

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Ф. А. Каюмов, М. А. Нартайлаков**

**СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА.  
ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ В ХИРУРГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ**

**Учебное пособие для студентов**

**Уфа  
2013**

УДК 611.1 (075.8)  
ББК 28. 706 я 7  
К 31

Рецензенты:

Зав. кафедрой морфологии, физиологии человека и животных  
Башкирского государственного университета,  
профессор *З. Р. Хисматуллина*

Профессор кафедры охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности  
ГБОУ ВПО БГПУ им. М. Акмуллы *Э. Н. Хисамов*

**К 31**      **Сердечно-сосудистая система. Ее значение для хирургической практики:** уч. пос. для студентов / Сост.: Ф. А. Каюмов, М. А. Нартайлаков. – Уфа: Изд-во ГБОУ ВПО БГМУ Минздрава России, 2013. – 69 с.: ил. 37.

Учебное пособие подготовлено в соответствии с требованиями ФГОС, учебными планами и рабочими программами дисциплин «Гистология» и «Общая хирургия», как междисциплинарное издание для формирования профессиональных компетенций специалистов.

Учебное пособие содержит сведения о начальных этапах развития, строения и функции сосудов и сердца человека, их значении в клинической хирургической практике.

Данное учебное пособие предназначено с целью изучения дисциплин «Гистология» и «Общая хирургия» по подготовке студентов по укрупненным группам специальностей «Здравоохранение».

Рекомендовано в печать Координационным научно-методическим советом и утверждено решением Редакционно-издательского совета ГБОУ ВПО БГМУ Минздрава России.

УДК 611.1 (075.8)  
ББК 28. 706 я 7

© ГБОУ ВПО БГМУ Минздрава России, 2013  
© Каюмов Ф. А., Нартайлаков М. А., 2013

## Оглавление

Введение.....	4
Сердечно-сосудистая система.....	6
Артерии.....	7
Микроциркуляторное русло.....	12
Венозное звено.....	14
Лимфатические сосуды.....	18
Сердце.....	24
Клиническое значение морфо-функциональных особенностей сердечно-сосудистой системы в хирургической практике.....	34
Тестовые задания.....	38
Ситуационные задачи.....	42
Эталоны ответов к тестовым заданиям и ситуационным задачам.....	44
Рекомендуемая литература.....	46
Приложения (микрофотографии и рисунки).....	47

## **ВВЕДЕНИЕ**

Данное учебное пособие составлено в соответствии с Федеральным Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и типовыми Учебными программами по дисциплинам «Гистология» и «Общая хирургия»

**Цель.** Целью освоения дисциплины является формирование у студентов научных представлений о развитии и функциональной морфологии сердечно-сосудистой системы, обеспечивающих базис для изучения клинических дисциплин и способствующих формированию врачебного мышления.

### **Место дисциплины.**

Дисциплины «Гистология» и «Общая хирургия» относятся к медико-биологическому и клиническому циклу дисциплин высшего профессионального медицинского образования. Основные знания, необходимые для изучения дисциплины, формируются в цикле медико-биологических дисциплин, наряду с биологией, органической биологической химией, анатомией человека, нормальной физиологией и гистологией и другими клиническими кафедрами.

### **Требования к знаниям и умениям.**

В результате освоения дисциплины студент должен:

#### **знать:**

основные закономерности развития и жизнедеятельности организма человека на основе структурной организации клеток, тканей и органов; гистофункциональные особенности тканевых элементов; методы их исследования;

#### **уметь:**

пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности; пользоваться лабораторным оборудованием; анализировать гистофизиологическое состояние различных клеточных, тканевых и органных структур человека;

#### **владеть:**

медико-функциональным понятийным аппаратом; навыками постановки предварительного диагноза на основе результатов лабораторного и клинического исследования.

Процесс изучения дисциплин «Гистология» и «Общая хирургия» направлен на формирование ряда компетенций, в том числе:

- способности и готовности анализировать социально-значимые проблемы и процессы, использовать на практике методы гуманитарных, естественно-научных, медико-биологических и клинических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности (ОК-1);

- способности и готовности анализировать закономерности функционирования отдельных органов и систем, использовать анатомо-физиологические знания, основные методики клинико-иммунологического обследования и оценки функционального состояния организма взрослого человека и подростка для своевременной диагностики заболевания и патологических процессов (ПК-16).

**Образовательные технологии:**

- Работа студентов с литературой.
- Поиск учебной и научной информации в Интернете.
- Подготовка рефератов.
- Подготовка выступлений с использованием мультимедийных презентаций.

Рассмотрим особенности развития, строения и функции кровеносных сосудов и сердца ввиду общности их функции.

# СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

## Общие понятия.

**Сердечно-сосудистая система** включает **сердце, кровеносные и лимфатические сосуды**. Она выполняет следующие **функции**:

- 1) трофическую – снабжение тканей питательными веществами;
- 2) дыхательную – снабжение тканей кислородом;
- 3) экскреторную – удаление продуктов обмена из тканей;
- 4) интегративную – объединение всех тканей и органов;
- 5) регуляторную – регуляцию функций органов посредством:
  - а – изменения кровоснабжения;
  - б – переноса гормонов, факторов роста, цитокинов;
  - в - выработка биологически активных веществ;
- 6) участвует в воспалительных и иммунных реакциях.

## Кровеносные сосуды

**Кровеносные сосуды** представляют собой систему замкнутых трубок различного диаметра, осуществляющих транспортную функцию, регуляцию кровоснабжения органов и обмен веществ между кровью и окружающими тканями.

**Развитие.** Первые кровеносные сосуды появляются в мезенхиме стенки желточного мешка на 2-3-й неделе эмбриогенеза человека, а также в стенке хорiona в составе так называемых кровяных островков. Часть мезенхимных клеток по периферии островков теряет связь с клетками, расположенными в центральной части, уплощается и превращается в эндотелиальные клетки первичных кровеносных сосудов. Клетки центральной части островка округляются, дифференцируются и превращаются в клетки крови. Из мезенхимных клеток, окружающих сосуд, позднее дифференцируются гладкие мышечные клетки, перicyты и адвентициальные клетки сосуда, а также фибробласты.

В теле зародыша из мезенхимы образуются первичные кровеносные сосуды, имеющие вид трубочек и щелевидных пространств. В конце 3-й недели внутриутробного развития сосуды тела зародыша начинают сообщаться с сосу-

дами внезародышевых органов.

Дальнейшее развитие стенки сосудов происходит после начала циркуляции крови под влиянием тех гемодинамических условий (кровяное давление, скорость кровотока), которые создаются в различных частях тела, что обуславливает появление специфических особенностей строения стенки внутриорганных и внеорганных сосудов. В ходе перестроек первичных сосудов в эмбриогенезе часть из них редуцируется.

**Классификация и общая характеристика сосудов.** В кровеносной системе различают артерии, артериолы, гемокапилляры, венулы, вены и артериовенулярные анастомозы. Взаимосвязь между артериями и венами осуществляется системой сосудов микроциркуляторного русла.

По артериям кровь течет от сердца к органам. Как правило, эта кровь насыщена кислородом, за исключением легочной артерии, несущей венозную кровь. По венам кровь притекает к сердцу и содержит в отличие от крови легочных вен мало кислорода. Гемокапилляры соединяют артериальное звено кровеносной системы с венозным, кроме так называемых чудесных сетей, в которых капилляры находятся между двумя одноименными сосудами (например, между артериями в клубочках почки). Стенка всех артерий, так же как и вен, состоит из трех оболочек: **внутренней** (tunica intima или interna), **средней** (tunica media) и **наружной** (tunica adventitia или externa). Их толщина, тканевой состав и функциональные особенности неодинаковы в сосудах разных типов.

## АРТЕРИИ

**Классификация.** По особенностям строения артерии бывают трех типов: **эластического, мышечного и смешанного** (мышечно-эластического). Классификация основывается на соотношении количества мышечных клеток и эластических волокон в средней оболочке артерий.

### **Артерии эластического типа.**

Артерии эластического типа (*arteriae elastotypica*) характеризуется выраженным развитием в их средней оболочке эластических структур (мембраны, волокна). К ним относятся сосуды крупного калибра, такие как аорта и легочная артерия, в которых кровь протекает под высоким давлением (120-30 мм рт.ст.) и с большой скоростью (0,5-1,3 м/с). В эти сосуды кровь поступает либо непосредственно из сердца, либо вблизи от него из дуги аорты. Артерии крупного калибра выполняют главным образом транспортную функцию. Наличие большого количества эластических элементов (волокон, мембран) позволяет этим сосудам растягиваться при систоле сердца и возвращаться в исходное положение во время диастолы. В качестве примера сосуда эластического типа рассматривается строение аорты.

**Внутренняя оболочка аорты** включает **эндотелий, подэндотелиальный слой и сплетение эластических волокон.**

**Эндотелий** аорты человека состоит из клеток, различных по форме и размерам, расположенных на базальной мембране. Иногда клетки достигают 500 мкм в длину и 150 мкм в ширину. Чаще они бывают одноядерными, но встречаются и многоядерные. Размеры ядер также неодинаковы. В эндотелиальных клетках слабо развита эндоплазматическая сеть гранулярного типа. Митохондрии весьма многочисленны (от 200 до 700), разнообразны по форме и величине, очень много микрофиламентов, образующих цитоскелет.

**Подэндотелиальный слой** составляет примерно 15-20% толщины стенки сосуда и состоит из рыхлой тонкофибриллярной соединительной ткани, богатой клетками звездчатой формы. В подэндотелиальном слое встречаются отдельные продольно направленные гладкие мышечные клетки.

Глубже подэндотелиального слоя в составе внутренней оболочки расположено густое сплетение эластических волокон, соответствующее внутренней эластической мембране. В межклеточном веществе внутренней оболочки аорты содержатся большое количество гликозаминогликанов, фосфолипиды. Физико-химическое состояние этого вещества обуславливает степень проницаемости

стенки сосуда. У лиц среднего и пожилого возраста в межклеточном веществе обнаруживаются холестерин и жирные кислоты.

Внутренняя оболочка аорты в месте отхождения от сердца образует три карманоподобные створки («полулунные клапаны»).

**Средняя оболочка** аорты состоит из большого количества (50-70) эластических окончатых мембран, связанных между собой эластическими волокнами и образующих единый эластический каркас вместе с эластическими элементами других оболочек.

Между мембранами средней оболочки артерии эластического типа залегают гладкие мышечные клетки, косо расположенные по отношению к мембранам.

Окончатые эластические мембраны, эластические и коллагеновые волокна и гладкие миоциты погружены в аморфное вещество, богатое гликозаминогликанами. Такое строение средней оболочки делает аорту высокоэластичной и смягчает толчки крови, выбрасываемой в сосуд во время сокращения левого желудочка сердца, а также обеспечивает поддержание тонуса сосудистой стенки во время диастолы.

**Наружная оболочка** аорты построена из рыхлой волокнистой соединительной ткани с большим количеством толстых эластических и коллагеновых волокон, имеющих главным образом продольное направление. В средней и наружной оболочках аорты, как и вообще во всех крупных сосудах, проходят **питающие сосуды** («сосуды сосудов», или *vasa vasorum*) и нервные волокна. Наружная оболочка предохраняет сосуд от перерастяжения и разрывов.

### **Каротидные тельца.**

Каротидные тельца, которые располагаются в области бифуркации общей сонной артерии, являются хеморецепторами, чувствительными к концентрациям углекислого газа и кислорода в крови. Эти структуры богато кровоснабжаются фенестрированными капиллярами, которые окружают клетки I и II типов. Клетки II типа являются поддерживающими, тогда как клетки I типа содержат многочисленные пузырьки с плотным центром, которые накапливают дофамин,

серотонин и адреналин. Большая часть нервов каротидного тельца содержат афферентные волокна (проводят импульсы в центральную нервную систему). Каротидные тельца чувствительны к низкому парциальному давлению кислорода, высокой концентрации углекислого газа и низким значениям pH артериальной крови. Вопрос о том, являются ли афферентные нервные окончания или клетки I типа главными хеморецепторными элементами, остается противоречивым. Аортальные тельца, расположенные в дуге аорты, сходны по структуре с каротидными тельцами и, как предполагают, выполняют аналогичную функцию.

### **Каротидные синусы.**

Каротидные синусы – это небольшие расширенные участки внутренних сонных артерий. Эти синусы содержат барорецепторы, которые выявляют изменения кровяного давления и передают информацию в центральную нервную систему. Средняя оболочка артерии синуса истончена, поэтому она способна реагировать на изменения кровяного давления. Интима и адвентиция очень богаты нервными окончаниями. Афферентные нервные импульсы подвергаются обработке в головном мозгу и участвуют в регенерации сосудистого тонуса и поддержании кровяного давления.

### **Артерии мышечного типа.**

К артериям мышечного типа относятся преимущественно сосуды среднего и мелкого калибра, т.е. большинство артерий организма (артерии тела, конечностей и внутренних органов).

В стенках этих артерий имеется относительно большое количество гладких мышечных клеток, что обеспечивает дополнительную нагнетающую силу их и регулирует приток крови к органам.

В состав внутренней оболочки входят **эндотелий с базальной мембраной, подэндотелиальный слой и внутренняя эластическая мембрана.**

Эндотелиальные клетки, расположенные на базальной мембране, вытянуты вдоль продольной оси сосуда. Подэндотелиальный слой состоит из тонких эластических и коллагеновых волокон, преимущественно продольно направ-

ленных, а также малоспециализированных соединительнотканых клеток.

В основном веществе подэндотелиального слоя находятся гликозаминогликаны. Кнаружи от подэндотелиального слоя расположена внутренняя эластическая мембрана.

**Средняя оболочка** артерии содержит гладкие мышечные клетки, расположенные по пологой спирали, между которыми находятся в небольшом числе соединительнотканые клетки и волокна (эластические и коллагеновые). Коллагеновые волокна образуют опорный каркас для гладких миоцитов. В артериях обнаружен коллаген I, II, IV, V типа. Спиральное расположение мышечных клеток обеспечивает при сокращении уменьшение объема сосуда и проталкивание крови.

Эластические волокна стенки артерии на границе с наружной и внутренней оболочками сливаются с эластическими мембранами. Эластический каркас препятствует спадению артерий, что обуславливает их постоянное зияние и непрерывность в них тока крови.

Гладкие мышечные клетки средней оболочки артерий мышечного типа своими сокращениями поддерживают кровяное давление, регулируют приток крови в сосуды микроциркуляторного русла органа. На границе между средней и наружной оболочками располагается **наружная эластическая мембрана**. Она состоит из продольно идущих толстых эластических волокон.

**Наружная оболочка** состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани. В этой оболочке постоянно встречаются нервы и кровеносные сосуды, питающие стенку.

#### **Артерии мышечно-эластического типа.**

По строению и функциональным особенностям артерии мышечно-эластического, или смешанного, типа занимают промежуточное положение между сосудами мышечного и эластического типов. К ним относятся сонная и подключичная артерии. Внутренняя оболочка этих сосудов состоит из эндотелия, расположенного на базальной мембране, подэндотелиального слоя и внутренней эластической мембраны.

Средняя оболочка артерий смешанного типа состоит из примерно равного количества гладких мышечных клеток, спирально ориентированных эластических волокон и окончатых эластических мембран.

В наружной оболочке артерий имеются отдельные пучки гладких мышечных клеток, пучки коллагеновых, эластических волокон и соединительнотканых клеток. В ее стенке присутствуют сосуды сосудов и нервные волокна.

## МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОЕ РУСЛО

Этим термином в ангиологии обозначается **система мелких сосудов**, включающая артериолы, гемокапилляры, венулы, а также артериоловенулярные анастомозы. Этот функциональный комплекс кровеносных сосудов, окруженный лимфатическими капиллярами и лимфатическими сосудами, вместе с окружающей соединительной тканью обеспечивает регуляцию кровенаполнения органов, транскапиллярный обмен и дренажно-депонирующую функцию.

### **Артериолы.**

Это наиболее мелкие артериальные сосуды мышечного типа диаметром не более 50 – 100 мкм, которые, с одной стороны, связаны с артериями, а с другой – постепенно переходят в капилляры. В артериолах сохраняются три оболочки, характерные для артерий вообще, однако выражены они очень слабо. **Внутренняя оболочка** этих сосудов состоит из эндотелиальных клеток с базальной мембраной, тонкого подэндотелиального слоя и тонкой внутренней эластической мембраны. **Средняя оболочка** образована 1-2 слоями гладких мышечных клеток, имеющих спиралевидное направление. **В прекапиллярных артериолах** (прекапиллярах) гладкие мышечные клетки располагаются поодиночке. Наружная эластическая мембрана отсутствует. **Наружная оболочка** представлена рыхлой волокнистой соединительной тканью.

### **Капилляры.**

Кровеносные капилляры наиболее многочисленные и самые тонкие сосу-

ды, имеющие, однако, различный просвет. Это обусловлено как органическими особенностями капилляров, так и функциональным состоянием сосудистой системы. Диаметр капилляров колеблется в пределах 3-12 мкм. Выстилка капилляров образована эндотелием, в расщеплениях его базальной мембраны выявляются особые отростчатые клетки – **перициты**, имеющие многочисленные щелевые соединения с эндотелиоцитами. Роль перицитов до конца неясна, их сократительная функция большинством исследователей отрицается, однако, набухая, они, по-видимому, способны уменьшать просвет капилляра. Снаружи капилляры окружены сетью ретикулярных волокон. По структурно-функциональным особенностям капилляры подразделяются на три типа:

**1. Капилляры с непрерывной эндотелиальной выстилкой** – эндотелиальные клетки толщиной от 0.1 до 0.8 мкм связаны плотными и щелевыми соединениями, реже десмосомами. В их цитоплазме присутствуют многочисленные эндоцитозные пузырьки диаметром 60-70 нм, осуществляющие транспорт макромолекул. Базальная мембрана непрерывна, имеется большое число перицитов. Капилляры данного типа наиболее распространены в организме и встречаются в мышцах, соединительной ткани, легких, ЦНС, тимусе, селезенке, экзокринных железах.

