

# СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                            |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Введение .....                                                                                             | 9          |
| Список сокращений .....                                                                                    | 11         |
| <b>Учебный модуль 1. Анатомия и физиология как фундаментальные медицинские науки .....</b>                 | <b>12</b>  |
| 1.1. Предмет и методы анатомии и физиологии .....                                                          | 13         |
| 1.2. Природа человека .....                                                                                | 16         |
| 1.3. Анатомо-физиологические аспекты удовлетворения потребностей человека .....                            | 18         |
| 1.4. Анатомическая номенклатура .....                                                                      | 20         |
| 1.5. Основные физиологические термины .....                                                                | 22         |
| <b>Учебный модуль 2. Отдельные вопросы цитологии и гистологии .....</b>                                    | <b>24</b>  |
| 2.1. Основы цитологии. Клетка .....                                                                        | 24         |
| 2.2. Основы гистологии. Ткани .....                                                                        | 29         |
| 2.3. Орган. Системы органов. Аппараты органов .....                                                        | 39         |
| 2.4. Основные этапы эмбриогенеза человека .....                                                            | 41         |
| <b>Учебный модуль 3. Кровь как внутренняя среда организма .....</b>                                        | <b>45</b>  |
| 3.1. Понятие о внутренней среде организма .....                                                            | 45         |
| 3.2. Функции крови .....                                                                                   | 46         |
| 3.3. Состав и свойства крови .....                                                                         | 47         |
| 3.4. Свёртывание крови .....                                                                               | 54         |
| 3.5. Группы крови .....                                                                                    | 55         |
| 3.6. Переливание крови. Значение донорства .....                                                           | 57         |
| <b>Учебный модуль 4. Анатомия и биомеханика опорно-двигательного аппарата .....</b>                        | <b>61</b>  |
| 4.1. Общие вопросы анатомии и биомеханики аппарата движения .....                                          | 61         |
| 4.2. Скелетные мышцы тела человека .....                                                                   | 71         |
| 4.3. Морфофункциональная характеристика черепа .....                                                       | 76         |
| 4.4. Мышцы и фасции головы и шеи .....                                                                     | 94         |
| 4.5. Строение скелета туловища .....                                                                       | 101        |
| 4.6. Мышцы и фасции туловища .....                                                                         | 111        |
| 4.7. Морфофункциональная характеристика скелета верхней конечности .....                                   | 122        |
| 4.8. Мышцы и фасции верхней конечности .....                                                               | 132        |
| 4.9. Скелет нижней конечности .....                                                                        | 140        |
| 4.10. Мышцы и фасции нижней конечности .....                                                               | 154        |
| <b>Учебный модуль 5. Анатомо-физиологические аспекты регуляции и саморегуляции функций организма .....</b> | <b>165</b> |
| 5.1. Общие принципы регуляции физиологических функций .....                                                | 166        |
| 5.2. Общий план строения нервной системы .....                                                             | 169        |
| 5.3. Рефлекс и рефлекторная дуга .....                                                                     | 170        |
| 5.4. Рецепторы .....                                                                                       | 171        |
| 5.5. Нервные центры .....                                                                                  | 172        |

|                                                                                           |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.6. Общие данные о физиологии возбудимых тканей . . . . .                                | 172        |
| 5.7. Разновидности нейронов . . . . .                                                     | 185        |
| 5.8. Свойства нервных волокон. . . . .                                                    | 185        |
| 5.9. Синапсы. . . . .                                                                     | 187        |
| 5.10. Понятие о двигательном аппарате . . . . .                                           | 190        |
| 5.11. Физиологические особенности гладких мышц. . . . .                                   | 190        |
| 5.12. Понятие о парабозе . . . . .                                                        | 191        |
| <b>Учебный модуль 6. Функциональная анатомия центральной нервной системы . . . . .</b>    | <b>193</b> |
| 6.1. Функциональная анатомия спинного мозга . . . . .                                     | 193        |
| 6.2. Функциональная анатомия головного мозга. . . . .                                     | 203        |
| 6.3. Продолговатый мозг . . . . .                                                         | 204        |
| 6.4. Задний мозг . . . . .                                                                | 205        |
| 6.5. Средний мозг. . . . .                                                                | 208        |
| 6.6. Ретикулярная формация . . . . .                                                      | 210        |
| 6.7. Передний мозг . . . . .                                                              | 210        |
| 6.8. Проводящие пути головного и спинного мозга . . . . .                                 | 224        |
| 6.9. Особенности кровоснабжения головного мозга. . . . .                                  | 229        |
| 6.10. Оболочки спинного и головного мозга . . . . .                                       | 230        |
| <b>Учебный модуль 7. Функциональная анатомия периферической нервной системы . . . . .</b> | <b>234</b> |
| 7.1. Понятие о периферической нервной системе. . . . .                                    | 234        |
| 7.2. Образование спинномозговых нервов . . . . .                                          | 236        |
| 7.3. Ветви спинномозговых нервов . . . . .                                                | 236        |
| 7.4. Шейное сплетение . . . . .                                                           | 238        |
| 7.5. Плечевое сплетение . . . . .                                                         | 240        |
| 7.6. Передние ветви грудных спинномозговых нервов. . . . .                                | 242        |
| 7.7. Поясничное сплетение . . . . .                                                       | 242        |
| 7.8. Крестцовое сплетение . . . . .                                                       | 244        |
| 7.9. Копчиковое сплетение . . . . .                                                       | 246        |
| 7.10. Образование черепных нервов. . . . .                                                | 246        |
| 7.11. Черепные нервы и области их иннервации . . . . .                                    | 248        |
| <b>Учебный модуль 8. Функциональная анатомия вегетативной нервной системы . . . . .</b>   | <b>254</b> |
| 8.1. Понятие о вегетативной нервной системе. . . . .                                      | 254        |
| 8.2. Симпатический отдел вегетативной нервной системы . . . . .                           | 258        |
| 8.3. Парасимпатический отдел вегетативной нервной системы . . . . .                       | 261        |
| 8.4. Вегетативные нервные сплетения . . . . .                                             | 262        |
| 8.5. Регуляция и координация функций отделов вегетативной нервной системы . . . . .       | 263        |
| <b>Учебный модуль 9. Общие вопросы функциональной анатомии сенсорных систем . . . . .</b> | <b>267</b> |
| 9.1. Рецепторы . . . . .                                                                  | 267        |

