых) веществ. Вещества, снижающие барьерные свойства эпидермиса (диметилсульфоксид, жирные кислоты, этанол), способствуют проникновению лекарственных препаратов во внутреннюю среду.
- 20. Правильный ответ — Д**
Простая разветвлённая альвеолярная железа — внеэпителиальная многоклеточная экзокринная железа, имеющая разветвлённый секреторный отдел в форме мешочков и неветвящийся выводной проток.
- 21. Правильный ответ — А**
Переходный эпителий выстилает чашечки, лоханки, мочеточник, мочевой пузырь. Переходный эпителий — многослойный; его поверхностные клетки связаны плотными контактами, предотвращающими проникновение мочи в подлежащие ткани. В нерастянutom органе плазмолемма поверхностных клеток образует микроскладки. При растяжении эпителиев остаётся многослойным, но за счёт расправления микроскладок мембрана поверхностных клеток сглаживается, а сами клетки уплощаются.
- 22. Правильный ответ — Д**
Пограничные эпителии образуют слои (пласты) клеток, расположенные на границе внутренней и внешней среды (например, эпидермиса кожи, слизистая оболочка желудочно-кишечного тракта). Пограничные эпителии выполняют барьерную (защитную) функцию, обеспечивают обмен с внешней средой (например, газообмен, экскреция). Для клеток однослойных эпителиев характерна выраженная полярная дифференцировка (например, эпителии кишечника, трахеи).
- 23. Правильный ответ — В**
Среди клеток базального слоя имеются стволовые клетки — родоначальницы пролиферативных единиц эпидермиса. Митотическая активность базальных клеток зависит от толщины эпителиального пласта и контролируется гормонами и факторами роста. Клетки шиповатого слоя также характеризуются высокой митотической активностью.
- 24. Правильный ответ — А**
Эпителиальные клетки участвуют в пиноцитозе (например, эпителиев почечных канальцев) и в опосредуемом рецепторами эндоцитозе (например, поглощение холестерина вместе с липопротеинами низкой плотности или трансферрина большинством эпителиальных клеток). Путём экзоцитоза эпителиоциты выделяют слизь и белки. Фагоцитоз — поглощение крупных частиц (например, микроорганизмов или остатков клеток). Фагоцитоз осуществляют специальные клетки — фагоциты (макрофаги, нейтрофилы).
- 25–29. Правильные ответы: 25-В, 26-А, 27-В, 28-Б, 29-А**
Эпителии происходят из всех первичных зародышевых листков. Так, многослойные эпителии кожи и роговицы глаза развиваются из эктодермы; однослойные эпителии пищеварительной и дыхательной систем происходят из энтодермы; эпителиев серозных оболочек (мезотелиев), многорядный мерцательный эпителий яйцевода — из мезодермы.
- 30–34. Правильные ответы: 30-Г, 31-Д, 32-А, 33-Б, 34-В**
Однослойный кубический эпителий локализуется в проксимальных и дистальных канальцах нефрона. Многорядный мерцательный выстилает воздухоносные пути, маточные трубы. Многослойный плоский неороговевающий эпителий покрывает роговицу глаза, слизистую оболочку ротовой полости, пищевода, влагалища. Переходный эпителий выстилает чашечки, лоханки, мочеточник, мочевой пузырь, однослойный плоский эпителий — вторичные полости тела (серозные оболочки: брюшная, плевральная, сердечная сумка).

35–39. Правильные ответы: 35-В, 36-Г, 37-Б, 38-А, 39-Д

В зависимости от ветвления секреторного отдела различают разветвлённые и неразветвлённые железы. Форма выводного протока определяет подразделение желёз на простые (проток не ветвится) и сложные (проток ветвится). Эндокринные железы не имеют выводных протоков.

40–42. Правильные ответы: 40-Б, 41-Г, 42-А

Различают несколько вариантов отделения секрета. Эккриновый (мерокриновый) — выделение секрета путём экзоцитоза (слинные железы). Апокриновый — отделение секрета вместе с фрагментом апикальной части секреторной клетки (молочная железа). Голокриновый — полное разрушение секреторной клетки (сальная железа).

43–46. Правильные ответы: 43-А, 44-В, 45-Б, 46-Г

По характеру отделяемого секрета железы делятся на белковые, слизистые и белково-слизистые. В концевых отделах белковых и слизистых желёз преимущественно содержатся соответственно белковые (серозные) и слизистые (мукозные) клетки. Смешанные железы в концевых отделах содержат как белковые, так и слизистые клетки. Секреторные клетки слизистых желёз накапливают жир.

КРОВЬ

ВОПРОСЫ

Пояснение. За каждым из перечисленных вопросов или незаконченных утверждений следуют обозначенные буквой ответы или завершённые утверждения. Выберите (укажите букву) один ответ (или завершение утверждения), наиболее соответствующий каждому утверждению.

1. Нейтрофилы циркулируют в кровотоке:

- (А) 1 год
- (Б) 8–12 часов
- (В) 30 дней
- (Г) 120 дней
- (Д) 24–48 часов

2. Укажите правильную последовательность эритропоэза:

- (А) BFU-E, полихроматофильный эритробласт, базофильный эритробласт, оксихроматофильный эритробласт
- (Б) CFU-E, базофильный эритробласт, полихроматофильный эритробласт, оксифильный эритробласт
- (В) CFU-E, оксифильный эритробласт, полихроматофильный эритробласт, базофильный эритробласт
- (Г) CFU-E, базофильный эритробласт, оксифильный эритробласт, полихроматофильный эритробласт, нормоцит
- (Д) BFU-E, нормобласт, базофильный эритробласт, полихроматофильный эритробласт, оксифильный эритробласт

3. Образование взрывообразующей единицы эритропоэза (BFU-E) стимулирует:

- (А) интерлейкин 1
- (Б) интерлейкин 3
- (В) эритропоэтин
- (Г) колониестимулирующий фактор гранулоцитов и моноцитов/макрофагов (GM-CSF)
- (Д) лейкотриен LTB₄

4. На какой стадии дифференцировки в цитоплазме гранулоцитов появляются специфические гранулы?

- (А) Колониеобразующая единица гранулоцитов и моноцитов CFU-GM
- (Б) Миелобласт
- (В) Промиелоцит
- (Г) Миелоцит
- (Д) Палочкоядерный гранулоцит

5. Мужчина 30 лет. Проведён анализ крови. Укажите отклоняющиеся от нормы показатели:
- (А) эозинофилы — 4%
 - (Б) моноциты — 5%
 - (В) нейтрофилы — 60%
 - (Г) палочкоядерные нейтрофилы — 15%
 - (Д) базофилы — 0,5%
6. Гранулы эозинофила содержат всё, КРОМЕ:
- (А) гистаминазы
 - (Б) главного щелочного белка
 - (В) пероксидазы
 - (Г) арилсульфатазы
 - (Д) миелопероксидазы
7. В очаге острого воспаления нейтрофилы секретируют:
- (А) антитела
 - (Б) гистамин
 - (В) гепарин
 - (Г) лизоцим
 - (Д) интерлейкин 1
8. Сетеподобные структуры в ретикулоцитах — это:
- (А) остатки рибосом и РНК
 - (Б) ДНК
 - (В) цепи глобина
 - (Г) микротрубочки
 - (Д) микрофиламенты
9. Укажите клетку, секретирующую гистамин при её стимуляции:
- (А) нейтрофил
 - (Б) эозинофил
 - (В) моноцит
 - (Г) базофил
 - (Д) В-лимфоцит
10. Лейкоциты. Верно всё, КРОМЕ:
- (А) функционируют в тканях
 - (Б) относятся к статической клеточной популяции
 - (В) активно перемещаются
 - (Г) мигрируют по градиенту химических факторов
 - (Д) участвуют в защитных реакциях организма
11. Укажите клетку, дифференцирующуюся в макрофаг после выхода из кровотока:
- (А) эозинофил
 - (Б) базофил
 - (В) Т-лимфоцит
 - (Г) моноцит
 - (Д) В-лимфоцит
12. Нейтрофилы. Верно всё, КРОМЕ:
- (А) проходят сквозь стенку вены путём диапедеза
 - (Б) секретируют сериновые протеазы
 - (В) при выполнении функции используют большое количество O_2
 - (Г) фагоцитируют опсонизированные бактерии
 - (Д) способны к ресинтезу использованных ферментов
13. Новорождённый ребёнок. Проведён анализ крови. Укажите отклоняющийся от нормы показатель:
- (А) лейкоциты — 29×10^9 в 1 л
 - (Б) базофилы — 0,2%
 - (В) нейтрофилы — 25%
 - (Г) лимфоциты — 24%
 - (Д) эозинофилы — 2%
14. Какие клетки крови имеют активность гистаминазы?
- (А) Базофилы
 - (Б) Моноциты
 - (В) Эритроциты
 - (Г) В-лимфоциты
 - (Д) Эозинофилы
15. Первый орган гемопоэза у эмбриона:
- (А) костный мозг
 - (Б) печень
 - (В) селезёнка
 - (Г) лимфатический узел
 - (Д) желточный мешок
16. Сыворотка отличается от плазмы отсутствием:
- (А) α_2 -макроглобулинов
 - (Б) белков комплемента
 - (В) фибриногена
 - (Г) иммуноглобулинов
 - (Д) альбуминов
17. Нейтрофилы. Выберите то, что верно:
- (А) образуются в селезёнке
 - (Б) участвуют в регуляции свёртывания крови
 - (В) синтезируют иммуноглобулин G (IgG)
 - (Г) продолжительность жизни — 8 дней
 - (Д) имеют развитый белоксинтезирующий аппарат
18. Эритропоэз. Верно всё, КРОМЕ:
- (А) нормобласт дифференцируется в ретикулоцит
 - (Б) синтез гемоглобина (Hb) начинается на стадии базофильного эритробласта
 - (В) колониобразующая единица эритропоэза CFU-E имеет рецепторы эритропоэтина
 - (Г) ретикулоцит постепенно утрачивает способность к пролиферации
 - (Д) BFU-E — унипотентная клетка-предшественница эритропоэза
19. Интерлейкин 1 способствует секреции ростовых факторов гемопоэза всеми из перечисленных клеток при их активации, КРОМЕ:
- (А) эритроцитов
 - (Б) клеток эндотелия
 - (В) Т-лимфоцитов
 - (Г) макрофагов
 - (Д) фибробластов

20. Перечислены разной степени зрелости клетки красного костного мозга.

Укажите, какая именно из них в норме поступает в кровь:

- (А) мегакариоцит
- (Б) эритробласт оксифильный
- (В) ретикулоцит
- (Г) эритробласт базофильный
- (Д) ретикулярная клетка

Пояснение. Каждый из нижеприведённых вопросов содержит четыре варианта ответов, из которых правильными могут быть один или сразу несколько. **Выберите:**

- А — если правильны ответы 1, 2 и 3
- Б — если правильны ответы 1 и 3
- В — если правильны ответы 2 и 4
- Г — если правилен ответ 4
- Д — если правильны ответы 1, 2, 3 и 4

21. Тромбоциты:

- (1) плазмолемма формирует анастомозирующие каналцы, связанные с цитоскелетом
- (2) в плазмолемму встроены рецепторы адгезии и агрегации
- (3) в гранулах содержатся факторы свёртывания, протеолитические ферменты, факторы роста
- (4) образуются в костном мозге

22. Стволовая кроветворная клетка:

- (1) родоначальница всех форменных элементов крови
- (2) не чувствительна к запросу
- (3) морфологически сходна с малым лимфоцитом
- (4) может присутствовать в периферической крови

23. Красный костный мозг:

- (1) в состав внеклеточного матрикса входят коллаген, гликопротеины, протеогликаны
- (2) содержит большое количество жировых клеток
- (3) макрофаги формируют эритробластные островки
- (4) ретикулярные клетки продуцируют тромбопоэтин и эритропоэтин

24. Эритропоэз:

- (1) 5% железа, необходимого для синтеза гема, извлекается из разрушенных эритроцитов
- (2) базофильный эритробласт образуется из полихроматофильного
- (3) эритропоэтин усиливает пролиферацию взрывообразующей единицы эритропоэза (BFU-E)
- (4) стимулируется андрогенами

25. Гранулоциты:

- (1) азурофильные гранулы — аналоги лизосом
- (2) потомки полипотентной колониеобразующей единицы миелопоэза
- (3) типы гранулоцитов морфологически различимы по специфическим гранулам на стадии миелоцита
- (4) живут от нескольких часов до нескольких лет

26. Для адгезии тромбоцитов со структурами в повреждённом участке сосудистой стенки необходимы:

- (1) тромбоспондин
- (2) простаглицлин PGI_2
- (3) фактор фон Виллебранда
- (4) тромбоксан TXA_2

27. Эритропоэз:

- (1) ретикулоциты не выходят в кровь
- (2) эритропоэтин стимулирует пролиферацию полипотентной колониеобразующей единицы миелопоэза CFU-GEMM
- (3) предшественники эритроцитов синтезируют трансферрин
- (4) нарушается при недостатке витамина B_{12}

28. Эозинофилы:

- (1) кристаллоид специфических гранул содержит главный щелочной белок (МВР)
- (2) мигрируют по градиенту концентрации гистамина и фактора хемотаксиса эозинофилов (ECF)
- (3) секретируемые вещества блокируют дегрануляцию тучных клеток и инактивируют гистамин
- (4) после дегрануляции вступают в апоптоз

29. Гранулы тромбоцита содержат:

- (1) факторы свёртывания крови
- (2) кислую фосфатазу
- (3) серотонин
- (4) факторы роста

30. Ребёнок 4-х лет. Укажите показатели, соответствующие норме:

- (1) эритроциты — $5,5 \times 10^{12}$ в 1 л
- (2) лейкоциты — 9×10^9 в 1 л
- (3) лимфоциты — 65%
- (4) нейтрофилы — 35%

31. Дисфункция тромбоцитов, вызванная нарушением их адгезии и агрегации, обусловлена:

- (1) дефектом тромбоспондина
- (2) недостаточностью фактора фон Виллебранда
- (3) дефектом гликопротеина Ib тромбоцита
- (4) мутацией гена трансмембранного гликопротеина IIb-IIIa

32. Что отвечает за поддержание формы эритроцита в виде двояковогнутого диска?

- (1) Спектрин
- (2) Белок полосы 4.1
- (3) Анкирин
- (4) Актин

33. Гранулоциты:

- (1) имеют сегментированное ядро
- (2) содержат азурофильные и специфические гранулы
- (3) способны к миграции
- (4) обладают фагоцитарной активностью

34. Эритроцит. Групповая принадлежность крови по системе АВ0 обусловлена:

- (1) четвертичной структурой белка полосы 3
- (2) белками примембранного цитоскелета
- (3) гемоглобином (Hb)
- (4) гликофориными

Пояснение. Каждому вопросу (левая колонка), обозначенному цифрой, соответствует обозначенный буквой возможный ответ (правая колонка). Для каждого вопроса выберите наиболее подходящий по смыслу ответ. Каждый ответ можно выбрать один раз, более одного раза или вообще не выбирать.

35–38. Внутриутробное кроветворение

В указанные сроки гемопоэз начинается...

в органах...

- | | |
|----------------------|---------------------|
| 35. конец 3-й недели | (A) селезёнка |
| 36. 5-я неделя | (B) желточный мешок |
| 37. 4-й месяц | (B) костный мозг |
| 38. 5-й месяц | (Г) печень |

39–43. Лейкоцитарная формула

Содержание...

составляет...

- | | |
|-----------------|------------|
| 39. нейтрофилов | (A) 0–1,0% |
| 40. лимфоцитов | (B) 47–72% |
| 41. моноцитов | (B) 1–5% |
| 42. базофилов | (Г) 2–9% |
| 43. эозинофилов | (Д) 20–45% |

44–47. Форменные элементы крови

Количество...

в 1 л...

- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| 44. эритроцитов у мужчин | (A) $3,9-4,7 \times 10^{12}$ |
| 45. эритроцитов у женщин | (B) $190-405 \times 10^9$ |
| 46. лейкоцитов | (B) $4,0-5,2 \times 10^{12}$ |
| 47. тромбоцитов | (Г) $1,5-4,5 \times 10^9$ |
| | (Д) $3,8-9,8 \times 10^9$ |

48–50. Гранулы зернистых лейкоцитов

Специфические гранулы...

содержат:

- | | |
|-----------------|----------------------------|
| 48. нейтрофилов | (A) серотонин |
| 49. эозинофилов | (B) гепарин |
| 50. базофилов | (B) главный щелочной белок |
| | (Г) миелопероксидаза |
| | (Д) лактоферрин |

ОТВЕТЫ И ПОЯСНЕНИЯ**1. Правильный ответ — Б**

Нейтрофилы образуются в костном мозге в течение 7 суток, через 4 суток после образования выходят в кровотоки и циркулируют в периферической крови 8–12 часов (циркулирующий пул нейтрофилов). Кроме циркулирующего, выделяют также пограничный и резервный пулы. Пограничный пул состоит из нейтрофилов, связанных с эндотелиальными клетками мелких сосудов многих органов, особенно лёгких и селезёнки. Циркулирующий и пограничный пулы находятся в динамическом равновесии. Резервный пул — зрелые нейтрофилы, находящиеся в костном мозге.

2. Правильный ответ — Б

Начало эритроидного ряда — взрывообразующая единица эритропоэза (BFU-E). Из BFU-E формируется унипотентная колониеобразующая единица эритроцитов (CFU-E). Из CFU-E последовательно образуются: базофильный эритробласт (происходит накопление белоксинтезирующих клеточных структур, начинается синтез гемоглобина — Hb) — полихроматофильный эритробласт (усиленное накопление Hb) — оксифильный эритробласт (высокое содержание Hb и остатки белоксинтезирующего аппарата) — ретикулоцит. В этой клетке происходит завершение синтеза Hb, и образуется зрелая клетка крови — эритроцит.

3. Правильный ответ — Б

BFU-E реагирует на интерлейкин 3, но не чувствительна к эритропоэтину, тогда как пролиферация и дифференцировка CFU-E зависят от эритропоэтина.

4. Правильный ответ — Г

CFU-GM — полипотентная клетка-предшественница гранулоцитов и моноцитов. Гранулоциты при развитии проходят следующие стадии: миелобласт — малодифференцированная клетка, не имеющая гранул; промиелоцит с азурофильными гранулами в цитоплазме; миелоцит, содержащий, наряду с азурофильными, специфические гранулы; палочкоядерный гранулоцит и сегментоядерный гранулоцит (зрелая форма клетки). Две последние стадии отличаются формой ядра; в их цитоплазме присутствуют многочисленные азурофильные и специфические гранулы.

5. Правильный ответ — Г

Небольшую часть нейтрофилов периферической крови составляют палочкоядерные нейтрофилы; их ядро не сегментировано, имеет форму подковы или изогнутой палочки. В норме количество этих клеток равно 3–6%. Более высокое содержание палочкоядерных нейтрофилов (сдвиг влево) свидетельствует об усилении кроветворения вследствие потери крови или наличия очага воспаления. В норме количество нейтрофилов (сегментоядерных и палочкоядерных) у взрослого составляет 40–75% общего числа лейкоцитов. Содержание других типов лейкоцитов по отношению к общему их количеству в норме следующее: эозинофилы — 1–5%, моноциты — 2–9%, базофилы — 0–1%, лимфоциты — 25–40%.

6. Правильный ответ — Д

Азурофильные гранулы эозинофила содержат лизосомные гидролитические ферменты. Среди специфических гранул различают крупные и мелкие. Крупные гранулы размером 0,5–1,5 мкм имеют овоидную форму и содержат удлинённый кристаллоид. Кристаллоид имеет структуру кубической решётки и состоит из главного щелочного белка (МВР), гидролитических лизосомных ферментов и пероксидазы. В крупных гранулах присутствуют нейротоксин, пероксидаза, гистаминаза, фосфолипаза D, гидролитические ферменты, кислая фосфатаза, коллагеназа, цинк, катепсин. Мелкие гранулы содержат арилсульфатазу, кислую фосфатазу, пероксидазу эозинофилов, катионный белок эозинофилов. Миелопероксидаза — основной фермент азурофильных гранул нейтрофила; составляет 2–4% массы клетки.

7. Правильный ответ — Г

Нейтрофилы участвуют в защитных реакциях организма, поступая в очаг воспаления и фагоцитируя бактерии и тканевые обломки. При этом нейтрофилы высвобождают содержимое своих гранул, в том числе лизоцим, разрушающий стенку бактерий. Гепарин и гистамин продуцировать антитела или другие белки, поскольку практически лишён необходимых для этого органелл. Антитела (иммуноглобулины) вырабатывают плазматические клетки. Интерлейкин 1 (эндогенный пироген) продуцируют моноциты/макрофаги, фибробласты, эндотелиальные клетки, астрциты. Эндогенные пирогены — полипептиды, запускающие метаболические изменения в центре терморегуляции (гипоталамус), что приводит к повышению температуры тела.

8. Правильный ответ — А

Ретикулоциты — незрелые эритроциты, поступающие в кровяной ток из костного мозга. Ретикулоциты содержат остатки рибосом и РНК, формирующие сетеподобные структуры голубого цвета при суправитальном окрашивании. Эти клетки также содержат митохондрии и комплекс *Гольджи*. Окончательная дифференцировка в эритроциты происходит в течение 24–48 часов после выхода в кровяной ток; при этом клетка приобретает форму двояковогнутого диска, а последние сохранившиеся органеллы разрушаются ферментами.

9. Правильный ответ — Г

Гистамин присутствует в гранулах базофилов и тучных клеток. При взаимодействии антигена с комплексом «базофил (или тучная клетка)—IgE» происходит высвобождение содержимого гранул (дегрануляция) базофилов и тучных клеток, и в окружающее пространство поступает гистамин. Нейтрофилы, эозинофилы, моноциты и В-лимфоциты не содержат гистамина. Эозинофилы обладают активностью гистаминазы и разрушают выделяющийся при дегрануляции гистамин.

10. Правильный ответ — Б

Лейкоциты используют кровеносное русло как средство пассивного транспорта, а для выполнения своих функций покидают кровяной ток. Лейкоциты способны к активному амебоидному движению, что позволяет им выходить из кровеносных сосудов и перемещаться в тканях. Направленную миграцию лейкоцитов (хемотаксис, хемотаксис) к месту выполнения функции контролируют различные вещества [в том числе хемоаттрактанты (хемотаксиса класса цитокинов)]. То или иное количество лейкоцитов в периферической крови обеспечивается за счёт образования новых клеток в кроветворных органах, т.е. лейкоциты — обновляющаяся клеточная популяция. Лейкоциты участвуют в защитных реакциях организма. Так, нейтрофилы, моноциты, в меньшей степени эозинофилы способны к фагоцитозу. Клеточный и гуморальный иммунитет обеспечивают Т- и В-лимфоциты.

11. Правильный ответ — Г

Моноциты после выхода из костного мозга находятся в кровяной токе непродолжительное время (36–104 часа). Далее моноциты мигрируют в окружающие ткани, где дифференцируются в макрофаги. По существу, моноцит — незрелая форма макрофага, находящаяся на пути из костного мозга в ткани. Моноциты и макрофаги входят в систему мононуклеарных фагоцитов.

12. Правильный ответ — Д

Для выполнения функции нейтрофилы выходят из венул в ткани путём диапедеза. При этом клетка прикрепляется к эндотелию сосуда, после чего проникает между эндотелиальными клетками и разрушает секретруемыми ферментами базальную мембрану эндотелия. Азурофильные гранулы нейтрофила содержат не менее 10 бактерицидных белков, в том числе и сериновые протеазы (серпроцедины). Опсонизация бактерий усиливает фагоцитарную активность нейтрофилов. Неопсонизированные микроорганизмы устойчивы к фагоцитозу. При выполнении функции нейтрофил увеличивает поглощение O_2 и быстро расходует значительное его количество (респираторный взрыв). Количество органелл, необходимых для синтеза белка, в клетке минимально, поэтому нейтрофил не способен к ресинтезу использованных ферментов.

13. Правильный ответ — В

Количество лейкоцитов у новорождённых повышено и составляет $10\text{--}30 \times 10^9$ в 1 л. При этом соотношение различных типов лейкоцитов примерно такое же, как у взрослого. Так, число нейтрофилов составляет 60,5%, эозинофилов — 2%, базофилов — 0,2%, моноцитов — 1,8%, лимфоцитов — 24%.

14. Правильный ответ — Д

Активностью гистаминазы обладают эозинофилы. Эозинофилы мигрируют в места, где происходит дегрануляция базофилов и тучных клеток. Гистаминаза эозинофилов нейтрализует гистамин, выбрасываемый базофилами и тучными клетками.

15. Правильный ответ — Д

Места гемопоэза в разные сроки внутриутробного развития различны. У эмбриона гемопоэз начинается в стенке желточного мешка на 3-й неделе и продолжается здесь до 12 недель развития. В печени клетки крови образуются с 5-й недели. Селезёнка становится органом гемопоэза к 4-му месяцу. Костный мозг начинает продуцировать клетки крови с 5-го месяца и к 7-му месяцу беременности становится главным органом гемопоэза. Здесь гемопоэз продолжается и после рождения.

16. Правильный ответ — В

Сыворотка — жидкость, образующаяся из плазмы после свёртывания крови. Следовательно, альбумины, иммуноглобулины, α_2 -макроглобулины, белки системы комплемента остаются в сыворотке, а фибриноген отсутствует, так как при образовании сгустка (тромба) он конвертируется в фибрин — нерастворимый белок, образующий нити.

17. Правильный ответ — Г

Нейтрофилы образуются в костном мозге. Продолжительность жизни — около 8 суток. Старые клетки фагоцитируются макрофагами. Количество органелл, необходимых для синтеза белка, у нейтрофила минимально; поэтому клетка не способна к продолжительному функционированию и погибает после единственной вспышки активности. Такие нейтрофилы составляют основной компонент гноя (гнойные клетки).

18. Правильный ответ — Г

Начало эритроидного ряда — взрывообразующая единица эритропоэза (BFU-E). Из BFU-E формируется унипотентная колониеобразующая единица эритропоэза (CFU-E). Эритропоэтин стимулирует CFU-E к делению и дифференцировке. При этом клетки эритроидного ряда сначала базофильны (стадия базофильного эритробласта), поскольку содержат хорошо развитый белоксинтезирующий аппарат, запускающий синтез Hb. Клетки сохраняют способность к митозу. Полихроматофильный эритробласт — делящаяся клетка диаметром 12–15 мкм, содержит и продолжает синтезировать Hb. Нормобласт (оксифильный эритробласт) ещё может делиться; при завершении этой стадии эритроидные клетки постепенно утрачивают способность к делению и выталкивают пикнотическое (дегенерирующее) ядро. Образовавшаяся безъядерная клетка (незрелый эритроцит, или ретикулоцит) поступает в общий кровоток. Ретикулоциты ещё содержат остатки рибосом и РНК; способность к делению полностью утрачена. После выхода в кровоток в течение первых 24–48 часов в ретикулоците завершается синтез Hb, клетка приобретает форму двояковогнутого диска, а последние сохранившиеся органеллы разрушаются.

19. Правильный ответ — А

Эритроциты никаких факторов, влияющих на гемопоэз, не вырабатывают. Интерлейкин 1 продуцируется различными клетками (например, макрофагами и фибробластами). Интерлейкин 1 активирует Т-лимфоциты, способствует синтезу и секреции факторов роста гемопоэза клетками стромы костного мозга (эндотелиальными, ретикулярными, макрофагами).

20. Правильный ответ — В

Из костного мозга в кровоток выходят ретикулоциты. Один из элементов стромы костного мозга — ретикулярная клетка. Отростки клеток совместно с ретикулиновыми волокнами образуют трёхмерную сеть с расположенными в её ячейках развивающимися клетками крови.

21. Правильный ответ — Д

Тромбоциты образуются в костном мозге. Плазмолемма тромбоцита содержит гликопротеины, выполняющие роль рецепторов адгезии и агрегации. По периферии тромбоцита расположены анастомозирующие краевые мембранные каналцы, открывающиеся во внеклеточную среду; их мембраны связаны с элементами цитоскелета. Гранулы содержат факторы, участвующие в свёртывании крови; хемоаттрактанты для лейкоцитов, фибробластов. Тромбоциты секретируют факторы роста, стимулирующие пролиферацию различных клеток (например, фибробластов), что имеет большое значение для заживления ран. Мелкие гранулы, сходные с лизосомами, и микропероксисомы содержат ферменты, участвующие в растворении тромба.

22. Правильный ответ — Д

Унитарная теория кроветворения предусматривает, что родоначальница всех форменных элементов крови — стволовая кроветворная клетка, имеющая мезенхимное происхождение. Она медленно и постоянно делится, причём с относительно неизменной частотой (т.е. не чувствительна к запросу). Её потомки пролиферируют и дифференцируются в несколько различных типов коммитированных клеток, дающих начало отдельным линиям клеток крови — эритроцитам, гранулоцитам, лимфоцитам, моноцитам и тромбоцитам. Эта клетка морфологически сходна с малым лимфоцитом, может выходить в кровоток и циркулировать в крови.

23. Правильный ответ — А

Строма костного мозга состоит из ретикулярных клеток, ретикулиновых волокон, синусоидных капилляров; здесь же расположены макрофаги и жировые клетки, причём жировые клетки составляют почти половину объёма костного мозга. Ретикулиновые волокна вместе с отростками ретикулярных клеток формируют трёхмерную сеть, петли которой заполнены островками гемопоэтических клеток. Эритробластный островок представлен макрофагом, окружённым клетками эритроидного ряда различной степени дифференцировки. Железо, необходимое для синтеза гемоглобина (Hb) в эритробластах, поступает в клетки из макрофага. В состав межклеточного матрикса костного мозга входят коллаген, ламинин, фибронектин, гликопротеины, протеогликаны. Гликопротеины внеклеточного матрикса — важные компоненты микроокружения в костном мозге, обеспечивают адгезию развивающихся клеток. Ламинин и фибронектин связывают гемопоэтические клетки с элементами стромы. Протеогликаны могут связывать факторы роста и другие модуляторы гемопоэза. Эритропоэтин вырабатывается интерстициальными клетками мозгового вещества почки. Тромбопоэтин синтезируется в печени.

24. Правильный ответ — Г

Основное количество железа в организме входит в состав гема (гемоглобин — Hb, миоглобин, цитохромы). Большая часть железа, необходимого для синтеза гема, извлекается из разрушенных эритроцитов. Часть железа запасается в виде ферритина и гемосидерина (в гепатоцитах, макрофагах костного мозга и селезёнки, в клетках *фон Кунцфера*). Некоторое количество находится в лабильном состоянии в связи с трансферрином. Только 5% железа для эритропоэза поставляется извне с пищей. Начало эритроидного ряда — взрывообразующая единица эритропоэза (BFU-E). Из BFU-E формируется унипотентная колониеобразующая единица эритропоэза (CFU-E); пролиферация и дифференцировка CFU-E зависит от эритропоэтина. На дальнейших стадиях дифференцировки последовательно различают проэритробласты, эритробласты базофильные, полихроматофильные, оксифильные (нормобласты). Более высокое содержание эритроцитов у мужчин связано со стимулирующим эритропоэз влиянием андрогенов.

25. Правильный ответ — А

Гранулоциты (зернистые лейкоциты) содержат в цитоплазме два вида гранул — специфические (вторичные) и неспецифические (первичные), или азурофильные. Азурофильные гранулы — модифицированные лизосомы, они содержат различные бактерицидные вещества и/или протеолитические ферменты. Нейтрофилы, эозинофилы и базофилы — потомки полипотентной клетки-предшественницы (колониеобразующей единицы) миелопоэза CFU-GEMM. В ходе гранулоцитопоэза на стадии миелоцита появляется заметное количество специфических гранул, что позволяет различить три типа миелоцитов: нейтрофильный, эозинофильный и базофильный. Образование и накопление гранул продолжается в течение последующих трёх клеточных делений. Нейтрофил и эозинофил живут несколько суток (8–14).

26. Правильный ответ — Б

В физиологических условиях тромбоциты не прикрепляются к эндотелиальным клеткам сосудистой стенки. Частично это связано с тем, что эндотелиальные клетки вырабатывают простаглицин PGI_2 , угнетающий адгезию тромбоцитов. В повреждённом участке сосуда происходят адгезия и агрегация тромбоцитов. В адгезии тромбоцитов участвуют коллаген, мембранный гликопротеин тромбоцита GPIb, фактор *фон Виллебранда*, Ca^{2+} , тромбоспондин, фибронектин и ряд других факторов. Субстратом для адгезии тромбоцитов служит коллаген базальной мембраны эндотелия и подэндотелиальной соединительной ткани. Адгезия вызывает активацию и агрегацию тромбоцитов с последующим освобождением АДФ и образованием тромбосана TXA_2 . Тромбосан TXA_2 и дальнейшее выделение АДФ стимулируют дополнительную агрегацию тромбоцитов.

27. Правильный ответ — Г

Эритропоэз происходит в костном мозге. Железо, необходимое для образования гемоглобина (Hb) в клетках эритроидного ряда, переносит в костный мозг трансферрин — транспортный белок, синтезируемый гепатоцитами. Эритропоэтин стимулирует пролиферацию унипотентной колониеобразующей единицы эритропоэза CFU-E, но не влияет на полипотентную колониеобразующую единицу миелопоэза CFU-GEMM. Для образования эритроцитов и других клеток крови необходимы фолиевая кислота и витамин B_{12} , обеспечивающие необходимый уровень синтеза ДНК во вновь образующихся клетках. Ретикулоциты выходят в общий кровоток из костного мозга и в течение 1–2 суток созревают в эритроциты.

28. Правильный ответ — Д

В цитоплазме эозинофила присутствуют крупные и мелкие специфические гранулы. Крупные гранулы содержат удлиненный кристаллоид. Кристаллоид имеет структуру кубической решётки и состоит в основном из антипаразитарного агента — главного щелочного белка (МВР). Эозинофилы мигрируют в контактирующие с внешней средой слизистые оболочки (дыхательных и мочеполовых путей, кишечника) в ответ на многие сигналы, исходящие из эндотелия, макрофагов, паразитов, повреждённого межклеточного вещества. Особенно эффективны в качестве хемоаттрактантов вещества, выделяемые базофилами и тучными клетками, — гистамин и фактор хемотаксиса эозинофилов (ECF). Гистаминаза, секретируемая эозинофилами, инактивирует гистамин. Эозинофилы также выделяют так называемый ингибитор дегрануляции тучных клеток. Эозинофилы после освобождения содержимого гранул подвергаются апоптозу.

29. Правильный ответ — Д

В цитоплазме тромбоцитов присутствуют многочисленные гранулы — α -гранулы, δ -гранулы, λ -гранулы и микропероксисомы. α -Гранулы наиболее значимы для функций тромбоцита и содержат различные вещества. Так, фактор 4 тромбоцитов регулирует проницаемость стенки сосудов, способен нейтрализовать антикоагуляционные свойства гепарина. Тромбоцитарный фактор роста (PDGF) влияет на пролиферацию многих клеток, например фибробластов, ускоряя заживление ран. PDGF, трансформирующий фактор роста β (TGF β), фактор 4 выступают в роли хемоаттрактантов для лейкоцитов и фибробластов. Фактор V необходим в качестве кофактора для опосредованной фактором Ха активации протромбина с последующим его конвертированием в тромбин. δ -Гранулы содержат АДФ, АТФ, Ca^{2+} , серотонин, гистамин. λ -Гранулы — аналоги лизосом, содержат лизосомные ферменты (например, кислую фосфатазу) и могут участвовать в растворении тромба. Микропероксисомы — немногочисленные гранулы, обладающие пероксидазной активностью.

30. Правильный ответ — В

В возрасте 3–4 лет количество лимфоцитов и нейтрофилов одинаково и составляет по 35% общего количества лейкоцитов (второй физиологический перекрест). Количество лейкоцитов при рождении увеличено до $10\text{--}30 \times 10^9$ в 1 л, к 4 годам их количество уменьшается до $7\text{--}13 \times 10^9$ в 1 л. На 3–4-м году жизни количество эритроцитов снижено (ниже, чем у взрослого), т.е. в 1 л их содержится менее $4,5 \times 10^{12}$.

31. Правильный ответ — Д

В адгезии и агрегации тромбоцитов участвуют коллаген, мембранный гликопротеин Ib, гликопротеин IIb-IIIa, фактор фон Виллебранда, Ca^{2+} , тромбоспондин и другие факторы. Тромбоспондин α -гранул тромбоцита связывает гликопротеин IIb плазмолеммы с внеклеточными компонентами — гепарином, фибриногеном, фибронектином, сульфатированными гликолипидами и протеогликанами, коллагеном. Гликопротеин Ib тромбоцита взаимодействует с фактором фон Виллебранда — комплексом белков, содержащихся в основном в α -гранулах тромбоцитов, частично в эндотелии и его базальной мембране. Дефект гликопротеина Ib приводит к нарушению связывания тромбоцитов с фактором фон Виллебранда. В результате адгезионная способность тромбоцитов резко снижается, что проявляется в виде многочисленных кровоизлияний в кожу, слизистые оболочки, лёгкие, почки, желудочно-кишечный тракт, половые органы (синдром Бернара—Сулье). При точечной мутации гена мембранного гликопротеина тромбоцита IIb-IIIa нарушается образование между тромбоцитами «мостиков» из фибриногена и, как следствие, агрегация (тромбастения Глянцманна).

32. Правильный ответ — Д

Белки примембранного цитоскелета обеспечивают поддержание формы эритроцита (двояковогнутый диск); частично конфигурация эритроцита зависит от содержания воды в клетке. Основной белок примембранного цитоскелета — спектрин. С тетрамерами молекул спектрин соединяются молекулы актина, в результате чего формируется сетеподобная структура. С комплексом спектрин—актин, стабилизируя его, связан белок полосы 4.1. Анкирин, соединяясь со спектрин—актиновым комплексом, прикрепляет его к мембране эритроцита через белок полосы 3.

33. Правильный ответ — Д

К гранулоцитам относят нейтрофилы, эозинофилы и базофилы. Гранулоциты содержат первичные (неспецифические, азурофильные) гранулы — видоизменённые лизосомы, и вторичные — специфические гранулы. Количество и содержимое тех или иных гранул у разных гранулоцитов варьирует. Эти клетки способны к активному амёбoidному движению, что позволяет им перемещаться в тканях. Все зернистые лейкоциты содержат сегментированное ядро. Так, у нейтрофилов оно представлено 3–5 выраженными сегментами. Ядро эозинофилов состоит из двух крупных сегментов, соединённых тонкой перемычкой. Базофилы содержат ядро из трёх нечетко выраженных сегментов, изогнутых в виде буквы S. Главная функция нейтрофилов — фагоцитоз. Эозинофилы также способны к фагоцитозу, хотя и менее выраженному, чем у нейтрофилов.

34. Правильный ответ — Г

Гликофорины — мембранные гликопротеины, их полисахаридные цепи содержат антигенные детерминанты (агглютиногены А и В системы групп крови АВ0). Аллели гена АВ0 кодируют три полипептида (А, В, 0), два из них (гликозилтрансферазы А и В) модифицируют полисахаридные цепи гликофоринов. Антитела к агглютиногенам (гемагглютинины α и β) образуются к третьему месяцу жизни. Белок полосы 3 — полифункциональный мембранный гликопротеин, участвует в транспорте анионов Cl^- и HCO_3^- через фосфолипидный бислой, служит главным транспортёром глюкозы, связан с примембранным цитоскелетом. Белки примембранного цитоскелета (спектрин, актин, белок полосы 4.1, анкирин) участвуют в поддержании формы эритроцита в виде двояковогнутого диска. Основная функция Hb — перенос O_2 и CO_2 .

35–38. Правильные ответы: 35-Б, 36-Г, 37-А, 38-В

К концу 3-й недели развития во внезародышевой мезодерме желточного мешка появляются скопления мезенхимных клеток, формирующие кровяные островки. Из клеток периферии островков образуются эндотелий первичных кровеносных сосудов; клетки центральной части формируют первые клетки крови — первичные эритробласты. На 12-й неделе кроветворение в желточном мешке заканчивается. В печени кроветворение начинается на 5–6-й неделях развития. Здесь образуются эритроциты, гранулоциты и тромбоциты. К концу 5-го месяца интенсивность гемопоэза в печени уменьшается, но в небольшой степени продолжается ещё несколько недель после рождения. Гемопоэз в селезёнке наиболее выражен с 4 по 8-й месяцы внутриутробного развития. В течение 5-го месяца развития гемопоэз начинается в костном мозге, где образуются все типы клеток крови.

39–43. Правильные ответы: 39-Б, 40-Д, 41-Г, 42-А, 43-В

Лейкоцитарная формула взрослого: нейтрофилы — 47–72%, лимфоциты — 20–45%, моноциты — 2–9%, эозинофилы — 1–5%, базофилы — 0–1,0%.

44–47. Правильные ответы: 44-В, 45-А, 46-Д, 47-Б

Количество форменных элементов крови в одном литре составляет: эритроцитов у мужчин — $4,0\text{--}5,2 \times 10^{12}$, эритроцитов у женщин — $3,9\text{--}4,7 \times 10^{12}$, лейкоцитов — $3,8\text{--}9,8 \times 10^9$, тромбоцитов — $190\text{--}405 \times 10^9$.

48–50. Правильные ответы: 48–Д, 49–В, 50–Б

Специфические гранулы нейтрофилов содержат лактоферрин, лизоцим, витамин В₁₂-связывающие белки; гликопротеины, усиливающие фагоцитоз; коллагеназу, щелочную фосфатазу, катионные белки. Лактоферрин имеет выраженные бактериостатические свойства за счёт связывания металлосодержащих факторов роста микроорганизмов; связывает также свободные радикалы, продуцируемые нейтрофилами. Миелопероксидаза, главный фермент азурофильных (неспецифических) гранул нейтрофила, катализирует образование хлорноватистой кислоты и других токсических агентов, усиливающих бактерицидную активность нейтрофилов. Крупные специфические гранулы эозинофила содержат удлинённый кристаллоид, состоящий из антипаразитарного агента (главного щелочного белка МВР), гидролитических лизосомных ферментов и пероксидазы. Специфические гранулы базофилов содержат различные ферменты и медиаторы, в том числе протеогликаны (смесь гепарина и хондроитинсульфата); гистамин; медиаторы воспаления (например, медленно реагирующий фактор анафилаксии SRS-A, фактор хемотаксиса эозинофилов ECF). Серотонин накапливается в δ-гранулах тромбоцита.

СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

ВОПРОСЫ

Пояснение. За каждым из перечисленных вопросов или незаконченных утверждений следуют обозначенные буквой ответы или завершённые утверждения. Выберите (укажите букву) один ответ (или завершение утверждения), наиболее соответствующий каждому утверждению.

- Соединительные ткани развиваются из:**
 - энтодермы
 - спланхнотомы
 - мезенхимы
 - эктодермы
 - миотома
- Образование коллагенового волокна. Верно всё, КРОМЕ:**
 - сборка спирали из трёх цепей проходит в цистернах комплекса Гольджи
 - концевые пептиды проколлагена отщепляются в секреторных пузырьках
 - молекулы проколлагена секретируются во внеклеточное пространство
 - дефицит витамина С нарушает формирование проколлагена
 - гликозаминогликаны и фибронектин регулируют сборку коллагеновых фибрилл
- После лечения функция ахиллова сухожилия восстановилась. Репаративная регенерация сухожилия произошла путём:**
 - синтеза фибробластами макромолекул межклеточного вещества и формирования параллельных пучков коллагеновых волокон
 - синтеза хрящевыми клетками макромолекул межклеточного вещества и образования волокнистого хряща
 - синтеза фибробластами эластина и формирования эластических волокон
 - синтеза фибробластами макромолекул межклеточного вещества и формирования плотной неоформленной соединительной ткани
 - замещения разрыва мышечной тканью
- Плотная соединительная ткань отличается от рыхлой:**
 - определённой направленностью редких волокон в тканевом матриксе
 - большим количеством макрофагов
 - большим содержанием основного аморфного вещества
 - меньшей интенсивностью синтеза гликозаминогликанов в тучных клетках
 - всё перечисленное неверно

5. При мутации гена фибриллина (синдром *Марфана*) нарушается образование:

- (А) *lamina lucida* базальной мембраны
- (Б) ретикулиновых волокон
- (В) *lamina densa* базальной мембраны
- (Г) эластических волокон
- (Д) коллагеновых волокон

6. Тучная клетка. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) получает рецептор иммуноглобулина Е (IgE) от плазматической клетки
- (Б) гранулы содержат гистамин
- (В) происходит из предшественников в костном мозге
- (Г) способна к миграции
- (Д) количество возрастает при аллергической реакции

Пояснение. Каждый из нижеприведённых вопросов содержит четыре варианта ответов, из которых правильными могут быть один или сразу несколько. Выберите:

- А — если правильны ответы 1, 2 и 3
- Б — если правильны ответы 1 и 3
- В — если правильны ответы 2 и 4
- Г — если правилен ответ 4
- Д — если правильны ответы 1, 2, 3 и 4

7. Система тканей внутренней среды. Характерно:

- (1) много межклеточного вещества
- (2) множество клеточных типов
- (3) мезенхимное происхождение клеток
- (4) выраженная способность к миграции у большинства клеточных типов

8. Белый и бурый адипоциты отличаются по:

- (1) содержанию термогенина в митохондриях
- (2) количеству и размерам липидных капель
- (3) количеству митохондрий
- (4) происхождению

9. Фибробласты синтезируют и секретируют:

- (1) коллаген
- (2) эластин
- (3) гликозаминогликаны
- (4) фибриллин

10. Макрофаги:

- (1) в цитоплазме много лизосом, фагосом, фаголизосом, остаточных телец
- (2) при слиянии образуют гигантские клетки инородных тел
- (3) цитолемма имеет рецепторы к иммуноглобулинам и белкам комплемента
- (4) продуцируют эндогенные пирогены

11. Укажите клетки, способные секретировать гистамин:

- (1) эозинофилы
- (2) базофилы
- (3) моноциты
- (4) тучные клетки

12. Клетка белого жира:

- (1) содержит многочисленные митохондрии
- (2) накапливает и мобилизует триглицериды
- (3) дифференцируется из клеток бурого жира
- (4) содержит одну крупную вакуоль с нейтральными липидами

13. Эластин:

- (1) содержит десмозин
- (2) синтезируется гладкомышечными клетками
- (3) лизилоксидаза участвует в образовании поперечных связей
- (4) входит в состав базальных мембран

14. Базальная мембрана:

- (1) содержит коллаген IV типа
- (2) проницаема для аминокислот
- (3) отделяет эпителий от рыхлой соединительной ткани
- (4) связана с интегринами в плазмолемме при помощи ламинина

15. При синдроме *вялой кожи* образуются дряблые складки, что обусловлено врождённым дефектом гена лизилоксидазы. В формировании каких волокон участвует этот фермент?

- (1) Коллагеновых
- (2) Ретикулиновых
- (3) Якорных
- (4) Эластических

16. Ретикулярные клетки:

- (1) образуют строму кроветворных органов
- (2) синтезируют коллаген III типа
- (3) продуцируют гемопоэтические факторы
- (4) контактируют с макрофагами

17. В состав основного вещества соединительных тканей входят:

- (1) сульфатированные гликозаминогликаны
- (2) гиалуроновая кислота
- (3) гликопротеины
- (4) протеогликаны

18. Рыхлая волокнистая соединительная ткань:

- (1) сопровождает кровеносные сосуды
- (2) образует фасции и апоневрозы
- (3) подстилает покровные эпителии
- (4) формирует строму красного костного мозга

Пояснение. Каждому вопросу (левая колонка), обозначенному цифрой, соответствует обозначенный буквой возможный ответ (правая колонка). Для каждого вопроса выберите наиболее подходящий по смыслу ответ. Каждый ответ можно выбрать один раз, более одного раза или вообще не выбирать.

19–22. Характеристика соединительных тканей

Для...	характерно...
19. плотной оформленной	(А) преобладание аморфного компонента над волокнами
20. рыхлой волокнистой	(Б) обилие волокон, ориентированных в одном направлении
21. ретикулярной	(В) обилие разнонаправленных волокон
22. плотной неоформленной	(Г) большое количество контактирующих друг с другом отростчатых клеток

23–26. Органоспецифичность соединительных тканей

Соединительная ткань...	образует...
23. плотная неоформленная	(А) сухожилие
24. плотная оформленная	(Б) тимус
25. ретикулярная	(В) сетчатый слой кожи
26. рыхлая волокнистая	(Г) сосочковый слой кожи (Д) костный мозг

27–31. Макромолекулы внеклеточного матрикса

Молекула...	характеризуется...
27. эластин	(А) содержит десмозин
28. хондроитинсульфат	(Б) гликозаминогликан, в наибольшем количестве присутствующий в хрящевой ткани
29. протеогликан	(В) белок базальных мембран, связывающий цитолемму с коллагеном IV типа и энтактином
30. ламинин	(Г) содержит волокнистый центральный белок с ковалентно присоединёнными к нему гликозаминогликанами
31. фибронектин	(Д) присутствует в крови

32–36. Морфофункциональные характеристики клеток соединительной ткани

Характеристика...	Клетка...
32. накапливает гепарин	(А) макрофаг
33. контактирует с эндотелием посткапиллярных венул	(Б) тучная клетка
34. содержит многочисленные лизосомы	(В) перицит
35. синтезирует иммуноглобулины	(Г) адипоцит
36. синтезирует липопротеиновую липазу	(Д) плазмоцит

ОТВЕТЫ И ПОЯСНЕНИЯ

1. Правильный ответ — В

Мезенхима — источник клеток всех соединительных тканей. Мезенхимные клетки имеют неправильную (звёздчатую или веретенообразную) форму с нежными ветвящимися отростками, формирующими переплетённую сеть. В овальном ядре — диспергированный хроматин и хорошо заметные ядрышки. Гелеобразный внеклеточный матриал состоит из основного вещества, минимального количества рассеянных волокон (в основном, ретикулиновых).

2. Правильный ответ — Б

Коллаген в виде про- α -цепей синтезируют фибро-, хондро- и остеобласты, гладкомышечные клетки. Сборка полипептидных α -цепей, их последующее гидроксирование и гликозилирование, а также образование спирали из трех α -цепей происходят в гранулярной эндоплазматической сети и комплексе Гольджи. Образующиеся молекулы проколлагена накапливаются в секреторных пузырьках, а далее выделяются во внеклеточное пространство. Вне клетки путём отщепления концевых пептидов образуется тропоколлаген, формирующий затем фибриллы. Взаимодействие коллагена с гликозаминогликанами и фибронектином регулирует сборку фибрилл. Дефицит витамина С приводит к формированию слабо гидроксированных про- α -цепей, не способных формировать тройные спирали и коллагеновые фибриллы. В результате возникают дефекты костей, зубов, нарушения заживления повреждений и переломов костей.

3. Правильный ответ — А

Ахиллово сухожилие состоит из плотной оформленной соединительной ткани, представленной пучками плотно упакованных коллагеновых волокон. Между волокнами расположены фиброциты — зрелые клетки, не способные к интенсивному синтезу веществ. Группы коллагеновых волокон окружены прослойками рыхлой соединительной ткани, содержащей фибробласты. При повреждении сухожилия происходит активация фибробластов. Фибробласты пролиферируют и синтезируют большое количество коллагена, идущего на построение новых коллагеновых волокон сухожилия.

4. Правильный ответ — Д

Плотная соединительная ткань содержит большое количество волокон. Волокна могут иметь различную направленность (плотная неоформленная ткань) или образовывать идущие параллельно пучки (плотная оформленная ткань). В плотной соединительной ткани мало основного вещества. По сравнению с рыхлой соединительной тканью, количество клеток здесь снижено и ограничено одним-тремя клеточными типами. В плотной оформленной соединительной ткани это фиброциты, в неоформленной — фибробласты, тучные клетки, макрофаги. Гликозаминогликаны основного вещества плотной соединительной ткани синтезируются фибробластами и в незначительной степени — фиброцитами.

5. Правильный ответ — Г

Эластическое волокно (ветвящаяся нить диаметром 0,2–1,0 мкм) состоит из эластина и фибриллина. Фибриллины формируют микрофибриллярный каркас, необходимый для сборки эластического волокна. *Марфана* синдром развивается при дефектах (известно не менее 30 мутаций) гена, кодирующего фибриллин. Характерны нарушения обмена гликозаминогликанов типа хондроитинсерной и гиалуроновой кислот как в волокнах, так и в основном веществе соединительной ткани, что приводит к избыточному накоплению гликозаминогликанов в организме и выделению их с мочой.

6. Правильный ответ — А

Тучная клетка происходит из предшественника, находящегося в костном мозге, но окончательную дифференцировку проходит в соединительной ткани. Тучная клетка участвует в воспалительных и аллергических реакциях гиперчувствительности немедленного типа. В мембрану клетки встроены различные рецепторы, в том числе — десятки тысяч высокоаффинных рецепторов к Fc-фрагменту IgE. Активация и дегрануляция тучных клеток происходят при взаимодействии IgE, продуцируемого плазматическими клетками, с рецепторами Fc-фрагментов IgE в плазмолемме тучной клетки. Тучная клетка содержит многочисленные крупные метахроматические гранулы (модифицированные лизосомы), синтезирует и накапливает в гранулах разнообразные биологически активные вещества, медиаторы и ферменты. Гистамин из гранул тучной клетки вызывает сокращение гладкомышечных клеток слизистой оболочки бронхов, гиперсекрецию слизи, увеличение проницаемости сосудов с развитием отёка. Клетка может формировать цитоплазматические отростки, что свидетельствует о её способности к миграции.

7. Правильный ответ — Д

В систему тканей внутренней среды входят соединительные ткани, скелетные ткани (хрящевая и костная), ткани со специальными свойствами (жировая, пигментная, ретикулярная) и кровь. Для этих тканей характерно наличие большого объёма межклеточного вещества. Свойства и функции того или иного типа ткани внутренней среды во многом определяет состав межклеточного вещества. Оно может быть жидким (плазма); состоять из аморфного вещества, образующего гель (рыхлая соединительная ткань); быть твёрдым (хрящ, кость). Клетки тканей внутренней среды расположены изолированно друг от друга. Они отличаются большим разнообразием. Все клетки происходят из мезенхимы. Большинство из них способно к миграции. Такие клетки содержат большое количество актиновых микрофиламентов и могут образовывать псевдоподии.

8. Правильный ответ — А

Адипоциты дифференцируются из липобластов, имеющих мезенхимное происхождение. Повышенное теплообразование в клетках бурого жира объясняется наличием во внутренней мембране митохондрий трансмембранного белка термогенина, отсутствующего в адипоцитах белого жира. Термогенин разрешает обратный ток протонов, предварительно транспортированных в интермембранное пространство, без прохождения через систему АТФ-синтетазы. Таким образом, энергия, генерируемая протонным током, не используется на синтез АТФ, а рассеивается в виде тепла. Адипоциты бурого жира, в отличие от клеток белого жира, содержат множество мелких жировых капель и массу крупных митохондрий.

9. Правильный ответ — Д

Фибробласт — наиболее распространённый тип клеток соединительной ткани; участвует в заживлении ран, способен к пролиферации и миграции. Клетка интенсивно синтезирует белок, что отражается на её строении. Цитоплазма содержит в большом количестве цистерны гранулярной эндоплазматической сети, хорошо выраженный комплекс *Гольджи*, много митохондрий. Имеются лизосомы и секреторные гранулы, гликоген, многочисленные микрофиламенты и микротрубочки. Фибробласты синтезируют коллаген (проколлаген), эластин, фибронектин, гликозаминогликаны, протеогликианы, фибриллин и другие компоненты внеклеточного матрикса.

10. Правильный ответ — Д

Макрофаг имеет рецепторы к опсонинам (иммуноглобулинам и белкам комплемента) и фагоцитирует опсонизированные бактерии. Поглощённый макрофагом агент заключается в фагосому, с которой затем сливаются многочисленные лизосомы, в результате чего образуется фаголизосома. Макрофаг одновременно может фагоцитировать несколько объектов. Структуры внутриклеточного переваривания макрофага — фагосомы, лизосомы, фаголизосомы и остаточные тельца. Остаточный материал может выделяться из макрофага путём экзоцитоза. В очаге воспаления в результате слияния нескольких макрофагов образуется многоядерная гигантская клетка. Она играет заметную роль в образовании гранулём. Макрофаги, как и моноциты, продуцируют эндогенные пирогены (интерлейкины 1, 6, 8, фактор некроза опухоли TNF α , α -интерферон) — полипептиды, запускающие метаболические изменения в центре терморегуляции (гипоталамус), что приводит к повышению температуры тела.

11. Правильный ответ — В

В метахроматических гранулах тучных клеток и базофилов, наряду с другими веществами, содержится гистамин, взаимодействующий с H₁- и H₂-рецепторами гистамина в гладкомышечных клетках, нейронах, эндотелии, реснитчатых клетках бронхов, секреторных клетках слизистых желёз. Гистамин расширяет сосуды (вазодилатация) и повышает их проницаемость (возникает отёк), а также вызывает сокращение гладкомышечных клеток слизистой оболочки бронхов (бронхоконстрикция). Действие гистамина максимально в IgE-зависимых реакциях. Эозинофилы и моноциты не содержат гистамина.

12. Правильный ответ — В

Клетки и белого, и бурого жира дифференцируются из общего предшественника — липобласта, морфологически сходного с фибробластом и способного накапливать жиры. В дифференцированной клетке белого жира (диаметр клетки примерно 120 мкм) присутствует одна крупная вакуоль, оттесняющая на периферию все внутриклеточные структуры и содержащая нейтральные липиды. В околядерной области расположены свободные рибосомы, гладкая и гранулярная эндоплазматическая сеть, комплекс *Гольджи* и в небольшом количестве митохондрии.

13. Правильный ответ — А

Эластин — внеклеточный полимер, способный восстанавливать исходную форму после деформации. Содержит десмозин, формирующий внутримолекулярные и межмолекулярные поперечные связи при участии лизилоксидазы. Эластин синтезируют фибробласты и гладкомышечные клетки.

14. Правильный ответ — Д

Базальные мембраны ограничивают эпителии, окружают нервные, *шванновские*, мышечные клетки. В состав большинства базальных мембран входят коллаген IV типа, ламинин, энтактин, гепарансульфат, иногда фибронектин. Ламинин — крупномолекулярный белок базальной мембраны, связывает коллаген IV типа с другими компонентами базальной мембраны и с клетками. Молекула ламинина содержит специальные участки для связывания с клетками (через интегрин), гепарансульфатом, коллагеном IV типа и энтактином. Большинство базальных мембран прочно соединено с подлежащей рыхлой соединительной тканью. Базальная мембрана, пропускающая аминокислоты, задерживает макромолекулы. Так, в почке *lamina densa* базальной мембраны фильтрационного барьера задерживает белковые макромолекулы с молекулярной массой более 50 кД.

15. Правильный ответ — Д

Лизилоксидаза — фермент, катализирующий гидроксильное окисление остатков лизина в полипептиде в присутствии ионов Cu^{2+} . Лизилоксидаза при образовании молекулы эластина формирует поперечные связи путём окислительного дезаминирования ϵ -аминогруппы в остатках лизина. Ретикулиновые и якорные волокна содержат коллагены разных типов. При образовании коллагеновых волокон происходит объединение молекул тропоколлагена путём формирования поперечных связей между ними, что также опосредовано лизилоксидазой.

16. Правильный ответ — Д

Ретикулярная ткань образует строму кроветворных органов. Имеет сетевидное строение и состоит из ретикулиновых волокон и ретикулярных клеток, образующих длинные отростки. В ретикулярной ткани обычно присутствуют макрофаги, осуществляющие фагоцитоз. В кроветворных органах ретикулярная ткань создаёт микроокружение для развивающихся клеток крови. Ретикулярные клетки синтезируют коллаген III типа для ретикулиновых волокон, ряд гемопозитических факторов роста (например, интерлейкины 3 и 7, колониестимулирующий фактор гранулоцитов и макрофагов GM-CSF и др.). Макрофаги ретикулярной ткани влияют на дифференцировку и функцию клеток крови, также вырабатывая ряд факторов кроветворения (например, колониестимулирующий фактор гранулоцитов G-CSF, колониестимулирующий фактор моноцитов/макрофагов M-CSF и др.).

17. Правильный ответ — Д

Основное вещество включает гликозаминогликаны, протеогликаны и гликопротеины. Гликозаминогликаны — полисахариды, построенные из повторяющихся дисахаридных единиц, одна из которых — обычно уроновая кислота, а другая — аминсахар. Протеогликан — белковая волокнистоподобная матрица с ковалентно присоединёнными гликозаминогликанами. Так образуются крупные макромолекулы, содержащие 90–95% углеводов. Протеогликаны могут нековалентно связываться с цепями гиалуроновой кислоты, формируя ещё более крупные комплексы. Гликопротеины состоят из полипептидных цепей, соединённых с разветвлёнными полисахаридами, и связывают клетки с внеклеточным матриксом. Различают гликопротеины, формирующие фибриллярные структуры (фибронектин и фибриллин), а также ряд неволоконистых белков (ламнин, тенасцин и энтактин).

18. Правильный ответ — Б

Рыхлая соединительная ткань образует строму различных органов, сопровождает сосуды, присутствует под базальной мембраной эпителиев. Фасции и апоневрозы представляют собой фиброзные мембраны — разновидность плотной оформленной соединительной ткани. Пучки коллагеновых волокон и лежащие между ними фиброциты расположены слоями. В каждом слое волнообразные пучки коллагеновых волокон проходят параллельно в одном направлении, отличном от направлений в соседних слоях. Отдельные пучки волокон переходят из одного слоя в другой, связывая их между собой. Строму кроветворных органов, в частности, красного костного мозга, формирует ретикулярная ткань

19–22. Правильные ответы: 19-Б, 20-А, 21-Г, 22-В

Плотная соединительная ткань содержит большое количество плотно расположенных волокон и немногочисленные клетки. Количество основного вещества незначительно. Плотная неоформленная соединительная ткань состоит из большого количества плотно, но беспорядочно расположенных волокон. В плотной оформленной соединительной ткани волокна располагаются плотно, образуя параллельно идущие пучки; в узких пространствах между волокнами цепочками выстраиваются фиброциты. Рыхлая волокнистая соединительная ткань содержит сравнительно немного хаотично распределённых волокон. Между ними имеется большое количество основного вещества. Ретикулярная ткань имеет сетевидное строение и состоит из ретикулиновых волокон и ретикулярных клеток, образующих длинные контактирующие отростки.

23–26. Правильные ответы: 23-В, 24-А, 25-Д, 26-Г

Плотная неоформленная соединительная ткань характерна для сетчатого слоя кожи, перистоа. Из плотной оформленной соединительной ткани образованы связки и сухожилия. Сосочковый слой кожи состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани. Ретикулярная ткань образует строму кроветворных органов (костного мозга, селезёнки, лимфатических узлов), а также окружает синусоиды печени. Тимус состоит из отростчатых эпителиальных клеток, образующих сетевидную структуру.

27–31. **Правильные ответы:** 27-А, 28-Б, 29-Г, 30-В, 31-Д

Эластин — аморфный гликопротеин с молекулярной массой 70 кД; содержит десмозин, формирующий внутримолекулярные и межмолекулярные связи. Хондроитинсульфат — сильно сульфатированный гликозаминогликан, состоит из повторяющихся дисахаридов N-ацетилгалактозамина и D-глюкуроновой кислоты; в большом количестве присутствует в хряще. Ламинин — крупномолекулярный белок базальной мембраны, связывает коллаген IV типа с гепарансульфатом, энтактином и с клетками (через интегрин). Протеогликан — волокнистый центральный белок с ковалентно присоединёнными к нему гликозаминогликанами. Так образуются крупные макромолекулы, содержащие 90–95% углеводов. Протеогликаны могут нековалентно связываться с цепями гиалуроновой кислоты, формируя ещё более крупные комплексы (например, протеогликаны хряща). Фибронектин найден в базальной мембране, вокруг коллагеновых волокон и клеток. Большое количество фибронектина находится в плазме крови.

32–36. **Правильные ответы:** 32-Б, 33-В, 34-А, 35-Д, 36-Г

Макрофаги содержат хорошо развитые комплекс Гольджи, гранулярную эндоплазматическую сеть, многочисленные лизосомы. Тучная клетка содержит многочисленные крупные метакроматические гранулы. Основной компонент гранул тучных клеток — отрицательно заряженный сульфатированный гликозаминогликан гепарин. Перициты — отростчатые клетки, примыкающие снаружи к эндотелию артериол, венул и капилляров. Перициты покрыты базальной мембраной; контактируют с эндотелиальной клеткой, так как базальная мембрана между ними может и отсутствовать. Перициты наиболее многочисленны в посткапиллярных венулах. Адипоциты — клетки, накапливающие нейтральные липиды (жир). Адипоциты синтезируют липопротеиновую липазу, диффундирующую на поверхность эндотелиальных клеток (преимущественно в капиллярах жировой ткани). Плазматические клетки синтезируют иммуноглобулины.

СКЕЛЕТНЫЕ ТКАНИ

ВОПРОСЫ

Пояснение. За каждым из перечисленных вопросов или незаконченных утверждений следуют обозначенные буквой ответы или завершения утверждений. Выберите (укажите букву) один ответ (или завершения утверждения), наиболее соответствующий каждому утверждению.

1. **Прямой остеогенез начинается с образования:**

- (А) остеоида
- (Б) костных трабекул
- (В) периоста
- (Г) остеогенного островка
- (Д) костных пластинок

2. **Эластический хрящ. Верно всё, КРОМЕ:**

- (А) снаружи покрыт надхрящницей
- (Б) входит в состав слуховой трубы
- (В) с возрастом обызвествляется
- (Г) содержит эластические и коллагеновые волокна
- (Д) гликогена и хондроитинсульфатов меньше, чем в гиалиновом хряще

3. **Хондробласты. Верны все утверждения, КРОМЕ:**

- (А) располагаются в надхрящнице
- (Б) участвуют в аппозиционном росте хряща
- (В) способны к размножению
- (Г) участвуют в резорбции хряща
- (Д) формируют матриксные пузырьки

4. **В матриксе хряща ушной раковины присутствует всё перечисленное, КРОМЕ:**

- (А) протеогликана
- (Б) коллагеновых волокон
- (В) эластических волокон
- (Г) кровеносных капилляров
- (Д) воды

5. **Какая костная ткань образует черепные швы?**

- (А) Пластинчатая
- (Б) Компактная
- (В) Зрелая
- (Г) Вторичная
- (Д) Грубоволокнистая

6. **Какова функция матриксных пузырьков в скелетных тканях?**

- (А) Выведение материала из клеток
- (Б) Поглощение воды и необходимых веществ
- (В) Инактивация щелочной фосфатазы
- (Г) Подведение гормонов к клеткам
- (Д) Имеют отношение к пиноцитозу

7. Чем определяется диаметр остеона?
- Расстоянием, на котором эффективно «работают» костные каналы
 - Случайным распределением остеобластов вокруг сосудов
 - Активностью остеокластов
 - Диаметром канала остеона
 - Скоростью резорбции внутренних концентрических пластинок
8. Вставочные костные пластинки в диафизе трубчатой кости:
- материал для образования наружных или внутренних общих пластинок
 - материал для образования остеонов
 - оставшиеся части концентрических пластинок старых остеонов
 - часть вновь сформированных остеонов
 - основной структурный компонент грубоволокнистой костной ткани
9. Паратиреоидный гормон участвует во всех процессах, КРОМЕ:
- повышения уровня Ca^{2+} в крови
 - связывания со своими рецепторами в остеобластах
 - связывания со своими рецепторами в остеокластах
 - усиления резорбции костного матрикса остеокластами
 - увеличения численности остеокластов
10. Пластинчатая костная ткань. Верно всё, КРОМЕ:
- образует компактное и губчатое вещество костей скелета
 - формируется путём образования новых слоёв на поверхности кости
 - коллагеновые волокна построены из коллагена типа III
 - коллагеновые волокна в пределах костной пластинки ориентированы упорядоченно
 - каналы остеонов содержат кровеносные сосуды
11. Синдесмоз. Укажите ткань, образующую это непрерывное соединение:
- плотная соединительная
 - волоконистая хрящевая
 - костная
 - специализированная соединительная — синовиальная
 - гиалиновая хрящевая
12. Для растворения солей кальция остеокласты локально закисляют костный матрикс путём выделения:
- карбоангидразы II
 - кислой гидролазы
 - ионов водорода
 - коллагеназы
 - кислой фосфатазы
13. Предшественник остеокласта:
- остеобласт
 - хондробласт
 - макрофаг
 - моноцит
 - остеогенная клетка надкостницы

14. Соединение костей у детей при помощи гиалинового хряща:

- синдесмоз
- симфиз
- синостоз
- синхондроз
- диартроз

Пояснение. Каждый из нижеприведённых вопросов содержит четыре варианта ответов, из которых правильными могут быть один или сразу несколько. Выберите:

А — если правильны ответы 1, 2 и 3

Б — если правильны ответы 1 и 3

В — если правильны ответы 2 и 4

Г — если правилен ответ 4

Д — если правильны ответы 1, 2, 3 и 4

15. Успешная гомотрансплантация хряща связана с:

- отсутствием кровеносных сосудов в матриксе
- наличием сосудов в надхрящнице
- богатством коллагеновыми волокнами
- непроницаемостью межклеточного вещества для крупномолекулярных белков

16. В состав синовиальной оболочки входят:

- антигенпредставляющие клетки
- синовиальные фибробласты
- тучные клетки
- коллагеновые и эластические волокна

17. Дифферон в костной ткани составляют:

- остеогенные клетки периоста
- остеоциты
- остеобласты
- остеогенные клетки эндоста

18. Компактное вещество диафиза содержит:

- слой остеонов
- наружную систему общих пластинок
- внутреннюю систему общих пластинок
- костные трабекулы

19. В состав каких структур входит коллаген II типа?