**2. Фенестрированные капилляры** характеризуются тонким (80 нм) эндотелием, в котором имеются поры диаметром 50-80 нм, во многих случаях затянутые диафрагмой толщиной 4-6 нм с утолщением в центре. Эндоцитозные пузырьки немногочисленны, базальная мембрана непрерывна, перициты содержатся в небольшом числе. Такие капилляры имеются в почечном тельце, эндокринных органах, слизистой оболочке желудочно-кишечного тракта, сосудистом сплетении мозга.

**3. Синусоидные капилляры** отличаются большим диаметром (до 30-40 мкм), крупными межклеточными и трансцеллюлярными порами диаметром 0.5-3 мкм. Эндоцитозные пузырьки отсутствуют, базальная мембрана прерывистая. Эти капилляры находятся в печени, селезенке, костном мозге и коре надпочечника.

## ВЕНОЗНОЕ ЗВЕНО

Венозное звено включает посткапилляры, собирательные и мышечные вены:

**а) посткапилляры** (посткапиллярные вены) – сосуды диаметром 12-30 мкм, образующиеся в результате слияния нескольких капилляров. Эндотелиальные клетки могут быть фенестрированными; в органах иммунной системы имеются посткапилляры с особым высоким эндотелием, которые служат местом выхода лимфоцитов из сосудистого русла. Перициты встречаются чаще, чем в капиллярах, мышечные клетки отсутствуют. Вместе с капиллярами посткапилляры являются наиболее проницаемыми участками сосудистого русла, реагирующими на такие вещества, как гистамин, серотонин, простагландины и брадикинин, которые вызывают нарушение целостности межклеточных соединений эндотелиоцитов;

**б) собирательные вены** диаметром 30-50 мкм образуются в результате слияния посткапиллярных венул. Когда они достигают диаметра 50 мкм, в их стенке появляются гладкомышечные клетки;

**в) мышечные вены** (диаметр – до 100 мкм) характеризуется хорошо развитой средней оболочкой, в которой в один ряд лежат гладкомышечные клетки. Последние отличаются слабым развитием сократительных элементов и отсутствием строгой ориентации.

**Артерио-венозные (артериоло-венулярные) анастомозы** – сосуды диаметром 30-500 мкм, непосредственно связывающие артериолы и вены и обеспечивающие юстакпиллярный кровоток в микроциркуляторном русле. Подразделяют на: (1) анастомозы с постоянным кровотоком и (2) анастомозы регулируемым кровотоком. Во вторую группу входят анастомозы с мышечной регуляцией и гломерульного типа. Последние характеризуются узким просветом и наличием в утолщенной средней оболочке особых эпителиоидных (видоизмененных мышечных) клеток, непосредственно контактирующих с эндотелием. Эти клетки способны изменять свой объем и, меняя просвет сосуда, воздей-

ствовать на кровоток.

Среди вен крупного калибра, в которых слабо развиты мышечные элементы, наиболее типична **верхняя полая вена**, в средней оболочке стенки которой отмечается небольшое количество гладких мышечных клеток. Это обусловлено отчасти прямохождением человека, в силу чего кровь по этой вене стекает к сердцу благодаря собственной тяжести, а также дыхательным движениям грудной клетки. В начале диастолы (расслабление мускулатуры) желудочков сердца в предсердиях появляется даже небольшое отрицательное кровяное давление, которое как бы подсасывает кровь из полых вен.

**Бедренная вена.** Внутренняя оболочка ее состоит из эндотелия и подэндотелиального слоя, образованного рыхлой волокнистой соединительной тканью, в которой продольно залегают пучки гладких мышечных клеток. Внутренняя эластическая мембрана отсутствует, однако на ее месте видны скопления эластических волокон.

Внутренняя оболочка бедренной вены формирует **клапаны**, представляющие собой тонкие складки ее. Эндотелиальные клетки, покрывающие клапан со стороны, обращенной в просвет сосуда, имеют удлиненную форму и направлены вдоль створок клапана, а на противоположной стороне клапан покрыт эндотелиальными клетками полигональной формы, лежащими поперек створок. Основу клапана составляет волокнистая соединительная ткань. При этом на стороне, обращенной к просвету сосуда, под эндотелием залегают преимущественно эластические волокна, а на противоположной стороне – много коллагеновых волокон. В основании створки клапана может находиться некоторое количество гладких мышечных клеток.

Средняя оболочка бедренной вены содержит пучки циркулярно расположенных гладких мышечных клеток, окруженных коллагеновыми и эластическими волокнами. Выше основания клапана средняя оболочка истончается. Ниже места прикрепления клапана мышечные пучки перекрещиваются, создавая утолщение в стенке вены. В наружной оболочке, образованной рыхлой волокнистой соединительной тканью, обнаруживаются пучки продольно распо-

ложенных гладких мышечных клеток, сосуды сосудов, нервные волокна.

Сходное строение (наличие циркулярного слоя в средней и продольных пучков в наружной и внутренней оболочках) имеют и другие вены нижних конечностей (подколенные, большие и малые подкожные).

На нижней конечности имеются коммуникантные вены, соединяющие между собой поверхностные (подкожные) и глубокие вены, имеющих клапаны. В норме эти клапаны обеспечивают кровоток только в одну сторону – из подкожных вен в глубокие.

**Нижняя полая вена** также относится к венам с сильным разветвлением мышечных элементов. Внутренняя оболочка нижней полой вены представлена эндотелием, подэндотелиальным слоем и слоем эластических волокон. Во внутренней части средней оболочки наряду с гладкомышечными клетками залегает подинтимальная сеть кровеносных и лимфатических капилляров, а в наружной части – артериолы и вены. Капилляры в нижней полой вене отсутствуют.

Внутренняя и средняя оболочки нижней полой вены человека развиты относительно слабо. Во внутренней оболочке в подэндотелиальном слое находятся немногочисленные продольно расположенные гладкие мышечные клетки. В средней оболочке выявляется циркулярный мышечный слой, который в грудном участке нижней полой вены имеет большое количество продольно расположенных пучков гладких мышечных клеток и по всей толщине превышает внутреннюю и среднюю оболочки вместе взятые. Между пучками гладких мышечных клеток лежат прослойки рыхлой волокнистой соединительной ткани. Сокращение пучков гладких миоцитов в наружной оболочке не только способствует проталкиванию крови вверх (против силы тяжести), но и приводит к образованию поперечных складок, препятствующих обратному току крови. В устье нижней полой вены в ее наружную оболочку заходят пучки поперечнополосатых мышечных клеток миокарда. К наружной оболочке подходят сосудисто-нервные пучки (комплексы, состоящие из артерий, вен, лимфатических сосудов и нервов). В наружной оболочке из них образуются сплетения кровенос-

ных и лимфатических сосудов, многочисленные нервные волокна, а также в ней залегают пластинчатые нервные окончания (тельца Фатера-Пачини). Подобную структурную организацию имеют вены брюшной полости (наружная и общая подвздошная, почечная и др.). Однако толщина их стенок заметно отличается от толщины стенок нижней полой вены.

### **Органно-особенности строения кровеносных сосудов.**

Некоторые отделы сосудистой системы имеют органно-особенности строения артерий. Например, артерии черепа отличаются слабым развитием эластических элементов в средней и наружной оболочках; наружной эластической мембраны в них нет. Внутренняя эластическая мембрана, наоборот, выражена отчетливо. Такие же особенности существуют и у артерий головного мозга.

В пупочной артерии отсутствует внутренняя эластическая мембрана. В затылочной артерии сильно развиты пучки гладких мышечных клеток во внутренней оболочке. В почечной, брыжеечной, селезеночной и венечной артериях пучки продольно расположенных гладких мышечных клеток хорошо выражены в наружной оболочке. В артериях матки, полового члена, артериях сосочковых мышц сердца и пупочного канатика, особенно в месте его перехода в плаценту, пучки гладких мышечных клеток находятся и во внутренних, и в наружных оболочках.

Некоторые вены, как и артерии, имеют ярко выраженные органно-особенности строения. Так, в легочной и пупочной венах, в отличие от всех других вен, очень хорошо развит циркулярный мышечный слой в средней оболочке, вследствие чего они напоминают по своему строению артерии. Вены сердца в средней оболочке содержат продольно направленные пучки гладких мышечных клеток. В воротной же вене средняя оболочка состоит из двух слоев: внутреннего – кольцевого и наружного – продольного. В некоторых венах, например сердечных, обнаруживаются эластические мембраны, которые способствуют большей упругости и эластичности этих сосудов в постоянно сокращающемся органе. У глубоких вен желудочков сердца нет ни мышечных клеток, ни эластических мембран. Они построены по типу синусоидов, имеющих на дисталь-

ном конце вместо клапанов сфинктеры. Вены наружной оболочки сердца содержат продольно направленные пучки гладких мышечных клеток. В надпочечниках есть вены, которые имеют продольные мышечные пучки во внутренней оболочке, выступающие в виде подушечек в просвет вены, особенно в устье. Вены печени, подслизистой основы кишечника, слизистой оболочки носа, вены полового члена и др. снабжены сфинктерами, регулирующими отток крови. Эластические мембраны хорошо выражены и в венах шеи, вследствие чего они не спадаются. Эта особенность должна быть учтена при ранениях шеи с повреждением вен.

## ЛИМФАТИЧЕСКИЕ СОСУДЫ

Лимфатические сосуды – часть лимфатической системы, включающей в себя еще и лимфатические узлы. В функциональном отношении лимфатические сосуды тесно связаны с кровеносными, особенно в области расположения сосудов микроциркуляторного русла. Именно здесь происходит образование тканевой жидкости и проникновение ее в лимфатическое русло.

Через мелкие лимфатические пути осуществляются постоянная миграция лимфоцитов из кровотока и их рециркуляция из лимфатических узлов в кровь.

**Классификация.** Среди лимфатических сосудов различают лимфатические капилляры, интра- и экстраорганные лимфатические сосуды, отводящие лимфу от органов, и главные лимфатические стволы тела – грудной проток и правый лимфатический проток, впадающие в крупные вены шеи. По строению различают лимфатические сосуды безмышечного (волокнистого) и мышечного типа.

**Лимфатические капилляры.** Лимфатические капилляры – начальные отделы лимфатической системы, в которые из тканей поступает тканевая жидкость вместе с продуктами обмена веществ, а в патологических случаях – инородные частицы и микроорганизмы. По лимфатическому руслу могут распро-

страняться и клетки злокачественных опухолей.

Лимфатические капилляры представляют собой систему замкнутых с одного конца, уплощенных эндотелиальных трубок, анастомозирующих друг с другом и пронизывающих органы. Лимфатические капилляры не обнаружены в головном мозге, селезенке, плаценте, костном мозге, в склере глазного яблока и хрусталике, а также в эпителии и хрящевых тканях.

Диаметр лимфатических капилляров в несколько раз больше, чем кровеносных. В лимфатической системе, как и в кровеносной, почти всегда имеются резервные капилляры, наполняющиеся лишь при усилении лимфообразования. Стенка лимфатических капилляров состоит из эндотелиальных клеток, которые в 3 – 4 раза крупнее таковых кровеносных капилляров. Базальная мембрана и перicyты в лимфатических капиллярах отсутствуют. Эндотелиальная выстилка лимфатического капилляра тесно связана с окружающей соединительной тканью с помощью так называемых **стропных**, или **фиксирующих, филаментов**, которые вплетаются в коллагеновые волокна, расположенные вдоль лимфатических капилляров. Лимфатические капилляры и начальные отделы отводящих лимфатических сосудов обеспечивают гематолимфатическое равновесие как необходимое условие микроциркуляции в здоровом организме.

**Отводящие лимфатические сосуды.** Основной отличительной особенностью строения лимфатических сосудов является наличие в них клапанов и хорошо развитой наружной оболочки. В местах расположения клапанов лимфатические сосуды колбовидно расширяются. В строении стенок лимфатические сосуды имеют много общего с венами. Это объясняется сходством лимфо- и гемодинамических условий этих сосудов: наличием низкого давления и направлением тока жидкости от органов к сердцу.

Лимфатические сосуды в зависимости от диаметра подразделяются на мелкие, средние и крупные. Как и вены, эти сосуды по своему строению могут быть безмышечными и мышечными. В мелких сосудах диаметром – 30-40 мкм, которые являются главным образом внутриорганными лимфатическими сосудами, мышечные элементы отсутствуют и их стенка состоит из эндотелия и со-

единительнотканной оболочки, кроме клапанов.

Средние и крупные лимфатические сосуды (диаметром более 0,2 мм) имеют три хорошо развитые оболочки: внутреннюю, среднюю и наружную. Во внутренней оболочке, покрытой эндотелием, находятся продольно и косо направленные пучки коллагеновых и эластических волокон, дупликатура внутренней оболочки формирует многочисленные клапаны. Участки, расположенные между двумя соседними клапанами, называются **клапанным сегментом**, или **лимфангионом**. В лимфангионе выделяют мышечную манжетку, стенку клапанного синуса и область прикрепления клапана. Клапаны состоят из центральной соединительнотканной пластинки, покрытой с внутренней и наружной поверхности эндотелием. Под эндотелием створки клапана, обращенной к стенке сосуда, располагается эластическая мембрана. В толще центральной соединительнотканной пластинки клапана обнаруживаются пучки гладких мышечных клеток. На границе внутренней и средней оболочек лежит не всегда четко выраженная внутренняя эластическая мембрана.

Средняя оболочка лимфатических сосудов слабо развита в сосудах головы, верхней части туловища и верхних конечностей. В лимфатических сосудах нижних конечностей она, наоборот, выражена отлично. В стенке этих сосудов находятся пучки гладких мышечных клеток, имеющие циркулярное и косо направление. Большого развития достигает мышечный слой в средней оболочке коллекторов подвздошного лимфатического сплетения, околоаортальных лимфатических сосудов и шейных лимфатических стволов, сопровождающих яремные вены. Эластические волокна в средней оболочке могут различаться по количеству, толщине и направлению. Наружная оболочка лимфатических сосудов образована рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью, которая без резких границ переходит в окружающую соединительную ткань. Иногда в наружной оболочке встречаются отдельные продольно направленные гладкие мышечные клетки.

В качестве примера строения крупного лимфатического сосуда рассмотрим один из главных лимфатических стволов – **грудной лимфатический про-**

**ток.** Его стенка имеет неодинаковое строение на различных уровнях. Наиболее сильного развития она достигает на уровне диафрагмы. На этом месте в стенке сосуда четко выделяются три оболочки, напоминающие по своему строению оболочки нижней полой вены. Внутренняя и средняя оболочки выражены относительно слабо. Цитоплазма эндотелиальных клеток богата пиноцитозными пузырьками. Это указывает на активный трансэндотелиальный транспорт жидкости. Базальная часть клеток неровная. Сплошной базальной мембраны нет.

В подэндотелиальном слое рыхло залегают пучки коллагеновых фибрилл. Несколько глубже находятся единичные гладкие мышечные клетки, имеющие во внутренней оболочке продольное, а в средней оболочке иногда встречается плотное сплетение тонких эластических волокон, которые сравнивают с внутренней эластической мембраной. Как и в кровеносных сосудах, эти эластические волокна связаны с подобными элементами других оболочек грудного протока в единый эластический каркас.

В средней оболочке расположение эластических волокон в основном совпадает с циркулярным и косым направлением пучков гладких мышечных клеток. Наружная оболочка грудного лимфатического протока в 3 – 4 раза толще двух других оболочек, разделенные прослойками соединительной ткани. Толщина мышечных слоев грудного лимфатического протока, особенно в наружной его оболочке, уменьшается в направлении тока лимфы. При этом стенка лимфатического протока в его устье оказывается в 2-3 раза тоньше, чем на уровне диафрагмы. На протяжении грудного протока встречается до 9 полулунных клапанов. Створки клапанов состоят из тех же элементов, что и внутренняя оболочка протока. У основания клапана в стенке протока наблюдается утолщение, образованное скоплением соединительной ткани и гладких мышечных клеток, направленных циркулярно. В створках клапанов имеются единичные мышечные клетки, расположенные поперечно.

#### **Васкуляризация сосудов.**

Все крупные и средние кровеносные сосуды имеют для своего питания собственную систему, носящую название «сосуды сосудов» (*vasa vasorum*). Они

приносят артериальную кровь к стенке сосудов из артерий, проходящих в окружающей соединительной ткани. В артериях сосуды сосудов проникают до глубоких слоев средней оболочки. Внутренняя оболочка артерий получает питательные вещества непосредственно из крови, протекающей в данной артерии. В диффузии питательных веществ через внутреннюю оболочку артерий большую роль играют белково-гликозаминогликановые комплексы, входящие в состав основного вещества стенок этих сосудов. Кровеносные капилляры стенок артерий собираются в вены, которые чаще всего попарно сопровождают артерию и открываются в близлежащую вену. В венах сосуды сосудов снабжают артериальной кровью все три оболочки. Капилляры стенок вен открываются в просвет той же вены. В крупных лимфатических сосудах артерии и вены, питающие их стенки, идут отдельно.

Кроме кровеносных сосудов, в стенке артерий, вен и лимфатических стволов находятся лимфатические сосуды.

### **Возрастные изменения.**

Строение сосудов непрерывно меняется в течение всей жизни человека. Развитие сосудов под влиянием функциональной нагрузки заканчивается примерно к 30 годам. В дальнейшем в стенках артерий происходит разрастание соединительной ткани, что ведет к их уплотнению. В артериях эластического типа этот процесс выражен сильнее, чем в остальных артериях. После 60-70 лет во внутренней оболочке всех артерий обнаруживаются очаговые утолщения коллагеновых волокон, в результате чего в крупных артериях внутренняя оболочка по размерам приближается к средней. В мелких и средних артериях внутренняя оболочка разрастается слабее. Внутренняя эластическая мембрана с возрастом постепенно истончается и расщепляется. Мышечные клетки средней оболочки атрофируются. Эластические волокна подвергаются зернистому распаду и фрагментации, в то время как коллагеновые волокна разрастаются. Одновременно с этим во внутренней и средней оболочках у пожилых людей появляются известковые и липидные отложения, носящие название «атеросклеротических бляшек», которые прогрессируют с возрастом. В наружной оболочке у

лиц старше 60-70 лет возникают продольно лежащие пучки гладких мышечных клеток.