|                                                                                                                            |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 9.2. Анализаторы .....                                                                                                     | 269        |
| 9.3. Соматическая сенсорная система: кожный и проприоцептивный анализаторы. ....                                           | 270        |
| 9.4. Висцеральная сенсорная система .....                                                                                  | 279        |
| 9.5. Ноцицептивная (болевая) сенсорная система .....                                                                       | 280        |
| 9.6. Зрительная сенсорная система. ....                                                                                    | 282        |
| 9.7. Обонятельная сенсорная система .....                                                                                  | 293        |
| 9.8. Вкусовая сенсорная система .....                                                                                      | 295        |
| 9.9. Слуховая и вестибулярная сенсорные системы .....                                                                      | 297        |
| <b>Учебный модуль 10. Железы внутренней секреции .....</b>                                                                 | <b>306</b> |
| 10.1. Железы внутренней секреции .....                                                                                     | 306        |
| 10.2. Механизм действия гормонов .....                                                                                     | 308        |
| 10.3. APUD-система .....                                                                                                   | 309        |
| 10.4. Параганглии .....                                                                                                    | 310        |
| 10.5. Гипофиз .....                                                                                                        | 311        |
| 10.6. Надпочечники .....                                                                                                   | 313        |
| 10.7. Адаптационный синдром .....                                                                                          | 315        |
| 10.8. Щитовидная железа .....                                                                                              | 316        |
| 10.9. Паращитовидные железы .....                                                                                          | 318        |
| 10.10. Шишковидное тело .....                                                                                              | 319        |
| 10.11. Поджелудочная железа, эндокринная часть .....                                                                       | 319        |
| 10.12. Половые железы, эндокринная часть .....                                                                             | 320        |
| 10.13. Регуляция деятельности желёз внутренней секреции .....                                                              | 321        |
| <b>Учебный модуль 11. Аспекты высшей нервной (психической) деятельности. ....</b>                                          | <b>325</b> |
| 11.1. Принципы рефлекторной теории .....                                                                                   | 325        |
| 11.2. Биоэлектрическая активность коры больших полушарий .....                                                             | 336        |
| 11.3. Интегративные функции центральной нервной системы .....                                                              | 338        |
| <b>Учебный модуль 12. Общие вопросы функциональной анатомии системы кровообращения. Анатомия и физиология сердца .....</b> | <b>360</b> |
| 12.1. Общий план строения сердечно-сосудистой системы. ....                                                                | 360        |
| 12.2. Строение сердца .....                                                                                                | 362        |
| 12.3. Сосуды и нервы сердца .....                                                                                          | 367        |
| 12.4. Границы сердца .....                                                                                                 | 369        |
| 12.5. Работа сердца .....                                                                                                  | 370        |
| 12.6. Цикл сердечной деятельности .....                                                                                    | 371        |
| 12.7. Механизм образования тонов сердца .....                                                                              | 372        |
| 12.8. Свойства сердечной мышцы .....                                                                                       | 372        |
| 12.9. Проводящая система сердца. ....                                                                                      | 375        |
| 12.10. Электрические явления в сердце .....                                                                                | 376        |
| 12.11. Регуляция работы сердца .....                                                                                       | 377        |
| 12.12. Строение кровеносных сосудов .....                                                                                  | 379        |
| 12.13. Отделы системы кровообращения .....                                                                                 | 382        |
| 12.14. Функциональные показатели системы кровообращения .....                                                              | 383        |

|                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Учебный модуль 13. Кровеносная система: артерии большого круга кровообращения</b> | 386 |
| 13.1. Артерии большого круга кровообращения                                          | 386 |
| <b>Учебный модуль 14. Кровеносная система: вены большого круга кровообращения</b>    | 402 |
| 14.1. Вены большого круга кровообращения                                             | 402 |
| 14.2. Система верхней полой вены                                                     | 404 |
| 14.3. Система нижней полой вены                                                      | 407 |
| 14.4. Кровообращение плода и новорождённого                                          | 410 |
| <b>Учебный модуль 15. Процесс дыхания</b>                                            | 413 |
| 15.1. Анатомо-физиологические аспекты потребности дышать                             | 413 |
| 15.2. Общий план строения органов дыхания                                            | 414 |
| 15.3. Полость носа                                                                   | 416 |
| 15.4. Гортань                                                                        | 417 |
| 15.5. Трахея и главные бронхи                                                        | 420 |
| 15.6. Лёгкие                                                                         | 420 |
| 15.7. Плевра. Плевральные полости                                                    | 423 |
| 15.8. Средостение                                                                    | 425 |
| 15.9. Этапы дыхательной функции                                                      | 426 |
| 15.10. Внешнее дыхание                                                               | 427 |
| 15.11. Газообмен в лёгких                                                            | 431 |
| 15.12. Газообмен между кровью и тканями                                              | 432 |
| 15.13. Дыхание при различном атмосферном давлении                                    | 433 |
| 15.14. Дыхательный центр. Регуляция дыхания                                          | 434 |
| <b>Учебный модуль 16. Процесс пищеварения</b>                                        | 437 |
| 16.1. Анатомия органов пищеварительной системы                                       | 437 |
| 16.2. Полость рта                                                                    | 439 |
| 16.3. Строение глотки                                                                | 444 |
| 16.4. Строение пищевода                                                              | 445 |
| 16.5. Тонкая кишка                                                                   | 448 |
| 16.6. Толстая кишка                                                                  | 451 |
| 16.7. Печень                                                                         | 454 |
| 16.8. Поджелудочная железа                                                           | 457 |
| 16.9. Полость живота. Брюшина и её производные                                       | 458 |
| 16.10. Сущность и значение пищеварения                                               | 460 |
| 16.11. Значение работ И.П. Павлова по физиологии пищеварительных желёз               | 462 |
| 16.12. Пищеварение в полости рта                                                     | 462 |
| 16.13. Глоточный рефлекс                                                             | 463 |
| 16.14. Пищеварение в желудке                                                         | 463 |
| 16.15. Секретция поджелудочного сока                                                 | 466 |
| 16.16. Секретция жёлчи                                                               | 467 |
| 16.17. Функции печени                                                                | 468 |
| 16.18. Пищеварение в тонкой кишке                                                    | 469 |

|                                                                               |            |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 16.19. Полостное и пристеночное пищеварение . . . . .                         | 470        |
| 16.20. Всасывание в отделах пищеварительного тракта . . . . .                 | 471        |
| 16.21. Пищеварение в толстой кишке . . . . .                                  | 473        |
| 16.22. Микробиом кишечника . . . . .                                          | 474        |
| 16.23. Дефекация . . . . .                                                    | 476        |
| 16.24. Регуляция пищеварения . . . . .                                        | 476        |
| <b>Учебный модуль 17. Обмен веществ и энергии. . . . .</b>                    | <b>479</b> |
| 17.1. Понятие об обмене веществ и энергии. . . . .                            | 479        |
| 17.2. Регуляция обмена веществ и энергии. . . . .                             | 481        |
| 17.3. Энергетический обмен . . . . .                                          | 482        |
| 17.4. Обмен белков . . . . .                                                  | 485        |
| 17.5. Обмен углеводов. . . . .                                                | 487        |
| 17.6. Обмен липидов. . . . .                                                  | 489        |
| 17.7. Водно-солевой обмен . . . . .                                           | 491        |
| 17.8. Обмен минеральных веществ. . . . .                                      | 492        |
| 17.9. Витамины. . . . .                                                       | 494        |
| 17.10. Понятие о рациональном питании . . . . .                               | 496        |
| 17.11. Пищевой рацион . . . . .                                               | 499        |
| 17.12. Режим питания и диета . . . . .                                        | 501        |
| <b>Учебный модуль 18. Процесс терморегуляции . . . . .</b>                    | <b>505</b> |
| 18.1. Температура тела . . . . .                                              | 505        |
| 18.2. Терморецепторы. . . . .                                                 | 506        |
| 18.3. Физические и химические механизмы терморегуляции . . . . .              | 507        |
| 18.4. Центральные механизмы терморегуляции. . . . .                           | 509        |
| <b>Учебный модуль 19. Процесс выделения . . . . .</b>                         | <b>511</b> |
| 19.1. Общая характеристика процесса выделения, выделительные органы . . . . . | 511        |
| 19.2. Строение почек. . . . .                                                 | 512        |
| 19.3. Строение мочеточников . . . . .                                         | 517        |
| 19.4. Строение мочеиспускательного канала . . . . .                           | 519        |
| 19.5. Физиология процессов мочеобразования и мочевыделения . . . . .          | 520        |
| <b>Учебный модуль 20. Процесс репродукции . . . . .</b>                       | <b>528</b> |
| 20.1. Половые органы как часть мочеполового аппарата . . . . .                | 528        |
| 20.2. Мужские половые органы. . . . .                                         | 529        |
| 20.3. Физиология мужской половой системы. . . . .                             | 534        |
| 20.4. Женские половые органы. . . . .                                         | 537        |
| 20.5. Промежность. . . . .                                                    | 543        |
| 20.6. Половые признаки . . . . .                                              | 544        |
| 20.7. Физиология женской половой системы. . . . .                             | 545        |
| <b>Учебный модуль 21. Система защиты организма . . . . .</b>                  | <b>549</b> |
| 21.1. Понятие об иммунитете . . . . .                                         | 549        |
| 21.2. Классификация иммунитета . . . . .                                      | 551        |