- Эластический хрящ
- Волокнистый хрящ
- Гиалиновый хрящ
- Компактное вещество кости

20. Гиалиновый хрящ присутствует в:

- рёбрах
- в местах прикрепления сухожилия к кости
- трахее
- межпозвонковых дисках

21. Гиалиновый хрящ входит в состав:

- эпифизарной пластинки
- синхондроза
- суставной поверхности
- костной мозоли

22. Хрящ питается за счёт:
- (1) сосудов, проникающих внутрь хряща
 - (2) сосудов надхрящницы
 - (3) сосудов хрящевого матрикса
 - (4) диффузии веществ в хрящевом матриксе
23. Для хондроцитов характерно:
- (1) хорошо развитая гранулярная эндоплазматическая сеть
 - (2) участвуют в интерстициальном росте
 - (3) служат мишенью инсулиноподобных факторов роста (соматомединов)
 - (4) выкачивают воду из цитоплазмы в хрящевой матрикс при помощи аквапорина 1
24. Для поддержания структуры пластинчатой костной ткани имеет значение:
- (1) аппозиционный рост
 - (2) резорбция старой кости
 - (3) смена поколений остеонов
 - (4) сохранение структуры остеона в течение всей жизни
25. Эпифизарная хрящевая пластинка:
- (1) служит для удлинения трубчатых костей
 - (2) обеспечивает регенерацию хряща суставных поверхностей
 - (3) место образования пластинчатой костной ткани
 - (4) замещается костной тканью в раннем постнатальном периоде
26. Остеогенные клетки периоста:
- (1) часть их дифференцируется в остеокласты
 - (2) происходят из мезенхимы
 - (3) питаются за счёт сосудов остеонов
 - (4) дифференцируются в остеобласты на поверхности кости
27. Виды костной ткани:
- (1) пластинчатая
 - (2) губчатая
 - (3) грубоволокнистая
 - (4) компактная
28. Остеобласты:
- (1) локализуются преимущественно в местах перестройки кости
 - (2) хорошо развиты гранулярная эндоплазматическая сеть и комплекс Гольджи
 - (3) характерна высокая активность щелочной фосфатазы
 - (4) образуют остеоид
29. Эпифизарная хрящевая пластинка:
- (1) остеогенные клетки в зоне гипертрофии и созревания формируют остеоны
 - (2) место протекания интрамембранного остеогенеза
 - (3) образована волокнистым хрящом
 - (4) соматотропин через соматомедины стимулирует синтез протеогликанов
30. Остеоид:
- (1) некальцинированный матрикс новообразованной кости
 - (2) содержит коллаген I типа
 - (3) содержит щелочную фосфатазу
 - (4) содержит гидроксиапатит, связанный с коллагеном через остеоонектин

31. Резорбцию кости и вымывание кальция из костного матрикса усиливают:
- (1) эстрогены
 - (2) активная форма витамина D₃
 - (3) кальцитонин
 - (4) паратиреоидный гормон (ПТГ)
32. Энхондральный остеогенез:
- (1) остеогенные клетки проникают по ходу кровеносных сосудов
 - (2) костная манжетка растёт по направлению к эпифизам
 - (3) сопровождается гипертрофией хондроцитов в центральной части хряща
 - (4) способ образования плоских костей
33. Система мононуклеарных фагоцитов включает:
- (1) гигантскую клетку инородных тел
 - (2) остеокласт
 - (3) моноцит
 - (4) тканевый макрофаг
34. Упругость хряща зависит от содержания:
- (1) коллагена
 - (2) воды
 - (3) хондронектина
 - (4) хондроитинсульфатов
35. Лакунарно-канальцевая система:
- (1) заполнена синовиальной жидкостью
 - (2) обеспечивает диффузию и обмен метаболитов между кровью и остеоцитами
 - (3) образуется остеокластами
 - (4) в каналах располагаются отростки остеоцитов
- Пояснение.** Каждому вопросу (левая колонка), обозначенному цифрой, соответствует обозначенный буквой возможный ответ (правая колонка). Для каждого вопроса выберите наиболее подходящий по смыслу ответ. Каждый ответ можно выбрать один раз, более одного раза или вообще не выбирать.

36–41. Характеристика матрикса разных скелетных тканей

Матрикс содержит...	в скелетных тканях...
36. до 75% воды	(А) хрящевой
37. коллаген II типа	(Б) костной
38. коллаген I типа	(В) и в той, и в другой
39. протеогликаны	(Г) ни в той, ни в другой
40. гидроксиапатиты	
41. карбоангидразу II	

Пояснение. Для каждого из пронумерованных вопросов укажите на рисунке букву, которой обозначена запрашиваемая структура.

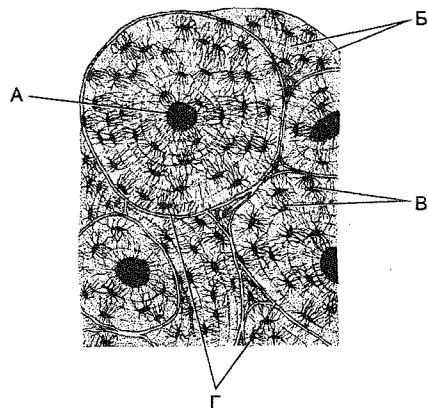


Рис. 7. Остеоны в компактной части трубчатой кости [из Windle WF, 1960]

42. Укажите фрагменты остеонов предшествующих генераций

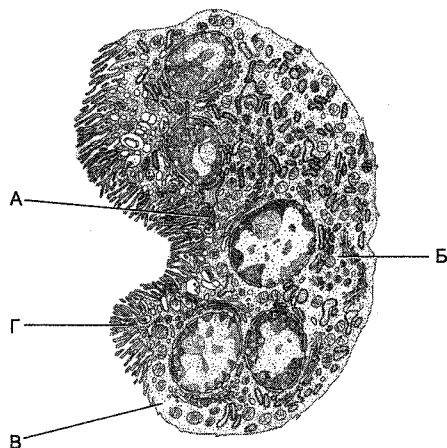


Рис. 8. Остеокласт [из Krstic RV, 1979]

43–44. Остеокласт

43. Укажите область скопления актиновых микрофиламентов
44. Укажите локализацию H^+ , K^+ -АТФазы

ОТВЕТЫ И ПОЯСНЕНИЯ

1. Правильный ответ — Г

Путём внутримембранного (прямого) остеогенеза образуются плоские кости. Мезенхимные клетки формируют остеогенные островки — центры окостенения. При этом клетки округляются; между отростками соседних клеток устанавливаются контакты. Далее мезенхимные клетки дифференцируются в остеобласты, начинающие вырабатывать остеоид — неминерализованный костный матрикс. В дальнейшем остеоид минерализуется.

2. Правильный ответ — В

Эластический хрящ, как и гиалиновый, снаружи покрыт надхрящницей, входит в состав слуховой (евстахиевой) трубы, надгортанника, рожковидных и клиновидных хрящей гортани. В матриксе присутствуют коллагеновые и множество эластических волокон. Поэтому, наряду с прочностью, характерной для любой разновидности хрящевой ткани, эластический хрящ обладает эластичностью. Другие отличия от гиалинового хряща: меньше липидов, гликогена, хондроитинсульфатов; эластический хрящ менее подвержен дегенерации и не обызвествляется.

3. Правильный ответ — Г

Внутренний (клеточный) слой надхрящницы содержит хондрогенные клетки, включая предшественники хондроцитов — хондробласты. Они участвуют в аппозиционном росте хряща — наложении слоёв новообразованной хрящевой ткани по периферии хряща за счёт дифференцировки хондробластов в хондроциты. Хондробласты происходят из мезенхимы, относятся к обновляющейся клеточной популяции и размножаются. Хондробласты начинают синтезировать компоненты для хрящевого матрикса, которые выделяются из клетки в составе матриксных пузырьков. Важное значение в организации матрикса имеет хрящевой протеогликан. Его синтез — ранний признак дифференцировки хрящевых клеток. В ходе энхондрального остеогенеза на месте хряща образуется костная ткань. При этом остатки минерализованного хрящевого матрикса разбираются остеокластами.

4. Правильный ответ — Г

В матриксе эластического хряща ушной раковины присутствуют протеогликаны, коллагеновые и эластические волокна, вода. Кровеносные сосуды в эластическом хряще ушной раковины, как и в любом другом хряще, отсутствуют. Хрящ предположительно содержит химические факторы, тормозящие ангиогенез. Только при энхондральном остеогенезе, протекающем на месте гиалинового хряща, в хрящевой ткани появляются кровеносные сосуды, и васкуляризация хряща предшествует образованию кости.

5. Правильный ответ — Д

Грубоволокнистая (первичная, или незрелая) костная ткань (*textus osseus rudifibrosus*) присутствует главным образом у плода. У взрослого она сохраняется на месте заросших черепных швов, а также в области прикрепления сухожилий к костям, в зубных альвеолах, в костном лабиринте внутреннего уха. Ткань представлена толстыми пучками коллагеновых волокон с расположенными между ними остеоцитами.

6. Правильный ответ — А

Матриксные пузырьки (преимущественно в гиалиновом хряще и кости) содержат компоненты для тканевого матрикса. Это вещества, входящие в состав матрикса в качестве строительного материала, и вещества, регулирующие его образование, например, контролирующие процесс минерализации (щелочная фосфатаза). Матриксные пузырьки формируются в клетках и секретируются ими. Так, остеобласты выделяют матриксные пузырьки, содержащие липиды, Ca^{2+} , щелочную и другие фосфатазы.

7. Правильный ответ — А

Остеон — система концентрических костных пластинок. В центре остеона расположен канал (*хаверсов*), заполненный рыхлой волокнистой соединительной тканью с кровеносными сосудами и нервными волокнами. Снаружи остеон ограничен спайной линией (линия цементации). Диаметр остеона определяется расстоянием, на которое эффективно диффундируют вещества к расположенным на периферии остеона остецитам. При этом имеется в виду диффузия веществ в жидкости лакун и канальцев (лакунарно-канальцевая система) из центрально расположенного кровеносного сосуда.

8. Правильный ответ — В

В ходе перестройки кости постоянно сменяются генерации остеонов. Старые остеоны подвергаются резорбции. Их фрагменты остаются между вновь сформированными остеонами в виде вставочных костных пластинок.

9. Правильный ответ — В

Гормон паращитовидной железы (паратиреоидный гормон, ПТГ) увеличивает численность остеокластов и стимулирует резорбцию ими костного матрикса, что приводит к увеличению уровня Ca^{2+} в крови. Но остеокласты не имеют рецепторов ПТГ. Поэтому считают, что активирующее влияние паратиреоидного гормона на остеокласты опосредуется через другие клетки кости (например, остеобласты, имеющие рецепторы паратиреоидного гормона).

10. Правильный ответ — В

Компактная и губчатая кости представлены пластинчатой костной тканью, формирующейся путём наложения новых слоёв с поверхности. Коллагеновые волокна, образованные коллагеном I типа, в пределах костной пластинки ориентированы упорядоченно и лежат под углом к волокнам соседней пластинки, что обеспечивает прочность кости. Также упорядоченно расположены кровеносные сосуды в параллельно проходящих каналах остеонов. Эти кровеносные сосуды служат центрами образования остеонов. Остеогенные клетки, окружающие кровеносный сосуд, дифференцируются в остеобласты. Снаружи от слоя остеобластов формируется слой остеоида. Следующий концентрический слой возникает изнутри подобным же образом при участии новой волны дифференцирующихся из остеогенных клеток остеобластов. Кровеносные сосуды в каналах соседних остеонов связаны кровеносными сосудами, расположенными в каналах *Фолькмана*.

11. Правильный ответ — А

Синдесмоз — непрерывное соединение костей при помощи плотной соединительной ткани (например, соединительнотканная мембрана между лучевой и локтевой костями). Синхондроз — непрерывное соединение посредством хряща. В лобковом симфизе и межпозвоночных дисках синхондроз сформирован волокнистой хрящевой тканью. Гиалиновая хрящевая ткань эпифизарной пластинки образует синхондроз между эпифизом и диафизом. Синостоз — непрерывное соединение костей посредством костной ткани (например, соединение тазовых костей).

12. Правильный ответ — В

Гофрированная каёмка — место активной резорбции костной ткани — многочисленные цитоплазматические выросты, направленные к поверхности кости. Через мембрану выростов из остеокласта выделяется большое количество H^+ и HCO_3^- . Образование H^+ в цитоплазме клетки катализирует карбоангидраза II. H^+ при помощи протонной H^+ , K^+ -АТФазы активно выкачивается из клетки, что приводит к закислению замкнутого пространства лакуны *Хоушина*, оптимальному для растворения солей Ca^{2+} костного матрикса. Остеокласт секретирует также кислые гидролазы, коллагеназы, кислые фосфатазы и другие протеолитические ферменты, расщепляющие органическую часть костного матрикса.

13. Правильный ответ — Г

Предшественники остеокластов — моноциты. По этой причине остеокласты рассматривают в составе системы мононуклеарных фагоцитов. Моноциты сливаются и образуют большие многоядерные (до 50 ядер) клетки, способные перемещаться в тканевом матриксе. Остеогенные клетки происходят из мезенхимы, имеют веретеновидную форму и расположены в периосте и эндосте. При высоком парциальном давлении кислорода остеогенные клетки дифференцируются в остеобласты. Остеобласты сосредоточены в местах перестройки кости. Остеобласты дифференцируются в остециты — зрелые неделящиеся клетки, расположенные в костных полостях, или лакунах.

14. Правильный ответ — Г

Синхондроз — непрерывное соединение посредством хряща. Широко распространён в скелете детей и подростков (соединяет диафиз длинных костей с эпифизом, крестцовые позвонки между собой и т.д.); с возрастом хрящ заменяется костной тканью.

15. Правильный ответ — Г

Выживать гомотрансплантатам хряща позволяет то, что его клетки окружены плотным слоем матрикса, предотвращающего диффузию высокомолекулярных веществ. Это ограничивает доступ антигенов трансплантата к иммунокомпетентным клеткам хозяина. Уплотнённый хрящевой матрикс препятствует активации и пролиферации цитотоксических Т-лимфоцитов из-за невозможности их контакта с клетками-мишенями — хондроцитами трансплантата.

16. Правильный ответ — Д

Суставная капсула состоит из двух слоёв: внутреннего (синовиального) и наружного (фиброзного), переходящего в волокнистый слой

надкостницы. Внутренний (синовиальный) слой образован специализированной соединительной тканью, выстилающей полость сустава. Здесь присутствуют многочисленные кровеносные и лимфатические сосуды, нервные волокна, множество тучных клеток. Содержит коллагеновые и в ряде суставов эластические волокна, а также клетки двух типов. Антигенпредставляющие клетки относятся к системе мононуклеарных фагоцитов. Интенсивно фагоцитируют. Имеют хорошо развитый комплекс Гольджи, много лизосом. Синовиальные фибробластоподобные клетки кубической формы имеют хорошо развитую гладкую эндоплазматическую сеть. Разделённые немногими коллагеновыми волокнами, эти клетки образуют почти сплошной слой. Фибробластоподобные синовиальные клетки способны к пролиферации, поэтому повреждённый синовиальный слой быстро и полностью восстанавливается.

17. Правильный ответ — Д

Остеобласты — неделящиеся отростчатые клетки, дифференцирующиеся из остеогенных клеток, расположенных в надкостнице — периосте и эндосте. Из остеобластов дифференцируются остециты — зрелые неделящиеся клетки, расположенные в костных полостях (лакунах).

18. Правильный ответ — А

В компактном веществе диафиза трубчатой кости различают слой остеонов, наружную и внутреннюю системы общих пластинок, вставочные костные пластинки. Костные трабекулы — структурная основа губчатого вещества.

19. Правильный ответ — А

В состав хрящевого и костного матрикса входят коллагены различных типов. Так, коллаген II типа составляет до 40% сухого веса хряща; 90–95% костного матрикса составляет коллаген I типа.

20. Правильный ответ — Б

Гиалиновый хрящ образует хрящевую часть рёбер, входит в состав трахеи, покрывает суставную поверхность. В местах перехода сухожилий и связок в гиалиновый хрящ присутствует волокнистый хрящ. Межпозвоночный диск — частный случай непрерывного соединения костей посредством хряща (синхондроз). В этом соединении участвует волокнистая хрящевая ткань.

21. Правильный ответ — Д

Гиалиновый хрящ покрывает суставную поверхность костей (суставной хрящ). Эпифизарная пластинка, участвующая в удлинении диафиза трубчатых костей, представлена гиалиновым хрящом. Непрерывное соединение посредством гиалинового хряща (синхондроз) широко распространено в скелете детей и подростков; с возрастом хрящ заменяется костной тканью. У взрослого человека синхондрозы сохраняются в соединениях костей черепа, в груди (между рукояткой и мечевидным отростком). При переломах кости между концами отломков формируется новая ткань — костная мозоль, возникающая в результате интенсивного размножения остеогенных клеток надкостницы. Часть этих клеток дифференцируется в остеобласты, образующие новые костные трабекулы. Дифференцировка остеоген-

ных клеток происходит в направлении образования хряща, так что в наружной части костной мозоли и затем постепенно по всему её объёму формируется гиалиновый хрящ. Далее происходит замещение хряща костной тканью.

22. Правильный ответ — В

Кровеносные сосуды в хряще отсутствуют. Хрящ питается за счёт диффузии веществ в хрящевом матриксе из сосудов надхрящницы. Кровеносные сосуды из надхрящницы и любых других источников в хрящ не проникают. Вероятно, хрящевые клетки вырабатывают химические факторы, тормозящие ангиогенез.

23. Правильный ответ — А

Хондроциты имеют хорошо развитую гранулярную эндоплазматическую сеть и интенсивно синтезируют белки, поступающие в хрящевую матрикс, служат мишенью инсулиноподобных факторов роста (соматомединов), стимулирующих синтез нуклеиновых кислот и белка. Интерстициальный рост хряща происходит в результате размножения хрящевых клеток и последующего увеличения количества вырабатываемых ими компонентов хрящевого матрикса. Хондроциты не содержат водные каналы, образованные аквапорином I.

24. Правильный ответ — А

Структура пластинчатой костной ткани поддерживается за счёт аппозиционного роста, резорбции старой кости и смены генерации остеонов. Надкостница служит источником остеогенных клеток для развития, роста и регенерации костной ткани. Старая кость резорбируется и на её месте формируется новая. Остеоны не сохраняются в течение всей жизни и постоянно обновляются. Их остатки, называемые вставочными костными пластинками, в виде фрагментов костных пластинок старых остеонов всегда присутствуют между вновь сформированными остеонами. При резорбции остеонов образуются полости удлинённой цилиндрической формы, выстланные остеогенными клетками. В этих полостях формируются новые остеоны.

25. Правильный ответ — Б

Эпифизарная хрящевая пластинка, состоящая из гиалинового хряща, обеспечивает рост в длину трубчатых костей. Здесь на месте хряща образуется костная ткань в основном так же, как и при энхондральном остеогенезе. Эпифизарная пластинка анатомически не связана с гиалиновым хрящом суставных поверхностей; хрящи этих локализаций разделены костью эпифиза. Эпифизарная пластинка существует до тех пор, пока полностью не завершится постнатальный рост кости в длину, после чего замещается костной тканью.

26. Правильный ответ — В

Происходящие из мезенхимы остеогенные клетки надкостницы дифференцируются в остеобласты. Поскольку надкостница интенсивно кровоснабжается, логично полагать, что остеогенные клетки питаются за счёт сосудов надкостницы. Остеокласты — представители системы мононуклеарных фагоцитов — образуются при слиянии моноцитов. Остеокласты имеют много ядер, ацидофильную цитоплазму и расположены в области рассасывания кости в лакунах *Хбушита*.

27. Правильный ответ — Б

Микроскопически костную ткань подразделяют на грубоволокнистую (первичную, или незрелую) и пластинчатую (вторичную, или зрелую). Макроскопически в кости различают губчатое и компактное вещество.

28. Правильный ответ — Д

Остеобласты интенсивно синтезируют и секретируют вещества для костного матрикса, включая коллаген I типа, участвуют в образовании остеоида (неминерализованного костного матрикса) и его последующей минерализации. Поэтому в клетках хорошо развиты гранулярная эндоплазматическая сеть и комплекс *Гольджи*. Клетки этого типа имеют высокую активность щелочной фосфатазы (необходима для минерализации), поступающей в матрикс в составе матриксных пузырьков. Остеобласты строят новую кость, именно поэтому они расположены в местах её перестройки.

29. Правильный ответ — Г

Эпифизарная пластинка, образованная гиалиновым хрящом, определяет рост трубчатых костей в длину. Образование кости на месте гиалинового хряща (непрямой, или энхондральный остеогенез) эпифизарной пластинки через соматомедины стимулирует соматотропин. При этом хрящевые клетки пластинки усиливают выработку компонентов для хрящевого матрикса, включая протеогликаны. Рост кости зависит от синтеза и секреции остеобластами макромолекул костного матрикса. Закончившие митоз крупные вакуолизованные хондроциты образуют в эпифизарной пластинке зону гипертрофии и созревания хряща, в этой зоне не образуется костная ткань. Она формируется на месте обызвествлённого хряща в зоне окостенения. Трубочатая кость у детей удлиняется за счёт постоянного формирования костной ткани на границе между эпифизарной пластинкой и диафизом кости. В ходе внутримембранного (прямого) остеогенеза плоские кости образуются из мезенхимных клеток, минуя стадию формирования хрящевого зачатка.

30. Правильный ответ — А

Остеоид — неминерализованный костный матрикс, в нём отсутствуют кристаллы гидроксиапатита. Непосредственно окружает остеобласты и, кроме других органических компонентов костного матрикса, содержит коллаген. В дальнейшем остеоид минерализуется, чему предшествует появление в остеоиде матриксных пузырьков, и остеобласты, окруженные минерализованным костным матриксом, дифференцируются в остециты. У взрослого 10–15% поверхности губчатого вещества кости покрыто остеоидом.

31. Правильный ответ — Г

Кость — основной резервуар кальция. Уровень кальция в крови увеличивается при резорбции кости и уменьшается при обызвествлении костного матрикса. Резорбции кости и вымыванию кальция из костного матрикса способствует паратиреоидный гормон (ПТГ). Активная форма витамина D₃ (1 α ,25-дигидроксиколекальциферол) усиливает всасывание кальция и фосфора в кишечнике, обеспечивая их необходимую концентрацию для запуска кристаллизационных про-

цессов в костном матриксе. Прямо воздействуя на остеобласты, 1 α ,25-дигидроксиколекальциферол повышает активность щелочной фосфатазы в этих клетках, способствуя минерализации костного матрикса. Кальцитонин и эстрогены угнетают активность остеокластов и резорбцию кости.

32. Правильный ответ — А

В ходе энхондрального остеогенеза образуются длинные трубчатые кости. На уровне средней части диафиза формируется костная манжетка, которая растёт по направлению к эпифизам. В центральной части хрящевого зачатка наблюдается гипертрофия и дегенерация хондроцитов с последующим образованием полостей, к которым из надкостницы проходят кровеносные сосуды и сопровождающие их остеогенные клетки. Плоские кости образуются путём интрамембранного (прямого) остеогенеза.

33. Правильный ответ — Д

Клетки системы мононуклеарных фагоцитов отличаются от других фагоцитирующих клеток по трём критериям: имеют морфологию макрофагов, происходят из моноцитов, их фагоцитарную активность модулируют иммуноглобулины и белки комплемента. Система включает макрофаги соединительной ткани, перитонеальные и альвеолярные макрофаги, остеокласты, клетки *фон Купфера*, клетки *Лангерханса*, клетки *Хоффбауэра*, гигантские клетки инородных тел и, возможно, клетки микроглии ЦНС.

34. Правильный ответ — В

Наибольшее значение для обеспечения упругости хряща имеют протеогликаны. Основа протеогликана — гиалуроновая кислота. От неё в разные стороны отходят полипептидные цепи центрального белка, связанного с хондроитинсульфатами. Молекула протеогликана связывает (структурирует) большой объём воды, по массе намного превышающий её собственный. Количество структурированной воды определяет упругость хрящевой ткани. При сжатии хряща вода вытесняется из областей вокруг сульфатированных и карбоксильных групп протеогликана, группы сближаются, и силы отталкивания между их отрицательными зарядами препятствуют дальнейшему сжатию ткани. Вода возвращается на прежнее место при снятии давления. Чем длиннее молекулы хондроитинсульфата в составе протеогликана, тем больше воды структурирует протеогликан. Поэтому протеогликан старых хондроцитов связывает меньше воды, вследствие чего хрящевой матрикс у пожилых людей становится менее упругим.

35. Правильный ответ — В

Остециты — зрелые клетки костной ткани — расположены в костных полостях, или лакунах. Тонкие отростки остеоцитов находятся в каналах, отходящих в разные стороны от костных полостей. Совокупность сообщающихся между собой канальцев и лаун составляет лакунарно-канальцевую систему. Лакунарно-канальцевая система заполнена постоянно циркулирующей тканевой жидкостью, через которую осуществляется обмен веществ между остеоцитами и кровью. По химическому составу лакунарно-канальцевая жидкость отличается от плазмы крови или жидкости в матриксе других тканей.

36–41. Правильные ответы: 36-А, 37-А, 38-Б, 39-В, 40-Б, 41-Г

В состав основного вещества как хрящевого, так и костного матрикса входят протеогликаны. Главная функция протеогликанов в хряще — связывание воды и обеспечение диффузии питательных веществ и метаболитов. Благодаря способности протеогликанов структурировать воду, хрящевой матрикс способен накапливать до 75% воды от общей массы матрикса. В состав хрящевого и костного матрикса входят коллагены различных типов. Так, коллаген II типа составляет до 40% сухого веса хряща; 90–95% костного матрикса составляет коллаген I типа. Неорганическая часть костного матрикса в значительном количестве содержит два химических элемента — кальций (35%) и фосфор (50%), образующие кристаллы гидроксиапатита. Эти кристаллы имеют стандартный размер $20 \times 5 \times 1,5$ нм и соединяются с молекулами коллагена через остеоонектин. Карбоангидраза II содержится в остеокластах и способствует выделению из клетки ионов H^+ , что создаёт кислую среду, оптимальную для растворения солей кальция костного матрикса.

42. Правильный ответ — Б

Слой остеонов компактного вещества трубчатой кости сформирован остеонами разных генераций, между которыми располагаются остатки старых остеонов в виде вставочных костных пластинок.

43. Правильный ответ — В

Светлая зона остеокласта — область плотного прилегания клетки к костному матриксу, благодаря чему создаётся замкнутое пространство, необходимое для поддержания высокой концентрации H^+ и протеолитических ферментов. В светлой зоне в составе кортикального цитоскелета присутствуют многочисленные актиновые микрофиламенты, участвующие в образовании контактов остеокласта с поверхностью кости.

44. Правильный ответ — Г

Многочисленные цитоплазматические выросты, направленные к поверхности кости (гофрированная каёмка) — место активной резорбции костной ткани. Через мембрану выростов из остеокласта выделяется большое количество H^+ , что создаёт и поддерживает в замкнутом пространстве лакуны кислую среду, оптимальную для растворения солей кальция костного матрикса. H^+ при помощи H^+ , K^+ -АТФазы активно выкачивается из клетки.

МЫШЕЧНЫЕ ТКАНИ

ВОПРОСЫ

Пояснение. За каждым из перечисленных вопросов или незаконченных утверждений следуют обозначенные буквой ответы или завершённые утверждения. Выберите (укажите букву) один ответ (или завершённые утверждения), наиболее соответствующий каждому утверждению.

1. Эмбриональный миогенез скелетной мышцы. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) миобласты мышц конечностей происходят из миотома
- (Б) часть пролиферирующих миобластов образует клетки-сателлиты
- (В) в ходе митозов дочерние миобласты связаны цитоплазматическими мостиками
- (Г) в мышечных трубчатках начинается сборка миофибрилл
- (Д) ядра перемещаются на периферию симпласта

2. Укажите Ca^{2+} -связывающий белок тонких нитей саркомера:

- (А) актин
- (Б) тропомиозин
- (В) кальмодулин
- (Г) тропонин С
- (Д) кальсеквестрин

3. Триада скелетного мышечного волокна. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) Т-трубочки имеют рецепторы дигидропиридина
- (Б) рианодиновые рецепторы — Ca^{2+} -каналы в мембране терминальных цистерн
- (В) рецепторы дигидропиридина регистрируют изменения мембранного потенциала
- (Г) возбуждение передаётся с Т-трубочек на терминальные цистерны
- (Д) активация рецепторов рианодина приводит к снижению концентрации Ca^{2+} в саркоплазме

4. Типичный кардиомиоцит. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) клетка цилиндрической формы с разветвлёнными концами
- (Б) содержит одно или два центрально расположенных ядра
- (В) Т-трубочка и терминальная цистерна формируют диаду
- (Г) вставочные диски содержат десмосомы и щелевые контакты
- (Д) вместе с аксоном двигательного нейрона образует нервно-мышечный синапс

5. Укажите структуру саркомера, в состав которой входят α -актинин, десмин, виментин:

- (А) толстые нити
- (Б) тонкие нити
- (В) Z-линия
- (Г) M-линия
- (Д) H-зона

6. Расслабление гладкомышечной клетки. Характерно всё, КРОМЕ:
 (А) в саркоплазме снижается концентрация Ca^{2+}
 (Б) активируется аденилатциклаза
 (В) увеличивается содержание инозитолтрифосфата
 (Г) фосфатаза лёгких цепей миозина дефосфорилирует миозин
 (Д) миозиновые миофиламенты дезинтегрируются
7. Клетка в миокарде образует щелевые контакты, имеет хорошо выраженный комплекс *Гольджи*, у полюсов ядра — секреторные гранулы. Для какого кардиомиоцита характерны указанные признаки?
 (А) Водитель ритма (пейсмейкер)
 (Б) Кардиомиоцит волокон *Пуркинье*
 (В) Предсердный кардиомиоцит
 (Г) Желудочковый кардиомиоцит
 (Д) Кардиомиоцит пучка *Хиса*
8. Саркомер. Верно всё, КРОМЕ:
 (А) толстые нити состоят из миозина и С-белка
 (Б) тонкие нити состоят из актина, тропомиозина, тропонинов
 (В) в состав саркомера входят один А-диск и две половины I-диска
 (Г) в середине I-диска проходит Z-линия
 (Д) при сокращении уменьшается ширина А-диска
9. При сокращении скелетного мышечного волокна происходит всё, КРОМЕ:
 (А) взаимодействие ацетилхолина с н-холинорецепторами вызывает деполаризацию мембраны мышечного волокна
 (Б) инозитолтрифосфат открывает Ca^{2+} -каналы
 (В) Ca^{2+} связывается с тропонином С
 (Г) тропомиозин освобождает миозинсвязывающие участки актиновой нити
 (Д) скользящие тонкие нити тянут за собой Z-линии
10. Клетки-сателлиты скелетной мышечной ткани локализируются:
 (А) под сарколеммой
 (Б) между базальной мембраной и плазмолеммой мышечного волокна
 (В) между базальной мембраной и эндомизием
 (Г) в перимизии
 (Д) в эпимизии
11. Синаптическая передача при тяжёлой псевдопаралитической миастении (*myasthenia gravis*) нарушена вследствие:
 (А) инактивации холинэстеразы
 (Б) угнетения секреции ацетилхолина
 (В) блокирования н-холинорецепторов
 (Г) мутации гена потенциалозависимого дигидропиридинового рецептора
 (Д) угнетения синтеза ацетилхолина
- Пояснение.** Каждый из нижеприведённых вопросов содержит четыре варианта ответов, из которых правильными могут быть один или сразу несколько. Выберите:
 А — если правильны ответы 1, 2 и 3
 Б — если правильны ответы 1 и 3
 В — если правильны ответы 2 и 4
 Г — если правилен ответ 4
 Д — если правильны ответы 1, 2, 3 и 4

12. Что общего имеют скелетные и сердечные мышечные волокна?
 (1) Поперечные трубочки
 (2) Саркомер
 (3) Тропонин С
 (4) Ca^{2+} -АТФазу
13. Перед сокращением кардиомиоцита увеличению концентрации Ca^{2+} в саркоплазме предшествует:
 (1) кальций-индуцированная мобилизация Ca^{2+}
 (2) активация Ca^{2+} -насоса саркоплазматического ретикулула
 (3) стимуляция рецепторов рианоидина
 (4) конформационные изменения рецепторов дигидропиридина
14. Укажите клетки, связанные щелевыми контактами:
 (1) кардиомиоциты
 (2) клетки-сателлиты
 (3) гладкомышечные
 (4) миофибробласты
15. Для гладкой мышечной ткани характерно:
 (1) разнообразие типов гладкомышечных клеток (ГМК)
 (2) длительное (без заметного утомления) сокращение
 (3) гипертрофия и репаративная регенерация
 (4) распространение возбуждения между ГМК посредством щелевых контактов
16. Нейромоторная единица:
 (1) двигательный нейрон и группа иннервируемых им экстрафузальных мышечных волокон
 (2) мотонейрон оказывает трофическое влияние на иннервируемые мышечные волокна
 (3) сила сокращения мышцы зависит от количества активируемых нейромоторных единиц
 (4) содержит быстрые и медленные мышечные волокна
17. Гладкомышечные клетки, образуя мышечные пучки, тесно связаны между собой:
 (1) десмосомами
 (2) промежуточными контактами
 (3) синапсами
 (4) щелевыми контактами
18. Миоэпителиальная клетка:
 (1) происходит из эктодермы
 (2) промежуточные филаменты образованы цитокератинами
 (3) синтезирует гладкомышечный актин
 (4) имеет сходный с гладкомышечными клетками актомиозиновый хеомеханический преобразователь
19. Влияние гистамина на гладкомышечную клетку:
 (1) активирует H_1 -рецепторы гистамина в плазмолемме гладкомышечных клеток (ГМК) стенки артериол
 (2) активирует H_1 -рецепторы гистамина в плазмолемме ГМК стенки бронхов
 (3) повышает тонус ГМК бронхов
 (4) вызывает расслабление ГМК артериол

20. Какие межклеточные контакты присутствуют во вставочных дисках?

- (1) Десмосомы
- (2) Промежуточные
- (3) Щелевые
- (4) Полудесмосомы

21. Спонтанная деполяризация плазмолеммы характерна для:

- (1) миоэпителиальных клеток
- (2) клеток-сателлитов
- (3) скелетного мышечного волокна
- (4) пейсмейкеров

22. При сокращении гладкомышечной клетки:

- (1) Ca^{2+} поступает в цитозоль через активированные рецепторы рианодина и инозитолтрифосфата
- (2) Ca^{2+} связывается с кальмодулином
- (3) активируется киназа лёгких цепей миозина
- (4) фосфорилирование лёгких цепей миозина инициирует прикрепление головок миозина к тонкой нити

23. Гладкомышечная клетка:

- (1) синтезирует компоненты базальной мембраны
- (2) кавеолы — аналог Т-трубочек
- (3) имеет множество рецепторных входов, контролирующей сократительную активность
- (4) миофибриллы ориентированы вдоль продольной оси клетки

24. Для быстросокращающихся белых мышечных волокон характерно:

- (1) *быстрый* миозин
- (2) высокая активность АТФазы миозина
- (3) низкое содержание миоглобина
- (4) высокая активность сукцинатдегидрогеназы

25. Сердечная мышечная ткань:

- (1) не способна к регенерации
- (2) сердечные мышечные волокна образуют функциональный синцитий
- (3) пейсмейкеры запускают сокращение типичных кардиомиоцитов
- (4) вегетативная нервная система влияет на частоту сокращения

26. Укажите рецепторы, присутствующие в гладкомышечных клетках и кардиомиоцитах:

- (1) рианодина
- (2) м-холинорецептор
- (3) адренорецептор
- (4) н-холинорецептор

27. Клетки-сателлиты:

- (1) происходят из клеток латеральной мезодермы
- (2) камбиальный резерв для всех мышечных тканей
- (3) способны к сокращению
- (4) в постнатальном периоде участвуют в росте мышечных волокон

28. Аннулоspirальные нервные окончания скелетной мышцы заканчиваются на:

- (1) экстрафузальных быстрых мышечных волокон
- (2) интрафузальных мышечных волокон с ядерной сумкой
- (3) экстрафузальных медленных мышечных волокон
- (4) интрафузальных мышечных волокон с ядерной цепочкой

29. В ходе репаративного гистогенеза скелетной мышечной ткани происходит:

- (1) деление ядер зрелых мышечных волокон
- (2) деление миобластов
- (3) саркомерогенез внутри миобластов
- (4) образование симпласта

30. Для красных мышечных волокон характерно:

- (1) высокое содержание миоглобина
- (2) многочисленные митохондрии
- (3) медленная утомляемость
- (4) высокая активность окислительных ферментов

Пояснение. Каждому вопросу (левая колонка), обозначенному цифрой, соответствует обозначенный буквой возможный ответ (правая колонка). Для каждого вопроса выберите наиболее подходящий по смыслу ответ. Каждый ответ можно выбрать один раз, более одного раза или вообще не выбирать.

31–33. Характеристики мышечных тканей

Тип ткани...	характеризуют...
31. гладкая мышечная	(А) десмосомы
32. поперечнополосатая скелетная	(Б) полудесмосомы
33. поперечнополосатая сердечная	(В) нервно-мышечные синапсы (Г) плотные тельца (Д) плотные контакты

34–38. Гистогенез мышечных элементов

Клетки и мышцы...	происходят из...
34. скелетные мышцы	(А) спланхической мезодермы
35. клетки-сателлиты	(Б) миотома сомитов
36. сердечная мышечная ткань	(В) нервного гребня
37. миоэпителиальные клетки	(Г) эктодермы
38. гладкомышечные клетки радужки	

39–43. Функции разных мышечных элементов

Функция...	осуществляется...
39. продвижение молока в выводные протоки	(А) ГМК, происходящими из нервного гребня
40. проведение возбуждения к волокнам <i>Пуркинье</i>	(Б) миоэпителиальными клетками
41. слюноотделение	(В) ГМК мезенхимного происхождения
42. изменение кривизны хрусталика	(Г) кардиомиоцитами пучка <i>Хиса</i>
43. перистальтика кишечника	(Д) желудочковыми типичными кардиомиоцитами

Примечание: ГМК — гладкомышечные клетки

44–48. Локализация разных мышечных элементов

Клетки...	Локализация...
44. пейсмейкер	(А) вокруг секреторных отделов потовых желёз
45. гладкомышечная клетка	(Б) синусо-предсердный узел
46. клетка-сателлит	(В) грануляционная ткань заживающей раны
47. миоэпителиальная клетка	(Г) внутренние глазные мышцы
48. миофибробласт	(Д) радужка глаза

49–52. Белки компонентов миофибрилл

Компоненты...	содержат ...
49. тонкие нити	(А) С-белок
50. толстые нити	(Б) тропониновый комплекс
51. Z-линия	(В) десмин
52. М-линия	(Г) миомезин
	(Д) миоглобин

53–57. Функции белков миофибрилл

Белок...	Функция...
53. миозин	(А) связывает концы толстых нитей с Z-линией
54. небулин	(Б) гидролизует АТФ
55. титин	(В) контролирует длину тонких нитей
56. С-белок	(Г) стабилизирует структуру миозиновых нитей
57. тропомиозин	(Д) блокирует миозинсвязывающий участок

58–62. Функции разных элементов скелетных мышц

Элемент...	отвечает за...
58. саркоплазматический ретикулум	(А) формирование мышечных пучков
59. интрафузальное мышечное волокно	(Б) проприорецепцию
60. мышечное веретено	(В) депонирование ионов кальция
61. перимизий	(Г) сопряжение возбуждения и сокращения
62. триада	(Д) сокращение

Пояснение. Для каждого из пронумерованных вопросов укажите на рисунке букву, которой обозначена запрашиваемая структура.

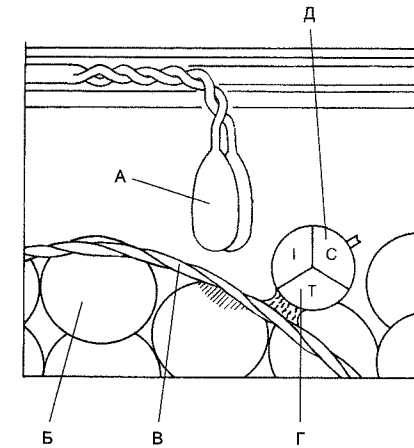


Рис. 9. Ca^{2+} -зависимый механизм регуляции взаимодействия актина с миозином [по von Ganong WF (1979) из Junqueira LC, Carneiro J, (1991)]

63–64:

63. Укажите белок, блокирующий миозинсвязывающий участок актиновой нити
64. Укажите белок, имеющий АТФазную активность

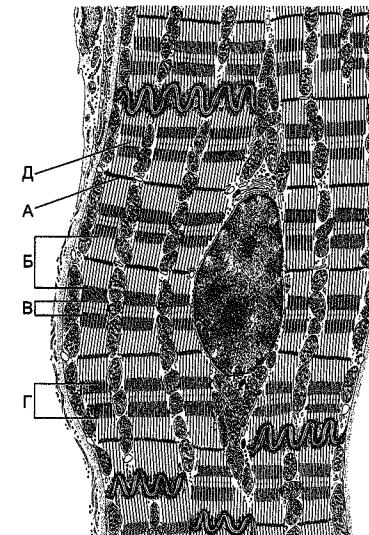


Рис. 10. Рабочий кардиомиоцит [из Hees H, Sinowatz F (1992) и Kopf-Maier P, Merker H-J (1989)]

65–67:

65. Структура в центре саркомера
 66. В каком участке саркомера нет тонких нитей?
 67. Укажите анизотропный диск

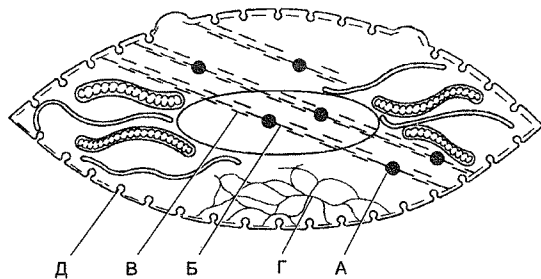


Рис. 11. Сократительный аппарат гладкомышечной клетки [из West JB, 1990]

68–69:

68. Укажите актиновые миофиламенты
 69. Что является аналогом Z-линии?

ОТВЕТЫ И ПОЯСНЕНИЯ

1. Правильный ответ — В

В ходе эмбрионального миогенеза клетки миотомов мигрируют в места закладки скелетных мышц и здесь пролиферируют. Миотубы формируются при слиянии G_0 -миобластов. После ряда митотических делений миобласты приобретают вытянутую форму, выстраиваются в параллельные цепи и сливаются, образуя мышечные трубочки. В мышечных трубочках из контрактильных белков происходит сборка миофибрилл — сократительных структур с характерной поперечной исчерченностью. Миграция ядер на периферию мышечной трубочки завершает формирование поперечнополосатого мышечного волокна. Часть пролиферирующих миобластов обособляется в виде клеток-сателлитов. Эти камбиальные клетки находятся под базальной мембраной мышечных волокон и сохраняют способность к миогенной дифференцировке.

2. Правильный ответ — Г

Ca^{2+} взаимодействует с Ca^{2+} -связывающим белком ТnC. Тропонины (ТnC, ТnI и ТnT) входят в состав тропонинового комплекса, который вместе с тропомиозином участвует в регуляции взаимодействия актина и миозина. При повышении в саркоплазме концентрации Ca^{2+} эти катионы связываются с ТnC. Наступающие конформационные изменения тропомиозина приводят к разблокированию миозинсвязывающего участка актиновой нити и присоединению к ней головок миозина. Кальмодулин — аналог ТnC в гладкомышечных клетках. Кальсеквестрин — Ca^{2+} -связывающий белок саркоплазматического ретикулума.

3. Правильный ответ — Д

Триада мышечного волокна — две терминальные цистерны саркоплазматической сети и проходящая между ними поперечная трубочка (Т-трубочка). Триады расположены на уровне границ между А и I-дисками саркомеров. В триадах происходит передача возбуждения в виде потенциала действия плазматической мембраны Т-трубочек на мембрану терминальных цистерн (сопряжение возбуждения и сокращения). В области триад мембрана Т-трубочек содержит потенциалозависимые рецепторы дигидропиридина. Деполаризация мембраны Т-трубочек вызывает в структуре рецепторов дигидропиридина конформационные изменения, активирующие рецепторы рианодина терминальных цистерн саркоплазматического ретикулума. Активация рецепторов рианодина приводит к открытию Ca^{2+} -каналов и Ca^{2+} из саркоплазматической сети поступает в саркоплазму.

4. Правильный ответ — Д

Кардиомиоцит — клетка цилиндрической формы с разветвленными концами, содержит одно или два центрально расположенных ядра. Т-трубочка в кардиомиоцитах — в отличие от скелетных мышечных волокон — контактирует только с одной терминальной цистерной. В результате вместо триад скелетного мышечного волокна формируются диады. В зоне вставочных дисков между смежными кардиомиоцитами присутствуют десмосомы, промежуточные и щелевые контакты. Терминальные варикозные ветвления аксонов вегетативных нейронов проходят между составленными из кардиомиоцитов волокнами, но не образуют нервно-мышечных синапсов, характерных для скелетной мышцы. Молекулы нейромедиаторов высвобождаются в межклеточное пространство и путём диффузии достигают своих рецепторов в плазмолемме кардиомиоцитов.

5. Правильный ответ — В

α -Актинин, десмин и виментин входят в состав Z-линий. Тонкие нити состоят из актина, тропомиозина и тропонинов. Толстые нити образованы миозином и С-белком. Н-зона — участок саркомера, представленный только толстыми миозиновыми нитями. В середине Н-зоны проходит М-линия. В области М-линии при помощи миомезина (М-белок) связываются свободные концы молекул титина двух половин саркомера.

6. Правильный ответ — В

Инозитолтрифосфат образуется при возбуждении гладкомышечных клеток (ГМК). Он активирует рецепторы инозитолтрифосфата, связанные с кальциевыми каналами саркоплазматического ретикулума, что приводит к выходу Ca^{2+} из кальциевых депо и последующему сокращению ГМК. При расслаблении ГМК активируется аденилатциклаза, катализирующая образование цАМФ. цАМФ усиливает работу кальциевого насоса, и в саркоплазме снижается концентрация Ca^{2+} . При низкой концентрации Ca^{2+} фосфатаза лёгких цепей миозина катализирует дефосфорилирование этой молекулы. Расслабление клетки завершается разборкой миозиновых нитей.

7. Правильный ответ — В

При повышении артериального давления (АД) стенка предсердия сильно растягивается, что стимулирует предсердные кардиомиоциты к синтезу и секреции атриопептина — гормона, вызывающего снижение АД. Именно в связи с эндокринной функцией части предсердных кардиомиоцитов (преимущественно правого предсердия) в них хорошо развит комплекс *Гольджи* и присутствуют секреторные гранулы. Многочисленные щелевые контакты между кардиомиоцитами обеспечивают быстрое проведение возбуждения. Сочетание этих признаков не характерно для других кардиомиоцитов.

8. Правильный ответ — Д

При сокращении саркомера ширина А-диска, соответствующего расположению толстых нитей, не уменьшается, так как тонкие и толстые нити скользят относительно друг друга при постоянной их длине. При скольжении свободные концы тонких нитей приближаются к М-линии, уменьшая ширину Н-зоны. Противоположные концы тонких нитей прикреплены к Z-линиям. Поэтому при сокращении Z-линии сближаются, что приводит к уменьшению ширины I-диска.

9. Правильный ответ — Б

Ацетилхолин связывается с н-холинорецепторами в постсинаптической мембране мышечного волокна, вызывая её деполяризацию. В ответ на деполяризацию в саркоплазме увеличивается содержание Ca^{2+} . При высокой концентрации Ca^{2+} эти ионы связываются с ТnC и вызывают конформационные изменения тропомиозина, приводящие к разблокированию миозинсвязывающих участков в составе актиновых нитей. Головки миозина присоединяются к тонким нитям и изменяют свою конформацию, создавая тянущее усилие, при котором тонкие нити начинают скользить между толстыми. Скользящие тонкие нити тянут за собой Z-линии, вызывая сокращение саркомера. Второй посредник инозитолтрифосфат активирует Ca^{2+} -каналы в гладкомышечных клетках.

10. Правильный ответ — Б

Клетки-сателлиты — камбиальный резерв скелетной мышечной ткани — обособившиеся в ходе миогенеза G_1 -миобласты, располагаются между базальной мембраной и плазмолеммой мышечных волокон. Ядра этих клеток составляют 10% суммарного количества ядер скелетного мышечного волокна. Рыхлая волокнистая соединительная ткань между отдельными мышечными волокнами (эндомизий) содержит кровеносные и лимфатические сосуды, нервные волокна. Группы мышечных волокон и окружающая их в виде чехла волокнистая соединительная ткань (перимизий) формируют пучки. Их совокупность образует мышцу, плотный соединительнотканый чехол которой именуется эпимизий.

11. Правильный ответ — В

Тяжёлая псевдопаралитическая миастения (*myasthenia gravis*) — аутоиммунное заболевание, при котором образуются антитела к холинорецепторам. Циркулирующие в крови антитела связываются с н-холинорецепторами постсинаптической мембраны мышечных волокон и препятствуют взаимодействию холинорецепторов с ацетилхолином, что приводит к нарушению синаптической передачи и развитию мышечной слабости.

12. Правильный ответ — Д

Сократительный аппарат и механизм сокращения в скелетной и сердечной мышцах аналогичны. В саркоплазме скелетного мышечного волокна и кардиомиоцита содержатся миофибриллы, реализующие сокращение. Структурно-функциональная единица миофибриллы — саркомер. Тропонин С входит в состав тропомиозинового комплекса тонких нитей саркомера. Триада скелетного мышечного волокна — две терминальные цистерны саркоплазматической сети и проходящая между ними Т-трубочка. В кардиомиоцитах Т-трубочка контактирует только с одной терминальной цистерной формируя т.н. диадду. При расслаблении скелетной и сердечной мышцы Ca^{2+} -АТФаза саркоплазматического ретикулула *закачивает* Ca^{2+} из саркоплазмы в цистерны ретикулула.

13. Правильный ответ — Б

При возбуждении кардиомиоцита активированные потенциалозависимые каналы пропускают в клетку небольшое количество Ca^{2+} , который стимулирует рецепторы риаинодина к мобилизации Ca^{2+} из саркоплазматического ретикулула (кальций-индуцированная мобилизация Ca^{2+}). Дигидропиридиновые рецепторы встроены в плазмолемму Т-трубочек скелетных мышечных волокон и отсутствуют в кардиомиоцитах. Ca^{2+} -насос саркоплазматического ретикулула *откачивает* ионы кальция из саркоплазмы при расслаблении кардиомиоцитов.

14. Правильный ответ — Б

Между кардиомиоцитами щелевые контакты локализуются преимущественно в продольных участках вставочных дисков. Мембраны соседних гладкомышечных клеток в составе мышечного пучка также связаны при помощи щелевых контактов. Нексусы обеспечивают проведение возбуждения (ионный ток) между мышечными клетками и синхронизацию сокращения. Между клетками-сателлитами и между миофибробластами щелевые контакты отсутствуют.

15. Правильный ответ — Д

Гладкомышечные клетки (ГМК) различаются по происхождению, функциональным и биохимическим свойствам. ГМК способны к регенерации и гипертрофии (например, ГМК матки при беременности). Лабильность миозиновых нитей (их постоянная сборка и разборка при сокращении и расслаблении соответственно), низкая АТФазная активность миозина — причины медленного развития и длительного поддержания сокращения ГМК. В составе многих гладких мышц далеко не все ГМК находятся вблизи нервных волокон, содержащих нейромедиатор. Возбуждение ГМК происходит двояко: под влиянием нейромедиатора и посредством щелевых контактов.

16. Правильный ответ — А

В состав нейромоторной единицы входят двигательный нейрон и группа иннервируемых им экстрафузальных мышечных волокон. Нейромоторная единица включает только быстросокращающиеся или только медленносокращающиеся мышечные волокна. Мотонейроны оказывают на иннервируемые ими мышечные волокна нейротрофический эффект. В перикарионе мотонейронов синтезируются трофические вещества — нейрегулины. Нейрегулины транспортируются по аксону, секретируются в синаптическую щель и активируют рецепторные тирозин киназы, контролируя экспрессию специфических генов в мишени (мышечном волокне). Сила сокращения мышцы зависит от количества активируемых нейромоторных единиц.

17. Правильный ответ — Г

Щелевые контакты в мышечных пучках связывают соседние гладкомышечные клетки (ГМК), эти контакты необходимы для проведения возбуждения (ионный ток), запускающего сокращение ГМК.

18. Правильный ответ — Д

Миоэпителиальные клетки располагаются вокруг секреторных отделов и выводных протоков экзокринных желёз. При сокращении миоэпителиальные клетки обеспечивают выведение секрета из железы. Имеют эктодермальный генез и экспрессируют белки, характерные и для эктодермального эпителия (цитokerатины 5, 14, 17), и для гладкомышечных клеток — ГМК (гладкомышечные актин, α -актинин, миозин). Сходное строение актомиозинового хемомеханического преобразователя в миоэпителиальных клетках и ГМК указывает на идентичный механизм сокращения этих клеток.

19. Правильный ответ — Д

Гистамин через H_1 -рецепторы плазмолеммы гладкомышечных клеток (ГМК) бронхиального дерева активирует G_p -белок, который в свою очередь активирует фосфолипазу С. Фосфолипаза С катализирует образование инозитолтрифосфата, стимулирующего высвобождение Ca^{2+} из его депо. Повышение концентрации Ca^{2+} в саркоплазме вызывает сокращение ГМК — сужение просвета бронхов. При взаимодействии гистамина с H_1 -рецепторами в плазмолемме ГМК артериол через G_s -белок активируется аденилатциклаза, катализирующая образование цАМФ. цАМФ усиливает работу кальциевого насоса в мембране саркоплазматического ретикулума. Уменьшение концентрации Ca^{2+} в саркоплазме ГМК вызывает их расслабление — расширение просвета артериол.

20. Правильный ответ — А

На поперечных участках вставочного диска локализуются десмосомы и промежуточные контакты. Продольные участки содержат многочисленные щелевые контакты (*nexus*). Десмосомы обеспечивают механическое сцепление, препятствующее расхождению кардиомиоцитов при сокращении. Промежуточные контакты служат для прикрепления тонких актиновых нитей ближайшего саркомера к сарколемме кардиомиоцита. Щелевые контакты обеспечивают электрическое сопряжение соседних кардиомиоцитов. Это позволяет синхронизировать сокращение множества кардиомиоцитов в составе функционального синцития.

21. Правильный ответ — Г

Спонтанная деполяризация плазматической мембраны — главное свойство водителей ритма. Пейсмейкеры ответственны за генерацию ритма сердца. Водители ритма синусно-предсердного узла генерируют 60–90 импульсов в минуту.

22. Правильный ответ — Д

При сокращении гладкомышечных клеток активация рецепторов риаодина и инозитолтрифосфата в кальциевых депо открывает их Ca^{2+} -каналы, и поступающий в цитозоль Ca^{2+} связывается с кальмодулином. Кальмодулин активирует киназу лёгких цепей миозина, катализирующую фосфорилирование одной из лёгких цепей миозина. Фосфорилирование лёгких цепей миозина служит сигналом для сборки миозиновых нитей и их последующего взаимодействия с тонкими актиновыми нитями.

23. Правильный ответ — Б

В гладкомышечных клетках (ГМК) актиновые и миозиновые нити не формируют миофибрилл, характерных для поперечнополосатой мышечной ткани. Актиновые миофиламенты ориентированы преимущественно вдоль продольной оси клетки и прикреплены к плотным тельцам. Миозиновые нити формируются между стабильными актиновыми миофиламентами при сокращении клетки. Кавеолы — множество мелких пузырьков под сарколеммой — депонируют ионы кальция. Гуморальный контроль сократительной активности ГМК осуществляется через множество рецепторных входов. В мембрану ГМК могут быть встроены рецепторы ацетилхолина, гистамина, адринопептина, ангиотензина, адреналина, норадреналина, вазопрессина и др. Агонисты, связываясь со своими рецепторами в мембране ГМК, вызывают её сокращение или расслабление. Базальная мембрана, окружающая ГМК, содержит протеогликаны, коллаген III и V типов. Компоненты базальной мембраны и эластин межклеточного вещества гладких мышц синтезируются как самими ГМК, так и фибробластами соединительной ткани.

24. Правильный ответ — А

Быстросокращающиеся белые мышечные волокна содержат быстрый миозин с высокой активностью АТФазы. Для таких мышечных волокон характерны: анаэробный гликолитический путь метаболизма, следовательно, низкое содержание миоглобина и низкая активность митохондриальных ферментов (например, сукцинатдегидрогеназы, цитохромоксидазы).

25. Правильный ответ — Д

Рабочие (типичные) кардиомиоциты при помощи межклеточных контактов объединены в так называемые сердечные мышечные волокна — функциональный синцитий, позволяющий совокупности кардиомиоцитов в пределах каждой камеры сердца функционировать как единое целое. Сокращение сердечной мышцы инициируется кардиомиоцитами проводящей системы сердца. Иннервация влияет на частоту генерации импульсов водителями ритма, скорость проведения импульсов и силу сокращения миокарда. Стимуляция блуждающего нерва снижает частоту генерации импульсов, замедляет скорость их проведения, уменьшает силу и частоту сокращения сердечной мышцы. Активация симпатических нервов увеличивает частоту спонтанной деполяризации мембран водителей ритма, облегчает проведение импульса, увеличивает частоту и силу сокращения типичных кардиомиоцитов. Регенерация кардиомиоцитов невозможна, так как они находятся в фазе G_0 клеточного цикла, а аналогичные скелетномышечным клеткам-сателлитам G_1 -миобласты в миокарде отсутствуют. По этой причине погибшие кардиомиоциты замещаются соединительной тканью.

26. Правильный ответ — А

Рецепторы рианодина контролируют выход Ca^{2+} из цистерн эндоплазматической сети гладкомышечных клеток (ГМК) и кардиомиоцитов. Активация рецепторов рианодина сопровождается высвобождением ионов кальция в цитозоль. Нейромедиатор ацетилхолин через м-холинорецепторы и гормон адреналин через адренорецепторы регулируют сократительную активность ГМК и кардиомиоцитов. н-Холинорецепторы встроены в постсинаптическую мембрану скелетных мышечных волокон.

27. Правильный ответ — Г

Клетки-сателлиты происходят из клеток миотомов и являются камбиальным резервом скелетной мышечной ткани. В течение всей жизни они сохраняют способность к пролиферации и дифференцировке в миобласты. В постнатальном периоде клетки-сателлиты обеспечивают рост мышечных волокон в длину, физиологическую и репаративную регенерацию скелетной мышцы. Способность к сокращению в миогенном диффероне первыми приобретают мышечные трубочки после появления в них миофибрилл.

28. Правильный ответ — В

Экстрафузальные быстрые и медленные мышечные волокна получают двигательную иннервацию. Чувствительные нервные волокна образуют спираль в пределах экваториальной зоны обоих типов интрафузальных мышечных волокон (с ядерной сумкой и ядерной цепочкой).

29. Правильный ответ — В

При гибели симпласта активированные клетки-сателлиты дифференцируются в миобласты. Постмитотические миобласты выстраиваются в цепи и сливаются, образуя симпласт — мышечные трубочки с характерным для них центральным расположением ядер. Синтез сократительных белков начинается в миобластах, а саркомерогенез (сборка миофибрилл) — в мышечных трубочках. Миграция ядер на периферию, формирование нервно-мышечного синапса завершают образование зрелых мышечных волокон.

30. Правильный ответ — Д

Окислительные, или красные, мышечные волокна окружены массой капилляров, содержат много миоглобина. Их многочисленные митохондрии имеют высокой уровень активности окислительных ферментов. Среди красных мышечных волокон по скорости сокращения и утомляемости выделено два подтипа: быстрые неустойчивые и медленные устойчивые волокна.

31–33. Правильные ответы: 31-Г, 32-В, 33-А

В зоне вставочных дисков кардиомиоциты связаны при помощи десмосом, промежуточных и щелевых контактов. Полудесмосомы служат для прикрепления эпителиальных клеток к базальной мембране, плотные (замыкающие) контакты формируют барьер проницаемости, разделяющий различные по химическому составу среды. Плотные тельца — элемент сократительного аппарата гладкомышечной клетки, нервно-мышечные синапсы образованы аксонами мотонейронов и скелетными мышечными волокнами.

34–38. Правильные ответы: 34-Б, 35-Б, 36-А, 37-Г, 38-В

Скелетные мышечные волокна и клетки-сателлиты происходят из миотома сомитов. Сердечная мышечная ткань развивается из висцерального листка латеральной (спланхической) мезодермы. Гладкомышечные клетки радужки — производное нейроэктодермы, миоэпителиальные клетки имеют эктодермальный генез.

39–43. Правильные ответы: 39-Б, 40-Г, 41-Б, 42-А, 43-В

Миоэпителиальные клетки, окружающие секреторные отделы и выводные протоки молочных и слюнных желёз, сокращаясь, способствуют выделению секрета. Изменение кривизны хрусталика и перистальтику кишечника обеспечивают гладкомышечные клетки мезенхимного и нейроэктодермального происхождения соответственно. Возбуждение к волокнам Пуркинью передаётся от проводящих кардиомиоцитов пучка Гиса.

44–48. Правильные ответы: 44-Б, 45-Д, 46-Г, 47-А, 48-В

Пейсмейкеры (водители ритма) — кардиомиоциты проводящей системы сердца — локализуется в синусо-предсердном узле. Миоэпителиальные клетки окружают секреторные отделы и выводные протоки слюнных, слёзных, потовых и молочных желёз. Гладкомышечные клетки формируют расширяющую и суживающую мышцы радужной оболочки глаза. Клетка-сателлит — спутник скелетных мышечных волокон, в частности, внутренних глазных мышц. Миофибробласты проявляют свойства фибробластов и гладкомышечных клеток. При заживлении раны часть фибробластов начинает синтезировать гладкомышечные актин, миозин. Дифференцирующиеся миофибробласты способствуют сближению раневых поверхностей.

49–52. Правильные ответы: 49-Б, 50-А, 51-В, 52-Г

Актиновая (тонкая) нить состоит из актина, тропомиозина и тропонинового комплекса, образованного тремя глобулярными субъединицами: TnT, TnI, TnC. Миозиновая (толстая) нить состоит из 300–400 молекул миозина и С-белка. В состав Z-линии входят α -актинин, десмин и виментин. М-линия содержит миомезин (М-белок).

53–57. Правильные ответы: 53-Б, 54-В, 55-А, 56-Г, 57-Д

АТФазной активностью обладает миозин, гидролиз АТФ возвращает молекулу миозина в исходное положение после совершения очередного гребкового движения. С-белок стабилизирует структуру миозиновых нитей. Влияя на агрегацию молекул миозина, С-белок обеспечивает одинаковый диаметр и стандартную длину толстых нитей. Титин работает наподобие молекулярной пружины, отвечая за структурную целостность миофибрилл во время сокращения. Один конец молекулы титина проникает в Z-линию и через α -актинин связывается с молекулой титина соседнего саркомера, другой конец приближается к M-линии и при помощи миомезина (M-белок) прикрепляется к свободному концу молекулы титина второй половины саркомера. Полярные молекулы тропомиозина длиной 40 нм укладываются в конце в желобке между двумя спирально закрученными цепочками F-актина. В покое тропомиозин блокирует миозинсвязывающие участки актина, препятствуя взаимодействию актина с миозином. Небулин проходит от Z-линии до свободного конца тонких нитей и контролирует их длину.

58–62. Правильные ответы: 58-В, 59-Б, 60-Б, 61-А, 62-Г

Мышечные веретёна — чувствительные воспринимающие приборы (проприорецепторы) скелетной мышцы. Основные структурные элементы мышечного веретена — интрафузальные мышечные волокна, нервные волокна и капсула. Сократительную функцию скелетной мышцы обеспечивают экстрафузальные мышечные волокна. Саркоlemma мышечного волокна образует множество узких впячиваний — поперечных трубочек (Т-трубочки). Они проникают внутрь мышечного волокна и залегают между двумя терминальными цистернами саркоплазматического ретикулума, выполняющего функцию депо кальция. Т-трубочка и две терминальные цистерны составляют триаду. В триадах происходит передача возбуждения с плазматической мембраны мышечного волокна на мембрану терминальных цистерн с последующим выходом Ca^{2+} из депо и активацией актомиозинового хемомеханического преобразователя — сопряжение возбуждения и сокращения. Перимизий в виде чехла из волокнистой соединительной ткани окружает группы мышечных волокон, формируя пучки.

63. Правильный ответ — В

В покое миозинсвязывающие участки актиновых нитей заблокированы тропомиозином. Связывание Ca^{2+} с TnC вызывает конформационные изменения тропомиозина, что приводит к разблокированию миозинсвязывающих участков и прикреплению головок миозина к актину.

64. Правильный ответ — А

АТФазной активностью обладает миозин. Головка миозина прикрепляется к актину после разблокирования миозинсвязывающих участков актиновой нити. Отделение головок миозина от тонких нитей становится возможным после связывания АТФ с миозином. Энергия гидролиза АТФ используется для восстановления конформации молекулы миозина.

65. Правильный ответ — Д

В центре саркомера проходит M-линия. В области M-линии при помощи миомезина (M-белок) связываются свободные концы молекул титина.

66. Правильный ответ — В

Тонкие нити отсутствуют в H-зоне. Один конец тонкой нити прикреплен к Z-линии, а другой конец направлен к середине саркомера. Тонкие нити частично входят между толстыми, не занимая H-зону.

67. Правильный ответ — Г

Поперечная исчерченность скелетного мышечного волокна определяется регулярным чередованием в миофибриллах различно преломляющих поляризованный свет участков (дисков) — изотропных (*Isotropic*, I-диски) светлых и анизотропных (*Anisotropic*, A-диски) темных дисков.

68. Правильный ответ — Б

Молекулы гладкомышечного актина формируют стабильные актиновые миофиламенты, прикрепленные к плотным тельцам и ориентированные преимущественно вдоль продольной оси гладкомышечных клеток (ГМК). Миозиновые нити формируются между стабильными актиновыми миофиламентами при сокращении ГМК.

69. Правильный ответ — А

Плотные тельца содержат α -актинин, это аналоги Z-линий поперечнополосатой мышечной ткани. Связанные сетью промежуточных филаментов, они служат для прикрепления актиновых нитей.

ПЕРИФЕРИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

ВОПРОСЫ

Пояснение. За каждым из перечисленных вопросов или незаконченных утверждений следуют обозначенные буквой ответы или завершения утверждений. Выберите (укажите букву) один ответ (или завершения утверждения), наиболее соответствующий каждому утверждению.