Возрастные изменения в венах сходны с таковыми в артериях. Однако перестройка стенки вены человека начинается еще на первом году жизни. Так, к моменту рождения человека в средней оболочке стенок бедренной и подкожных вен нижних конечностей имеются лишь пучки циркулярно ориентированных мышечных клеток. Только к моменту вставания на ноги (к концу первого года) и повышения дистального гидростатического давления развиваются продольные мышечные пучки. Просвет вены по отношению к просвету артерии у взрослых (2:1) больше, чем у детей (1:1). Расширение просвета вен обусловлено меньшей эластичностью стенки вен, возрастанием у взрослых кровяного давления.

Сосуды сосудов до возраста 50-60 лет, как правило, бывает умеренно спазмированными, после 65-70 лет просвет их расширяется.

Лимфатические сосуды многих органов у лиц старческого возраста характеризуются многочисленными мелкими варикозными вздутиями и выпячиваниями. Во внутренней оболочке стенок крупных лимфатических стволов и грудного протока у людей старше 35 лет увеличивается количество коллагеновых волокон. Этот процесс значительно прогрессирует к 60 – 70 годам. Одновременно количество мышечных клеток и эластических волокон уменьшается.

### **Регенерация.**

Мелкие кровеносные и лимфатические сосуды обладают способностью к регенерации. Восстановление дефектов сосудистой стенки после ее повреждения начинается с регенерации и роста ее эндотелия. Уже к концу первых – началу вторых суток на месте нанесенного повреждения наблюдается многочисленное деление эндотелиальных клеток.

Методом автордиографии показано, что в регенерации сосудов после травмы принимают участие эндотелиоциты, адвентициальные клетки, а в мелких – и перициты. Включение <sup>3</sup>H-тимидина позволяет регистрировать их высокую пролиферативную активность.

Мышечные клетки поврежденного сосуда, как правило, восстанавливаются более медленно и неполно по сравнению с другими тканевыми элементами сосуда. Восстановление их происходит частично путем деления миоцитов, а также в результате дифференцировки миофибробластов. Эластические элементы развиваются слабо. В случае полного перерыва среднего и крупного сосудов регенерация их стенок без оперативного вмешательства, как правило, не наступает, хотя восстановление циркуляции крови в соответствующей области может наблюдаться очень рано. Это происходит, с одной стороны, благодаря компенсаторной перестройке коллатеральных сосудов, а с другой – вследствие развития и роста новых мелких сосудов – капилляров. Новообразование капилляров начинается с того, что цитоплазма эндотелиальных клеток артериол и венул набухает в виде почки, затем эндотелиальные клетки подвергаются делению. Такие слепо заканчивающиеся трубки растут навстречу друг другу и смыкаются концами. Цитоплазматические перегородки между ними истончаются и прорываются, и во вновь образованном капилляре устанавливается циркуляция крови.

Лимфатические сосуды после их повреждения регенерируют несколько медленнее, чем кровеносные. Регенерация лимфатических сосудов может происходить за счет или почкования дистальных концов эндотелиальных трубок, или перестройки лимфатических капилляров в отводящие сосуды.

## СЕРДЦЕ

**Сердце (cor)** - основной орган, приводящий в движение кровь.

Стенка сердца состоит из трех оболочек: внутренней – **эндокарда**, средней – **миокарда** и наружной – **эпикарда**.

**Развитие.** Первая закладка сердца появляется в начале 3-й недели развития у эмбриона длиной 1,5 мм в виде парного скопления мезенхимных клеток, которые расположены в задней части головного отдела зародышевого щитка по

сторонам от средней линии под висцеральным листком мезодермы. Позднее эти скопления превращаются в две удлиненные трубочки, впадающие вместе с прилегающими висцеральными листками мезодермы в целомическую полость тела. В дальнейшем мезенхимные трубочки сливаются и из их стенок образуется **эндокард**.

Та область висцеральных листков мезодермы, которая прилежит к этим трубкам, получила название **миоэпикардиальных пластинок**. Из этих пластинок дифференцируются две части: одна – внутренняя, прилежащая к мезенхимной трубке, превращается в зачаток **миокарда**, а из наружной образуется **эпикард**.

Клетки зачатка миокарда – кардиомиобласты – делятся, их объем увеличивается, и на 2-м месяце развития зародыша в них появляются идущие в разных направлениях миофибриллы с поперечной исчерченностью. Z-полоски появляются одновременно с саркотубулярной сетью и поперечными инвагинациями клеточной мембраны (Т-системы). Формирующиеся в миобластах миофибриллы также прикрепляются к плазмолемме, где позднее образуются вставочные диски.

В конце 2-го месяца появляются признаки формирования проводящей системы, миобласты которой отличаются большим количеством ядер, замедленной дифференцировкой фибриллярного аппарата. К 4-му месяцу заканчивается образование всех отделов проводящей системы сердца. Развитие мышечной ткани левого желудочка происходит быстрее, чем правого.

**Клапаны сердца** – предсердно-желудочковые и желудочково-сосудистые – развиваются в основном как дубликатура эндокарда.

**Строение.** В стенке сердца различают три оболочки: внутреннюю – **эндокард**, среднюю, или мышечную – **миокард** и наружную, или серозную, – **эпикард**.

**Эндокард.**

**1. Эндокард** (endocardium) выстилает изнутри камеры сердца, папиллярные мышцы, сухожильные нити, а также клапаны сердца. Толщина эндокарда в

различных участках неодинакова. Он толще в левых карманах сердца, особенно на межжелудочковой перегородке и у устья крупных артериальных стволах – аорты и легочной артерии, а на сухожильных нитях значительно тоньше. По строению она соответствует стенке сосуда.

Поверхность эндокарда, обращенная в полость сердца, выстлана эндотелием, состоящим из полигональных клеток, лежащих на толстой базальной мембране. За ним следует подэндотелиальный слой, образованный соединительной тканью, богатой малодифференцированными соединительнотканными клетками. Глубже располагается мышечно-эластический слой, в котором эластические волокна переплетаются с гладкими мышечными клетками. Эластические волокна гораздо лучше выражены в эндокарде предсердий, чем в желудочках. Гладкие мышечные клетки сильнее всего развиты в эндокарде у места выхода аорты и могут иметь многоотростчатую форму. Самый глубокий слой эндокарда – наружный соединительнотканый – лежит на границе с миокардом. Он состоит из соединительной ткани, содержащей толстые эластические, коллагеновые и ретикулярные волокна.

Питание эндокарда осуществляется главным образом диффузно за счет крови, находящейся в камерах сердца. Кровеносные сосуды имеют лишь в наружном соединительнотканном слое эндокарда.

**Клапаны.** Между предсердиями и желудочками сердца, а также желудочками и крупными сосудами располагаются клапаны.

Предсердно-желудочковый (атриовентрикулярный) клапан в левой половине сердца двустворчатый, в правой – трехстворчатый. Они представляют собой покрытые эндотелием тонкие фиброзные пластинки из плотной волокнистой соединительной ткани с небольшим количеством клеток. Эндотелиальные клетки, покрывающие клапан, частично покрывают друг друга в виде черепицы или образуют пальцевидные вдавливания цитоплазмы одной клетки в другую. Кровеносных сосудов створки клапанов не имеют. В подэндотелиальном слое выявлены тонкие коллагеновые волокна, которые постепенно переходят в фиброзную пластинку створки клапана, а в месте прикрепления дву- и трехстворча-

того клапанов – в фиброзные кольца. В основном веществе створок клапанов обнаружено большое количество гликозаминогликанов.

Строение предсердных и желудочковых частей створок клапанов неодинаково.

Предсердная сторона их имеет гладкую поверхность, здесь в подэндотелиальном слое располагаются густое сплетение эластических волокон и пучки гладких мышечных клеток. Количество мышечных пучков заметно увеличивается в основании клапана. Желудочковая сторона обладает неровной поверхностью. Она снабжена выростами, от которых начинаются **сухожильные нити** (chordae tendineae). В этой области под эндотелием располагается лишь небольшое количество эластических волокон.

На границе между восходящей частью дуги аорты и левым желудочком сердца локализуются аортальные клапаны. По своему строению они имеют много общего с предсердно-желудочковыми клапанами и клапанами легочной артерии. На вертикальном разрезе в створке клапана можно различить три слоя: внутренний, средний и наружный.

**Внутренний слой**, обращенный к желудочку сердца, представляет собой продолжение эндокарда. Эндотелий этого слоя характеризуется наличием пучков субмикроскопических филаментов толщиной 5-8 нм и многочисленных пигментозных пузырьков. В подэндотелиальном слое содержатся фибробласты с длинными тонкими отростками, которые в виде консолей поддерживают эндотелиальные клетки. К подэндотелиальному слою прилежат плотные пучки коллагеновых фибрилл, идущих продольно и поперечно, за которым следует смешанная эластико-коллагеновая прослойка.

**Средний слой** тонкий, состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани, богатой клеточными элементами.

**Наружный слой**, обращенный к аорте, кроме эндотелия, содержит коллагеновые волокна, которые берут начало от фиброзного кольца между предсердиями и желудочками и плотной соединительной тканью в устьях крупных сосудов. Кроме плотных пучков коллагеновых волокон, в составе «скелета» серд-

ца имеются эластические волокна, а иногда бывают даже хрящевые пластинки.

**2. Миокард.** Мышечная оболочка сердца ( myocardium) состоит из тесно связанных между собой поперечнополосатых мышечных клеток – кардиомиоцитов. Между мышечными элементами миокарда располагаются прослойки рыхлой соединительной ткани, сосуды, нервы. Различают кардиомиоциты трех типов: **сократительные, проводящие и секреторные (эндокринные).**

**Сократительные (рабочие) кардиомиоциты** образуют основную часть миокарда. Они содержат 1-2 ядра (часто полиплоидные) в центральной части и миофибриллы по периферии, соединены друг с другом в области вставочных дисков и связаны в единую трехмерную сеть благодаря наличию анастомозов. Их форма в желудочках цилиндрическая, в предсердиях – неправильная, часто отростчатая. Они могут резко гипертрофироваться при длительной повышенной нагрузке.

Рабочие кардиомиоциты на продольных срезах почти прямоугольной формы, их длина колеблется от 50 до 120 мкм, ширина составляет 15-20 мкм. Клетки покрыты сарколеммой, состоящей из плазмолеммы и базальной мембраны, в которую вплетаются тонкие коллагеновые и эластические волокна, образующие «наружный скелет» кардиомиоцитов. Базальная мембрана кардиомиоцитов, содержащая большое количество гликопротеинов, способных связывать  $Ca^{2+}$ , может принимать участие наряду с саркотубулярной сетью и митохондриями в перераспределении  $Ca^{2+}$  в цикле сокращение – расслабление. Базальная мембрана латеральных сторон – кардиомиоцитов инвагинирует в каналы Т-системы (в отличие от соматических мышечных волокон).

Кардиомиоциты желудочков значительно интенсивнее пронизаны каналами Т-системы, чем соматические мышечные волокна. Канальцы L-системы (латеральные расширения саркоплазматического ретикулума) и Т-системы образуют диады (1 каналец L-системы и 1-Т-системы), реже 3 (2 каналца L-системы, 1-Т-системы). В центральной части миоцита расположено 1-2 ядра овальной или удлинённой формы. Между миофибриллами располагаются многочисленные митохондрии и трубочки.

В отличие от желудочковых кардиомиоцитов, форма которых близка к цилиндрической, предсердные миоциты чаще имеют отростчатую форму и меньшие размеры. В миоцитах предсердий меньше митохондрий, миофибрилл, саркоплазматической сети. В предсердных кардиомиоцитах менее выражена активность сукцинатдегидрогеназы, а более высокая активность ферментов, связанных с метаболизмом гликогена (фосфорилаза, гликогенсинтетаза и др.). Отличительными особенностями этих кардиомиоцитов является относительно хорошо развитая гранулярная эндоплазматическая сеть и интенсивное развитие аппарата Гольджи. Указанные выше морфологические признаки связаны с наличием в предсердных кардиомиоцитах специфических предсердных гранул, содержащих гормоноподобные пептиды. Секреторные гранулы располагаются преимущественно в правом предсердии и ушках сердца. При растяжении предсердий секрет поступает в кровь и воздействует на собирательные трубочки почки, клетки клубочковой зоны коры надпочечников, участвующие в регуляции обмена внеклеточной жидкости и уровня артериального давления.

Еще одной отличительной частью предсердных кардиомиоцитов многих млекопитающих является слабое развитие Т-системы канальцев. В тех предсердных миоцитах, где нет Т-системы, на периферии клеток, под сарколеммой, располагаются многочисленные пиноцитозные пузырьки и кавеолы. Полагают, что эти пузырьки и кавеолы являются функциональными аналогами Т-канальцев.

Энергия, необходимая для сокращения сердечной мышцы, образуется главным образом за счет взаимодействия АДФ с креатинфосфатом, в результате чего возникают креатин и АТФ. Главным субстратом дыхания в сердечной мышце являются жирные кислоты и в меньшей степени – углеводы. Процесс аэробного расщепления углеводов (гликолиз) в миокарде (кроме проводящей системы) человека практического значения не имеет.

С помощью вставочных дисков кардиомиоциты соединяются в мышечные «волокна». Продольные и боковые связи (анастомозы) кардиомиоцитов обеспечивают функциональное единство миокарда.

Между кардиомиоцитами находится интерстициальная соединительная ткань, содержащая большое количество кровеносных и лимфатических капилляров. Каждый миоцит контактирует с 2-3 капиллярами.

**Проводящие кардиомиоциты** обеспечивают ритмическое координированное сокращение различных отделов сердца благодаря способности к генерации и быстрому проведению электрических импульсов. Образование импульса происходит в синусоидном узле, откуда он по специализированным путям передается в предсердия и атриовентрикулярный узел. В последнем импульс задерживается на 0.04 с, после чего быстро распространяется по атриовентрикулярному **пучку Гиса** и его ветвям к рабочим кардиомиоцитам желудочков. Проводящие кардиомиоциты разделяются на три типа: **Р-клетки, переходные клетки и клетки Пуркинье**.

**Р-клетки** (от английских слов pale – бледный и pacemaker – водитель ритма) – светлые, мелкие, отростчатые, с небольшим содержанием слабо ориентированных миофибрилл и крупными ядрами. Эти клетки встречаются в синусном и узлах и межузловых путях. Они служат главным источником электрических импульсов, обеспечивающих ритмическое сокращение сердца.

**Переходные клетки** – по строению и топографии занимают промежуточное положение между Р-клетками и сократительными кардиомиоцитами. Встречаются преимущественно в узлах, но встречаются и в прилежащие участки предсердий.

**Клетки Пуркинье** – светлее, шире и короче сократительных кардиомиоцитов, содержат мало неупорядоченно расположенных миофибрилл; часто лежат пучками. Эти клетки численно преобладают в пучке Гиса и его ветвях, встречаются по периферии узлов. Образуют звено между переходными клетками другими типами клеток миокарда.

**Секреторные кардиомиоциты** располагаются в предсердиях. Это – клетки отростчатой формы, со слабо развитым сократительным и значительно развитым синтетическим аппаратом. В цитоплазме располагаются плотные гранулы, содержащие гормон – **предсердный натриуретический фактор** (пеп-

**тид) – ПНФ (ПНП).** Попав в кровь, ПНФ приносится к органам-мишеням – почкам, надпочечникам, головному мозгу и др. ПНФ вызывает стимуляцию диуреза, натриуреза, расширение сосудов, угнетение секреции альдостерона, кортизола, вазопрессина, снижение АД. Секреция ПНФ резко усилена у больных с коронарной недостаточностью и гипертонической болезнью.

**3. Эпикард** покрыт мезотелием, под которым располагается рыхлая волокнистая соединительная ткань, содержащая сосуды и нервы. В эпикарде может иметься в значительном количестве жировая ткань. Эпикард представляет собой висцеральный листок перикарда; париетальный листок также имеет строение серозной оболочки, и обращен к висцеральному листку слоем мезотелия. Гладкие влажные поверхности париетального и висцерального листков легко скользят друг по другу при сокращении сердца. При повреждении мезотелия (обычно вследствие воспалительного процесса – **перикардита**) за счет образующихся между листками соединительнотканых спаек деятельность сердца может существенно нарушаться.

**«Скелет» сердца** играет роль опорной структуры: к нему прикреплено большинство мышечных волокон, с ним связаны клапаны сердца. Он состоит из плотной волокнистой соединительной ткани с участками хрящевой и образован мембранной перегородкой, фиброзными треугольниками и кольцами.

**Клапаны сердца** состоят из основы, образованной плотной волокнистой тканью (содержащей коллагеновые и эластические волокна) и покрытой на обеих поверхностях эндотелием. Основания клапанов прикреплены к фиброзным кольцам.

**Васкуляризация.** Венечные (коронарные) артерии имеют плотный эластический каркас, в котором четко выделяются внутренняя и наружная эластические мембраны. Гладкие мышечные клетки в артериях обнаруживаются в виде продольных пучков во внутренней и наружной оболочках. В основании клапанов сердца кровеносные сосуды у места прикрепления створок разветвляются на капилляры. Кровь из капилляров собирается в коронарные вены, впадающие в правое предсердие или венозный синус. Проводящая система, особенно ее уз-

лы, обильно снабжена кровеносными сосудами. Лимфатические сосуды в эпикарде сопровождают кровеносные. В миокарде и эндокарде они проходят самостоятельно и образуют густые сети. Лимфатические капилляры обнаружены также в атриовентрикулярных и аортальных клапанах. Из капилляров лимфа, оттекающая от сердца, направляется в парааортальные и парабронхиальные лимфатические узлы. В эпикарде и перикарде находятся сплетения сосудов микроциркуляторного русла.