|                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------|-----|
| 21.3. Классификация защитных механизмов . . . . .             | 552 |
| 21.4. Механизмы неспецифического иммунитета . . . . .         | 553 |
| 21.5. Механизмы специфического иммунитета . . . . .           | 554 |
| 21.6. Иммунологическая память . . . . .                       | 557 |
| 21.7. Гемопоз и иммуногенез . . . . .                         | 558 |
| 21.8. Функциональная анатомия лимфатической системы . . . . . | 566 |
| Глоссарий . . . . .                                           | 573 |
| Рекомендуемая литература . . . . .                            | 586 |
| Предметный указатель . . . . .                                | 587 |

### **Дополнительные материалы**

Тестовые задания, типовые задачи, задания для самостоятельной работы размещены в электронной версии по адресу: [www.studmedlib.ru/extra](http://www.studmedlib.ru/extra)

# ВВЕДЕНИЕ

Учебник «Анатомия и физиология человека» (4-е издание) предлагается студентам и преподавателям медицинских колледжей и училищ для подготовки к теоретическим, практическим занятиям, зачётам и экзаменам, в том числе в условиях электронно-цифрового обучения.

В изложении учебного материала применяется модульный подход, позволяющий студентам максимально самостоятельно и эффективно усвоить учебный материал. Книга включает 21 учебный модуль. В ней на современном учебно-методическом уровне изложены теоретические основы анатомии и физиологии, рекомендации по овладению практическими навыками, необходимыми для усвоения материала студентами. 4-е издание дополнено новыми сведениями по анатомии и физиологии, добавлены таблицы, схемы, рисунки. Тестовые задания, типовые задачи и другой дидактический материал для контроля и самоконтроля знаний, задания для самостоятельной работы даны в приложении в обновленной электронной версии по адресу: [www.studmedlib.ru/extra](http://www.studmedlib.ru/extra).

Работая над учебником, авторы ставили перед собой следующие цели.

1. Студенты должны знать строение тела человека и его функциональные системы, их регуляцию и саморегуляцию при взаимодействии с внешней средой.

2. Студенты должны уметь применять свои знания строения и функций органов и систем организма человека при изучении клинических дисциплин и оказании сестринской помощи.

При создании учебника учтены требования федерального государственного образовательного стандарта для средних учебных заведений.

## РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ

### Алгоритм работы с учебником

1. Ознакомление с «Рекомендациями студентам» в разделе «Введение».
2. Изучение соответствующего учебного модуля.
3. Повторение учебного материала по анатомии и физиологии по теме занятия.
4. Изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы по теме занятия.
5. Определение и изучение анатомических образований на муляжах, планшетах, в атласе, на модели, используя мультимедийные средства (самостоятельно и с помощью преподавателя).
6. Выполнение заданий по самостоятельной работе.
7. Контроль и самоконтроль качества усвоения учебного материала.

Студенты самостоятельно и с помощью преподавателя контролируют правильность определения анатомических образований на муляжах, планшетах, моделях, проверяют таблицы, схемы, муляжи, кроссворды, рефераты, выполненные ими на уроке или в качестве домашнего задания. Практические знания и умения необходимо отрабатывать на каждом занятии в кабинете анатомии и физиологии, а контролировать их — на итоговом (зачетном) занятии по данной теме. Важны те знания, которые потребуются в практике медицинских сестер различного профиля. Именно поэтому в процессе обучения студентам необходимо знать критерии профессиональной значимости каждой темы для практики будущих специалистов.

**Оценка итогового уровня знаний по результатам тестового контроля:**

- «отлично» — ошибок нет;
- «хорошо» — верно выполнено 75–90% заданий;
- «удовлетворительно» — верно выполнено 50–75% заданий;
- «неудовлетворительно» — верно выполнено 30–50% заданий.

Объективная оценка усвоения каждым студентом темы занятия позволяет преподавателю и самим студентам увидеть познавательные возможности каждого, обеспечивает индивидуальный подход, способствующий повышению качества обучения.

Если вы неправильно ответили более чем на 20% вопросов, советуем вернуться к изучению рекомендаций студентам, учебного модуля, предлагаемой основной и дополнительной литературы по заданной теме. Только прочные знания и полноценные практические умения позволят вам эффективно усвоить новый учебный материал.

Желаем вам успеха!

## ОТДЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

### Студент должен знать:

- строение и функции клеток;
- химический состав клеток;
- клеточный цикл и метаболизм клетки;
- понятие о тканях, классификацию тканей, их строение, расположение и функции;
- понятие об органе и структурно-функциональной единице органа;
- системы органов и аппараты органов;
- полости тела человека, виды оболочек;
- понятие об онтогенезе и его основных периодах (эмбриональном, фетальном, постэмбриональном);
- основные этапы эмбриогенеза человека.

### Студент должен уметь:

- различать виды тканей на планшетах и в атласе;
- использовать гистологические, анатомические и физиологические термины;
- располагать органы в соответствующих системах и аппаратах органов и в полостях тела человека.