- В эксперименте на эмбрионах удалили нервный гребень. Нарушено развитие всех структур, КРОМЕ:**
 - чувствительных нейронов спинномозговых узлов
 - нейронов симпатических ганглиев
 - хромаффинных клеток
 - меланоцитов
 - мотонейронов спинного мозга
- Клетки контактируют друг с другом и другими клетками ЦНС, содержат крупное ядро и промежуточные филаменты, состоящие из глиального фибриллярного кислого белка. О какой клетке идёт речь?**
 - Олигодендроцит
 - Микроглия
 - Астроцит
 - Клетка-сателлит
 - Швάνновская* клетка
- По аксону транспортируется всё, КРОМЕ:**
 - рибосом
 - везикул
 - нейромедиаторов
 - митохондрий
 - белковых молекул
- В аксоне присутствует всё, КРОМЕ:**
 - митохондрий
 - микротрубочек
 - нейрофиламентов
 - тигроидного вещества
 - везикул
- У мышей с мутацией *jitru* причина дрожания и судорог — нарушение миелинизации в центральной, но не в периферической нервной системе. С нарушением функции каких клеток связан данный дефект?**
 - Олигодендроцит
 - Астроцит плазматический
 - Астроцит волокнистый
 - Микроглия
 - Швάνновская* клетка
- Миелиновая оболочка периферических нервных волокон образована:**
 - межклеточным веществом, содержащим белки и фосфолипиды
 - плазматической мембраной *швάνновских* клеток
 - специализированной частью периневрия
 - белками миелина, транспортируемыми из перикариона нейрона
 - спирально закрученной мембраной аксона
- При повреждении нервного ствола дегенерируют нервные волокна. Имеются все проявления, КРОМЕ:**
 - распада окончаний нервных волокон
 - тигролиза
 - разрушения миелина
 - гибели *швάνновских* клеток в дистальном отрезке
 - фагоцитоза фрагментов повреждённых нервных волокон
- Медиатор в нервно-мышечном синапсе скелетной мышцы:**
 - γ -аминомасляная кислота
 - норадреналин
 - дофамин
 - ацетилхолин
 - глицин
- Назовите чувствительное нервное окончание, ответственное за термовосприятие:**
 - пластинчатое тельце *Пачини*
 - тельце *Майсснера*
 - колба *Краузе*
 - свободное нервное окончание
 - тельце *Руффини*
- Холинергические нейроны — все, КРОМЕ:**
 - мотонейроны спинного мозга
 - преганглионарные симпатические
 - постганглионарные симпатические
 - преганглионарные парасимпатические
 - постганглионарные парасимпатические
- В миелиновом волокне периферической нервной системы присутствует всё, КРОМЕ:**
 - мезаксона
 - нескольких осевых цилиндров
 - узловых перехватов
 - нейрофиламентов
 - швάνновских* клеток (леммоцитов)
- Нейрон, дендриты которого образуют мышечные веретёна, по функции относится к нейрону:**
 - нейросекреторному
 - двигательному
 - ассоциативному возбуждающему
 - чувствительному
 - ассоциативному тормозному

13. Нейроглия, выстилающая сосудистые сплетения желудочков мозга и спинномозговой канал, образована:
- протоплазматическими астроцитами
 - эпендимоцитами
 - волокнистыми астроцитами
 - олигодендроглиоцитами
 - микроглиоцитами
14. В регенерации нервных волокон основная роль принадлежит:
- эпендимоцитам
 - волокнистым астроцитам
 - олигодендроглиоцитам
 - шванновским клеткам (леммоцитам)
 - микроглии
15. Нейроны, аксоны которых образуют двигательные окончания в гладкомышечной ткани, располагаются в:
- передних столбах спинного мозга
 - боковых столбах спинного мозга
 - задних столбах спинного мозга
 - вегетативных ганглиях
 - спинномозговых узлах
16. Однонаправленное проведение сигнала в области синапса определяется:
- системой нейрофиламентов и нейротрубочек
 - наличием митохондрий
 - направлением аксонного транспорта
 - присутствием рецепторного белка в постсинаптической мембране
 - наличием глиальных клеток
17. В спинномозговых узлах присутствуют все перечисленные структуры, КРОМЕ:
- шванновских клеток (леммоцитов)
 - капсулы
 - псевдоуниполярных нейронов
 - клеток-сателлитов
 - синапсов
18. Преганглионарные симпатические нейроны спинного мозга образуют ядра в:
- передних столбах
 - передних канатиках
 - задних столбах
 - боковых столбах
 - боковых канатиках
19. Чувствительные нейроны локализуются в:
- спинномозговых узлах
 - превертебральных ганглиях
 - передних корешках спинного мозга
 - спинном мозге
 - паравертебральных ганглиях
20. Нейроны спинномозговых узлов окружены:
- волокнистыми астроцитами
 - плазматическими астроцитами
 - клетками-сателлитами
 - микроглией
 - эпендимоцитами
- Пояснение. Каждый из нижеприведенных вопросов содержит четыре варианта ответов, из которых правильными могут быть один или сразу несколько. Выберите:
- А — если правильны ответы 1, 2 и 3
 Б — если правильны ответы 1 и 3
 В — если правильны ответы 2 и 4
 Г — если правилен ответ 4
 Д — если правильны ответы 1, 2, 3 и 4
21. Производные нервного гребня:
- нейроны ресничного ганглия
 - нейроны спинномозговых узлов
 - нейроны стенки желудка
 - нейроны спинного мозга
22. Производные нервной трубки:
- псевдоуниполярные нейроны спинномозговых узлов
 - пирамидные нейроны коры больших полушарий головного мозга
 - меланоциты
 - эпендимоциты
23. Функции астроцитов:
- выделяют вещества, поддерживающие рост аксонов
 - участвуют в фагоцитозе
 - участвуют в метаболизме глутамина
 - изолируют рецептивные поверхности нейронов
24. Клетки микроглии:
- содержат многочисленные лизосомы
 - участвуют в иммунном ответе в мозге
 - способны к обновлению
 - синтезируют дофамин
25. Элементы, присутствующие в аксоне:
- митохондрии
 - гранулярная эндоплазматическая сеть
 - промежуточные филаменты
 - цистерны комплекса Гольджи
26. Какие клетки синтезируют белки миелина?
- Шванновские
 - Нейроны
 - Олигодендроциты
 - Астроциты
27. Периферический нерв содержит:
- эндоневрий
 - кровеносные сосуды
 - фибробласты
 - нервы нервов

28. Периневрий:

- (1) слой соединительной ткани вокруг каждого нервного волокна
- (2) содержит клетки, связанные плотными контактами
- (3) ретикулярная ткань вокруг пучков нервных волокон
- (4) контролирует проницаемость и поддерживает гомеостаз эндоневрия

29. Какие процессы происходят после локальной компрессии периферического нерва?

- (1) Разрушение осевых цилиндров и распад миелина на всём протяжении периферического отрезка
- (2) Дегенерация нервных волокон в терминальной части центрального отрезка
- (3) Прорастание аксонов из центрального отрезка в периферический
- (4) Ориентация регенерирующих аксонов по цепочкам из *швάνновских* клеток

30. Укажите нервные окончания, ответственные за механорецепторную функцию:

- (1) тельце *Пачини*
- (2) сухожильный орган *Гольджи*
- (3) мышечное веретено
- (4) комплекс клетки *Мёркеля* с нервной терминалью

31. Какие из перечисленных нервных окончаний относят к несвободным?

- (1) Тельце *Пачини*
- (2) Тельце *Майсснера*
- (3) Тельце *Руффини*
- (4) Комплекс клетки *Мёркеля* с нервной терминалью

32. Нервно-мышечный синапс:

- (1) ацетилхолин — содержимое светлых синаптических пузырьков
- (2) постсинаптическая мембрана — область скопления холинорецепторов
- (3) нервная терминаль окружена *швάνновской* клеткой
- (4) синаптические везикулы выходят в синаптическую щель

33. После перерезки нерва всегда дегенерируют:

- (1) нейроны, отростки которых проходят в составе нерва
- (2) глиальные клетки вокруг перикарионов нейронов, участвующих в образовании нерва
- (3) центральные отрезки нервных волокон на всём протяжении
- (4) периферические отрезки нервных волокон на всём протяжении

34. Тормозный нейромедиатор:

- (1) ацетилхолин
- (2) дофамин
- (3) норадреналин
- (4) γ -аминомасляная кислота

35. Изменение длины мышечных волокон регистрируют:

- (1) пластинчатые тельца
- (2) терминали А γ -волокон
- (3) осозательные эпителиоциты
- (4) мышечные веретёна

36. В составе серого вещества спинного мозга имеются:

- (1) эпендимоциты
- (2) протоплазматические астроциты
- (3) микроглиоциты
- (4) олигодендроциты

37. В белом веществе спинного мозга присутствуют:

- (1) микроглиоциты
- (2) волокнистые астроциты
- (3) олигодендроглиоциты
- (4) протоплазматические астроциты

Пояснение. Каждому вопросу (левая колонка), обозначенному цифрой, соответствует обозначенный буквой возможный ответ (правая колонка). Для каждого вопроса выберите наиболее подходящий по смыслу ответ. Каждый ответ можно выбрать один раз, более одного раза или вообще не выбирать.

38–41. Локализация в нейронах разных структур

Структура...	содержится в части нейрона...
38. часть синапса	(А) перикарион
39. правильно ориентированные микротрубочки	(Б) отростки
40. белоксинтезирующий аппарат	(В) и в той, и в другой
41. миелиновая оболочка	(Г) ни в одной из вышеназванных

42–46. Генез разных нейронов

Нейроны...	развиваются из...
42. ганглиев черепных нервов VIII, IX, X	(А) нервной трубки
43. коры головного мозга	(Б) нейрогенных плакод
44. спинномозговых узлов	(В) нервного гребня
45. ядер спинного мозга	(Г) хордального отростка
46. вегетативных ганглиев	

47–51. Состав разных отделов нервной системы

Отдел...	образован...
47. передние корешки спинного мозга	(А) окончаниями периферических отростков нейронов спинномозговых узлов
48. задние корешки спинного мозга	(Б) аксонами нейронов передних столбов спинного мозга
49. сенсорные рецепторы	(В) аксонами вегетативных нейронов боковых столбов спинного мозга
50. преганглионарные волокна	(Г) центральными отростками нейронов спинномозговых узлов
51. постганглионарные волокна	(Д) аксонами нейронов вегетативных ганглиев

52–56. Состав разных частей спинномозгового узла

Часть...	Состав...
52. капсула	(А) псевдоуниполярные нейроны
53. нервные клетки	(Б) клетки-сателлиты
54. аналоги шванновских клеток	(В) соединительная ткань
55. нервные волокна	(Г) миелиновые волокна
56. строма	Д) мультиполярные нейроны

57–61. Характеристика спинномозгового и вегетативного ганглиев

Структуры...	характерны для...
57. псевдоуниполярные нейроны	(А) спинномозгового узла
58. мультиполярные нейроны	(Б) вегетативного ганглия
59. клетки-сателлиты	(В) и того, и другого
60. синапсы	(Г) ни того, ни другого
61. эпидимощиты	

Пояснение. Руководствуясь рисунком, выберите (укажите букву) один ответ, наиболее правильный с Вашей точки зрения.

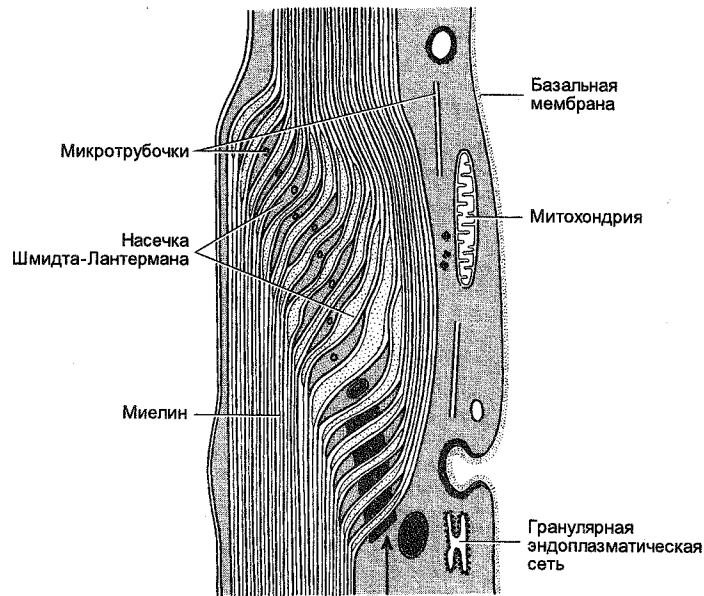


Рис. 12. Часть одной из клеток нервной ткани [из Hall SM, Williams PL (1970)]

62. Фрагмент какой клетки представлен на рисунке 13?

- (А) Астроцит
- (Б) Олигодендроцит
- (В) Шванновская клетка
- (Г) Эпендимоцит
- (Д) Нейрон

Пояснение. Для каждого из пронумерованных вопросов укажите на рисунке букву, которой обозначена запрашиваемая структура.

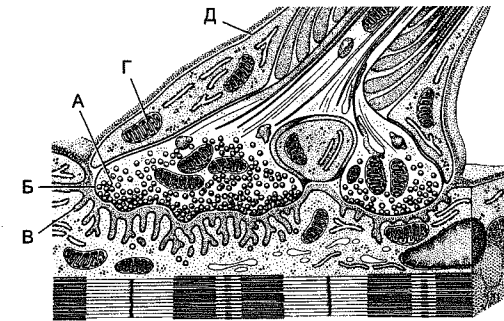


Рис. 13. Нервно-мышечный синапс [из Kopf-Maier P, Merker H-J, 1989]

63–64. Нервно-мышечный синапс

- 63. Укажите локализацию мишени ботулинического и столбнячного токсинов — белка синаптобревина
- 64. При тяжелой псевдопаралитической миастении (*myasthenia gravis*) в организме вырабатываются антитела против н-холинорецепторов. Укажите места связывания этих антител с антигеном

ОТВЕТЫ И ПОЯСНЕНИЯ

1. Правильный ответ — Д

Предшественники всех клеток ЦНС — вентрикулярные (матричные) клетки нервной трубки. Эти клетки активно размножаются, что сопровождается циклическим перемещением их ядер в пределах эпидимного слоя и изменением формы клеток. Часть вентрикулярных клеток дифференцируется в нейробласты, из которых в дальнейшем развиваются нейроны, в том числе и мотонейроны спинного мозга. Из нервного гребня развиваются чувствительные нейроны спинномозговых узлов, вегетативные нейроны, хромоаффинные клетки. Нейроны симпатического отдела и хромоаффинные клетки мозгового вещества надпочечников развиваются из нервного гребня на уровне сомитов 8–28. Нейроны парасимпатического отдела происходят из нервного гребня на уровне 1–7 сомитов (отдел блуждающего нерва) и каудальнее 28 сомита (пояснично-крестцовый отдел). Из нервного гребня в эпидермис кожи мигрируют предшественники меланоцитов.

2. Правильный ответ — В

Глиальный фибриллярный кислый белок промежуточных филаментов — маркер отростчатых клеток макроглии — астроцитов. Другой представитель макроглии — олигодендроцит, его главная функция — образование миелина. Поэтому маркерами олигодендроцитов могут быть и белки миелина. Протеолипидный белок — основной компонент миелина в ЦНС. Для олигодендроцитов специфичен ещё один белок — так называемый гликопротеин миелин-олигодендроцитов. Он присутствует на поверхности миелинообразующих олигодендроцитов и наружных мембран миелиновой оболочки в ЦНС. Подобные белки синтезирует другая миелинообразующая клетка — *шванновская* клетка периферической нервной системы. Белок миелина P_0 и небольшой щелочной белок миелина P_2 экспрессируются только *шванновскими* клетками. Клетки-сателлиты окружают перикарионы нейронов в ганглиях и (как аналоги *шванновских* клеток) имеют с последними общие маркеры.

3. Правильный ответ — А

В аксоне нет гранулярной эндоплазматической сети и рибосом. По аксону при участии микротрубочек транспортируются различные вещества, включая белки и нейромедиаторы. Такие органеллы, как митохондрии и везикулы, также транспортируются по аксону. Транспорт органелл по аксону вдоль микротрубочек обеспечивает тубулин-кинезиновый хемомеханический преобразователь. Различают быстрый (100–1000 мм/сутки) и медленный аксонный транспорт (1–10 мм/сутки), а также антероградный (транспорт от перикариона) и ретроградный (к перикариону). Основным материалом антероградного транспорта — белки, синтезированные в перикарионе (например, белки ионных каналов, ферменты синтеза нейромедиаторов). Фактор роста нервов (NGF) захватывается терминалями отростков нейрона и транспортируется ретроградно в перикарион.

4. Правильный ответ — Г

Тигроидное вещество (гранулярная эндоплазматическая сеть) в аксоне отсутствует. Синтез белка для отростков нейрона сосредоточен в относительно небольшом объёме перикариона. Распыление тигроидного вещества отражает дистрофические изменения при нарушении целостности нейрона (например, при сдавлении или перерезке нерва). В аксоне присутствуют органеллы (митохондрии, транспортные пузырьки), элементы цитоскелета (микротрубочки, нейрофиламенты, микрофиламенты). Нейрофиламенты относятся к промежуточным нитям цитоскелета, они состоят из трёх белков (M_r 68, 125 и 200 кД, так называемый нейрофиламентный триплет).

5. Правильный ответ — А

В X-хромосоме мышей линии *jimpy* описана мутация, проявляющаяся дрожанием и судорогами. Мутация затрагивает ген, кодирующий синтез белка липофилина — основного компонента миелина в ЦНС. При мутации гена у мышей линии *jimpy* развивается демиелинизация в ЦНС. Поскольку вызванная этой мутацией демиелинизация наблюдается в центральной, но не в периферической нервной системе, полагают, что мутация нарушает функцию олигодендроцитов — клеток, образующих миелин в ЦНС.

6. Правильный ответ — Б

Миелиновая оболочка, компактная структура из мембран, спирально закрученных вокруг аксонов, образуется путём концентрического наслаения плазмолеммы *шванновской* клетки, при этом её цитоплазма смещается на периферию. Каждая *шванновская* клетка миелинизирует один аксон. Миелин прерывается регулярными промежутками — перехватами *Ранвье*, границами между соседними *шванновскими* клетками. В миелине периферических нервов имеются небольшие просветления — насечки *Шмидта–Лантермана*.

7. Правильный ответ — Г

При повреждении нервного ствола разрушаются нервные волокна в дистальном отрезке, включая нервные терминали. Фрагменты осевых цилиндров и миелина фагоцитируются макрофагами и частично *шванновскими* клетками, которые остаются на своих местах в виде *бонгнеровских* лент. В дальнейшем эти *шванновские* клетки направляют рост регенерирующих нервных волокон из проксимального отрезка в дистальный. В перикарионах нейронов, отростки которых проходят в составе повреждённого нервного ствола, гранулярная эндоплазматическая сеть перестраивается, что проявляется в виде распыления тигроидного вещества — тигролиза.

8. Правильный ответ — Г

Ацетилхолин — нейромедиатор в нервно-мышечном синапсе в скелетной мышце. γ -Аминомасляная кислота — тормозный нейромедиатор в ЦНС (базальные ганглии, мозжечок). Катехоловые амины норадреналин и адреналин накапливаются в хромаффинных и МИФ-клетках. Норадреналин секретируется из большинства постганглионарных симпатических волокон и является нейромедиатором многих нейронов ЦНС (например, гипоталамус, *голубоватое* место). Дофамин — нейромедиатор в окончаниях некоторых аксонов периферических нервов и многих нейронов ЦНС [*чёрное вещество (substantia nigra)*, средний мозг, гипоталамус]. При болезни *Паркинсона* дегенерация нейронов *чёрного* вещества приводит к дефициту дофамина в стриатуме и нарушениям в центрах и путях двигательного контроля. Тормозный нейромедиатор глицин присутствует в некоторых нейронах сетчатки и мозга (например, во вставочных нейронах спинного мозга).

9. Правильный ответ — Г

Чувствительные нервные окончания, ответственные за термовосприятие, имеют морфологию свободных нервных окончаний. Тельца *Пачини*, *Майсснера*, *Руффини* и колбы *Краузе* относятся к несвободным нервным окончаниям, они окружены соединительнотканной капсулой, это механорецепторы.

10. Правильный ответ — В

Мотонейроны спинного мозга, преганглионарные вегетативные и постганглионарные парасимпатические нейроны синтезируют ацетилхолин и участвуют в передаче возбуждения на постсинаптическую структуру при помощи этого нейромедиатора, поэтому являются холинергическими. Постганглионарные симпатические нейроны содержат в качестве нейромедиатора норадреналин и относятся к адренергическим.

11. Правильный ответ — Б

Миелиновое волокно состоит из одного осевого цилиндра, содержащего нейрофиламенты, вокруг которого *шванновские* клетки образуют миелин за счёт удлинения и концентрического наслаивания мембран мезаксона. Каждая *шванновская* клетка миелинизирует небольшой сегмент только одного аксона. Миелин прерывается через регулярные промежутки — перехваты *Ранвье* (узловые перехваты). Фактически это границы между двумя соседними *шванновскими* клетками. В миелине периферических нервов присутствуют небольшие просветления — насечки *Шмидта—Лантермана*. Снаружи от миелина располагаются тонкий слой цитоплазмы *шванновской* клетки и её ядро.

12. Правильный ответ — Г

Нейроны, дендриты которых образуют мышечные веретёна, принадлежат субпопуляции крупных чувствительных нейронов спинномозговых узлов. Они образуют миелиновые волокна большого диаметра (12–20 мкм) с высокой скоростью проведения (70–120 м/сек). Ответственные за проприорецепцию крупные нейроны передают информацию в ЦНС о длине мышцы и мышечном тоне. Их периферические отростки заканчиваются в мышечных веретёнах (афференты Ia) или сухожильных органах *Гольджи* (афференты Ib). Центральные отростки входят в спинной мозг и образуют синапсы со вставочными нейронами (афференты Ia и Ib) и мотонейронами (только афференты Ia).

13. Правильный ответ — Б

Эпэндимные клетки кубической формы образуют эпителиоподобный пласт, выстилающий центральный канал и желудочки мозга. Клетки имеют хорошо развитые реснички и многочисленные пузырьки в цитоплазме. Клетки формируют промежуточные, плотные и щелевые контакты и образуют барьер проницаемости. В некоторых отделах желудочков мозга присутствуют атипичные эпэндимные клетки. Модифицированные эпэндимные клетки выстилают сосудистую покрышку (*tela chorioidea*) и сосудистое сплетение желудочков мозга (*plexus chorioideus*) и секретируют цереброспинальную жидкость. Многослойная эпэндима встречается у плода и в раннем постнатальном периоде, а у взрослого человека сохраняется в III желудочке над *nucleus tuberculi infundibularis*, в некоторых отделах водопровода мозга и бокового углубления IV желудочка.

14. Правильный ответ — Г

Ключевой фигурой в процессах дегенерации и регенерации нервного волокна является *шванновская* клетка. Конус роста аксона перемещается по поверхности *шванновской* клетки (по *бюнгнеровским* лентам), отслаивая покрывающую её базальную мембрану. *Шванновские* клетки — источник стимулирующих удлинение аксона факторов и молекул адгезии. Выделяемые *шванновской* клеткой различные стимуляторы (нейротрофические факторы) поглощаются аксоном и ретроградно транспортируются в перикарион, где стимулируют синтез белка и поддерживают его на высоком уровне. В регенерирующем нерве *шванновские* клетки пролиферируют, синтезируют компоненты

базальной мембраны, внеклеточного матрикса и формируют миелин. *Шванновские* клетки стимулируют удлинение аксона и контролируют его направленный рост к мишени. При отсутствии *шванновских* клеток аксоны не могут расти на значительные расстояния. В эксперименте трансплантация *шванновских* клеток в ЦНС поддерживает регенерацию аксонов, в обычных условиях не происходящую.

15. Правильный ответ — Г

Перикарионы первого нейрона симпатического отдела вегетативной нервной системы расположены в боковых столбах спинного мозга. Их аксоны проходят в составе передних корешков и белой соединительной ветви и заканчиваются на перикарионах второго нейрона в паравертебральных ганглиях симпатической цепочки, превертебральных ганглиях и ганглиях (терминальных), расположенных вблизи иннервируемых ими органов. Аксоны второго нейрона паравертебральных, превертебральных и терминальных ганглиев заканчиваются во внутренних органах, коже, стенке кровеносных сосудов. Аксоны некоторых нейронов паравертебральных ганглиев проходят через серую соединительную ветвь. Перикарионы второго нейрона парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, образующие двигательные окончания в гладкомышечной ткани, располагаются в интрамуральных вегетативных ганглиях.

16. Правильный ответ — Г

Синапс — разновидность коммуникационного (проводящего) межклеточного контакта, передаёт информацию в одном направлении: от пресинаптической части к постсинаптической. При изменении мембранного потенциала в нервной терминали нейромедиатор выделяется в синаптическую щель (экзоцитоз) и связывается со своим рецептором в постсинаптической мембране, вызывая изменение мембранного потенциала постсинаптической структуры.

17. Правильный ответ — Д

Спинномозговой узел (*ganglion spinale*) покрыт соединительнотканной капсулой. Внутри узла находятся группы псевдоуниполярных чувствительных нейронов, между которыми проходят пучки нервных волокон (миелиновые и безмиелиновые). В состав нервных волокон входят *шванновские* клетки. Перикарионы нейронов имеют округлую форму и окружены клетками-сателлитами.

18. Правильный ответ — Г

Вегетативные нейроны расположены в висцеральных ядрах грудного и поясничного отделов (*n. intermediomedialis*, *n. intermediolateralis*), а также в крестцовом отделе (крестцовое парасимпатическое ядро *Онуфровича*) промежуточной зоны (*substantia intermedia*) серого вещества. В боковых столбах грудного и поясничного отделов спинного мозга расположено одно из висцеральных ядер, а именно *n. intermediolateralis*, содержащее преганглионные симпатические нейроны. Их аксоны выходят из спинного мозга в составе передних корешков на уровне Th₁–L₃.

19. Правильный ответ — А

Чувствительные нейроны локализируются в спинномозговых узлах. Их периферические отростки присутствуют в составе периферических

нервов, а центральные отростки проходят через задние корешки в спинной мозг, где образуют синапсы с его нейронами.

20. Правильный ответ — В

Нейроны спинномозговых узлов окружены клетками-сателлитами, аналогами *шванновских* клеток. Клетки-сателлиты, как и *шванновские* клетки, происходят из нервного гребня и по фенотипу сходны с миелиннеобразующими *шванновскими* клетками.

21. Правильный ответ — А

Холинергические нейроны ресничного ганглия, чувствительные нейроны спинномозговых узлов, нейроны вегетативной нервной системы стенки пищеварительного тракта происходят из нервного гребня. Интрамуральные холинергические нейроны парасимпатического отдела пищеварительного тракта происходят из нервного гребня на уровне 1–7 сомитов (отдел блуждающего нерва) и каудальнее 28 сомита (пояснично-крестцовый отдел). Пример нарушения миграции клеток нервного гребня — болезнь *Хиршпрунга*. Из клеток нервного гребня и их малодифференцированных клеточных потомков в составе ганглиев симпатического отдела нервной системы, мозгового вещества надпочечников и параганглиев возникает нейробластома — злокачественное новообразование у детей. Нейроны спинного мозга развиваются из вентрикулярных (матричных) клеток нервной трубки.

22. Правильный ответ — В

Все нейроны ЦНС и глиальные клетки, в том числе и эпендимциты, развиваются из вентрикулярных (матричных) клеток нервной трубки. Закончившие пролиферацию клетки (нейробласты), а также потенциально способные к пролиферации глиобласты выселяются в плащевой слой. Часть вентрикулярных клеток остаётся *in situ* — будущая эпендима. Псевдоуниполярные чувствительные нейроны спинномозговых узлов и меланоциты происходят из нервного гребня.

23. Правильный ответ — Д

Астроциты синтезируют полипептидные факторы, поддерживающие рост аксонов и выживание нейронов: фактор роста нервов (NGF), компоненты межклеточного матрикса ламинин и фибронектин. Астроциты могут экспрессировать антигены МНС II, принимать участие в фагоцитозе. Астроциты участвуют в метаболизме глутаминовой и γ -аминомасляной кислот, соответственно возбуждающего и тормозного нейромедиаторов ЦНС. После высвобождения этих нейромедиаторов в синаптическую щель часть молекул поступает в астроциты, где превращается в глутамин. Астроциты изолируют рецептивные поверхности нейронов, отделяют нейроны от соединительной ткани. Астроцитарные ножки почти полностью покрывают капилляры мозга и транспортируют метаболиты в нервную ткань, а продукты метаболизма из мозга в кровь. Отростки астроцитов служат проводящими путями для направленной миграции недифференцированных нейронов в коре мозжечка, контролируют вращение аксонов в зрительный нерв.

24. Правильный ответ — А

Микроглия — обновляющаяся клеточная популяция. Митогены для микроглии — колониестимулирующий фактор макрофагов (M-CSF),

колониестимулирующий фактор гранулоцитов и макрофагов (GM-CSF) и интерлейкин 3. Клетки микроглии имеют небольшие размеры, неправильную форму, многочисленные ветвящиеся отростки, ядро с крупными глыбками хроматина, множество лизосом, гранулы липофусцина и плотные пластинчатые тельца. Функция в интактном мозге неясна. В ответ на повреждения мозга клетки микроглии быстро размножаются и активируются. Активированные клетки микроглии экспрессируют антигены МНС II и участвуют в иммунном ответе в мозге. Фагоцитарная активность микроглии наблюдается в различных патологических условиях (например, при рассеянном склерозе и аутоиммунном энцефалите).

25. Правильный ответ — Б

В аксоне присутствуют митохондрии, вырабатывающие АТФ для обеспечения проведения импульсов, аксонного транспорта, роста аксона и перестройки его связей с иннервируемыми структурами. Цитоскелет аксона: микротрубочки, промежуточные филаменты (нейрофиламенты) и микрофиламенты. Все они ориентированы упорядоченно. Хорошо развитая в нейронах гранулярная эндоплазматическая сеть, активно синтезирующая белок, а также комплекс *Гольджи* расположены исключительно в перикарионе.

26. Правильный ответ — Б

Белки миелина в волокнах периферической нервной системы вырабатывают *шванновские* клетки, а в ЦНС — олигодендроциты. *Шванновские* клетки: белок миелина P_0 — интегральный мембранный гликопротеин, предположительно связывающий соседние ламеллы и таким образом стабилизирующий структуру миелина; это главный структурный белок миелина периферической нервной системы, на его долю приходится более 50% массы всех белков миелина периферического нерва. Белок миелина P_2 — небольшой щелочной белок миелина периферического нерва, связывающий жирные кислоты. Олигодендроциты вырабатывают основной белок миелина; липофиллин (протеолипидный белок) вместе с основным белком миелина составляет более 80% массы всех белков миелина ЦНС.

27. Правильный ответ — Д

Периферический нерв содержит оболочки разных уровней: эндоневрий, периневрий и эпиневрй. Они построены из соединительной ткани и содержат кровеносные сосуды, а из клеточных элементов — фибробласты. Периферический нервный ствол снабжён специальными нервами — *nervi nervorum* (ветви нервных волокон самого нервного ствола и волокон нервных сплетений в стенке кровеносных сосудов нерва). *Nervi nervorum* в эндоневрии и других соединительнотканых оболочках нерва образуют диффузные сплетения.

28. Правильный ответ — В

Периневрий — оболочка вокруг пучка нервных волокон в составе периферического нервного ствола. Его наружная часть образована плотной соединительной тканью, а внутренняя — несколькими слоями плоских периневральных клеток, снаружи и изнутри покрытых толстой базальной мембраной, содержащей коллаген типа IV, ламинин, нидоген и фибронектин. Периневральные клетки, связанные

плотными контактами, образуют барьер, необходимый для поддержания гомеостаза в эндоневрии. Барьер предотвращает доступ в эндоневрий инфекционных агентов, контролирует транспорт молекул к нервным волокнам, защищает их от повреждения.

29. Правильный ответ — Д

После локального сдавления периферического нерва развивается *убл-леровская* дегенерация. Нервные волокна в периферическом отрезке распадаются, их осевые цилиндры дегенерируют, миелин разрушается. Аналогичная картина наблюдается на небольшом протяжении центрального отрезка. В дальнейшем аксоны переживших травму нейронов регенерируют, они прорастают из центрального отрезка в периферический и восстанавливают связи с ранее иннервированными структурами. *Швânновские* клетки, находящиеся в контакте с регенерирующим аксоном, начинают пролиферировать, синтезировать компоненты базальной мембраны и формировать миелин. *Швânновские* клетки поддерживают процесс отрастания аксона и контролируют направленный рост аксона к мишени. *Швânновские* клетки — источник факторов, стимулирующих регенерацию аксонов, и факторов, способствующих адгезии конуса роста. При отсутствии *швânновских* клеток аксоны не могут расти на значительные расстояния.

30. Правильный ответ — Д

Механорецепторную функцию в тканях выполняют тельца *Пачини*, сухожильный орган *Гольджи*, нервно-мышечное веретено, комплекс клетки *Мёркеля* с нервной терминалью и другие механорецепторы. Тельца *Пачини* встречаются в соединительной ткани кожи и различных органов. В концевой части сухожилия на границе с мышцей, а также в связках капсулы суставов расположены сухожильные органы *Гольджи*. Мышечные веретёна — механочувствительные воспринимающие приборы в скелетных мышцах. Комплексы клеток *Мёркеля* с нервными терминалями расположены в базальном слое эпидермиса.

31. Правильный ответ — Д

Все перечисленные в вопросе чувствительные нервные окончания (тельца *Пачини*, *Майсснера*, *Руффини* и комплекс клетки *Мёркеля* с нервной терминалью) относят к несвободным. Эти сложно организованные сенсорные рецепторы; кроме терминали отростка чувствительного нейрона, содержат дополнительные структуры. Терминальные ветвления периферического отростка чувствительных нейронов, не содержащие дополнительных структур, называют свободными нервными окончаниями. Это наиболее распространённый тип сенсорных рецепторов. Подобные окончания присутствуют в соединительной ткани внутренних органов и в коже. Свободные нервные окончания эпидермиса расположены в базальном и шиповатом его слоях. В областях кожи с высокой тактильной чувствительностью терминали достигают зернистого слоя.

32. Правильный ответ — А

Нейромедиатор в нервно-мышечном синапсе — ацетилхолин, в пресинаптической области находящийся в светлых синаптических пузырьках. Секретция медиатора осуществляется путём экзоцитоза. При этом мембрана синаптических пузырьков сливается с пресинапти-

ческой мембраной, и ацетилхолин высвобождается в синаптическую щель. Двигательная нервная терминаль окружена *швânновской* клеткой, образующей оболочку нервно-мышечного синапса и изолирующей его от окружающих структур.

33. Правильный ответ — Г

При повреждении нерва центральный отрезок (связанный с перикарионами) и периферический отрезок (дистальнее места повреждения) претерпевают разные изменения. Дегенерация нервных волокон происходит на небольшом протяжении центрального и на всём протяжении периферического отрезка (*убл-леровская* дегенерация). Она проявляется в виде разрушения осевых цилиндров, их фрагментации, распада миелина. Фрагменты осевых цилиндров и миелина захватываются макрофагами и частично *швânновскими* клетками, формирующими *бюнгнеровские* ленты. Функции перикариона после травмы нерва существенно угнетены. В частности, происходит распыление вещества *Ниссля* (тигролиз), что отражает прекращение синтеза белка, следовательно — аксонного транспорта.

34. Правильный ответ — Г

γ -Аминомасляная кислота — тормозный нейромедиатор в ЦНС (базальные ганглии, мозжечок) — образуется из глутаминовой кислоты под действием декарбоксилазы глутаминовой кислоты, захватывается из межклеточного пространства пресинаптической частью и деградирует под влиянием трансаминазы γ -аминомасляной кислоты. Эпилепсия — внезапные синхронные вспышки активности групп нейронов в разных областях мозга, что связывают со снижением тормозного действия γ -аминомасляной кислоты. Состояние тревоги — психическая реакция, связанная с уменьшением тормозного эффекта γ -аминомасляной кислоты.

35. Правильный ответ — Г

Изменение длины мышечных волокон регистрируют мышечные веретёна — чувствительные воспринимающие приборы скелетной мышцы. Их количество в различных мышцах значительно варьирует, но они присутствуют практически во всех мышцах, за исключением некоторых глазных. Основные структурные элементы мышечного веретена — интрафузальные мышечные волокна, нервные волокна и капсула. Мышечное веретено содержит от 1 до 10 коротких интрафузальных мышечных волокон. Терминали Ia-волокон образуют спираль в пределах экваториальной зоны обоих типов интрафузальных мышечных волокон (первичные, или аннулоspirальные окончания). Терминали более тонких II-волокон заканчиваются на интрафузальных волокнах в области, расположенной рядом с экваториальной (вторичные окончания, чаще встречаются в волокнах с ядерной цепочкой). Эффектерные A γ -волокон образуют нервно-мышечные синапсы с интрафузальными волокнами в концевой их части.

36. Правильный ответ — Д

Серое вещество спинного мозга состоит из отростков нервных клеток и их перикарионов, образующих скопления — ядра, объединённые в пластинки. В сером веществе имеются протоплазматические астроциты с многочисленными короткими и ветвящимися отростка-

ми, олигодендроциты, образующие контакты с перикарионами и миелин вокруг отростков нейронов, и микроглия. Клетки эпэндимной глии выстилают центральный канал.

37. Правильный ответ — А

В белом веществе спинного мозга присутствуют волокнистые астроциты с длинными, слабо или совсем не ветвящимися отростками. Здесь же олигодендроциты расположены рядами между нервными волокнами. Именно миелин придаёт белому веществу характерный цвет, отличающий его от серого вещества. При помощи тонких неветвящихся отростков олигодендроциты контактируют с аксонами и, продвигаясь относительно аксона уплощёнными концами отростков, окружают его циркулярной пластиной миелина. Каждый олигодендроцит при помощи своих отростков миелинизирует несколько аксонов. Наконец, в белом веществе имеется микроглия.

38–41. Правильные ответы: 38–В, 39–Б, 40–А, 41–Б

В образовании синапсов участвуют отростки и перикарион нейрона. В перикарионе присутствует хорошо развитая гранулярная эндоплазматическая сеть, обеспечивающая стабильно интенсивный синтез белка. Микротрубочки в перикарионе и дендритах (в отличие от аксона) не имеют направленной ориентации. Большинство микротрубочек аксона (+)-концом направлено к терминали, а (-)-концом — к перикариону. Характер ориентации микротрубочек имеет важное значение для распределения по отросткам различных органелл. К (+)-концу перемещаются митохондрии и секреторные пузырьки, а к (-)-концу — рибосомы, мультивезикулярные тельца, элементы комплекса Гольджи. В миелиновых волокнах осевой цилиндр, т.е. отросток нейрона, окружён миелиновой оболочкой.

42–46. Правильные ответы: 42–Б, 43–А, 44–В, 45–А, 46–В

Нервная трубка содержит внутреннюю пограничную мембрану, эпэндимный слой, плащевой (мантийный) слой, краевую вуаль, наружную пограничную мембрану. Матричные клетки эпэндимного слоя — источник почти всех клеток ЦНС. После смыкания валиков и образования нервной трубки часть эктодермы, расположенная между нейтральной и ненейтральной (кожной) эктодермой, формирует нервный гребень. Его производные — нейроны спинномозговых узлов и нейроны вегетативных ганглиев. Нейрогенные плакоды — утолщения эктодермы, расположенные латерально по обе стороны от формирующейся нервной трубки в краниальном отделе зародыша. Производные нейрогенных плакод — нейроны обонятельной выстилки, вестибулярного и слухового ганглиев. Из нейрогенных эктодермальных плакод происходит часть нейронов V (ганглий тройничного нерва, *ganglion trigeminale*) и VII (ганглий коленца, *ganglion geniculi*) черепных нервов. Из этого же источника развиваются все нейроны VIII (спиральный ганглий, *ganglion spirale cochleae*), IX (каменистый ганглий, *ganglion petrosus*) и X (узловатый ганглий, *ganglion nodosum*) черепных нервов.

47–51. Правильные ответы: 47–Б, 48–Г, 49–А, 50–В, 51–Д

Передние корешки спинного мозга образованы аксонами нейронов передних столбов, а задние корешки — центральными отростками

нейронов спинномозговых узлов. Чувствительные нервные окончания включают терминали периферических отростков псевдоуниполярных нейронов спинномозговых узлов. Преганглионарные волокна представлены аксонами вегетативных нейронов, перикарионы которых локализованы в боковых столбах спинного мозга. Аксоны нейронов вегетативных ганглиев формируют постганглионарные волокна.

52–56. Правильные ответы: 52–В, 53–А, 54–Б, 55–Г, 56–В

Спинномозговой узел (*ganglion spinale*) покрыт соединительнотканной капсулой. Внутри узла находятся группы псевдоуниполярных чувствительных нейронов, между которыми проходят пучки миелиновых волокон. Перикарионы нейронов имеют округлую форму и окружены клетками-сателлитами.

57–61. Правильные ответы: 57–А, 58–Б, 59–В, 60–Б, 61–Г

Чувствительные псевдоуниполярные нейроны сосредоточены в спинномозговых узлах. Нейроны вегетативных ганглиев — мультиполярные. Клетки-сателлиты окружают перикарионы нейронов и в спинномозговых узлах, и в вегетативных ганглиях. Аксоны преганглионарных нейронов формируют синаптические контакты с нейронами вегетативных ганглиев.

62. Правильный ответ — В

На рисунке фрагмента клетки указан миелин. Следовательно, речь может идти либо об олигодендроците — миелинообразующей клетке ЦНС, либо о *шванновской* клетке, образующей миелин в волокнах периферических нервов. Поскольку клетка содержит насечки *Шмидта-Лантермана*, можно полагать, что мы имеем дело со *шванновской* клеткой.

63. Правильный ответ — А

Синаптические пузырьки сливаются с пресинаптической мембраной в результате взаимодействия белков синаптобревина, SNAP-25 (*synaptosomal-associated protein*) и синтаксина. Синаптобревин встроен в мембрану синаптического пузырька, а SNAP-25 и синтаксин — в пресинаптическую мембрану. Синтаксин, SNAP-25 и синаптобревин — мишени ботулинического токсина, необратимо подавляющего слияние синаптических пузырьков с пресинаптической мембраной. Мишенью столбчатого токсина, также блокирующего синаптическую передачу, является синаптобревин.

64. Правильный ответ — В

Миастения тяжёлая псевдопаралитическая (*myasthenia gravis*) — аутоиммунное заболевание, при котором образуются антитела к н-холинорецепторам. Циркулирующие в крови антитела связываются с н-холинорецепторами постсинаптической мембраны мышечных волокон, препятствуют взаимодействию холинорецепторов с ацетилхолином и угнетают их функцию, что приводит к нарушению синаптической передачи и развитию мышечной слабости.

ЦЕНТРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

ВОПРОСЫ

Пояснение. За каждым из перечисленных вопросов или незаконченных утверждений следуют обозначенные буквой ответы или завершения утверждений. Выберите (укажите букву) один ответ (или завершения утверждения), наиболее соответствующий каждому утверждению.

- 1. Что верно для нейронов ЦНС?**

 - (А) Митотически делятся
 - (Б) Нейрофиламенты состоят из тубулина
 - (В) Составляют растущую клеточную популяцию
 - (Г) Аксонный транспорт реализуется при помощи микротрубочек
 - (Д) Синтезируют белки миелина
- 2. Эпендимная глия:**

 - (А) входит в мантийный слой
 - (Б) происходит из нервного гребня
 - (В) выстилает спинномозговой канал и желудочки мозга
 - (Г) образует краевую вуаль
 - (Д) контактирует с наружной пограничной мембраной
- 3. Перикарионы псевдоуниполярных чувствительных нейронов окружены:**

 - (А) олигодендроцитами
 - (Б) астроцитами
 - (В) шванновскими клетками
 - (Г) клетками-сателлитами
 - (Д) фибробластами
- 4. В мышцу конечности ввели маркёр, который был захвачен нервными терминалями и транспортирован в перикарионы. В каких нейронах можно обнаружить маркёр, если перед его введением были перерезаны передние корешки спинного мозга?**

 - (А) Мотонейроны спинного мозга
 - (Б) Вставочные нейроны в спинном мозге
 - (В) Чувствительные нейроны спинномозговых узлов
 - (Г) Центральные нейроны вегетативной нервной системы
 - (Д) Зернистые клетки коры мозжечка
- 5. Путь проведения болевых импульсов. Какой нейромедиатор работает в синапсах между терминалью центрального отростка чувствительного нейрона и нейроном спиноталамического пути?**

 - (А) Ацетилхолин
 - (Б) Норадреналин
 - (В) Энкефалин
 - (Г) Вещество Р
 - (Д) Дофамин
- 6. Через какие рецепторы в терминали центрального отростка чувствительного нейрона подавляется секреция медиатора из этой терминали?**

 - (А) Ацетилхолина
 - (Б) Норадреналина
 - (В) Энкефалина
 - (Г) Вещества Р
 - (Д) Дофамина
- 7. Локализация перикарионов нейронов, образующих ацетилхолиновые синапсы в скелетных мышцах конечностей:**

 - (А) передние столбы спинного мозга
 - (Б) ганглии симпатической цепочки
 - (В) V слой двигательной коры
 - (Г) спинномозговой узел
 - (Д) ганглионарный слой мозжечка
- 8. Информацию из коры мозжечка выводят:**

 - (А) аксоны клеток-зёрен, образующие клубочки мозжечка
 - (Б) аксоны клеток *Пуркинё*
 - (В) лазащие волокна
 - (Г) аксоны *корзинчатых* клеток
 - (Д) *моховидные* волокна
- 9. К структурам, образующим синапсы с клетками *Пуркинё*, относятся все, КРОМЕ:**

 - (А) дендритов клеток-зёрен
 - (Б) дендритов *звёздчатых* клеток
 - (В) лазающих волокон
 - (Г) дендритов *корзинчатых* клеток
 - (Д) *моховидных* волокон
- 10. Клубочки мозжечка содержат все структуры, КРОМЕ:**

 - (А) терминалей дендритов клеток-зёрен
 - (Б) дендритов *звёздчатых* клеток
 - (В) аксонов клеток *Гольджи II* типа
 - (Г) дендритов клеток *Гольджи II* типа
 - (Д) окончаний *моховидных* волокон
- 11. Аксоны каких нейронов двигательной коры образуют пирамидный путь?**

 - (А) Веретеновидные
 - (Б) Клетки *Бёца*
 - (В) Зернистые
 - (Г) Звёздчатые
 - (Д) Горизонтальные
- 12. Укажите локализацию перикарионов постганглионарных нейронов симпатического отдела вегетативной нервной системы:**

 - (А) ганглий симпатической цепочки
 - (Б) спинномозговой узел
 - (В) боковые столбы спинного мозга
 - (Г) задние корешки спинного мозга
 - (Д) ядра серого вещества продолговатого и среднего мозга

13. Укажите локализацию перикарионов преганглионарных нейронов симпатического отдела вегетативной нервной системы:
- серое вещество спинного мозга
 - ганглий симпатической цепочки
 - передние корешки спинного мозга
 - интрамуральные нервные сплетения
 - задние корешки спинного мозга
14. Дефицит какого относящегося к моноаминам нейромедиатора в области стриатума наблюдается при болезни Паркинсона?
- Глицин
 - Ацетилхолин
 - γ -Аминомасляная кислота
 - Дофамин
 - Серотонин
15. Паутинная оболочка мозга:
- содержит сеть тонких трабекул и цистерны с цереброспинальной жидкостью
 - продолжение надкостницы костей черепа
 - сосудистый слой оболочек мозга
 - снаружи покрыта эндотелием
 - продуцирует цереброспинальную жидкость
16. В мозжечке возбуждение от моховидных волокон к грушевидным клеткам Пуркинье передают нейроны:
- корзинчатые
 - клетки Гольджи
 - клетки-зёрна
 - большие пирамидные
 - веретеновидные
17. Внутренний слой коры мозжечка называется:
- полиморфным
 - молекулярным
 - пирамидным
 - ганглионарным
 - зернистым
18. Лазящие волокна в мозжечке заканчиваются на:
- грушевидных клетках Пуркинье
 - корзинчатых клетках
 - звёздчатых клетках
 - клетках Гольджи
 - клетках-зёрнах
- Пояснение.** Каждый из нижеприведённых вопросов содержит четыре варианта ответов, из которых правильными могут быть один или сразу несколько. Выберите:
- если правильны ответы 1, 2 и 3
 - если правильны ответы 1 и 3
 - если правильны ответы 2 и 4
 - если правилен ответ 4
 - если правильны ответы 1, 2, 3 и 4

19. Нейроны спинномозговых узлов происходят из:
- нервной трубки
 - вентральной эктодермы
 - эктодермальных плакод
 - нервного гребня
20. Эпэндимная глия:
- выстилает центральный канал спинного мозга
 - имеет реснички
 - секретирует цереброспинальную жидкость
 - происходит из нервного гребня
21. Мозжечок:
- наружный слой коры — молекулярный
 - аксоны клеток Пуркинье направляются в белое вещество
 - корзинчатые клетки расположены в молекулярном слое
 - клубочек мозжечка окружён соединительнотканной капсулой
22. Аксоны клеток-зёрен образуют синапсы с дендритами:
- клеток Пуркинье
 - корзинчатых клеток
 - звёздчатых клеток
 - клеток Гольджи II типа
23. Модуль коры больших полушарий головного мозга:
- пронизывает всю толщу коры
 - связан с соседним модулем коллатеральными дендритов и аксонов
 - включает более сотни тысяч синаптически связанных нейронов
 - содержит белое вещество
24. Что входит в состав передних корешков спинного мозга?
- Аксоны мотонейронов
 - Центральные отростки чувствительных нейронов спинномозговых узлов
 - Аксоны нейронов боковых столбов
 - Периферические отростки чувствительных нейронов спинномозговых узлов
25. Аксоны преганглионарных нейронов симпатического отдела вегетативной нервной системы проходят в составе:
- заднего корешка спинного мозга
 - переднего корешка спинного мозга
 - спинномозгового узла
 - белой соединительной ветви
26. Укажите структуры, принадлежащие спинному мозгу:
- краевой пояс Лиссауэра
 - перикарионы γ -мотонейронов
 - эпэндимные клетки
 - роландово студенистое вещество
27. Клетки Рёншоу:
- вставочные нейроны в спинном мозге
 - образуют тормозные синапсы на перикарионах мотонейронов
 - получают сигналы от возвратной ветви аксонов α -мотонейронов
 - коллатерали аксонов выходят в белое вещество и возвращаются обратно в серое

28. В чувствительных зонах коры головного мозга хорошо развиты слои:

- (1) пирамидный
- (2) молекулярный
- (3) ганглионарный
- (4) внутренний зернистый

29. Афферентные волокна мозжечка (моховидные и лазице) заканчиваются в слое:

- (1) молекулярном
- (2) ганглионарном
- (3) зернистом
- (4) пирамидном

Пояснение. Каждому вопросу (левая колонка), обозначенному цифрой, соответствует обозначенный буквой возможный ответ (правая колонка). Для каждого вопроса выберите наиболее подходящий по смыслу ответ. Каждый ответ можно выбрать один раз, более одного раза или вообще не выбирать.

30–34. Цитоархитектоника коры большого мозга и мозжечка

Слой...	присутствует в коре...
30. молекулярный	(А) мозжечка
31. ганглионарный	(Б) полушарий мозга
32. пирамидный	(В) и там, и там
33. внутренний зернистый	(Г) ни там, ни там
34. полиморфный	

35–39. Нейронный состав разных структур ЦНС

Структуры...	содержат...
35. передние столбы спинного мозга	(А) нейросекреторные клетки
36. гипоталамус	(Б) мотонейроны
37. чувствительная зона коры головного мозга	(В) внутренний зернистый слой
38. двигательная зона коры головного мозга	(Г) грушевидные нейроны
39. кора мозжечка	(Д) крупные пирамидные клетки

40–44. Кора мозжечка

Нейроны и волокна...	представлены...
40. ассоциативные возбуждающие нейроны	(А) лазицами волокнами
41. ассоциативные тормозные нейроны	(Б) корзинчатыми клетками
42. ассоциативные эфферентные нейроны	(В) грушевидными клетками
43. афферентные волокна, заканчивающиеся в молекулярном слое	(Г) моховидными волокнами
44. афферентные волокна, заканчивающиеся в зернистом слое	(Д) клетками-зёрнами

ОТВЕТЫ И ПОЯСНЕНИЯ**1. Правильный ответ — Г**

Нейроны, в том числе и нейроны ЦНС, не делятся, образуют статическую клеточную популяцию. Промежуточные филаменты (нейрофиламенты) состоят из белков нейрофиламентного триплета. Другой элемент цитоскелета — микротрубочки, они имеют прямое отношение к реализации аксонного транспорта. Белки миелина в ЦНС синтезируют олигодендроциты.

2. Правильный ответ — В

Состав нервной трубки: внутренняя пограничная мембрана, эпендимный слой, плащевой (мантийный) слой, краевая вуаль, наружная пограничная мембрана. Матричные клетки эпендимного слоя — источник почти всех клеток ЦНС. Предшественники эпендимной глиии дифференцируются из матричных клеток и не выселяются из эпендимного слоя нервной трубки. Они дифференцируются *in situ* в эпендимоциты, выстилающие желудочки головного мозга и центральный канал спинного мозга. Из клеток эпендимы развивается доброкачественная опухоль — эпендимома. Встречается и резко злокачественный вариант (анапластическая эпендимома).

3. Правильный ответ — Г

Перикарионы псевдоуниполярных чувствительных нейронов в спинномозговом узле окружены клетками-сателлитами. Эти клетки рассматривают как аналоги *шванновских* клеток, с которыми они имеют общий генез (происходят из нервного гребня) и сходную функцию.

4. Правильный ответ — В

Введённый в мышцу маркер захватывается терминалями чувствительных (афферентных) и двигательных (эфферентных) нервных волокон. Двигательные волокна проходят в составе передних корешков спинного мозга, а чувствительные — в составе задних. При перерезке передних корешков спинного мозга (следовательно, и двигательных нервных волокон) маркер ретроградно транспортируется по периферическим отросткам псевдоуниполярных чувствительных нейронов в их перикарионы, расположенные в спинномозговых узлах.

5. Правильный ответ — Г

Спиналоталамический путь латеральный (*tractus spinothalamicus lateralis*) — главный путь проведения болевой чувствительности. Центральные ветви псевдоуниполярных нейронов спинномозговых узлов входят в спинной мозг через латеральные отделы задних корешков и, поднявшись в спинном мозге на 1–2 сегмента, образуют синапсы с нейронами *роландова* студенистого вещества. Аксоны этих нейронов образуют латеральный спиналоталамический путь. Они идут через переднюю спайку на противоположную сторону и поднимаются в латеральных отделах боковых канатиков к таламусу. Спиналоталамические пути проходят через ствол мозга и заканчиваются в вентро-латеральных ядрах таламуса противоположной стороны. 20% псевдоуниполярных нейронов спинномозговых узлов передаёт возбуждение со своих центральных отростков на нейроны спиналоталамического пути при помощи нейромедиатора пептидной природы — вещества Р. Через рецепторы опиоидных пептидов, встроенных в мембрану термина-

ли центрального отростка чувствительного нейрона, осуществляется блокирование секреции вещества Р и снятие болевых ощущений. Источником опиоидного пептида энкефалина служит вставочный нейрон спинного мозга, из отростков которого и секретируется пептид.

6. Правильный ответ — В

Из отростков вставочных нейронов спинного мозга, контактирующих в спинном мозге с терминалями центральных отростков чувствительных нейронов спинномозговых узлов, секретируется энкефалин. Этот нейромедиатор связывается с опиоидными рецепторами в пресинаптической мембране терминали отростка чувствительного нейрона, тормозит секрецию вещества Р из чувствительного нейрона и проведение болевых импульсов.

7. Правильный ответ — А

Аксоны мотонейронов, перикарионы которых расположены в передних столбах спинного мозга, достигают скелетных мышц конечностей, где образуют нервно-мышечные синапсы. Мотонейроны образуют несколько отдельных скоплений в пределах пластинки IX. Медиальная группа ядер прослежена по всей длине мозга. В ней различают более крупные передне-медиальные ядра в верхних шейных, верхних грудных и некоторых пояснично-крестцовых сегментах и задне-медиальные ядра, более выраженные в утолщениях мозга. Мотонейроны медиальной группы ядер иннервируют аксиальную мускулатуру. Остальная мускулатура получает эфферентную иннервацию от мотонейронов латеральной группы ядер. α -Мотонейроны холинергические. Небольшое количество мелких нейронов передних столбов содержит γ -аминомасляную кислоту.

8. Правильный ответ — В

Информацию из коры мозжечка выводят аксоны клеток *Пуркинё* — единственные эфферентные волокна, выходящие из коры мозжечка. Из различных отделов мозга в кору мозжечка входят многочисленные волокна. В зернистом слое *моховидные* волокна ветвятся и формируют концевые розетки, вступающие в контакт с дендритами клеток-*зёрен*, дендритами и аксонами клеток *Гольджи* II типа в клубочках мозжечка. *Лазящие* волокна заканчиваются в молекулярном слое на дендритах клеток *Пуркинё*. На одну клетку *Пуркинё* приходится одно *лазящее* волокно.

9. Правильный ответ — Д

С перикарионами или отростками клеток *Пуркинё* образуют синапсы дендриты клеток-*зёрен*, дендриты *звёздчатых* клеток, *лазящие* волокна, дендриты *корзинчатых* клеток. *Моховидные* волокна не образуют синапсов с клетками *Пуркинё*. Они проникают в зернистый слой, где вступают в контакты с аксонами и дендритами клеток *Гольджи* II типа.

10. Правильный ответ — Б

Скопление терминальных ветвлений отростков различных нейронов мозжечка и *моховидных* волокон образует клубочек мозжечка, окружённый капсулой из глиальных клеток. Вокруг клубочка расположены скопления клеток-*зёрен*. Клубочки содержат розетки — окончания *моховидных* волокон, *птичьи лапки* — терминали дендритов клеток-*зёрен*, аксоны клеток *Гольджи* II типа (формируют аксо-аксональные синапсы) и часть разветвлений дендритов клеток *Гольджи*

II типа. Дендриты *звёздчатых* клеток образуют синапсы с аксонами клеток-*зёрен* в молекулярном слое, проходящими параллельно поверхности мозжечка.

11. Правильный ответ — Б

Нисходящий корково-спинномозговой путь передний (пирамидный) путь передний, *tractus corticospinalis ventralis*) образован аксонами пирамидных нейронов — клеток *Беца*, расположенных в двигательной зоне коры, в предцентральной извилине (*gyrus precentralis*). Волокна пути проходят через внутреннюю капсулу и передний канатик, заканчиваются в передних столбах, посегментно перекрещиваясь. Нисходящий корково-спинномозговой путь латеральный (пирамидный) путь латеральный, *tractus corticospinalis lateralis*) также начинается в коре предцентральной извилины, проникает через внутреннюю капсулу и после перекреста в продолговатом мозге проходит в боковом канатике, заканчиваясь в передних рогах.

12. Правильный ответ — А

Перикарионы постганглионарных нейронов симпатического отдела вегетативной нервной системы расположены в ганглиях симпатической цепочки. Нейроны адренергические, нейромедиатор — норадреналин. Их аксоны иннервируют различные органы (например, миокард, гладкомышечные клетки сосудов и внутренних органов). Постганглионарные симпатические волокна, участвующие в иннервации сердца, образованы аксонами нейронов ганглиев симпатической нервной цепочки (*звёздчатый* и отчасти верхний шейный симпатические узлы). Они подходят к органу в составе нескольких сердечных нервов и равномерно распределяются по всем отделам сердца.

13. Правильный ответ — А

Перикарионы холинергических преганглионарных нейронов симпатического отдела вегетативной нервной системы расположены в сером веществе спинного мозга (*nucleus intermediolateralis*). Ядро расположено на уровне Th₁–L₂ или L₃ в пластинке VII. Веретеновидные нейроны ядра дают начало преганглионарным симпатическим волокнам, выходящим из спинного мозга через передние корешки и проходящим через передние соединительные ветви.

14. Правильный ответ — Г

Дофамин — нейромедиатор в окончаниях некоторых аксонов периферических нервов и многих нейронов ЦНС (*чёрное вещество*, средний мозг, гипоталамус), относящийся к моноаминам. После секреции и взаимодействия с рецепторами дофамин активно захватывается пресинаптической терминалью, где его расщепляет моноаминоксидаза. Болезнь *Паркинсона* — патологическое уменьшение количества нейронов в *чёрном* веществе и других областях мозга с уменьшением уровня дофамина и метионин-энкефалина, преобладанием эффектов холинергической системы.

15. Правильный ответ — А

Головной и спинной мозг защищены оболочками. Мягкая мозговая оболочка (*pia mater*) непосредственно прилегает к мозгу. Снаружи проходит твёрдая мозговая оболочка (*dura mater*). Между ними расположена средняя, паутинная оболочка (*t. arachnoidea*). Все оболочки образованы волокнистой соединительной тканью. Мягкую и па-

утинную оболочку можно рассматривать как одно целое под общим названием *pia-arachnoidea*, или *leptomeninges*. Паутинная оболочка — сеть тонких соединительнотканых перегородок (трабекул), состоящих преимущественно из коллагеновых волокон и небольшого количества эластических волокон. Пространство между трабекулами заполнено цереброспинальной жидкостью и называется субарахноидальным. Паутинная оболочка в области борозд мозга не прилегает вплотную к мягкой мозговой оболочке. Здесь присутствуют цистерны, содержащие большое количество цереброспинальной жидкости. Паутинная оболочка изнутри и снаружи выстлана непрерывным слоем уплощённых клеток. Эндотелий выстилает синусы твёрдой мозговой оболочки.

16. Правильный ответ — В

Моховидные волокна, проникнув в зернистый слой, ветвятся и формируют концевые розетки, вступающие в контакт с дендритами клеток-зёрен в составе клубочков мозжечка. 3–4 очень коротких дендрита клеток-зёрен образуют концевые разветвления, напоминающие *птичьи лапки*. Аксоны клеток-зёрен поднимаются в молекулярный слой, где образуют Т-образные разветвления, идущие параллельно поверхности мозжечка в плоскости, совпадающей с направлением извилины. Это параллельные волокна, образующие синапсы с дендритами клеток *Пуркинё*.

17. Правильный ответ — Д

Извилины мозжечка содержат узкую пластинку белого вещества, полностью покрытую серым веществом, в котором различают три слоя: наружный — молекулярный, средний — ганглионарный и внутренний — зернистый.

18. Правильный ответ — А

Лазящие волокна, относящиеся к афферентам мозжечка, заканчиваются в молекулярном слое на дендритах *грушевидных* клеток *Пуркинё*.

19. Правильный ответ — Г

Псевдоуниполярные чувствительные нейроны спинномозговых узлов происходят из нервного гребня. Расположенные латерально от зачатка нервного гребня участки дорсальной эктодермы в краниальном отделе зародыша носят название эктодермальных нейрогенных плакод. Из материала плакод развиваются чувствительные нейроны ганглиев V, VII, VIII, IX и X черепных нервов, нейроны обонятельного эпителия. Из матричных клеток в эпэндимном слое нервной трубки дифференцируются нейроны ЦНС и глиальные клетки.

20. Правильный ответ — А

Эпэндимная глия развивается из нервной трубки, выстилает центральный канал и желудочки мозга. Клетки связаны взаимными интердигитациями, соединены плотными контактами и образуют барьер проницаемости. Эпителиоидные эпэндимные клетки имеют кубическую форму и снабжены ресничками и микроворсинками на обращённой к просвету поверхности. Ядро овальной формы расположено в базальной части клеток, хорошо развиты комплекс *Гольджи* и гладкая эндоплазматическая сеть. В некоторых отделах желудочков мозга присутствуют атипичные эпэндимные клетки. Многослойная эпэндима встречается у плода и в раннем постнатальном периоде, а у взрослого че-

ловека сохраняется в III желудочке над *nucleus tuberis infundibularis*, в некоторых отделах водопровода мозга и бокового углубления IV желудочка. Модифицированные эпэндимные клетки выстилают сосудистую покрышку (*tela chorioidea*) и сосудистое сплетение желудочков мозга (*plexus chorioideus*) и секретируют цереброспинальную жидкость.

21. Правильный ответ — А

Извилины мозжечка содержат узкую пластинку белого вещества, полностью покрытую серым веществом (кора мозжечка), в котором различают три слоя: наружный — молекулярный, средний — ганглионарный и внутренний — зернистый. Молекулярный слой содержит *звёздчатые* и *корзинчатые* клетки. Расположенный глубже ганглионарный слой состоит из перикарионов клеток *Пуркинё*, аксоны которых выходят из коры мозжечка в белое вещество. В глубине белого вещества мозжечка лежат скопления нейронов — ядра мозжечка. Аксоны клеток *Пуркинё*, единственные эфферентные волокна, выходящие из коры мозжечка, образуют синаптические контакты с нейронами ядер мозжечка. Небольшая часть аксонов клеток *Пуркинё* направляется в вестибулярное ядро. Коллатерали аксонов этих нейронов возвращаются обратно в ганглионарный слой и поднимаются в глубокие части молекулярного слоя, вступая в контакт с клетками *Гольджи* II типа и с телами и дендритами соседних клеток *Пуркинё*. Клубочки мозжечка окружены капсулой из глиальных клеток.

22. Правильный ответ — Д

Перикарионы клеток-зёрен расположены в зернистом слое коры мозжечка. Их длинные аксоны поднимаются в молекулярный слой, где, Т-образно разветвляясь, образуют параллельные волокна. Здесь они образуют синапсы с дендритами клеток *Пуркинё*, *корзинчатых* клеток, *звёздчатых* клеток и клеток *Гольджи* II типа. Дендриты клеток-зёрен вступают в синаптические контакты с *моховидными* волокнами в составе клубочков мозжечка.

23. Правильный ответ — А

Модуль коры больших полушарий головного мозга пронизывает всю толщу коры, связан с соседними модулями при помощи коллатералей дендритов и аксонов, включает более 100 тысяч синаптических связанных нейронов. Существует представление о вертикальных (радиальных) связях от одной до трёх сотен нейронов коры, в совокупности образующих некую функциональную единицу, называемую цилиндром. Подобная структура может достигать в диаметре нескольких сотен микрометров. Цилиндры наиболее наглядно прослеживаются в сенсорных полях коры, где они получают информацию от определённых групп афферентных нейронов. Границы между цилиндрами в двигательной коре размыты.

24. Правильный ответ — Б

Передние корешки спинного мозга содержат аксоны мотонейронов и аксоны преганглионарных нейронов вегетативной нервной системы, перикарионы которых расположены в боковых столбах. Клетки *nucleus intermediolateralis*, расположенного в боковых столбах в пределах пластинки VII, являются преганглионарными симпатическими нейронами. Их аксоны выходят из спинного мозга в составе передних корешков на уровне Th₁–L₃. Крестцовое парасимпатическое

ядро *Онуфровича*, также расположенное в тех же боковых столбах в пределах пластинки VII, но на уровне S_2-S_4 , содержит преганглионарные парасимпатические нейроны. Их аксоны проходят в передних корешках крестцового отдела. Задние корешки содержат центральные отростки псевдоуниполярных нейронов. Периферические отростки чувствительных нейронов спинномозговых узлов иннервируют кожу, мышцы и внутренние органы.

25. Правильный ответ — В

Аксоны преганглионарных нейронов симпатического отдела вегетативной нервной системы проходят в составе передних корешков спинного мозга и белых соединительных ветвей.

26. Правильный ответ — Д

Задний столб (*columna posterior*) включает пластинки I–IV. Верхушка заднего рога окаймлена краевым поясом *Лиссауэра* (*zona marginalis Lissaueri*) — пластинка I. *Роландово студенистое вещество* (*substantia gelatinosa Rolandi*, пластинка II) отделено от краевого пояса губчатой зоной (*zona spongiosa*). γ -Мотонейроны иннервируют интрафузальные волокна мышечных веретён. Их перикарионы расположены в передних столбах спинного мозга. Эпендимные клетки также присутствуют в спинном мозге. Они выстилают центральный канал.

27. Правильный ответ — А

Вставочные нейроны в спинном мозге — клетки *Рёнишоу* — регистрируют сигналы от возвратной ветви аксонов α -мотонейронов. Аксоны клеток *Рёнишоу* образуют тормозные синапсы с перикарионами этих мотонейронов.

28. Правильный ответ — Г

Чувствительные области коры (соматосенсорная, зрительная и слуховая) имеют развитый внутренний зернистый слой (слой IV) и чётко выраженную наружную полосу *Байаржэ*, которую образуют афферентные волокна, приходящие из таламуса.

29. Правильный ответ — Б

В кору мозжечка входят многочисленные волокна из различных отделов мозга. В зернистом слое присутствуют *моховидные* волокна. *Лазящие* волокна заканчиваются в молекулярном слое на дендритах клеток *Пуркинё*.

30–34. Правильные ответы: 30–В, 31–В, 32–Б, 33–Б, 34–Б

Начиная с поверхности коры большого мозга слои располагаются в следующем порядке: молекулярный, наружный зернистый, наружный пирамидный, внутренний зернистый, внутренний пирамидный (ганглионарный) и полиморфный (мультиформный). Кора мозжечка образована тремя слоями: наружный — молекулярный, средний — ганглионарный и внутренний — зернистый.

35–39. Правильные ответы: 35–Б, 36–А, 37–В, 38–Д, 39–Г

Передний столб (*columna anterior*) содержит перикарионы мотонейронов. Соответствует локализации пластинок VIII–IX. Гипоталамус — часть гипоталамо-гипофизарной системы, где синтезируются рилинг-гормоны, аргинин вазопрессин (антидиуретический гормон, АДГ), окситоцин, нейрофизины. В мозжечке перикарионы клеток *Пуркинё* имеют грушевидную форму и образуют практически

сплошной пласт. От тела в молекулярный слой отходят 2–3 сильно ветвящихся дендрита. Аксоны клеток *Пуркинё* — единственные эфферентные волокна, выходящие из коры мозжечка. На клетках *Пуркинё* так или иначе заканчиваются все афферентные пути мозжечка. Чувствительные зоны коры головного мозга имеют хорошо развитый внутренний зернистый слой, а двигательные зоны коры содержат самые крупные нейроны — пирамидные клетки. Пирамидные нейроны в двигательных зонах коры имеют длинный апикальный дендрит, выходящий из вершины пирамиды, и другие дендриты, отходящие от боковых поверхностей перикариона. От основания пирамиды отходит аксон, уходящий в белое вещество. Возвратные коллатеральные ветви аксона заканчиваются на других пирамидных нейронах или вставочных корковых нейронах.

40–44. Правильные ответы: 40–Д, 41–Б, 42–В, 43–А, 44–Г

Ассоциативные возбуждающие нейроны — клетки-зёрна. Тело их весьма невелико и практически полностью занято ядром. 3–4 очень коротких дендрита образуют концевые разветвления, напоминающие *птичьи лапки*. Аксоны клеток-зёрен поднимаются в молекулярный слой, где образуют Т-образные разветвления, идущие параллельно поверхности мозжечка в плоскости, совпадающей с направлением извилины. Это *параллельные* волокна, образующие синапсы с дендритами: клеток *Пуркинё*, *корзинчатых* клеток, *звёздчатых* клеток, клетка *Гольджи* II типа. *Параллельные* волокна клеток-зёрен заканчиваются возбуждающими синапсами. *Моховидные* и *лазящие* волокна в коре мозжечка также образуют возбуждающие синапсы. Остальные типы связей в коре мозжечка формируют тормозные синапсы. Примером ассоциативных тормозных нейронов служат *корзинчатые* клетки — мультиполярные нейроны неправильной формы и небольших размеров. Они образуют многочисленные длинные и сравнительно малоразветвлённые дендриты. Их аксон направлен параллельно поверхности мозжечка в той же плоскости, в которой расположены ветвления дендритов клеток *Пуркинё*. На всём протяжении аксон образует ветви, заканчивающиеся в виде *корзиночек* на телах клеток *Пуркинё*. Ассоциативные эфферентные нейроны — *грушевидные* клетки *Пуркинё*. Их аксоны проходят через зернистый слой в белое вещество — единственные эфферентные волокна, выходящие из коры мозжечка. Они заканчиваются на нейронах ядер мозжечка, небольшая их часть направляется в вестибулярное ядро. *Лазящие* волокна в молекулярном слое подходят к телам клеток *Пуркинё* и здесь распадаются на несколько тонких веточек, оплетающих дендриты. *Моховидные* волокна, проникнув в зернистый слой, ветвятся и формируют концевые розетки, вступающие в контакт с дендритами клеток-зёрен в составе клубочков мозжечка.