### **Иннервация.**

В стенке сердца обнаруживается несколько нервных сплетений (в основном безмиелиновых волокон адренергической и холинергической природы) и ганглиев. Наибольшая плотность расположения нервных сплетений отмечается в стенке правого предсердия и синусно-предсердного узла проводящей системы.

Рецепторные окончания в стенке сердца (свободные и инкапсулированные) образованы нейронами ганглиев блуждающего нерва и нейронами спинномозговых узлов (СvII – Т vI) и, кроме того, за счет ветвления дендритов равноотростчатых нейроцитов внутриорганных ганглиев (афферентные нейроны).

Эффекторная часть рефлекторной дуги в стенке сердца представлена расположенными среди кардиомиоцитов и по ходу сосудов органа нервными волокнами холинергической природы, образованными аксонами находящихся в сердечных ганглиях длинноаксонных нейроцитов (эффекторные нейроны). Последние получают импульсы по преганглионарным волокнам из нейронов ядер продолговатого мозга, приходящих сюда в составе блуждающих нервов. Эффекторные адренергические нервные волокна образованы ветвлениями аксонов нейронов ганглиев симпатической нервной цепочки. На этих нейронах также синапсами заканчиваются преганглионарные волокна – аксоны нейронов симпатических ядер боковых рогов спинного мозга. Эффекторы представляют собой варикозные утолщения по ходу адренергических нервных волокон, содержащие синаптические пузырьки.

В состав нервных ганглиев сердца входят богатые катехоламинами так

называемые малые интенсивно флюоресцирующие клетки – МИФ-клетки. Это небольшие клетки (длиной 10-20 мкм), содержащие в цитоплазме много крупных гранулярных пузырьков (до 200 нм) с катехоламинами. Эндоплазматическая сеть в них развита слабо. На цитолемме этих клеток обнаруживаются нервные окончания адренергических и холинергических нервов. Они рассматриваются как вставочные нейроны, выделяющие свои медиаторы в кровеносное русло.

### **Возрастные изменения.**

В течении онтогенеза можно выделить три периода изменения гистоструктуры сердца: период дифференцировки, период стабилизации и период инволюции. Дифференцировка гистологических элементов сердца, начавшаяся еще в зародышевом периоде, заканчивается к 16-20 годам. Существенное влияние на процессы дифференцировки кардиомиоцитов и морфогенез желудочков оказывает заращение овального отверстия и артериального протока, которое приводит к изменению гемодинамических условий – уменьшению давления и сопротивления в малом круге и увеличению давления в большом. Одновременно отмечается физиологическая атрофия миокарда правого желудочка и физиологическая гипертрофия миокарда левого желудочка. В ходе дифференцировки сердечные миоциты обогащаются саркоплазмой, в результате чего их ядерно-плазменное отношение уменьшается. Количество миофибрилл прогрессивно увеличивается. Мышечные клетки проводящей системы при этом дифференцируются быстрее, чем сократительные. При дифференцировке волокнистой стромы сердца наблюдаются постепенное уменьшение количества ретикулярных волокон и замена их зрелыми коллагеновыми волокнами.

В период между 20-30 годами при обычной функциональной нагрузке сердце человека находится в стадии относительной стабилизации. В возрасте старше 30-40 лет в миокарде обычно начинается некоторое увеличение его соединительнотканной стромы. При этом в стенке сердца, особенно в эпикарде, появляются адипоциты.

Степень иннервации сердца также изменяется с возрастом. Максимальная

плотность внутрисердечных сплетений на единицу площади и высокая активность медиаторов отмечается в период полового созревания. После 30-летнего возраста неуклонно уменьшается плотность адренергических нервных сплетений и содержание медиаторов в них, а плотность холинергических сплетений и количество медиаторов в них сохраняются почти на исходном уровне. Нарушение равновесия в вегетативной иннервации сердца предрасполагает к развитию патологических состояний. В старческом возрасте уменьшается активность медиаторов и в холинергических сплетениях сердца.

### **Регенерация.**

У новорожденных, а возможно, и в раннем детском возрасте, когда способные к делению кардиомиоциты еще сохраняются, регенераторные процессы сопровождаются увеличением количества кардиомиоцитов. У взрослых физиологическая регенерация осуществляется в миокарде главным образом путем внутриклеточной регенерации, без увеличения количества клеток. Клетки соединительной ткани всех оболочек пролиферируют, как в любом другом органе.

При повышенных систематических функциональных нагрузках общее количество клеток не возрастает, но в цитоплазме увеличивается содержание органелл общего значения и миофибрилл, а также размер клеток (происходит функциональная гипертрофия); соответственно возрастает и степень плоидности ядер.

## **КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ В ХИРУРГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ**

### **Медицинское значение строения и функции артериальных сосудов.**

Эндотелий артериальных кровеносных сосудов обладает антитромбогенными свойствами и препятствует свертыванию крови. При повреждении эндо-

телиальных клеток, например, в сосудах, пораженных атеросклерозом, не покрытая эндотелием подэндотелиальная соединительная ткань индуцирует агрегацию тромбоцитов крови. Эта агрегация запускает каскад явлений, в результате которого из фибриногена крови образуется фибрин. При этом формируется внутрисосудистый кровяной сгусток, или **тромб**, который может расти до тех пор, пока не произойдет полное нарушение местного кровотока (**острый тромбоз сосудов**). От такого тромба могут отделяться плотные кусочки – **эмболы**, которые уносятся с током крови и способны нарушить проходимость далеко расположенных кровеносных сосудов. В обоих случаях может произойти остановка кровотока, в результате чего создается потенциальная угроза для жизни. Таким образом, целостность эндотелиального слоя, который препятствует контакту между тромбоцитами и подэндотелиальной соединительной тканью, является важнейшим антитромбогенным механизмом.

При старении межклеточное вещество стенок артерий подвергается дезорганизации вследствие усиленной выработки коллагена I и III типов и некоторых гликозаминогликанов. Происходят также изменения молекулярной конформации эластина и других гликопротеинов, в результате чего в ткань откладываются липопротеины и ионы кальция с последующим обызвествлением. Изменения компонентов межклеточного вещества, связанные с другими более сложными факторами, могут приводить к тому, что на внутренней стенке артерий образуется **атеросклеротическая бляшка**.

Артерии подвергаются постепенно прогрессирующим изменениям с рождения до смерти, и поэтому трудно сказать, когда заканчиваются процессы нормального роста и начинается процесс инволюции. У каждой артерии имеется свой собственный характер возрастных изменений. Атеросклеротические поражения характеризуются очаговыми утолщениями интимы, пролиферацией гладких мышечных клеток и усиленным отложением компонентов межклеточного вещества соединительной ткани и липопротеинов в подэндотелиальном слое. В эти участки привлекаются моноциты, которые дифференцируются в макрофаги, активно захватывающие атерогенные липопротеины посредством

рецепторно опосредованного эндоцитоза. Такие перегруженные липидами макрофаги – пенистые клетки – формируют макроскопически видимые липидные полосы и бляшки, характерные для заболевания, известного как **облитерирующий атеросклероз**. Эти изменения могут распространяться на внутреннюю часть средней оболочки, причем утолщение стенки сосуда в некоторых случаях становится столь значительным, что его просвет перекрывается. К сосудам, наиболее предрасположенным к атеросклерозу, относятся венечные (коронарные) артерии. Равномерное утолщение интимы рассматривают как нормальное возрастное явление.

Если облитерирующий атеросклероз развивается в основном в пожилом возрасте, то у молодых людей может развиваться специфическое воспаление стенок артерий – **облитерирующий эндартериит**.

И облитерирующий атеросклероз, облитерирующий эндартериит характеризуются длительным хроническим нарушением кровообращения, особенно в сонных артериях, и сосудах подвздошно-бедренного сегмента. Это может привести к нарушению мозгового кровообращения (**инсульту**), или развитию **гангрены** нижних конечностей.

Массивное отложение атеросклеротических бляшек на стенке грудного или брюшного отделов аорты может привести к формированию **аневризмы аорты**, с последующим разрывом ее стенки (**расслаивающая аневризма аорты**).

Некоторые артерии приносят кровь только к определенным участкам отдельных органов, причем их закупорка и прекращение кровоснабжения вызывает **некроз** (гибель ткани вследствие отсутствия метаболитов). Такие **инфаркты** часто развиваются в сердце, почках, головном мозгу и некоторых других органах. В остальных участках тела (таких, как, например, кожа) артерии часто анастомозируют, поэтому закупорка одной артерии не приводит к некрозу ткани, поскольку кровотоки в ней сохраняются.

Если средняя оболочка артерии ослаблена вследствие эмбрионального дефекта, заболевания или повреждения, стенка сосуда может резко растяги-

ваться. При прогрессировании этого процесса развивается *аневризма артерии*. Разрыв аневризмы приводит к тяжелейшим последствиям и может стать причиной смерти.

### **Медицинское значение строения и функций вен.**

Соединения между эндотелиальными клетками венул обладают наибольшей проницаемостью. В таких участках происходит характерная потеря жидкости из системы кровообращения во время *воспалительной реакции*, приводящая к отеку.

Недостаток эластических волокон на стенках вен нижних конечностей на фоне повышения давления в них (преимущественно стоячая работа, сдавление подвздошных вен маткой во время беременности) может привести к *варикозному расширению вен*. Варикозное расширение вен сопровождается хронической венозной недостаточностью, с атрофическими изменениями мягких тканей нижних конечностей, вплоть до образования *трофических язв*, трудно поддающихся лечению.

Нарушения внутренней стенки вен, замедление кровотока в них могут привести к образованию на внутренней стенке вен тромбов (*флеботромбоз*), с возможным инфицированием тромба и развитием *тромбофлебита вен*.

Тромбофлебит глубоких вен нижних конечностей нередко сопровождается поражением коммуникантных вен, с развитием *несостоятельности их клапанов*, что приводит к сбросу венозной крови из системы глубоких вен в подкожные, с развитием *варикозного их расширения*, а в последующем – к развитию *посттромбофлебитического синдрома*.

Любое тромботическое поражение вен (флеботромбоз, тромбофлебит, посттромбофлебитический синдром) могут сопровождаться отрывом тромба, с развитием грозного осложнения – *тромбоэмболии легочной артерии*, с высокой частотой летальных исходов.

В клинической практике имеет значение ранение вен шеи, стенки которых не спадаются, и вследствие отрицательного давления в верхней полой вене в просвет вен может попасть воздух, с развитием *воздушной эмболии* легочной артерии или других сосудов.

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

### Сердечно-сосудистая система.

**Пояснение.** За каждым из перечисленных вопросов или незаконченных утверждений следуют обозначенные буквой ответы или завершения утверждений. Выберите один ответ или завершение утверждения, наиболее соответствующее каждому случаю:

#### 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 и окончания;
- (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) отдельные гладкомышечные клетки присутствуют в субэндотелиальном слое;
- (Б) на границе внутренней и средней оболочек расположена внутренняя эластическая мембрана;
- (В) субэндотелиальный слой образован плотной волокнистой оформленной соединительной тканью;
- (Г) наружная оболочка – из рыхлой соединительной ткани с сосудами сосудов и нервными волокнами, (Д) ГМК в средней оболочке синтезируют 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 клеток;
- (Б) сужение просвета происходит за счёт сокращения гладкомышечных клеток;
- (В) гладкомышечные клетки ориентированы преимущественно циркулярно;
- (Г) vasa vasorum кровоснабжают наружную оболочку;
- (Д) артериолы переходят в капилляры.

5. ДЛЯ ВЕНЫ (ПО СРАВНЕНИЮ С СОПРОВОЖДАЮЩЕЙ АРТЕРИЕЙ) ВЕРНО ВСЁ, КРОМЕ:

- (А) имеет больший диаметр;
- (Б) имеет зияющий просвет;
- (В) средняя оболочка тоньше;
- (Г) внутренняя эластическая мембрана выражена сильнее;
- (Д) стенка тоньше.

6. 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 артериоло-венулярного анастомоза не содержит гладкомышечных клеток;
- (Д) артериовенозные анастомозы связывают мелкие артерии и вены.

7. КАПИЛЛЯРЫ С ФЕНЕСТРИРОВАННЫМ ЭНДОТЕЛИЕМ. ВЕРНО ВСЁ, КРОМЕ:

- (А) присутствуют в эндокринных железах;
- (Б) фенестры - специализированные контакты между эндотелиальными клетками;
- (В) фенестры – поры через цитоплазму эндотелиоцитов, затянутые тонкой диафрагмой;
- (Г) фенестры облегчают транспорт веществ через эндотелий;
- (Д) имеют сплошную базальную пластинку.

8. 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 АД.

9. ГЕМАТОЭНЦЕФАЛИЧЕСКИЙ БАРЬЕР ОБРАЗОВАН:

- (А) непрерывным эндотелием, базальной мембраной и пластинчатыми окончаниями отростков астроцитов;
- (Б) ножками отростков астроцитов, эндотелием и базальной мембраной с щелями;
- (В) непрерывным эндотелием и сплошной базальной мембраной;
- (Г) фенестрированным эндотелием, сплошной базальной мембраной;
- (Д) эндотелием капилляров синусоидного типа.

10. ЭНДОТЕЛИАЛЬНЫЕ КЛЕТКИ. ВЕРНО ВСЁ, КРОМЕ:

- (А) в эндокарде являются частью наружного соединительнотканного слоя;
- (Б) содержат пиноцитозные пузырьки;
- (В) обновляющаяся клеточная популяция;
- (Г) связаны с базальной мембраной при помощи полудесмосом;
- (Д) полигональные резко уплощенные клетки.

11. МИОКАРД: ВЕРНО ВСЕ, КРОМЕ:

- (А) развивается из висцеральных листков спланхнотомов;
- (Б) состоит из гладкой мышечной ткани;
- (В) регенерация внутриклеточная;
- (Г) секреторные кардиомиоциты вырабатывают атриопептин и натрийуретический фактор.

12. НИЖНЯЯ ПОЛАЯ ВЕНА:

- (1) не имеет клапанов, как и вены внутренних органов;
- (2) относится к венам с сильным развитием мышечных элементов;
- (3) во всех трех оболочках присутствуют гладкомышечные клетки;

(4) по толщине средняя оболочка превышает остальные оболочки.

*Ответ:* А - если верно 1, 2, 3; Б - если верно 1, 3; В - если верно 2,4;  
Г - если верно 4; Д - если верно 1, 2, 3, 4.

### 13. СТЕНКА ВЕНЫ:

- (1) наружная оболочка из рыхлой соединительной ткани;
- (2) в средней оболочке вен нижних конечностей много миоцитов;
- (3) в наружной оболочке присутствуют vasa vasorum;
- (4) в безмышечных венах практически отсутствует средняя оболочка.

*Ответ:* А - если верно 1, 2, 3; Б - если верно 1, 3; В - если верно 2, 4;  
Г - если верно 4; Д - если верно 1, 2, 3, 4.

### 14. СИНУСОИДНЫЕ КАПИЛЛЯРЫ:

- (1) образуют капиллярное русло красного костного мозга;
- (2) окружены непрерывной базальной мембраной;
- (3) между эндотелиоцитами имеются щели;
- (4) гладкомышечные клетки ориентированы продольно.

*Ответ:* А - если верно 1, 2, 3; Б - если верно 1, 3; В - если верно 2, 4; Г -  
если верно 4; Д - если верно 1, 2, 3, 4.

### 15. СЕРДЦЕ:

- (1) волокна Пуркинье состоят из сократительных кардиомиоцитов;
- (2) водители ритма локализируются в миокарде желудочков;
- (3) сократительные кардиомиоциты регенерируют митозом;
- (4) эпикард покрыт мезотелием.

*Ответ:* А - если верно 1, 2, 3; Б - если верно 1, 3; В - если верно 2, 4; Г -  
если верно 4; Д - если верно 1, 2, 3, 4.

## СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

**Задача № 1.** Внутреннюю оболочку кровеносных сосудов импрегнировали солями серебра. Были выявлены клетки с неровными краями. Назовите эти клетки и источник их развития.

**Задача № 2.** Представлены два гистологических препарата, на одном хорошо видна капиллярная сеть, расположенная между двумя артериолами, на втором – между двумя венами.

Дайте название капиллярной сети в обоих препаратах, в каких органах они находятся?

**Задача № 3.** На препарате представлены сосуды микроциркуляторного русла.

По какому признаку можно определить артериолы?

**Задача № 4.** При изучении препарата видна артерия мышечного типа и вена одноимённого типа; оба сосуда окрашены орсеином. Какие тканевые элементы в стенке сосудов будут окрашены этим красителем? Какие отличительные признаки артерии вы можете указать?

**Задача № 5.** При изучении ультраструктуры кардиомиоцитов в одних из них обнаружили много миофибрилл и митохондрий, но мало саркоплазмы, в других – много саркоплазмы и небольшое количество беспорядочно расположенных миофибрилл.

Какой вид сердечной мышечной ткани образуют первые и вторые кардиомиоциты?

**Задача № 6.** У пациентки с варикозным расширением вен нижних конечностей появились острые боли в голени, покраснение и уплотнение по ходу подкожных вен, повысилась температура тела.

О чем свидетельствует такая клиническая картина? Какие могут быть последствия?

**Задача № 7.** Пациенту 64 лет год назад установлен диагноз: облитерирующий атеросклероз сосудов нижних конечностей. Страдал зябкостью и болями в ногах, особенно при ходьбе. 4 часа назад в правой нижней конечности появи-

лись острые резкие боли. При обследовании правая нижняя конечность холодная на ощупь, цвет кожи мраморный, пульсация на правой подколенной артерии и артериях стопы отсутствует.

Что случилось с пациентом? Какие меры следует предпринять?

**Задача 8.** У пациентки на фоне острого респираторного заболевания возникли боли за грудиной, синюшность кожных покровов, одышка. При обследовании в поликлинике по месту жительства: на рентгенограмме органов грудной клетки явлений пневмонии не выявлено, но имеется расширение тени сердца, которая приняла шаровидную форму.

О чем свидетельствуют клиническая картина и данные обследования пациентки? Какова лечебная тактика?