## 2.1. ОСНОВЫ ЦИТОЛОГИИ. КЛЕТКА

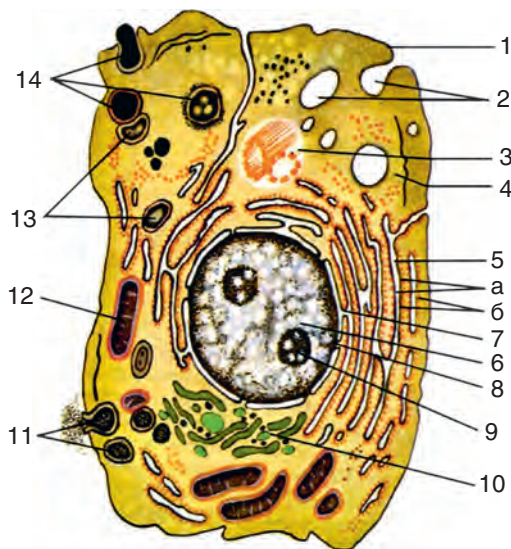
## СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ

**Клетка** (*cellula*) — элементарная единица живого организма, обладающая способностью к обмену веществ с окружающей средой и передаче генетической информации при размножении. Клетки специфичны для каждого вида. Они чрезвычайно разнообразны по строению, форме

и размерам. Типов клеток человека около 300. До сих пор не известны точное количество клеток и все их функции. Поэтому проект международной группы ученых (2016 г.) «Атлас клеток человека» так же амбициозен, как проект «Геном человека» (2003 г.). Самая крупная клетка — яйцеклетка, достигающая 0,2 мм в диаметре, самая маленькая — лимфоцит (размером 5 мкм). Нередко клетки снабжены отростками, жгутиками или ресничками, с помощью которых они перемещаются. Длина отростков нейронов достигает 1,5 м и более. Форма клеток разнообразна: они бывают плоскими, призматическими, цилиндрическими, кубическими, веретенообразными, шаровидными и др.

Клетка сложно устроена. Она окружена плазматической мембраной, содержит ядро и цитоплазму с органеллами (рис. 2-1).

От внешней среды клетку отделяет клеточная или плазматическая мембрана, имеющая сложное строение. *Плазматическая мембрана* состоит из двойного слоя молекул липидов; в инертную липидную основу мозаично встроены белки (одна молекула белка на пятьдесят молекул липида) — главные функциональные элементы мембраны. Белки на наружной поверхности мембраны представлены в основном



**Рис. 2-1.** Строение клетки: 1 — цитолемма; 2 — вакуоли; 3 — клеточный центр; 4 — цитоплазма; 5 — эндоплазматическая сеть; 6 — ядро; 7 — рибосомы; 8 — ядерная оболочка; 9 — ядрышко; 10 — аппарат Гольджи; 11 — пиноцитозный пузырек; 12 — митохондрии; 13 — лизосомы; 14 — пищеварительные вакуоли

гликопротеидами. Мембрана осуществляет рецепторную функцию и транспорт веществ, необходимых клетке. Она взаимодействует с межклеточным веществом и соседними клетками, генерирует биоэлектрические потенциалы. Плазматическая мембрана обладает избирательной проницаемостью: её проницаемость для разных атомов и молекул зависит от их размеров, электрического заряда и химических свойств.

Необходимые клетке частицы, не способные преодолеть мембрану (например, слишком крупные — белки, холестерин), проникают в клетку или удаляются из неё с помощью специальных белков-переносчиков, сквозь ионные каналы или путём *эндоцитоза и экзоцитоза*. При эндоцитозе от плазматической мембраны внутрь клетки отшнуровываются пузырьки (везикулы), захватывая необходимые вещества. В процессе экзоцитоза внутриклеточные везикулы сливаются с плазматической мембраной, выделяя содержимое наружу.

*Ионные каналы* образованы трансмембранными белками, пронизывающими клеточную мембрану и образующими в мембране сквозные каналы (поры) диаметром менее 1 нм. Каналы различаются по строению и обладают разной проницаемостью, избирательностью и управляемостью. Ионные каналы обеспечивают управляемое перемещение ионов через мембрану. Мембранные каналы относительно избирательны по отношению к проникающим через них ионам. Выделяют калиевые, натриевые, кальциевые, хлорные и протонные (водородные) каналы.

Таким образом, с помощью клеточной мембраны, обладающей избирательной проницаемостью, в клетке и межклеточной среде поддерживается постоянная концентрация ионов  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ . Внутри клетки выше содержание  $\text{K}^+$ , а вне клетки —  $\text{Na}^+$  и  $\text{Ca}^{2+}$ . Стабильность достигается посредством пассивного и активного транспорта — переноса веществ соответственно в направлении уменьшения электрохимического потенциала (с помощью диффузии) или против него (с помощью ионных каналов).

**Ядро** расположено внутри клетки, содержит молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), отвечающие за хранение, передачу и реализацию наследственной информации и синтез белка. Ядро регулирует метаболизм клетки. Его форма чаще округлая, но может быть и плоской, и бобовидной. В таких высокоспециализированных клетках, как зрелые эритроциты и тромбоциты, ядро вообще отсутствует. Скелетные мышечные волокна многоядерные. Ядро отделено от цитоплазмы двухслойной *ядерной оболочкой* и содержит *гелеобразную нуклеоплазму, хроматин и ядрышко*.

**Цитоплазма** состоит из гиалоплазмы, органелл и постоянных включений. *Гиалоплазма* — основное вещество цитоплазмы. Она имеет

консистенцию геля, участвует в обменных процессах и поддержании постоянства внутренней среды, содержит органические и неорганические вещества. К *органическим веществам* относят:

- белки;
- жиры;
- углеводы;
- нуклеиновые кислоты;
- аденозинтрифосфат (АТФ).

Большая часть белков — *ферменты*, катализаторы химических реакций, с помощью которых происходит множество процессов метаболизма (обмена веществ).

*Неорганические вещества:*

- вода;
- основания;
- кислоты, растворённые в водной среде;
- ионизированные соли.

*Цитоскелет* — сеть, нити которой пронизывают гиалоплазму, поддерживая форму клетки и положение органелл, обеспечивая изменение формы клетки и её подвижность. *Цитоскелет* состоит из *микротрубочек*, *актиновых микрофиламентов* (мельчайших нитей) и *промежуточных филаментов*.

*Органеллы* — постоянные структуры клетки, обеспечивающие её функции:

- митохондрии;
- эндоплазматическая сеть;
- рибосомы;
- клеточный центр;
- комплекс Гольджи;
- лизосомы;
- пероксисомы;
- рибосомы;
- *специализированные органеллы*;
- включения в цитоплазму.

*Клеточный центр* находится вблизи ядра или комплекса Гольджи. Он состоит из двух цилиндрических телец — центриолей, участвующих в делении клетки.

*Комплекс Гольджи* в виде пластин, пузырьков и трубочек расположен вокруг ядра и предназначен для транспорта веществ, их химической обработки и секреции продуктов жизнедеятельности клетки.

*Эндоплазматическая сеть* состоит из извитых трубочек и мешочков. Сеть участвует в углеводном и жировом обмене, а также служит депо

ионов  $\text{Ca}^{2+}$ . Большие участки эндоплазматической сети заняты *рибосомами*, на которых происходит синтез белков.

*Митохондрии* (в форме зёрен и палочек) окружены двумя мембранами — внешней и внутренней. Внутренняя мембрана образует складки, концентрирующие ферменты окислительных биохимических реакций. Здесь происходит расщепление глюкозы, аминокислот и жирных кислот; при этом образуется АТФ — высокоэнергетическое соединение, основной энергетический материал клетки.