ОРГАНЫ ЧУВСТВ

ВОПРОСЫ

Пояснение. За каждым из перечисленных вопросов или незаконченных утверждений следуют обозначенные буквой ответы или завершения утверждений. Выберите (укажите букву) один ответ (или завершения утверждения), наиболее соответствующий каждому утверждению.

- Из нейроэктодермы развиваются все структуры, КРОМЕ:**
 - нервной трубки
 - нервного гребня
 - обонятельной плакоды
 - хрусталика
 - цилиарных мышц
- Центральная ямка сетчатки. Верно всё, КРОМЕ:**
 - здесь резко истончены внутренний ядерный и ганглиозный слои
 - место наилучшего восприятия
 - это область формирования и выхода зрительного нерва
 - место радиального расхождения аксонов фоторецепторных клеток
 - содержит преимущественно колбочки
- Какова функция шлеммова канала?**
 - Отток слезной жидкости
 - Обильная васкуляризация оболочек
 - Обновление состава стекловидного тела
 - Отток жидкости из передней камеры
 - Питание переднего отдела сетчатки
- Цепь передачи возбуждения в сетчатке:**
 - пигментная клетка — биполярный нейрон — фоторецептор
 - фоторецептор — биполярный нейрон — ганглиозная клетка
 - ганглиозная клетка — биполярный нейрон — фоторецептор
 - фоторецептор — ганглиозная клетка — биполярный нейрон
 - пигментная клетка — фоторецептор — ганглиозная клетка — биполярный нейрон
- Колбочки. Верно всё, КРОМЕ:**
 - рецепторы цветового зрения
 - развиваются из глазного пузыря нервной трубки
 - содержат зрительные пигменты разных типов
 - аксон образует синаптический контакт с ганглиозной клеткой
 - фотоны активируют зрительный пигмент в наружных сегментах
- Какая часть фоторецептора регистрирует фотоны?**
 - Наружный сегмент
 - Связующий отдел
 - Внутренний сегмент
 - Перикарион
 - Аксон
- Источник развития канала улитки:**
 - мезенхима
 - эктодерма плакод
 - нейроэктодерма для слухового ганглия
 - нервный гребень
 - мезодерма головного отдела
- Слуховое пятно (макула) содержит все структуры, КРОМЕ:**
 - стереоцилий
 - отолитовой мембраны
 - покровной мембраны
 - кристаллов карбоната кальция
 - киноцилий
- Волосковые клетки органа равновесия. Верно всё, КРОМЕ:**
 - содержат киноцилию и несколько десятков стереоцилий
 - стереоцилии имеют 1 пару центральных и 9 пар периферических микротрубочек
 - характеризуются дирекционной чувствительностью
 - образуют синаптические контакты с эфферентными нервными волокнами
 - расположены в эпителии пятен мешочков и гребешков
- В транспорте, хранении и метаболизме витамина А и его производных в сетчатке участвуют:**
 - амакринные клетки
 - ганглиозные клетки
 - мюллеровские клетки
 - клетки пигментного эпителия
 - биполярные нейроны
- Питание роговицы осуществляется:**
 - из собственных кровеносных сосудов
 - за счет диффузии из жидкости передней камеры глаза
 - за счет диффузии из жидкости задней камеры глаза
 - из лимфатических сосудов
 - из слезной жидкости
- Водянистая влага из передней камеры глаза оттекает в:**
 - вены радужки
 - вены роговицы
 - венозный синус склеры
 - стекловидное тело
 - вены ресничного тела

13. Сетчатка развивается из:

- (А) эктодермы
- (Б) энтодермы
- (В) нервной трубки
- (Г) мезодермы
- (Д) мезенхимы

14. Барабанная перепонка состоит из всех элементов, КРОМЕ:

- (А) многослойного плоского эпителия
- (Б) однослойного плоского эпителия
- (В) коллагеновых и эластических волокон
- (Г) фибробластов
- (Д) хрящевых клеток

15. Нейросенсорные клетки органов чувств передают информацию нервным клеткам при помощи:

- (А) щелевых контактов
- (Б) нейромедиаторов
- (В) гормонов
- (Г) ферментов
- (Д) нексусов

16. Отолитовая мембрана с кристаллами карбоната кальция покрывает поверхность:

- (А) ампулярного гребешка
- (Б) спирального органа
- (В) базилярной мембраны
- (Г) слухового пятна
- (Д) вестибулярной мембраны

Пояснение. Каждый из нижеприведённых вопросов содержит четыре варианта ответов, из которых правильными могут быть один или сразу несколько. **Выберите:**

- А — если правильны ответы 1, 2 и 3
- Б — если правильны ответы 1 и 3
- В — если правильны ответы 2 и 4
- Г — если правилен ответ 4
- Д — если правильны ответы 1, 2, 3 и 4

17. Роговица глаза:

- (1) покрыта многослойным эпителием
- (2) задняя поверхность выстлана эндотелием
- (3) фибробласты стромы происходят из нервного гребня
- (4) собственное вещество содержит гемокапилляры

18. Наружные сегменты фоторецепторных нейронов содержат:

- (1) 9 пар микротрубочек
- (2) митохондрии
- (3) мембранные диски
- (4) базальное тельце

19. Палочки сетчатки:

- (1) родопсин встроен в плазмолемму наружного сегмента
- (2) в темноте ионные каналы в плазмолемме открыты
- (3) активация G-белка вызывает появление темного тока в плазмолемме
- (4) снижение концентрации цГМФ приводит к закрытию Na^+ -каналов

20. Мюллеровские клетки:

- (1) перекачивают K^+ из наружных отделов сетчатки в жидкость стекловидного тела
- (2) ядра расположены на уровне внутреннего ядерного слоя
- (3) наружные отростки образуют наружный пограничный слой
- (4) контролируют восприятие подвижных объектов

21. Укажите клетки, способные к регенерации в постнатальном онтогенезе:

- (1) нейроны речевого центра
- (2) нейроны обонятельной выстилки
- (3) пирамидные нейроны V слоя коры
- (4) шванновские клетки

22. Рецепторная клетка обонятельной выстилки:

- (1) центральный отросток через отверстие в решётчатой кости проникает в полость черепа
- (2) центральный отросток образует безмиелиновое волокно обонятельного нерва
- (3) периферический отросток направляется к поверхности эпителия
- (4) постоянно обновляется за счёт клеток-предшественниц

23. Обонятельные волоски:

- (1) аналоги реснички
- (2) отходят от базальных телец в обонятельной булаве
- (3) содержат цАМФ-зависимые ионные каналы
- (4) погружены в слизь

24. В процессе хемовосприятия в органе обоняния участвуют:

- (1) белки-рецепторы в плазмолемме обонятельной рецепторной клетки
- (2) G-белок
- (3) вторые посредники: цАМФ и инозитолтрифосфат
- (4) Ca^{2+} -каналы в плазмолемме рецепторной клетки

25. Структуры, содержащие вкусовые почки:

- (1) язык
- (2) губа
- (3) пищевод
- (4) глотка

26. Хемочувствительные сосочки языка:

- (1) грибовидные
- (2) желобоватые
- (3) листовидные
- (4) нитевидные

27. Вкусная почка:

- (1) расположена в толще эпителиального пласта
- (2) серотонин — нейромедиатор в афферентных синапсах
- (3) рецепторные белки, взаимодействующие с вкусовыми раздражителями, встроены в мембрану микроворсинок
- (4) клетки относятся к обновляющейся популяции

28. Рецепторные клетки вкусовой почки:

- (1) сладкие раздражители увеличивают уровень цАМФ
- (2) в восприятии горьких веществ участвует инозитолтрифосфат
- (3) тормозное влияние симпатических нервных волокон осуществляется через β -адренорецепторы
- (4) облегчающее влияние парасимпатических нервных волокон осуществляется через холинорецепторы

29. Рецепторные клетки гравитационной и вибрационной чувствительности расположены:

- (1) в перепончатом канале улитки
- (2) в ампулярных расширениях полукружных каналов перепончатого лабиринта
- (3) на медиальной стенке барабанной полости
- (4) в пятнах мешочков

30. Покрывтая эпителием прозрачная структура глаза:

- (1) радужка
- (2) стекловидное тело
- (3) сетчатка
- (4) роговица

31. В образовании зрительного нерва участвуют аксоны:

- (1) фоторецепторных клеток
- (2) горизонтальных клеток
- (3) биполярных клеток
- (4) ганглиозных клеток

32. Горизонтальные и амакрийные клетки располагаются в слое сетчатки:

- (1) наружном ядерном
- (2) наружном сетчатом
- (3) внутреннем сетчатом
- (4) внутреннем ядерном

33. Влага, заполняющая переднюю и заднюю камеры глаза, вырабатывается:

- (1) пигментным эпителием сетчатки
- (2) эпителием радужной оболочки
- (3) плоским эпителием роговицы
- (4) эпителием, покрывающим цилиарное тело и отростки

34. Изменение формы хрусталика в процессе аккомодации обеспечивается:

- (1) изменением кривизны роговицы
- (2) сокращением мышц цилиарного тела
- (3) сокращением мышц радужки
- (4) изменением натяжения капсулы хрусталика

35. Перепончатый канал улитки ограничен:

- (1) вестибулярной мембраной
- (2) сосудистой полоской
- (3) базилярной мембраной
- (4) спиральной связкой

36. К звукопроводящему аппарату органа слуха относятся:

- (1) барабанная перепонка
- (2) слуховые косточки
- (3) мембрана овального окна
- (4) перилимфа вестибулярной лестницы улитки

37. Волосковые клетки I типа слухового пятна:

- (1) имеют одну киноцилию
- (2) контактируют с афферентным нервным окончанием в виде чаши
- (3) на апикальной поверхности имеют стереоцилии
- (4) имеют форму амфоры

38. Туннель спирального органа образован:

- (1) внутренними фаланговыми клетками
- (2) наружными поддерживающими клетками
- (3) наружными фаланговыми клетками
- (4) внутренними и наружными клетками-столбами

Пояснение. Каждому вопросу (левая колонка), обозначенному цифрой, соответствует обозначенный буквой возможный ответ (правая колонка). Для каждого вопроса выберите наиболее подходящий по смыслу ответ. Каждый ответ можно выбрать один раз, более одного раза или вообще не выбирать.

39–43. Генез структур глаза

Структура...	развивается из...
39. хрусталик	(А) внутренней стенки глазного бокала
40. сетчатка	(Б) наружной стенки глазного бокала
41. пигментный слой сетчатки	(В) эктодермы
42. склера	(Г) мезенхимы
43. сосудистая оболочка	(Д) краевых утолщений глазного бокала

44–48. Архитектоника слоёв сетчатки

Слой...	содержит...
44. наружный сетчатый	(А) отростки глиальных клеток
45. внутренний сетчатый	(Б) наружные сегменты фоторецепторных клеток
46. слой нервных волокон	(В) синаптические контакты нейритов фоторецепторных клеток с дендритами биполярных клеток
47. наружная и внутренняя пограничные мембраны	(Г) синаптические контакты нейритов биполярных клеток с дендритами ганглиозных клеток
48. фоторецепторный	(Д) нейриты ганглиозных клеток

49–53. Состав полостей органа слуха

Полость...	содержит...
49. улитковый канал перепончатого лабиринта	(А) лимфа
50. вестибулярная лестница	(Б) перилимфа
51. барабанная лестница	(В) эндолимфа
52. вестибулярная часть перепончатого лабиринта	(Г) воздух
53. барабанная полость среднего уха	(Д) тканевая жидкость

ОТВЕТЫ И ПОЯСНЕНИЯ

1. Правильный ответ — Г

Нервная трубка, нервный гребень и нейрогенные плакоды, в том числе и обонятельная, развиваются из дорсальной эктодермы, или нейроэктодермы. Цилиарные мышцы, как и ряд других структур глаза (элементы роговицы, склеры и т.д.), происходят из нервного гребня, следовательно, также имеют нейроэктодермальное происхождение. Хрусталик развивается из эктодермы.

2. Правильный ответ — В

На заднем полюсе глаза сетчатка в области оптической оси становится тоньше. Здесь различают жёлтое пятно диаметром 1,5–2 мм. Центральная ямка — углубление в средней части жёлтого пятна, место наилучшего восприятия, содержит преимущественно колбочки с радиально расходящимися аксонами. Каждая колбочка центральной ямки образует синапсы только с одним биполярным нейроном. Внутренний ядерный и ганглиозный слой в области центральной ямки резко истончены. Зрительный нерв выходит из сетчатки медиальнее жёлтого пятна, где расположен диск зрительного нерва (слепое пятно). В центре диска имеется углубление, в котором видны питающие сетчатку сосуды.

3. Правильный ответ — Г

Шлёммов канал — совокупность небольших сообщающихся полостей в области соединения склеры с роговицей, обеспечивает отток жидкости из передней камеры глаза в венозную систему. От цилиарного тела по направлению к хрусталику отходят цилиарные отростки, состоящие из соединительной ткани с многочисленными капиллярами с фенестрированным эндотелием. Цилиарные отростки покрыты двумя слоями эпителиальных клеток. Непигментный внутренний слой участвует в транспорте веществ, воды и ионов из плазмы в заднюю камеру и образовании водянистой влаги, поступающей в переднюю камеру через отверстие зрачка. Наружный слой представлен пигментным эпителием. Питание сетчатки обеспечивают её кровеносные сосуды, центральные артерия и вена, сопровождающие зрительный нерв. Слёзная железа относится к вспомогательному аппарату глаза. Это сложная трубчато-альвеолярная железа. Секрет железы, слёзная жидкость, по 6–12 протокам поступает в свод конъюнктивы и омывает роговицу и конъюнктиву. Из слёзного мешка по носослёзному каналу слёзная жидкость попадает в нижний носовой ход.

4. Правильный ответ — Б

Цепь передачи возбуждения в сетчатке: фоторецептор — биполярный нейрон — ганглиозная клетка. Биполярные нейроны: одни клетки получают информацию преимущественно от палочек, другие — от колбочек. Горизонтальные клетки, расположенные в наружной части внутреннего ядерного слоя, получают информацию от колбочек и передают её также колбочкам. Перикарионы амакринных клеток находятся во внутренней части внутреннего ядерного слоя в области синапсов между биполярными и ганглиозными клетками. Аксоны ганглиозных клеток образуют зрительный нерв.

5. Правильный ответ — Г

Колбочки — рецепторы цветового зрения, содержат зрительные пигменты, определяющие избирательную чувствительность клеток к красному, зелёному и синему цветам. Возможность различать любые цвета определяется присутствием в сетчатке всех трёх зрительных пигментов (для красного, зелёного и синего — первичные цвета). Существует три типа колбочек, каждый из которых содержит только один из трёх разных (красный, зелёный и синий) зрительных пигментов. Аксоны всех фоторецепторных клеток образуют синаптические контакты с биполярными нейронами. Как и остальные нейроны сетчатки, колбочки развиваются из клеток-предшественниц глазных пузырей. При попадании квантов света на наружные сегменты в фоторецепторах происходит фотоактивация зрительного пигмента.

6. Правильный ответ — А

Периферический отросток фоторецепторных клеток состоит из наружного и внутреннего сегментов, соединённых ресничкой. Внутренний сегмент содержит митохондрии и базальное тельце, от которого в наружный сегмент отходит 9 пар микротрубочек. В наружном сегменте расположена стопка дисков, содержащих зрительный пигмент. Мембрана дисков и клеточная мембрана разобщены. Кванты света активируют пигмент в дисках, что закрывает Na^+ -каналы в клеточной мембране и снижает вход Na^+ в клетку.

7. Правильный ответ — Б

Источник развития органа слуха и равновесия — парные утолщения эктодермы на уровне ромбовидного мозга (слуховые плакоды). Они появляются у 22-дневного эмбриона. Путём инвагинации и последующего отделения от эктодермы формируется слуховой пузырёк. Зачаток слухового ганглия прилежит к слуховому пузырьку с медиальной стороны. По мере развития слуховой ганглии разделяется на ганглий преддверия и ганглий улитки. В слуховом пузырьке появляются две части: эллиптический мешочек — утрикулус (*utricle*) с полукружными каналами и сферический мешочек — саккулус (*sacculus*) с зачатком канала улитки. Полость среднего уха и *евстахиева* труба развиваются из материала первой пары глоточных карманов.

8. Правильный ответ — В

Механорецепторные волосковые клетки слухового пятна имеют стереоцилии и киноцилии. Эпителий пятна покрыт студенистой отолитовой мембраной, содержащей кристаллы карбоната кальция (отолиты). Покровная мембрана проходит по всей длине *кортиева* органа и состоит из тонких коллагеновых волокон, погружённых в склеивающее вещество. Свободным концом мембрана покрывает стереоцилии волосковых клеток. Другой конец мембраны прикреплен к спиральному лимбу.

9. Правильный ответ — Б

Волосковые клетки органа равновесия расположены в эпителии пятен мешочков и гребешков, они чувствительны к направлению стимула и образуют синаптические контакты с афферентными и эфферентными нервными волокнами. Неподвижные стереоцилии присутствуют в апикальной части волосковых клеток органов слуха и равновесия. Они не содержат микротрубочек. В органе равновесия волосковые клетки

I и II типов содержат 40–110 неподвижных волосков (стереоцилии) и одну ресничку (киноцилия), расположенную на периферии пучка стереоцилий. Самые длинные стереоцилии находятся вблизи киноцилии, а длина остальных уменьшается по мере удаления от киноцилии.

10. Правильный ответ — Г

Клетки пигментного эпителия сетчатки запасают витамин А, участвуют в его метаболизме и передают производные витамина А фоторецепторным клеткам для образования зрительного пигмента.

11. Правильный ответ — Б

Питание роговицы осуществляется за счёт диффузии из жидкости передней камеры глаза.

12. Правильный ответ — В

В месте соединения склеры с роговицей расположены небольшие сообщающиеся полости, в совокупности образующие *шлеммов* канал (венозный синус склеры), обеспечивающий отток жидкости из передней камеры глаза.

13. Правильный ответ — В

Сетчатка развивается из нервной трубки. Зачаток глаза появляется у 22-дневного эмбриона как пара неглубоких желобков в выростах переднего мозга. После закрытия нейропоротов эти выросты образуют глазные пузыри, которые вступают в контакт с эктодермой будущей лицевой части головы и индуцируют в ней развитие хрусталика. Инвагинация стенки глазного пузыря приводит к формированию двухслойного глазного бокала.

14. Правильный ответ — Д

Наружное ухо включает барабанную перепонку (*membrana tympani*), передающую звуковые колебания на слуховые косточки среднего уха. Наружная поверхность барабанной перепонки покрыта кожей. Изнутри, со стороны барабанной полости (среднее ухо), барабанная перепонка выстлана однослойным кубическим эпителием, который отделен от наружного слоя тонкой соединительнотканной пластинкой.

15. Правильный ответ — Б

Передача информации от сенсорных клеток органов чувств нервным клеткам осуществляется через афферентные химические синапсы при помощи медиаторов. Так, *L*-глутаминовая кислота служит нейромедиатором между фоторецепторными нейронами и биполярными клетками сетчатки, а серотонин является нейромедиатором в синапсах между хеморецепторными клетками вкусовой почки и афферентными волокнами.

16. Правильный ответ — Г

Эпителий слуховых пятен, содержащий чувствительные волосковые и поддерживающие клетки, покрыт студенистой отолитовой мембраной. Отолиты — кристаллы карбоната кальция. Эпителий крист окружён желатинообразным прозрачным куполом.

17. Правильный ответ — А

Роговица глаза покрыта многослойным эпителием, задняя поверхность выстлана эндотелием. Собственное вещество — слой толщиной 500 мкм, образующий основную массу роговицы, включает упорядоченно расположенные пластинки из коллагеновых волокон стандартного диаметра, которые окружены матриксом с высоким содер-

жением кислых гликозаминогликанов и хондроитинсульфата. Собственное вещество не имеет сосудов, содержит редкие уплощённые фибробласты, происходящие из нервного гребня.

18. Правильный ответ — Б

Наружные сегменты фоторецепторных нейронов заполнены стопкой мембранных дисков, содержащих зрительный пигмент; имеют 9 пар микротрубочек, связанных с базальным тельцем внутреннего сегмента. Митохондрии заполняют внутренний сегмент.

19. Правильный ответ — В

Родопсин локализуется в мембране дисков наружного сегмента фоторецепторных клеток. Молекула содержит 7 трансмембранных α -спиральных участков. В темноте ионные каналы в плазмолемме открыты за счёт связывания белков ионных каналов с цГМФ. Потоки внутрь клетки Na^+ и Ca^{2+} через открытые каналы обеспечивают темновой ток. Активация родопсином G-белка вызывает увеличение активности цГМФ-фосфодиэстеразы, гидролиз цГМФ цГМФ-фосфодиэстеразой, снижение концентрации цГМФ и переход цГМФ-зависимых Na^+ -каналов из открытого состояния в закрытое.

20. Правильный ответ — А

Мюллеровские клетки — разновидность глиальных клеток сетчатки, регулирующих ионный гомеостаз. Это крупные клетки радиальной глии, проходящие через все слои сетчатки. Они перекачивают K^+ из наружных отделов сетчатки в жидкость стекловидного тела. Наружные отростки клеток заканчиваются микроворсинками, образуя наружный пограничный слой. Восприятие подвижных объектов — функция палочек. Внутренний ядерный слой включает преимущественно перикарионы биполярных нейронов. Здесь также присутствуют перикарионы горизонтальных и амакринных клеток. Ядра *мюллеровских* клеток расположены на уровне центральной части внутреннего ядерного слоя.

21. Правильный ответ — В

К клеточным типам, способным к регенерации за счёт пролиферации и дифференцировки из клеток-предшественниц, следует отнести нейроны обонятельной выстилки и *шванновские* клетки.

22. Правильный ответ — Д

Центральные отростки рецепторных клеток обонятельной выстилки входят в состав безмиелиновых волокон обонятельного нерва и через отверстия в решётчатой кости проникают в полость черепа. Периферические отростки направляются к поверхности эпителия и участвуют в процессе хемовосприятия. Рецепторные клетки обонятельной выстилки постоянно обновляются за счёт клеток-предшественниц.

23. Правильный ответ — Д

Сравнительно короткий периферический отросток рецепторной клетки обонятельной выстилки образует на конце утолщение — обонятельную булаву диаметром 1–2 мкм. От базальных телец обонятельной булав отходят обонятельные волоски длиной до 10 мкм, имеющие строение типичных ресничек. Погружённые в слизь обонятельные волоски участвуют в процессе хемовосприятия: в плазмолемму обонятельных волосков встроены хеморецепторные молекулы, специфически связывающиеся с молекулами пахучих веществ. В плазмолемму

обонятельных ресничек встроены цАМФ-зависимые воротные ионные каналы, открывающиеся при взаимодействии с цАМФ.

24. Правильный ответ — Д

Пахучее вещество взаимодействует с белком-рецептором в плазмолемме обонятельных ресничек, активируя G-белок, что приводит к повышению активности аденилатциклазы и уровня цАМФ. При действии некоторых пахучих веществ быстро возрастает уровень инозитолтрифосфата. Вторые посредники — цАМФ и инозитолтрифосфат — регулируют состояние Ca^{2+} -каналов в плазмолемме рецепторной клетки. Через каналы внутрь клетки поступают ионы Ca^{2+} .

25. Правильный ответ — Д

Типичная локализация вкусовых почек — эпителий хемочувствительных сосочков языка. Вкусовые почки присутствуют в многослойном плоском эпителии слизистой оболочки пищевода и глотки. У детей и реже у взрослых вкусовые почки встречаются в эпителии губ, надгортанника и даже голосовых связок.

26. Правильный ответ — А

Грибовидные, желобоватые и листовидные сосочки относят к хемочувствительным, т.к. именно они содержат вкусовые почки. Самые многочисленные сосочки — нитевидные, они равномерно распределены по дорсальной поверхности языка и покрыты частично ороговевающим эпителием.

27. Правильный ответ — Д

Вкусовая почка расположена в толще эпителиального пласта. Её клетки относятся к обновляющейся популяции. Серотонин — нейромедиатор в синапсах между рецепторными клетками и афферентными волокнами. Рецепторные белки, взаимодействующие со вкусовыми раздражителями, встроены в мембрану микроворсинок вкусовых рецепторных клеток.

28. Правильный ответ — Д

Сладкие раздражители увеличивают уровень цАМФ в рецепторных клетках вкусовой почки; в восприятии горьких веществ участвует система инозитолтрифосфата. Тормозное влияние симпатических нервных волокон осуществляется через β -адренорецепторы, а облегчающее влияние парасимпатических нервных волокон осуществляется через холинорецепторы.

29. Правильный ответ — В

Рецепторные клетки гравитационной и вибрационной чувствительности расположены в гребешках ампулярных расширений полукружных каналов перепончатого лабиринта и в пятнах мешочков. В перепончатом канале улитки на базилярной мембране расположен рецепторный аппарат улитки — *кортиев* (спиральный) орган. Барабанная полость (*cavum tympani*) — воздухоносное пространство среднего уха в пирамиде височной кости.

30. Правильный ответ — Г

Прозрачные структуры глаза: роговица, заполненная жидкостью передняя камера, хрусталик, стекловидное тело, задняя камера глаза. Роговица — прозрачная оболочка передней стенки глаза. Поверхность роговицы покрыта многослойным плоским неороговевающим

эпителием. Передняя камера спереди ограничена роговицей, сзади — радужкой, а в пределах зрачка — центральной частью передней поверхности хрусталика. Стекловидное тело — прозрачная среда глаза, заполняет полость между хрусталиком и сетчатой оболочкой; стекловидное тело — гель, содержащий воду, коллаген, белок витреин и гиалуроновую кислоту.

31. Правильный ответ — Г

Зрительный нерв представлен аксонами ганглиозных клеток сетчатки.

32. Правильный ответ — Г

Внутренний ядерный слой сетчатки содержит биполярные клетки, связывающие палочки и колбочки с ганглиозными клетками, а также горизонтальные и амакринные клетки. Перикарионы амакринных клеток расположены во внутренней части внутреннего ядерного слоя.

33. Правильный ответ — Г

Внутриглазное давление поддерживается количеством выделяемой эпителиальными клетками цилиарного тела (преимущественно отростков) водянистой влаги.

34. Правильный ответ — В

Изменение формы хрусталика в процессе аккомодации обеспечивается сокращением мышц цилиарного тела и изменением натяжения капсулы хрусталика.

35. Правильный ответ — А

Улитка — спирально закрученный костный канал. Базилярная (основная) и вестибулярная мембраны, расположенные внутри канала улитки, делят его полость на три части: барабанная лестница (*scala tympani*), вестибулярная лестница (*scala vestibuli*) и перепончатый канал улитки (*scala media*, средняя лестница, улитковый ход). В перепончатом канале улитки на базилярной мембране расположен рецепторный аппарат улитки — *кортиев* (спиральный) орган. Перепончатый канал отделён от барабанной лестницы базилярной мембраной, а от вестибулярной лестницы — вестибулярной мембраной, снаружи — сосудистой полоской.

36. Правильный ответ — Д

Цепочка передачи звукового давления: барабанная перепонка → молоточек → наковальня → стремя → мембрана овального окна → перилимфа → базилярная и текториальная мембраны → мембрана круглого окна. При смещении стремени частицы перилимфы перемещаются по вестибулярной лестнице и затем через геликотрему по барабанной лестнице к круглому окну. Жидкость, сдвинутая смещением мембраны овального окна, создаёт избыточное давление в вестибулярном канале. Под действием этого давления базальный участок основной мембраны смещается в сторону барабанной лестницы. Колебательная реакция в виде волны распространяется от базальной части основной мембраны к геликотреме. Смещение текториальной мембраны относительно волосковых клеток при действии звука вызывает их возбуждение. Возникающая электрическая реакция, названная *микрофонным* эффектом, по своей форме повторяет форму звукового сигнала.

37. **Правильный ответ — Д**

Волосковые клетки присутствуют в каждой ампуле полукружных каналов и в пятнах мешочков преддверия. Различают два типа волосковых клеток. Клетки I типа обычно расположены в центре гребешков, тогда как клетки II типа — по периферии. Клетки обоих типов в апикальной части содержат 40–110 неподвижных волосков (стереоцилии) и одну ресничку (киноцилия), расположенную на периферии пучка стереоцилий. Клетки I типа имеют форму амфоры с закруглённым дном и размещены в бокалообразной полости афферентного нервного окончания.

38. **Правильный ответ — Г**

Туннель спирального органа образуют клетки-столбы.

39–43. **Правильные ответы: 39-В, 40-А, 41-Б, 42-Г, 43-Г**

Зачаток глаза появляется у 22-дневного эмбриона как пара неглубоких желобков в выростах переднего мозга. После закрытия нейропоротов эти выросты образуют глазные пузыри. Особое значение имеют выселяющиеся из нервного гребня клетки т.н. эктомезенхимы, участвующие в образовании склеры и цилиарной мышцы, а также дифференцирующиеся в эндотелиальные клетки и фибробласты роговицы. Глазные пузыри вступают в контакт с эктодермой будущей лицевой части головы и индуцируют в ней развитие хрусталика. Инвагинация стенки глазного пузыря приводит к формированию двухслойного глазного бокала. Наружный слой глазного бокала образует пигментный слой сетчатки. Внутренний слой формирует сетчатку. Сосудистая оболочка дифференцируется из окружающей глазной бокал мезенхимы.

44–48. **Правильные ответы: 44-В, 45-Г, 46-Д, 47-А, 48-Б**

Наружные сегменты фоторецепторных клеток образуют фотосенсорный слой (палочек и колбочек). Наружный сетчатый слой сетчатки — место контактов внутренних сегментов палочек и колбочек с дендритами биполярных клеток. Внутренний сетчатый слой — биполярные клетки контактируют с ганглиозными клетками. Слой нервных волокон — аксоны ганглиозных клеток. Наружная пограничная мембрана образована наружными концами глиальных (*мюллеровских*) клеток. Отростки глиальных клеток, ограничивающие сетчатку от стекловидного тела, — внутренняя пограничная мембрана.

49–53. **Правильные ответы: 49-В, 50-Б, 51-Б, 52-В, 53-Г**

Эндолимфа заполняет перепончатый канал улитки (*scala media*), а перилимфа — вестибулярную (*scala vestibuli*) и барабанную лестницы (*scala tympani*). Барабанная лестница и вестибулярная лестница сообщаются у вершины улитки с помощью отверстия (геликотрема). Перепончатые полукружные каналы и мешочки преддверия заполнены эндолимфой и сообщаются с улиткой, а также с расположенным в полости черепа эндолимфатическим мешком, где эндолимфа резорбируется. Барабанная полость среднего уха заполнена воздухом.

ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА

ВОПРОСЫ

Пояснение. За каждым из перечисленных вопросов или незаконченных утверждений следуют обозначенные буквой ответы или завершённые утверждения. Выберите (укажите букву) один ответ (или завершённые утверждения), наиболее соответствующий каждому утверждению.

- Стероидные гормоны вырабатываются клетками:**
 - мозговой части надпочечников
 - аденогипофиза
 - щитовидной железы
 - пучковой зоны коры надпочечников
 - β -клетками островков *Лангерханса*
- Нейросекреторные нейроны гипоталамуса синтезируют всё, КРОМЕ:**
 - вазопрессина
 - соматостатина
 - люлиберина
 - тиреотропина
 - окситоцина
- Для задней доли гипофиза верно всё, КРОМЕ:**
 - место поступления в кровь вазопрессина
 - место поступления в кровь окситоцина
 - место поступления в кровь фоллитропина
 - содержит отростчатые глиальные клетки — питуициты
 - содержит терминали аксонов нервных клеток паравентрикулярного ядра
- Рилизинг-гормоны. Верно всё, КРОМЕ:**
 - кортиколиберин активирует секрецию АКТГ
 - люлиберин активирует секрецию лютропина
 - тиролиберин стимулирует секрецию пролактина
 - накапливаются в тельцах *Хёрринга*
 - соматолиберин активирует секрецию гормона роста
- Эндокринные клетки образуют параллельные тяжи и содержат значительное количество элементов гладкой эндоплазматической сети, множество липидных капель. В ответ на стимуляцию гипофизарным тропным гормоном клетки секретируют:**
 - окситоцин
 - катехоламины
 - минералокортикоиды
 - тирокальцитонин
 - глюкокортикоиды

6. Базофильные клетки передней доли гипофиза, синтезирующие АКТГ. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) развиваются из выпячивания промежуточного мозга
- (Б) хорошо развита гранулярная эндоплазматическая сеть
- (В) имеют рецепторы кортиколиберина
- (Г) имеют рецепторы соматостатина
- (Д) регулируют синтез и секрецию глюкокортикоидов

7. Для какой железы не обнаружены тропные гормоны аденогипофиза?

- (А) Яичник
- (Б) Кора надпочечника
- (В) Щитовидная железа
- (Г) Паращитовидная железа
- (Д) Яичко

8. Тельца Херринга в нейрогипофизе:

- (А) локальные утолщения окончаний отростков глиоцитов
- (Б) скопления питуицитов
- (В) расширенные и переполненные кровью синусоиды
- (Г) терминали аксонов, содержащие секрет
- (Д) комплекс «питуицит—терминаль аксона»

9. Надпочечник. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) корковое вещество происходит из спланхической мезодермы
- (Б) хромоаффинные клетки содержат гранулы с адреналином и норадреналином
- (В) источник более пяти различных гормонов
- (Г) в клетках сетчатой зоны хорошо развиты комплекс Гольджи и гранулярная эндоплазматическая сеть
- (Д) клетки клубочковой зоны содержат многочисленные митохондрии, липидные включения

Пояснение. Каждый из нижеприведённых вопросов содержит четыре варианта ответов, из которых правильными могут быть один или сразу несколько. **Выберите:**

- А — если правильны ответы 1, 2 и 3
- Б — если правильны ответы 1 и 3
- В — если правильны ответы 2 и 4
- Г — если правилен ответ 4
- Д — если правильны ответы 1, 2, 3 и 4

10. Специфичность действия гормона определяется:

- (1) характером эндотелия кровеносных капилляров в ткани-мишени
- (2) временем циркуляции гормона в сосудистом русле органа
- (3) концентрацией гормона в крови
- (4) наличием рецепторов гормона в клетках

11. Клетки клубочковой зоны коры надпочечника:

- (1) содержат много холестерина
- (2) хорошо развита гладкая эндоплазматическая сеть
- (3) синтезируют альдостерон
- (4) тропный гормон — ангиотензин II

12. АКТГ стимулирует выработку:

- (1) альдостерона
- (2) кортизола
- (3) кортикостерона
- (4) андрогенов

13. Эндокринные железы:

- (1) развиваются из экто-, мезо- и энтодермы
- (2) паренхима представлена эндокринными клетками с хорошо развитым комплексом Гольджи
- (3) отсутствуют выводные протоки
- (4) капилляры с прерывистой эндотелиальной выстилкой находятся в тесном контакте с эндокринными клетками

14. В передней доле гипофиза синтезируются:

- (1) липотропины
- (2) β-эндорфин
- (3) меланотрофины
- (4) кортикотропин

15. Нейросекреторные ядра гипоталамуса:

- (1) аксоны нейросекреторных клеток образуют гипоталамо-гипофизарный тракт
- (2) нейроны синтезируют либерины
- (3) вазопрессин по аксонам поступает в заднюю долю гипофиза
- (4) либерины по аксонам поступают в срединное возвышение

16. Гонадотрофы:

- (1) соматостатин регулирует активность клеток
- (2) расположены в передней доле гипофиза
- (3) имеют рецепторы люлиберина
- (4) синтезируют стероидные гормоны

17. Система гипоталамо-гипофизарного кровоснабжения:

- (1) в капилляры срединного возвышения секретируются вазопрессин и окситоцин
- (2) кровь из капилляров срединного возвышения по венам поступает в капилляры задней доли гипофиза
- (3) в портальные вены кровь поступает из вторичной капиллярной сети
- (4) аксо-вазальные синапсы локализованы в срединном возвышении

18. Задняя доля гипофиза:

- (1) представлена тяжами эндокринных клеток
- (2) терминали аксонов гипоталамо-гипофизарного тракта формируют аксо-вазальные синапсы
- (3) в цитоплазме питуицитов накапливаются вазопрессин и окситоцин
- (4) аксоны гипоталамо-гипофизарного тракта проходят в ножке гипофиза

19. Укажите мишени тиреотропного гормона:

- (1) С-клетки щитовидной железы
- (2) синтезирующие паратиреокальцин клетки
- (3) хромоаффинные клетки надпочечников
- (4) клетки, синтезирующие йодсодержащие гормоны

20. Синтез глюкокортикоидов стимулируют:

- (1) АКТГ
- (2) ангиотензин II
- (3) кортиколиберин
- (4) атриопептин

21. Укажите мишени йодсодержащих гормонов:

- (1) кардиомиоциты
- (2) нейроны ЦНС
- (3) эндокринные клетки гипофиза
- (4) скелетные мышечные волокна

22. При взаимодействии гормона с рецептором всегда:

- (1) активируется рецептор
- (2) образуются вторые посредники
- (3) изменяется режим функционирования клетки-мишени
- (4) активируется G-белок

23. Эпифиз содержит:

- (1) клетки глии
- (2) пинеалоциты
- (3) кровеносные капилляры
- (4) симпатические нервные волокна

24. Щитовидная железа развивается из:

- (1) энтодермы глоточных карманов
- (2) нервного гребня
- (3) мезенхимы
- (4) нейрогенных плакод

Пояснение. Каждому вопросу (левая колонка), обозначенному цифрой, соответствует обозначенный буквой возможный ответ (правая колонка). Для каждого вопроса выберите наиболее подходящий по смыслу ответ. Каждый ответ можно выбрать один раз, более одного раза или вообще не выбирать.

25–29. Гиперфункция некоторых эндокринных клеток

Гиперфункция...	вызывает...
25. тиреоцитов	(А) снижение содержания кальция в крови
26. главных клеток околощитовидных желёз	(Б) чрезмерный рост трубчатых костей
27. ацидофилов гипофиза	(В) усиление основного обмена
28. хромоаффинных клеток	(Г) повышение артериального давления
29. С-клеток щитовидной железы	(Д) снижение минерализации костной ткани

30–34. Локализация синтеза некоторых гормонов

Гормон...	образуется в...
30. альдостерон	(А) аденогипофизе
31. мелатонин	(Б) эпифизе
32. соматотропин	(В) околощитовидных желёзах
33. паратирин	(Г) коре надпочечников
34. фоллитропин	(Д) яичнике

35–39. Эффекты некоторых гормонов

Гормон...	Эффект...
35. соматостатин	(А) общий сосудорасслабляющий
36. глюкокортикоиды	(Б) усиление реабсорбции Ca^{2+} в канальцах нефрона
37. минералокортикоиды	(В) усиление реабсорбции Na^+ в канальцах нефрона
38. паратирин	(Г) регуляция гомеостаза глюкозы
39. инсулин	(Д) подавление секреции эндокринных и экзокринных желёз

40–45. Морфофункциональные признаки нейросекреторных клеток в ядрах гипоталамуса

Признак...	Ядро...
40. секретируют антидиуретический гормон и окситоцин	(А) супраоптическое и паравентрикулярное
41. генерируют и проводят нервные импульсы	(Б) дорсомедиальное, вентромедиальное и инфундибулярное
42. секретируют соматолиберин и соматостатина	(В) и те, и другие
43. образуют аксо-вазальные синапсы	(Г) ни те, ни другие
44. терминали аксонов имеют локальные утолщения (тельца Херринга)	
45. мультиполярность	

46–49. Рецепторы клеток-мишеней

Клетки-мишени ...	имеют рецепторы к гормону...
46. гладкомышечные матки	(А) антидиуретическому
47. гладкомышечные сосудов	(Б) окситоцину
48. миоэпителиальные потовых желёз	(В) и к тому, и к другому
49. миоэпителиальные молочных желёз	(Г) ни к тому, ни к другому

50–54. Генез эндокринных клеток

Эндокринные клетки ...	развиваются из ...
50. хромофильные аденогипофиза	(А) нейроэктодермы
51. хромофобные аденогипофиза	(Б) эпителия ротовой бухты
52. пинеалоциты	(В) латеральной мезодермы
53. хромоафинные надпочечника	(Г) мезенхимы
54. околощитовидной железы	(Д) эпителия глоточных карманов

Пояснение. Руководствуясь рисунком, выберите (укажите букву) один ответ, наиболее правильный, с Вашей точки зрения.

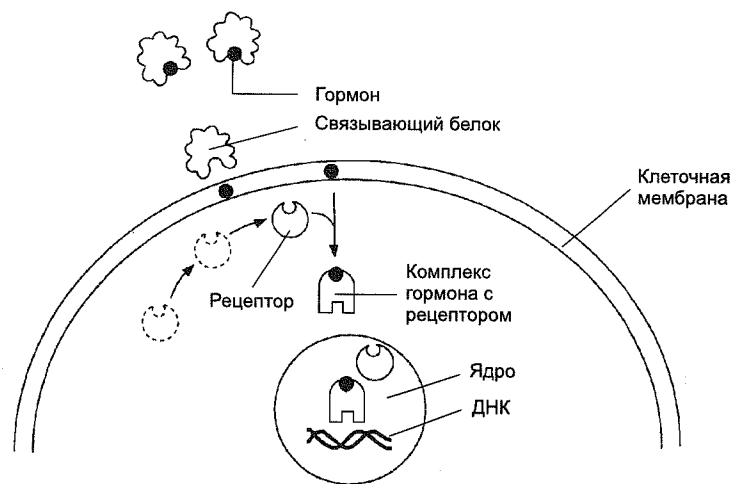


Рис. 14. Взаимодействие гормона с клеткой [из Davidson VL, Sittman DB, 1993]

55. Укажите химическую природу гормона

- (А) катехоламин
- (Б) стероид
- (В) полипептид
- (Г) гликопротеин
- (Д) олигопептид

Пояснение. Для каждого из пронумерованных вопросов укажите на рисунке букву, которой обозначена запрашиваемая структура.

56. Укажите паракринный тип взаимодействия гормона с клеткой-мишенью

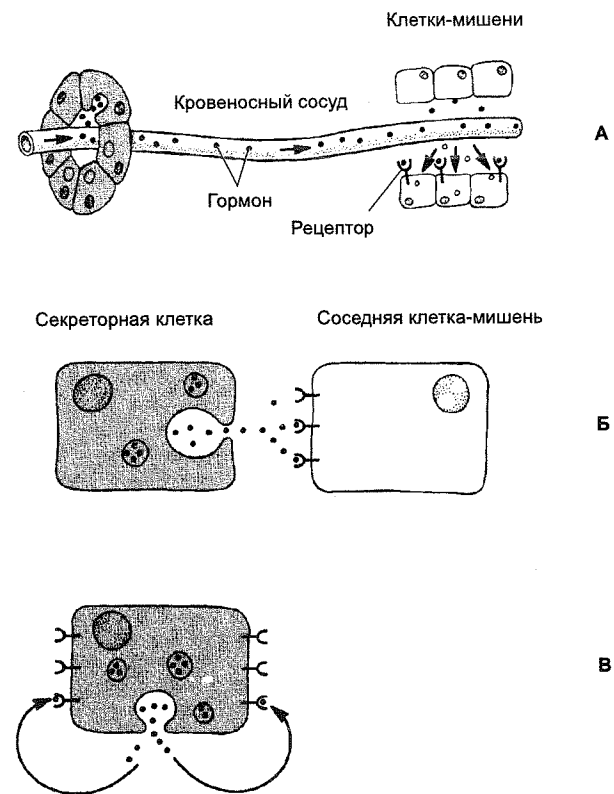


Рис. 15. Варианты воздействия лигандов на клетки-мишени [из Darnell et al, 1986]

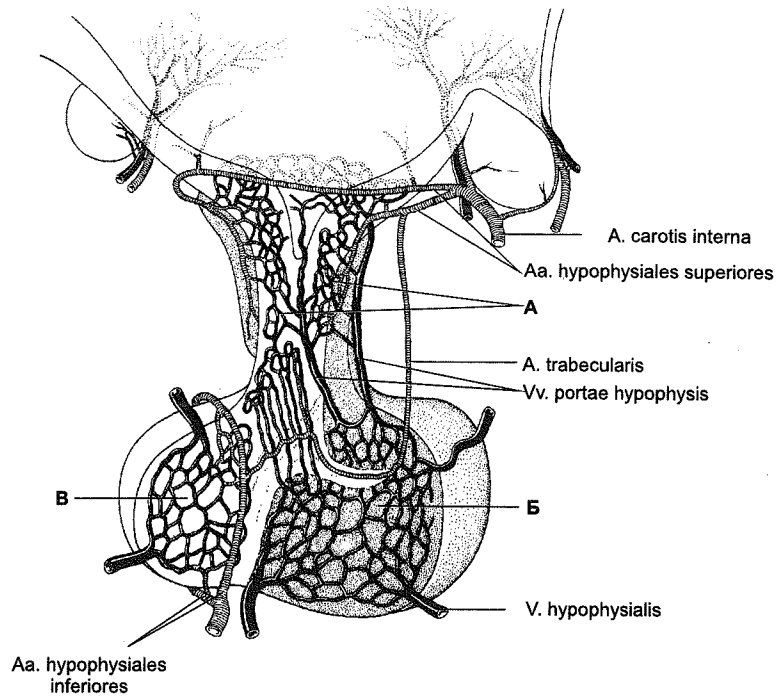


Рис. 16. Система кровоснабжения гипофиза [по Netter FH из Junqueira LC, Carneiro J, 1991]

57–59: Гипофиз

57. Укажите место секреции в кровь соматостатина
 58. Укажите место секреции в кровь нейрофизизинов
 59. Укажите место секреции в кровь пролактина

ОТВЕТЫ И ПОЯСНЕНИЯ

1. Правильный ответ — Г

Стероидные гормоны (глюкокортикоиды) синтезируются в эндокринных клетках пучковой зоны коры надпочечника. В ацидофильных клетках аденогипофиза продуцируются гормоны белковой природы (соматотрофин и пролактин). Фолликулярные клетки щитовидной железы и хромоаффинные клетки мозгового вещества надпочечника вырабатывают производные тирозина — йодсодержащие гормоны (T_3 и T_4) и катехоламины (норадреналин, адреналин) соответственно. В β -клетках островков Лангерханса синтезируется полипептид инсулин.

2. Правильный ответ — Г

Нейросекреторные нейроны в ядрах гипоталамуса синтезируют либерины (включая люлиберин), соматостатин, вазопрессин, окситоцин, нейрофизины. Тиреотропный гормон синтезируется эндокринными клетками аденогипофиза

3. Правильный ответ — В

Гормоны в задней доле не синтезируются, но в просвет кровеносных капилляров из аксонов нейросекреторных нейронов супраоптического и паравентрикулярного ядер гипоталамуса секретируются вазопрессин, окситоцин и нейрофизины. Кроме кровеносных капилляров, аксонов нейросекреторных нейронов и их конечных расширений, в задней доле гипофиза присутствуют отростчатые глияльные клетки — питуициты. Фоллитропин синтезируется и поступает в кровь в передней доле гипофиза.

4. Правильный ответ — Г

Тиролиберин активирует синтез и секрецию тиротропина и пролактина; гонадолиберин (люлиберин) — фоллитропина и лютропина; соматолиберин — гормона роста; кортиколиберин — АКТГ. Рилизинг-гормоны по портальной системе кровотока попадают в переднюю долю гипофиза и, взаимодействуя со своими клетками-мишенями, регулируют их секреторную активность. Вазопрессин, окситоцин и нейрофизины по аксонам нейросекреторных нейронов супраоптического и паравентрикулярного ядер гипоталамуса транспортируются в заднюю долю гипофиза (нейрогипофиз), где накапливаются в тельцах Хёрринга.

5. Правильный ответ — Д

Речь идет о клетках пучковой зоны коры надпочечников, вырабатывающей глюкокортикоиды. Минералокортикоиды (альдостерон) синтезируются в клубочковой зоне коры надпочечников, тропный гормон — ангиотензин II. Катехоламины (норадреналин, адреналин) синтезируют хромоаффинные клетки мозгового вещества надпочечников. Мелкие скопления и одиночные хромоаффинные клетки обнаружены также в сердце, почках, симпатических ганглиях. С-клетки щитовидной железы секретируют кальцитонин. Морфология С-клеток характерна для клеток, синтезирующих белок на экспорт (присутствуют гранулярная эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи, секреторные гранулы). Окситоцин вырабатывается в многоотростчатых нейронах супраоптического и паравентрикулярного ядер гипоталамуса.

6. Правильный ответ — А

Эндокринные клетки передней доли гипофиза развиваются из клеток эктодермального эпителия крыши ротовой бухты (карман Ратке). Из выпячивания промежуточного мозга происходит нейрогипофиз. Участвующие в регуляции синтеза и секреции глюкокортикоидов и синтезирующие АКТГ эндокринные клетки передней доли гипофиза содержат хорошо развитую гранулярную эндоплазматическую сеть. В мембрану АКТГ-синтезирующих клеток встроены рецепторы кортиколиберина и соматостатина, регулирующие секреторную активность клеток.

7. **Правильный ответ — Г**

Функция эндокринных клеток парашитовидной железы регулируется не тропным гормоном, а непосредственно содержанием Ca^{2+} в плазме крови. Гипокальциемия усиливает секрецию паратиреоидина (ПТГ) эндокринными клетками парашитовидной железы. Гиперкальциемия, наоборот, подавляет выработку ПТГ. Синтез половых гормонов в мужских (яички) и женских (яичники) половых железах регулируется фоллитропином и лютропином. Секрецию йодсодержащих гормонов фолликулярными клетками щитовидной железы стимулирует тиротропин. Синтез глюкокортикоидов в эндокринных клетках коры надпочечников регулирует АКТГ.

8. **Правильный ответ — Г**

Тельца *Хёрринга* в нейрогипофизе — утолщения терминалей аксонов, содержащих гранулы с окситоцином, вазопрессинном и нейрофизицинами, нейросекреторных нейронов супраоптического и паравентрикулярного ядер гипоталамуса.

9. **Правильный ответ — Г**

Корковое вещество надпочечника развивается из спланхической мезодермы. Хромаффинные клетки содержат многочисленные электроплотные гранулы, содержащие преимущественно норадреналин и/или адреналин (по этому признаку хромаффинные клетки подразделяют на две субпопуляции), а также АТФ, энкефалины и хромогранины. Функция клеток коркового вещества — продукция гормонов стероидной природы (альдостерон, кортизол, кортизон, андрогены), поэтому для цитоплазмы этих клеток характерно присутствие развитой гладкой эндоплазматической сети, многочисленных митохондрий, жировых включений.

10. **Правильный ответ — Г**

Специфичность действия гормона зависит от наличия рецепторов для этого гормона в клетках-мишенях. Только после специфического «узнавания» гормоном своего рецептора клетка-мишень изменяет режим функционирования. Выделяют два класса рецепторов: мембранные и ядерные. Мембранные рецепторы пептидных гормонов (инсулин, пролактин) встроены в плазматическую мембрану клеток-мишеней. Ядерные рецепторы гормонов стероидной природы (глюкокортикоидов, эстрогенов) и производных тирозина (тироксин) имеют внутриклеточную локализацию.

11. **Правильный ответ — Д**

Эндокринные клетки клубочковой зоны вырабатывают минералокортикоиды (главным образом, альдостерон). Тропные гормоны — преимущественно ангиотензин II и в существенно меньшей степени АКТГ. Клетки имеют плотное округлое ядро с одним или двумя ядрышками, развитую гладкую эндоплазматическую сеть, митохондрии с пластинчатыми кристами, рибосомы, хорошо развитый комплекс *Гольджи* и липидные включения, содержащие в основном эфиры холестерина.

12. **Правильный ответ — Д**

Тропный гормон аденогипофиза АКТГ регулирует секрецию гормонов коры надпочечников. АКТГ усиливает выработку глюкокортикоидов (кортизола и кортикостерона) клетками пучковой зоны, андрогенов — клетками сетчатой зоны. В меньшей степени АКТГ стимулирует продукцию альдостерона клетками клубочковой зоны. Ангиотензин II — главный регулятор синтеза и секреции альдостерона.

13. **Правильный ответ — А**

Эндокринные железы развиваются из всех трёх зародышевых листков. Эктодермальное происхождение имеют мозговое вещество надпочечника (продукт дифференцировки клеток нервного гребня), аденогипофиз (развивается из кармана *Ратке*). Из энтодермы происходят щитовидная и парашитовидные железы (эпителиальная часть органов). Спланхическая мезодерма даёт начало коре надпочечников. Паренхима эндокринных желёз представлена эндокринными клетками с хорошо развитым комплексом *Гольджи*. В клетках, где образуются гормоны белковой природы, как правило, содержатся выраженная гранулярная эндоплазматическая сеть, секреторные гранулы. Клетки, синтезирующие стероидные гормоны, имеют более выраженную гладкую эндоплазматическую сеть, много митохондрий и липидных включений с эфирами холестерина. Вырабатываемые эндокринными клетками гормоны секретируются во внутреннюю среду организма (в кровь, лимфу, тканевую жидкость, спинномозговую жидкость). Эндокринные железы интенсивно кровоснабжаются и содержат густую сеть кровеносных капилляров фенестрированного типа, контактирующих с эндокринными клетками паренхимы.

14. **Правильный ответ — Д**

Базофилы аденогипофиза (кортикотрофы) экспрессируют ген проопиомеланокортина, что ведёт к синтезу ряда пептидов: АКТГ, липотропинов, меланотрофинов, β -эндорфина.

15. **Правильный ответ — Д**

Секреторная активность всех эндокринных клеток гипофиза контролируется нейросекреторными нейронами гипоталамуса. Синтезируемые в этих нейронах либерины и статины транспортируются по аксонам в срединное возвышение гипоталамуса, секретируются в кровь и поступают в аденогипофиз, где взаимодействуют со своими клетками-мишенями, регулируя синтез и секрецию тропных гормонов. В супраоптическом и паравентрикулярном ядрах синтезируются окситоцин, вазопрессин, нейрофизицины. По аксонам нейросекреторных нейронов в составе гипоталамо-гипофизарного пути эти гормоны транспортируются в заднюю долю гипофиза.

16. **Правильный ответ — А**

Часть базофильных эндокринных клеток передней доли гипофиза, имеющих рецепторы люлиберина, синтезирует гонадотропные гормоны (гликопротеины) — фоллитропин и лютропин. Клетки-мишени этих гормонов расположены в половых железах и вырабатывают стероидные гормоны — тестостерон, эстрогены и прогестерон. Соматостатин подавляет активность гонадотрофов.

17. Правильный ответ — Г

Часть аксонов нейросекреторных нейронов гипоталамуса образует аксо-вазальные синапсы с кровеносными капиллярами срединного возвышения, где в кровь секретируются либерины и соматостатин. Кровь из первичной капиллярной сети срединного возвышения собирается в портальные вены, идущие по гипофизарной ножке в аденогипофиз. Здесь портальные вены переходят в капилляры вторичной сети, из которой либерины и соматостатин поступают к своим клеткам-мишеням. Вазопрессин и окситоцин по аксонам нейросекреторных нейронов в составе гипоталамо-гипофизарного тракта поступают в нейрогипофиз.

18. Правильный ответ — В

Нейрогипофиз состоит из клеток нейроглии (питуицитов), кровеносных сосудов, аксонов гипоталамо-гипофизарного тракта и их окончаний на кровеносных капиллярах (аксо-вазальные синапсы). В месте контакта со стенкой капилляра аксоны имеют локальные утолщения (тельца Хёрринга), накапливающие окситоцин, вазопрессин, нейрофизины. Нейрогипофизарная часть ножки гипофиза содержит проходящие в заднюю долю аксоны гипоталамо-гипофизарного тракта.

19. Правильный ответ — Г

Фолликулярные клетки щитовидной железы — мишени тиреотропного гормона. Последний усиливает синтез и секрецию фолликулярными клетками йодсодержащих гормонов (трийодтиронин — T_3 , тироксин — T_4). Активность С-клеток щитовидной железы, синтезирующих тирокальцитонин, и главных клеток паращитовидных желёз, вырабатывающих паратиреокальцитонин, регулируется уровнем Ca^{2+} в крови. Продукция катехоламинов хромаффинными клетками мозгового вещества надпочечников контролируется симпатическим отделом вегетативной нервной системы и глюкокортикоидами. Венозный дренаж надпочечников из коры осуществляется через синусоиды мозговой части, глюкокортикоиды коры стимулируют секрецию адреналина из хромаффинных клеток.

20. Правильный ответ — Б

Синтез глюкокортикоидов в пучковой зоне коры надпочечников стимулируют АКТГ и опосредованно (через усиление синтеза и секреции АКТГ) — кортиколиберин. Атриопептин — гормон, секретируемый кардиомиоцитами правого предсердия в ответ на повышение артериального давления. Ангиотензин II стимулирует выработку альдостерона в клубочковой зоне коры надпочечников.

21. Правильный ответ — Д

Трийодтиронин (T_3) и тироксин (T_4) контролируют основной обмен. Рецепторы тиреоидных гормонов относят к факторам транскрипции. Практически все клетки организма — мишени йодсодержащих гормонов.

22. Правильный ответ — Б

Активация рецептора и изменение режима функционирования клетки-мишени — облигатные последствия при взаимодействии гормона с рецептором. Образование вторых посредников, активация G-белка — частные случаи, опосредующие ответ клетки на гормон.

23. Правильный ответ — Д

Паренхима органа состоит из пинеалоцитов и интерстициальных (глиальных) клеток. От капсулы отходят перегородки, содержащие кровеносные сосуды и сплетения симпатических нервных волокон.

24. Правильный ответ — А

Зачаток щитовидной железы в виде выпячивания крыши глотки между первой и второй парами глоточных карманов (у корня языка) возникает на 3–4-й неделе внутриутробного развития. Эпителиальный зачаток железы растёт вентральнее хрящей гортани и к 7-й неделе достигает места окончательной локализации, формируя две доли и перешеек. Синтезирующие кальцитонин светлые С-клетки происходят из нервного гребня. Из мезенхимы формируется строма железы. Производные нейрогенных плакод — нейроны обонятельной выстилки, нейроны вестибулярного и слухового ганглиев, а также чувствительные нейроны коленчатого, каменистого, узловатого и тройничного ганглиев черепных нервов.

25–29. Правильные ответы: 25-В, 26-Д, 27-Б, 28-Г, 29-А

Фолликулярные клетки (тиреоциты) щитовидной железы секретируют йодсодержащие гормоны, регулирующие основной обмен. С-клетки щитовидной железы продуцируют кальцитонин — один из эндокринных регуляторов обмена Ca^{2+} . Кальцитонин уменьшает содержание Ca^{2+} в крови, стимулирует минерализацию кости. Главные клетки околощитовидных желёз секретируют паратиреокальцитонин (антагонист кальцитонина), усиливающий резорбцию кости и увеличивающий содержание Ca^{2+} в крови. Гормон роста, стимулирующий рост всех тканей, секретируется ацидофильными клетками аденогипофиза; наиболее очевидны эффекты гормона на рост длинных трубчатых костей. Хромаффинные клетки мозгового вещества надпочечников вырабатывают катехоловые амины (адреналин, норадреналин), существенно влияющие на сердечно-сосудистую систему, в частности, оказывают сосудосуживающее действие.

30–34. Правильные ответы: 30-Г, 31-Б, 32-А, 33-В, 34-А

В аденогипофизе синтезируются соматотропный гормон и фоллиотропин; мелатонин вырабатывается пинеалоцитами эпифиза; главные клетки околощитовидных желёз секретируют паратирин; альдостерон синтезируется клетками клубочковой зоны коры надпочечника.

35–39. Правильные ответы: 35-Д, 36-Г, 37-В, 38-Б, 39-Г

Соматостатин ингибирует синтез и секрецию множества гормонов и секретов (гормона роста, АКТГ, тиротропина, инсулина, глюкагона, желудочного секрета). Глюкокортикоиды, инсулин — регуляторы содержания глюкозы в крови. Глюкокортикоиды стимулируют образование глюкозы в печени путём увеличения скорости глюконеогенеза (синтез ключевых ферментов) и стимуляции освобождения аминокислот (субстратов глюконеогенеза) в мышцах. Инсулин стимулирует поступление глюкозы в клетку. Минералокортикоиды влияют на реабсорбцию ионов в почечных канальцах. Паратирин увеличивает содержание кальция в крови, усиливая его вымывание из костей и канальцевую реабсорбцию в почках.

40–45. Правильные ответы: 40-А, 41-В, 42-Б, 43-В, 44-А, 45-В

Синтезируемые в перикарионах нейросекреторных нейронов гипоталамуса рилизинг-гормоны, вазопрессин, нейрофизины и окситоцин по аксонам в составе мембранных пузырьков транспортируются к аксо-вазальным синапсам. Регулятор секреции гормонов нейросекреторных нейронов — импульсная активность. В нейросекреторных нейронах паравентрикулярного и супраоптического ядер гипоталамуса синтезируются вазопрессин и окситоцин. В задней доле гипофиза терминали аксонов формируют локальные утолщения (тельца Хёрринга), заполненные гранулами с гормонами. В ядрах серого бугра (дорсомедиальном, вентромедиальном и инфундибулярном) синтезируются соматостатин и соматостатин.

46–49. Правильные ответы: 46-Б, 47-А, 48-Г, 49-Б

Антидиуретический гормон вызывает сокращение гладкомышечных клеток сосудов. Сокращение гладкомышечных клеток матки в родах и миоэпителиальных клеток молочной железы при кормлении регулирует окситоцин. Сократительную активность миоэпителиальных клеток потовых желёз контролирует ацетилхолин.

50–54. Правильные ответы: 50-Б, 51-Б, 52-А, 53-А, 54-Д

На 4–5-й неделе эктодермальный эпителий крыши ротовой бухты образует карман *Ramke* — вырост, направляющийся к мозгу. Из этого выроста развивается аденогипофиз. Хромаффинные клетки мозгового вещества надпочечников, пинеалоциты эпифиза происходят из нейроэктодермы. Эпителий бранхиогенной группы желёз (щитовидная, вилочковая, околощитовидные) развивается из энтодермы глоточных карманов.

55. Правильный ответ — Б

Транспорт стероидных гормонов во внутренней среде осуществляют специальные белки. Стероидный гормон отделяется от связывающего белка и проходит через клеточную мембрану внутрь клетки, где соединяется с рецептором. Комплекс гормона с рецептором поступает в ядро и взаимодействует со строго определённым фрагментом ДНК с последующей активацией конкретных генов.

56. Правильный ответ — Б

Продуцент биологически активного вещества и клетка-мишень расположены рядом, молекулы гормона достигают мишени путём диффузии в межклеточном пространстве.

57. Правильный ответ — А

Соматостатин синтезируется в нейросекреторных нейронах гипоталамуса, по аксонам транспортируется в срединное возвышение, где через аксо-вазальные синапсы секретируются в кровь.

58. Правильный ответ — В

Нейрофизины синтезируются в нейросекреторных нейронах гипоталамуса. По аксонам этих нейронов нейрофизины транспортируются в заднюю долю гипофиза (нейрогипофиз), где через аксо-вазальные синапсы секретируются в кровь.

59. Правильный ответ — Б

Пролактин синтезируется в ацидофильных аденоцитах (лактотрофы) передней доли гипофиза. Из лактотрофов гормон поступает в капиллярную сеть аденогипофиза.

СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

ВОПРОСЫ

Пояснение. За каждым из перечисленных вопросов или незаконченных утверждений следуют обозначенные буквой ответы или завершения утверждений. Выберите (укажите букву) один ответ (или завершения утверждения), наиболее соответствующий каждому утверждению.

1. Для артерий мышечного типа верно всё, КРОМЕ:

- (А) гладкомышечные клетки в средней оболочке ориентированы спирально
- (Б) наружная эластическая мембрана выражена сильнее внутренней
- (В) в адвентиции присутствуют многочисленные нервные волокна
- (Г) контролируют интенсивность кровотока в органах
- (Д) по сравнению с сопровождающими венами содержат больше эластических волокон

2. Для артерий эластического типа верно всё, КРОМЕ:

- (А) группы гладкомышечных клеток присутствуют в подэндотелиальном слое
- (Б) на границе внутренней и средней оболочек расположен мощный слой эластических волокон
- (В) субэндотелиальный слой образован плотной волокнистой оформленной соединительной тканью
- (Г) в средней оболочке расположены окончатые эластические мембраны
- (Д) гладкомышечные клетки в средней оболочке способны синтезировать эластин и коллаген

3. Наружная оболочка аорты. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) пучки эластических и коллагеновых волокон ориентированы продольно или по спирали
- (Б) присутствуют *vasa vasorum*
- (В) имеет нервные волокна и окончания
- (Г) содержит клетки волокнистой соединительной ткани
- (Д) покрыта мезотелием

4. Артериола. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) внутренняя эластическая мембрана отделяет эндотелиальные клетки от гладкомышечных
- (Б) сужение просвета происходит за счёт сокращения гладкомышечных клеток
- (В) гладкомышечные клетки имеют рецепторы ангиотензина II
- (Г) *vasa vasorum* кровоснабжают наружную оболочку
- (Д) переходят в капилляры

5. Для вены (по сравнению с сопровождающей артерией) верно всё, КРОМЕ:
 (А) имеет больший диаметр
 (Б) адвентициальная оболочка менее выражена, чем в сопровождающих артериях
 (В) средняя оболочка тоньше
 (Г) внутренняя эластическая мембрана выражена слабее
 (Д) стенка тоньше
6. Стенка артерий эластического типа содержит всё, КРОМЕ:
 (А) гладкомышечных клеток
 (Б) эластических мембран
 (В) эластических волокон
 (Г) перицитов
 (Д) фибробластов
7. Микроциркуляторное русло. Верно всё, КРОМЕ:
 (А) прекапиллярные сфинктеры контролируют интенсивность капиллярного кровотока
 (Б) объём кровотока всего русла определяет тонус гладкомышечных клеток артериол
 (В) содержит прекапиллярные артериолы и посткапиллярные вены
 (Г) стенка артериовенозного анастомоза не имеет гладкомышечных клеток
 (Д) артериовенозные анастомозы связывают мелкие артерии и вены
8. Капилляры с фенестрированным эндотелием. Верно всё, КРОМЕ:
 (А) присутствуют в эндокринных железах
 (Б) фенестры — щели между эндотелиальными клетками
 (В) фенестры облегчают транспорт веществ через эндотелий
 (Г) пиноцитозные пузырьки транспортируют метаболиты через эндотелий
 (Д) имеют сплошную базальную мембрану
9. Капилляры. Верно всё, КРОМЕ:
 (А) в организме постоянно происходит их образование
 (Б) содержат перициты
 (В) капилляры с непрерывным эндотелием имеют сплошную базальную мембрану
 (Г) капилляры синусоидного типа расположены в кроветворных органах
 (Д) входящие в их состав гладкомышечные клетки регулируют артериальное давление
10. Гематоэнцефалический барьер образован:
 (А) непрерывным эндотелием и ножками отростков олигодендроглицитов
 (Б) ножками отростков астроцитов
 (В) непрерывным эндотелием
 (Г) фенестрированным эндотелием
 (Д) эндотелием капилляров синусоидного типа
11. Эндотелиальные клетки капилляров. Верно всё, КРОМЕ:
 (А) промежуточные филаменты состоят из цитокератинов
 (Б) содержат пиноцитозные пузырьки
 (В) в мозге соединены при помощи плотных контактов
 (Г) связаны с базальной мембраной при помощи полудесмосом
 (Д) имеют рецепторы ангиогенных факторов

12. Эндотелиальные клетки. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) происходят из мезенхимы
 (Б) растущая клеточная популяция
 (В) регулируют тонус гладкомышечных клеток
 (Г) препятствуют адгезии тромбоцитов
 (Д) синтезируют фактор фон Виллебранда

13. Эндокард содержит все слои, КРОМЕ:

- (А) эндотелия
 (Б) подэндотелиального
 (В) мышечно-эластического
 (Г) слоя атипических кардиомиоцитов
 (Д) наружного соединительнотканного

14. Гладкомышечная клетка сосудистой стенки. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) способна к регенерации
 (Б) в мембрану встроены рецепторы гистамина
 (В) гладкомышечные клетки синтетического фенотипа вырабатывают коллаген и эластин
 (Г) расслабляются под действием оксида азота
 (Д) в гемокапиллярах имеют симпатическую иннервацию

15. Сердце. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) силу сокращения кардиомиоцитов усиливают катехоламины
 (Б) миокард содержит проприорецепторы — нервно-мышечные веретёна
 (В) кардиомиоциты не способны к репаративной регенерации
 (Г) ацетилхолин снижает частоту сердечбиений
 (Д) кардиомиоциты предсердий секретируют атриопептин

16. Вазодилатацию вызывают все перечисленные вещества, КРОМЕ:

- (А) брадикинина
 (Б) сосудистоактивного кишечного пептида (VIP)
 (В) гистамина
 (Г) ангиотензина II
 (Д) относящегося к кальцитониновому гену пептида

Пояснение. Каждый из нижеприведённых вопросов содержит четыре варианта ответов, из которых правильными могут быть один или сразу несколько. **Выберите:**

А — если правильны ответы 1, 2 и 3

Б — если правильны ответы 1 и 3

В — если правильны ответы 2 и 4

Г — если правилен ответ 4

Д — если правильны ответы 1, 2, 3 и 4

17. Первые кровеносные сосуды образуются в:

- (1) мезодерме амниона
 (2) энтодерме желточного мешка
 (3) мезодерме ворсинчатого хориона
 (4) мезодерме желточного мешка

18. Миокард:

- (1) развивается из мезодермы
 (2) промежуточные филаменты кардиомиоцитов образованы миозином
 (3) кардиомиоциты волокон *Пуркинье* связаны при помощи десмосом и щелевых контактов
 (4) секреторные кардиомиоциты входят в проводящую систему

19. Нижняя полая вена:

- (1) не имеет клапанов
- (2) толщина наружной оболочки превосходит толщину остальных оболочек
- (3) во внутренней части наружной оболочки присутствуют продольные пучки гладкомышечных клеток
- (4) выражен подэндотелиальный слой

20. Стенка вены:

- (1) в средней оболочке подкожных вен нижних конечностей много гладкомышечных клеток
- (2) количество *vasa vasorum* в наружной оболочке больше, чем в артерии
- (3) в безмышечных венах отсутствует средняя оболочка
- (4) клапаны образованы внутренней и средней оболочками

21. Капилляры синусоидного типа:

- (1) образуют капиллярное русло красного костного мозга
- (2) через щели между эндотелиальными клетками мигрируют клетки крови
- (3) окружены прерывистой базальной мембраной
- (4) стенка поддерживается ретикулиновыми волокнами

22. К микроциркуляторному руслу относят:

- (1) артериолы
- (2) венулы
- (3) капилляры
- (4) анастомозы

23. Функции сосудов микроциркуляторного русла:

- (1) обмен веществ между кровью и тканями
- (2) регулирование кровотока
- (3) депонирование крови
- (4) участие в воспалительных реакциях

24. Капилляры:

- (1) в скелетной мышце — с непрерывными эндотелием и базальной мембраной
- (2) в селезёнке — с прерывистыми эндотелием и базальной мембраной
- (3) в щитовидной железе — с фенестрированным эндотелием и непрерывной базальной мембраной
- (4) в головном мозге — с непрерывным эндотелием и прерывистой базальной мембраной

25. Активация какого рецептора приводит к выделению из эндотелиальных клеток расслабляющего фактора — оксида азота?