**Задача 9.** У больного с тромбозом глубоких вен нижних конечностей появились острые боли за грудиной, одышка, синюшность кожных покровов лица и верхней половины туловища. При обследовании: на ЭКГ выявлены признаки перегрузки правых отделов сердца, на обзорной рентгенографии органов грудной клетки – усиление легочного рисунка.

Какое осложнение развилось у больного?

## Эталоны ответов к тестовым заданиям и ситуационным задачам

*Правильные ответы к тестовым заданиям:*

**1 – Б; 2 – В; 3 – Д; 4 – Г; 5 – Г; 6 – Д; 7 – Б; 8 – Д; 9 – А; 10 – А; 11 – Б;  
12 – А; 13 – Д; 14 – Б; 15 – Г.**

*Правильные ответы к ситуационным задачам:*

1. Внутренняя выстилка кровеносных сосудов и сердца представляет собой пласт лежащих на базальной мембране вытянутых, полигональной формы эндотелиальных клеток с извилистыми границами, которые хорошо выявляются при импрегнации серебром. Эндотелиальные клетки развиваются из мезенхимы.

2. В первом препарате: приносящая артериола распадается на капилляры, образующие клубочек почечного тельца (первичная капиллярная сеть) – капилляры фенестрированного типа. Капилляры клубочка собираются в выносящую артериолу. Последняя дает начало капиллярам перитубулярной (вторичной) сети с фенестрированным эндотелием, которые переходят в венозный отдел. В капиллярах клубочка и капиллярах перитубулярной сети течет артериальная кровь.

Во втором препарате: от вокругдольковых вен и артерий печени начинаются кровеносные капилляры, они сливаются и образуют внутريدольковые синусоидные сосуды, впадающие в центральную вену.

3. Средняя оболочка артериол образована 1 – 2 слоями гладких мышечных клеток, имеющих спиралевидное направление.

4. При окраске кровеносных сосудов орсеином выявляются эластические волокна, образующие мощный эластический каркас. В артериях окончательные эластические мембраны выражены отчетливее, чем у вены.

5. В первом случае – сократительные (рабочие) кардиомиоциты. Во втором – проводящие кардиомиоциты.

6. У пациентки на фоне варикозного расширения вен наступил острый тромбофлебит подкожных вен нижних конечностей. Несвоевременные диагностика или лечение могут привести к тромбоэмболии легочной артерии.

7. На фоне атеросклеротического поражения сосудов нижних конечностей у больного наступил острый тромбоз правой бедренной артерии, с острой ишемией тканей. В связи с угрозой развития гангрены конечности необходимо выполнение экстренной ангиографии, и после определения уровня окклюзии сосуда – оперативное лечение: тромбэктомия из правой бедренной артерии.

8. На фоне ОРЗ у больной развился острый перикардит. Необходимо провести лечебно-диагностическую пункцию полости перикарда с эвакуацией экссудата из околосердечной сумки, направить его на бактериологическое исследование на микрофлору и ее чувствительность к антибиотикам. Назначить стационарное противовоспалительное лечение.

9. У больного развилось грозное осложнение тромбофлебита – тромбоэмболия ветвей легочной артерии.

### **Задания для самостоятельной работы и УИРС**

Составьте реферативный доклад на одну из следующих тем:

1. Эмбриогенез и возрастная морфология сердечно-сосудистой системы.
2. Морфология и функция сосудов микроциркуляторного русла.
3. Особенности микроскопического и ультрамикроскопического строения сосудов лимфатической системы.

## Рекомендуемая литература

### *Основная:*

1. Гистология: Учебник. 6-е издание /Под ред. Ю. И. Афанасьева, Н. А. Юриной. – М.: Медицина, 1999.
2. Гистология человека в мультимедиа: учебник / Данилов Р. К., Клишов А. А., Боровая Т. Г. СПб. 2004.
3. Атлас по гистологии, цитологии и эмбриологии / С. Л. Кузнецов, Н. Н. Мушкамбаров, В. Л. Горячкина. – М.: МИА. 2002.
4. Каюмов Ф. А. Атлас по гистологии. Уфа. 2012. 208 с.
5. Лабораторные занятия по курсу гистологии, цитологии и эмбриологии / Под ред. Ю. И. Афанасьева, А. Н. Яцковского – М.: Мед. – 2004.
6. Жункейра Л. К., Карнейро Ж. Гистология. Учебное пособие. Атлас. Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа». Москва – 2009.
7. Wennemuth G. Taschenatlas Histologie. Urban & Fischer. München - 2012.

### *Дополнительная:*

1. Атлас микроскопического и ультрамикроскопического строения клеток, тканей и органов: учебное пособие / В. Г. Елисеев и др. – М.: Медицина. 2004.
2. Гистология (введение в патологию) / Под ред. Улумбекова Э. Г., Чельшева Ю. А. – М.: ГЭОТАР. – 1997.
3. Руководство по гистологии. В 2-х т. Т. 1. Общая гистология (учение о тканях) / Под ред. Р. К. Данилова и В. Л. Быкова – СПб.: СпецЛит. 2001 – 495 с.
4. Руководство по гистологии. В 2-х т. Т. 2. Частная гистология / Под ред. Р. К. Данилова и В. Л. Быкова. – СПб.: СпецЛит. 2001. – 735 с.

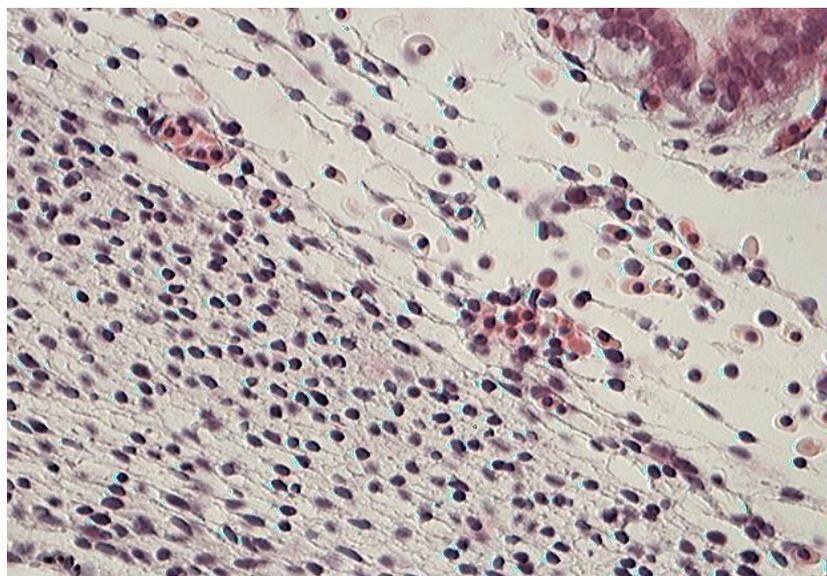
### **Литература, использованная при подготовке учебного пособия:**

1. Быков В.Л. Цитология и общая гистология. Сотис. Санкт-Петербург. - 1999. - 396 с.
2. Быков В.Л. Частная гистология человека. Сотис. Санкт-Петербург. 1999. - 300 с.
3. Бойчук Н.В., Исламов Р.Р., Кузнецов С.Л., Чельшев Ю.А. Гистология. Атлас для практических занятий. Изд. «ГЭОТАР-медиа». 2008. - 158 с.
4. Бойчук Н. В., Исламов Р. Р., Чельшев Ю. А. Тезисы лекций по гистологии, цитологии и эмбриологии. Казань. - 2011. - 145 с.
5. Гистология. Под ред. Афанасьева Ю.И., Юриной Н.А. М. «Медицина». 1999. - 744 с.
6. Данилов Р.К., Клишов А.А., Боровая Т.Г. Гистология. СПб. 2004. - 362 с.

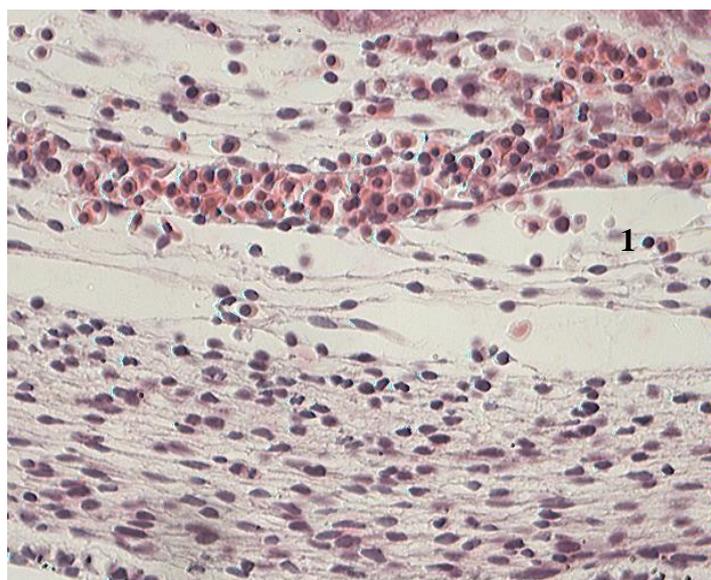
## Приложения (микрофотографии и рисунки)

### *Микрофотографии с 1 по 15*

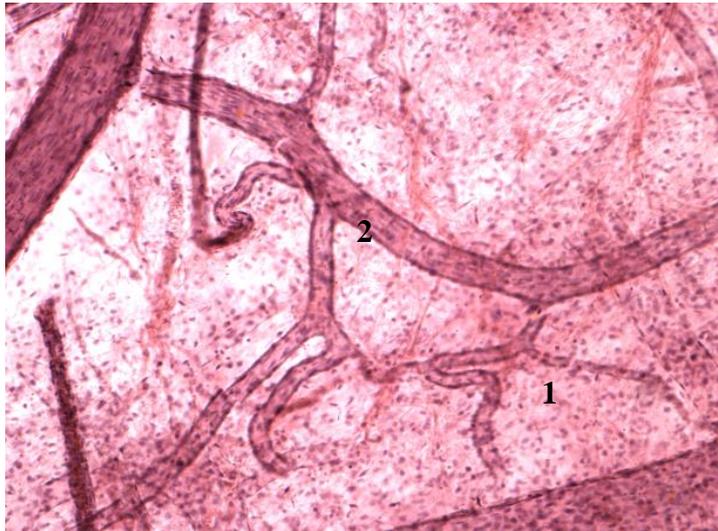
*выполнены д. м. н., профессором Каюмовым Ф. А.*



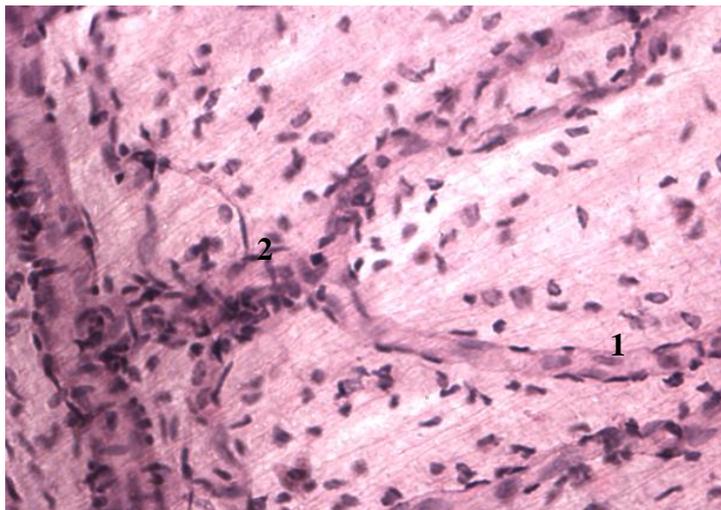
**Рис. 1. Формирование первых кровеносных сосудов и форменных элементов крови зародыша 7 недель развития. Окраска Г+Э. Микрофотография. Увеличение большое.**



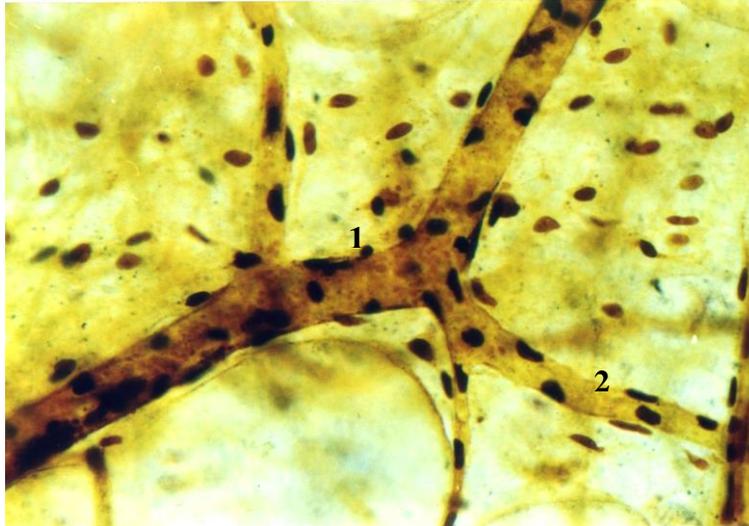
**Рис. 2. Развитие кровеносных сосудов и клеток крови из мезенхимы зародыша 8 недель – 1. Окраска Г+Э. Микрофотография. Увеличение большое.**



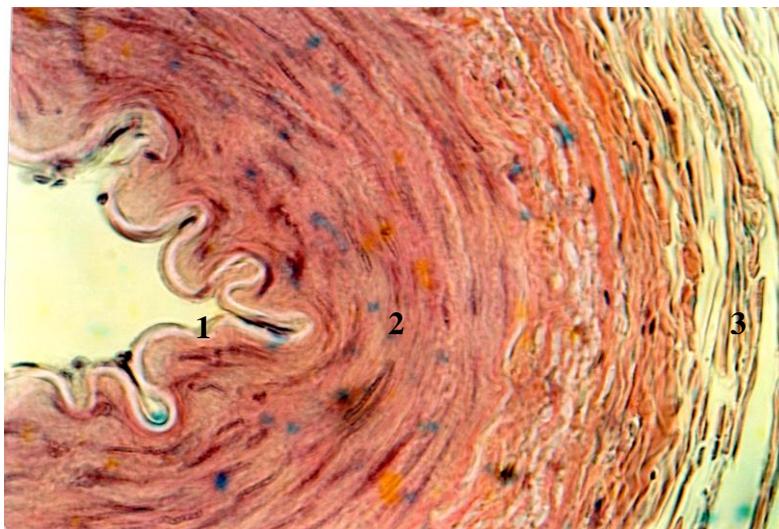
**Рис. 3. Рыхлая соединительная ткань: капилляры – 1, артериолы – 2.**  
Окраска Г+Э. Микрофотография. Увеличение большое.



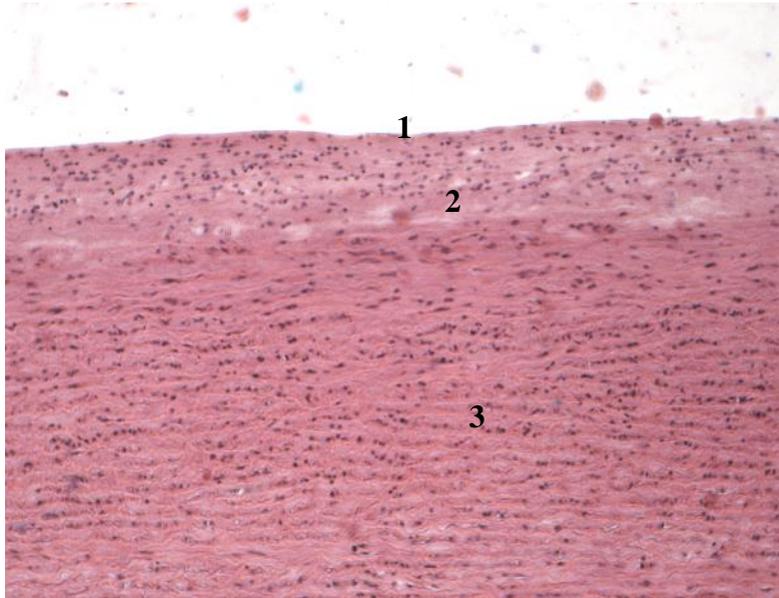
**Рис. 4. Рыхлая соединительная ткань: капилляры – 1, артериолы - 2.**  
Окраска Г+Э. Микрофотография. Увеличение большое.