Лизосомы и пероксисомы — небольшие пузырьки, содержащие наборы ферментов. *Лизосомы* переваривают доставленные в клетку питательные вещества. *Пероксисомы* выполняют разнообразные функции, в частности окисление жирных кислот, разрушение токсичных соединений (продуктов обмена и поступивших извне, в том числе лекарственных веществ), синтез жёлчных кислот и холестерина.

*Специализированные органеллы* — *микроворсинки*, *реснички*, *жгутики*, *миофибриллы*, *микротрубочки*. Их функции зависят от физиологического назначения того или иного органа. Например, микроворсинки эпителия тонкой кишки участвуют в процессе всасывания питательных веществ.

*Включения* в цитоплазму представлены *пигментными и белковыми скоплениями*, *глыбками гликогена* и *каплями жира*.

## ФУНКЦИИ КЛЕТКИ

1. *Метаболизм* — обмен веществ и энергии с окружающей средой. Метаболические реакции — химические реакции, возникающие в клетках с момента поступления в организм питательных веществ до момента выделения во внешнюю среду продуктов этих реакций. Метаболизм подразделяется на *анаболизм* и *катаболизм*. При *анаболических реакциях*, преимущественно восстановительных, из простых молекул с помощью биосинтеза образуются сложные, что сопровождается затратой энергии. При *катаболических реакциях*, наоборот, поступившие с пищей сложные вещества расщепляются до простых молекул. Эти реакции преимущественно окислительные и сопровождаются выделением энергии. Клетки усваивают и расщепляют питательные вещества большей частью в аэробных условиях, с помощью кислорода (окислительное фосфорилирование в митохондриях), но иногда в анаэробных условиях (гликолиз с образованием пировиноградной или молочной кислоты). В результате затрачивается и вновь образуется энергия, которая накапливается в высокоэнергетических фосфорных соединениях (в основном в АТФ).

2. *Передача генетической информации* при размножении.

3. *Раздражимость*, проявляемая, например, в двигательных реакциях лейкоцитов, сперматозоидов, мерцательного эпителия.

4. *Возбудимость*. *Возбудимыми* называют клетки, в которых процесс возбуждения сопровождается какими-либо признаками. При этом мышечные клетки способны сокращаться. Нервные клетки вырабатывают очень слабый электрический переменный ток (нервные импульсы, биотоки). Железистые клетки выделяют секреты.

5. Структуры клетки находятся в динамическом равновесии. Плазматическая мембрана и органеллы находятся в непрерывном движении и постоянной перестройке. Взаимодействие клеток между собой и внешней средой — необходимое условие для поддержания жизнедеятельности организма.

Рост и развитие организма осуществляются благодаря размножению клеток и их дифференцировке (специализации). В процессе размножения постоянно обновляются клетки эпителия и соединительной ткани. Нейроны и миокардиоциты взрослого человека как высокоспециализированные клетки в значительной степени утратили способность к делению в обычных условиях.

Различают прямое, непрямое и редукционное деление клетки. *Непрямое деление (митоз)* состоит из нескольких фаз, сопровождающихся сложной перестройкой клетки. *Прямое деление (амитоз)* встречается редко (в патологии, у стареющих клеток) и заключается в разделении клетки и её ядра на две части. *Мейоз — редукционное деление половых клеток*. Этот процесс сопровождается сложными превращениями и редукцией хромосом. В результате каждая половая клетка содержит половинный набор хромосом. Время от одного деления клетки в организме до другого называют *жизненным циклом клетки*.

Регуляция клеточных функций осуществляется ядром, а также изменением мембранного потенциала с помощью гормонов, антигенов, медиаторов и других биологически активных веществ, выделяемых специализированными клетками (например, при повреждении или иммунной реакции тучные клетки выделяют гистамин).

## 2.2. ОСНОВЫ ГИСТОЛОГИИ. ТКАНИ

**Ткань** — система клеток и межклеточного вещества, объединённых единством строения, функции и происхождения. В организме человека различают четыре вида тканей:

- эпителиальную;
- соединительную;

- мышечную;
- нервную.

Ткани состоят из клеток и межклеточного вещества, соотношение которых в тканях различно. Как правило, межклеточное вещество имеет консистенцию геля и может содержать волокна.

## ЭПИТЕЛИАЛЬНАЯ ТКАНЬ

**Эпителиальная ткань** (рис. 2-2) образована клетками — *эпителиоцитами*, образующими сплошные пласты. Между клетками почти нет межклеточного вещества; кровеносные сосуды отсутствуют, поэтому питание эпителиоцитов обеспечивается с помощью диффузии питательных веществ через опорную *базальную мембрану*, отделяющую эпителий от подлежащей рыхлой соединительной ткани.

Эпителий бывает однослойным и многослойным (рис. 2-2, А).

*Однослойный эпителий* может быть *однорядным* (клетки одинаковой формы, их ядра лежат на одном уровне) и *многорядным* (ядра клеток расположены на разных уровнях). Выделяют следующие виды *однослойного однорядного* эпителия:

- простой сквамозный (плоский);
- простой кубический;
- простой столбчатый.

*Реснитчатый эпителий* является однослойным многорядным.

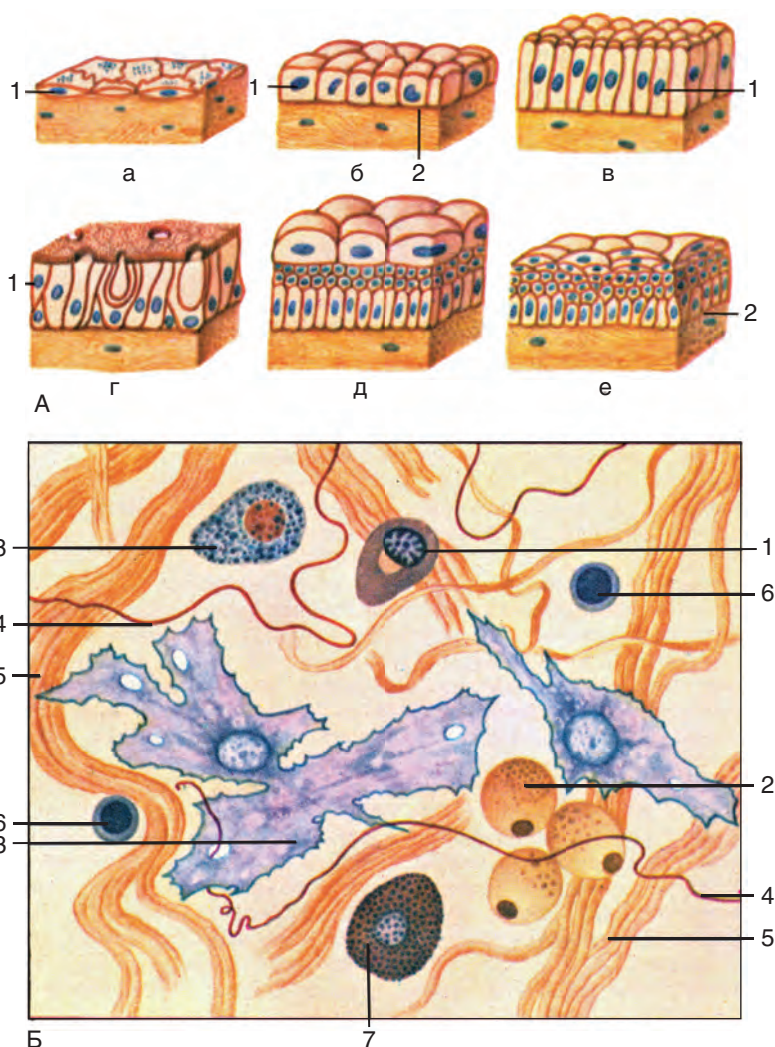
*Многослойный эпителий* бывает ороговевающим, неороговевающим и переходным.