- (1) м-Холинорецептора
- (2) α_2 -Адренорецептора
- (3) Гистаминового
- (4) Серотонинового

26. Эндотелий:

- (1) промежуточные филаменты образованы виментином
- (2) обеспечивает фиксацию лимфоцитов в слизистой оболочке пищеварительного тракта
- (3) при тромбозе сосуда выделяет оксид азота
- (4) питается за счёт сосудов *vasa vasorum*

27. Сердце:

- (1) эпикард покрыт мезотелием
- (2) эндокард — аналог *t. intima* сосудов
- (3) нейроны интрамуральных ганглиев — холинергические
- (4) активация β -адренорецепторов уменьшает силу сокращения

28. Атриопептин:

- (1) секретируется при снижении артериального давления
- (2) мишени — клетки, синтезирующие алдостерон
- (3) вызывает расширение капилляров
- (4) вырабатывается предсердными кардиомиоцитами

Пояснение. Каждому вопросу (левая колонка), обозначенному цифрой, соответствует обозначенный буквой возможный ответ (правая колонка). Для каждого вопроса выберите наиболее подходящий по смыслу ответ. Каждый ответ можно выбрать один раз, более одного раза или вообще не выбирать.

29–33. Морфофункциональные характеристики разных кровеносных сосудов

Характеристика...	Сосуд...
29. регуляция системного артериального давления	(А) артериола
30. крупные скопления гладкомышечных клеток в наружной оболочке	(Б) аорта
31. прекапиллярный сфинктер	(В) нижняя полая вена
32. гладкомышечные клетки, коллагеновые и эластические волокна, окончатые эластические мембраны, кардиомиоциты в средней оболочке	(Г) метартериола
33. обычное место выхода лейкоцитов из циркуляции	(Д) посткапиллярная венула

34–36. Локализация разных гистологических элементов в оболочках артерии эластического типа

Элемент...	Оболочка...
34. рыхлая соединительная ткань, сосуды, нервные волокна	(А) внутренняя
35. эластические окончатые мембраны, гладкомышечные клетки, эластические и коллагеновые волокна	(Б) наружная
36. эндотелий, базальная мембрана, рыхлая соединительная ткань	(В) средняя

37–39. Характеристики разных сосудов микроциркуляторного русла

Сосуд...	характерны...
37. артериола	(А) эндотелий, перициты, единичные гладкомышечные клетки, рыхлая соединительная ткань
38. капилляр	(Б) эндотелий, внутренняя эластическая мембрана, гладкомышечные клетки, нервные волокна, рыхлая соединительная ткань
39. собирательная венула	(В) эндотелий, базальная мембрана, перициты

40–44. Локализация разных гистологических элементов в оболочках сердца.

Элемент...	Оболочка...
40. клетки, вырабатывающие атриопептин	(А) эндокард
41. пучки гладкомышечных клеток	(Б) миокард
42. мышечные клетки с поперечной исчерченностью	(В) эпикард
43. мезотелий	(Г) все
44. жировые клетки	(Д) ни одной

Пояснение. Для каждого из пронумерованных вопросов укажите на рисунке букву, которой обозначена запрашиваемая структура.

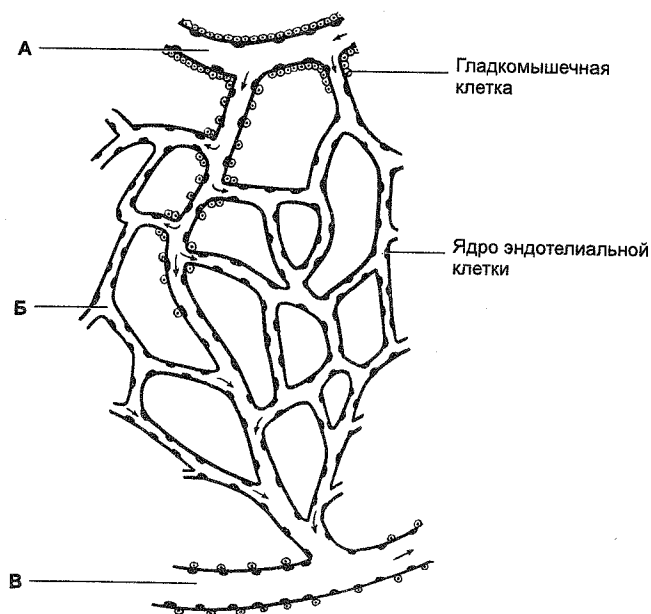


Рис. 17. Микроциркуляторное русло [из *Copenhagen VM et al*, 1992]

45–48. Микроциркуляторное русло

45. Укажите отдел, наиболее значимый для регуляции системного артериального давления
46. Укажите сосуды, через стенку которых лейкоциты выходят в ткани
47. Укажите сосуды, способные депонировать кровь
48. Укажите сосуды, участвующие в обменных процессах между тканью и кровью

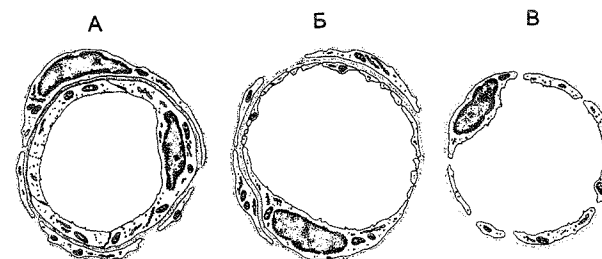


Рис. 18. Типы капилляров [из *Hees H, Sinowatz F*, 1992]

49–52. Типы капилляров

49. Капилляр, выполняющий барьерную функцию
50. Капилляр в скелетной мышце
51. Капилляры почечного тельца
52. Капилляры в кроветворных органах

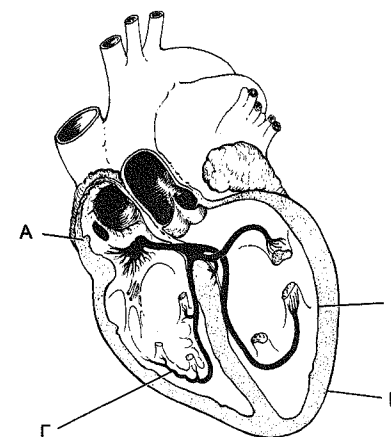


Рис. 19. Сердце [из *Junqueira LC, Carneiro J*, 1991]

53–54. Сердце

53. Место синтеза и секреции клетками атриопептина
54. Укажите эндотелий

ОТВЕТЫ И ПОЯСНЕНИЯ

1. Правильный ответ — Б

Артерии мышечного типа обладают выраженной способностью к изменению просвета, поэтому их относят к распределительным артериям, контролирующим интенсивность кровотока. Гладкомышечные клетки, ориентированные по спирали, регулируют величину просвета сосуда. Внутренняя эластическая мембрана расположена между внутренней и средней оболочками. Наружная эластическая мембрана, разделяющая среднюю и наружную оболочки, как правило, менее выражена. Наружная оболочка представлена волокнистой соединительной тканью; имеет многочисленные нервные волокна и окончания. Сравнительно с сопровождающими венами артерия содержит больше эластических волокон, поэтому её стенка эластичнее.

2. Правильный ответ — В

Подэндотелиальный слой артерии эластического типа образован рыхлой соединительной тканью. Здесь присутствуют эластические и коллагеновые волокна, фибробласты, группы продольно ориентированных гладкомышечных клеток. На границе внутренней и средней оболочек расположен мощный слой эластических волокон. В средней оболочке присутствуют многочисленные окончатые эластические мембраны. Между эластическими мембранами располагаются гладкомышечные клетки, направленные по спирали. Гладкомышечные клетки артерий эластического типа специализированы для синтеза эластина, коллагена и компонентов аморфного межклеточного вещества.

3. Правильный ответ — Д

Мезотелий покрывает свободную поверхность эпикарда и выстилает перикард. Наружная (адвентициальная) оболочка кровеносных сосудов (аорты в том числе) содержит пучки коллагеновых и эластических волокон, мелкие кровеносные и лимфатические сосуды, а также миелиновые и безмиелиновые нервные волокна. *Vasa vasorum* кровоснабжают наружную оболочку и наружную треть средней оболочки. Предполагается, что ткани внутренней оболочки и внутренних двух третей средней оболочки питаются за счёт диффузии веществ из крови, находящейся в просвете сосуда.

4. Правильный ответ — Г

Артерии мышечного типа переходят в короткие сосуды — артериолы. Стенка артериолы состоит из эндотелия, нескольких слоёв циркулярно ориентированных гладкомышечных клеток в средней оболочке и наружной оболочки. Эндотелий отделён от гладкомышечных клеток внутренней эластической мембраной. В наружной оболочке артериолы отсутствуют *vasa vasorum*. Здесь имеются соединительнотканые клетки, пучки коллагеновых волокон, безмиелиновые нервные волокна. Изменение величины просвета сосуда осуществляется за счёт изменения тонуса гладкомышечных клеток, имеющих рецепторы вазодилататоров и вазоконстрикторов, включая рецепторы ангиотензина II. Самые мелкие артериолы (терминальные) переходят в капилляры. Терминальные артериолы содержат продольно ориентированные эндотелиальные и циркулярно расположенные гладкомышечные клетки.

5. Правильный ответ — Б

Вены имеют больший диаметр, чем одноимённые артерии. Стенка вены тоньше. Субэндотелиальный слой внутренней оболочки содержит гладкомышечные клетки. Внутренняя эластическая мембрана выражена слабо и часто отсутствует. Средняя оболочка вены тоньше, чем одноимённой артерии. В средней оболочке присутствуют циркулярно ориентированные гладкомышечные клетки, коллагеновые и эластические волокна. Количество гладкомышечных клеток в средней оболочке вены существенно меньше, чем в средней оболочке сопровождающей её артерии. Исключение составляют вены нижних конечностей. Эти вены содержат значительное количество гладкомышечных клеток в средней оболочке. Наружная оболочка у вен более выражена, чем у одноимённых артерий.

6. Правильный ответ — Г

Внутренняя оболочка артерии эластического типа содержит эндотелий и подэндотелиальный слой, состоящий из рыхлой волокнистой соединительной ткани. Здесь же встречаются фибробласты и гладкомышечные клетки. На границе внутренней и средней оболочек располагается мощный слой эластических волокон, ориентированных циркулярно и продольно. Толстая средняя оболочка состоит из нескольких десятков располагающихся циркулярно эластических окончатых мембран, между которыми находятся многочисленные войлокообразно переплетающиеся эластические волокна, гладкомышечные клетки, фибробласты. В наружной оболочке среди пучков коллагеновых и эластических волокон видны скопления жировых клеток и кровеносные сосуды (*vasa vasorum*). Перициты присутствуют в стенке капилляров и венул.

7. Правильный ответ — Г

Микроциркуляторное русло включает терминальные артериолы, метартериолы, анастомозирующую сеть капилляров и посткапиллярные венулы. В местах отделения капилляров от метартериолы имеются прекапиллярные сфинктеры, контролирующие локальный объём крови, проходящей через истинные капилляры. Объём же крови, проходящей через терминальное сосудистое русло в целом, определяется тонусом гладкомышечных клеток артериол. В микроциркуляторном русле присутствуют артериовенозные анастомозы, связывающие артериолы непосредственно с венулами или мелкие артерии с мелкими венами. Стенка сосудов анастомоза богата гладкомышечными клетками. Артериовенозные анастомозы в большом количестве присутствуют в некоторых участках кожи, где играют важную роль в терморегуляции.

8. Правильный ответ — Б

Стенка капилляра образована эндотелием, его базальной мембраной и перицитами. Капилляры с фенестрированным эндотелием присутствуют в клубочках почки, эндокринных железах, ворсинках кишки. Фенестра — истончённый участок эндотелиальной клетки диаметром 50–80 нм, прикрытый диафрагмой, причём фенестры облегчают транспорт веществ через эндотелий. В цитоплазме эндотелиальных клеток содержатся пиноцитозные пузырьки, участвующие в транспорте метаболитов между кровью и тканями. Базальная мембрана у капилляра с фенестрированным эндотелием сплошная.

9. Правильный ответ — Д

В стенке капилляра имеются эндотелиальные клетки и перициты, но отсутствуют гладкомышечные клетки. Перициты — клетки, содержащие сократительные белки (актин, миозин). Вероятно участие перицита в регуляции просвета капилляра. Капилляры с непрерывным и фенестрированным эндотелием имеют сплошную базальную мембрану. Для синусоидов характерно наличие щелей между эндотелиальными клетками и в базальной мембране, что позволяет клеткам крови свободно проходить сквозь стенку такого капилляра. Капилляры синусоидного типа присутствуют в кроветворных органах. В организме постоянно происходит образование новых капилляров.

10. Правильный ответ — В

Основа гематоэнцефалического барьера — непрерывный эндотелий. Эндотелиальные клетки связаны при помощи непрерывных цепочек плотных контактов, что не позволяет проникать в мозг многим веществам. Снаружи эндотелий покрыт сплошной базальной мембраной. К базальной мембране примыкают ножки астроцитов, почти полностью охватывая капилляр. Базальная мембрана и астроциты не являются компонентами барьера. Олигодендроциты связаны с нервными волокнами и формируют миелиновую оболочку. Синусоидные капилляры присутствуют в кроветворных органах. Капилляры с фенестрированным эндотелием характерны для почечных телец, ворсинок кишечника, эндокринных желёз.

11. Правильный ответ — А

Между эндотелием и омывающей его кровью происходит обмен веществ. О его активности говорит наличие многочисленных пиноцитозных пузырьков в цитоплазме эндотелиальных клеток. Клетки эндотелия имеют мезенхимное происхождение и содержат промежуточные филаменты, состоящие из виментина. Клетки расположены на базальной мембране и связаны с ней полудесмосомами. В капиллярах мозга эндотелиальные клетки связаны при помощи непрерывных цепочек плотных контактов. Эндотелиальные клетки — мишени многочисленных ангиогенных факторов, следовательно, содержат их рецепторы.

12. Правильный ответ — Б

Эндотелиальные клетки происходят из мезенхимы. Они способны к пролиферации и составляют обновляющуюся клеточную популяцию. Интактный эндотелий препятствует адгезии тромбоцитов к сосудистой стенке, секретирова простациклин PGI_2 . Участие эндотелия в свёртывании крови состоит в секреции эндотелиальными клетками некоторых плазменных факторов свёртывания (например, фактора фон Виллебранда). Эндотелиальные клетки продуцируют факторы, влияющие на тонус гладкомышечных клеток, например фактор вазодилатации оксид азота.

13. Правильный ответ — Г

Внутренняя часть эндокарда представлена плоскими полигональными эндотелиальными клетками, расположенными на базальной мембране. За ней следует подэндотелиальный слой, образованный соединительной тканью. Снаружи от эндотелия расположен мышечно-эластический слой, содержащий гладкомышечные клетки, коллагеновые и эластические волокна. Наружная часть эндокарда состоит из волокнистой соединительной ткани. Атипичические кардиомиоциты, формирующие волокна Пуркинье, расположены под эндокардом, на границе с миокардом.

14. Правильный ответ — Д

Гемокапилляры не имеют гладкомышечных клеток и, значит, симпатической иннервации. Функциональное состояние гладкомышечной клетки контролируют многочисленные гуморальные факторы, стимулирующие пролиферацию клеток. Гистамин вызывает ослабление гладкомышечных клеток и повышение проницаемости стенки сосудов. Оксид азота, выделяемый эндотелиальными клетками, — вазодилататор. Гладкомышечные клетки, экспрессирующие синтетический фенотип, синтезируют компоненты межклеточного вещества (коллаген, эластин, протеогликаны), цитокины и факторы роста.

15. Правильный ответ — Б

Миокард не содержит нервно-мышечных веретён, они присутствуют исключительно в скелетной мышце. Кардиомиоциты лишены способности к пролиферации (в отличие от гладкомышечных клеток сосудов). Кроме того, в сердечной мышечной ткани отсутствуют камбиальные клетки. Таким образом, регенерация кардиомиоцитов невозможна. Под действием катехоламинов (стимуляция симпатических нервных волокон) сила сокращений предсердий и желудочков увеличивается, возрастает частота сокращений сердца, укорачивается интервал между сокращениями предсердий и желудочков. Ацетилхолин (парасимпатическая иннервация) вызывает снижение силы и частоты сокращений сердца. Кардиомиоциты предсердий секретируют атриопептин (натриуретический фактор) — гормон, контролирующей объём внеклеточной жидкости и гомеостаз электролитов.

16. Правильный ответ — Г

Величина просвета сосуда регулируется тонусом присутствующих в его стенке гладкомышечных клеток. Эти клетки имеют рецепторы к многим веществам, действующим как вазоконстрикторы (сокращение гладкомышечных клеток) и как вазодилататоры (расслабление гладкомышечных клеток). Так, вазодилатацию вызывают атриопептин, брадикинин, гистамин, сосудистоактивный кишечный пептид (VIP), простагландины, оксид азота, пептид, относящийся к кальцитонинному гену. Ангиотензин II — вазоконстриктор.

17. Правильный ответ — Г

В течение 3-й недели внутриутробного развития во внезародышевой мезодерме желточного мешка формируются скопления мезенхимных клеток — кровяные островки. Центральные клетки островка дифференцируются в первичные эритробласты. Клетки, расположенные по периферии, дают начало эндотелию первичных кровеносных сосудов. Эндотелиальные клетки пролиферируют и образуют отростки, в результате чего отдельные островки объединяются, и формируются первые мелкие сосуды.

18. Правильный ответ — Б

Миокард развивается из миоэпикардиальной пластинки — утолщённого участка висцерального листка спланхнотома, т.е. имеет мезодермальное происхождение. Промежуточные филаменты кардиомиоцитов состоят из десмина — белка, характерного для мышечных клеток. Кардиомиоциты волокон *Пуркинё* связаны десмосомами и многочисленными щелевыми контактами, обеспечивающими высокую скорость проведения возбуждения. Секреторные кардиомиоциты, находящиеся преимущественно в правом предсердии, вырабатывают атриопептин и к проводящей системе отношения не имеют.

19. Правильный ответ — Д

Полые вены, а также вены головного мозга и его оболочек, внутренних органов, подчревные, подвздошные и безымянные клапанов не имеют. Нижняя полая вена — сосуд мышечного типа. Наружная оболочка по толщине превышает внутреннюю и среднюю в несколько раз. В подэндотелиальном слое присутствуют гладкомышечные клетки. В средней оболочке имеются циркулярно расположенные пучки гладкомышечных клеток; окончатые эластические мембраны отсутствуют. Наружная оболочка нижней полой вены содержит продольно ориентированные пучки гладкомышечных клеток.

20. Правильный ответ — А

Подкожные вены нижних конечностей относятся к мышечным венам. Средняя оболочка этих вен хорошо развита и содержит продольно лежащие пучки гладкомышечных клеток во внутренних слоях и циркулярно ориентированные гладкомышечные клетки в наружных слоях. Гладкомышечные клетки также образуют продольные пучки и в наружной оболочке. Последняя состоит из волокнистой соединительной ткани, в которой присутствуют нервные волокна и *vasa vasorum*. *Vasa vasorum* вен значительно многочисленнее, чем у артерий, и могут достигать интимы. Большинство вен имеет клапаны, образованные складками интимы. Основу створок клапана составляет волокнистая соединительная ткань. В области фиксированного края клапана располагаются пучки гладкомышечных клеток. Средняя оболочка отсутствует в безмышечных венах головного мозга, мозговых оболочек, сетчатки глаза, трабекул селезёнки, костей, в мелких венах внутренних органов.

21. Правильный ответ — Д

Синусоидные капилляры образуют капиллярное русло красного костного мозга, печени, селезёнки. Эндотелиальные клетки уплощены и имеют вытянутую полигональную форму, содержат микротрубочки, филаменты, образуют микроворсинки. Между клетками имеются щели, через которые могут мигрировать клетки крови. Базальная мембрана также содержит различные по размерам щелевидные отверстия и может отсутствовать вообще (синусоиды печени). Ретикулиновые волокна поддерживают структуру капилляров синусоидного типа.

22. Правильный ответ — Д

Структурно-функциональная единица сердечно-сосудистой системы — терминальное, или микроциркуляторное русло. Оно организовано следующим образом: под прямым углом от терминальной артериолы отходят метартериолы, а от них берут начало анастомозирующие истинные капилляры. Разветвлённая капиллярная сеть соединяет артериальное и венозное русла. Венозная часть капилляров плавно переходит в посткапиллярную венулу. Её диаметр может достигать 30 мкм. Посткапиллярные венулы впадают в собирательную венулу. Собирательные венулы переходят в мышечные венулы диаметром до 100 мкм. В микроциркуляторном русле присутствуют артериовенозные анастомозы, связывающие артериолы непосредственно с венулами или мелкие артерии с мелкими венами.

23. Правильный ответ — Д

Артериолы — наиболее значимые сосуды для регуляции артериального давления. Благодаря наличию циркулярно ориентированных гладкомышечных клеток и прекапиллярных сфинктеров, артериолы могут изменять приток крови к органам. Капилляры участвуют в обмене веществ между кровью и тканями. Венулы, как никакие другие сосуды, имеют прямое отношение к течению воспалительных реакций; через их стенку при воспалении проходят массы лейкоцитов и плазма. Медленный кровоток, низкое внутрисосудистое давление, растяжимость стенки венул создают условия для депонирования крови в венозном отделе микроциркуляторного русла.

24. Правильный ответ — А

Капилляры с непрерывным эндотелием и непрерывной базальной мембраной — наиболее распространённый тип (мышцы, кожа, лёгкие, ЦНС). Капилляры с фенестрированным эндотелием и непрерывной базальной мембраной присутствуют в капиллярных клубочках почки, эндокринных железах, ворсинках кишки. Капилляр с прерывистым эндотелием называют также капилляром синусоидного типа, или синусоидом. Подобный тип капилляров присутствует в кроветворных органах.

25. Правильный ответ — Д

Плазматическая мембрана эндотелиальных клеток содержит рецепторы гистамина, серотонина, м-холинорецепторы, α_2 -адренорецепторы. Их активация приводит к высвобождению из эндотелия фактора вазодилатации — оксида азота. Его мишень — расположенные поблизости гладкомышечные клетки. В результате расслабления гладкомышечных клеток просвет сосуда увеличивается.

26. Правильный ответ — А

Эндотелий получает питательные вещества непосредственно из омывающей его крови. Как и у других клеточных типов мезенхимного происхождения, промежуточные филаменты эндотелиальных клеток состоят из виментина. Вены лимфатических фолликулов слизистой оболочки пищеварительного тракта имеют высокие эндотелий, экспрессирующий на своей поверхности так называемый сосудистый адрессин, узнаваемый молекулой CD44 циркулирующих в крови лимфоцитов. Лимфоциты прикрепляются в этих областях к эндотелию и выходят из кровотока. Эндотелий участвует в восстановлении кровотока при тромбозе. Из агрегированных тромбоцитов в составе тромба выделяются АДФ и серотонин. АДФ, серотонин, а также тромбин взаимодействуют со своими рецепторами в эндотелиальной клетке, стимулируя её к секреции расслабляющего фактора — оксида азота.

27. Правильный ответ — А

Эпикард образован тонким слоем волокнистой соединительной ткани, срастающейся с миокардом. Свободная поверхность эпикарда покрыта мезотелием. Эндокард — аналог *t. intima* сосудов и состоит из эндотелия, подэндотелиального, мышечно-эластического и наружного соединительнотканного слоёв. Стенка сердца получает симпатическую и парасимпатическую иннервацию. Внутрисердечные нейроны почти все холинергические (парасимпатические). На них, а также на МИФ-клетках заканчиваются терминалы холинергических аксонов блуждающего нерва. Отростки нейронов внутрисердечных ганглиев также вступают в контакт с МИФ-клетками. Симпатические нервные волокна оказывают положительный хронотропный эффект, активация β -адренорецепторов увеличивает частоту и силу сокращения миокарда.

28. Правильный ответ — В

Атриопептин — натриуретический пептид, его синтезируют кардиомиоциты предсердий. Мишени — клетки почечных телец, клетки собирательных трубочек почки, клетки клубочковой зоны коры надпочечников, гладкомышечные клетки сосудов. Атриопептин угнетает образование альдостерона клетками клубочковой зоны коры надпочечников и способствует расслаблению гладкомышечных клеток стенки сосуда; на просвет капилляров не влияет, так как капилляры не содержат гладкомышечных клеток.

29–33. Правильные ответы: 29-А, 30-В, 31-Г, 32-Б, 33-Д

Окончатые эластические мембраны, коллагеновые и эластические волокна, гладкомышечные клетки и кардиомиоциты присутствуют в средней оболочке аорты и лёгочной артерии. Артериолы имеют важное значение для регуляции артериального давления; в средней оболочке содержат несколько слоёв циркулярно ориентированных гладкомышечных клеток. Метартериолы в месте отхождения от них капилляров содержат скопление циркулярно ориентированных гладкомышечных клеток, образующих прекапиллярный сфинктер. Вены имеют прямое отношение к течению воспалительных реакций; через их стенку при воспалении проходят лейкоциты и плазма. Хорошо развитая наружная оболочка нижней полой вены по своей толщине в 6–7 раз превосходит внутреннюю и среднюю, вместе взятые; содержит большое количество продольно расположенных гладкомышечных клеток.

34–36. Правильные ответы: 34-Б, 35-В, 36-А

Внутренняя оболочка содержит расположенные на базальной мембране эндотелиальные клетки и рыхлую соединительную ткань, содержащую эластические и коллагеновые волокна, фибробласты, гладкомышечные клетки. Средняя оболочка включает окончатые эластические мембраны, гладкомышечные клетки, коллагеновые и эластические волокна. В рыхлой соединительной ткани наружной оболочки присутствуют пучки коллагеновых и эластических волокон, мелкие кровеносные и лимфатические сосуды, миелиновые и безмиелиновые нервные волокна.

37–39. Правильные ответы: 37-Б, 38-В, 39-А

Стенка артериолы состоит из эндотелия, внутренней эластической мембраны, нескольких слоёв циркулярно ориентированных гладкомышечных клеток и наружной оболочки, содержащей безмиелиновые нервные волокна. Стенка капилляра образована эндотелием, его базальной мембраной и периплазматическими мембранами. Собирательные вены содержат эндотелий, периплазматические мембраны, единичные гладкомышечные клетки.

40–44. Правильные ответы: 40-Б, 41-А, 42-Б, 43-В, 44-Г

В эндокарде выделяют мышечно-эластический слой, содержащий пучки гладкомышечных клеток. Миокард образуют мышечные клетки с поперечной исчерченностью. Кардиомиоциты правого предсердия синтезируют атриопептин. Мезотелий покрывает свободную поверхность эпикарда. Во всех оболочках сердца присутствуют жировые клетки — как одиночные, так и образующие скопления.

45. Правильный ответ — А

Артериолы вносят наибольший вклад в регуляцию артериального давления. Благодаря циркулярно ориентированным гладкомышечным клеткам и прекапиллярным сфинктерам артериолы влияют на приток крови к органам и системное артериальное давление.

46. Правильный ответ — В

Вены имеют прямое отношение к течению воспалительных реакций; через их стенку выходят лейкоциты и плазма.

47. Правильный ответ — В

Депонирование крови в венозном отделе микроциркуляторного русла возможно благодаря растяжимости стенки венул, медленному кровотоку, низкому внутрисосудистому давлению.

48. Правильный ответ — Б

Капилляры — наиболее многочисленные и самые тонкие сосуды. Осуществляют основные обменные процессы между кровью и тканями, что обусловлено тонкостью стенок капилляров, медленным кровотоком и низким внутрикапиллярным давлением, а также большой площадью поверхности.

49. Правильный ответ — А

Капилляры с непрерывным эндотелием участвуют в формировании различных барьеров (например, гематоэнцефалического, гематотимического). Для эндотелия капилляров барьерного типа характерно умеренное количество пиноцитозных пузырьков и плотные межэндотелиальные контакты.

50. **Правильный ответ — А**

Капилляры с непрерывным эндотелием — наиболее распространённый тип. Эндотелиальные клетки связаны при помощи плотных контактов, содержат множество пиноцитозных пузырьков, участвующих в транспорте метаболитов между кровью и тканями.

51. **Правильный ответ — Б**

Капилляры с фенестрированным эндотелием и непрерывной базальной мембраной присутствуют в капиллярных клубочках почки, эндокринных железах, ворсинках кишки. Фенестра — истончённый участок эндотелиальной клетки диаметром 50–80 нм, облегчает транспорт веществ через эндотелий.

52. **Правильный ответ — В**

Капилляр с прерывистым эндотелием называют также капилляром синусоидного типа, или синусоидом. Подобный тип капилляров присутствует в кроветворных органах (селезёнка, костный мозг), состоит из эндотелиальных клеток с щелями между ними и прерывистой базальной мембраны. Через стенку такого капилляра свободно мигрируют клетки крови.

53. **Правильный ответ — А**

Атриопептин — мощный гипотензивный фактор — синтезируют кардиомиоциты правого предсердия. Клетки-мишени: клетки почечных телец, клетки собирательных трубочек почки, клетки клубочковой зоны коры надпочечников, гладкомышечные клетки сосудов.

54. **Правильный ответ — Б**

Внутренняя часть эндокарда представлена плоскими полигональными клетками эндотелия, расположенными на базальной мембране. Клетки содержат небольшое количество митохондрий, умеренно выраженный комплекс *Гольджи*, пиноцитозные пузырьки, многочисленные филаменты диаметром 10 нм.

ИММУННАЯ ЗАЩИТА

ВОПРОСЫ

Пояснение. За каждым из перечисленных вопросов или незаконченных утверждений следуют обозначенные буквой ответы или завершённые утверждения. Выберите (укажите букву) один ответ (или завершённые утверждения), наиболее соответствующий каждому утверждению.

- 1. В организм ввели антитела против тимозинов. Дифференцировка каких клеток нарушится в первую очередь?**
 - (А) Моноцитов
 - (Б) В-лимфоцитов
 - (В) Т-лимфоцитов
 - (Г) Макрофагов
 - (Д) Всех названных
- 2. Какие клетки образуют бесконтрольно размножающийся миеломный клон, продуцирующий избыток иммуноглобулинов?**
 - (А) Цитотоксические Т-лимфоциты
 - (Б) В-лимфоциты
 - (В) НК-клетки
 - (Г) Макрофаги
 - (Д) Т-хелперы
- 3. У мутантных мышей линии *nude* отсутствуют тимус и клеточный иммунный ответ. У этих мышей не происходит отторжения чужеродного трансплантата, что связано с отсутствием:**
 - (А) В-лимфоцитов
 - (Б) макрофагов
 - (В) цитотоксических Т-лимфоцитов
 - (Г) моноцитов
 - (Д) плазматических клеток
- 4. Главный комплекс гистосовместимости. Верно всё, КРОМЕ:**
 - (А) молекулы МНС I и II классов экспрессируются во всех клетках
 - (Б) участвует в активации Т-клеток
 - (В) взаимодействует с молекулами CD4 и CD8
 - (Г) определяет биологическую индивидуальность организма
 - (Д) разные классы молекул участвуют в стимуляции разных субпопуляций иммунокомпетентных клеток
- 5. НК-клетки. Верно всё, КРОМЕ:**
 - (А) распознают клетки-мишени по антигену МНС на их поверхности
 - (Б) составляют 15% популяции циркулирующих лимфоцитов
 - (В) интерлейкин-2 усиливает цитотоксическую активность
 - (Г) уничтожают опухолевые клетки
 - (Д) содержат гранулы с перфорином

6. В селезёнке Т-лимфоциты заселяют преимущественно:
- красную пульпу
 - периартериальную зону
 - краевую, или маргинальную зону
 - центр размножения фолликула
 - пульпарные тяжи
7. В центре размножения фолликула лимфатического узла присутствуют все клетки, КРОМЕ:
- В-лимфоцитов
 - отростчатых фолликулярных клеток
 - макрофагов
 - лимфобластов
 - Т-лимфоцитов
8. Для какого органа характерны множество лимфоцитов, отсутствие фолликулов и сетевидный эпителиальный остов?
- Тимус
 - Селезёнка
 - Лимфатический узел
 - Красный костный мозг
 - Ни один из названных
9. Укажите область лимфоузла, где большинство иммунокомпетентных клеток готово к взаимодействию с антигеном:
- реактивный центр
 - кортикальная зона
 - мякотные тяжи
 - паракортикальная зона
 - краевой синус
10. В лимфоузле интердигитирующие клетки расположены в:
- лимфатических фолликулах
 - мозговых тяжах
 - синусах
 - паракортикальной зоне
 - области ворот
11. Т- и В-лимфоциты попадают в ткань лимфоузла преимущественно из:
- артериол
 - гемокапилляров
 - посткапиллярных венул
 - приносящих лимфатических сосудов
 - лимфатических капилляров
12. Эффекторные клетки при клеточном иммунитете:
- В-лимфоциты
 - Т-лимфоциты цитотоксические
 - Т-лимфоциты супрессорные
 - Т-лимфоциты-хелперы
 - плазмоциты
13. В-клетки памяти образуются в:
- паракортикальных зонах
 - периартериальных зонах
 - мозговых тяжах
 - центрах размножения
 - красной пульпе

Пояснение. Каждый из нижеприведённых вопросов содержит четыре варианта ответов, из которых правильными могут быть один или сразу несколько. Выберите:

- А — если правильны ответы 1, 2 и 3
 Б — если правильны ответы 1 и 3
 В — если правильны ответы 2 и 4
 Г — если правилен ответ 4
 Д — если правильны ответы 1, 2, 3 и 4

14. Молекула иммуноглобулина А (IgA):

- взаимодействует с антигеном во внешней среде
- секретируется эпителиальными клетками
- входит в состав слёзной жидкости
- проникает через плацентарный барьер

15. Для В-лимфоцитов и плазматических клеток верно:

- плазматические клетки синтезируют и секретируют иммуноглобулины
- В-лимфоциты лизируют инфицированные, чужеродные и опухолевые клетки
- В-лимфоциты — предшественники плазматических клеток
- γ-интерферон (γ-ИФН) подавляет активность В-клеток

16. Рост клона В-лимфоцитов возможен в результате:

- синтеза и секреции Т-хелпером специфического иммуноглобулина, активирующего В-лимфоцит
- узнавания Т-хелпером фрагмента антигена, представленного на поверхности В-лимфоцита
- активации В-лимфоцита В-клеткой памяти
- узнавания Т-хелпером главного комплекса гистосовместимости (МНС II) в плазмолемме В-клетки

17. Роль МНС в ходе иммунного ответа:

- молекулы МНС I и II классов экспрессируют все антигенпредставляющие клетки
- антигенпредставляющая клетка отбирает клон Т-хелперов при помощи МНС II
- цитотоксический Т-лимфоцит распознаёт антиген в комплексе с МНС I
- после узнавания МНС II на поверхности В-клеток Т-хелпер стимулирует их размножение

18. Цитотоксический Т-лимфоцит убивает чужеродную клетку:

- если её МНС отличается от МНС хозяина
- после распознавания антигена МНС на её поверхности
- путём формирования перфориновых пор в мембране клетки-мишени
- после опсонизации

19. Гормоны, вырабатываемые в тимусе:

- тимопоэтин
- тафтсин
- тимозины
- спленин

20. Какова функция тимозинов?

- (1) Стимуляция дифференцировки Т-лимфоцитов
- (2) Активация синтеза интерлейкина-2
- (3) Стимуляция синтеза иммуноглобулинов
- (4) Поддержание реакции отторжения трансплантата

21. Кровоток в селезёнке:

- (1) артериола, выходящая из фолликула, распадается на *кисточковые* артериолы
- (2) кровь из синусоидов поступает в пульпарные вены
- (3) между эндотелиальными клетками синусоидов имеются продольные щели
- (4) эллипсоиды образованы скоплениями гладкомышечных клеток

22. Функции селезёнки:

- (1) удаление бактерий из кровотока
- (2) синтез иммуноглобулинов
- (3) синтез стимулирующих фагоцитоз гуморальных факторов
- (4) фагоцитоз

23. Мигрирующие из тимуса Т-лимфоциты заселяют:

- (1) центр размножения лимфатических фолликулов
- (2) область вокруг артерий в пульпе селезёнки
- (3) периферию лимфатических фолликулов
- (4) паракортикальную зону лимфатического узла

24. Антигенезависимая дифференцировка Т-лимфоцитов происходит в:

- (1) красном костном мозге
- (2) селезёнке
- (3) тимусе
- (4) лимфоузлах

25. Антигенезависимая дифференцировка Т- и В-лимфоцитов происходит в:

- (1) красном костном мозге
- (2) тимусе
- (3) печени
- (4) периферических лимфоидных органах

Пояснение. Каждому вопросу (левая колонка), обозначенному цифрой, соответствует обозначенный буквой возможный ответ (правая колонка). Для каждого вопроса выберите наиболее подходящий по смыслу ответ. Каждый ответ можно выбрать один раз, более одного раза или вообще не выбирать.

26–29. Функции разных структур лимфатического узла

Структуры...	Функция...
26. центры размножения	(А) дифференцировка В-лимфоцитов в плазматические
27. мозговые тяжи	(Б) пролиферация В-лимфоцитов
28. синусы	(В) активация цитотоксических Т-лимфоцитов
29. посткапиллярные венулы	(Г) место поступления лимфоцитов в паренхиму (Д) фильтрация лимфы

30–34. Локализация разных структур в органах лимфоидной системы

Структуры...	Орган...
30. лимфатические фолликулы с центральной артерией	(А) тимус
31. лимфатические фолликулы, мозговые тяжи, синусы	(Б) лимфоузел
32. корковое и мозговое вещество без лимфатических фолликулов	(В) селезёнка
33. лимфатические фолликулы и многослойный неороговевающий эпителий	(Г) аппендикс
34. лимфатические фолликулы, однослойный эпителий и крипты	(Д) миндалины

35–39. Классы иммуноглобулинов

Иммуноглобулины...	Класс...
35. проходящие через плацентарный барьер	(А) А
36. поступающие на поверхность слизистых оболочек	(Б) М
37. первые, появляющиеся в начале иммунного ответа	(В) G
38. рецепторы В-лимфоцитов к антигенам, кроме IgM	(Г) E
39. участвующие в аллергических реакциях	(Д) D

Пояснение. Для каждого из пронумерованных вопросов укажите на рисунке букву, которой обозначена запрашиваемая структура.

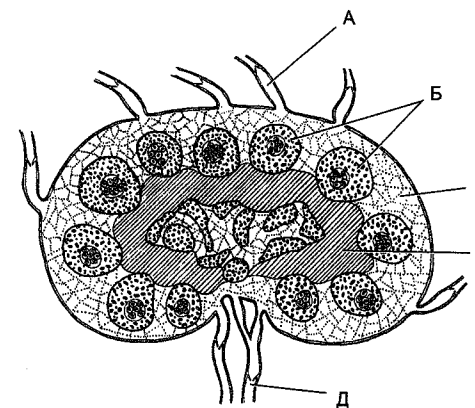


Рис. 20. Лимфатический узел [из Bier OG et al, 1986]

40–42. Укажите в лимфатическом узле:

40. Выносящий лимфатический сосуд
41. Зону активации цитотоксических Т-лимфоцитов
42. Локализацию фолликулярных отростчатых клеток

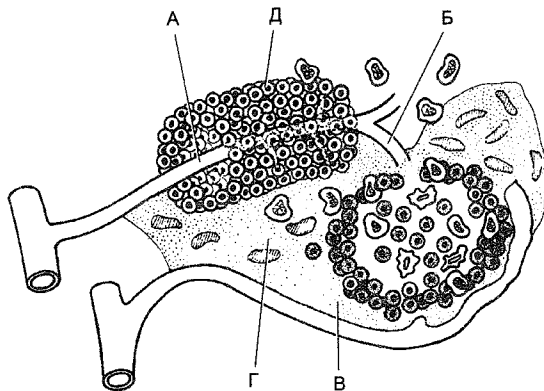


Рис. 21. Структуры селезёнки [из Craddock CG et al, 1971]

43–46. Укажите в селезёнке:

43. Тимус-зависимую зону
44. Центральную артерию
45. Краевую зону
46. Зону, где кровь вступает в контакт с паренхимой органа

ОТВЕТЫ И ПОЯСНЕНИЯ

1. Правильный ответ — В

Тимозины синтезируют дендритные эпителиальные клетки вилочковой железы. Тимозины способствуют дифференцировке Т-лимфоцитов и появлению специфических рецепторов в их клеточной мембране. Инактивация тимозинов не отражается на дифференцировке моноцитов и В-лимфоцитов; моноциты и В-лимфоциты дифференцируются в костном мозге под влиянием других факторов; макрофаги дифференцируются из моноцитов.

2. Правильный ответ — Б

Миелома — злокачественная пролиферация клона плазматических клеток в костном мозге, сопровождающаяся секрецией моноклонального иммуноглобулина. Макрофаги — антигенпредставляющие клетки; Т-хелпер стимулирует пролиферацию цитотоксических Т-лимфоцитов и В-лимфоцитов; НК-клетки и цитотоксические Т-лимфоциты уничтожают клетки-мишени путем цитолиза (повреждение клеточной мембраны, приводящее к гибели клетки).

3. Правильный ответ — В

В отторжении трансплантата участвуют Т-лимфоциты. При этом антигены МНС класса II клеток трансплантата активируют Т-хелперы к пролиферации. Эти Т-хелперы, в свою очередь, стимулируют генерацию цитотоксических Т-лимфоцитов, специфичных в отношении МНС I клеток-мишеней трансплантата и осуществляющих их цитолиз. При отсутствии тимуса нет Т-лимфоцитов, и клеточный иммунный ответ не развивается, отторжения трансплантата не происходит. Макрофаги дифференцируются из моноцитов костного мозга, это антигенпредставляющие клетки. В-лимфоциты образуются в костном мозге. Активированные антигеном В-лимфоциты пролиферируют и дифференцируются в плазматические клетки, продуцирующие иммуноглобулины.

4. Правильный ответ — А

Синтез главных антигенов гистосовместимости (молекул МНС) контролирует комплекс генов МНС. Молекулы МНС уникальны для каждого организма и определяют его биологическую индивидуальность. HLA-молекулы, кодируемые генами МНС, подразделяют на два класса: МНС I и МНС II. Антиген МНС I представлен на поверхности практически всех клеток. Они участвуют в реакциях клеточной цитотоксичности, опосредованной цитотоксическими Т-лимфоцитами. Антигены МНС II экспрессируются на мембране иммунокомпетентных клеток. Рецепторы Т-хелперов узнают МНС II на поверхности антигенпредставляющих клеток.

5. Правильный ответ — А

НК-клетки составляют до 15% популяции циркулирующих лимфоцитов. В отличие от цитотоксических Т-клеток, способность НК-клеток к уничтожению опухолевых клеток не требует распознавания молекул МНС на поверхности мишени. НК-клетки убивают клетку-мишень при помощи перфорина после установления с ней прямого контакта. Активность НК-клеток регулируется цитокинами; интерлейкин-2 усиливает цитолитическую активность НК-клеток.

6. Правильный ответ — Б

В ретикулярной строме красной пульпы селезёнки преобладают эритроциты, присутствуют многочисленные макрофаги. Т-лимфоциты в белой пульпе селезёнки образуют скопления вокруг артерий, выходящих из трабекул (тимус-зависимая зона). Лимфатические фолликулы — тимус-независимая зона. В центральной части фолликулов (центры размножения) присутствуют макрофаги, фолликулярные отростчатые клетки и В-лимфоциты; в краевой зоне — многочисленные фагоцитирующие макрофаги. Пульпарные тяжи (часть красной пульпы, расположенная между синусами) содержат В-лимфоциты и дифференцирующиеся из них плазматические клетки.

7. Правильный ответ — Д

Фолликулы расположены в корковой части лимфатического узла и содержат макрофаги, отростчатые фолликулярные клетки, В-лимфоциты. При стимуляции антигеном в лимфатических фолликулах появляются реактивные центры (место пролиферации лимфоцитов). В нормальном лимфатическом узле Т-лимфоциты в фолликуле отсутствуют. Основная масса Т-лимфоцитов располагается в паракортикальной зоне. Т-лимфоциты появляются в фолликулах лимфатического узла больного, инфицированного ВИЧ.

8. Правильный ответ — А

Тимус состоит из сети эпителиальных клеток, образующих каркас, заполненный тимоцитами. Лимфатические фолликулы в тимусе, а также в костном мозге отсутствуют; эти структуры характерны для селезёнки (белая пульпа) и лимфатического узла (корковое вещество).

9. Правильный ответ — Г

В тимус-зависимой паракортикальной зоне лимфатического узла большинство клеток готово к взаимодействию с антигеном. В тимус-независимой зоне (фолликулы коркового и мякотные тяжи мозгового вещества) большинство клеток уже прореагировало с антигеном. Реактивные центры появляются в фолликулах кортикальной зоны после стимуляции антигеном и содержат крупные пролиферирующие В-лимфоциты, дифференцирующиеся плазматические клетки (располагающиеся в дальнейшем и в мякотных тяжах).

10. Правильный ответ — Г

Дендритные клетки поступают в тимус-зависимую зону периферических лимфоидных органов, где созревают в так называемые *интердигитирующие* клетки. В лимфатическом узле тимус-зависимая паракортикальная зона расположена на границе между корковой и мозговой частями.

11. Правильный ответ — В

В тимус-зависимой паракортикальной зоне лимфатического узла присутствуют посткапиллярные венулы с кубическими (высокими) эндотелиальными клетками, где происходит хоминг лимфоцитов — именно здесь из циркуляции в лимфатический узел поступают В- и Т-лимфоциты (за 1 секунду до 10 000 клеток). Венулы с кубическим эндотелием — характерная морфологическая особенность всех вторичных лимфоидных органов, кроме селезёнки.

12. Правильный ответ — Б

Реакции клеточной цитотоксичности осуществляются цитотоксическими Т-лимфоцитами. Их рецептор связывается с антигенной детерминантой в комплексе с молекулой МНС I класса на поверхности вирус-инфицированной или опухолевой клетки. В молекулярном взаимодействии участвует дифференцировочный антиген цитотоксического Т-лимфоцита CD8. После связывания молекул взаимодействующих клеток цитотоксический Т-лимфоцит убивает клетку-мишень при помощи перфорина.

13. Правильный ответ — Г

Часть зрелых В-лимфоцитов после антигензависимой дифференцировки циркулирует в организме как клетки памяти. Они образуются в центре размножения активированных фолликулов.

14. Правильный ответ — А

Секреторный иммуноглобулин А (IgA) выделяется на поверхность слизистых оболочек пищеварительного тракта, воздухоносных путей, где взаимодействует с антигеном. IgA входит в состав секрета молочных, слёзных, слюнных желез. Из всех классов иммуноглобулинов только IgG проникают через плацентарный барьер.

15. Правильный ответ — Б

В-лимфоциты ответственны за гуморальный иммунный ответ. Из красного костного мозга В-лимфоциты мигрируют в тимус-независимые зоны лимфоидных органов. Продолжительность жизни большинства В-лимфоцитов не превышает 10 дней, если они не стимулированы антигеном. Активированные антигеном Т-хелперы секретируют интерлейкин-2 (ИЛ-2), ИЛ-4, ИЛ-5 и γ -интерферон (γ -ИФН), стимулирующие пролиферацию и дифференцировку В-лимфоцитов. В активированном В-лимфоците увеличивается количество рибосом, элементов гранулярной эндоплазматической сети и комплекса *Гольджи*. Это плазматическая клетка, синтезирующая иммуноглобулины (Ig). Секретирует Ig стимулирует ИЛ-6, выделяемый активированными Т-хелперами. Часть зрелых В-лимфоцитов после антигензависимой дифференцировки циркулирует в организме как клетки памяти в течение многих месяцев. В-клетки памяти (долгоживущие В-лимфоциты) при повторном попадании антигена пролиферируют и дифференцируются в синтезирующие Ig плазматические клетки. К лизису инфицированных, чужеродных и опухолевых клеток В-клетки памяти не способны.

16. Правильный ответ — В

Активация В-лимфоцита предполагает прямое взаимодействие антигена (Аг) с иммуноглобулином (Ig) на поверхности В-клетки. В этом случае сам В-лимфоцит процессирует Аг и представляет его фрагмент в связи с молекулой МНС II на своей поверхности. Этот комплекс распознаёт Т-хелпер, отобранный при помощи того же Аг, который участвовал в отборе данного В-лимфоцита. Узнавание рецептором Т-хелпера комплекса «антиген-молекула МНС II класса» на поверхности В-лимфоцита приводит к секреции из Т-хелпера интерлейкина-2 (ИЛ-2), ИЛ-4, ИЛ-5 и γ -интерферон (γ -ИФН), под действием которых В-клетка размножается и дифференцируется.

17. Правильный ответ — Д

Молекулы МНС I и II классов экспрессируют все антигенпредставляющие клетки. Макрофаг поглощает вторгшийся в организм антиген (Аг) и подвергает его процессингу — расщеплению на фрагменты. Фрагменты Аг выставляются на поверхности клетки вместе с молекулой МНС. Комплекс «Аг-молекула МНС II класса» предъявляется Т-хелперу. Узнавание Т-хелпером комплекса «Аг-молекула МНС II класса» на поверхности макрофага, т.е. специфическое взаимодействие рецептора этого Т-лимфоцита со своим лигандом, стимулирует секрецию интерлейкина-1 (ИЛ-1) антигенпредставляющей клеткой. Активированный ИЛ-1 Т-хелпер синтезирует ИЛ-2 и рецепторы ИЛ-2, через которые агонист стимулирует пролиферацию Т-хелперов. Т-хелпер распознаёт Аг в комплексе с МНС II В-лимфоцита, отобранного данным Аг. ИЛ-2, секретируемый Т-хелпером, стимулирует пролиферацию и дифференцировку В-лимфоцита. Цитотоксический Т-лимфоцит распознаёт Аг в комплексе с МНС I.

18. Правильный ответ — А

В клеточном иммунном ответе участвует цитотоксический Т-лимфоцит, реагирующий с антигеном (Аг) в комплексе с гликопротеинами МНС I класса на поверхности чужеродных клеток или эндогенными иммуногенами в комплексе с молекулой МНС I класса на поверхности собственных инфицированных вирусом и опухолевых клеток. Предъявленный на поверхности клетки-мишени Аг в комплексе с молекулой МНС I класса связывается с рецептором цитотоксического Т-лимфоцита. Цитотоксический Т-лимфоцит распознаёт клетку-мишень и прикрепляется к ней. В цитоплазме активированного цитотоксического Т-лимфоцита присутствуют мелкие гранулы, содержащие цитолитический белок перфорин. Выделяемые цитотоксическим Т-лимфоцитом молекулы перфорина полимеризуются в мембране клетки-мишени в присутствии Ca^{2+} . Сформированные в плазматической мембране клетки-мишени перфориновые поры пропускают воду и соли, но не молекулы белка. Специфическое действие цитотоксического Т-лимфоцита проявляется только как результат тесного контакта между ним и клеткой-мишенью. Контакт возможен за счёт взаимодействия Аг на поверхности жертвы с рецепторами цитотоксического Т-лимфоцита. Опсонизация (связывание иммуноглобулина с бактериями) стимулирует фагоцитарную активность нейтрофилов и макрофагов.

19. Правильный ответ — Б

Дендритные эпителиальные клетки тимуса синтезируют тимозины и тимопоэтин. Тимозины способствуют дифференцировке Т-лимфоцитов и появлению специфических рецепторов в их клеточной мембране, также стимулируют синтез многих лимфокинов (в том числе интерлейкина-2) и синтез иммуноглобулинов. Тимопоэтин — стимулятор дифференцировки предшественников Т-лимфоцитов, влияет на дифференцировку Т-лимфоцитов, но не на их иммунологический репертуар. Тафтсин и спленин синтезируются в селезёнке.

20. Правильный ответ — Д

Тимозины стимулируют дифференцировку Т-лимфоцитов и выработку многих лимфокинов, (в том числе интерлейкина-2), стимулируют продукцию иммуноглобулинов. Тимозины способствуют реакции отторжения трансплантата, в которой участвуют Т-лимфоциты.

21. Правильный ответ — А

Так называемые центральные артерии выходят из фолликула в красную пульпу и делятся на расходящиеся ветви — кисточковые артериолы, входящие в состав эллипсоидов. Эллипсоиды содержат скопления макрофагов. В эллипсоидах артериолы переходят в капилляры. По теории незамкнутой циркуляции, кровь из капилляров поступает в ретикулярную ткань красной пульпы, а затем — в синусоиды. По теории замкнутой циркуляции, капилляры открываются прямо в синусоиды. Кровь из синусоидов поступает в пульпарные вены, далее — в трабекулярные вены к воротам органа. Между эндотелиальными клетками синусоидов имеются продольные щели, через которые свободно проходят клетки крови.

22. Правильный ответ — Д

Селезёнка выполняет следующие функции: фагоцитоз (например, старых и повреждённых эритроцитов, бактерий), продукция иммуноглобулинов. Спленэктомия сопровождается снижением уровня сывороточных антител. В селезёнке образуются гуморальные факторы (спленин, тафтсин).

23. Правильный ответ — В

В лимфатическом узле Т-лимфоциты заселяют паракортикальную зону. В селезёнке Т-лимфоциты образуют скопления вокруг артерий, вышедших из трабекул (периартериальная зона).

24. Правильный ответ — Б

Антигеннезависимая дифференцировка Т-лимфоцитов происходит в центральных органах иммунной защиты, в красном костном мозге и тимусе. Здесь лимфоциты дифференцируются из клеток-предшественниц, размножаются и созревают. В ходе дифференцировки Т-лимфоциты начинают экспрессировать рецепторы, которые в дальнейшем могут связываться с антигеном. В центральных органах отбираются и выживают те лимфоциты, которые толерантны (невосприимчивы) к собственным антигенам.

25. Правильный ответ — Г

Антигензависимая дифференцировка Т- и В-лимфоцитов происходит в периферических лимфоидных органах, где лимфоциты взаимодействуют между собой, со вспомогательными клетками и с антигеном. Здесь макрофаги, антигенпредставляющие клетки и зрелые Т- и В-лимфоциты участвуют в иммунном ответе, образуются эффекторные клетки и клетки памяти.

26–29. Правильные ответы: 26–Б, 27–А, 28–Д, 29–Г

В центре размножения В-лимфоциты постоянно подвергаются апоптозу. Но если В-лимфоцит встречается со своим антигеном (Аг) и в пределах светлой зоны центра взаимодействует с активированным Т-лимфоцитом (молекула CD40 В-лимфоцита с молекулой CD40L Т-лимфоцита), пришедшим сюда из тимус-зависимых зон вторичных лимфоидных органов, то апоптоз этого В-лимфоцита временно откладывается, и клетка начинает активно пролиферировать со скоростью, удваивающей здесь количество В-лимфоцитов каждые 6 часов. Часть пролиферирующих В-клеток дифференцируется в плазматические клетки. Центральная часть лимфатического узла содержит мозговые тяжи, образованные скоплением Т- и В-лимфоцитов, плазматических клеток, многочисленных макрофагов. Большинство клеток в тяжах — мигранты из корковой части. Плазматические клетки дифференцируются именно здесь. В паракортикальной зоне активируются цитотоксические Т-лимфоциты, они распознают Аг на поверхности инфицированных вирусом макрофагов или дендритных клеток и служат мишенями воздействия цитокинов. Сеть лимфатических узлов фильтрует Аг из интерстициальной жидкости и лимфы. В фильтрации участвуют синусы. Через стенку посткапиллярных венул в пределах паракортикальной зоны в паренхиму узла поступают лимфоциты.

30–34. Правильные ответы: 30–В, 31–Б, 32–А, 33–Д, 34–Г

В селезёнке от пульпарных артерий в фолликулы отходят артериолы (традиционно называемые *центральными* артериями), разветвляющиеся на капилляры в составе фолликулов белой пульпы. Муфты из Т-лимфоцитов, окружающие эти ветви пульпарных артерий, образуют тимус-зависимую зону. Лимфатические фолликулы, мозговые тяжи и синусы — структуры, характерные для лимфатического узла. В дольке зрелого тимуса различают корковый и мозговой слои. Здесь отсутствуют лимфатические фолликулы. Лимфатические фолликулы и многослойный неороговевающий эпителий — признаки структурной организации миндалина. Червеобразный отросток, как и другие отделы толстой кишки, имеет крипты, покрытые однослойным эпителием. Собственный слой слизистой оболочки органа, а также подслизистая оболочка содержат большое количество лимфоцитов в виде инфильтратов, а также в виде солитарных фолликулов с центрами размножения.

35–39. Правильные ответы: 35–В, 36–А, 37–Б, 38–Д, 39–Г

В зависимости от структуры Н-цепей, выделено пять разных классов (изотипов) антител — IgA, IgD, IgE, IgG и IgM. IgG — преобладающий класс, основные антитела плазмы, производятся в больших количествах при иммунном (вторичном) ответе и защищают ткани от бактерий, вирусов и токсинов. IgM — первый класс антител, продуцируемых развивающимися В-клетками при первичном попадании антигена в организм. IgG способны проходить через плацентарный барьер. IgA — основной класс антител в секретах (слюна, слёзы, молоко) — выделяется на поверхность слизистых оболочек, где и взаимодействует с антигеном. IgE специфически взаимодействует с тучными клетками и базофильными лейкоцитами. Эти клетки содержат сосредоточенные в гранулах биологически активные амины. Выделение этих веществ из клетки (дегрануляция) вызывает резкое расширение просвета венул и увеличение проницаемости их стенок. Подобную картину можно наблюдать при аллергических реакциях (например, бронхиальной астме, аллергическом рините, крапивнице). Наряду с IgM IgD появляется на поверхности развивающихся В-лимфоцитов.

40. Правильный ответ — Д

Лимфа поступает в узел через несколько приносящих лимфатических сосудов. Из паренхимы лимфатического узла лимфоциты поступают в выносящий лимфатический сосуд, который вместе с кровеносными сосудами проходит через ворота (*hilus*) узла.

41. Правильный ответ — Г

В паракортикальной зоне активируются цитотоксические Т-лимфоциты. Здесь они распознают антиген на поверхности инфицированных вирусом макрофагов или дендритных клеток и служат мишенями воздействия цитокинов. Будучи активированными, цитотоксические Т-лимфоциты пролиферируют и рециркулируют, часть из них вновь поступает во вторичные лимфоидные органы с возобновлением цикла.

42. Правильный ответ — Б

Активированные фолликулы с зародышевыми центрами имеют два типа дендритных клеток: фолликулярные отростчатые клетки, которые представляют нативный антиген В-лимфоцитам, и CD11c⁺-клетки, процессирующие антиген и представляющие его фрагмент Т-хелперам.

43. Правильный ответ — Д

Скопления (муфты) Т-лимфоцитов (светлые клетки) вокруг пульпарных артерий, вышедших из трабекул, образует тимус-зависимую зону. Лимфатический фолликул и окружающая его лимфоидная ткань белой пульпы — тимус-независимая зона.

44. Правильный ответ — А

От пульпарных артерий в фолликулы отходят артериолы (традиционно называемые *центральными* артериями), разветвляющиеся на капилляры в составе фолликулов белой пульпы. Тимус-зависимая зона — муфты из Т-лимфоцитов, окружающие эти ветви пульпарных артерий.

45. Правильный ответ — В

Краевая зона — граница между фолликулом и красной пульпой. Здесь присутствуют многочисленные активно фагоцитирующие макрофаги — антигенпредставляющие клетки, медленно рециркулирующие В-лимфоциты и NK-клетки.

46. Правильный ответ — В

Во внутренней части краевой зоны расположены синусы, куда поступает кровь из артериальных сосудов фолликула. В краевой зоне кровь вступает в контакт с паренхимой органа. Здесь из кровеносного русла в ткань выходят Т- и В-лимфоциты, распределяющиеся по специфическим для каждого клеточного типа зонам селезёнки.

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

ВОПРОСЫ

Пояснение. За каждым из перечисленных вопросов или незаконченных утверждений следуют обозначенные буквой ответы или завершённые утверждения. Выберите (укажите букву) один ответ (или завершённые утверждения), наиболее соответствующий каждому утверждению.

1. Развитие зуба. Цементобласты происходят из:

- (А) зубного мешочка
- (Б) остеогенных клеток челюсти
- (В) зубного сосочка
- (Г) зубной пластинки
- (Д) эмалевого органа

2. Зуб. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) одонтобласты расположены на границе пульпы и дентина
- (Б) органический матрикс дентина построен из коллагеновых волокон
- (В) в дентинных канальцах проходят отростки амелобластов
- (Г) эмалевые призмы в основном состоят из кристаллов гидроксиапатита
- (Д) между цементом и костной тканью альвеолярных перегородок расположен периодонт

3. Постоянный зуб. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) прорезывание постоянных зубов начинается с 6–7 лет
- (Б) первым прорезывается большой коренной зуб
- (В) эмаль непроницаема для фторидов
- (Г) вторичный дентин образуется в течение всей жизни
- (Д) чувствительность пульпы зуба контролируется тройничным нервом

4. Пищевод. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) слизистая оболочка кишечного типа
- (Б) в собственном слое слизистой оболочки присутствуют простые трубчатые разветвлённые железы
- (В) в подслизистой оболочке расположены сложные альвеолярно-трубчатые железы
- (Г) мышечная оболочка в верхней трети пищевода поперечнополосатая
- (Д) в подслизистой оболочке и между слоями мышечной оболочки расположены нервные сплетения

5. Слизисто-бикарбонатный барьер желудка. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) протектор повреждающего действия соляной кислоты
- (Б) защищает от переваривающего действия пепсина
- (В) защищает эпителий слизистой оболочки от механического повреждения
- (Г) активирует переход пепсиногена в пепсин
- (Д) разрушается под действием аспирина

6. Секрцию бикарбоната и слизи в желудке усиливают все вещества, КРОМЕ:

- (А) глюкагона
- (Б) простагландина E
- (В) гастрин
- (Г) эпидермального фактора роста
- (Д) соматостатина

7. В желудке соляная кислота участвует во всех процессах, КРОМЕ:

- (А) кислотного гидролиза белков
- (Б) облегчения всасывания витамина B₁₂
- (В) уничтожения бактерий
- (Г) превращения пепсиногена в пепсин
- (Д) установления оптимального рН для протеолитического эффекта пепсина

8. Уменьшение секреции соляной кислоты вызовут все перечисленные мероприятия, КРОМЕ:

- (А) блокады аденилатциклазы
- (Б) перерезки блуждающего нерва
- (В) блокады рецепторов ацетилхолина
- (Г) блокады рецепторов гастрин
- (Д) активации H⁺, K⁺-АТФазы

9. Секрцию соляной кислоты стимулирует:

- (А) соматостатин
- (Б) брадикинин
- (В) простагландины
- (Г) желудочный ингибирующий пептид
- (Д) гистамин

10. В состав крипт тонкого кишечника входят все клетки, КРОМЕ:

- (А) клеток Пánета
- (Б) камбиальных
- (В) Дóггеля
- (Г) бокаловидных
- (Д) энтероэндокринных

11. Тонкая кишка. Всё верно, КРОМЕ:

- (А) рельеф слизистой оболочки формируют циркулярные складки, ворсинки, крипты
- (Б) продолжительность жизни каёмчатых клеток — 60 суток
- (В) регенерацию эпителия слизистой оболочки стимулирует эпидермальный фактор роста
- (Г) эпидермальный фактор роста секретируют дуоденальные железы
- (Д) в собственном слое слизистой оболочки присутствуют лимфоидные клетки

12. Двенадцатиперстная кишка. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) дуоденальные железы выделяют слизь и бикарбонат
- (Б) стимуляция симпатической нервной системы усиливает моторику кишки
- (В) хиломикроны поступают в лимфатические капилляры
- (Г) гликокаликс каёмчатых клеток содержит иммуноглобулин А (IgA)
- (Д) энтероэндокринные клетки вырабатывают холецистокинин

13. Расслабление гладкомышечных клеток кишечника вызывает:
- (А) гистамин
 - (Б) гастрин
 - (В) холецистокинин
 - (Г) адреналин
 - (Д) серотонин
14. Толстая кишка. Всё верно, КРОМЕ:
- (А) в криптах единичные бокаловидные клетки
 - (Б) червеобразный отросток содержит многочисленные лимфатические фолликулы
 - (В) дефект миграции клеток нервного гребня сопровождается нарушением иннервации дистального отдела
 - (Г) содержит бактерии, вырабатывающие витамины В₁₂ и К
 - (Д) в анальном канале однослойный эпителий переходит в многослойный
15. Печень. Верно всё, КРОМЕ:
- (А) жёлчные капилляры находятся внутри тяжей гепатоцитов
 - (Б) гепатоциты окружены базальной мембраной
 - (В) кровь из синусоидов поступает в центральные вены
 - (Г) синусоидный полюс гепатоцитов содержит микроворсинки
 - (Д) клетки *фон Купффера* — фагоциты
16. Кровоток в печени. Выберите правильное утверждение:
- (А) кровь из междольковых вен и артерий поступает в синусоиды
 - (Б) кровь из синусоидов поступает в междольковую вену
 - (В) гладкомышечные клетки центральных вен содержат адренорецепторы
 - (Г) кровь из печени оттекает по воротной вене
 - (Д) через ворота печени входят печёночные вены
17. Пространство *Диссе* ограничивают:
- (А) гепатоциты и клетки *Ито*
 - (Б) эндотелиальные клетки и гепатоциты
 - (В) соседние тяжи гепатоцитов
 - (Г) соседние гепатоциты
 - (Д) эндотелиальные клетки и клетки *фон Купффера*
18. Клетки *фон Купффера*. Верно всё, КРОМЕ:
- (А) выделяют соли жёлчных кислот
 - (Б) расположены в синусоидах
 - (В) фагоцитируют эритроциты
 - (Г) происходят из моноцитов
 - (Д) накапливают железо
19. Мышечный слой слизистой оболочки присутствует в:
- (А) губе
 - (Б) щеке
 - (В) десне
 - (Г) пищеводе
 - (Д) языке

20. Подвижность слизистой оболочки на нижней поверхности языка обеспечивается:
- (А) эпителием
 - (Б) собственным слоем
 - (В) мышечным слоем
 - (Г) подслизистой оболочкой
 - (Д) мышечной оболочкой
21. Серозная оболочка отличается от адвентициальной:
- (А) отсутствием кровеносных сосудов
 - (Б) наличием нервных элементов
 - (В) отсутствием желез
 - (Г) наличием мезотелия
 - (Д) присутствием жировой ткани
22. Железы встречаются в подслизистой оболочке:
- (А) дна желудка
 - (Б) пилорического отдела желудка
 - (В) тощей кишки
 - (Г) двенадцатиперстной кишки
 - (Д) подвздошной кишки
23. Железы дна желудка:
- (А) простые разветвлённые альвеолярные
 - (Б) простые неразветвлённые трубчатые
 - (В) сложные разветвлённый трубчатые
 - (Г) простые неразветвлённые альвеолярные
 - (Д) сложные неразветвлённые трубчатые
24. Слизистая оболочка толстой кишки отличается от слизистой оболочки тонкой кишки:
- (А) большим количеством ворсинок
 - (Б) меньшим количеством ворсинок
 - (В) отсутствием ворсинок
 - (Г) наличием крипт
 - (Д) отсутствием крипт
25. Эпителий слизистой оболочки толстой кишки отличается от эпителия тонкой кишки:
- (А) формой клеток
 - (Б) большим количеством бокаловидных клеток
 - (В) отсутствием каёмчатых эпителиоцитов
 - (Г) отсутствием бескаёмчатых эпителиоцитов
 - (Д) отсутствием эндокриноцитов
26. К системе мононуклеарных фагоцитов в печени относятся:
- (А) липоциты
 - (Б) гепатоциты
 - (В) ямочные клетки (Pit-клетки)
 - (Г) звёздчатые клетки
 - (Д) эндотелиоциты

Пояснение. Каждый из нижеприведённых вопросов содержит четыре варианта ответов, из которых правильными могут быть один или сразу несколько. **Выберите:**

- А — если правильны ответы 1, 2 и 3
- Б — если правильны ответы 1 и 3
- В — если правильны ответы 2 и 4
- Г — если правилен ответ 4
- Д — если правильны ответы 1, 2, 3 и 4

27. Клеточные элементы постоянного зуба:

- (1) амелобласты
- (2) одонтобласты
- (3) остеоциты
- (4) цемтоциты

28. Островки Лангерханса:

- (1) адреналин подавляет секрецию инсулина
- (2) гибель β -клеток — причина инсулин-зависимого сахарного диабета
- (3) глюкагон повышает содержание глюкозы в крови
- (4) островковые клетки окружены кровеносными капиллярами fenestrirovanного типа

29. Железы желудка:

- (1) простые трубчатые
- (2) главные клетки синтезируют пепсиноген
- (3) ацетилхолин стимулирует секрецию экзокринных клеток
- (4) гистамин подавляет секрецию пепсиногена и соляной кислоты

30. Витамин В₁₂:

- (1) антианемический фактор
- (2) в желудке связывается с внутренним фактором
- (3) всасывается в тонком кишечнике
- (4) накапливается в печени

31. Поджелудочная железа выделяет в просвет двенадцатиперстной кишки:

- (1) эластазу
- (2) глюкагон
- (3) трипсиноген
- (4) панкреатический полипептид

32. Гепатоциты синтезируют:

- (1) альбумины
- (2) протромбин
- (3) фибриноген
- (4) соматомедины

33. Источник бикарбоната для нейтрализации кислой реакции содержимого желудка:

- (1) ацинозные клетки поджелудочной железы
- (2) дуоденальные железы
- (3) эпителиальные клетки выводных протоков поджелудочной железы
- (4) бокаловидные клетки в эпителии двенадцатиперстной кишки

34. Холецистокинин стимулирует:

- (1) сокращение гладкомышечных клеток (ГМК) стенки жёлчного пузыря
- (2) секрецию жёлчи гепатоцитами
- (3) секрецию ферментов ацинозными клетками поджелудочной железы
- (4) сокращение ГМК мышечной оболочки желудка

35. Корни зубов удерживаются в зубных альвеолах за счёт:

- (1) костного сращения
- (2) хрящевого соединения
- (3) эпителиального сращения
- (4) фиброзного соединения (периодонта)

36. Компоненты желудочного сока вырабатываются клетками:

- (1) париетальными
- (2) главными
- (3) мукоцитами
- (4) гастринпродуцирующими

37. Пилорический отдел желудка отличается от фундального:

- (1) более глубокими ямками
- (2) более короткими и разветвлёнными железами
- (3) отсутствием париетальных клеток в железах
- (4) бóльшим содержанием мукоцитов в железах

38. При переходе желудка в двенадцатиперстную кишку:

- (1) исчезают пилорические железы в слизистой оболочке
- (2) эпителий становится каёмчатым
- (3) появляются железы в подслизистой основе
- (4) появляются ворсинки и крипты

39. Синусоиды печени содержат:

- (1) эндотелиоциты
- (2) гепатоциты
- (3) звёздчатые макрофаги
- (4) перициты

40. В печеночной дольке локализованы:

- (1) печёночные пластинки
- (2) кровеносные капилляры
- (3) жёлчные капилляры
- (4) центральная вена

Пояснение. Каждому вопросу (левая колонка), обозначенному цифрой, соответствует обозначенный буквой возможный ответ (правая колонка). Для каждого вопроса выберите наиболее подходящий по смыслу ответ. Каждый ответ можно выбрать один раз, более одного раза или вообще не выбирать.