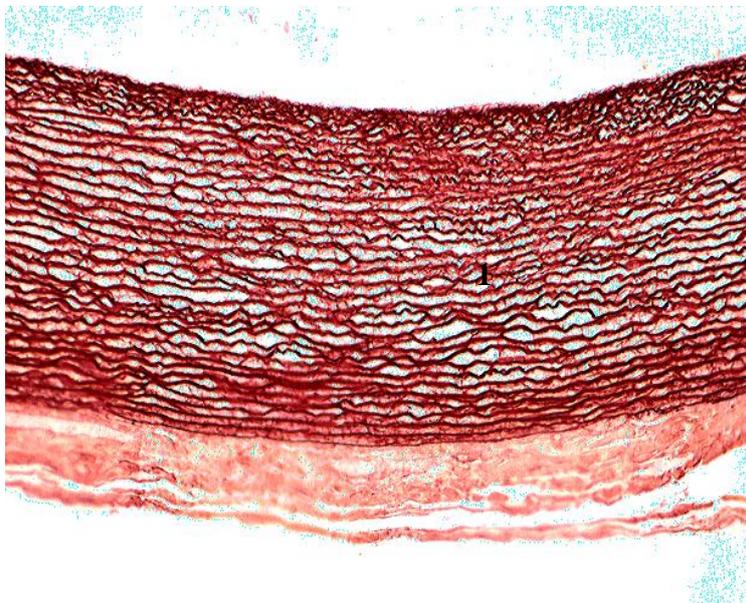
**Рис. 5. Тотальный препарат брюшины: артериолы - 1 и капилляры - 2. Импрегнация азотнокислым серебром. Микрофотография. Увеличение среднее.**



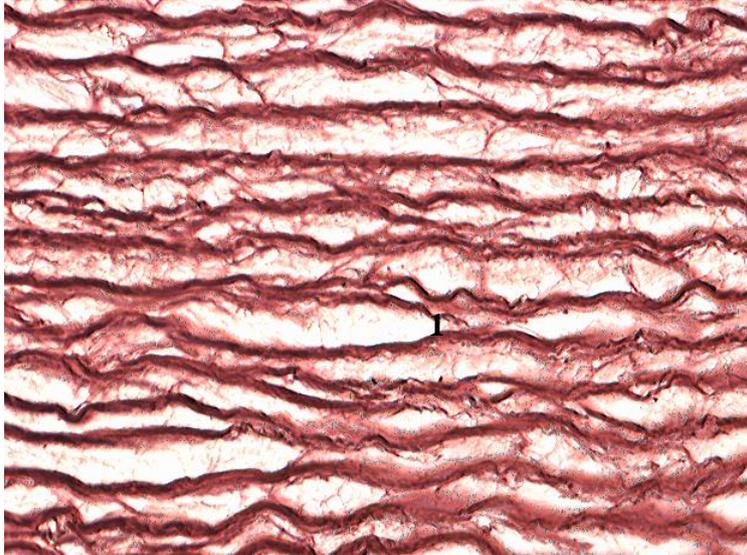
**Рис. 6. Поперечный срез части артерии мышечного типа: внутренняя оболочка с эндотелиоцитами и внутренней эластической мембраной - 1, средняя мышечная оболочка с миоцитами и эластическими волокнами - 2 и наружная оболочка (адвентиция) образована наружной эластической мембраной и рыхлой соединительной тканью - 3. Окраска Г+Э. Микрофотография. Увеличение среднее.**



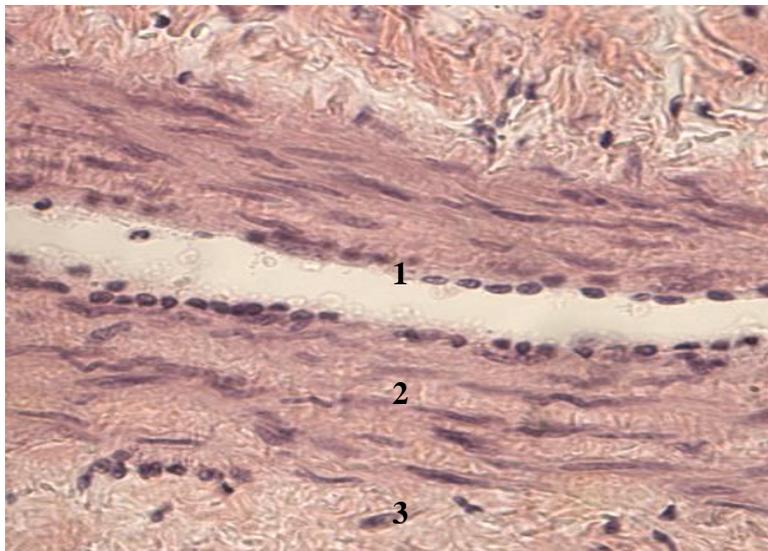
**Рис. 7. Артерия эластического типа (аорта): эндотелий - 1, подэндотелиальный слой - 2, средняя оболочка - 3. Окраска Г+Э. Микрофотография. Увеличение среднее.**



**Рис. 8. Артерия эластического типа (аорта): эластические волокна - 1. Окраска орсеином. Микрофотография. Увеличение среднее.**



**Рис. 9. Артерия эластического типа (аорта): окончатые эластические мембраны - 1. Окраска орсеином. Микрофотография. Увеличение большое.**



**Рис. 10. Вена мышечного типа: эндотелий – 1, миоциты мышечной оболочки – 2, наружная соединительнотканная оболочка – 3. Окраска Г+Э. Микрофотография. Увеличение большое.**

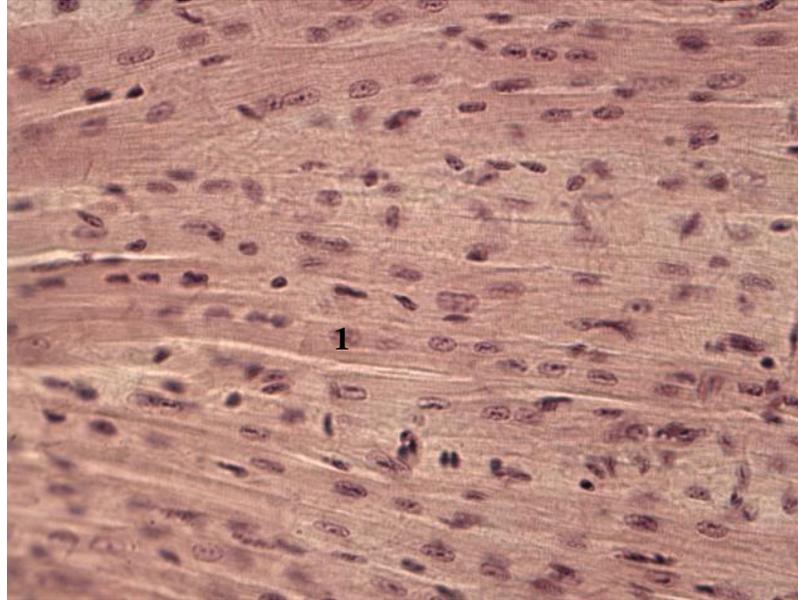


Рис. 11. Сердце: кардиомиоциты - 1. Окраска Г+Э. Микрофотография. Увеличение большое.

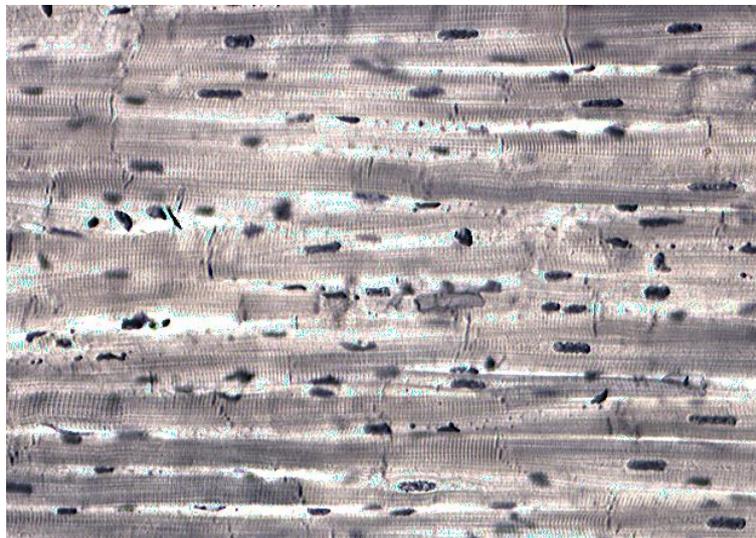


Рис. 12. Сердечная мышечная ткань - продольный разрез кардиомиоцитов и вставочные пластинки. Окраска железным гематоксилином. Микрофотография. Увеличение большое.

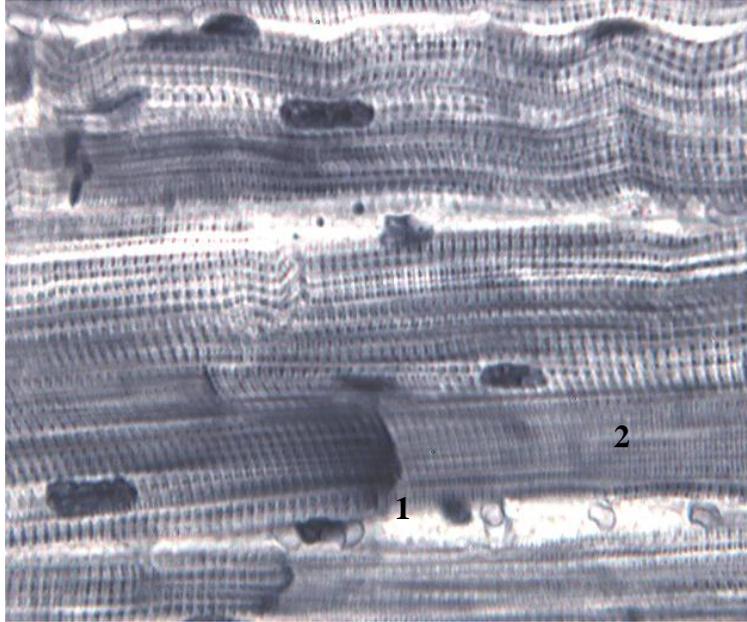


Рис. 13. Сердечная мышечная ткань - продольный разрез кардиомиоцитов: ядро кардиомиоцита – 1, вставочные пластинки - 2. Окраска железным гематоксилином. Микрофотография. Увеличение иммерсионное.

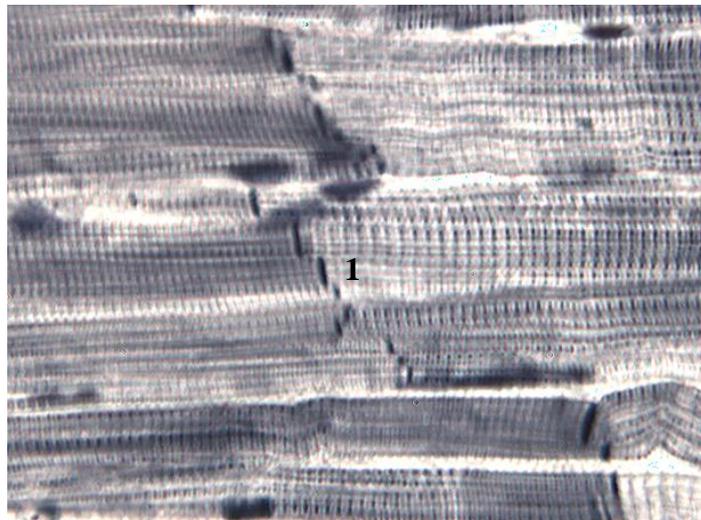


Рис. 14. Сердечная мышечная ткань - продольный разрез кардиомиоцитов и вставочные пластинки - 1. Окраска железным гематоксилином. Микрофотография. Увеличение иммерсионное.

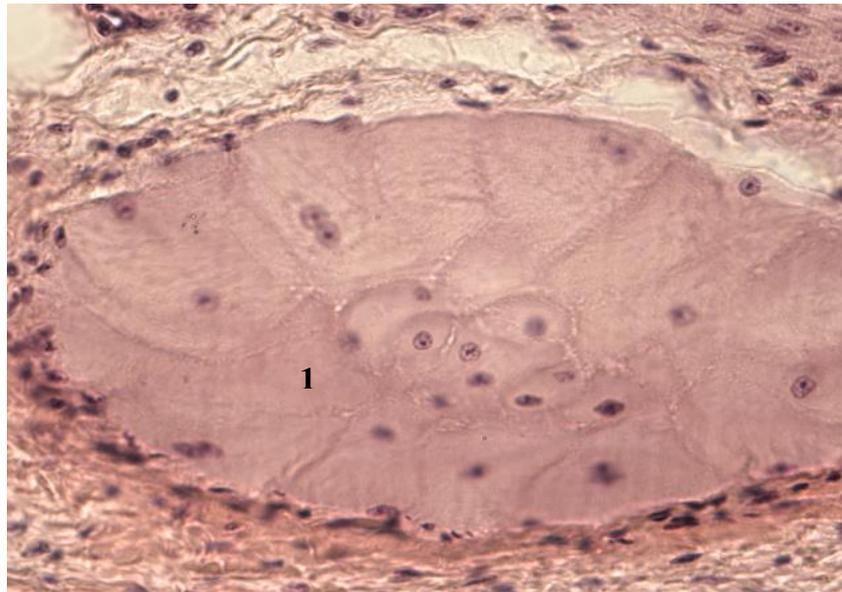


Рис. 15. Проводящая система сердца (волокна Пуркинье) – 1. Окраска Г+Э. Микрофотография. Увеличение большое.

*Микрофотографии и рисунки с 16 по 37 из Жункейра Л. К., Карнейро Ж., Гистология, 2009*



Рис. 16. **Мелкие кровеносные сосуды.** Эти сосуды (артериолы и вены) относятся к микроциркуляторному руслу и окружены соединительнотканными компонентами. Треугольники указывают на фибробласты. Окраска Г+Э. Увеличение среднее.

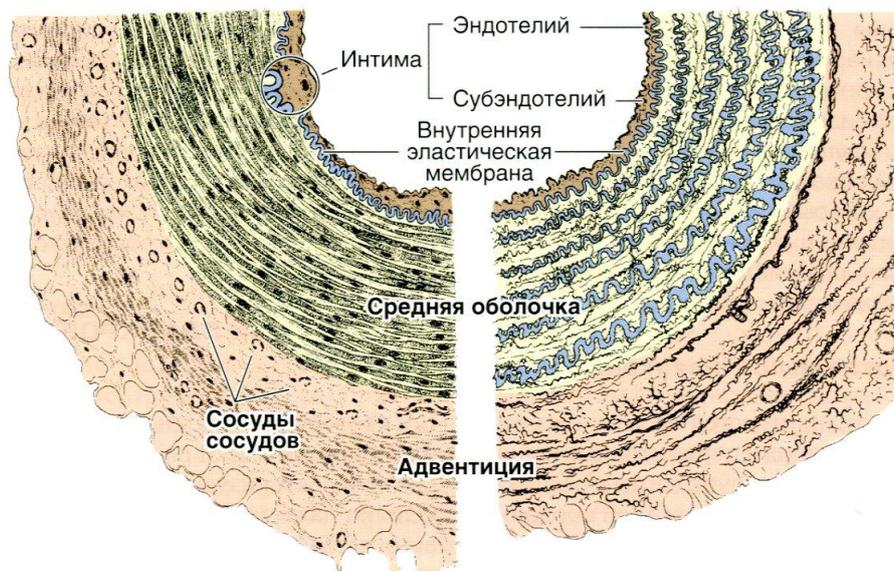


Рис. 17. **Мышечная артерия** (слева) при окраске Г+Э **эластическая артерия** (справа), окраска методом Вейгерта (рисунки). Средняя оболочка мышечной артерии содержит преимущественно гладкую мышечную ткань, тогда как средняя оболочка эластической артерии образована слоями гладких мышечных клеток, чередующимися с эластическими мембранами. В адвентиции и наружной части средней оболочки имеются мелкие кровеносные сосуды (*vasa vasorum*), а также эластические и коллагеновые волокна.

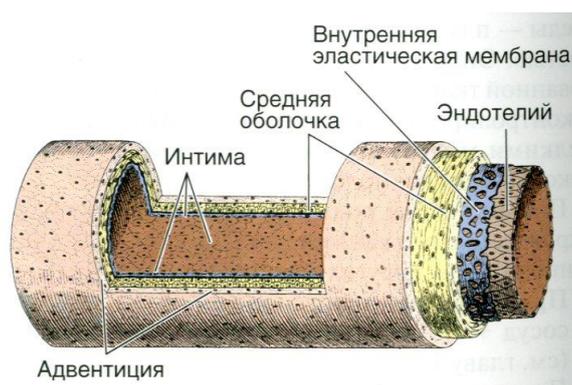


Рис. 18. **Мышечная артерия средних размеров** (рисунок). На обычных гистологических препаратах слои выглядят толще, чем показано на рисунке, который, однако, отражает действительную прижизненную архитектуру сосуда. В момент наступления смерти артерия сильно сокращается, в результате чего ее просвет уменьшается, внутренняя эластическая мембрана становится волнообразной, а мышечная оболочка утолщается.