*Однослойный (сквамозный) плоский эпителий* выстилает серозные оболочки и альвеолы лёгких. В камерах сердца и кровеносных сосудах этот эпителий (*эндотелий*) создаёт условия для кровотока, в частности уменьшает трение протекающих жидкостей.

*Многорядный однослойный мерцательный эпителий* покрывает слизистые оболочки дыхательных путей и маточные трубы. Он состоит из реснитчатых и бокаловидных слизистых клеток, ядра которых расположены на разных уровнях. Реснички — выросты цитоплазмы на свободном конце столбчатых клеток этого эпителия. Они постоянно колеблются, препятствуя попаданию любых чужеродных частиц в лёгкие. В маточных трубах они способствуют продвижению яйцеклетки.

*Простой кубический эпителий* покрывает собирательные каналы почек, выстилает протоки желёз: поджелудочной, слюнных и др.

*Простой столбчатый эпителий* представлен высокими узкими клетками, выполняющими функции секреции и всасывания. На свободной поверхности некоторых клеток есть *щётчатая кайма*, состоящая



**Рис. 2-2.** Эпителий (А) и рыхлая волокнистая соединительная ткань (Б): а — однослойный плоский эпителий; б — однослойный кубический эпителий; в — однослойный призматический эпителий; г — многоярный однослойный мерцательный эпителий; д — переходный эпителий; е — многослойный плоский неороговевающий эпителий; 1 — эпителиоцит; 2 — базальная мембрана; 3 — фибробласт; 4 — эластическое волокно; 5 — коллагеновое волокно; 6 — лимфоцит; 7 — тканевой базофил; 8 — макрофаг

из микроворсинок, увеличивающих поверхность всасывания. Бокаловидные клетки, расположенные между столбчатыми эпителиоцитами, выделяют слизь, защищающую слизистые оболочки желудка, кишечника и мочевыводящих путей от вредного действия пищеварительных соков и мочи, а также облегчающую продвижение содержимого по пищеварительному тракту.

**Железы** образованы железистым эпителием: поджелудочная, щитовидная, потовые, сальные и др. Железы имеют выделительные функции. Они могут быть *многоклеточными* (печень, поджелудочная железа, гипофиз) или *одноклеточными* (бокаловидная клетка реснитчатого эпителия, выделяющая слизь). Различают экзокринные, эндокринные и смешанные многоклеточные железы.

*Экзокринные железы* расположены в коже или полых органах, состоят из начального отдела, образованного *гланулоцитами*, вырабатывающими секрет, и выводного протока. Они выводят секрет наружу (с потом, кожным салом, молоком) или в полость органа (с бронхиальной слизью, слюной, желудочным, кишечным соком). Их секреты оказывают местное воздействие. В зависимости от строения начального отдела различают *трубчатые, альвеолярные и трубчато-альвеолярные железы*. В зависимости от строения выводных протоков выделяют *простые, простые разветвлённые и сложные экзокринные железы*. Простые железы — микроскопические трубочки с одним неветвящимся выводным протоком (потовые, сальные); железистые доли сложных желёз соединены ветвящимся выводным протоком (слюнные железы).

*Эндокринные железы* не имеют выводных протоков и выделяют свои гормоны (адреналин, окситоцин и др.) в кровь и лимфу, влияя на жизнедеятельность всего организма (см. модуль 10).

*Смешанные железы* имеют экзокринную часть, выделяющую секрет через проток и эндокринную часть, не имеющую протока, и выделяющую секрет в кровь (поджелудочная, железа, половые железы).

*Многослойный эпителий*, состоящий из нескольких рядов клеток, толще однослойного. *Эпидермис* — *многослойный плоский (сквамозный) ороговевающий эпителий* покрывает кожу. *Многослойный плоский (сквамозный) неороговевающий эпителий* выстилает слизистые оболочки полости рта, глотки, пищевода, нижней части прямой кишки, мочеиспускательного канала и влагалища, конечного отдела прямой кишки.

*Переходный эпителий* выстилает органы, подвергающиеся сильному растяжению (например, мочевой пузырь и мочеточники). При изменении объёма органа меняются и толщина, и строение эпителия (в частности количество его слоёв).

## СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ

Широко распространена в организме, разнообразна по строению и функциям, составляет 50% массы тела. Соединительная ткань состоит из клеток и межклеточного вещества, содержащего волокна и основное вещество. Межклеточное вещество крови — жидкое, кости — твёрдое. Главная клетка — подвижный *фибробласт*, образует основное вещество, выделяет *волокна* — *коллагеновые* и *эластические*. Все клетки соединительной ткани хорошо размножаются. В процессе старения фибробласты превращаются в фиброциты, которые не синтезируют или слабо синтезируют основное вещество. В коже, волосах, сосудах, сухожилиях и хрящевой ткани изменяется основное вещество соединительной ткани и волокнистые структуры, и развиваются различные заболевания суставов, сосудов, сердца и кожи.

*Макрофагоциты* — крупные клетки, происходящие из моноцитов крови и объединённые в систему *моноклеарных фагоцитов*. Они бывают оседлыми (в кроветворных органах, печени) и кочующими (в соединительной ткани, серозных полостях и др.).

*Плазматические клетки* образуются из В-лимфоцитов, относятся к иммунной системе, синтезируют антитела.

*Тканевые базофилы (тучные клетки)* — большие клетки с крупными гранулами, содержащими гистамин, гепарин, серотонин. Они регулируют проницаемость сосудистой стенки, участвуют в аллергических реакциях и свёртывании крови.

Различают три вида соединительной ткани:

- кровь и лимфу;
- собственно соединительную ткань;
- хрящевую, костную ткань.

*Кровь и лимфа* выполняют транспортные, защитные и другие функции (подробнее см. модули 3, 21). Функции собственно соединительной ткани и соединительных тканей со специальными свойствами — опорно-механическая, трофическая и защитная.

Расположение волокон в основном веществе *рыхлой волокнистой соединительной ткани* (рис. 2-2, Б) зависит от строения и функции органа. Эта ткань составляет строму паренхиматозных органов, сопровождает кровеносные сосуды, участвует в иммунных, воспалительных реакциях, заживлении ран.

В зависимости от упорядоченности расположения волокон различают *оформленную* и *неоформленную плотную волокнистую соединительную ткань*. В сетчатом слое кожи соединительнотканые волокна

густо и беспорядочно переплетаются. В сухожилиях, связках, фасциях, твёрдой мозговой оболочке, роговой оболочке глазного яблока волокна образуют пучки, расположенные в определённом направлении. Именно поэтому оформленная соединительная ткань прочнее неоформленной ткани.