41–45. Локализация разных структур в отделах пищеварительного тракта

Отдел...	содержит...
41. прямая кишка	(А) бруннеровы железы
42. двенадцатиперстная кишка	(Б) пейерова бляшка
43. подвздошная кишка	(В) фундальные железы
44. желудок	(Г) тонкие высокие ворсинки
45. тощая кишка	(Д) колонки Морганьи

46–50. Функции разных клеток слизистой оболочки желудка

Функция...	Клетки...
46. источник гастрина	(А) главные
47. источник внутреннего фактора	(Б) париетальные
48. секреция бикарбоната	(В) энтероэндокринные
49. источник пепсиногена	(Г) поверхностные слизистые
50. выработка соляной кислоты	

51–53. Функции разных клеток поджелудочной железы

Функция...	Клетки...
51. отвечают на действие холецистокинина усилением секреции трипсина	(А) α-клетки
52. источник гормона, понижающего уровень глюкозы в крови	(Б) β-клетки
53. источник панкреатического полипептида	(В) РР-клетки (Г) ацинозные (Д) эпителия протоков

54–58. Структура разных частей зуба

Часть зуба...	построена из...
54. эмаль	(А) минерализованных коллагеновых волокон
55. дентин	(Б) рыхлой волокнистой соединительной ткани
56. предентин	(В) грубоволокнистой костной ткани
57. цемент	(Г) минерализованных призм
58. пульпа	(Д) неминерализованных коллагеновых волокон

59–63. Генез разных частей зуба

Часть зуба...	развивается из...
59. эмаль	(А) многослойного эпителия ротовой полости
60. дентин	(Б) однослойного призматического эпителия
61. пульпа	(В) мезенхимы
62. цемент	(Г) висцеральной мезодермы
63. предентин	(Д) сомитов

64–68. Локализация в пищевode разных мышечных и железистых элементов

Элемент...	Локализация...
64. гладкая мышечная ткань	(А) в верхней трети
65. поперечнополосатая скелетная мышечная ткань	(Б) в средней трети
66. та и другая мышечная ткань	(В) в нижней трети
67. собственные слизистые железы	(Г) при переходе в желудок
68. кардиальные железы с париетальными клетками	(Д) по всему пищеводу

69–73. Функции разных клеток крипт тонкой кишки

Клетки...	Функции...
69. камбиальные	(А) секретируют слизь
70. бокаловидные	(Б) обеспечивают регенерацию
71. эндокринные	(В) секретируют холецистокинин
72. апикальнозернистые (Панета)	(Г) секретируют дипептидазы и лизоцим
73. каёмчатые	(Д) участвуют в пристеночном пищеварении и всасывании

74–77. Функции эндокринных клеток желудка

Клетки...	секретируют...
74. G	(А) гистамин
75. ECL	(Б) гастрин
76. D	(В) соматостатин
77. EC	(Г) серотонин

78–82. Эпителий разных отделов толстого кишечника и ануса

Отдел...	содержит эпителий...
78. тазовый отдел прямой кишки	(А) многослойный плоский неороговевающий
79. столбчатая зона анального отдела	(Б) многослойный плоский ороговевающий
80. промежуточная зона анального отдела	(В) многослойный кубический
81. кожная зона анального отдела	(Г) однослойный плоский
82. ободочная кишка	(Д) однослойный призматический

83–87. Функции эндокринных клеток поджелудочной железы

Эндокриноциты...	вырабатывают гормоны...
83. G-клетки	(А) инсулин
84. D-клетки	(Б) глюкагон
85. A-клетки	(В) соматостатин
86. B-клетки	(Г) гастрин
87. РР-клетки	(Д) панкреатический полипептид

88–92. Функции разных клеток печени

Клетки...	способны...
88. гепатоциты	(А) депонировать жирорастворимые витамины, продуцировать коллаген
89. липоциты (<i>Ито</i>)	(Б) уничтожать инфицированные и опухолевые клетки
90. ямочные	(В) фагоцитировать
91. звёздчатые (<i>фон Купффера</i>)	(Г) инактивировать токсины
92. эндотелиоциты	(Д) участвовать в обмене веществ между кровью и гепатоцитами

93–97. Кровообращение печени

В сосудах печени...	содержится...
93. междольковой артерии	(А) венозная кровь, богатая гормонами
94. междольковой вене	(Б) артериальная кровь
95. синусоидных капиллярах	(В) венозная кровь, насыщенная питательными веществами
96. центральной вене	(Г) смешанная кровь
97. поддольковой вене	(Д) венозная кровь, насыщенная продуктами обмена

Пояснение. Для каждого из пронумерованных вопросов укажите на рисунке букву, которой обозначена запрашиваемая структура.

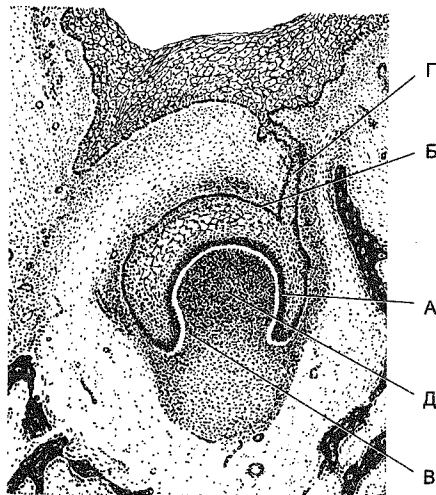


Рис. 22. Зачаток зуба [из Voss H, (1957)]

98–101. Укажите локализацию структур в зачатке зуба

98. Клетки-предшественницы амелобластов (эamelобластов)
 99. Клетки-предшественницы одонтобластов
 100. Зубная пластинка
 101. Зубной сосочек

ОТВЕТЫ И ПОЯСНЕНИЯ

1. Правильный ответ — А

В развитии зуба участвуют зубная пластинка, эмалевый орган, зубной сосочек, зубной мешочек. На 7-й неделе эмбриогенеза в результате утолщения эпителия верхней и нижней челюстей появляется зубная пластинка. Эпителиальные клетки зубной пластинки вырастают в подлежащую мезенхиму и образуют эмалевый орган, соответствующий положению зуба. Клетки внутреннего эмалевого эпителия дифференцируются в амелобласты, формирующие эмаль. Зубной сосочек расположен внутри бокаловидного эмалевого органа в виде скопления мезенхимных клеток (из них происходит пульпа зуба). Периферические клетки зубного сосочка дифференцируются в одонтобласты, образующие дентин. Зубной мешочек сформирован из мезенхимных клеток, окружающих зачаток зуба. Клетки, контактирующие с дентином корня, дифференцируются в цементобласты и откладывают цемент. Наружные клетки зубного мешочка формируют периодонт.

2. Правильный ответ — В

Периферический слой пульпы содержит одонтобласты — высокие цилиндрические клетки с отростком, идущим от апикального полюса клетки к границе между дентином и эмалью. Одонтобласты секретируют коллаген, гликозаминогликаны (хондроитинсульфат) и липиды, входящие в состав органического матрикса дентина. По мере минерализации преддентина (необызвествлённый матрикс) отростки одонтобластов оказываются замурованными в дентинных канальцах. Амелобласты участвуют в образовании эмали, в зрелой эмали они отсутствуют. Эмаль — самая твердая ткань организма. Объём неорганических веществ в эмали — до 90%. Эмалевые призмы в основном состоят из кристаллов гидроксиапатита. Периодонтальная связка (периодонт) состоит из пучков коллагеновых волокон, соединяющих цемент корня зуба и костную ткань альвеолярных перегородок.

3. Правильный ответ — В

Прорезывание постоянных зубов начинается в возрасте 6–7 лет. Первым прорезывается большой коренной зуб (первый моляр), затем центральные и боковые резцы. В 9–14 лет прорезываются премоляры, клыки и второй моляр. Зуб мудрости прорезывается в 18–25 лет. Микропоры в эмалевых призмах и поры между ними обеспечивают проницаемость эмали. Вода, ионы, витамины, моносахара, аминокислоты могут медленно диффундировать в вещество эмали. Фториды (питьевой воды, зубной пасты) включаются в кристаллы эмалевых призм, увеличивая сопротивление эмали к кариесу. Вторичный дентин (дентин раздражения) образуется в течение всей жизни. При стирании жевательных поверхностей, повреждении дентина между преддентином и первичным дентином откладывается дентин раздражения. Пульпа зуба иннервирована чувствительными волокнами тройничного нерва. Через канал в корне зуба в пульпу входят кровеносные сосуды и нервные волокна. В пульпе зуба нервные волокна заканчиваются на кровеносных сосудах и формируют сплетение вблизи внутренней поверхности дентина. Тонкие безмиелиновые волокна проникают на некоторое расстояние в дентинные каналы.

4. Правильный ответ — А

В стенке пищевода различают слизистую, подслизистую, мышечную и наружную оболочки. Пищевод выстилает слизистая оболочка кожного типа, покрытая многослойным плоским неороговевающим эпителием. В верхней части пищевода на уровне перстневидного хряща и пятого кольца трахеи и при переходе пищевода в желудок в собственном слое слизистой оболочки присутствуют простые трубчатые разветвлённые железы, сходные с кардиальными железами желудка. В подслизистой оболочке расположены сложные трубчато-альвеолярные слизистые железы. Мышечная оболочка в верхней трети пищевода представлена поперечнополосатыми мышечными волокнами, которые постепенно замещаются гладкомышечной тканью, формирующей внутренний циркулярный и наружный продольный слой. Нервные сплетения в подслизистой оболочке и между слоями мышечной оболочки контролируют функции слизистой и мышечной оболочек.

5. Правильный ответ — Г

Слизистую оболочку желудка покрывает однослойный железистый эпителий, секретирующий слизь и бикарбонат. Слизисто-бикарбонатный барьер защищает эпителий от действия соляной кислоты, переваривающих эффектов пепсина и в какой-то мере от механического повреждения. При неблагоприятных условиях барьер разрушается в течение нескольких минут, происходят гибель эпителиальных клеток, отёк и кровоизлияния в собственном слое слизистой оболочки. Аспирин, этанол, соли жёлчных кислот, *Helicobacter pylori* — стандартные факторы, разрушающие барьер. Переход пепсиногена в пепсин активирует соляная кислота.

6. Правильный ответ — Д

Секрецию бикарбоната и слизи в желудке усиливают глюкагон, простагландин Е, гастрин, эпидермальный фактор роста. Соматостатин подавляет все процессы в пищеварительном тракте, в том числе секрецию бикарбоната и слизи в желудке.

7. Правильный ответ — Б

Витамин В₁₂ в желудке соединяется с внутренним фактором и в комплексе с ним транспортируется в тонкий кишечник, где происходит всасывание В₁₂. В желудке соляная кислота участвует в кислотном гидролизе белков, уничтожает бактерии, переводит неактивный пепсиноген в активный пепсин, устанавливает оптимальный рН для протеолитического действия пепсина.

8. Правильный ответ — Д

Блокада рецепторов ацетилхолина и гастрина, а также перерезка блуждающего нерва и последующее выключение секреции ацетилхолина вызовут снижение выработки соляной кислоты париетальными клетками. Простагландины снижают секрецию HCl, ингибируя аденилатциклазу, что приводит к уменьшению уровня внутриклеточного цАМФ. Активация H⁺, K⁺-АТФазы в париетальных клетках, наоборот, будет стимулировать их кислотообразующую функцию.

9. Правильный ответ — Д

Стимуляция H₂-рецепторов гистамина активирует париетальные клетки. Соматостатин, простагландины, желудочный ингибирующий пептид подавляют секрецию соляной кислоты париетальными клетками. Брадикинин стимулирует моторику желудка.

10. Правильный ответ — В

Кишечные крипты (трубчатые железы) расположены в собственном слое слизистой оболочки, они открываются в просвет кишечника между ворсинками. Эпителий крипт состоит из каёмчатых, бокаловидных, энтероэндокринных, *панетовских* и камбиальных клеток. На дне крипт находятся камбиальные клетки, из которых постоянно дифференцируются новые клетки эпителия, и клетки *Панета*, секретирующие бактерицидное вещество — лизоцим. В основании крипт также присутствуют энтероэндокринные клетки, вырабатывающие секретин, холецистокинин, желудочный ингибирующий пептид, мотилин, соматостатин. В верхней части крипт встречаются каёмчатые и бокаловидные клетки. Клетки *Добгеля* — вегетативные нейроны энтеральной нервной системы, расположенные в подслизистом и межмышечном нервных сплетениях.

11. Правильный ответ — Б

Циркулярные складки, ворсинки и крипты формируют рельеф слизистой оболочки. Вместе с микроворсинками каёмчатых клеток они обеспечивают увеличение площади всасывания в 600 раз. Скорость обновления каёмчатых клеток высока, время их жизни около трёх суток. За это время они успевают образоваться из камбиальных клеток на дне крипт, переместиться из крипты к вершине ворсинки и погибнуть, слушившись в просвет кишечника. Эндокринные клетки крипт «живут» дольше (например, продолжительность жизни синтезирующих соматостатин клеток — до 60 суток). Регенерацию эпителия слизистой оболочки стимулирует эпидермальный фактор роста из слюнных и дуоденальных желёз. Тонкий кишечник имеет слизистую оболочку кишечного типа — часть системы иммунной защиты организма. В двенадцатиперстной и тощей кишке находятся солитарные лимфатические фолликулы. В подвздошной кишке фолликулы сливаются и образуют *пейерову* бляшку.

12. Правильный ответ — Б

В двенадцатиперстной кишке продолжается переваривание пищи, начинаются процессы всасывания. Бикарбонат, синтезируемый в дуоденальных железах, участвует в нейтрализации кислой реакции содержимого желудка (оптимум действия ферментов поджелудочной железы при pH=7–8). Холецистокинин, вырабатываемый энтероэндокринными клетками в криптах тонкого кишечника, стимулирует секрецию панкреатического сока и выделение жёлчи. Жиры в просвете кишки эмульгируются жёлчными кислотами и расщепляются панкреатическим ферментом липазой на свободные жирные кислоты и глицерин. Образовавшиеся продукты поглощаются каёмчатыми клетками, в гладкой эндоплазматической сети которых происходит синтез триглицеридов, а в комплексе *Гольджи* формируются комплексы белков и триглицеридов — хиломикроны. Хиломикроны подвергаются экзоцитозу на боковой поверхности клетки и поступают в лимфатические капилляры. Плазматические клетки в собственном слое слизистой оболочки синтезируют и секретируют иммуноглобулин А (IgA), транспортируемый через эпителиальные клетки на их поверхность, где IgA оседает в гликокаликсе. Моторику кишечника стимулирует парасимпатическая система (нейромедиатор — ацетилхолин), расслабляет симпатическая система (нейромедиатор — норадреналин).

13. Правильный ответ — Г

Гладкомышечные клетки (ГМК) мышечной оболочки имеют множество рецепторных входов, регулирующих их сократительную активность. Одни лиганды вызывают сокращение ГМК, другие — их расслабление. Стимуляция рецепторов адреналина, соматостатина, секретина приводит к расслаблению ГМК. Активация рецепторов холецистокинина, гистамина, гастринина, серотонина вызывает сокращение ГМК.

14. Правильный ответ — А

Крипты в толстом кишечнике развиты значительно сильнее, чем в тонком. Эпителий крипт толстого кишечника состоит из каёмчатых, энтероэндокринных и множества бокаловидных клеток. Секретция большого количества слизи способствует эвакуации каловых масс. Червеобразный отросток имеет такое же строение, как и другие отделы толстого кишечника. В собственном слое слизистой оболочки, а также в подслизистой оболочке червеобразного отростка присутствуют многочисленные лимфатические фолликулы. Болезнь *Хиришпрунга* возникает вследствие дефекта миграции клеток нервного гребня, приводящего к нарушению иннервации дистального отдела толстого кишечника. Толстый кишечник содержит бактерии, вырабатывающие витамины B₁₂ и K. Поверхность анального канала прямой кишки покрыта многослойным плоским неороговевающим эпителием. В анальном канале однослойный цилиндрический эпителий переходит в многослойный цилиндрический и далее заменяется многослойным плоским.

15. Правильный ответ — Б

Паренхима печени образована анастомозирующими тяжами гепатоцитов, не имеющих базальной мембраны. Тяжи гепатоцитов разделены синусоидами, по которым смешанная кровь поступает в центральные вены. Каждый гепатоцит имеет два полюса — синусоидный и жёлчный, или билиарный. Синусоидный полюс обращён к пространству *Диссе*. Он содержит микроворсинки, увеличивающие площадь плазматической мембраны, через которую происходит транспорт веществ из крови в гепатоциты, и наоборот. В месте контакта билиарных полюсов двух гепатоцитов образуются жёлчные капилляры, проходящие внутри тяжей гепатоцитов. Между эндотелиальными клетками синусоидов расположены фагоцитирующие клетки *фон Купффера*.

16. Правильный ответ — А

Через ворота печени входят *v. porta*, собирающая кровь от всех парных органов брюшины (70–80% получаемой печеню кровью), и *a. hepatica*. Эти сосуды многократно ветвятся и входят в состав порталных зон как междольковые вена и артерия. Венозная и артериальная кровь из междольковых вен и артерий поступает в синусоиды, по которым смешанная кровь направляется в центральную вену. Из печени кровь оттекает по печёночным венам (3–4). Центральные вены не содержат гладкомышечных клеток.

17. Правильный ответ — Б

Пространство *Диссе* ограничивают эндотелиальные клетки и гепатоциты. Контактующие поверхности соседних гепатоцитов формируют стенку жёлчного капилляра. Между тяжами гепатоцитов находятся синусоиды, содержащие эндотелиальные клетки и клетки *фон Купффера*. Клетки *Ито* (жиронакапливающие) расположены в перисинусоидальном пространстве (пространство *Диссе*) и тесно смыкаются с эндотелием.

18. Правильный ответ — А

Клетки *фон Купффера* относят к системе мононуклеарных фагоцитов. Они расположены между эндотелиальными клетками в составе стенки синусоидов. В цитоплазме клеток — множество лизосом, включения железа, пигменты. Клетки *фон Купффера* участвуют в фагоцитозе стареющих и повреждённых эритроцитов, обмене гемоглобина (Hb) и жёлчных пигментов. Жёлчные кислоты секретируют гепатоциты.

19. Правильный ответ — Г

Губа, щека, десна и язык имеют слизистую оболочку кожного типа, которая характеризуется отсутствием мышечного слоя. В слизистой оболочке кожного типа этот слой присутствует только в пищеводе, в котором снаружи от собственного слоя хорошо заметен идущий продольно слой гладкомышечных клеток — мышечный слой слизистой оболочки (*lamina muscularis mucosae*).

20. Правильный ответ — Г

Подслизистая оболочка реализует локальные смещения слизистой оболочки относительно мышечной, отсутствует в дёснах, твёрдом нёбе и на дорсальной (верхней) поверхности языка.

21. Правильный ответ — Г

Серозная оболочка отличается от адвентициальной наличием однослойного плоского эпителия — мезотелия. Если рассматриваемая часть пищеварительного тракта обращена в брюшную полость, то наружная оболочка — серозная. *Tunica serosa* везде устроена однотипно: со стороны брюшной полости имеет тонкий сплошной пласт мезотелия, который обладает хорошими транспортными свойствами (например, для всасывания из полости избытка жидкости). Серозная оболочка обеспечивает беспрепятственное скольжение находящихся в полости органов.

22. Правильный ответ — Г

Сложные железы присутствуют в подслизистой оболочке пищевода и двенадцатиперстной кишки.

23. Правильный ответ — Б

В области дна желудка вся толща собственного слоя слизистой оболочки занята фундальными (собственными) железами, плотно прилежащими друг к другу. Фундальные железы относятся к простым трубчатым неразветвлённым или слабо разветвлённым железам. В них различают шейку, открывающуюся на дне желудочной ямки, тело и дно. Секреторный отдел имеет очень узкий просвет и состоит из главных, париетальных, энтероэндокринных и слизистых щечных клеток.

24. Правильный ответ — В

Слизистая оболочка толстой кишки (в отличие от слизистой оболочки тонкой кишки) не имеет ворсинок.

25. Правильный ответ — Б

В просвет толстой кишки секретируется большое количество слизи, которую вырабатывают многочисленные бокаловидные клетки.

26. Правильный ответ — Г

Звёздчатые клетки *фон Купффера* относятся к системе мононуклеарных фагоцитов, они располагаются между эндотелиальными клетками в составе стенки синусоида. Клетки локализируются преимущественно в перипортальных областях. В их цитоплазме присутствуют лизосомы с высокой активностью пероксидазы, фагосомы, включения железа, пигменты. Клетки *фон Купффера* удаляют из крови чужеродный материал, фибрин, избыток активированных факторов свёртывания крови, участвуют в фагоцитозе стареющих и повреждённых эритроцитов, обмене гемоглобина (Hb) и железа.

27. Правильный ответ — В

В сформированном постоянном зубе присутствуют одонтобласты и цемтоциты. Аналоги остеобластов кости — одонтобласты локализируются в периферической части пульпы. Это высокие цилиндрические клетки с отростком, идущем от апикального полюса клетки к границе между дентином и эмалью. Одонтобласты секретируют коллаген, гликозаминогликаны (хондроитинсульфат) и липиды, входящие в состав органического матрикса дентина. Верхушку корня зуба одевает цемент, содержащий цемтоциты (клеточный цемент). Амелобласты — образующие эмаль клетки, дифференцируются из клеток внутреннего эмалевого эпителия и отсутствуют в зубе, имеющем сформированную эмаль.

28. Правильный ответ — Д

Совокупность островков *Лангерханса* — эндокринная часть поджелудочной железы. Каждый островок содержит различные типы эндокринных клеток, окружённых тонкой сетью ретикулиновых волокон и многочисленными кровеносными капиллярами фенестрированного типа. β -Клетки составляют до 70% островковых клеток. Увеличение содержания глюкозы в крови стимулирует секрецию инсулина β -клетками. Адреналин и норадреналин через α -адренорецепторы подавляют секрецию инсулина. При разрушении 90% β -клеток снижение секреции инсулина становится клинически значимым, развивается инсулин-зависимый сахарный диабет. α -Клетки синтезируют глюкагон, который расценивают как антагонист инсулина. Глюкагон стимулирует гликогенолиз в гепатоцитах, повышая содержание глюкозы в крови.

29. Правильный ответ — А

Простые трубчатые железы желудка занимают собственный слой слизистой оболочки и открываются на дне желудочных ямок. Экзокринные клетки вырабатывают продукты, входящие в состав желудочного сока. Париетальные клетки секретируют соляную кислоту. В главных клетках синтезируется пепсиноген, в присутствии соляной кислоты превращающийся в протеолитический фермент — пепсин. Слизистые клетки вырабатывают муцин. Ацетилхолин из двигательных окончаний блуждающего нерва и собственных двигательных нейронов желудка и гистамин из тучных клеток стимулируют выработку желудочного сока экзокринными клетками желёз желудка.

30. Правильный ответ — Д

В желудке витамин B_{12} связывается с внутренним фактором, в комплексе с ним поступает в тонкую кишку, где всасывается в кровь. Из крови B_{12} транспортируется в органы-мишени (красный костный мозг) и в печень. Гемопоез сопровождается активным синтезом ДНК, для чего необходим витамин B_{12} . При недостатке витамина B_{12} развивается B_{12} -дефицитная анемия.

31. Правильный ответ — Б

Поджелудочная железа выделяет в просвет двенадцатиперстной кишки панкреатический сок, содержащий ферменты. В их числе — эластаза и трипсиноген. Глюкагон и панкреатический полипептид вырабатываются в эндокринных клетках островков *Лангерханса* поджелудочной железы.

32. Правильный ответ — Д

Гепатоциты вырабатывают и секретируют в пространство *Диссе* альбумины, фибриноген, протромбин, фактор III, ангиотензиноген, соматомедины, тромбопоэтин и др.

33. Правильный ответ — Д

Бикарбонат из дуоденальных желёз и бокаловидных клеток двенадцатиперстной кишки, гепато-билиарной системы, поджелудочной железы участвует в нейтрализации кислой реакции содержимого желудка и в инактивации пепсина.

34. Правильный ответ — Б

Холестерин стимулирует сокращение гладкомышечных клеток стенки жёлчного пузыря и секрецию ферментов ацинозными клетками поджелудочной железы.

35. Правильный ответ — Г

Между цементом и альвеолярными перегородками расположена периодонтальная связка (периодонт), образованная пучками коллагеновых волокон, соединяющих цемент корня зуба и костную ткань альвеолярных перегородок. В области шейки периодонтальная связка граничит со слизистой оболочкой дёсен.

36. Правильный ответ — А

Клетки желёз желудка вырабатывают различные компоненты желудочного сока: париетальные клетки — соляную кислоту, главные клетки — предшественник пепсина пепсиноген, слизистые клетки — муцины. Среди энтероэндокринных клеток в железах желудка присутствуют продуцирующие гастрин G-клетки. Гастрин не входит в состав желудочного сока, а участвует в эндокринной и паракринной регуляции. G-клетки в антральной части желудка играют важную роль в регуляции секреции соляной кислоты, раздражаются кислым содержимым или ароматическими аминокислотами, активируются ацетилхолином и гастрин-рилизинг гормоном, функция угнетается соматостатином.

37. Правильный ответ — Д

В отличие от фундального, в пилорическом отделе желудочные ямки значительно глубже. Для выделяющих слизь и некоторое количество пепсиногена пилорических желёз характерны более короткие и разветвлённые секреторные отделы и практически полное отсутствие париетальных клеток. Пилорические железы содержат больше слизистых клеток, сходных с шеечными слизистыми клетками фундальных желёз.

38. Правильный ответ — Д

В области перехода желудка в двенадцатиперстную кишку наиболее существенные изменения происходят в слизистой и подслизистой оболочках. Однослойный цилиндрический железистый эпителий желудка сменяется однослойным цилиндрическим каёмчатым эпителием (с бокаловидными клетками) двенадцатиперстной кишки, покрывающим широкие выросты слизистой оболочки (ворсинки), а также щелевидные углубления между основаниями ворсинок (крипты). Пилорические железы, секреторные отделы которых находятся в собственном слое слизистой оболочки желудка, постепенно исчезают. В подслизистой оболочке двенадцатиперстной кишки расположены секреторные отделы сложных разветвлённых желёз (*бруннеровы* железы).

39. Правильный ответ — Б

Синусоиды выстланы эндотелиальными клетками, между которыми встречаются звёздчатые макрофаги (клетки *фон Купффера*).

40. Правильный ответ — Д

В составе печёночной дольки гепатоциты образуют печёночные пластинки (тяжи). Синусоиды печени — анастомозирующие кровеносные капилляры между анастомозирующими тяжами гепатоцитов. Жёлчные капилляры находятся внутри тяжей гепатоцитов. Жёлчные капилляры не имеют собственной стенки, это часть межклеточного пространства между соседними гепатоцитами. Жёлчные капилляры слепо начинаются в центральной части классической дольки и идут на её периферию, где впадают в холангиолы. Кровь из сосудов портальной зоны поступает в синусоиды, радиально сходящиеся к центральной вене. Центральная вена — элемент любой из известных долек печени.

41–45. Правильные ответы: 41–Д, 42–А, 43–Б, 44–В, 45–Г

Толща собственного слоя фундального отдела желудка полностью занята фундальными железами. В подслизистой оболочке двенадцатиперстной кишки расположены секреторные отделы сложных разветвлённых желёз (*бруннеровы* железы). В отличие от двенадцатиперстной кишки, ворсинки в тощей кишке значительно выше и тоньше, имеют цилиндрическую форму. В каудальном отделе подвздошной кишки имеется большое количество лимфатических фолликулов, образующих агрегаты (*пейерова* бляшка). Слизистая оболочка в столбчатой зоне прямой кишки формирует 5–10 продольных складок (ректальные колонки *Моргани*).

46–50. Правильные ответы: 46–В, 47–Б, 48–Г, 49–А, 50–Б

Одна из разновидностей энтероэндокринных клеток желудка, G-клетка, вырабатывает гастрин. Parietalные клетки ответственны за выработку соляной кислоты и внутреннего фактора. Пепсиноген синтезируется главными клетками. Поверхностные слизистые клетки секретируют бикарбонаты.

51–53. Правильные ответы: 51–Г, 52–Б, 53–В

β -Клетки эндокринной части поджелудочной железы служат источником инсулина, который стимулирует поглощение глюкозы клетками, что сопровождается снижением её уровня в крови. Расположенные здесь же PP-клетки вырабатывают панкреатический полипептид, один из регуляторов пищевого режима. Ацинозные клетки экзокринной части поджелудочной железы отвечают на действие холецистокинина усилением секреции трипсиногена.

54–58. Правильные ответы: 54–Г, 55–А, 56–Д, 57–А, 58–Б

Эмаль, дентин, цемент — твёрдые компоненты зуба. Структурная единица эмали — минерализованная призма диаметром около 5 мкм. Матрикс призмы — плотноупакованные тубулярные структуры, состоящие из гликопротеина. Дентин — разновидность минерализованной ткани, составляет основную массу зуба, содержит многочисленные коллагеновые волокна. Предентин — новообразованный и неминерализованный дентин, расположен между слоем одонтобластов и дентина. Цемент образован минерализованным матриксом, содержащим коллагеновые волокна. Пульпа — мягкая часть зуба, представлена рыхлой соединительной тканью и состоит из периферического, промежуточного и центрального слоёв.

59–63. Правильные ответы: 59–А, 60–В, 61–В, 62–В, 63–В

Эмаль образуется из клеток внутреннего эпителия эмалевого органа, которые дифференцируются в амелобласты (энамелобласты). В свою очередь, эмалевый орган — локальное скопление клеток зубной пластинки, соответствующее положению зуба. Зубная пластинка формируется на 7-й неделе развития как утолщение эпителия верхней и нижней челюстей, врастающее в подлежащую мезенхиму. Дентин, предентин, пульпа и цемент происходят из мезенхимы.

64–68. Правильные ответы: 64–В, 65–А, 66–Б, 67–Д, 68–Г

В собственном слое слизистой оболочки пищевода находятся секреторные отделы простых трубчатых разветвлённых желёз, сходных с кардиальными железами желудка. Они расположены двумя группами: верхняя — на уровне перстневидного хряща и пятого кольца трахеи, а нижняя группа — при переходе пищевода в желудок. Кардиальные железы с париетальными клетками находятся в области перехода пищевода в желудок. В толще подслизистой оболочки на всём протяжении органа расположены секреторные отделы сложных разветвлённых слизистых желёз, их выводные протоки открываются на поверхность эпителия. В верхней трети пищевода мышечная оболочка представлена поперечнополосатой мышечной тканью, которая постепенно замещается гладкомышечной.

69–73. Правильные ответы: 69–Б, 70–А, 71–В, 72–Г, 73–Д

Каёмчатые клетки (энтероциты) участвуют в пристеночном пищеварении и всасывании. В криптах тонкой кишки, особенно в области их дна, расположены энтероэндокринные клетки, вырабатывающие холецистокинин, желудочный ингибирующий пептид, мотилин и другие гормоны. Бокаловидные клетки вырабатывают слизь. Их количество нарастает от двенадцатиперстной к подвздошной кишке. Апикальнозернистые клетки (*Панета*) лежат на дне крипт, секретируют дипептидазы и лизоцим. Камбиальные клетки выглядят как бескаёмчатые, расположены на дне крипт, участвуют в обновлении эпителия слизистой оболочки кишки.

74–77. Правильные ответы: 74–Б, 75–А, 76–В, 77–Г

Среди энтероэндокринных клеток в железах желудка идентифицированы: ЕС-клетки (серотонин, мотилин, вещество P), ECL-клетки (гистамин), G-клетки (гастрин), D-клетки (соматостатин).

78–82. Правильные ответы: 78–Д, 79–В, 80–А, 81–Б, 82–Д

Прямая кишка — конечный отдел толстой кишки длиной до 15 см. Анатомически в прямой кишке различают тазовый и промежностный (*canalis analis*) отделы. В аноректальном канале выделяют столбчатую, промежуточную и кожную зоны. Слизистая оболочка в столбчатой зоне образует 5–10 продольных складок (ректальные колонки *Morgagny*), покрытых многослойным кубическим эпителием. Переход многослойного кубического эпителия в многослойный плоский неороговевающий происходит по аноректальной линии (*linea anorectalis*) в промежуточной зоне. В кожной зоне эпителий замещается многослойным плоским ороговевающим, на поверхность которого открываются сальные и потовые апокриновые железы. Слизистая оболочка ободочной кишки выстлана однослойным призматическим эпителием.

83–87. Правильные ответы: 83–Г, 84–В, 85–Б, 86–А, 87–Д

Среди эндокринных клеток поджелудочной железы различают несколько типов, синтезирующих и секретирующих в просвет капилляров следующие пептидные гормоны. А-клетки (α -клетки) вырабатывают глюкагон, В-клетки (β -клетки) — инсулин, D-клетки (δ -клетки) — соматостатин, PP-клетки — панкреатический полипептид, G-клетки — гастрин.

88–92. **Правильные ответы:** 88–Г, 89–А, 90–Б, 91–В, 92–Д

Гепатоциты инактивируют токсины. Эндотелиальные клетки контактируют при помощи многочисленных отростков, отделяя просвет синусоида от пространства *Диссе*, участвуют в обмене веществ между кровью и гепатоцитами. Звёздчатые клетки *фон Купффера* относятся к системе мононуклеарных фагоцитов, удаляют из крови чужеродный материал, фибрин, избыток активированных факторов свёртывания крови, участвуют в фагоцитозе стареющих и повреждённых эритроцитов. Ямочные клетки — гранулярные лимфоциты, располагающиеся на эндотелиальных клетках или между ними. Предполагают, что ямочные клетки могут быть НК-клетками и действуют против опухолевых и инфицированных вирусом клеток. Липоциты (жиронакапливающие клетки *Ито*) накапливают до 90% всех ретиноидов печени. Поступающие в гепатоциты эфиры ретинола конвертируются в ретинол и образуется комплекс витамина А с ретинолсвязывающим белком. Комплекс секретируется в пространство *Диссе*, откуда депонируется липоцитами. *In vitro* для липоцитов показана способность синтезировать коллаген, в связи с чем предполагают их участие в развитии цирроза и фиброза печени.

93–97. **Правильные ответы:** 93–Б, 94–В, 95–Г, 96–Д, 97–Д

Артериальная кровь *a. hepatica* (20–30% получаемой печенью крови) по междольковой артерии поступает в печёночную дольку, смешивается с насыщенной питательными веществами венозной кровью из системы *v. porta* (70–80% получаемой печенью крови), поступающей в дольку из междольковой вены. Внутри дольки в синусоидных капиллярах присутствует смешанная кровь. Насыщенная продуктами обмена венозная кровь из центральных вен поступает в поддольковые вены.

98. **Правильный ответ — А**

Клетки эмалевого органа образуют наружный и внутренний эмалевый эпителий. Между ними расположена рыхлая масса клеток — эмалевая пульпа. Клетки внутреннего эмалевого эпителия дифференцируются в цилиндрические клетки, образующие эмаль, — амелобласты.

99. **Правильный ответ — В**

Периферические клетки зубного сосочка дифференцируются в одонтобласты.

100. **Правильный ответ — Г**

Зубная пластинка появляется на 7-й неделе развития как утолщение эпителия верхней и нижней челюстей. На 8-й неделе она врастает в подлежащую мезенхиму. Эмалевый орган соединён с зубной пластинкой, а затем (3–5-й месяц) полностью отделяется от неё.

101. **Правильный ответ — Д**

Зубной сосочек — скопление мезенхимных клеток, происходящих из нервного гребня и расположенных внутри бокаловидного эмалевого органа. Клетки образуют плотную массу, которая принимает форму коронки зуба.

ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

ВОПРОСЫ

Пояснение. За каждым из перечисленных вопросов или незаконченных утверждений следуют обозначенные буквой ответы или завершения утверждений. Выберите (укажите букву) один ответ (или завершения утверждения), наиболее соответствующий каждому утверждению.

- Из респираторного дивертикула передней кишки происходят все перечисленные клетки, КРОМЕ:**
 - клеток слизистых желёз трахеи
 - реснитчатых клеток эпителия бронхов
 - альвеолярных макрофагов
 - альвеолоцитов I типа
 - альвеолоцитов II типа
- В составе многорядного призматического эпителия трахеи имеются все клетки, КРОМЕ:**
 - реснитчатых
 - бокаловидных
 - эндокринных
 - базальных
 - Клара*
- Бронхи. Верно всё, КРОМЕ:**
 - эпителий слизистой оболочки — многорядный мерцательный
 - просвет изменяется благодаря мышечному слою слизистой оболочки
 - мышечный слой состоит из продольно ориентированных гладкомышечных клеток
 - концевые отделы слизистых желёз расположены в подслизистой оболочке
 - в собственном слое слизистой оболочки — многочисленные тучные клетки и плазмоциты
- Альвеолоцит II типа. Верно всё, КРОМЕ:**
 - на апикальной поверхности имеет мерцательные реснички
 - клетка кубической формы
 - содержит пластинчатые тельца
 - продуцирует глицерофосфолипиды
 - синтезирует и секретирует белки
- Для альвеолоцита I типа характерно всё, КРОМЕ:**
 - имеет плоскую форму
 - участвует в газообмене
 - присутствует в терминальных бронхиолах
 - в цитоплазме — многочисленные пиноцитозные пузырьки
 - происходит из энтодермы

6. В состав аэрогематического барьера входит всё, КРОМЕ:

- (А) цитоплазмы альвеолоцита I типа
- (Б) сурфактанта
- (В) цитоплазмы эндотелиальной клетки альвеолярного капилляра
- (Г) базальной мембраны
- (Д) цитоплазмы альвеолоцита II типа

7. В межальвеолярных перегородках присутствует всё, КРОМЕ:

- (А) фибробластов
- (Б) сурфактанта
- (В) коллагена III типа
- (Г) лимфоцитов
- (Д) коллагена VI типа

Пояснение. Каждый из нижеприведённых вопросов содержит четыре варианта ответов, из которых правильными могут быть один или сразу несколько. **Выберите:**

- А — если правильны ответы 1, 2 и 3
- Б — если правильны ответы 1 и 3
- В — если правильны ответы 2 и 4
- Г — если правилен ответ 4
- Д — если правильны ответы 1, 2, 3 и 4

8. Эпителий альвеол:

- (1) клетки соединены плотными контактами
- (2) содержит реснитчатые клетки
- (3) промежуточные филаменты состоят из цитокератинов
- (4) клетки фагоцитируют сурфактант

9. Внешнее дыхание:

- (1) осуществляется с участием альвеолоцитов I типа
- (2) газы транспортируются с помощью мембранных белков-переносчиков
- (3) зависит от парциального давления газов
- (4) фенестры в эндотелии капилляров облегчают газообмен

10. Слизистая оболочка органов дыхания:

- (1) дендритные клетки активируют Т-лимфоциты
- (2) в собственном слое много эластических и ретикулиновых волокон
- (3) в трахее нет мышечного слоя
- (4) плазмоциты синтезируют и секретируют иммуноглобулин А

11. С уменьшением калибра бронхов:

- (1) гиалиновый хрящ сменяется эластическим
- (2) уменьшается высота эпителия
- (3) уменьшается выраженность мышечного слоя
- (4) уменьшается количество слизистых желёз

12. Эпителий воздухоносных путей:

- (1) эндокринные клетки синтезируют и секретируют серотонин
- (2) клетки Лангерханса экспрессируют МНС I
- (3) обновляется за счёт базальных клеток
- (4) реснитчатые клетки имеют гистаминовые рецепторы H_2 и рецепторы глюкокортикоидов

13. Бокаловидные клетки:

- (1) вакуоли в апикальной части — аналоги секреторных гранул
- (2) обновляющаяся клеточная популяция
- (3) отсутствуют в респираторных бронхиолах
- (4) синтезируют компоненты сурфактанта

14. Защитную функцию слизистой оболочки воздухоносных путей обеспечивают:

- (1) реснитчатые клетки
- (2) бокаловидные клетки
- (3) иммуноглобулины
- (4) иммунокомпетентные клетки

15. Альвеолы:

- (1) в межальвеолярных перегородках присутствуют тучные клетки
- (2) поры в стенке альвеол облегчают газообмен
- (3) эпителий альвеол тесно связан с кровеносными капиллярами
- (4) выстланы однослойным двурядным эпителием

16. Сурфактант:

- (1) эмульсия глицерофосфолипидов, холестерина и белков
- (2) основное количество образуется после 32-й недели развития плода
- (3) образование у плода стимулируют глюкокортикоиды
- (4) 85% метаболитов используется повторно

17. Клетки Клара:

- (1) имеют реснички
- (2) располагаются между альвеолоцитами
- (3) видоизменённые макрофаги
- (4) участвуют в выработке сурфактанта

18. Клетки Лангерханса:

- (1) содержат электроноплотные гранулы
- (2) дифференцируются из дендритных клеток
- (3) как и дендритные клетки, экспрессируют МНС II
- (4) вырабатывают иммуноглобулин А

19. Альвеолярные макрофаги:

- (1) относятся к системе мононуклеарных фагоцитов
- (2) расположены в межальвеолярных перегородках
- (3) могут мигрировать в полость альвеол
- (4) удаляют избыток сурфактанта

20. Пептиды в дыхательной системе:

- (1) ангиотензин II синтезируют и секретируют альвеолоциты II типа
- (2) брадикинин вызывает расширение сосудов и бронхов
- (3) вещество Р — бронходилататор
- (4) ангиотензин-конвертирующий фермент присутствует в эндотелии капилляров альвеол

21. Функции сурфактанта:

- (1) опсонизация бактерий
- (2) активация альвеолярных макрофагов
- (3) снижение поверхностного натяжения в альвеолах
- (4) источник фосфолипидов для регенерации клеточных мембран

22. Из терминалей нервных волокон в слизистой оболочке воздухоносных путей выделяются:

- (1) сосудистоактивный кишечный полипептид (VIP)
- (2) вещество P
- (3) нейрокинин А
- (4) простагландины

23. Эпителиальные клетки воздухоносных путей синтезируют:

- (1) простагландины
- (2) оксид азота
- (3) цитокины
- (4) эндотелин-1

24. Слизистая оболочка гортани в разных участках содержит эпителий:

- (1) многорядный мерцательный
- (2) однослойный призматический
- (3) многослойный плоский неороговевающий
- (4) однослойный кубический

25. Действие гистамина на структуры бронха:

- (1) вызывает сокращение гладкомышечных клеток мышечного слоя слизистой оболочки
- (2) повышает проницаемость стенки посткапиллярных венул
- (3) стимулирует образование слизи железами
- (4) вызывает вазодилатацию

26. Гладкомышечные клетки бронхов:

- (1) ацетилхолин и гистамин — бронхоконстрикция
- (2) адреналин, сосудистоактивный кишечный полипептид (VIP) — бронходилатация
- (3) гистамин, VIP — вазодилатация
- (4) адреналин, ангиотензин II — вазоконстрикция

Пояснение. Каждому вопросу (левая колонка), обозначенному цифрой, соответствует обозначенный буквой возможный ответ (правая колонка). Для каждого вопроса выберите наиболее подходящий по смыслу ответ. Каждый ответ можно выбрать один раз, более одного раза или вообще не выбирать.

27–29. Эпителий слизистой оболочки разных частей воздухоносных путей

Часть...	Эпителий...
27. терминальные бронхиолы	(А) многорядный мерцательный
28. бронхи малого калибра	(Б) двурядный цилиндрический мерцательный
29. трахея	(В) однорядный кубический (Г) многослойный плоский

30–33. Локализация структур в разных частях дыхательной системы

Структуры...	содержатся в...
30. слизисто-белковые железы	(А) альвеолах
31. поперечнополосатые мышечные волокна	(Б) эпителии терминальных бронхиол
32. клетки, продуцирующие компоненты сурфактанта	(В) эпителии трахеи
33. клетки <i>Клара</i>	(Г) подслизистой оболочке бронхов (Д) нижних складках слизистой оболочки гортани

34–38. Характеристики разных клеток дыхательной системы

Характеристика...	Клетки...
34. продуцируют α_1 -антитрипсин	(А) дендритные
35. взаимодействуют с антигеном в эпителии воздухоносных путей	(Б) <i>Лангерханса</i>
36. мигрируют в соединительной ткани бронхов	(В) альвеолярные макрофаги
37. имеют рецепторы иммуноглобулина Е	(Г) тучные
38. фагоцитируют разрушенный сурфактант	(Д) реснитчатые

39–43. Особенности строения разных структур в дыхательной системе

Структура...	Отдел...
39. многослойный плоский неороговевающий эпителий	(А) терминальная бронхиола
40. однорядный безреснитчатый эпителий, содержащий клетки <i>Клара</i>	(Б) респираторная бронхиола
41. островки гиалинового хряща	(В) истинные голосовые связки
42. альвеолярный эпителий	(Г) бронх среднего калибра
43. пучки поперечнополосатых мышечных волокон в собственном слое слизистой оболочки	

44–57. Морфофункциональные характеристики разных клеток дыхательной системы

44–48:

Характеристика...	Клетки...
44. содержат пластинчатые тельца	(А) Клара
45. на апикальной поверхности имеют реснички	(Б) альвеолоциты II типа
46. инактивируют вдыхаемые токсины с помощью неспецифических эстераз	(В) эндотелиальные альвеолярных капилляров
47. продуцируют вазодилатор — оксид азота NO	(Г) все названные
48. синтезируют дипальмитоилфосфатидилхолин — основной фосфолипид сурфактанта	(Д) ни одна из вышеназванных

49–53:

Характеристика...	Клетка...
49. образование простаглицлина PGI_2 , предотвращающего адгезию тромбоцитов	(А) реснитчатая
50. наличие H_1 -рецепторов гистамина	(Б) фибробласт интерстициального пространства альвеол
51. образование ангиотензина II с участием ангиотензин-конвертирующего фермента	(В) эндотелиальная капилляров альвеол
52. синтез эластина и фибриллина, формирующих эластический каркас альвеол	(Г) гладкомышечная бронхов
53. наличие H_2 -рецепторов гистамина	

54–57:

Клетки...	Функция...
54. клетки Клара	(А) продуцируют гликозаминогликаны
55. бокаловидные	(Б) хеморецепторы
56. нейроэндокринные	(В) выделяют слизь
57. базальные	(Г) вырабатывают биогенные амины
	(Д) обеспечивают регенерацию эпителия

Пояснение. Для каждого из пронумерованных вопросов укажите на рисунке букву, которой обозначена запрашиваемая структура.

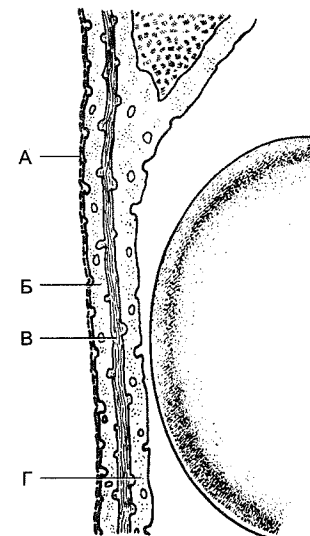


Рис. 23. Аэрогематический барьер [из Junqueira LC, Carneiro J, 1991]

58–61. Аэрогематический барьер

58. Укажите структуру, предотвращающую спадение альвеолы
 59. Укажите структуру, содержащую коллаген IV типа и ламинин
 60. Укажите структуру капилляра, содержащую пиноцитозные пузырьки
 61. Уплощённая структура, расположенная внутри альвеол

ОТВЕТЫ И ПОЯСНЕНИЯ

1. Правильный ответ — В

Выпячивание (дивертикул) стенки передней кишки у эмбриона образуется в конце 3-й недели. Респираторный дивертикул формирует трахею, заканчивающуюся двумя лёгочными почками. Почка ветвится, образуя бронхиальное дерево. Эпителий, выстилающий зачатки трахеи, бронхов и респираторные зачатки, дифференцируется в соответствии с локализацией. Таким образом, эпителий трахеи, бронхов, альвеол лёгких, желёз трахеи имеет энтодермальное происхождение. Альвеолярные макрофаги дифференцируются из моноцитов и составляют часть системы мононуклеарных фагоцитов.

2. Правильный ответ — Д

Однослойный многоярный призматический мерцательный эпителий трахеи содержит различные типы клеток. Реснитчатые клетки составляют основную часть эпителия. Среди реснитчатых рассеяны бокаловидные клетки, имеющие в латеральных участках апикальной поверхности микроворсинки. После выделения слизи микроворсинки бокаловидных клеток становятся заметнее, вследствие чего такие клетки получили название щёточных (каёмчатых). В составе эпителия также имеются базальные (стволовые) клетки и клетки с мелкими гранулами в цитоплазме (нейросекреторные и эндокринные, секретирующие гормоны полипептидной природы). Клетки *Клара* в трахее отсутствуют.

3. Правильный ответ — В

Слизистая оболочка бронхов представлена многоярным мерцательным эпителием, собственным слоем и мышечным слоем. В собственном слое в большом количестве присутствуют плазматические и тучные клетки. Мышечный слой слизистой оболочки состоит из циркулярно ориентированных гладкомышечных клеток. Благодаря мышечному слою возможно изменение просвета бронхов. В подслизистой оболочке расположены секреторные отделы многочисленных слизистых желёз, протоки которых открываются на поверхность эпителия бронхов.

4. Правильный ответ — А

Незначительное количество эпителиальных клеток формирующихся альвеол дифференцируется в кубические клетки — альвеолоциты II типа. На апикальной поверхности этих клеток имеются микроворсинки. Особенность кубических альвеолоцитов — наличие в цитоплазме пластинчатых телец. В пластинчатых тельцах накапливаются, хранятся или выделяются в просвет альвеолы компоненты сурфактанта (глицерофосфолипиды, белки), синтезируемые альвеолоцитом II типа.

5. Правильный ответ — В

Альвеолоциты I типа присутствуют в альвеолах, где они составляют подавляющее большинство клеток. Для них характерны уплощённая форма, многочисленные пиноцитозные пузырьки, цитоплазматические отростки. Газы диффундируют через альвеолоциты I типа. Альвеолоциты I типа имеют энтодермальное происхождение.

6. Правильный ответ — Д

Между полостью альвеолы и просветом капилляра происходит газообмен путём простой диффузии газов. Чем меньше структур между полостью альвеолы и просветом капилляра, тем эффективнее диффузия. Уменьшение пути диффузии происходит за счёт формирования одной общей базальной мембраны в тех участках, где базальная мембрана эндотелия альвеолярного капилляра непосредственно прилегает к таковой альвеолоцита I типа. Структуры, образующие аэрогематический барьер: альвеолярные клетки I типа (0,2 мкм), общая базальная мембрана (0,1 мкм), уплощённая часть эндотелиальной клетки капилляра (0,2 мкм). В сумме это 0,5 мкм. В состав барьера входит также плёнка сурфактанта.

7. Правильный ответ — Б

В межальвеолярных перегородках имеются небольшие пучки коллагеновых волокон, состоящих из коллагена VI типа. Тонкие ретикулиновые волокна перегородок образованы коллагеном III типа. В перегородках присутствуют фибробласты, фиброциты, макрофаги, лимфоциты. Сурфактант образует мономолекулярный слой на внутренней поверхности альвеол.

8. Правильный ответ — Б

В состав эпителия альвеолы входит два типа клеток: плоские альвеолоциты I типа, составляющие основную массу клеток, и немногочисленные кубические альвеолоциты II типа; реснитчатые клетки отсутствуют. Эпителиальные клетки связаны плотными контактами. Промежуточные филаменты состоят из цитокератинов. Избыток сурфактанта, а также *отработанный* сурфактант фагоцитируются альвеолярными макрофагами.

9. Правильный ответ — Б

Диффузия газов в лёгких происходит пассивно и зависит от парциального давления газов. В газообмене участвуют респираторные альвеолоциты I типа. Эндотелиальные клетки альвеолярных капилляров не имеют фенестр (капилляры с непрерывным эндотелием).

10. Правильный ответ — Д

Для слизистой оболочки органов дыхания характерно большое количество эластических и ретикулиновых волокон и различных клеток в собственном слое. Плазмоциты слизистой оболочки синтезируют иммуноглобулины (IgG, IgE и IgA). Дендритные клетки способны стимулировать предшественники цитотоксических Т-лимфоцитов. В отличие от бронхов, слизистая оболочка трахеи не имеет мышечного слоя.

11. Правильный ответ — В

С уменьшением калибра бронха уменьшается количество слизистых желёз и снижается высота многоярного эпителия слизистой оболочки. В терминальных бронхиолах эпителий становится одноярным, железы отсутствуют. Количество гладкомышечных клеток в бронхах нарастает по мере уменьшения их диаметра. Чем меньше диаметр бронха, тем менее выражена фиброзно-хрящевая оболочка, представленная гиалиновым хрящом.

12. Правильный ответ — Д

Эпителий воздухоносных путей составляют клетки различных типов. Реснитчатые клетки имеют многочисленные рецепторы для ряда веществ, в том числе H_2 -гистаминовые и глюкокортикоидов. Эндокринные клетки синтезируют и накапливают серотонин. Базальные клетки, делаясь, обеспечивают обновление эпителия слизистой оболочки. Клетки *Лангерханса* экспрессируют молекулы МНС I и МНС II.

13. Правильный ответ — А

Бокаловидные клетки в наибольшем количестве содержатся в эпителии гортани, трахеи, крупных бронхов и отсутствуют в респираторных бронхиолах. Цитоплазма клетки содержит крупные вакуоли со слизью (аналоги секреторных гранул), секретируемые на поверхность эпителия. Бокаловидные клетки обновляются за счёт базальных клеток эпителия воздухоносных путей. Бокаловидные клетки в синтезе компонентов сурфактанта не участвуют.

14. Правильный ответ — Д

Слизь защищает слизистую оболочку воздухоносных путей. Её секретизируют присутствующие в составе эпителия бокаловидные клетки. Кроме того, в подслизистой оболочке находятся железы, также секретизирующие слизь; выводные протоки этих желёз открываются на поверхность эпителия. Загрязнённая слизь удаляется из воздухоносных путей при её постоянном перемещении за счёт синхронных и волнообразных колебаний ресничек реснитчатых клеток эпителия. Слизистая оболочка воздухоносных путей участвует также в иммунных реакциях. Так, в составе эпителия слизистой оболочки присутствуют клетки *Лангерханса* (как и дендритные, выполняющие роль антигенпредставляющих). Собственный слой слизистой оболочки содержит иммунокомпетентные клетки — Т- и В-лимфоциты; плазматические клетки, синтезирующие и секретизирующие иммуноглобулины G, A, E; макрофаги; дендритные клетки.

15. Правильный ответ — Д

Альвеолоциты I типа (плоские клетки) вместе с альвеолоцитами II типа (клетки кубической формы) образуют однослойный двурядный эпителий, тесно связанный с кровеносными капиллярами. В межальвеолярных перегородках имеются небольшие отверстия — альвеолярные поры. Эти поры создают возможность для проникновения воздуха из одной альвеолы в другую, что облегчает воздухообмен.

16. Правильный ответ — Д

Сурфактант — эмульсия, на 80% состоящая из глицерофосфолипидов, 10% — холестерина и 10% — белков. 85% метаболитов сурфактанта используется повторно, и только небольшое количество синтезируется альвеолоцитами II типа *de novo*. Основное количество сурфактанта у плода вырабатывается после 32-й недели, достигая максимального количества к 35-й неделе. Образование сурфактантных белков у плода стимулируют глюкокортикоиды.

17. Правильный ответ — Г

В дистальных участках терминальных бронхиол в состав эпителия входят куполообразные клетки *Клара*, не имеющие ресничек. В клетке присутствуют вакуоли, электроноплотные гранулы, цистерны гладкой и гранулярной эндоплазматической сети. Клетки *Клара* синтезируют и секретизируют компоненты бронхиального сурфактанта. Эти клетки отсутствуют в альвеолах.

18. Правильный ответ — А

В воздухоносных путях дендритные клетки проникают в эпителий и дифференцируются в клетки *Лангерханса*. Для клеток *Лангерханса* характерны длинные отростки, электроноплотные гранулы, имеющие пластинчатую структуру. Дендритные клетки и клетки *Лангерханса* относят к антигенпредставляющим, они экспрессируют МНС I и МНС II. Иммуноглобулин А синтезируют плазматические клетки.

19. Правильный ответ — Д

Альвеолярные макрофаги относятся к системе мононуклеарных фагоцитов. Моноциты с кровью поступают в капилляры лёгких и проникают в межальвеолярные перегородки, где дифференцируются в макрофаги. Макрофаги формируют цитоплазматические отростки, с помощью которых проходят через поры в межальвеолярных перегородках, попадают в альвеолярную полость, а также перемещаются по поверхности альвеолы. Избыток сурфактанта, а также отработанный сурфактант удаляются макрофагами.

20. Правильный ответ — В

Альвеолоциты II типа продуцируют вещества, входящие в состав сурфактанта. Ангиотензин II образуется из ангиотензина I в капиллярах лёгких с участием ангиотензин-конвертирующего фермента эндотелиальных клеток. Брадикинин является сильным бронхо- и вазодилататором. При повышенном его содержании может развиться отёк лёгких. Вещество Р также расширяет сосуды, но вызывает сокращение гладкомышечных клеток бронхов, что приводит к бронхоконстрикции.

21. Правильный ответ — А

Важнейшая функция сурфактанта — снижение поверхностного натяжения, что предотвращает слипание альвеол. Сурфактант — часть защитной системы лёгких. Он опсонизирует бактерии, чем облегчает их фагоцитоз альвеолярными макрофагами. Сурфактант стимулирует выход макрофагов из межальвеолярных перегородок в альвеолу и усиливает активность этих клеток. В регенерации клеток альвеол сурфактант не участвует.

22. Правильный ответ — А

В слизистой оболочке воздухоносных путей присутствует большое количество нервных волокон. Парасимпатические нервные волокна секретизируют сосудистоактивный кишечный пептид (VIP), который оказывает сосудодилатирующее действие, а также стимулирует ионный транспорт через эпителий. Вещество Р, выделяясь из чувствительных нервных волокон, вызывает расслабление гладкомышечных клеток сосудов (вазодилатация) и сокращение гладкомышечных клеток бронхов (бронхоконстрикция), усиливает ионный транспорт. Нейрокинин А выделяется из чувствительных нервных волокон и вызывает сокращение гладкомышечных клеток бронхов. Простагландины продуцируют различные клетки: эпителиальные воздухоносных путей, макрофаги, тучные и др.

23. Правильный ответ — Д

Активированные реснитчатые клетки продуцируют простагландины (вызывают расслабление гладкомышечных клеток сосудов и бронхов), оксид азота (способствует расслаблению гладкомышечных клеток сосудов и бронхов), цитокины (интерлейкины 1, 6, 8, колоние-стимулирующий фактор гранулоцитов и макрофагов GM-CSF, фактор хемотаксиса эозинофилов ECF), эндотелин-1 (сокращение гладкомышечных клеток, вазо- и бронхоконстрикция), различные факторы роста.

24. Правильный ответ — Б

Эпителий слизистой оболочки гортани (за исключением голосовых связок) — многорядный мерцательный. Голосовые связки ложные и истинные — соответственно верхние и нижние складки слизистой оболочки в средней части органа. Оба типа голосовых связок, как и передняя поверхность надгортанника, покрыты многослойным плоским неороговевающим эпителием.

25. Правильный ответ — Д

Тучные клетки слизистой оболочки воздухоносных путей деградируют при контакте с конкретным антигеном, что приводит к массовому выбросу гистамина. Гистамин взаимодействует с соответствующими рецепторами на гладкомышечных и секреторных клетках слизистых желёз. Такое взаимодействие приводит к развитию бронхоспазма, вазодилатации, гиперсекреции слизи из желёз и отёку слизистой оболочки (как результату вазодилатации и увеличения проницаемости стенки посткапиллярных венул).

26. Правильный ответ — Д

Тонус гладкомышечных клеток воздухоносных путей регулируют нейромедиаторы, гормоны, метаболиты арахидоновой кислоты. Эффекты зависят от присутствия соответствующих рецепторов в гладкомышечных клетках. Так, ацетилхолин и гистамин вызывают сокращение гладкомышечных клеток мышечного слоя слизистой оболочки бронхов (бронхоконстрикция). Сосудистоактивный кишечный полипептид (VIP) и адреналин способствуют расширению просвета бронхов (бронходилатация), вызывая расслабление гладкомышечных клеток слизистой оболочки бронхов. Гладкомышечные клетки бронхиальных сосудов сокращаются (вазоконстрикция) под действием адреналина и ангиотензина II. Расслабляющий эффект на гладкомышечные клетки сосудов бронхов (вазодилатация) оказывают гистамин и VIP.

27–29. Правильные ответы: 27-В, 28-Б, 29-А

Эпителий слизистой оболочки трахеи — однослойный многорядный призматический мерцательный. Такой же эпителий входит в состав слизистой оболочки бронхов крупного и среднего калибров. С уменьшением калибра бронхов наблюдается снижение высоты эпителиального пласта до двурядного цилиндрического мерцательного в бронхах малого калибра и далее — однорядного кубического в терминальных бронхиолах. Многослойный плоский неороговевающий эпителий покрывает истинные и ложные голосовые связки, а также переднюю поверхность надгортанника.

30–33. Правильные ответы: 30-Г, 31-Д, 32-А, 33-Б

Истинные голосовые связки, образуемые складками слизистой оболочки средней части трахеи, содержат пучки поперечнополосатых мышечных волокон. Подслизистая оболочка бронхов содержит слизистые и белково-слизистые железы. Железы располагаются группами, особенно в тех участках, где отсутствует хрящ. В бронхах малого калибра железы отсутствуют. Эпителий терминальных бронхиол содержит клетки Клара — безреснитчатые клетки, секретирующие гликозаминогликаны и липопротеины. Фосфолипиды, белки и углеводы сурфактанта синтезируют, накапливают и секретируют альвеолоциты II типа — кубические клетки альвеол.

34–38. Правильные ответы: 34-В, 35-Б, 36-А, 37-Г, 38-В

Альвеолярные макрофаги секретируют α_1 -антитрипсин, защищающий эластин альвеол от расщепления эластазой лейкоцитов. Макрофаги также фагоцитируют разрушенный сурфактант. Дендритные клетки довольно подвижны и могут мигрировать в соединительной ткани. Клетки Лангерханса, наряду с дендритными клетками, выполняют антигенпредставляющую функцию в лёгких, т.е. захватывают антиген для последующего его процессирования и представления лимфоцитам. Тучные клетки содержат встроенные в плазмолемму рецепторы Fc-фрагмента иммуноглобулина Е.

39–43. Правильные ответы: 39-В, 40-А, 41-Г, 42-Б, 43-В

Многослойный плоский неороговевающий эпителий покрывает переднюю поверхность надгортанника, истинные и ложные голосовые связки. Истинные голосовые связки в собственном слое слизистой оболочки содержат пучки поперечнополосатых мышечных волокон. Островки хрящевой ткани (гиалиновый хрящ) присутствуют в стенке бронхов среднего калибра. Терминальные бронхиолы выстланы однорядным кубическим эпителием, содержащем клетки Клара; в дистальных участках реснитчатые клетки отсутствуют. В стенках респираторных бронхиол имеются мешковидные выпячивания — альвеолы, выстланные альвеолярным эпителием. Клеточный состав эпителия — альвеолоциты I и II типов.

44–48. Правильные ответы: 44-Б, 45-Д, 46-Г, 47-В, 48-Б

Особенность альвеолоцитов II типа — присутствие в цитоплазме пластинчатых телец диаметром 0,2–2,0 мкм. Вещества пластинчатых телец (в том числе и дипальмитоилфосфатидилхолин — основной фосфолипид сурфактанта) секретируются клетками в альвеолярное пространство. Эндотелиальные клетки альвеолярных капилляров продуцируют оксид азота — фактор вазодилатации. Клетки эндотелия, как и клетки Клара, альвеолоциты II типа, альвеолярные макрофаги, содержат неспецифические эстеразы — один из компонентов детоксикационной системы лёгких.

49–53. Правильные ответы: 49-В, 50-Г, 51-В, 52-Б, 53-А

Гистамин взаимодействует с H_1 -рецепторами гладкомышечных клеток и H_2 -рецепторами реснитчатых клеток эпителия. Ангиотензин II образуется из ангиотензина I в капиллярах лёгких с участием ангиотензин-конвертирующего фермента эндотелиальных клеток. Клетки интактного эндотелия, секретируя простаглицин PGI_2 , препятствуют адгезии тромбоцитов. Фибробласты интерстиция альвеол продуцируют протеогликаны, коллаген, эластин и фибриллин. Из эластина и фибриллина формируются эластические волокна альвеол.

54–57. Правильные ответы: 54-А, 55-В, 56-Г, 57-Д

Клетки Клара терминальных бронхиол синтезируют и секретируют гликозаминогликаны, определяющие консистенцию секрета бронхиол. Бокаловидные клетки продуцируют слизь. Эпителий обновляется за счёт деления базальных клеток. Нейроэндокринные клетки (нейросекреторные и продуцирующие гормоны полипептидной природы) содержат гранулы, синтезируют и запасают биогенные амины.