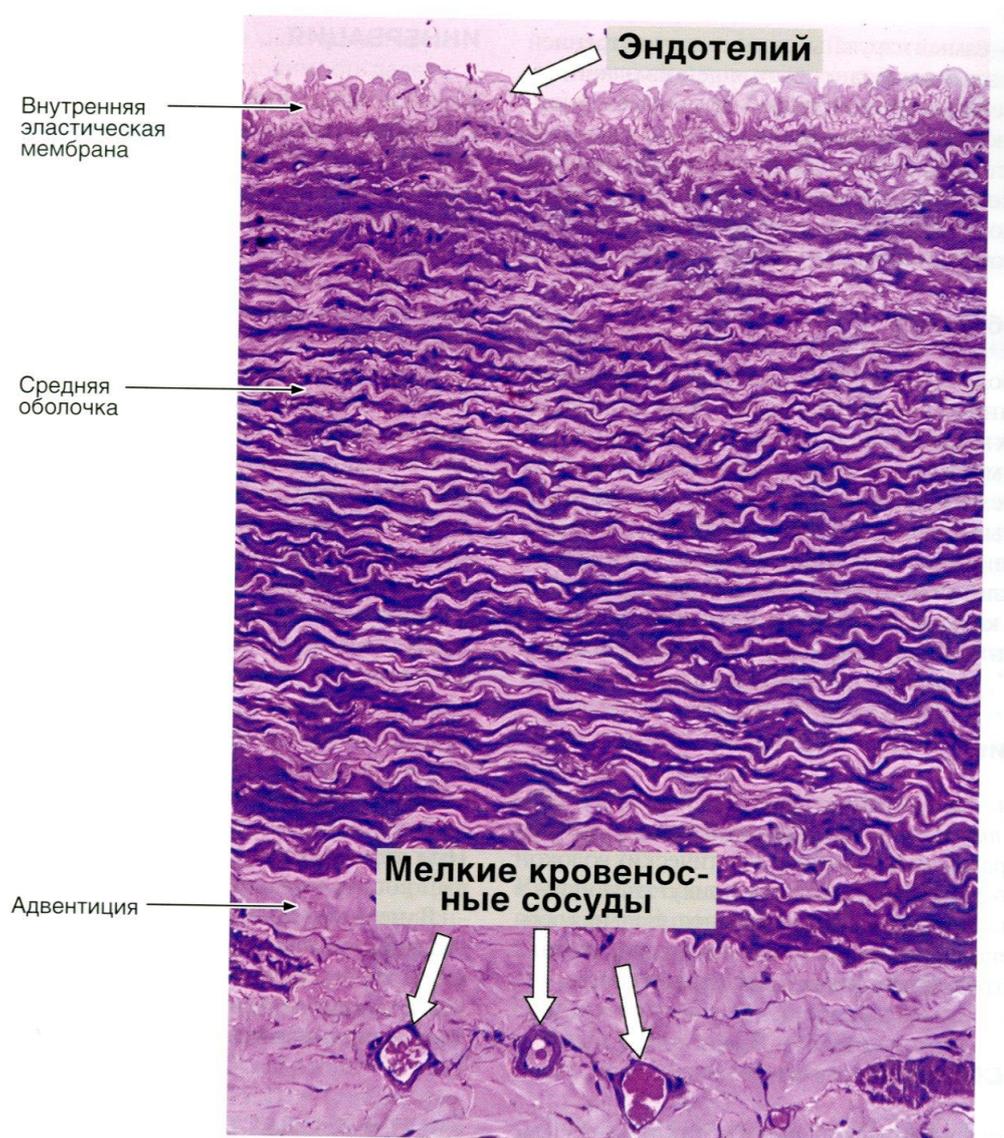
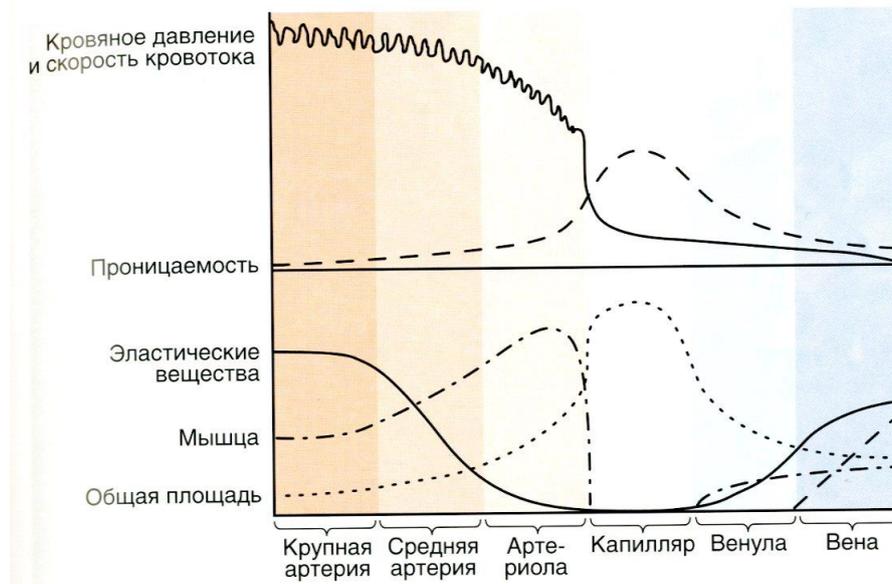


Рис. 19. **Крупная эластическая артерия** (поперечный срез). Средняя оболочка хорошо развита, она содержит многочисленные эластические мембраны. Окраска: парарозанилин-толуидиновый синий. Увеличение среднее.



**Рис. 20. Связь между характеристиками кровообращения (слева) и структурой кровеносных сосудов (внизу).** Артериальное кровяное давление и скорость кровотока снижаются и становятся более постоянными по мере удаления от сердца. Это снижение совпадает с уменьшением числа эластических волокон и увеличением количества гладких мышечных клеток в артериях. График иллюстрирует постепенные изменения в структуре сосудов и их биофизических свойств.

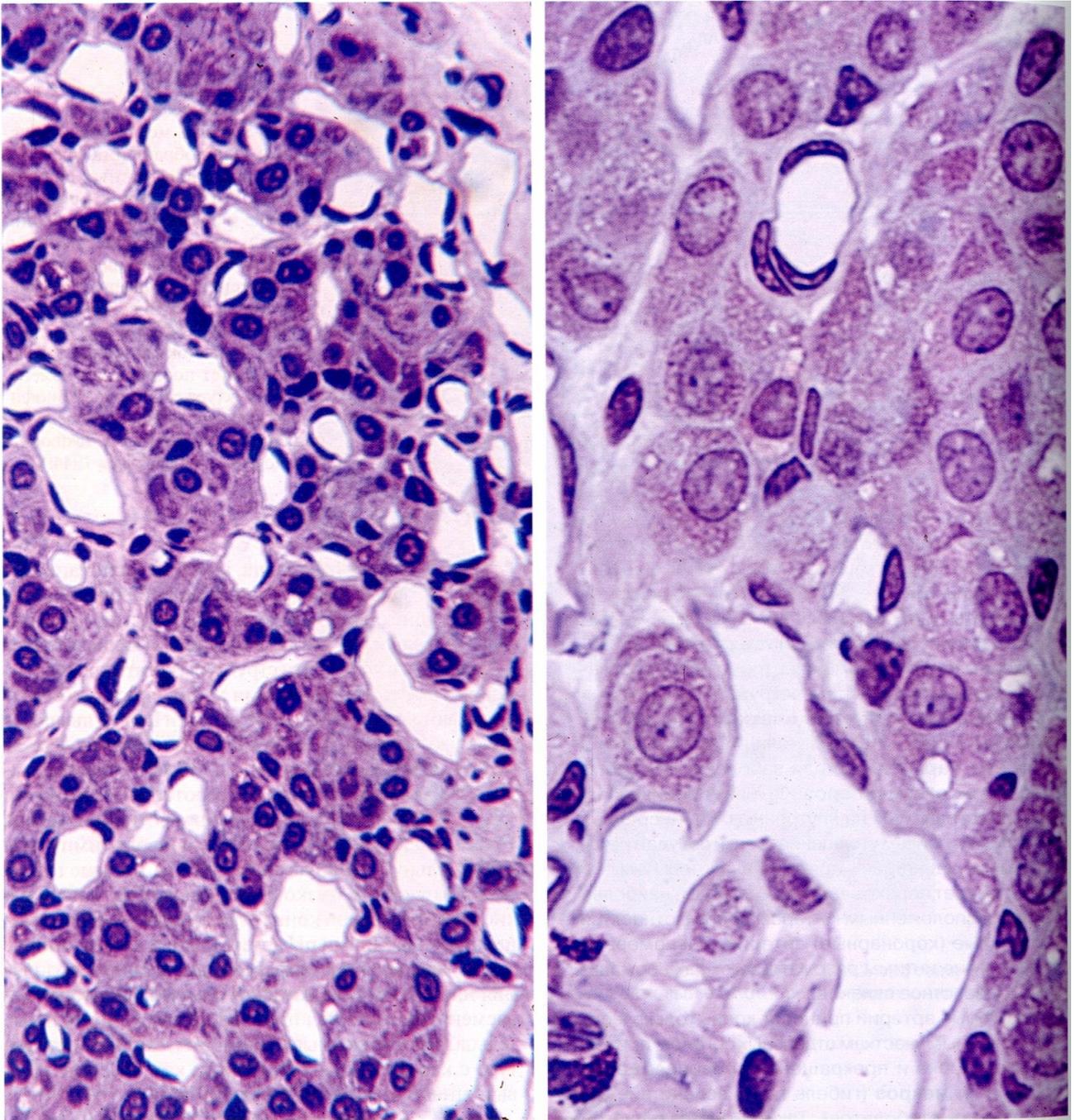


Рис. 21. **Каротидное тельце.** Оно представляет собой сильно васкуляризованную структуру, чувствительную к гипоксии. В его главных клетках находятся гранулы с плотным центром, содержащие катехоламины; главные клетки окружены поддерживающими клетками типа глиальных. Окраска: парарозанилин-толуидиновый синий. А – малое увеличение, Б – увеличение большое.



Рис. 22. Участок мышечной артерии (среднего калибра) на поперечном срезе. В адвентиции видны мелкие кровеносные сосуды (vasa vasorum).



Рис. 23. Артериола и сопровождающая ее венула в миометрии мышцы (поперечный срез). Обратите внимание на удлиненное крупное ядро (треугольник) перицита окружающего стенку венулы. Окраска: толуидиновый синий. Увеличение большое.

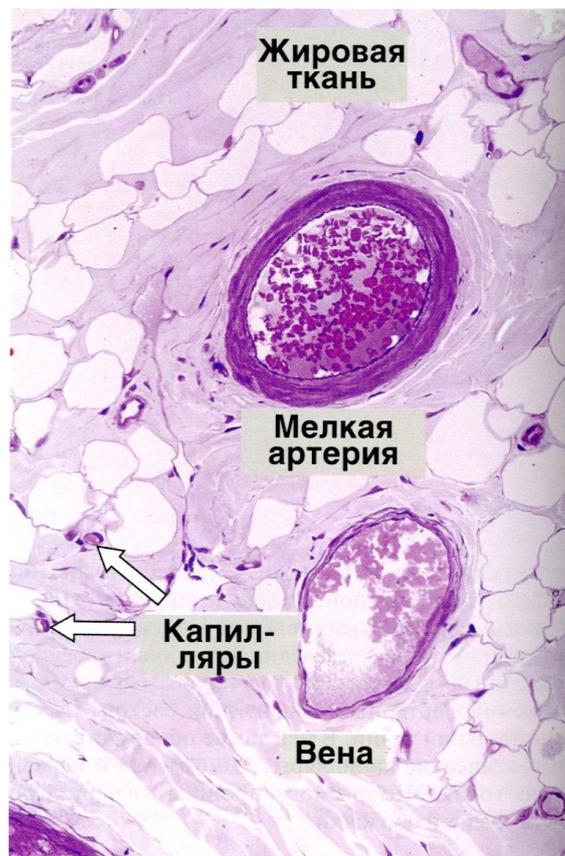


Рис. 24. Мелкая артерия и сопровождающая ее мышечная вена (поперечный срез). Артерия расширена и, против обыкновения, заполнена кровью. В таком состоянии внутренняя эластическая мембрана неразличима. В окружающей соединительной ткани можно видеть много других мелких артериальных ветвей и капилляров. Окраска: парарозанилин-толуидиновый синий. Увеличение среднее.

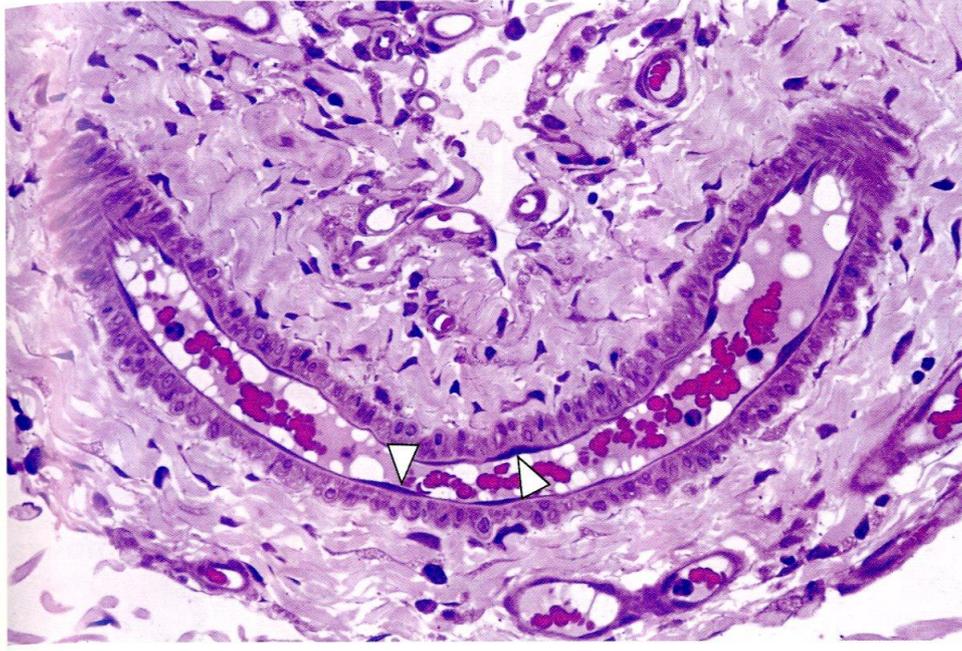


Рис. 25. **Мелкая артерия брыжейки** (косой срез). Обратите внимание на поперечные сечения гладких мышечных клеток в средней оболочке и слой эндотелия, выстилающего просвет сосуда (треугольники). Окраска: парарозанилин-толуидиновый синий. Увеличение среднее.

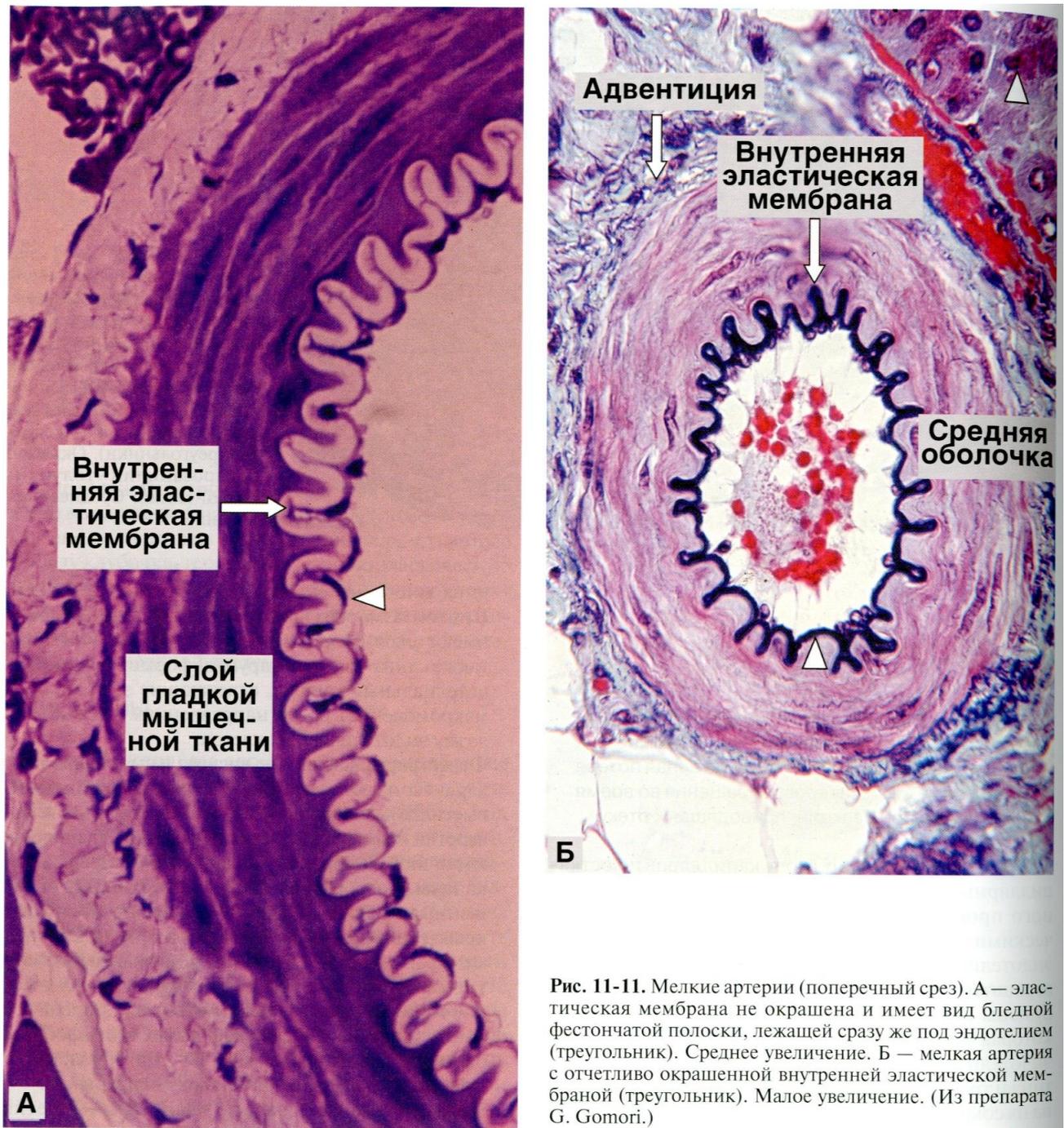


Рис. 11-11. Мелкие артерии (поперечный срез). А — эластическая мембрана не окрашена и имеет вид бледной фестончатой полосы, лежащей сразу же под эндотелием (треугольник). Среднее увеличение. Б — мелкая артерия с отчетливо окрашенной внутренней эластической мембраной (треугольник). Малое увеличение. (Из препарата G. Gomori.)

Рис. 26. Мелкие артерии (поперечный срез).

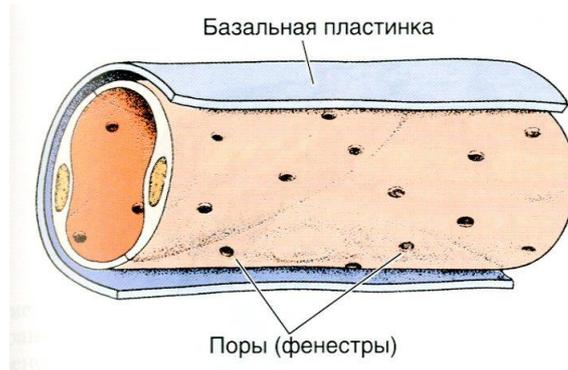


Рис. 27. **Фенестрированный капилляр** (трехмерная структура). На поперечном срезе видно, что в представленном случае стенка капилляра образована двумя эндотелиальными клетками. Обратите внимание на базальную пластинку, окружающую эндотелиальные клетки.