*Ретикулярная соединительная ткань* состоит из ретикулярных клеток и волокон, образует основу кроветворных и иммунных органов (костного мозга, лимфатических узлов и фолликулов, селезёнки, тимуса). Её основные клетки — многоотростчатые *ретикулоциты*, выделяющие тонкие *ретикулиновые волокна*. Отростки ретикулярных клеток соединяются друг с другом, образуя сети, в ячейках которых расположены кроветворные клетки и форменные элементы крови.

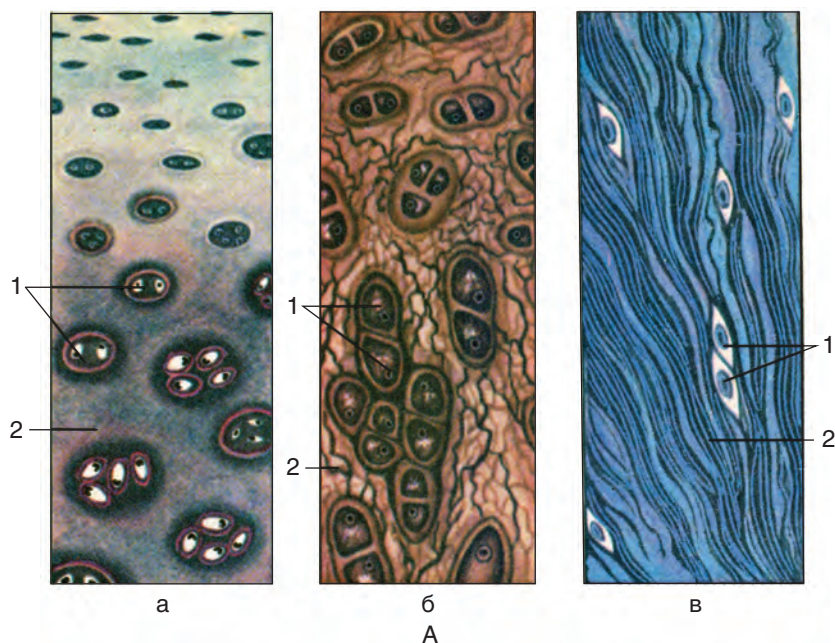
*Жировая соединительная ткань* расположена под брюшиной, в сальниках, образует подкожный жировой слой. Её клетки, шаровидные *липоциты*, накапливают жировые капли. Жировая ткань — депо жира (важнейшего источника энергии) и связанной с ним воды — обладает хорошими теплоизоляционными свойствами.

*Хрящевая ткань* состоит из молодых *хондробластов*, зрелых *хондроцитов*, образующих группы из двух-трёх клеток, и основного вещества — плотного, упругого геля, содержащего волокна. Сосуды в хряще отсутствуют, кровоснабжение осуществляется капиллярами покрывающей его *надхрящницы*.

Различают три вида хряща (рис. 2-3, А). *Гиалиновый хрящ* полупрозрачный, гладкий, плотный, блестящий, почти не содержит волокон. Он образует хрящи гортани, рёбер, трахеи, бронхов, суставные хрящи.

В состав *волокнистого (фиброзного) хряща* входит много прочных коллагеновых волокон. Из него состоят фиброзные кольца межпозвоновых дисков, внутрисуставные диски, мениски и лобковый симфиз. *Эластический хрящ* желтоватого цвета содержит множество эластических волокон, придающих ему упругость. Он образует надгортанник, ушную раковину, хрящевую часть наружного слухового прохода и слуховую трубу.

**Костная ткань** отличается твёрдостью и прочностью, образует скелет. Она состоит из зрелых многоотростчатых клеток — *остеоцитов*, и молодых — *остеобластов*, вмонтированных в твёрдое межклеточное вещество, содержащее минеральные соли. При повреждении кости остеобласты участвуют в процессах регенерации. Многоядерные *остеокласты* поглощают межклеточное вещество костной ткани в процессе роста и перестройки кости (рис. 2-3, Б).



**Рис. 2-3.** Хрящевая (А) и костная (Б) ткани. А: а — гиалиновый хрящ; б — эластический хрящ; в — волокнистый хрящ; 1 — хондроциты; 2 — межклеточное вещество. Б — поперечный срез костной ткани: 1 — питательный канал; 2 — остеокит

## МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ

*Мышечная ткань* обладает возбудимостью, проводимостью (способностью проводить возбуждение) и сократимостью (способностью сокращаться). Основные клетки этой ткани — *миоциты*.

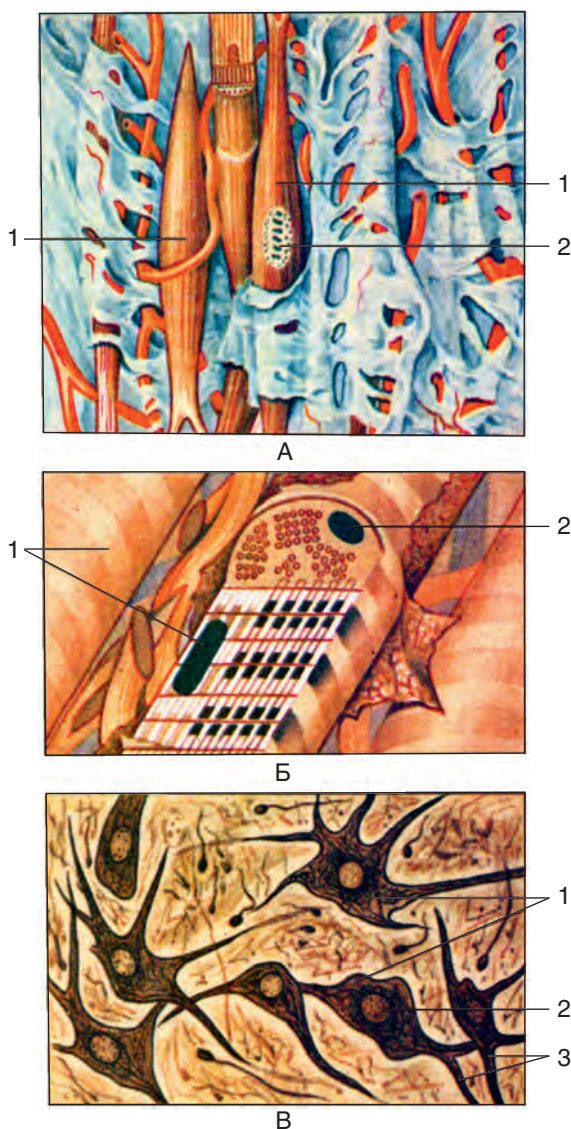
Выделяют три вида мышечной ткани. Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань образует скелетные мышцы и некоторые внутренние органы (например, язык, глотку, гортань). Поперечнополосатая сердечная мышечная ткань формирует сердце. Гладкая мышечная ткань расположена в глазном яблоке, стенках сосудов и полых внутренних органов (желудка, кишечника, трахеи, бронхов, мочевого, жёлчного пузыря и мочеточников).