58. **Правильный ответ — А**

Поверхность альвеолярного эпителия покрыта тонкой плёнкой сурфактанта, состоящего в основном из глицерофосфолипидов. Главная его функция — снижение поверхностного натяжения и предотвращение спадения альвеол.

59. **Правильный ответ — В**

Респираторные альвеолярные клетки лежат на базальной мембране, которая сливается с таковой прилежащих капилляров. Образуется общая базальная мембрана, содержащая обычные для этих структур компоненты — коллаген IV типа, ламинин, энтактин, фибронектин.

60. **Правильный ответ — Г**

Через стенку прилежащего к альвеоле капилляра происходит газообмен. Поэтому эндотелиальные клетки максимально уплощены и содержат большое количество пиноцитозных пузырьков.

61. **Правильный ответ — Б**

Альвеолярный эпителий, выстилающий альвеолы, состоит в основном из крайне уплощённых альвеолоцитов I типа. Через цитоплазму этих клеток осуществляется газообмен, поэтому в ней также присутствуют пиноцитозные пузырьки.

МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

ВОПРОСЫ

Пояснение. За каждым из перечисленных вопросов или незаконченных утверждений следуют обозначенные буквой ответы или завершения утверждений. Выберите (укажите букву) один ответ (или завершения утверждения), наиболее соответствующий каждому утверждению.

1. Развитие структур мочевыделительной системы. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) нефрон формируется из промежуточной мезодермы
- (Б) метанефрический дивертикул — вырост мезонефрического протока
- (В) мезонефрический проток даёт начало уретре
- (Г) из метанефрического дивертикула образуются собирательные трубочки
- (Д) канальцы нефронов происходят из метанефрогенной бластемы

2. Почка. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) доля почки — пирамида мозгового вещества и прилегающая к ней часть коркового вещества
- (Б) корковое вещество проникает в мозговое между пирамидами
- (В) центральную часть мозгового луча составляет собирательная трубочка
- (Г) границами дольки служат внутридольковые артерии
- (Д) между соседними долями в мозговом веществе проходят междольковые артерии

3. Кровоток в почке. Все утверждения верны, КРОМЕ:

- (А) питание ткани почки происходит из перитубулярных капилляров
- (Б) капилляры клубочка относятся к фенестрированному типу
- (В) прямые сосуды мозгового вещества — капилляры вторичной сети
- (Г) ветви дуговых артерий проходят между долками
- (Д) во вторичную капиллярную сеть поступает венозная кровь

4. В состав нефрона входят все отделы, КРОМЕ:

- (А) капсулы клубочка
- (Б) собирательной трубочки
- (В) тонкого канальца
- (Г) проксимальных канальцев
- (Д) дистальных канальцев

5. Почечное тельце. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) внутренний и наружный листки капсулы состоят из однослойного эпителия
- (Б) базальная мембрана имеет поры, совпадающие с фенестрами эндотелиальных клеток капилляров клубочка
- (В) полость капсулы переходит в просвет проксимального канальца
- (Г) в клубочковом фильтрате присутствуют белки
- (Д) объём клубочкового фильтрата превышает объём вторичной мочи

6. Мезангиальные клетки расположены:

- (А) во внутреннем листке капсулы клубочка
- (Б) между клетками плотного пятна
- (В) вдоль капилляров вторичной сети
- (Г) между капиллярами клубочка
- (Д) вокруг приносящей и выносящей артериол

7. Для фильтрационного барьера верно всё, КРОМЕ:

- (А) в его состав входят клетки внутреннего листка капсулы
- (Б) эффективность барьера определяется диаметром fenestr в эндотелии капилляров клубочка
- (В) малые ножки подоцитов образуют фильтрационные щели
- (Г) ножки подоцитов прикрепляются к базальной мембране
- (Д) базальная мембрана — общая для подоцитов и эндотелия

8. Клетка, синтезирующая и секретирующая ренин:

- (А) интерстициальная
- (Б) мезангиальная
- (В) юкстагломерулярная
- (Г) подоцит
- (Д) плотного пятна

9. Гормональная регуляция в почке. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) атриопептин усиливает фильтрацию
- (Б) простагландины расширяют сосуды
- (В) паратиреоидный гормон усиливает реабсорбцию кальция
- (Г) брадикинин способствует вазодилатации
- (Д) ангиотензин II вызывает расслабление гладкомышечных клеток выносящей артериолы

10. Мезангиальные клетки. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) входят в состав внутреннего листка капсулы клубочка
- (Б) способны к фагоцитозу
- (В) обладают сократительной активностью
- (Г) синтезируют компоненты базальной мембраны
- (Д) продуцируют фактор активации тромбоцитов (PAF)

11. Проксимальный извитой каналец. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) между клетками образуются интердигитации и плотные контакты
- (Б) на апикальной поверхности эпителиальных клеток — микроворсинки
- (В) в цитоплазме клеток — обилие лизосом и митохондрий
- (Г) мембрана базальной части клетки образует складки
- (Д) в базальной мембране имеются поры

12. В стенке мочеточника имеется всё, КРОМЕ:

- (А) серозной оболочки
- (Б) продольных складок слизистой оболочки
- (В) многослойного эпителия
- (Г) желёз в подслизистой оболочке
- (Д) продольно и циркулярно расположенных гладкомышечных клеток в мышечной оболочке

Пояснение. Каждый из нижеприведённых вопросов содержит четыре варианта ответов, из которых правильными могут быть один или сразу несколько. **Выберите:**

- А — если правильны ответы 1, 2 и 3
- Б — если правильны ответы 1 и 3
- В — если правильны ответы 2 и 4
- Г — если правилен ответ 4
- Д — если правильны ответы 1, 2, 3 и 4

13. Почка плода:

- (1) мезонефрос содержит функционирующие нефроны
- (2) обеспечивает поддержание объёма амниотической жидкости
- (3) в нефронах мезонефроса образуется гипотоническая моча
- (4) мезангиальные клетки выделяют натрийуретический фактор

14. Регуляция фильтрации:

- (1) атриопептин угнетает
- (2) дофамин усиливает
- (3) ангиотензин II усиливает
- (4) ренин угнетает

15. В проксимальном канальце реабсорбируются:

- (1) белки
- (2) глюкоза
- (3) натрий
- (4) вода

16. В состав юкстагломерулярного комплекса входят:

- (1) эндотелиальные клетки приносящей артериолы
- (2) эндотелиальные клетки выносящей артериолы
- (3) подоциты
- (4) клетки *Гормагига*

17. Базальную исчерченность в нефроне имеют клетки:

- (1) проксимального прямого канальца
- (2) проксимального извитого канальца
- (3) дистального прямого канальца
- (4) дистального извитого канальца

18. Ренин:

- (1) секретируется видоизменёнными клетками эндотелия приносящей артериолы
- (2) секрецию регулирует уровень натрия в крови
- (3) повышенное содержание альдостерона активизирует синтез и секрецию
- (4) атриопептин подавляет синтез и секрецию

19. В почке синтезируются:

- (1) эритропоэтин
- (2) фактор активации тромбоцитов
- (3) простагландины
- (4) брадикинин

20. 1 α ,25-Дигидроксихолекальциферол:

- (1) при беременности и лактации эстрогены и пролактин стимулируют образование
- (2) способствует синтезу Ca²⁺-связывающего белка в эпителии кишечника
- (3) повышенное содержание паратиреоидного гормона активирует 1 α -гидроксилазу проксимальных канальцев
- (4) стимулирует остеокласты

21. Реабсорбцию натрия регулируют:

- (1) дофамин
- (2) альдостерон
- (3) атриопептин
- (4) вазопрессин

22. Мочевой пузырь:

- (1) собственный слой слизистой оболочки содержит эластические мембраны
- (2) мышечная оболочка представлена тремя слоями гладкомышечных клеток
- (3) эпителий слизистой оболочки — однослойный многорядный
- (4) клетки эпителия слизистой оболочки соединены плотными контактами

Пояснение. Каждому вопросу (левая колонка), обозначенному цифрой, соответствует обозначенный буквой возможный ответ (правая колонка). Для каждого вопроса выберите наиболее подходящий по смыслу ответ. Каждый ответ можно выбрать один раз, более одного раза или вообще не выбирать.

23–33. Морфофункциональные характеристики разных клеток почки

23–27:

Характеристика...	Клетки...
23. выраженные базолатеральные интердигитации	(А) юкстагломерулярные
24. видоизменённые гладкомышечные клетки	(Б) проксимального извитого канальца
25. регулируемые вазопрессином водные каналы	(В) тонкого отдела петли Хенле
26. апикальные пузырьки, вакуоли, лизосомы	(Г) собирательной трубочки
27. многочисленные гранулы с ренином	

28–33:

Характеристика...	Клетки...
28. обладают сократительной активностью	(А) мезангиальные
29. фагоцитируют разрушенную базальную мембрану	(Б) интерстициальные
30. секретируют креатинин	(В) проксимального канальца
31. секретируют мочевину	(Г) тонкого отдела петли Хенле
32. синтезируют брадикинин, регулирующий кровоток в почке	
33. гидроксилируют метаболит витамина D ₃	

34–37. Транспорт в канальцах коркового вещества почки с участием белков-переносчиков

Вид транспорта...	осуществляется в...
34. сочетанный глюкозы и Na ⁺	(А) проксимальном канальце
35. аминокислот	(Б) дистальном канальце
36. сочетанный Na ⁺ и фосфатов	(В) и в том, и в другом
37. обмен HCO ₃ ⁻ на H ⁺	(Г) ни в одном из названных

38–42. Морфофункциональные характеристики разных клеток почки

Характеристика...	Клетки...
38. между впячиваниями цитолеммы — множество удлинённых митохондрий	(А) мезангиальные
39. закисление мочи	(Б) дистального извитого канальца
40. регистрация содержания Na ⁺ в дистальном извитом канальце	(В) эндотелиальные клубочка
41. фенестры в цитоплазме	(Г) плотного пятна
42. участие в воспалительных реакциях, опосредованное продукцией фактора активации тромбоцитов (PAF)	

43–47. Эндокринная регуляция разных процессов в почке

Процесс...	Гормон...
43. усиление реабсорбции воды в собирательных трубочках	(А) атриопептин
44. сужение сосудов почки	(Б) ренин
45. усиление реабсорбции Na ⁺ в дистальных извитых канальцах	(В) альдостерон
46. стимуляция образования ангиотензина I	(Г) вазопрессин
47. расширение просвета сосудов почки	

Пояснение. Для каждого из пронумерованных вопросов укажите на рисунке букву, которой обозначена запрашиваемая структура.

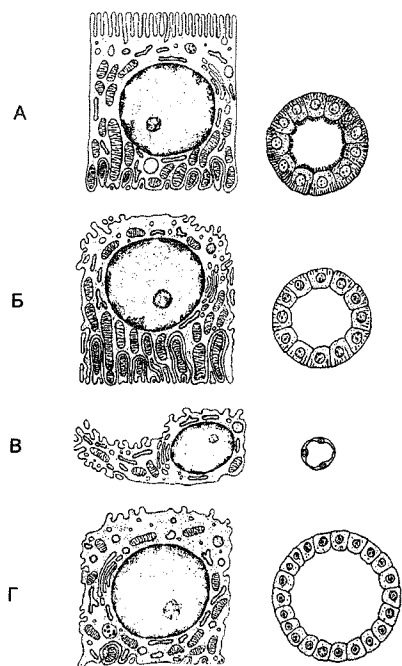


Рис. 24. Клетки различных отделов нефрона [из Hees H, Sinowatz F, 1992; Junqueira LC, Carneiro J, 1991]

48–51. Эпителиальные клетки канальцев почки

48. Клетка участвует в реабсорбции воды и концентрации мочи, имеет рецепторы вазопрессина
49. В отделе нефрона, содержащем эти клетки, реабсорбируется вода по осмотическому градиенту
50. Клетка участвует в реабсорбции углеводов, белков, натрия и воды
51. В канальце, состоящем из таких клеток, реабсорбируется натрий; в мембрану клеток встроены рецепторы альдостерона

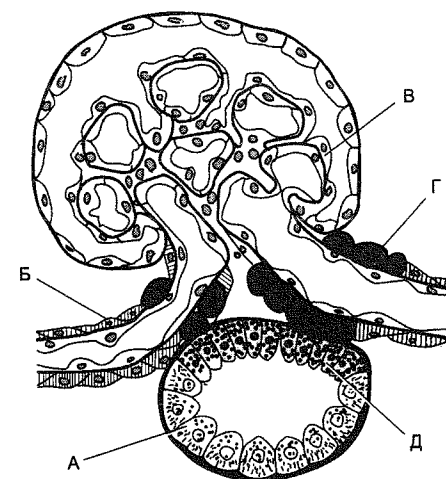


Рис. 25. Юстагломерулярный комплекс [из Lazo et al, 1992]

52–53. Юстагломерулярный комплекс

52. Укажите секретирующие ренин клетки
53. Укажите клетки, регистрирующие концентрацию Na^+ в просвете дистальных канальцев нефрона

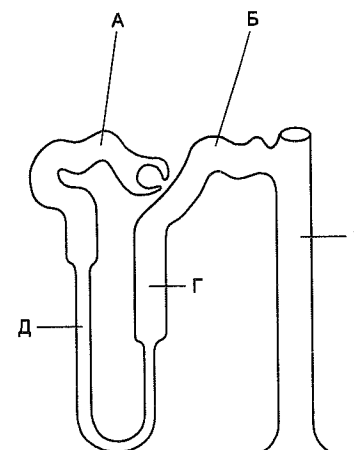


Рис. 26. Схема нефрона

54. Повышенная экскреция глюкозы с мочой (глюкозурия) из-за снижения её реабсорбции наблюдается при мутациях гена *SGLT2*, кодирующего мембранный гликопротеин — переносчик глюкозы. Укажите локализацию эпителиальных клеток, несущих этот транспортёр.

ОТВЕТЫ И ПОЯСНЕНИЯ

1. Правильный ответ — В

Нефроны формируются из промежуточной мезодермы. От мезонефрического протока у места его впадения в клоаку отделяется вырост — метанефрический дивертикул. Вокруг него конденсируется мезодермальная ткань, образуя метанефрогенную бластему. Из метанефрического дивертикула формируются мочеточники, почечные лоханки и система собирательных протоков и трубочек. Метанефрогенная бластема даёт начало канальцам нефрона. Один конец нефрона заканчивается *ббуменово*й капсулой, окружающей капиллярный клубочек, другой открывается в собирательную трубочку. Уретра образуется из мочепоолового синуса.

2. Правильный ответ — Г

Доля почки — пирамида мозгового вещества с прилегающим к ней участком коркового вещества. Корковое вещество в виде колонок проникает в мозговое между пирамидами. В колонках проходят междольковые артерии. На границе с корковым веществом они переходят в дуговые артерии, от которых ответвляются междольковые артерии. Последние проходят в корковое вещество по направлению к капсуле почки. Междольковые артерии служат границей долек в корковом веществе. От этих артерий ответвляются внутридольковые (приносящие) артериолы, образующие капиллярную сеть клубочка. Мозговое вещество проникает в корковое в виде мозговых лучей. Мозговой луч составляет центральную часть долики почки и содержит ветвящуюся собирательную трубочку, в которую открываются канальцы многих нефронов.

3. Правильный ответ — Д

Дуговые артерии располагаются на границе между корковым и мозговым веществом, параллельно поверхности почки. От дуговых артерий отходят, направляясь к выпуклой поверхности, междольковые артерии, которые определяют границы долек почки в корковом веществе. От междольковых артерий отходят внутридольковые (приносящие) артериолы, распадающиеся на капилляры фенестрированного типа, образующие клубочек (первичная капиллярная сеть). Капилляры клубочка собираются в выносящие артериолы, дающие начало вторичной (перитубулярной) капиллярной сети коркового и мозгового вещества, причём перитубулярные капилляры глубоких слоёв мозгового вещества имеют прямой ход (*vasa recta*). Таким образом, в капиллярах клубочка и капиллярах перитубулярной сети течёт артериальная кровь. Ткань почки получает питание из крови, протекающей по вторичной капиллярной сети.

4. Правильный ответ — Б

Паренхима почки состоит из 1–2 миллионов функциональных структурных единиц — нефронов, а также системы собирательных протоков. Нефрон — эпителиальная трубка, начинающаяся от почечного тельца и впадающая в собирательную трубочку. В нефроне различают несколько отделов: капсула почечного тельца, в состав которого входит капиллярный клубочек; проксимальный извитой и проксимальный прямой канальцы, тонкий каналец; дистальный прямой и дистальный извитой канальцы. Тонкий и дистальный прямой канальцы образуют нисходящую и восходящую части петли *Хенле*. Дистальный прямой каналец возвращается к собственному почечному тельцу и контактирует с ним; далее он переходит в дистальный извитой, впадающий в собирательную трубочку.

5. Правильный ответ — Б

Базальная мембрана, через которую происходит фильтрация, содержит мелкочаеистую сеть, образованную тонкими коллагеновыми нитями, и не имеет пор. Почечное тельце образовано капсулой и капиллярным клубочком. Капсула клубочка представлена двумя листками — внутренним и наружным, между которыми образуется полость капсулы. Полость переходит в просвет проксимального извитого канальца. Наружный листок капсулы образован однослойным плоским эпителием, внутренний состоит из специализированных эпителиальных клеток с отростками (подциты). Фильтрат, поступающий в полость капсулы, содержит все компоненты, входящие в состав плазмы, включая белки, молекулярная масса которых не превышает 50 кД. Объём клубочкового фильтрата составляет примерно 180 л в сутки. Большая его часть (178–179 л в сутки) реабсорбируется. В итоге объём образующейся вторичной мочи составляет 1–2 л в сутки.

6. Правильный ответ — Г

Внутренний листок капсулы не покрывает полностью каждый отдельный капилляр клубочка. Между капиллярами, не имеющими в таких местах общей с эпителием базальной мембраны, располагаются клетки отростчатой формы — мезангиальные клетки.

7. Правильный ответ — Б

Фильтрационный барьер образован эндотелием капилляров клубочка, эпителием внутреннего листка капсулы и их общей базальной мембраной. Эндотелиальные клетки капилляров имеют многочисленные фенестры диаметром 50–100 нм. Фенестры не являются препятствием на пути молекул, взвешенных в плазме. Клетки внутреннего листка капсулы — подциты; они имеют отростки (большие ножки), от которых отходят многочисленные тонкие малые ножки, прикрепляющиеся к базальной мембране. Между малыми ножками имеются узкие фильтрационные щели. Эффективность фильтрационного барьера определяется размером ячеек в базальной мембране и размером фильтрационных щелей.

8. Правильный ответ — В

Юкстагломерулярные клетки — видоизменённые гладкомышечные клетки средней оболочки приносящей артериолы. Они содержат большое количество как отдельных, так и образующих агрегаты секреторных гранул с ренином. Ренин секретируется в просвет приносящей артериолы. В соответствии с барорецепторной теорией, ренинсинтезирующие клетки функционируют как барорецепторы. Повышение давления в просвете приносящей артериолы снижает секрецию ренина. При снижении давления уменьшается растяжение стенки артериолы, что вызывает усиление секреции ренина юкстагломерулярными клетками.

9. Правильный ответ — Д

Ангиотензин II вызывает сужение всех сосудов, в том числе и выносящей артериолы. Атриопептин ингибирует реабсорбцию Na^+ , вызывает расслабление гладкомышечных клеток сосудов, усиливает фильтрацию. Брадикинин вызывает расширение сосудов в почке. Простагландины оказывают сходное с брадикинином действие (вазодилатация) и регулируют транспорт электролитов в мозговом веществе. Паратиреоидный гормон усиливает реабсорбцию кальция в канальцах нефрона.

10. Правильный ответ — А

Мезангиальные клетки располагаются между капиллярами клубочка в тех участках, где внутренний листок капсулы не охватывает эти капилляры; имеют отростки, расположенные между капиллярами и содержащие актиновые микрофиламенты; способны сокращаться, фагоцитируют фрагменты базальных мембран и синтезируют макромолекулы межклеточного вещества, продуцируют фактор активации тромбоцитов РАФ.

11. Правильный ответ — Д

Базальная мембрана проксимального канальца (как и всех других канальцев нефрона) непрерывна и не имеет пор. Клетки формируют между собой многочисленные интердигитации и обширные плотные контакты. На апикальной поверхности клеток имеется большое количество микроворсинок, образующих щёточную каёмку. В цитоплазме клетки присутствует множество пиноцитозных пузырьков, вакуолей, лизосом, митохондрий. Митохондрии в основном сосредоточены между глубокими впячиваниями мембраны базальной части клеток.

12. Правильный ответ — А

Стенка мочеточника состоит из слизистой, подслизистой, мышечной и адвентициальной оболочек. Слизистая оболочка представлена многослойным переходным эпителием и собственным слоем; мышечный слой отсутствует. Слизистая оболочка собрана в продольные складки. Вблизи мышечной оболочки собственный слой слизистой оболочки становится более рыхлым; эту часть иногда выделяют в отдельную оболочку — подслизистую. В подслизистой оболочке нижней части мочеточника имеются мелкие альвеолярно-трубчатые железы. Мышечная оболочка в верхних двух третях мочеточника состоит из двух слоёв гладкомышечных клеток: внутреннего (продольного) и наружного (циркулярного); в нижней трети снаружи добавляется третий слой (продольный). Адвентициальная оболочка представлена волокнистой соединительной тканью, содержащей много эластических волокон.

13. Правильный ответ — А

Функция нефронов мезонефроса сходна с функцией нефрона почки взрослого организма. Фильтрат крови из клубочка поступает в капсулу, затем в каналец и далее — в мезонефрический проток. При этом в канальце происходит реабсорбция ряда веществ. Однако, в мезонефросе моча слабо концентрируется, что связано с отсутствием структур мозгового вещества, необходимых для удержания воды. Моча плода гипотонична относительно плазмы, содержит мало белка и глюкозы, слегка кислая (рН 6,0). Поддержание объёма амниотической жидкости — одна из главных функций мочевыделительной системы плода. Начиная примерно с 9-й недели развития, плод выделяет мочу в амниотическую полость (10 мл/кг/час), а также поглощает амниотическую жидкость в объёме до 0,5 л в день. Натрийуретические факторы продуцируют кардиомиоциты правого предсердия и нейроны ЦНС.

14. Правильный ответ — В

Дофамин способствует расширению почечных сосудов и усилению фильтрации в клубочке. Ренин в конечном итоге повышает артериальное давление и угнетает фильтрацию, поскольку опосредует образование ангиотензина II. Последний вызывает сужение сосудов, стимулирует реабсорбцию натрия в проксимальном канальце и снижает скорость фильтрации. Атриопептин подавляет синтез и секрецию ренина, тормозит реабсорбцию натрия в собирательных трубочках, повышает скорость фильтрации в клубочке.

15. Правильный ответ — Д

Из просвета проксимальных извитых канальцев в окружающие их кровеносные капилляры перекачивается 80% ионов натрия и хлора, вода, глюкоза и белок. Реабсорбция белка из просвета канальцев происходит путём пиноцитоза. Молекулы белка расщепляются в клетках до аминокислот, транспортируемых затем в капилляры вторичной сети. Проксимальные канальцы — главный участок реабсорбции фосфатов. Фосфат реабсорбируется в сочетании с транспортом Na^+ . Глюкоза реабсорбируется путём сочетанного транспорта с Na^+ . Вода реабсорбируется через водные каналы, образованные аквапорином 1 — интегральным мембранным белком эпителиальных клеток проксимальных канальцев.

16. Правильный ответ — Г

В состав юкстагломерулярного комплекса входит три типа клеток. Первый из них — юкстагломерулярные клетки. Это видоизменённые гладкомышечные клетки средней оболочки приносящей артериолы. Второй тип клеток — клетки плотного пятна, расположенные в стенке дистального канальца в месте его перегиба у корня клубочка. Третий тип клеток — юкставазкулярные клетки (клетки *Гормагига*). Они расположены в пространстве между дистальным канальцем, приносящей и выносящей артериолами.

17. Правильный ответ — Д

Проксимальный извитой каналец нефрона переходит в проксимальный прямой. Оба отдела состоят из высокого кубического каёмчатого эпителия, клетки которого имеют выраженную базальную исчерченность и много митохондрий. Исчерченность обусловлена тем, что мембрана базальной части клетки формирует глубокие впячивания, разделяющие эту часть клетки на переплетающиеся между собой отростки. Между впячиваниями цитолеммы можно видеть массу удлинённых митохондрий. Дистальные каналцы (прямой и извитой) образованы кубическими клетками с базальной исчерченностью и малым количеством микроворсинок.

18. Правильный ответ — В

Ренин синтезируется юкстагломерулярными клетками — видоизменёнными гладкомышечными клетками средней оболочки приносящей артериолы. Ренин накапливается в многочисленных гранулах этих клеток. Изменение содержания натрия в крови влияет на секрецию ренина. Повышенное содержание ренина в крови вызывает усиленное образование ангиотензина II и альдостерона. Альдостерон способствует реабсорбции натрия в дистальном извитом канальце. В результате содержание натрия в крови растёт, что приводит к подъёму артериального давления и угнетению синтеза и секреции ренина. Атриопептин уменьшает синтез ренина и подавляет его секрецию в кровь.

19. Правильный ответ — Д

В почке синтезируется ряд гормонов. Клетки интерстиция мозгового вещества продуцируют эритропоэтин, который поступает в костный мозг и способствует образованию эритроцитов, а также простагландины и брадикинин. Основная функция этих гормонов — регуляция кровотока в почке (вазодилатация). Фактор активации тромбоцитов (PAF) продуцируется мезангиальными клетками почечного тельца.

20. Правильный ответ — А

Образование $1\alpha,25$ -дигидроксиколекальциферола — активного метаболита витамина D_3 — происходит в клетках проксимальных извитых канальцев нефрона с участием фермента митохондрий 1α -гидроксилазы. В плазме витамины D и их метаболиты транспортируются с помощью витамин D-связывающего белка. При беременности и лактации уровень $1\alpha,25$ -дигидроксиколекальциферола увеличивается, что связано, в частности, с опосредованным эстрогенами повышением содержания витамин D-связывающего белка. Главная мишень для $1\alpha,25$ -дигидроксиколекальциферола — эпителиальные клетки кишечника. Под воздействием $1\alpha,25$ -дигидроксиколекальциферола в них синтезируется Ca^{2+} -связывающий белок, который транспортирует кальций из просвета кишки внутрь эпителиальной клетки. Далее кальций поступает в кровь. $1\alpha,25$ -Дигидроксиколекальциферол стимулирует остеобласты, повышая активность щелочной фосфатазы, что способствует усилению минерализации костного матрикса. Повышенное содержание паратиреоидного гормона и пониженное содержание фосфатов в крови стимулируют активность 1α -гидроксилазы, в результате чего количество $1\alpha,25$ -дигидроксиколекальциферола возрастает.

21. Правильный ответ — А

Хотя только 10–15% клубочкового фильтрата реабсорбируется в дистальных канальцах и собирательных трубочках, этот участок является основным регулятором, определяющим конечное содержание натрия в моче. Альдостерон стимулирует реабсорбцию натрия в дистальном отделе нефрона. Атриопептин ингибирует реабсорбцию натрия в дистальных, а дофамин — в проксимальных извитых канальцах. Вазопрессин (антидиуретический гормон) регулирует активность водного канала, образованного аквапорином 2, в эпителии собирательных трубочек, способствуя реабсорбции воды.

22. Правильный ответ — В

Слизистая оболочка мочевого пузыря образована переходным эпителием и собственным слоем. Мышечный слой выражен слабо или вообще отсутствует. Собственный слой содержит большое количество коллагеновых и единичные эластические волокна. Переходный эпителий мочевого пузыря — многослойный. Его поверхностные клетки имеют куполообразную форму при расслаблении стенки органа. При растяжении стенки органа эпителий остаётся многослойным, но поверхностные клетки уплощаются, их площадь увеличивается. Между клетками эпителия формируются плотные контакты, что предотвращает проникновение содержимого мочевого пузыря в подлежащую ткань. Мышечная оболочка состоит из трёх слоёв гладкомышечных клеток. В наружном и внутреннем слоях гладкомышечные клетки расположены продольно, во внутреннем — циркулярно.

23–27. Правильные ответы: 23-Б, 24-А, 25-Г, 26-Б, 27-А

Для клетки проксимального канальца нефрона характерно наличие множества пиноцитозных пузырьков, вакуолей и лизосом. На боковых поверхностях клетки имеются складки, так что между соседними клетками образуются интердигитации. Мембрана базальной части формирует глубокие впячивания, разделяющие эту часть клетки на переплетающиеся между собой и с аналогичными структурами соседних клеток отростки. В процессе реабсорбции белка его молекулы захватываются клеткой путём пиноцитоза и попадают в апикальные канальцы, которые отрываются от плазмолеммы с образованием апикальных пузырьков. Далее апикальные пузырьки сливаются с лизосомами, и полипептиды расщепляются до аминокислот. Большое количество как отдельных, так и образующих агрегаты секреторных гранул, содержащих ренин, присутствует в юкстагломерулярных клетках — видоизменённых гладкомышечных клетках средней оболочки приносящей артериолы. Регулируемые вазопрессином водные каналы имеются в клетках собирательных трубочек.

28–33. Правильные ответы: 28-А, 29-А, 30-В, 31-Г, 32-Б, 33-В

Интерстициальные клетки почки синтезируют простагландины и брадикинин, регулирующие кровоток в мозговом веществе. Так, простагландин PGE₂ вызывает расслабление гладкомышечных клеток кровеносных сосудов почки (вазодилатация), ослабляет сосудосуживающие эффекты симпатической стимуляции и ангиотензина II. В просвет проксимального канальца секреторируются лекарственные препараты и их метаболиты, креатинин. В клетках проксимальных извитых канальцев происходит второе и третье гидроксилирование витамина D₃ с образованием его активных метаболитов, в первую очередь 1 α ,25-дигидроксихолекальциферола — регулятора обмена кальция. Гидроксилирование катализируется митохондриальным ферментом 1 α -гидроксилазой. В цитоплазме мезангиальных клеток почечного тельца в большом количестве присутствуют микрофиламенты; вероятно, эти клетки обладают сократительной активностью. Мезангиальные клетки способны фагоцитировать остатки базальных мембран. В просвет тонкого канальца путём секреции поступает мочевины.

34–37. Правильные ответы: 34-А, 35-А, 36-А, 37-Г

Глюкоза реабсорбируется в проксимальном канальце путём сочетанного транспорта с Na⁺ при помощи мембранных гликопротеинов, кодируемых генами *SGLT*. Это главный механизм почечной реабсорбции глюкозы. Проксимальный каналец — главный участок реабсорбции фосфатов. Совместная реабсорбция фосфатов и Na⁺ происходит при помощи переносчиков, кодируемых генами *NPT1* и *NPT2*. Реабсорбция аминокислот в проксимальном канальце осуществляется при помощи переносчиков, кодируемых генами *SLC*. Реабсорбция HCO₃⁻ в проксимальном канальце и секреция H⁺ происходит без участия белков-переносчиков.

38–42. Правильные ответы: 38-Б, 39-Б, 40-Г, 41-В, 42-А

Структура дистального прямого канальца не отличается от структуры дистального извитого. В базальной части клеток между впячиваниями цитолеммы присутствуют многочисленные удлинённые митохондрии для обеспечения транспорта ионов Na⁺ и Cl⁻ из просвета канальца в окружающую ткань. В дистальном извитом канальце реабсорбируемые ионы Na⁺ замещаются ионами H⁺, что приводит к закислению мочи. Клетки плотного пятна регистрируют содержание ионов Na⁺ в просвете дистального канальца. Эндотелиальные клетки капилляров клубочка максимально уплощены за исключением области, содержащей ядро. Тонкая часть клетки пронизана фенестрами полигональной формы диаметром 50–100 нм, занимающими примерно 30% всей поверхности клетки. Мезангиальные клетки синтезируют фактор активации тромбоцитов (PAF).

43–47. Правильные ответы: 43-Г, 44-Г, 45-В, 46-Б, 47-А

Атриопептин усиливает клубочковую фильтрацию, подавляет синтез и секрецию ренина, ингибирует реабсорбцию Na⁺, вызывает расслабление гладкомышечных клеток артериол. Ренин гидролизует циркулирующий в крови ангиотензиноген, в результате чего образуется декапептид ангиотензин I. При участии конвертирующего фермента в капиллярах лёгкого из ангиотензина I образуется ангиотензин II. Ангиотензин II стимулирует поступление в кровь альдостерона. Альдостерон усиливает реабсорбцию Na⁺ в дистальном извитом канальце. Вазопрессин увеличивает проницаемость стенки собирательной трубочки для воды, стимулирует пролиферацию эпителиальных клеток почки, вызывает сокращение гладкомышечных клеток артериол.

48. Правильный ответ — Г

Завершающий этап реабсорбции воды и концентрирование мочи происходят в собирательных трубочках. Их стенка построена из кубического эпителия. Встроенный в мембрану клеток водный канал (аквапорин 2) регулируется вазопрессинном.

49. Правильный ответ — В

Показана уплощённая клетка тонкого отдела петли. Ядродержащая часть клетки выступает в просвет канальца. Клетки формируют боковые отростки и немногочисленные короткие микроворсинки. В этом отделе происходит реабсорбция воды.

50. Правильный ответ — А

На рисунке показана клетка проксимального извитого канальца. Для неё характерно большое количество микроворсинок (щёточная каёмка), лизосом, митохондрий и глубоких инвагинаций цитолеммы в базальной части клетки. В проксимальном канальце реабсорбируются белки, углеводы, натрий, вода.

51. Правильный ответ — Б

Клетка дистального канальца содержит многочисленные митохондрии, сосредоточенные у складок, образуемых клеточной мембраной в базальной её части. В апикальной части клетки имеются микроворсинки, но число их невелико. В мембрану клеток встроены рецепторы альдостерона, регулирующего реабсорбцию натрия.

52. Правильный ответ — Г

Ренин синтезируют юкстагломерулярные клетки — видоизменённые гладкомышечные клетки в стенке артериол. Снижение концентрации Na⁺ в просвете дистальных канальцев вызывает секрецию ренина из юкстагломерулярных клеток.

53. Правильный ответ — Д

Плотное пятно образовано клетками дистального извитого канальца в области его перегиба между приносящей и выносящей артериолами клубочка. Клетки плотного пятна регистрируют содержание ионов Na⁺ в просвете дистального канальца.

54. Правильный ответ — А

Глюкоза реабсорбируется в проксимальном канальце нефрона путём сочетанного транспорта с Na⁺ при помощи мембранных гликопротеинов, кодируемых генами *SGLT2*. Это главный механизм почечной реабсорбции глюкозы.

МУЖСКАЯ ПОЛОВАЯ СИСТЕМА

ВОПРОСЫ

Пояснение. За каждым из перечисленных вопросов или незаконченных утверждений следуют обозначенные буквой ответы или завершения утверждений. Выберите (укажите букву) один ответ (или завершение утверждения), наиболее соответствующий каждому утверждению.

1. Сперматогонии вступают в стадию размножения:

- (А) в стенке желточного мешка
- (Б) сразу после контакта с клетками *Сертоли*
- (В) после опущения яичек в мошонку
- (Г) в период от рождения до половой зрелости
- (Д) с наступлением половой зрелости

2. Мейоз мужских половых клеток. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) в ходе первого деления происходит генетическая рекомбинация путём кроссинговера
- (Б) из одного сперматоцита первого порядка образуется два сперматоцита второго порядка
- (В) сперматоциты второго порядка содержат диплоидный набор хромосом
- (Г) в результате двух делений мейоза образуется четыре сперматиды
- (Д) сперматида получает 22 аутосомы и одну X- или Y-хромосому

3. Развитие мужских половых структур. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) Y-хромосома контролирует критическую стадию половой дифференцировки
- (Б) фактор, детерминирующий развитие мужских гонад, индуцирует дифференцировку индифферентных гонад в яички
- (В) под действием *мюллерова* ингибирующего фактора *вольфовы* протоки дифференцируются в мужские половые структуры
- (Г) в зачатках мужских половых желёз преимущественное развитие получает мозговое вещество
- (Д) первичные половые клетки дифференцируются в сперматогонии

4. *Вольфовы* протоки дают начало всем структурам, КРОМЕ:

- (А) сети яичка
- (Б) придатка
- (В) семявыносящих протоков
- (Г) семенных пузырьков
- (Д) бульбоуретральных желёз

5. Укажите структуру, из которой развивается мошонка:

- (А) *вольфов* проток
- (Б) *мюллеров* проток
- (В) мочеполовой синус
- (Г) половые валики
- (Д) половой бугорок

6. Клетки, синтезирующие *мюллеров* ингибирующий фактор:

- (А) цитотрофобласта
- (Б) гонадотропные аденогипофиза
- (В) *Лейдига*
- (Г) *Сертоли*
- (Д) первичные половые

7. Из прямых канальцев сперматозоиды попадают в:

- (А) выносящие канальцы
- (Б) сеть яичка
- (В) семявыбрасывающий проток
- (Г) ампулу семявыносящего протока
- (Д) проток придатка

8. Андрогенсвязывающий белок секретируется:

- (А) клетками *Лейдига*
- (Б) клетками *Сертоли*
- (В) семенными пузырьками
- (Г) предстательной железой
- (Д) бульбоуретральными железами

9. Извитые семенные канальцы. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) в каждой дольке яичка содержится от одного до четырёх канальцев
- (Б) открываются в прямые канальцы
- (В) на базальной мембране располагаются сперматогонии и клетки *Сертоли*
- (Г) снаружи окружены слоем циркулярно ориентированных гладкомышечных клеток
- (Д) между канальцами располагаются интерстициальные клетки

10. Какой продукт клеток *Сертоли* угнетает синтез фоллитропина?

- (А) Андрогенсвязывающий белок
- (Б) Эстрогены
- (В) Ингибин
- (Г) Трансферрин
- (Д) Активаторы плазминогена

11. В стадии размножения сперматогенеза происходит:

- (А) редукционное деление сперматоцитов
- (Б) редукционное деление сперматогоний
- (В) митотическое деление сперматогоний
- (Г) эквационное деление сперматоцитов
- (Д) митотическое деление сперматоцитов

12. Первичные половые клетки впервые обнаруживаются в:

- (А) половых валиках
- (Б) энтодерме желточного мешка
- (В) урогенитальных (гонадных) валиках
- (Г) половом бугорке
- (Д) мочеполовом синусе

Пояснение. Каждый из нижеприведённых вопросов содержит четыре варианта ответов, из которых правильными могут быть один или сразу несколько. **Выберите:**

- А — если правильны ответы 1, 2 и 3
- Б — если правильны ответы 1 и 3
- В — если правильны ответы 2 и 4
- Г — если правилен ответ 4
- Д — если правильны ответы 1, 2, 3 и 4

13. Сперматогенез:

- (1) дифференцировка первичных половых клеток в сперматогонии начинается с наступлением половой зрелости
- (2) дифференцировка сперматогонии в сперматозоид продолжается 120 дней
- (3) завершается на стадии созревания
- (4) блокируется при крипторхизме вследствие нарушения температурного режима

14. Клетка *Сертоли*:

- (1) секретирует эстрогены
- (2) имеет рецепторы фоллитропина
- (3) накапливает тестостерон в адлюминальном пространстве
- (4) синтезирует андрогенсвязывающий белок

15. Стадия формирования сперматозоидов:

- (1) между сперматогенными клетками разрываются цитоплазматические мостики
- (2) остатки цитоплазмы фагоцитируются резидентными макрофагами
- (3) акросома образуется с участием комплекса *Гольджи*
- (4) из актиновых и миофиновых нитей формируется аксонема

16. Сперматогенный эпителий:

- (1) клетки имеют рецепторы лютропина
- (2) состоит из сперматогенных и поддерживающих клеток
- (3) сперматогонии типа А (светлые) — стволовые клетки
- (4) сперматоциты первого порядка образуются из сперматогоний типа В

17. Гормональная регуляция сперматогенеза:

- (1) нейросекреторные клетки выделяют гонадолиберин с интервалом 90–120 минут
- (2) лютропин стимулирует секреторную активность клеток *Лейдига*
- (3) фоллитропин в клетках *Сертоли* стимулирует синтез андрогенсвязывающего белка
- (4) повышение уровня люлиберина в крови усиливает секрецию тестостерона

18. Клетка *Лейдига*:

- (1) располагается в базальном пространстве между клетками *Сертоли*
- (2) имеет рецепторы лютропина
- (3) имеет развитую гранулярную эндоплазматическую сеть, комплекс *Гольджи*, содержит многочисленные секреторные гранулы
- (4) вырабатывает эстрогены, тестостерон

19. Клеточные ассоциации в сперматогенном эпителии:

- (1) различают шесть типов
- (2) происходят из светлой сперматогонии типа А
- (3) имеют мозаичное распределение в составе сперматогенного эпителия
- (4) цитоплазматические мостики, соединяющие клетки, разрываются на стадии формирования сперматозоидов

20. В ответ на стимуляцию фоллитропином клетки *Сертоли*:

- (1) усиливают секрецию андрогенсвязывающего белка
- (2) обеспечивают накопление тестостерона в адлюминальном пространстве
- (3) вырабатывают ингибин
- (4) приобретают рецепторы лютропина

21. Тестостерон стимулирует:

- (1) дифференцировку половых протоков
- (2) развитие вторичных половых признаков
- (3) сперматогенез
- (4) секрецию железистых клеток предстательной железы, семенных пузырьков

22. Предстательная железа:

- (1) паренхима состоит из 30–50 отдельных разветвлённых трубчато-альвеолярных желёз
- (2) выводные протоки желёз простаты открываются в семявыбрасывающий проток
- (3) в секрете присутствует кислая фосфатаза
- (4) сокращение поперечнополосатой скелетной мышцы предстательной железы способствует высвобождению секрета при эякуляции

23. В состав семенной жидкости входят:

- (1) сперматиды и сперматозоиды
- (2) протеолитические ферменты предстательной железы
- (3) слизистый секрет бульбоуретральных желёз
- (4) простагландины семенных пузырьков

24. Укажите структуру, клетки которой содержат аксонему:

- (1) сеть яичка
- (2) проток придатка
- (3) выносящие каналы
- (4) семявыносящий проток

25. Тестостерон:

- (1) рецептор содержит ДНК-связывающую область
- (2) в клетках *Сертоли* конвертируется в эстрогены
- (3) накапливается в адлюминальном пространстве сперматогенного эпителия
- (4) предшественник синтезируется в митохондриях

26. Гематотестикулярный барьер:

- (1) разделяет сперматогенный эпителий на базальное и адлюминальное пространства
- (2) выполняет барьерную роль между половыми клетками и внутренней средой организма
- (3) изолирует половые клетки от токсинов
- (4) препятствует развитию аутоиммунного ответа против антигенов в мембране созревающих гамет

27. Стенку извитых семенных канальцев образуют:

- (1) базальная мембрана
- (2) поддерживающие клетки
- (3) рыхлая соединительная ткань
- (4) сперматогенные клетки

Пояснение. Каждому вопросу (левая колонка), обозначенному цифрой, соответствует обозначенный буквой возможный ответ (правая колонка). Для каждого вопроса выберите наиболее подходящий по смыслу ответ. Каждый ответ можно выбрать один раз, более одного раза или вообще не выбирать.

28–31. Эпителий полых структур мужской половой системы

Структуры...	Эпителий...
28. извитые семенные каналы	(А) многорядный, состоящий из призматических со стереоцилиями и вставочных клеток
29. каналы сети семенника	(Б) многослойный призматический
30. выносящие каналы семенника	(В) сперматогенный
31. проток придатка	(Г) однослойный кубический (Д) однослойный, группы клеток с ресничками чередуются с клетками, имеющими микроворсинки

32–36. Особенности строения органов мужской половой системы

Орган...	Особенность строения...
32. яичко	(А) слизистая оболочка собрана в многочисленные складки
33. придаток яичка	(Б) имеет трёхслойную мышечную оболочку
34. семенные пузырьки	(В) состоит из множества желёз, окружённых гладкомышечными клетками
35. простата	(Г) тело образовано извитым каналцем
36. семявыносящий проток	(Д) содержит синцитий

37–41. Локализация разных клеток в органах мужской половой системы

Клетки...	Локализация...
37. <i>Сертоли</i>	(А) интерстициальная ткань яичка
38. железистые эндокринные	(Б) стенка протока придатка
39. железистые экзокринные	(В) стенка извитого канала
40. реснитчатые	(Г) слизистая оболочка семенных пузырьков
41. сперматиды	(Д) стенка выносящих канальцев

42–46. Функции органов мужской половой системы

Органы...	Функция...
42. семенные пузырьки	(А) секретирует протеолитические ферменты
43. простата	(Б) отвечает за регрессию <i>мюллеровых</i> протоков
44. бульбоуретральные железы	(В) обеспечивает сперматозоиды энергетическим запасом
45. придаток яичка	(Г) образует смазку уретры перед эякуляцией
46. яичко	(Д) накопление и эвакуация сперматозоидов

47–51. Функции клеток мужской половой системы

Функция...	Клетки...
47. эндокринная	(А) <i>Сертоли</i>
48. ароматизация тестостерона	(Б) секреторные предстательной железы
49. образование тестикулярной жидкости	(В) снабжённые ресничками
50. перистальтика протока придатка	(Г) гладкомышечные
51. эвакуация сперматозоидов из яичка в придаток	(Д) снабжённые стереоцилиями

52–56. Цитология разных клеток мужской половой системы

Органеллы...	характерны для...
52. развитая гладкая эндоплазматическая сеть, многочисленные митохондрии	(А) гладкомышечной клетки
53. фаго- и лизосомы	(Б) клетки <i>Лейдига</i>
54. аксонема	(В) клетки <i>Сертоли</i>
55. акросома	(Г) сперматозоида
56. миофиламенты	(Д) эпителиальной клетки протока придатка

Пояснение. Для каждого из пронумерованных вопросов укажите на рисунке букву, которой обозначена запрашиваемая структура.

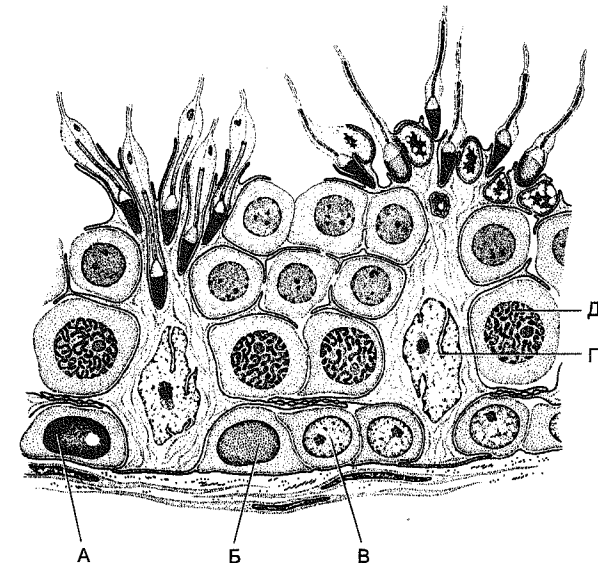


Рис. 27. Сперматогенный эпителий [по Дум М (1977) из Gilbert SF, 1985]

57–58. Сперматогенный эпителий

57. Какая клетка образует клеточную ассоциацию?

58. Укажите клетку, формирующую гематотестикулярный барьер.

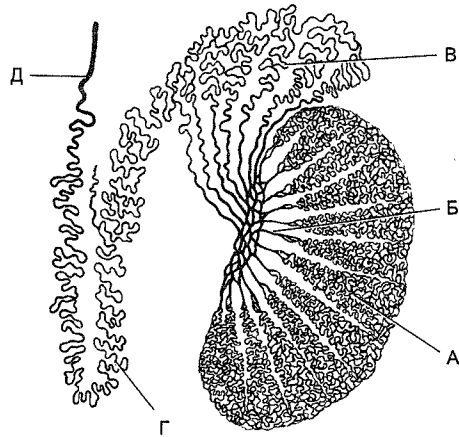


Рис. 28. Яичко с придатком [из Stöhr P et al, 1955]

59–60. Яичко и придаток яичка

59. Где происходит окончательная дифференцировка сперматозоидов?

60. Какая структура имеет мышечную оболочку, образованную из трёх слоёв гладкомышечных клеток?

ОТВЕТЫ И ПОЯСНЕНИЯ

1. Правильный ответ — Д

У эмбриона мужского пола первичные половые клетки из стенки желточного мешка мигрируют в зачатки гонад, делятся и дифференцируются в сперматогонии. До периода полового созревания сперматогонии остаются в состоянии покоя. Стадия размножения начинается с наступлением половой зрелости. До этого момента секреция тестостерона поддерживается на низком уровне. По мере приближения половой зрелости в гипоталамусе усиливается синтез гонадолиберина, активирующего секрецию гонадотропных гормонов аденогипофиза. Под влиянием лютропина клетки Лейдига увеличивают синтез тестостерона, стимулирующего размножение сперматогоний. Опускание яичек в мошонку начинается с третьего месяца внутриутробного развития и обычно заканчивается до рождения мальчика.

2. Правильный ответ — В

Мейоз включает два последовательных деления. В ходе первого деления сперматоцита первого порядка происходит кроссинговер и образуется два сперматоцита второго порядка. Сперматоциты второго порядка содержат гаплоидный набор хромосом. Перед первым делением генетический материал удваивается с образованием конъюгированных хромосом ($2n2c$). После первого деления мейоза уменьшается количество хромосом и содержание ДНК. В дочерних клетках остаётся по 23 конъюгированных (удвоенных) хромосомы с диплоидным содержанием ДНК ($1n2c$). После второго деления мейоза дочерние клетки получают по 23 хромосомы с гаплоидным содержанием ДНК ($1n1c$). В результате двух делений мейоза образуются четыре сперматиды, имеющие по 22 аутосомы и одной X- или Y-хромосоме.

3. Правильный ответ — В

Регуляторный фактор TDF, кодируемый Y-хромосомой, индуцирует дифференцировку индифферентных гонад в яички. В мужских половых железах преимущественное развитие получает мозговое вещество. В развивающихся семенных каналах первичные половые клетки под влиянием тестостерона дифференцируются в сперматогонии. Мюллеров ингибирующий фактор отвечает за дегенерацию мюллеровых протоков, дифференцирующихся в женские половые структуры у эмбриона женского пола. Дифференцировка вольфовых протоков в мужские половые структуры у эмбриона мужского пола происходит лишь в присутствии тестостерона, вырабатываемого фетальными клетками Лейдига.

4. Правильный ответ — Д

Тестостерон вызывает дифференцировку вольфовых протоков в комплекс половых протоков (сеть яичка, придаток яичка, семявыносящий проток) и добавочную железу — семенные пузырьки. Другие добавочные железы — предстательная и бульбоуретральные — развиваются из мочеполювого синуса.

5. Правильный ответ — Г

Краниальнее эктодермального углубления (проктодеума) образуется половой бугорок, окружённый округлыми возвышениями — половыми валиками. В ходе развития эмбриона мужского пола половые валики дифференцируются в мошонку, половой бугорок — в половой член. Вольфов проток дифференцируется в сеть яичка, придаток яичка, семявыносящий проток. Мюллеров проток дегенерирует. Мочеполювой синус даёт начало предстательной и бульбоуретральным железам, мочевому пузырю, проксимальной части уретры.

6. Правильный ответ — Г

Мюллеров ингибирующий фактор секретируется в эмбриогенезе фетальными клетками Сертболи. У эмбриона мужского пола мюллеров ингибирующий фактор вызывает дегенерацию мюллеровых протоков. Структура мюллерова ингибирующего фактора гомологична ингибитору, секретируемому клетками Сертболи в ходе сперматогенеза.

7. Правильный ответ — Б

Из извитых семенных канальцев сперматозоиды попадают в прямые канальцы, которые открываются в систему тонкостенных анастомозирующих трубочек — сеть яичка. Некоторые эпителиальные клетки, выстилающие сеть яичка, на апикальной поверхности имеют по одной ресничке, которая помогает продвижению сперматозоидов в выносящие канальцы. По выносящим канальцам сперматозоиды попадают в проток придатка, продолжающийся в семявыносящий проток. За ампулой семявыносящего протока начинается семявыбрасывающий проток, открывающийся в простатическую часть мочеиспускательного канала.

8. Правильный ответ — Б

В ответ на стимуляцию фоллитропином клетки *Сертоли* усиливают синтез андрогенсвязывающего белка. Тестостерон, вырабатываемый клетками *Лейдига*, захватывается клетками *Сертоли*, взаимодействует с андрогенсвязывающим белком и секретируется в адлюминальное пространство. Андрогенсвязывающий белок способствует накоплению тестостерона в просвете семенных канальцев, что необходимо для нормального течения сперматогенеза. Секрет добавочных желёз обеспечивает выживаемость, функциональную активность и продвижение сперматозоидов.

9. Правильный ответ — Г

От средостения внутрь яичка отходят соединительнотканые перегородки, разделяющие яичко на дольки. В каждой дольке содержится от одного до четырёх извитых семенных канальцев, выстланных сперматогенным эпителием. Снаружи извитые семенные канальцы окружает тонкая соединительнотканная оболочка. Между канальцами находится небольшое количество рыхлой соединительной ткани, содержащей интерстициальные клетки (эндокринные клетки *Лейдига*). Извитые семенные канальцы открываются в прямые канальцы. Элементы мышечной оболочки (гладкомышечные клетки с циркулярной ориентацией) появляются в выносящих канальцах.

10. Правильный ответ — В

Фоллитропин стимулирует продукцию клетками *Сертоли* ингибина, блокирующего секрецию фоллитропина гонадотропными клетками аденогипофиза. Половые стероиды оказывают слабое влияние на выработку фоллитропина. Андрогенсвязывающий белок, трансферрин, активаторы плазминогена секретируются в адлюминальное пространство сперматогенного эпителия.

11. Правильный ответ — В

Стадия размножения сперматогенеза начинается с наступлением половой зрелости. Под влиянием лютропина клетки *Лейдига* увеличивают синтез тестостерона, инициирующего пролиферацию сперматогоний. После ряда митотических делений сперматогонии дифференцируются в сперматоциты первого порядка, вступающие в стадию роста. За стадией роста наступает стадия созревания, которая состоит из следующих друг за другом двух делений мейоза — редукционного и эквационного. В результате первого деления из одного сперматоцита первого порядка образуется два сперматоцита второго порядка, а после второго деления — четыре сперматиды.

12. Правильный ответ — Б

Первичные половые клетки впервые обнаруживаются во внезародышевой энтодерме стенки желточного мешка. На 5-й неделе эмбриогенеза первичные половые клетки из стенки желточного мешка начинают мигрировать в направлении гонадных валиков — зачатков индифферентных половых желёз. Из мочеполювого синуса, полового бугорка, половых складок и половых валиков дифференцируются мочевого пузыря, уретра, наружные половые органы.

13. Правильный ответ — Г

Первичные половые клетки мигрируют в зачатки гонад, делятся и дифференцируются в сперматогонии. До периода полового созревания сперматогонии остаются в состоянии покоя. Стадия размножения сперматогоний начинается с наступлением половой зрелости. Кроме стадий размножения, роста и созревания, развитие мужских половых клеток включает также стадию формирования; гаметогенез длится 65 суток. Яички, в отличие от яичников, располагаются вне полости тела (в мошонке). Это обстоятельство важно для нормального течения сперматогенеза, происходящего при температуре 34 °С и ниже. Крипторхизм (отсутствие яичек в мошонке вследствие их неопущения) приводит к необратимым нарушениям — недостаточному сперматогенезу или полному его отсутствию.

14. Правильный ответ — Д

Клетки *Сертоли* используют тестостерон как субстрат для образования эстрогенов, а также путём связывания тестостерона с андрогенсвязывающим белком способствуют накоплению тестостерона в просвете семенных канальцев. Фоллитропин стимулирует функциональную активность клеток *Сертоли*.

15. Правильный ответ — Б

В адлюминальном пространстве в ходе стадии формирования между сперматогенными клетками разрываются цитоплазматические мостики, и сперматиды вступают в морфологическую дифференцировку. Ядро сперматид уплотняется, центриоли мигрируют к одному из полюсов ядра и организуют аксонему. Митохондрии располагаются спиралеобразно, образуя оболочку вокруг аксонемы. Акросома образуется с участием комплекса *Гольджи*. Двигательный аппарат сперматозоида представлен тубулин-динеиновым хемомеханическим преобразователем. Аксонема хвоста сперматозоида содержит одну пару тубулиновых микротрубочек в центре и девять пар по периферии. Пары тубулиновых микротрубочек, которые располагаются по периферии, связаны при помощи белка динеина, имеющего АТФазную активность. Волнообразные движения хвоста сперматозоида происходят при смещении соседних пар тубулиновых микротрубочек относительно друг друга в результате гидролиза АТФ, вызванного динеином. Остатки цитоплазмы (резидуальные тельца), образующиеся в ходе стадии формирования, фагоцитируются клетками *Сертоли*.

16. Правильный ответ — В

Сперматогенный эпителий, состоящий из сперматогенных клеток (сперматогоний, сперматоцитов, сперматид, сперматозоидов) и поддерживающих клеток (клеток *Сертоли*), выстилает извитые семенные каналы. Среди сперматогоний различают сперматогонии типа А и типа В. В свою очередь, сперматогонии типа А по степени конденсации хроматина делят на светлые и тёмные. Тёмные являются стволовыми клетками, редко вступающими в митоз. Светлые — полустволовые, при делении которых появляются две сперматогонии типа В, или одна типа В и одна типа А (светлая). Сперматогонии типа В после ряда митотических делений дифференцируются в сперматоциты первого порядка. Рецепторы к лютропину присутствуют в интерстициальных клетках *Лейдига*.

17. Правильный ответ — Д

Гонадолиберин (люлиберин) секретируется нейросекреторными клетками в пульсирующем режиме с интервалом 90–120 мин. Под влиянием гонадолиберина в аденогипофизе высвобождаются лютропин и фоллитропин. Лютропин стимулирует секреторную активность клеток *Лейдига* (продукцию тестостерона), фоллитропин — клеток *Сертоли* (синтез андрогенсвязывающего белка).

18. Правильный ответ — В

Клетки *Лейдига* — крупные интерстициальные клетки, локализуемые в рыхлой соединительной ткани между извитыми семенными канальцами. Имеют рецепторы к лютропину, который стимулирует секреторную активность клеток. Клетки *Лейдига* продуцируют гормоны стероидной природы (тестостерон), поэтому для цитоплазмы этих клеток характерно присутствие развитой гладкой эндоплазматической сети, многочисленных митохондрий, жировых включений.

19. Правильный ответ — Д

На стадиях размножения, роста и созревания сперматогенные клетки входят в состав клеточных ассоциаций. Материнская сперматогония (светлая типа А) формирует клон сперматогенных клеток, в котором клетки связаны цитоплазматическими мостиками до стадии формирования. Клеточная ассоциация в своем развитии от сперматогоний до сперматозоидов проходит шесть стадий (I–VI), для каждой из которых существует характерный тип сочетания сперматогенных клеток. В ходе сперматогенеза клеточные ассоциации находятся на различных стадиях развития, что обуславливает мозаичное распределение клеточных ассоциаций в составе сперматогенного эпителия.

20. Правильный ответ — А

Рецепторы лютропина встроены в мембрану клеток *Лейдига*. Клетки *Сертоли* имеют рецепторы фоллитропина. Под влиянием фоллитропина клетки *Сертоли* усиливают синтез андрогенсвязывающего белка, способствующего накоплению тестостерона в просвете семенных канальцев, продуцируют ингибин. В женском организме фоллитропин инициирует появление рецепторов к лютропину в мембране фолликулярных клеток.

21. Правильный ответ — Д

Тестостерон секретируется фетальными клетками *Лейдига* и контролирует дифференцировку по мужскому типу. В период полового созревания тестостерон стимулирует становление физических признаков пола (оволосение по мужскому типу, огрубение голоса, рост мышечной массы). С наступлением половой зрелости тестостерон необходим для поддержания сперматогенеза. Железистые клетки добавочных желёз чувствительны к андрогенам. Тестостерон стимулирует рост и секреторную активность предстательной железы и семенных пузырьков.

22. Правильный ответ — Б

Предстательная железа — мышечно-железистый орган, окружающий проксимальный отдел уретры. Паренхима простаты состоит из мелких слизистых; крупных и средних по размерам — подслизистых трубчато-альвеолярных желёз. Выводной проток каждой железы открывается в просвет уретры. Выброс секрета из простаты при эякуляции обеспечивает гладкая мускулатура. В капсуле и соединительнотканых перегородках простаты содержатся многочисленные гладкомышечные клетки. В нормальном секрете предстательной железы присутствует кислая фосфатаза. Увеличение в крови активности кислой фосфатазы может указывать на опухолевый процесс в предстательной железе.

23. Правильный ответ — В

Сперматозоиды составляют 5% общего объёма семенной жидкости, остальные 95% эякулята — секрет предстательной железы и семенных пузырьков. Секрет предстательной железы участвует в разжижении семени и содержит протеолитические ферменты, препятствующие склеиванию сперматозоидов. Продукт семенных пузырьков также является разжижающим семя компонентом; содержит фруктозу, соли аскорбиновой и лимонной кислот, простагландины. Вязкий слизистый секрет бульбоуретральных желёз, выделяемый при половом возбуждении, вероятно, служит для смазки уретры перед эякуляцией.

24. Правильный ответ — Б

Эпителий сети яичка представлен кубическими клетками; некоторые из них имеют по одной ресничке, содержащей аксонему. Выносящие каналы придатка выстланы эпителием, в состав которого входят высокие цилиндрические и низкие кубические клетки. Цилиндрические клетки снабжены ресничками, кубические имеют микроворсинки. Проток придатка выстлан многоядным цилиндрическим эпителием. Цилиндрические клетки на апикальной поверхности содержат стереоцилии (неподвижные микроворсинки), соединённые в виде конуса. Эпителий семявыносящего протока в проксимальной части по строению напоминает эпителий протока придатка.

25. Правильный ответ — Д

Стероидные гормоны, в том числе андрогены, синтезируются на основе холестерина. Процессы стероидогенеза обеспечивают ферменты, локализованные в митохондриях и гладкой эндоплазматической сети. Рецептор андрогенов относится к ядерным, содержит ДНК-связывающую область. В клетках *Сертоли* часть тестостерона связывается с андрогенсвязывающим белком и поступает в адлюминальное пространство сперматогенного эпителия, другая часть путём ароматизации превращается в эстрогены.

26. Правильный ответ — Д

Клетки *Сертоли* при помощи специализированных межклеточных контактов разделяют сперматогенный эпителий на базальное и адлюминальное пространство и служат барьером между половыми клетками и внутренней средой организма. Мейоз мужских половых клеток происходит в адлюминальном пространстве. Сперматогонии из базального пространства перемещаются в адлюминальное и дифференцируются в сперматоциты первого порядка, которые, завершив стадию роста, вступают в мейоз. Образующиеся сперматиды перемещаются к просвету канала, где дифференцируются в сперматозоиды. Гематотестикулярный барьер препятствует развитию аутоиммунного ответа против поверхностных антигенов на мембране созревающих сперматогенных клеток, изолирует половые клетки от токсических веществ.

27. Правильный ответ — Д

Извитые семенные каналы выстланы сперматогенным эпителием, содержащим сперматогонии, сперматоциты первого порядка, сперматоциты второго порядка, сперматиды, сперматозоиды и поддерживающие клетки *Сертоли*. Кнаружи от базальной мембраны каналы окружены тонкой соединительнотканной оболочкой.

28–31. Правильные ответы: 28-В, 29-Г, 30-Д, 31-А

Извитые семенные каналы выстилает сперматогенный эпителий, содержащий гаметы с их предшественниками и поддерживающие клетки *Сертоли*. Эпителий, выстилающий сеть яичка, представлен кубическими клетками. Некоторые клетки на апикальной поверхности имеют по одной ресничке, способствующей продвижению сперматозоидов. Выносящие каналы выстланы эпителием, клетки которого имеют разную высоту (*гирляндовый* эпителий). Высокие цилиндрические клетки снабжены ресничками, низкие кубические клетки имеют микроворсинки. Проток тела придатка выстлан многорядным цилиндрическим эпителием. В эпителии различают два типа клеток: базальные вставочные и высокие цилиндрические. Цилиндрические клетки снабжены стереоцилиями, склеенными в виде конуса (*пламенный* эпителий).

32–36. Правильные ответы: 32-Д, 33-Г, 34-А, 35-В, 36-Б

В извитых семенных каналах на стадиях размножения, роста и созревания сперматогенные клетки, связанные цитоплазматическими мостиками, образуют клеточную ассоциацию — синцитий. В придатке различают головку, тело и хвост. Головка представлена 10–12 выносящими каналами, тело и хвост — протоком придатка — одиночным и сильно извитым каналом длиной 4–6 м. Мышечная оболочка семявыносящего протока образована тремя слоями гладкомышечных клеток: внутренним и наружным продольными и средним циркулярным. Паренхима простаты состоит из мелких слизистых, крупных и средних по размерам — подслизистых трубчато-альвеолярных желёз. В капсуле и соединительнотканых перегородках простаты содержатся многочисленные гладкомышечные клетки, окружающие секреторные отделы и выводные протоки желёз. Слизистая оболочка семенных пузырьков имеет выраженную складчатость.

37–41. Правильные ответы: 37-В, 38-А, 39-Г, 40-Д, 41-В

Поддерживающие клетки *Сертоли* и сперматогенные клетки, в том числе сперматиды, входят в состав сперматогенного эпителия извитых семенных канальцев. Эндокринные клетки *Лейдига* расположены в интерстиции — рыхлой волокнистой соединительной ткани между семенными канальцами. Эпителий выносящих канальцев содержит высокие цилиндрические клетки, снабжённые ресничками. Слизистая оболочка семенных пузырьков выстлана однослойным многорядным цилиндрическим эпителием, содержащим экзокринные железистые клетки.

42–46. Правильные ответы: 42-В, 43-А, 44-Г, 45-Д, 46-Б

Секрет семенных пузырьков содержит фруктозу, соли аскорбиновой и лимонной кислот, простогландины — т.е. вещества, обеспечивающие сперматозоиды энергетическим запасом, повышающие их выживаемость и функциональную активность. Секрет предстательной железы принимает участие в разжижении семени; протеолитические ферменты (фибринолизин) препятствуют склеиванию сперматозоидов. Вязкий слизистый секрет бульбоуретральных желёз, выделяемый в период полового возбуждения, служит для смазки уретры перед эякуляцией. Выносящие каналы и проток придатка служат для накопления, окончательной дифференцировки и эвакуации сперматозоидов. Клетки *Сертоли* яичек плода секретируют *мюллеров* ингибирующий фактор, вызывающий регрессию *мюллеровых* протоков у плода мужского пола.

47–51. Правильные ответы: 47-А, 48-А, 49-А, 50-Г, 51-В

Клетки *Сертоли* во внутреннюю среду секретируют эстрогены, полученные путём ароматизации тестостерона, и ингибин; в адлюминальное пространство — тестикулярную жидкость для транспорта сперматозоидов в семенных канальцах. Эвакуации сперматозоидов из яичка в придаток способствуют снабжённые ресничками кубические клетки, выстилающие сеть семенника. Слой циркулярно ориентированных гладкомышечных клеток обеспечивает перистальтику протока придатка.

52–56. Правильные ответы: 52-Б, 53-В, 54-Г, 55-Г, 56-А

Акросома расположена в головке сперматозоида, аксонема — в осевой части промежуточного отдела и практически вдоль всего хвоста. Для клеток *Лейдига* характерны развитая гладкая эндоплазматическая сеть, многочисленные митохондрии. В клетках *Сертоли* присутствуют лизосомы и фагосомы, содержащие остатки цитоплазмы формирующихся и дегенерирующих половых клеток. Миофиламенты — элемент сократительного аппарата гладкомышечной клетки.

57. Правильный ответ — Б

Клеточная ассоциация (клон сперматогенных клеток) происходит из полустволовой клетки — светлой сперматогонии типа А. Это мелкие, округлой формы клетки, располагающиеся в базальном пространстве сперматогенного эпителия. В ядрах клеток преобладает деконденсированный хроматин (бледная окраска ядра). Светлые сперматогонии типа А находятся в непрерывно следующих друг за другом клеточных циклах (интерфаза сменяется митозом).

58. Правильный ответ — Г

Клетки *Сертболи* (поддерживающие) в период полового созревания формируют гематотестикулярный барьер. Широкое основание клеток *Сертболи* остаётся на базальной мембране, а суженная апикальная часть достигает просвета канальца. Между соседними клетками устанавливаются специализированные межклеточные контакты, разделяющие сперматогенный эпителий на базальное и адлюминальное пространства.

59. Правильный ответ — Г

В извитых семенных канальцах протекают стадии размножения, роста, созревания и формирования сперматозоидов. Этот процесс занимает 65 суток. Окончательная дифференцировка сперматозоидов происходит в течение следующих двух недель в протоке придатка. Только в области хвоста придатка сперматозоиды приобретают способность к самостоятельному движению и оплодотворению яйцеклетки.

60. Правильный ответ — Д

Мышечная оболочка семявыносящего протока образована тремя слоями гладкомышечной ткани: внутренний и наружный продольные и средний циркулярный. Мощная мышечная оболочка способствует выбрасыванию сперматозоидов во время эякуляции.

ЖЕНСКАЯ ПОЛОВАЯ СИСТЕМА

ВОПРОСЫ

Пояснение. За каждым из перечисленных вопросов или незаконченных утверждений следуют обозначенные буквой ответы или завершение утверждений. Выберите (укажите букву) один ответ (или завершение утверждения), наиболее соответствующий каждому утверждению.