*Скелетная мышечная ткань* (рис. 2-4, Б) состоит из многоядерных поперечно исчерченных *мышечных волокон* длиной до 4–10 см. Подобно мембране нервных клеток, оболочка мышечного волокна (*сарколемма*) обладает свойствами возбудимости и проводимости. Клетки скелетных мышц (а также сердечной мышцы) млекопитающих и других животных содержат *миоглобин* — железосодержащий белок, способный связывать молекулярный кислород и передавать его окислительным системам клеток. Миоглобин запасает (депонирует) кислород в мышцах.

Миоциты содержат специальные сократительные органеллы: *миофибриллы* — продольные нити, способные сокращаться и укорачиваться при возбуждении. *Миофибриллы* образованы сократительными белками: *актином* и *миозином* с разными светопреломляющими и физико-химическими свойствами. Эти свойства обуславливают чередование тёмных и светлых поперечных полосок (*дисков*) при микроскопии этой мышечной ткани. Миоцит содержит эндоплазматическую сеть, мембраны которой связаны с сарколеммой и функционируют как кальциевый насос, активно транспортирующий  $\text{Ca}^{2+}$  из цитоплазмы в трубочки эндоплазматической сети (см. модуль 5, раздел «Механизм сокращения скелетной мышцы»).

При нагрузках скелетная мышца покрывает энергетические потребности и за счёт аэробного окисления, и с помощью анаэробных процессов. Сокращение скелетных мышц осуществляется быстро, контролируется сознанием и регулируется соматической нервной системой.

*Сердечная мышечная ткань (миокард)* состоит из поперечно исчерченных *кардиомиоцитов*, соединяемых с помощью вставочных дисков в функционально единую сеть. Возбуждение, возникающее в каком-либо отделе сердечной мышцы, распространяется на все мышечные волокна миокарда. Миокард чрезвычайно чувствителен к недостатку кислорода, так как он удовлетворяет энергетические потребности



**Рис. 2-4.** Мышечная (А, Б) и нервная (В) ткани. А — гладкая мышечная ткань; 1 — миоцит; 2 — ядро. Б — поперечнополосатая скелетная мышечная ткань: 1 — миофибриллы; 2 — ядро. В — нервная ткань: 1 — нейроны; 2 — ядра нейронов; 3 — отростки нейронов

только за счёт аэробного окисления. ВНС управляет произвольными сокращениями миокарда.

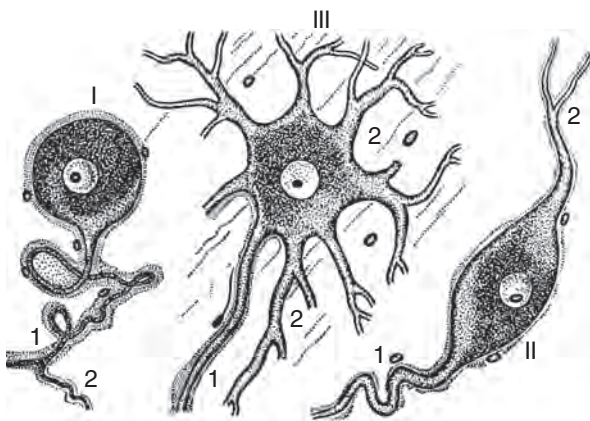
*Гладкая мышечная ткань* (рис. 2-4, А) состоит из тонких веретенообразных одноядерных миоцитов длиной до 0,5 см, собранных в пучки или пласты. Миоциты соединены между собой особыми межклеточными контактами (*десмосомами*), образующими сеть, в которую вплетены коллагеновые волокна. Нити актина и миозина расположены беспорядочно, поэтому миоциты не имеют поперечной исчерченности. Сокращение гладкой мышечной ткани происходит медленно, произвольно. Исключением служат мышцы, регулирующие ширину зрачка, которые сокращаются быстро. ВНС контролирует сокращения гладких мышц.

## НЕРВНАЯ ТКАНЬ

**Нервная ткань** (рис. 2-4, В) состоит из нервных клеток — нейронов и нейроглии. *Нейроны* вырабатывают нервные импульсы, нейрогормоны и медиаторы. Они получают информацию, закодированную в нервных импульсах, передают её в другие отделы нервной системы, сопоставляют информацию от разных источников и регулируют жизнедеятельность организма. Нейрон — структурно-функциональная единица нервной ткани. Нейроны и нейроглия формируют единую нервную систему, отвечающую за взаимосвязь организма с внешней средой, координирующую функции внутренних органов и обеспечивающую целостность организма.

Нейрон состоит из тела и отростков. *Униполярные нейроны* имеют один отросток. *Биполярные нейроны* имеют два отростка. *Ложноодноотростчатые (псевдоуниполярные) нейроны* относятся к биполярным нейронам: имеют один короткий отросток, тут же Т-образно делящийся на два отростка — длинный и короткий. Длинный отросток направляется на периферию и заканчивается рецептором. Короткий, центральный отросток входит в состав заднего корешка спинного мозга. *Мультиполярные нейроны* имеют несколько отростков (рис. 2-5). Число коротких ветвящихся отростков, *дендритов*, может достигать 15. Они соединяют нейроны между собой, передавая нервные импульсы к телу нейрона, в афферентном направлении. Нервный импульс передается от тела нейрона к мышце, железе или другому нейрону, в эфферентном направлении, по единственному длинному (до 1,5 м) тонкому неветвящемуся отростку — *аксону (нейриту)*.

Нервные волокна имеют концевые аппараты — *нервные окончания*: рецепторы, эффекторы и синапсы. Аксоны эфферентных нейронов заканчиваются *эффекторами* — двигательными нервными оконча-



**Рис. 2-5.** Типы нейронов (схема): I — униполярный; II — биполярный; III — мультиполярный; 1 — аксон (нейрит), 2 — дендриты

ниями на мышцах и железах. *Рецепторы* — чувствительные нервные окончания. В ответ на раздражение в рецепторах возникает процесс возбуждения, регистрируемый как очень слабый переменный электрический ток. *Синапсы* — контакты между нейронами или между нейроном и эффекторной клеткой, служат для передачи нервного импульса. Передача возбуждения в синапсах и эффекторах происходит с помощью биологически активных веществ — *медиаторов* (ацетилхолина, норадреналина и др.). Как известно, в норме нейроны не делятся, однако они приобретают это свойство в особых условиях.

В отличие от нервных клеток, клетки *нейроглии* не обладают возбудимостью. Они выстилают полости головного и спинного мозга, служат опорой для нейронов, окружая их тела и отростки, осуществляют фагоцитоз микроорганизмов и инородных частиц, выделяют некоторые медиаторы.

## 2.3. ОРГАН. СИСТЕМЫ ОРГАНОВ. АППАРАТЫ ОРГАНОВ

В организме человека выделяют **сому** (от греч. *soma* — тело) и **внутренности** (греч. *viscera, splanchna*), расположенные в полостях. Раздел анатомии, изучающий строение внутренних органов, называют *спланхнологией*.

К соме относят кости, их соединения и мышцы, ограничивающие полости с расположенными в них внутренностями. Сосуды и нервы подходят к соме и внутренностям и разветвляются в них.