- 1. В ходе дифференцировки женских половых структур происходит всё, КРОМЕ:**
 - (А) в зачатках гонад развивается корковое и атрофируется мозговое вещество
 - (Б) под влиянием *мюллерова* ингибирующего фактора *мюллеровы* протоки дифференцируются в маточные трубы, матку и верхнюю часть влагалища
 - (В) *вольфовы* протоки дегенерируют
 - (Г) мочеполовой синус дифференцируется в нижнюю часть влагалища, мочевого пузыря, уретру
 - (Д) половые складки и половые валики дифференцируются в малые и большие половые губы
- 2. Овогенез. Верно всё, КРОМЕ:**
 - (А) на 5-й неделе эмбриогенеза первичные половые клетки из стенки желточного мешка мигрируют в зачатки гонад
 - (Б) первичные половые клетки дифференцируются в овогонии
 - (В) стадия размножения овогоний продолжается в течение всей жизни
 - (Г) на пике лютеинизирующего гормона завершается первое мейотическое деление
 - (Д) оплодотворение является сигналом для второго мейотического деления
- 3. Первичный фолликул. Верно всё, КРОМЕ:**
 - (А) впервые образуется с наступлением половой зрелости
 - (Б) содержит овоцит первого порядка
 - (В) фолликулярные клетки имеют цилиндрическую форму
 - (Г) вокруг фолликула формируется *theca*
 - (Д) в фолликулярных клетках синтезируются эстрогены
- 4. Развитие вторичного фолликула. Верно всё, КРОМЕ:**
 - (А) повышение в крови уровня фоллитропина стимулирует митозы фолликулярных клеток
 - (Б) между фолликулярными клетками образуются полости, заполненные фолликулярной жидкостью
 - (В) эстрогены подавляют стимулирующее действие фоллитропина на рост фолликула
 - (Г) в мембране фолликулярных клеток появляются рецепторы к лютропину
 - (Д) в клетках *theca interna* усиливается продукция андрогенов

5. Преовуляторный фолликул. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) лютропин вызывает накопление желтка в овоците
- (Б) в фолликулярных клетках начинается синтез прогестерона
- (В) на пике лютропина завершается первое мейотическое деление
- (Г) через 12 часов после достижения пика лютропина происходит овуляция
- (Д) на месте разорвавшегося фолликула образуется жёлтое тело

6. Жёлтое тело:

- (А) развивается на месте атретического фолликула
- (Б) клетки жёлтого тела — модифицированные клетки белочной оболочки яичника
- (В) активно функционирует в первую половину цикла
- (Г) под влиянием хорионического гонадотропина подвергается инволюции
- (Д) в результате инволюции жёлтого тела в крови резко падает концентрация прогестерона и эстрогенов

7. Для жёлтого тела беременности характерно всё, КРОМЕ:

- (А) развивается из менструального жёлтого тела
- (Б) секретирует прогестерон, эстрогены
- (В) хорионический гонадотропин стимулирует развитие жёлтого тела
- (Г) активно функционирует на протяжении всей беременности
- (Д) на месте жёлтого тела формируется соединительнотканый рубец

8. Для фолликулярной стадии овариального цикла характерно всё, КРОМЕ:

- (А) фазы усиленной секреции гонадолиберина разделены одночасовым интервалом
- (Б) гонадолиберин стимулирует клетки, синтезирующие фоллитропин
- (В) параллельно с ростом фолликула в крови повышается уровень эстрогенов
- (Г) высокое содержание эстрогенов стимулирует секрецию лютропина
- (Д) лютропин способствует высвобождению фолликулярными клетками ингибина

9. В лютеиновую стадию овариального цикла происходит всё, КРОМЕ:

- (А) развития жёлтого тела
- (Б) увеличения содержания в крови эстрогенов и прогестерона
- (В) секреция гонадолиберина разделена 2–3-часовым интервалом
- (Г) прогестерон стимулирует секрецию лютропина гонадотропными клетками
- (Д) эндометрий находится в секреторной фазе

10. В ходе овариально-менструального цикла:

- (А) повышение содержания в крови эстрогенов стимулирует секрецию фоллитропина
- (Б) лютропин стимулирует пролиферацию эпителиальных клеток эндометрия
- (В) хорионический гонадотропин стимулирует секреторную активность маточных желёз
- (Г) в секреторную фазу цикла железистые клетки эндометрия вырабатывают эстрогены
- (Д) под влиянием гормонов жёлтого тела в функциональный слой эндометрия врастают спиральные артерии

11. Молочная железа. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) секреторные клетки происходят из эктодермы
- (Б) ювенильная железа представлена выводными междольковыми и внутридольковыми протоками
- (В) зрелая неактивная железа состоит из 15–20 трубчато-альвеолярных желёз
- (Г) хорионический соматомаммотропный гормон индуцирует дифференцировку секреторных отделов
- (Д) секреция молока происходит по апокриновому типу

12. После овуляции на месте лопнувшего фолликула образуется:

- (А) белое тело
- (Б) жёлтое тело
- (В) атретический фолликул
- (Г) граафов пузырьёк
- (Д) примордиальный фолликул

13. В течение овариально-менструального цикла в матке наиболее выраженной морфологической перестройке подвергается:

- (А) миометрий
- (Б) базальный слой эндометрия
- (В) функциональный слой эндометрия
- (Г) периметрий
- (Д) вся стенка органа

14. Укажите гормон, секреция которого ингибируется при высокой концентрации в крови эстрогенов:

- (А) прогестерон
- (Б) хорионический гонадотропин
- (В) лютропин
- (Г) фоллитропин
- (Д) ингибин

15. Какие клетки синтезируют окситоцин?

- (А) Интерстициальные яичника
- (Б) *Theca interna*
- (В) Супраоптического и паравентрикулярного ядер гипоталамуса
- (Г) Жёлтого тела
- (Д) Гонадотропные аденогипофиза

16. Менопауза. Характерно всё, КРОМЕ:

- (А) остеопороз
- (Б) в крови снижается содержание эстрогенов
- (В) уменьшение секреции гонадотропных гормонов
- (Г) склерозирование кровеносных сосудов яичника
- (Д) прекращения овуляции

17. Зрелые фолликулы в яичнике впервые появляются:

- (А) у плода
- (Б) у беременной
- (В) сразу после рождения девочки
- (Г) в период от рождения до половой зрелости
- (Д) с наступлением половой зрелости

18. Внутрифолликулярную жидкость секретирует:

- (А) овогония
- (Б) овоцит I порядка
- (В) овоцит II порядка
- (Г) зрелая яйцеклетка
- (Д) фолликулярная клетка

Пояснение. Каждый из нижеприведённых вопросов содержит четыре варианта ответов, из которых правильными могут быть один или сразу несколько. **Выберите:**

- А — если правильны ответы 1, 2 и 3
- Б — если правильны ответы 1 и 3
- В — если правильны ответы 2 и 4
- Г — если правилен ответ 4
- Д — если правильны ответы 1, 2, 3 и 4

19. Что происходит в менструальную фазу овариально-менструального цикла?

- (1) При 28-дневном цикле менструация в среднем продолжается 5 дней
- (2) Резкое падение в крови концентрации прогестерона и эстрогенов вызывает спадение просвета спиральных артерий
- (3) Отторжение функционального слоя
- (4) Ухудшение кровотока в базальном слое

20. Какие изменения наблюдаются в пролиферативную фазу овариально-менструального цикла?

- (1) В яичнике созревает очередной фолликул
- (2) В крови повышается содержание эстрогенов
- (3) Регенерация эпителия в эндометрии
- (4) Формирование маточных желёз

21. Какие события происходят в секреторную фазу овариально-менструального цикла?

- (1) Фазы усиленной секреции гонадолиберина разделены одночасовым интервалом
- (2) Гормоны жёлтого тела подготавливают эндометрий к имплантации концептуса
- (3) В крови повышается содержание фоллитропина
- (4) Возрастает спирализация артерий эндометрия

22. Хорионический гонадотропин:

- (1) секретируется клетками трофобласта
- (2) по своему действию сходен с лютропином
- (3) усиливает продукцию клетками жёлтого тела эстрогенов и прогестерона
- (4) обнаруживается в моче на 8-й день после зачатия

23. Укажите клетки, секретирующие эстрогены:

- (1) нейросекреторные гипоталамуса
- (2) *theca interna*
- (3) гонадотропные аденогипофиза
- (4) фолликулярные

24. Какие клетки входят в состав эпителия маточных труб?

- (1) Каёмчатые
- (2) Секреторные
- (3) Фолликулярные
- (4) Реснитчатые

25. Маточные крипты:

- (1) трубчатые железы, открывающиеся в просвет матки
- (2) располагаются в собственном слое слизистой оболочки
- (3) секретируют гликоген, муцин
- (4) подвергаются циклическим изменениям

26. Шейка матки:

- (1) слизистая оболочка покрыта многослойным плоским эпителием
- (2) слизистая оболочка в менструальную фазу изменяется подобно эндометрию
- (3) при беременности железы продуцируют жидкий секрет
- (4) в просвет канала открываются разветвлённые трубчатые железы

27. Молочная железа:

- (1) первые альвеолы формируются на девятом месяце беременности
- (2) пролактин инициирует секрецию молока альвеолярными клетками
- (3) высокий уровень эстрогенов стимулирует лактогенный эффект пролактина
- (4) имеет рецепторы окситоцина

28. Плацента:

- (1) клетки *Хофбауэра* накапливают липиды
- (2) децидуальные клетки синтезируют хорионический гонадотропин
- (3) цитотрофобласт омывается кровью
- (4) эндотелий проницаем для иммуноглобулинов G (IgG)

29. Выберите гормоны, синтезирующиеся в плаценте:

- (1) релаксин
- (2) эстриол
- (3) прогестерон
- (4) пролактин

30. В течение репродуктивного периода в яичнике присутствуют:

- (1) атретические фолликулы
- (2) белые тела
- (3) примордиальные фолликулы
- (4) жёлтые тела

31. Секрет молочных желез содержит:

- (1) лизоцим
- (2) липиды
- (3) углеводы
- (4) антитела

Пояснение. Каждому вопросу (левая колонка), обозначенному цифрой, соответствует обозначенный буквой возможный ответ (правая колонка). Для каждого вопроса выберите наиболее подходящий по смыслу ответ. Каждый ответ можно выбрать один раз, более одного раза или вообще не выбирать.

32–36. Гормоны женской половой системы

Гормон...	вырабатывается...
32. релаксин	(А) фолликулярными клетками
33. лютропин	(Б) в плаценте
34. фоллитропин	(В) в нейрогипофизе
35. окситоцин	(Г) в аденогипофизе
36. пролактин	(Д) нейросекреторными клетками гипоталамуса

37–41. Состав фолликулов яичника

Фолликулы...	содержат...
37. примордиальные	(А) овоцит I порядка
38. первичные	(Б) овоцит II порядка
39. вторичные	(В) гибнущий овоцит
40. в стадии овуляции	(Г) овогонию
41. атретические	(Д) зрелую яйцеклетку

42–46. Датировка процессов овариально-менструального цикла по дням цикла

Процесс...	Дни цикла...
42. овуляция	(А) 1–4-й
43. ишемия эндометрия	(Б) 5–13-й
44. десквамация эндометрия	(В) 11–13-й
45. регенерация эндометрия	(Г) 14–27-й
46. секреция желёз матки	(Д) 28-й

47–51. Гистологический состав разных структур матки

Структуры...	Состав...
47. выстилка эндометрия	(А) однослойный призматический эпителий
48. собственный слой слизистой оболочки	(Б) гладкая мышечная ткань
49. крипты эндометрия	(В) рыхлая соединительная ткань
50. миометрий	(Г) мезотелий
51. наружный покров	(Д) железистый эпителий

52–56. Оболочки маточной трубы и матки

Оболочка...	имеется в стенке...
52. слизистая	(А) яйцевода
53. подслизистая	(Б) влагалища
54. мышечная	(В) и того, и другого
55. адвентициальная	(Г) ни того и ни другого
56. серозная	

57–61. Характеристика разных органов женской половой системы

Орган...	Характеристика...
57. яичник	(А) место образования зрелой яйцеклетки
58. маточная труба	(Б) тиролиберин участвует в регуляции функции
59. молочная железа	(В) слизистая покрыта многослойным эпителием
60. матка	(Г) содержит трубчатые железы
61. влагалище	(Д) синтезирует тестостерон

Пояснение. Для каждого из пронумерованных вопросов укажите на рисунке букву, которой обозначена запрашиваемая структура.

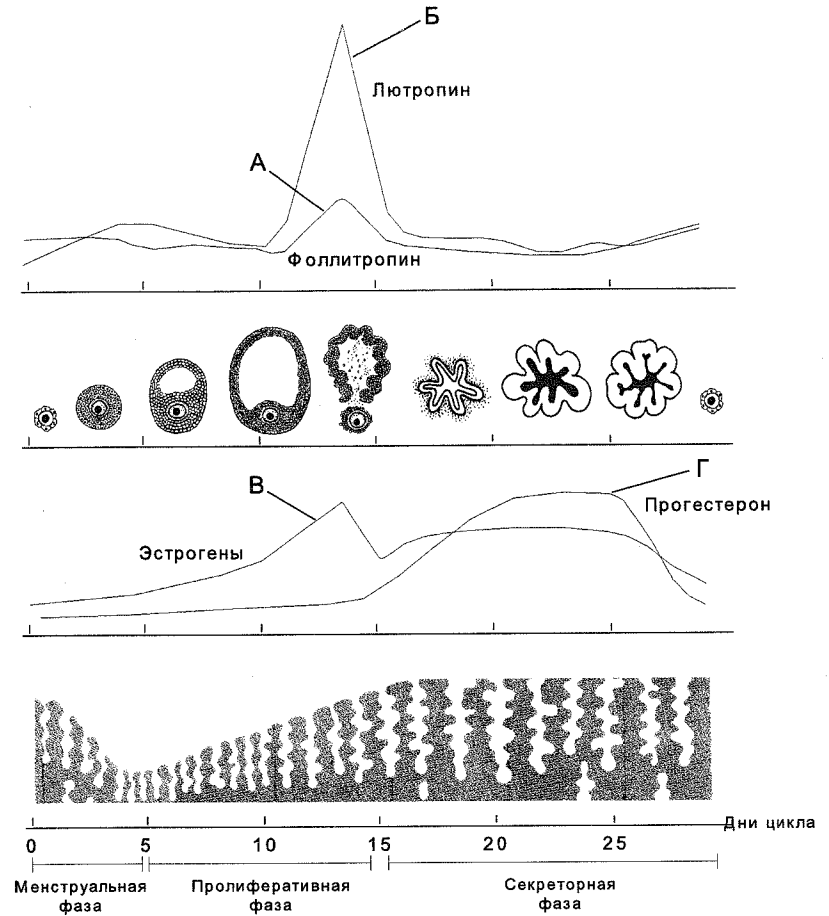


Рис. 29. Овариально-менструальный цикл [из Gilbert SF, 1985]

62–64. Овариально-менструальный цикл

- 62. Рост фолликула сопровождается повышением содержания в крови...
- 63. Какой гормон отвечает за образование жёлтого тела?
- 64. На 8–9-е сутки после овуляции наблюдается пик...

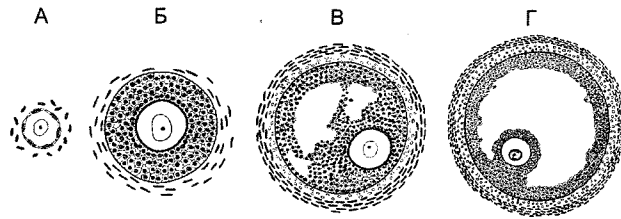


Рис. 30. Дифференцировка фолликула [из Junqueira LC, Carneiro J, 1991]

65–67. Фолликулы разной зрелости

65. Первичный фолликул развивается из...
66. На какой стадии развития фолликула появляется *theca*?
67. На какой стадии развития фолликула завершается первое мейотическое деление овоцита первого порядка?

ОТВЕТЫ И ПОЯСНЕНИЯ

1. Правильный ответ — Б

Гормоны развивающихся яичек определяют дифференцировку по мужскому типу. Фетальные клетки *Лейдига* синтезируют тестостерон, необходимый для дифференцировки *вольфовых* протоков в мужские половые структуры. *Мюллеров* ингибирующий фактор вызывает регрессию *мюллеровых* протоков у плода мужского пола. В ходе дифференцировки эмбриона по женскому типу *мюллеровы* протоки развиваются в женские половые структуры даже без поддержки овариальных гормонов. Дифференцировка яичника характеризуется развитием коркового и атрофией мозгового вещества. Мочеполовой синус даёт начало нижней части влагалища, мочевому пузырю, уретре. Половые складки и половые валики дифференцируются соответственно в малые и большие половые губы.

2. Правильный ответ — В

На 5-й неделе эмбриогенеза первичные половые клетки из стенки желточного мешка мигрируют в зачатки гонад. В яичниках первичные половые клетки дифференцируются в овогонии, вступающие в стадию размножения. К концу внутриутробного периода овогонии прекращают деление и дифференцируются в овоциты первого порядка. Последние приобретают оболочку из фолликулярных клеток и вступают в профазу первого мейотического деления. С наступлением половой зрелости и установлением овариального цикла на пике лютеинизирующего гормона завершается первое мейотическое деление. Второе мейотическое деление происходит в случае оплодотворения.

3. Правильный ответ — А

От рождения девочки и до полового созревания первичные фолликулы развиваются даже без стимуляции фоллитропином. Фолликулярные клетки приобретают цилиндрическую форму, митотически делятся и образуют несколько слоёв вокруг овоцита первого порядка. Снаружи фолликула формируется *theca*. Из андрогенов, образующихся в клетках *theca interna*, в фолликулярных клетках синтезируются эстрогены.

4. Правильный ответ — В

Повышение в крови уровня фоллитропина стимулирует рост фолликула. Фолликулярные клетки активно делятся, между клетками образуются полости, заполненные фолликулярной жидкостью. Под влиянием фоллитропина в клетках *theca interna* усиливается продукция андрогенов, в мембрану фолликулярных клеток встраиваются рецепторы лютропина. Параллельно с ростом фолликула в фолликулярных клетках увеличивается секреция эстрогенов. Эстрогены по аутокринному механизму регуляции повышают в мембране фолликулярных клеток плотность рецепторов фоллитропина, что усиливает его влияние на рост фолликула.

5. Правильный ответ — А

Преовуляторный фолликул — крупный пузырёк, заполненный фолликулярной жидкостью. Лютропин вызывает лютеинизацию фолликулярных клеток (накопление жёлтого пигмента, липидов) и запускает в них синтез прогестерона. На пике лютропина завершается первое мейотическое деление с образованием овоцита второго порядка и первого полярного (направительного) тельца. Через 12 часов после достижения пика лютропина происходит овуляция, и на месте разорвавшегося фолликула образуется жёлтое тело.

6. Правильный ответ — Д

Жёлтое тело развивается из элементов *графова* пузырька и состоит из модифицированных фолликулярных клеток и клеток *theca interna*. Жёлтое тело функционирует в лютеиновую стадию овариального цикла, поддерживая в крови высокий уровень эстрогенов и прогестерона, обеспечивающих подготовку эндометрия к имплантации концептуса. При имплантации клетки трофобласта секреторируют хорионический гонадотропин, который стимулирует дальнейшее развитие жёлтого тела. Если оплодотворения не произошло, то без поддержки хорионического гонадотропина жёлтое тело подвергается инволюции, в результате в крови резко снижается содержание прогестерона и эстрогенов.

7. Правильный ответ — Г

Если наступила беременность, менструальное жёлтое тело продолжает функционировать и дифференцируется в жёлтое тело беременности. Хорионический гонадотропин стимулирует дальнейшее развитие жёлтого тела, достигающего в диаметре 5 см, и увеличивает продукцию лютеиновыми клетками прогестерона и эстрогенов. Высокий уровень прогестерона и эстрогенов препятствует отторжению функционального слоя эндометрия и сохраняет беременность. Жёлтое тело беременности активно функционирует в течение первой половины беременности, затем его функция постепенно угасает. Плацента уже через 40 суток вырабатывает достаточное количество прогестерона и эстрогенов. На месте завершившего функцию и дегенерировавшего жёлтого тела образуется соединительнотканый рубец — белое тело.

8. Правильный ответ — Д

В фолликулярную стадию овариального цикла фазы усиленной секреции гонадолиберина разделены одночасовым интервалом. При низком содержании в крови эстрогенов гонадолиберин стимулирует клетки, синтезирующие фоллитропин. Повышение в крови уровня фоллитропина усиливает секрецию фолликулярными клетками эстрогенов. Параллельно с этим фоллитропин способствует высвобождению фолликулярными клетками ингибина. Высокий уровень эстрогенов, а также ингибин подавляют продукцию гонадотропными клетками фоллитропина.

9. Правильный ответ — Г

В лютеиновую стадию овариального цикла на месте разорвавшегося фолликула образуется жёлтое тело. В крови нарастает концентрация прогестерона и эстрогенов. Усиленная продукция прогестерона подавляет секрецию лютропина. Одновременное повышение содержания в крови прогестерона и эстрогенов увеличивает интервал между фазами усиленной секреции гонадолиберина нейросекреторными клетками гипоталамуса. Под действием прогестерона и эстрогенов эндометрий находится в секреторной фазе цикла.

10. Правильный ответ — Д

В ответ на повышение в крови эстрогенов гонадотропные клетки аденогипофиза переключаются на синтез лютропина. Под влиянием лютропина происходят овуляция и образование жёлтого тела. Гормоны жёлтого тела (эстрогены, прогестерон) способствуют гипертрофии маточных желёз, вырабатывающих гликоген, гликопротеины, липиды, муцин; вызывают вращание спиральных артерий в функциональный слой эндометрия. Хорионический гонадотропин секретируется клетками трофобласта, стимулирует развитие жёлтого тела беременности.

11. Правильный ответ — В

Эпителиальная часть молочной железы — производное эпидермиса — развивается из эктодермы. Гистологическая картина молочной железы зависит от степени её зрелости и активности. Эстрогены, гормон роста, пролактин, глюкокортикоиды стимулируют развитие выводных протоков в ювенильной и в зрелой неактивной молочных железах. Впервые секреторные отделы появляются на третьем месяце беременности. У беременной соматомаммотропный гормон индуцирует дифференцировку альвеолярных клеток. Зрелая активная молочная железа состоит из 15–20 отдельных сложных трубчато-альвеолярных желёз. Молоко секретируется по апокриновому типу. Жиры высвобождаются вместе с фрагментами клеточной мембраны, остальные компоненты молока выделяются путём экзоцитоза.

12. Правильный ответ — Б

В лютеиновую стадию овариально-менструального цикла под действием лютропина на месте лопнувшего зрелого фолликула образуется менструальное жёлтое тело. Жёлтое тело развивается из элементов *градфова* пузырька и состоит из лютеинизированных фолликулярных клеток и клеток *theca interna*. Белое тело — соединительнотканый рубец на месте завершившего функцию и дегенерировавшего жёлтого тела. Примордиальные фолликулы образуются в эмбриогенезе после завершения стадии размножения. Все начавшие развитие, но не достигшие стадии овуляции фолликулы подвергаются атрезии.

13. Правильный ответ — В

Изменения гормонального фона (содержание в крови эстрогенов и прогестерона в разные дни овариального цикла) прямо влияют на состояние эндометрия. Слизистая оболочка матки подвергается циклическим изменениям (менструальный цикл). В каждом цикле эндометрий проходит менструальную, пролиферативную и секреторную фазы. В эндометрии различают функциональный и базальный слои. Базальный слой эндометрия кровоснабжается из прямых артерий и сохраняется в менструальную фазу. Функциональный слой эндометрия, кровоснабжающийся из спиральных артерий, подвергается ишемии и отпадает при менструации.

14. Правильный ответ — Г

Фоллитропин стимулирует продукцию фолликулярными клетками эстрогенов и ингибина. Ингибин подавляет секрецию фоллитропина. Резкое повышение в крови содержания эстрогенов также блокирует высвобождение фоллитропина и одновременно инициирует секрецию лютропина. Под влиянием лютропина на месте разорвавшегося фолликула образуется менструальное жёлтое тело, в крови увеличивается содержание эстрогенов и прогестерона. После имплантации хорионический гонадотропин поддерживает выработку прогестерона в жёлтом теле беременности.

15. Правильный ответ — В

Окситоцин синтезируют клетки супраоптического и паравентрикулярного ядер гипоталамуса. Аксоны нейросекреторных клеток в составе гипоталамо-гипофизарного тракта направляются в заднюю долю гипофиза (нейрогипофиз), где заканчиваются вблизи капилляров. При активации нейросекреторных клеток окситоцин секретируется в периваскулярное пространство и далее попадает в кровеносное русло. При родах окситоцин вызывает сокращение гладкой мускулатуры матки, облегчая изгнание плода. Раздражение соска во время кормления также стимулирует высвобождение окситоцина, который вызывает сокращение миоэпителиальных клеток железы, способствуя выделению молока. Гонадотропные клетки аденогипофиза продуцируют фоллитропин и лютропин. Интерстициальные клетки яичника и клетки *theca interna* вырабатывают андрогены. Клетки жёлтого тела секретируют эстрогены и прогестерон.

16. Правильный ответ — В

Менопауза (прекращение овариально-менструального цикла) наступает к 51 году, но нормально может произойти и в 40 лет. Ведущий механизм — уменьшение содержания эстрогенов в крови при увеличенном содержании гонадотропинов. Затухание овариально-менструального цикла характеризуется склеротическими изменениями кровеносных сосудов, уменьшением количества фолликулов. Остеопороз — одно из серьёзных последствий снижения содержания эстрогенов.

17. Правильный ответ — Д

С наступлением половой зрелости в яичнике впервые появляется зрелый преовуляторный фолликул (*граафов* пузырь). Менархе (начало менструальной функции) начинается в среднем в возрасте 12,5 лет.

18. Правильный ответ — Д

На стадии вторичного фолликула между фолликулярными клетками образуются округлые полости, заполненные жидкостью — секретом фолликулярных клеток (*liquor folliculi*). Овогония, овоцит первого порядка, овоцит второго порядка, яйцеклетка — женская половая клетка на различных стадиях овогенеза.

19. Правильный ответ — А

Резкое падение в крови концентрации прогестерона и эстрогенов вызывает спазм спиральных артерий, что приводит к ухудшению кровотока (ишемии) в функциональном слое. При менструации отторгается ишемизированный функциональный слой. Базальный слой эндометрия кровоснабжается из прямых артерий и сохраняется в менструальную фазу. При длительности цикла 28 дней менструация в среднем продолжается 5 дней.

20. Правильный ответ — Д

В пролиферативную фазу менструального цикла гонадолиберин секретируется с интервалом в один час. При низком содержании эстрогенов гонадолиберин активизирует секрецию фоллитропина, который стимулирует созревание фолликула и усиливает продукцию фолликулярными клетками эстрогенов. Под влиянием эстрогенов эпителиальная выстилка эндометрия полностью восстанавливается и формируются новые маточные железы.

21. Правильный ответ — В

В секреторную фазу овариально-менструального цикла в яичнике функционирует жёлтое тело, вырабатывающее эстрогены и прогестерон. При высоком содержании эстрогенов гонадолиберин высвобождается с 2–3-часовым интервалом, что недостаточно для стимуляции секреции фоллитропина. Под влиянием эстрогенов и прогестерона происходит гипертрофия функционального слоя эндометрия. Маточные железы расширяются, заполняются секретом. Спиральные артерии приобретают более извитой характер, приближаются к поверхности слизистой оболочки. Слизистая матки подготавливается к имплантации концептуса.

22. Правильный ответ — А

Хорионический гонадотропин секретируется клетками трофобласта с момента имплантации бластоцисты в стенку матки. Появление в крови хорионического гонадотропина, сходного по своему действию с лютропином, стимулирует дальнейший рост жёлтого тела и усиливает продукцию эстрогенов и прогестерона, необходимых для сохранения беременности. В моче хорионический гонадотропин обнаруживается с 28-го дня после зачатия.

23. Правильный ответ — Г

Эстрогены секретируются фолликулярными клетками. В мембрану фолликулярных клеток встроены рецепторы фоллитропина, который стимулирует процесс ароматизации андрогенов, поступающих из клеток *theca interna*, в эстрогены. Нейросекреторными клетками гипоталамуса вырабатывается гонадолиберин, контролирующей продукцию фоллитропина и лютропина гонадотропными клетками аденогипофиза.

24. Правильный ответ — В

Слизистую оболочку маточной трубы покрывает однослойный цилиндрический эпителий, состоящий из реснитчатых и секреторных клеток, продуцирующих слизь. Мерцание ресничек и ток жидкости способствуют продвижению оплодотворённой яйцеклетки по маточной трубе.

25. Правильный ответ — Д

Маточные крипты располагаются в собственном слое слизистой оболочки. Это простые трубчатые железы, открывающиеся в просвет матки. Под влиянием гормонов жёлтого тела железистые клетки маточных крипт продуцируют гликоген, гликопротеины, липиды, мундин. Морфофункциональное состояние маточных желёз зависит от фазы овариально-менструального цикла. При менструации маточные крипты разрушаются. В пролиферативную фазу за счёт сохранившихся эпителиальных клеток базального слоя крипты восстанавливаются. Секреторная фаза характеризуется функциональной активностью маточных желёз.

26. Правильный ответ — Г

Слизистую оболочку шейки матки покрывает однослойный цилиндрический эпителий. В эпителии различают железистые и мерцательные клетки. На поверхность эпителия открываются разветвлённые трубчатые железы. В период овуляции железы вырабатывают серозную жидкость, облегчающую прохождение сперматозоидов. При беременности железы продуцируют вязкий слизистый секрет, препятствующий проникновению в матку сперматозоидов и микроорганизмов. В собственном слое слизистой оболочки шейки матки отсутствуют спиральные артерии, поэтому в менструальную фазу слизистая шейки матки не изменяется подобно эндометрию тела матки.

27. Правильный ответ — В

Уже на третьем месяце беременности из растущих концевых отделов внутридольковых протоков формируются почки, дифференцирующиеся в секреторные отделы — альвеолы. При беременности высокий уровень эстрогенов ингибирует взаимодействие пролактина с его рецепторами в мембране альвеолярных клеток и подавляет лактогенный эффект пролактина. После рождения ребёнка в крови матери резко снижается уровень эстрогенов и прогестерона. Это позволяет пролактину инициировать секрецию молока альвеолярными клетками. Окситоцин вызывает сокращение миоэпителиальных клеток молочных желёз при кормлении, способствуя продвижению молока в выводные протоки.

28. Правильный ответ — Г

Клетки *Хофбауэра* — плацентарные макрофаги в строме третичных ворсинок. Децидуальные клетки продуцируют пролактин и простагландины. Хорионический гонадотропин секретируется клетками трофобласта с момента имплантации бластоцисты в стенку матки. В плаценте материнская кровь циркулирует в лабиринте ворсинчатого хориона, покрытого синцитиотрофобластом. Транспорт материнских антител через эндотелий осуществляется при помощи опосредованного рецепторами эндоцитоза.

29. Правильный ответ — Д

Начиная со второй трети беременности, прогестерон и эстрогены вырабатываются клетками плаценты в количестве, которое обеспечивает нормальное протекание беременности. Релаксин синтезируется цитотрофобластом, пролактин — в децидуальной ткани и синцитиотрофобласте.

30. Правильный ответ — Д

В течение репродуктивного периода в корковом веществе яичника присутствуют: примордиальные фолликулы, растущие фолликулы (первичные и вторичные), зрелые фолликулы (*граафовы* пузырьки), жёлтые тела (*corpus luteum*), белые тела (*corpus albicans*), атретические фолликулы.

31. Правильный ответ — Д

В период лактации альвеолярные клетки секретируют жиры, казеин, α -лактоальбумин, лактоферрин, сывороточный альбумин, лизоцим, лактозу. В состав молока также входят вода, соли, антитела (иммуноглобулины А — IgA).

32–36. Правильные ответы: 32-Б, 33-Г, 34-Г, 35-Д, 36-Г

Гонадотропные гормоны (лютропин и фоллитропин) и пролактин синтезируются эндокринными клетками передней доли гипофиза. Окситоцин синтезируется нейросекреторными клетками гипоталамуса, секретируется в кровь в нейрогипофизе. Релаксин продуцирует цитотрофобласт. Фолликулярные клетки синтезируют эстрогены.

37–41. Правильные ответы: 37-А, 38-А, 39-А, 40-Б, 41-В

Примордиальные, первичные и вторичные фолликулы содержат овоцит первого порядка. Первое мейотическое деление овоцита (образование овоцита второго порядка) завершается в зрелом фолликуле перед овуляцией на пике лютропина. Второе деление мейоза с образованием зрелой яйцеклетки происходит не ранее оплодотворения. Атретические фолликулы содержат погибший овоцит.

42–46. Правильные ответы: 42-В, 43-Д, 44-А, 45-Б, 46-Г

Нормальная продолжительность цикла (от первого дня наступившей до первого дня следующей менструации) — 28 ± 7 дней. Менструальная фаза в среднем продолжается 5 ± 2 дня. Пролиферативная фаза следует за менструальной и длится до момента овуляции, т.е. до конца фолликулярной стадии цикла. Овуляция происходит чаще всего на 11-й, 12-й или 13-й дни 28-дневного цикла. Секреторная фаза продолжается от овуляции до начала менструации (12–16 дней). В последние дни цикла в результате ухудшения кровотока в функциональном слое эндометрия развивается ишемия, что приводит к отторжению функционального слоя и генитальному кровотечению — менструации.

47–51. Правильные ответы: 47-А, 48-В, 49-Д, 50-Б, 51-Г

Стенка матки образована тремя оболочками: слизистой, мышечной и серозной. Слизистая оболочка выстлана однослойным призматическим эпителием, лежащем на рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани собственного слоя. Среди эпителиальных клеток различают секреторные и реснитчатые клетки. В собственном слое располагаются крипты, выстланные железистым эпителием. Мышечная оболочка матки состоит из трёх слоёв гладкой мускулатуры. Мезотелий входит в состав серозной оболочки.

52–56. Правильные ответы: 52-В, 53-Г, 54-В, 55-Б, 56-А

В стенке яйцевода различают три оболочки: слизистую, мышечную и серозную. Влагалище — фиброзно-мышечная трубка, состоящая из слизистой, мышечной и адвентициальной оболочки.

57–61. Правильные ответы: 57-Д, 58-А, 59-Б, 60-Г, 61-В

В клетках *theca interna* яичников синтезируются андрогены. После оплодотворения в маточных трубах овоцит второго порядка завершает второе деления мейоза с образованием зрелой яйцеклетки. Простые разветвлённые железы занимают собственный слой слизистой оболочки матки. Многослойный плоский эпителий покрывает слизистую оболочку влагалища. Тиролиберин стимулирует секрецию пролактина эндокринными клетками аденогипофиза.

62. Правильный ответ — В

Фоллитропин стимулирует митозы фолликулярных клеток и усиливает продукцию фолликулярными клетками эстрогенов. Пик концентрации эстрогенов наблюдается за 24–36 часов до овуляции. Высокий уровень эстрогенов стимулирует гонадотропные клетки аденогипофиза к секреции лютропина.

63. Правильный ответ — Б

Фоллитропин инициирует экспрессию рецепторов лютропина в мембране фолликулярных клеток. Лютропин вызывает лютеинизацию фолликулярных клеток и клеток *theca interna*. Через 12 часов после достижения пика концентрации лютропина наступает овуляция, и на месте разорвавшегося фолликула формируется жёлтое тело.

64. Правильный ответ — Г

После овуляции в яичнике образуется менструальное жёлтое тело. Лютеиновые клетки усиливают секрецию прогестерона и эстрогенов. Пик концентрации прогестерона наблюдается на 8–9-й день после овуляции. Высокий уровень эстрогенов и прогестерона препятствует деструкции эндометрия переключает нейросекреторные клетки гипоталамуса на секрецию гонадолиберина с 2–3-часовым интервалом, что недостаточно для созревания нового фолликула до завершения данного цикла.

65. Правильный ответ — А

Фоллитропин стимулирует созревание первичного фолликула из примордиального. Примордиальные фолликулы располагаются под белочной оболочкой яичника. Они содержат овоцит первого порядка, который окружён одним слоем плоских фолликулярных клеток. При рождении девочки в яичниках содержится около двух миллионов примордиальных фолликулов. С наступлением половой зрелости таких фолликулов остаётся не более 400 тысяч. Остальные, созревшие до стадии первичного фолликула, подвергаются атрезии.

66. Правильный ответ — Б

Вокруг первичного фолликула формируется наружная оболочка из элементов стромы яичника — *theca* (тека). *Theca* состоит из двух слоёв: внутреннего (*theca interna*) и наружного (*theca externa*). *Theca interna* представлена андрогенсекретирующими клетками и богатой капиллярной сетью. *Theca externa* образована соединительной тканью. Клетки *theca interna* вырабатывают андрогены, которые поступают в фолликулярные клетки, где служат субстратом для образования эстрогенов.

67. Правильный ответ — Г

Первое мейотическое деление овоцита завершается в зрелом фолликуле перед овуляцией. Лютропин стимулирует деление овоцита первого порядка с образованием овоцита второго порядка и первого полярного тельца. Сигнал для завершения второго мейотического деления — оплодотворение.

КОЖА И ЕЁ ПРОИЗВОДНЫЕ

ВОПРОСЫ

Пояснение. За каждым из перечисленных вопросов или незаконченных утверждений следуют обозначенные буквой ответы или завершения утверждений. Выберите (укажите букву) один ответ (или завершение утверждения), наиболее соответствующий каждому утверждению.

1. Какая ткань образует сосочковый слой кожи?

- (А) Плотная неоформленная
- (Б) Рыхлая неоформленная
- (В) Плотная оформленная
- (Г) Ретикулярная
- (Д) Жировая

2. Роль каких иммунокомпетентных клеток выполняют клетки Лангерханса?

- (А) Т-хелперов
- (Б) Антигенпредставляющих
- (В) Т-супрессоров
- (Г) В-лимфоцитов
- (Д) Цитотоксических Т-лимфоцитов

3. Какие клетки образуют кожный пигмент и дают положительную реакцию на ДОФА-оксидазу?

- (А) Клетки Мёркеля
- (Б) Клетки Лангерханса
- (В) Кератиноциты
- (Г) Меланоциты
- (Д) Пигментные клетки

4. Меланоциты происходят из:

- (А) нервной трубки
- (Б) нервного гребня
- (В) эктодермальных плакод
- (Г) дерматома
- (Д) мезенхимы

5. Мышца, поднимающая волос, вплетается в:

- (А) кутикулу волоса
- (Б) волосяную сумку
- (В) внутреннее корневое влагалище
- (Г) наружное корневое влагалище
- (Д) корковое вещество волоса

6. В каком слое эпидермиса расположены стволовые клетки для кератиноцитов?

- (А) Зернистый
- (Б) Базальный
- (В) Блестящий
- (Г) Роговой
- (Д) Шиповатых клеток

7. Эккриновые потовые железы. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) ацетилхолин усиливает секреторную активность
- (Б) выводные протоки открываются в волосяную воронку
- (В) секреторные отделы расположены глубоко в сетчатом слое
- (Г) концевые отделы содержат тёмные и светлые секреторные клетки
- (Д) миоэпителиальные клетки способствуют выведению секрета

8. Базальный слой эпидермиса. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) обеспечивает постоянный рост эпителиального пласта
- (Б) содержит меланоциты
- (В) клетки связаны с базальной мембраной при помощи полудесмосом
- (Г) в клетках присутствует виментин
- (Д) содержит стволовые клетки для кератиноцитов

9. Сальная железа. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) сложная разветвлённая альвеолярная
- (Б) тип секреции — голокриновый
- (В) выводной проток открывается в волосяную воронку
- (Г) кожное сало содержит бактерицидные вещества
- (Д) камбиальные клетки участвуют в репаративной регенерации эпидермиса

10. Кожа. Все утверждения верны, КРОМЕ:

- (А) эпидермис содержит иммунокомпетентные клетки
- (Б) в эпидермисе образуется витамин D₃
- (В) кератиноциты происходят из эктодермы
- (Г) регенерацию обеспечивают эпителиальные клетки и фибробласты
- (Д) мышца, поднимающая волос, получает двигательную иннервацию от мотонейронов передних рогов спинного мозга

11. Меланоциты. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) содержат чувствительный к ультрафиолету фермент тирозиназу
- (Б) происходят из нервного гребня
- (В) меланосомы содержат меланин
- (Г) меланосомы транспортируются по отросткам
- (Д) причина альбинизма — высокая активность тирозиназы

12. Клетки Лангерханса. Верно всё, КРОМЕ:

- (А) составляют 3% всех клеток эпидермиса
- (Б) образуют десмосомы с кератиноцитами
- (В) экспрессируют МНС II класса
- (Г) участвуют в реализации иммунной функции кожи
- (Д) имеют рецепторы Fc фрагментов IgG и IgE

13. Корковое вещество волоса состоит из:

- (А) плоских безъядерных клеток, содержащих родственное кератину вещество — эленидин
- (Б) плоских роговых чешуек, содержащих твёрдый кератин
- (В) шиповатых клеток
- (Г) полигональных клеток, содержащих гранулы трихогиалина
- (Д) зернистых клеток

14. Рост волоса происходит за счёт деления клеток:

- (А) мозгового вещества
- (Б) коркового вещества
- (В) волосяного сосочка
- (Г) волосяной луковицы
- (Д) внутреннего корневого влагалища

15. Размножение клеток волосяной луковицы (матрицы) приводит к образованию всех следующих компонентов волосяного фолликула, КРОМЕ:

- (А) внутреннего корневого влагалища
- (Б) наружного корневого влагалища
- (В) мозгового вещества
- (Г) коркового вещества
- (Д) кутикулы волоса

16. Ногтевая пластинка растёт за счёт деления клеток:

- (А) корня ногтевой пластинки
- (Б) тела ногтевой пластинки
- (В) ногтевой матрицы
- (Г) подногтевой пластинки
- (Д) надногтевой пластинки

Пояснение. Каждый из нижеприведённых вопросов содержит четыре варианта ответов, из которых правильными могут быть один или сразу несколько. **Выберите:**

А — если правильны ответы 1, 2 и 3

Б — если правильны ответы 1 и 3

В — если правильны ответы 2 и 4

Г — если правилен ответ 4

Д — если правильны ответы 1, 2, 3 и 4

17. Укажите клетки, постоянно присутствующие в эпидермисе:

- (1) клетки Лангерханса
- (2) меланоциты
- (3) лимфоциты
- (4) кератиноциты

18. Меланотропин:

- (1) стимулирует транспорт меланосом в меланоцитах
- (2) вырабатывается в эпифизе
- (3) усиливает передачу меланина кератиноцитам
- (4) клетки-мишени — кератиноциты

19. В сосочковом слое кожи присутствуют:

- (1) меланоциты
- (2) Т-лимфоциты
- (3) клетки Мёркеля
- (4) тучные клетки

20. Какие клетки эпидермиса участвуют в иммунном ответе?

- (1) Т-лимфоциты
- (2) Кератиноциты
- (3) Клетки Лангерханса
- (4) Клетки Мёркеля

21. Клетка Лангерханса:

- (1) происходит из костного мозга
- (2) промежуточные филаменты состоят из цитокератина
- (3) антигенпредставляющая
- (4) синтезирует иммуноглобулины

22. Источник интерлейкина-1 в эпидермисе:

- (1) Т-лимфоциты
- (2) кератиноциты
- (3) клетки Мёркеля
- (4) клетки Лангерханса

23. Чувствительные нервные окончания кожи:

- (1) тельце Мэйсснера
- (2) комплекс клетки Мёркеля с нервной терминалью
- (3) тельце Пачини
- (4) свободное нервное окончание

24. Гранулы кератогиалина:

- (1) не окружены мембраной
- (2) образованы скоплениями промежуточных филаментов
- (3) содержат цитокератин и специфические для кератиноцитов белки лорикрин и инволюкрин
- (4) присутствуют в кератиноцитах рогового слоя

25. Структуры кожи, участвующие в терморегуляции:

- (1) потовая железа
- (2) сальная железа
- (3) капиллярная сеть сосочкового слоя
- (4) мышца, поднимающая волос

26. Капиллярные сети в коже сосредоточены в:

- (1) сосочковом слое
- (2) ткани, окружающей сальные железы
- (3) волосяном сосочке
- (4) волосяной луковице

27. Папиллярный рисунок кожи обусловлен:

- (1) неравномерной толщиной рогового слоя эпидермиса
- (2) сетчатым слоем дермы
- (3) локализацией секреторных отделов желёз
- (4) сосочковым слоем дермы

28. Сетчатый слой дермы содержит:

- (1) коллаген I типа
- (2) концевые отделы сальных желёз
- (3) миоэпителиальные клетки
- (4) выводные протоки потовых желёз

29. При повреждениях кожи эпидермис регенерирует за счёт клеток:

- (1) протоков потовых желёз
- (2) наружного корневого влагалища волосяных фолликулов
- (3) неповреждённого эпидермиса
- (4) кутикулы волоса

30. Кожные железы:

- (1) участвуют в терморегуляции
- (2) защищают кожу от высыхания и мацерации
- (3) выделяют конечные продукты обмена веществ
- (4) участвует в водно-солевом обмене

Пояснение. Каждому вопросу (левая колонка), обозначенному цифрой, соответствует обозначенный буквой возможный ответ (правая колонка). Для каждого вопроса выберите наиболее подходящий по смыслу ответ. Каждый ответ можно выбрать один раз, более одного раза или вообще не выбирать.

31–34. Модальность чувствительных нервных окончаний кожи

Ощущение...	Нервные окончания...
31. боли	(А) тельца Пачини
32. вибрации	(Б) свободные нервные окончания
33. осязания	(В) и те, и другие
34. температуры	(Г) ни те, ни другие

35–44. Гистологический состав разных структур кожи**35–39:**

Структура...	Состав...
35. корковое вещество волоса	(А) рыхлая волокнистая соединительная ткань
36. наружное корневое влагалище волоса	(Б) ростковый слой эпидермиса
37. ногтевая пластинка	(В) роговые чешуйки
38. волосяная луковица	(Г) плотная неоформленная соединительная ткань
39. волосяной сосочек	(Д) минерализованное аморфное вещество

40–44:

В коже...	расположены в...
40. клетки Мёркеля	(А) потовых желёз
41. клетки Лангерханса	(Б) эпидермисе
42. миоэпителиальные клетки	(В) кутикуле
43. гладкомышечные клетки	(Г) мышце, поднимающей волос
44. меланоциты	(Д) сальных желёз

45–49. Характеристика клеток разных слоёв эпидермиса

Слой...	Клетки...
45. базальный	(А) многогранной формы, безъядерные, содержат инволюкрин и лорикрин
46. шиповатый	(Б) плоские, безъядерные, содержат элеидин
47. зернистый	(В) уплощенные, ядерные, с гранулами кератогиалина
48. блестящий	(Г) цилиндрические, ядерные, с базофильной цитоплазмой
49. роговой	(Д) полигональные, ядерные, с большим количеством отростков

50–54. Локализация разных структур в коже

Структуры...	расположены...
50. поверхностное сосудистое сплетение	(А) в сосочковом слое дермы
51. глубокое сосудистое сплетение	(Б) на границе сосочкового и сетчатого слоёв
52. секреторные отделы сальных желёз	(В) в сетчатом слое дермы
53. секреторные отделы потовых желёз	(Г) на границе сетчатого слоя и гиподермы
54. волосяные луковицы	(Д) в подкожной клетчатке

Пояснение. Для каждого из пронумерованных вопросов укажите на рисунке букву, которой обозначена запрашиваемая структура.

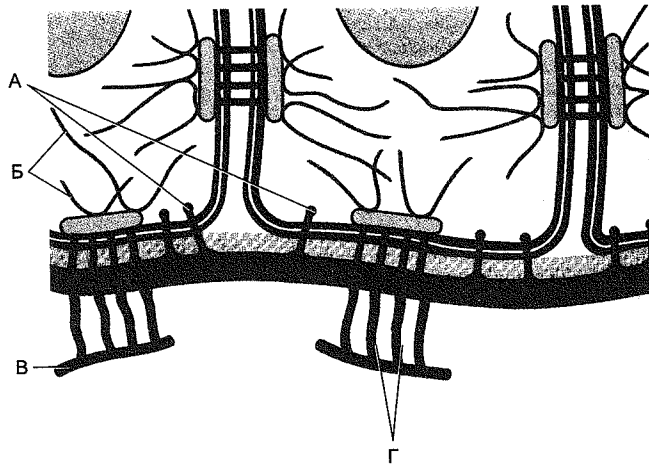


Рис. 31. Прикрепление клеток базального слоя эпидермиса и базальной мембраны [из Stevens A, Lowe J, 1992]

55–56:

55. Буллёзный эпидермолиз с отслоением эпидермиса от соединительной ткани вместе с базальной мембраной обусловлен мутацией гена коллагена VII типа, формирующего якорные волокна. Укажите место локализации якорных волокон
56. Укажите кератиновые филаменты

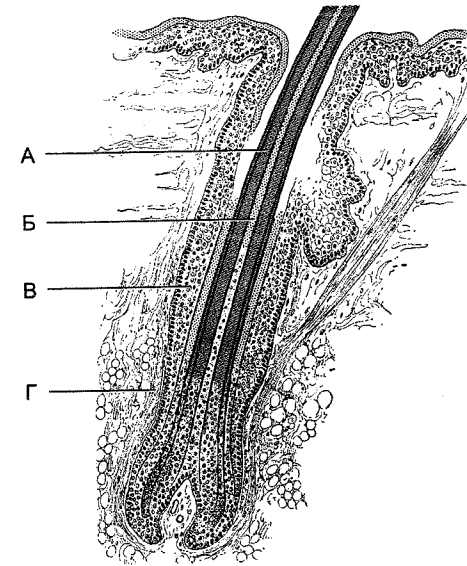


Рис. 32. Волосяной фолликул [из Ham AW, 1974]

57–59. Волосяной фолликул

57. Укажите структуру, содержащую твёрдый кератин
58. Укажите наружное корневое влагалище
59. Укажите структуру, содержащую мягкий кератин

ОТВЕТЫ И ПОЯСНЕНИЯ

1. Правильный ответ — Б

Сосочковый слой расположен непосредственно под эпидермисом и представлен рыхлой волокнистой соединительной тканью. В сосочковом слое присутствуют макрофаги, фибробласты, гладкомышечные клетки, ретикулиновые, коллагеновые и эластические волокна. Капиллярная сеть сосочков участвует в питании эпидермиса и терморегуляции. Нервное сплетение представлено преимущественно миелиновыми волокнами, образующими чувствительные нервные окончания во всех слоях кожи.

2. Правильный ответ — Б

Клетки *Лангерханса* составляют 3% всех клеток эпидермиса. Они происходят из костного мозга и относятся к системе мононуклеарных фагоцитов. В эпидермисе локализуются преимущественно в шиповатом слое. Клетки *Лангерханса* выполняют роль макрофагов. Это — антигенпредставляющие клетки, они несут на клеточной мембране белки МНС I и II класса и участвуют в иммунном ответе. Среди кератиноцитов, преимущественно базальных, расположена также малочисленная популяция зрелых Т-лимфоцитов. При проникновении локально нанесённого антигена (Аг) в эпидермисе развивается иммунный ответ. Аг взаимодействует с клетками *Лангерханса*, которые представляют его (совместно с белком МНС) Т-лимфоцитам, запрограммированным отвечать на данный Аг.

3. Правильный ответ — Г

Кожный пигмент (меланин) образуют меланоциты. Меланоциты расположены в базальном слое эпидермиса и содержат меланосомы, в которых образуются меланины. Для меланоцитов характерен содержащий медь и чувствительный к ультрафиолету фермент — тирозиназа, катализирующая превращение тирозина в ДОФА. ДОФА окисляется под действием ДОФА-оксидазы и в ходе последующих химических реакций превращается в меланин. Гистохимическая реакция на ДОФА позволяет идентифицировать меланоциты среди других клеток кожи. Пигментные клетки присутствуют в собственно коже, однако положительной ДОФА-реакции не дают. В связи с этим пигментные клетки дермы содержат, но не синтезируют меланин. Кератиноциты, а также клетки *Лангерханса* (внутриэпидермальные макрофаги) также могут захватывать гранулы с меланином, но не синтезируют его. Клетки *Меркеля*, локализующиеся в базальном слое эпидермиса, в комплексе с нервной терминальностью образуют механорецептор; пигмента не содержат.

4. Правильный ответ — Б

Предшественники меланоцитов мигрируют из нервного гребня в базальный слой эпидермиса и дифференцируются в меланоциты. Из нервной трубки дифференцируются нейроны и клетки глии ЦНС, часть *шванновских* клеток и др. Эктодермальные плакоды дают начало обонятельному эпителию, хрусталику, внутреннему уху, чувствительным нейронам краниальных ганглиев и др. Из дерматомов образуется соединительнотканная часть кожи. Мезенхима — источник развития различных видов соединительной ткани, крови, гладкомышечных клеток внутренних органов и сосудов, стромы половых желёз.

5. Правильный ответ — Б

Состоящая из гладкомышечных клеток мышца, поднимающая волос, проходит в косом направлении вблизи секреторных отделов сальных желёз. Одним концом мышца вплетается в волосяную сумку ниже середины фолликула, другим — в сосочковый слой кожи вблизи волосяной воронки.

6. Правильный ответ — Б

Стволовые клетки для кератиноцитов находятся в базальном слое эпидермиса. Митотическая активность базальных клеток зависит от толщины эпителиального пласта и контролируется гормонами и факторами роста. По мере дифференцировки и размножения клетки смещаются к поверхности эпидермиса. Кератиноциты различных слоёв эпидермиса разной степени дифференцировки (и происходящие из одной стволовой клетки базального слоя) составляют пролиферативную единицу эпидермиса, которая в виде колонки занимает определённую его область.

7. Правильный ответ — Б

Секреторные отделы многочисленных и распространённых по всей коже эккринных желёз расположены глубоко в сетчатом слое на границе с подкожной клетчаткой. Выводной проток проходит по спирали через все слои к поверхности кожи, где открывается потовой порой. Секреторный отдел содержит тёмные и светлые секреторные и миоэпителиальные клетки. Секреторные клетки иннервируются симпатическими нервными волокнами, из окончаний которых выделяются различные нейромедиаторы, например, ацетилхолин (но не норадреналин). Ацетилхолин, прямо и опосредованно (через миоэпителиальные клетки), стимулирует потоотделение.

8. Правильный ответ — Г

Базальный слой эпидермиса содержит стволовые клетки для кератиноцитов, что обеспечивает постоянный рост эпителиального пласта. Кератиноциты связаны с базальной мембраной при помощи полудесмосом. Промежуточные филаменты кератиноцитов содержат кератин. Виментин входит в состав промежуточных филаментов клеток мезенхимного происхождения. Среди кератиноцитов базального слоя присутствуют меланоциты (клетки, продуцирующие кожный пигмент), а также клетки *Меркеля*.

9. Правильный ответ — А

Сальные железы относятся к простым разветвлённым альвеолярным железам. Сравнительно короткий неветвящийся выводной проток открывается в волосяную воронку. Секреторные клетки железы — обновляющаяся популяция. Клетки наружного росткового слоя способны к митотическому делению и могут участвовать в репаративной регенерации эпидермиса. Клетки, расположенные ближе к просвету концевой отдела, интенсивно размножаются и дифференцируются в секреторные клетки, накапливающие секреторный продукт. Далее клетки разрушаются, а продукт их секреции вместе со всеми клеточными компонентами входит в состав кожного сала. Подобный тип секреции называют голокриновым. Кожное сало обладает бактерицидным действием, смягчает кожу и придаёт ей эластичность, защищает кожу от повреждения, играет определённую роль в поддержании температуры тела.

10. Правильный ответ — Д

Кератиноциты эпидермиса происходят из эктодермы. Кроме эпителиальных клеток, эпидермис содержит иммунокомпетентные клетки (клетки *Лангерханса* и Т-лимфоциты), а также осязательные клетки *Меркеля*. В кератиноцитах под влиянием ультрафиолета образуется витамин D₃. При регенерации кожи эпителий восстанавливается за счёт камбиальных клеток, собственно кожа — за счёт активных фибробластов. Мышца, поднимающая волос, состоит из гладкомышечных клеток и получает двигательную иннервацию от нейронов вегетативной нервной системы. Мотонейроны передних рогов спинного мозга иннервируют скелетные мышцы.

11. Правильный ответ — Д

Меланоциты происходят из нервного гребня. Эти отростчатые клетки составляют 10–25% клеток базального слоя эпидермиса. Содержат большое количество гранул меланина. В образовании меланинов участвует чувствительный к ультрафиолету фермент тирозиназа. Тирозиназа синтезируется на рибосомах гранулярной эндоплазматической сети, поступает в комплекс *Гольджи* и здесь упаковывается в пузырьки. Пузырьки — премеланосомы — содержат активную тирозиназу. Премеланосомы называют меланосомами, как только в них запускается синтез меланинов. При этом тирозиназа катализирует превращение тирозина в ДОФА. ДОФА в ходе последующих химических реакций превращается в меланин. Меланосомы — овальные окружённые мембраной гранулы. Каждая меланосома по мере накопления пигмента превращается в гранулу меланина. Гранулы меланина транспортируются по отросткам меланоцитов и передаются окружающим кератиноцитам. Недостаточность тирозиназы или её блокирование в меланоцитах приводит к развитию разных форм альбинизма.

12. Правильный ответ — Б

Клетки *Лангерханса* составляют 3% всех клеток эпидермиса, в шиповатом слое встраиваются между кератиноцитами, не образуя с ними десмосом. Клетки экспрессируют антигены МНС I и МНС II и выполняют функции антигенпредставляющих. Клетки имеют рецепторы к Fc-фрагменту иммуноглобулинов, компоненту комплемента C3b_i, интерлейкину-2 (ИЛ-2), секретируют цитокины, в том числе ИЛ-1 и ИЛ-6.

13. Правильный ответ — Б

Корковое вещество представлено плоскими роговыми чешуйками, содержащими *твёрдый* кератин и пигмент. Полигональной формы клетки, содержащие гранулы трихогиалина, формируют внутреннюю часть корня волоса — мозговое вещество. Шиповатые, зернистые клетки и плоские безъядерные клетки, содержащие элаидин, входят в состав эпидермиса.

14. Правильный ответ — Г

Волосная луковица — утолщённое основание корня волоса. Здесь постоянно размножаются клетки, из которых формируется волос и внутреннее корневое влагалище. Волосной сосочек представлен соединительной тканью, вдающейся в волосную луковицу.

15. Правильный ответ — Б

Размножение клеток волосной луковицы приводит к образованию мозгового и коркового вещества волоса, кутикулы и внутреннего корневого влагалища. Наружное корневое влагалище является продолжением росткового слоя эпидермиса.

16. Правильный ответ — В

Эпителий задней части ногтевого ложа (ногтевая матрица) имеет наибольшее значение для роста ногтя. Ногтевая пластинка представлена плотно упакованными роговыми чешуйками, содержащими *твёрдый* кератин. Подногтевая пластинка — роговой слой эпителия под свободным краем ногтя, который выступает за пределы ногтевого ложа. Надногтевая пластинка — роговой слой, «сползающий» с эпидермиса проксимального ногтевого валика и покрывающий основание ногтевой пластинки.

17. Правильный ответ — Д

Основной клеточный тип эпидермиса — кератиноциты, типичные эпителиальные клетки, соединяются с соседними клетками с помощью десмосом, с базальной мембраной — полудесмосомами. Содержат цитокератин — основной белковый компонент эпидермиса. Из цитокератинов формируются промежуточные филаменты кератиноцитов. Второй по распространённости клеточный тип эпидермиса — меланоциты (10–25%). Мигрируют в эпидермис из нервного гребня. Клетки *Лангерханса* — внутриэпидермальные макрофаги — составляют 3% всех клеток. При формировании эпидермиса заселяют его, проникая из подлежащей соединительной ткани. В базальном слое локализуется малочисленная популяция зрелых Т-лимфоцитов. В их распределении в коже участвуют эндотелиальные клетки кровеносных сосудов собственно кожи, экспрессируя на своей поверхности адресные метки. Среди клеток базального слоя эпидермиса присутствуют клетки *Меркеля*. Большинство из них образует контакты с афферентной нервной терминалью.

18. Правильный ответ — Б

α-Меланотропин и β-меланотропин (продукты экспрессии гена проопиомеланокортина в аденогипофизе) контролируют пигментацию кожи и слизистых оболочек. Кортиколиберин стимулирует, меланостатин подавляет синтез меланотропинов. Меланоциты — клетки-мишени меланотропина. Этот гормон активизирует синтез меланина, перемещение гранул меланина в отростки меланоцитов и передачу гранул кератиноцитам.

19. Правильный ответ — В

Сосочковый слой кожи представлен рыхлой волокнистой соединительной тканью, содержащей тонкие коллагеновые, эластические и ретикулиновые волокна. Здесь присутствуют фибробласты, макрофаги, тучные клетки, нейтрофилы, эозинофилы, лимфоциты, пигментные клетки. Меланоциты (синтезирующие меланин клетки) расположены в базальных слоях эпидермиса. Клетки *Меркеля* расположены в базальном слое эпидермиса.

20. Правильный ответ — А

Внутриэпидермальные макрофаги (клетки *Лангерханса*) захватывают антиген (Аг), процессируют его и в связи с белками главного комплекса гистосовместимости МНС представляют Аг другим иммунокомпетентным клеткам кожи. При этом клетка *Лангерханса* секретирует интерлейкин 1 (ИЛ-1), активирующий Т-лимфоциты. Кератиноциты также секретируют ИЛ-1 и участвуют в активации Т-лимфоцитов. Клетка *Меркеля* в комплексе с нервной терминалью образует механорецептор.

21. Правильный ответ — Б

Предшественники клеток *Лангерханса* — моноциты крови. Для цитоплазмы характерны умеренно развитые гранулярная эндоплазматическая сеть и комплекс *Гольджи*, микротрубочки, специфические гранулы с продольной исчерченностью. Могут присутствовать гранулы меланина, поступающие извне (от меланоцитов). Клетки не содержат цитокератинов. Клетки выполняют антигенпредставляющую функцию в коже. Они имеют рецепторы к Fc-фрагменту иммуноглобулинов, компоненту комплемента C3b_i, интерлейкину-2 (ИЛ-2), секретируют цитокины, в том числе ИЛ-1, ИЛ-6. Иммуноглобулины продуцируются плазматическими клетками.

22. Правильный ответ — В

Интерлейкин-1 (ИЛ-1) секретируют фибробласты, В-лимфоциты, эндотелиальные клетки, астроциты и макрофаги. В эпидермисе источник ИЛ-1 — стимулированные антигеном клетки *Лангерханса* и кератиноциты. ИЛ-1 индуцирует пролиферацию Т-хелперов, вызывая секрецию ими ИЛ-2 с последующим развитием иммунного ответа. Клетки *Меркеля* и Т-лимфоциты ИЛ-1 не вырабатывают.

23. Правильный ответ — Д

Свободные нервные окончания эпидермиса — механорецепторы, терморецепторы и рецепторы болевой (ноцицептивной) чувствительности. В базальном слое находятся комплексы клеток *Мёркеля* с нервными терминалями. Под эпидермисом в сосочковом слое кожи присутствуют тельца *Майсснера*. Самые крупные инкапсулированные рецепторы — тельца *Пачини*; они расположены глубоко в коже и в подкожной клетчатке.

24. Правильный ответ — А

Гранулы кератогиалина содержатся в зернистых клетках эпидермиса. Это — не окружённые мембраной скопления промежуточных филаментов (цитокератин), соединённые белками, богатыми гистидином и цистином. В состав гранул кератогиалина входят специфические для кератиноцитов белки — лорикрин и инволюкрин.

25. Правильный ответ — Д

От подсосочковой сети артериолы направляются к эпидермису и переходят в капилляры сосочков, которые участвуют в питании эпидермиса и терморегуляции. Активность потовых желёз контролируется центром терморегуляции в гипоталамусе. При перегревании организма вместе с потоотделением железы секретируют брадикинин, оказывающий сосудорасширяющий эффект, что приводит к усилению кровоснабжения кожи. В случае переохлаждения сокращение мышцы, поднимающей волос, способствует выделению секрета из сальной железы. Кожное сало снижает испарение с поверхности кожи и сохраняет тепло.

26. Правильный ответ — А

На границе сосочкового и сетчатого слоёв присутствует подсосочковая сеть, от которой к поверхности кожи отходят короткие артериальные ветви, переходящие в капилляры сосочков. Кроме того, от подсосочковой сети отходят артерии для волос и сальных желёз. Волосистой сосочек содержит капилляры, питающие клетки волосистой луковицы.

27. Правильный ответ — Г

На поверхности кожи имеется папиллярный узор, обусловленный наличием в сосочковом слое дермы гребешков и бороздок. Папиллярный узор индивидуален и формируется к 6 месяцам плодного периода. Существует не менее десятка генов, определяющих рисунок папиллярных узоров.

28. Правильный ответ — Д

Прочность кожи обеспечивает плотная соединительная ткань сетчатого слоя, для которой характерно наличие коллагена I типа. В сетчатом слое локализуются секреторные отделы сальных желёз. Выводной проток потовой железы проходит по спирали через все слои дермы к поверхности кожи, где открывается потовой порой. Миоэпителиальные клетки окружают как секреторные отделы, так и выводные протоки потовых желёз.

29. Правильный ответ — А

При поражении поверхностных слоёв кожи эпидермис восстанавливается за счёт миграции и размножения кератиноцитов соседних участков эпидермиса, эпителиальных клеток волосистых фолликулов, сальных и потовых желёз. Кутикулу волоса образуют омертвевшие клетки — роговые чешуйки.

30. Правильный ответ — Д

Потовые железы участвуют в водно-солевом обмене. В течение суток через кожу выделяется приблизительно 500–600 мл воды, ионы натрия, хлора. С потом экскретируются конечные продукты белкового обмена. Кожное сало смягчает кожу, защищает от высыхания и мацерации. В терморегуляции принимают участие как потовые, так и сальные железы.

31–34. Правильные ответы: 31-Б, 32-А, 33-Б, 34-Б

В эпидермисе и сосочковом слое дермы свободные нервные окончания отвечают за тактильную (осознание), температурную и болевую чувствительность. Тельца *Пачини* (механорецептор) локализуется в глубоких слоях кожи.

35–39. Правильные ответы: 35-В, 36-Б, 37-В, 38-Б, 39-А

Корковое вещество волоса, ногтевая пластинка образованы плотно упакованными роговыми чешуйками, содержащими твёрдый кератин. Наружное корневое влагалище является продолжением росткового слоя эпидермиса. Снаружи оно отделено от окружающей соединительной ткани волосистой сумки базальной (стекловидной) мембраной. Волосистая луковица — утолщённое основание корня волоса. Здесь объединяются наружная и внутреннее корневые влагалища и происходит постоянное размножение клеток, из которых формируется волос. Волосистой сосочек представлен рыхлой соединительной тканью, вдающейся снизу в волосистую луковицу.

40–44. Правильные ответы: 40-Б, 41-Б, 42-А, 43-Г, 44-Б

Клетки *Меркеля*, клетки *Лангерханса* и меланоциты локализируются в эпидермисе. Миоэпителиальные клетки окружают секреторные отделы и выводные протоки потовых желёз. Гладкомышечные клетки образуют мышцу, поднимающую волос.

45–49. Правильные ответы: 45-Г, 46-Д, 47-В, 48-Б, 49-А

Базальные кератиноциты имеют цилиндрическую форму, округлое ядро, базофильную цитоплазму. Шиповатый слой занимают клетки полигональной формы с многочисленными отростками. Зернистый слой представлен уплощёнными клетками, содержащими гранулы кератогиалина. Преломляющий свет и слабо окрашивающийся элеидин содержится в плоских безъядерных клетках блестящего слоя эпидермиса кожи на ладонях и подошвах. Роговой слой представлен роговыми чешуйками, имеющими форму 14-гранной фигуры. Роговая чешуйка окружена оболочкой, содержащей нерастворимые белки инволюкрин и лорикрин.

50–54. Правильные ответы: 50-Б, 51-Г, 52-В, 53-Г, 54-Д

Глубокое сосудистое сплетение расположено в пограничных слоях дермы и подкожной клетчатки. На границе сосочкового и сетчатого слоёв присутствует поверхностное сосудистое сплетение (подсосочковая сеть). Секреторные отделы сальных желёз локализируются в сетчатом слое, а потовых — глубоко в сетчатом слое на границе с подкожной клетчаткой. Волосяные луковицы погружены в подкожную жировую клетчатку.

55. Правильный ответ — Г

Базальная мембрана короткими якорными волокнами связана с якорными пластинками в подлежащей соединительной ткани.

56. Правильный ответ — Б

Промежуточные кератиновые филаменты вплетены в цитоплазматическую пластинку десмосом и полудесмосом.

57. Правильный ответ — А

Стрелка указывает на корковое вещество волоса. Роговые чешуйки кутикулы и ногтевой пластинки также содержат *твёрдый* кератин.

58. Правильный ответ — В

Наружное корневое влагалище — продолжение росткового слоя эпидермиса. Снаружи оно отделено от окружающей соединительной ткани волосяной сумки базальной (стекловидной) мембраной.

59. Правильный ответ — Б

Стрелка указывает на ороговевшие клетки мозгового вещества волоса. *Мягкий* кератин также присутствует в роговых чешуйках эпидермиса.