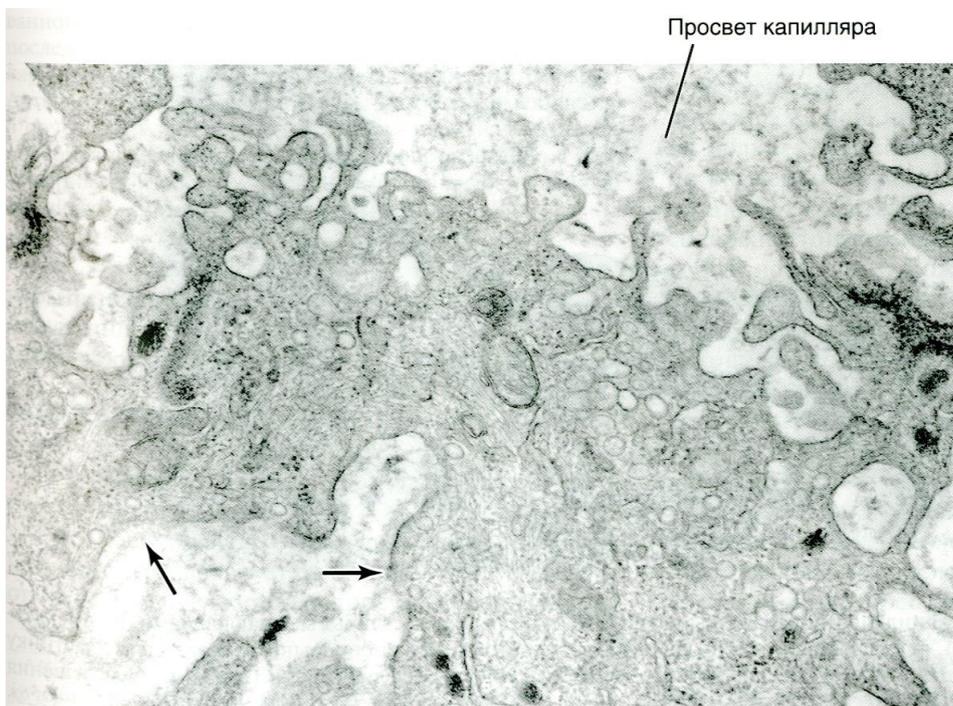


Рис. 28. **Непрерывный капилляр**. Обратите внимание на его неровную внутреннюю поверхность, крупные и мелкие пиноцитозные пузырьки и многочисленные микрофиламенты в цитоплазме. Стрелки указывают на базальную пластинку. Электронная микрофотография. Увеличение среднее.



Рис. 29. **Фенестрированный капилляр на продольном срезе** (схематический рисунок). Показана гидрофильная транспортная система, представленная пиноцитозными пузырьками (1) и фенестрами (2). Обратите внимание, что фенестры закрыты диафрагмами (стрелки), химический состав которых все еще неизвестен. Я-ядро; БМ – базальная мембрана.

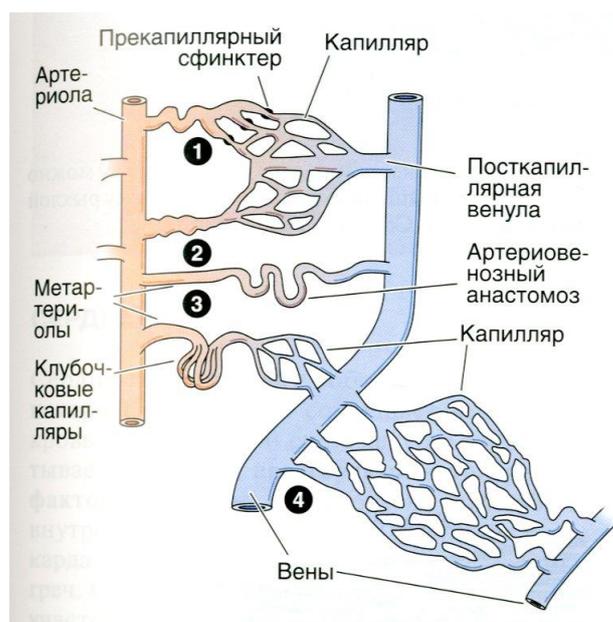


Рис. 30. **Типы микроциркуляторного русла, образованного мелкими кровеносными сосудами.** (1) Обычная последовательность: артериола — капилляр — венула и вена. (2) Артериальный анастомоз. (3) Артериальная воротная система, подобная имеющейся в почечном клубочке. (4) Венозная воротная система, подобная имеющейся в печени.

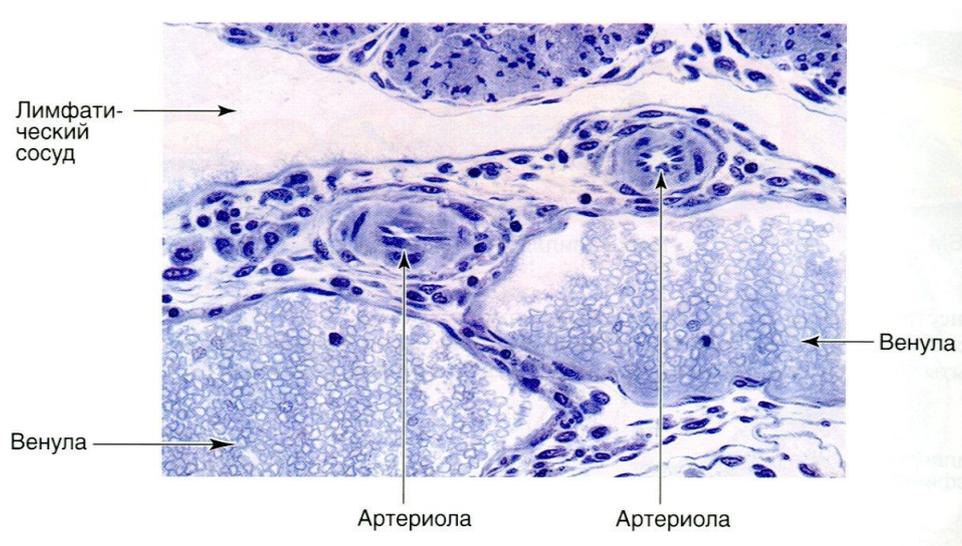


Рис. 31. **Венулы и мелкие артериолы** (поперечный срез). Стенки артериол тоньше, чем стенки венул. Сверху можно видеть лимфатический сосуд. Обратите внимание на поперечные срезы гладких мышечных клеток и прослойку рыхлой соединительной ткани, которая окружает сосуд. Окраска: толуидиновый синий. Увеличение среднее.

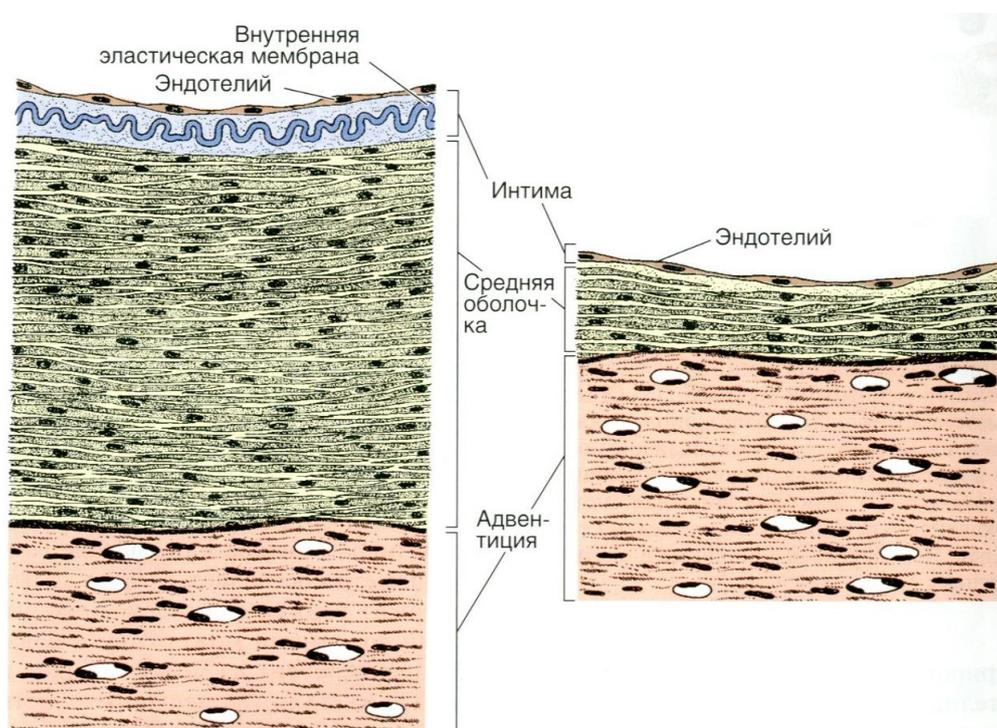


Рис. 32. **Артерия мышечного типа (слева) и сопровождающая ее вена (справа)** (схематический рисунок). Сравните структуру сосудов, обратите внимание, что внутренняя и средняя оболочки сильно развиты в артериях, но не в вене.

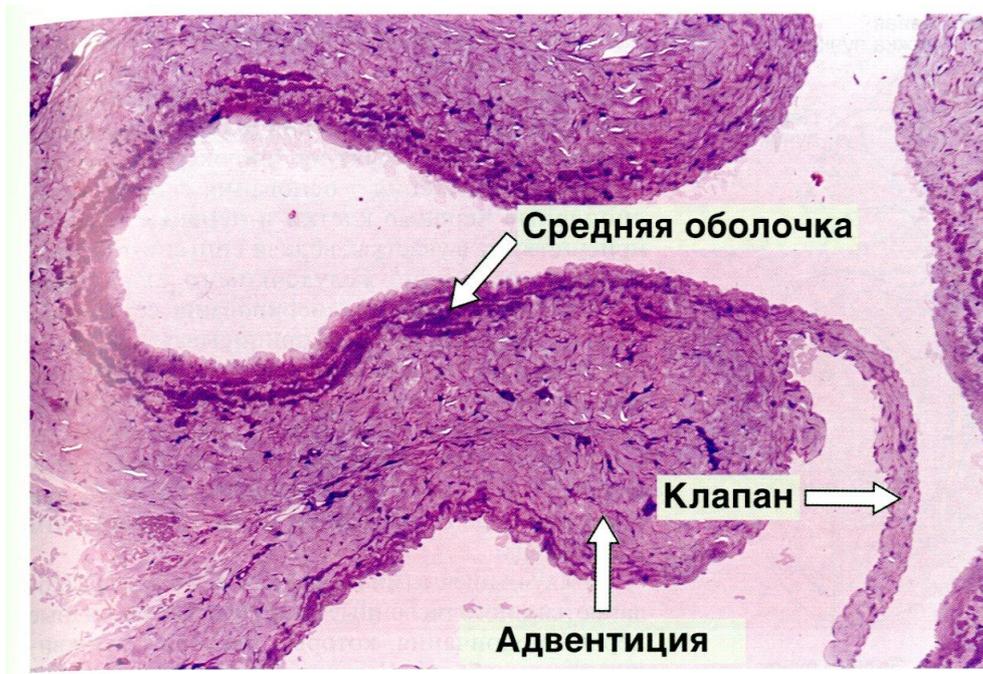


Рис. 33. Участок крупной вены. В вене средняя оболочка очень гладкая, что контрастирует с толстой адвентицией, состоящей из плотной соединительной ткани. Обратите внимание на наличие клапана. Окраска: парарозанилин-толуидиновый синий.

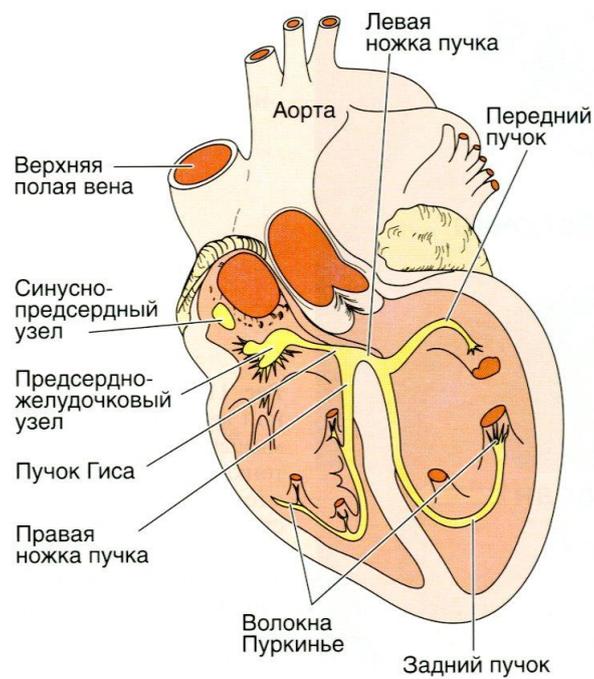


Рис. 34. Генерирующая и проводящая импульсы система сердца (схема).

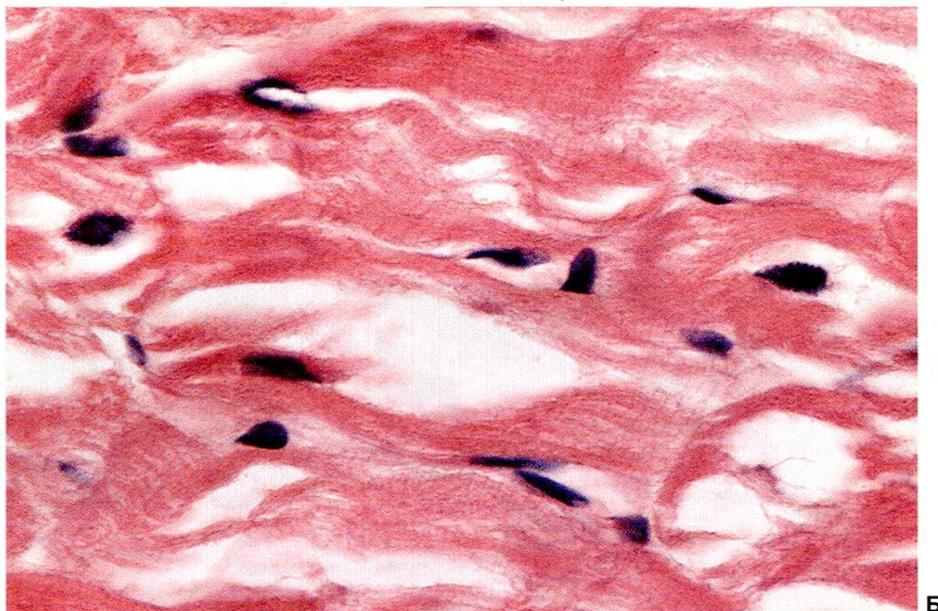
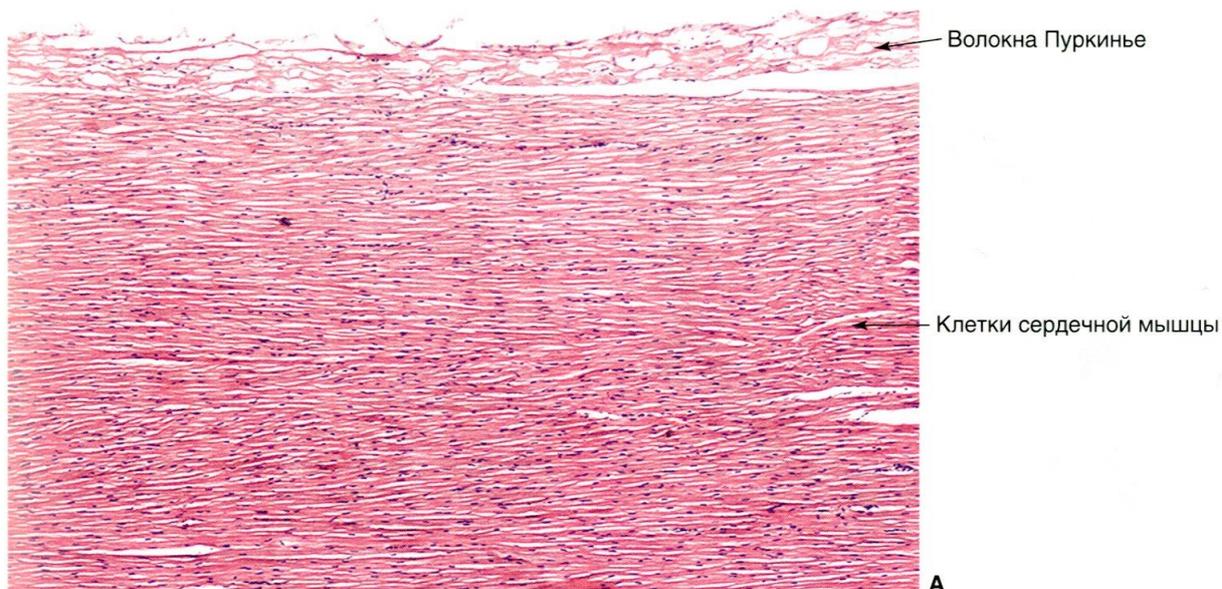


Рис. 35. **А** – волокна Пуркинье системы, проводящей импульсы. **Б** – большое увеличение, при котором видны детали клеток, образующих волокна Пуркинье. Они характеризуются сниженным содержанием миофибрилл, которые располагаются преимущественно по периферии мышечных клеток. Светлая зона вокруг ядер клеток проводящей системы обусловлена локальным скоплением гликогена. Окраска: гематоксилин-эозин.

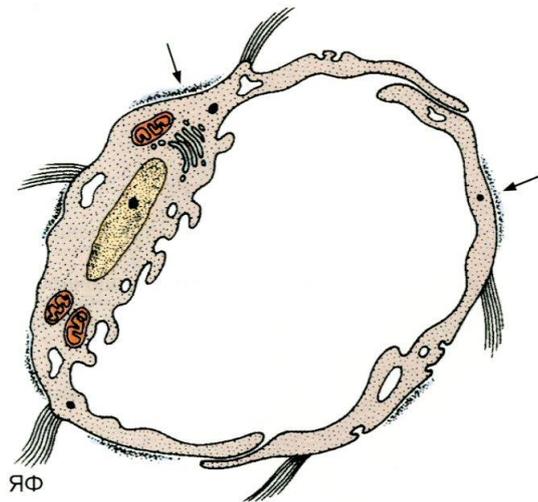


Рис. 36. Ультраструктура лимфатического капилляра. Обратите внимание на перекрывающиеся свободные границы эндотелиальных клеток, прерывистую базальную пластинку (стрелки) и прикрепление якорных фибрилл (ЯФ).

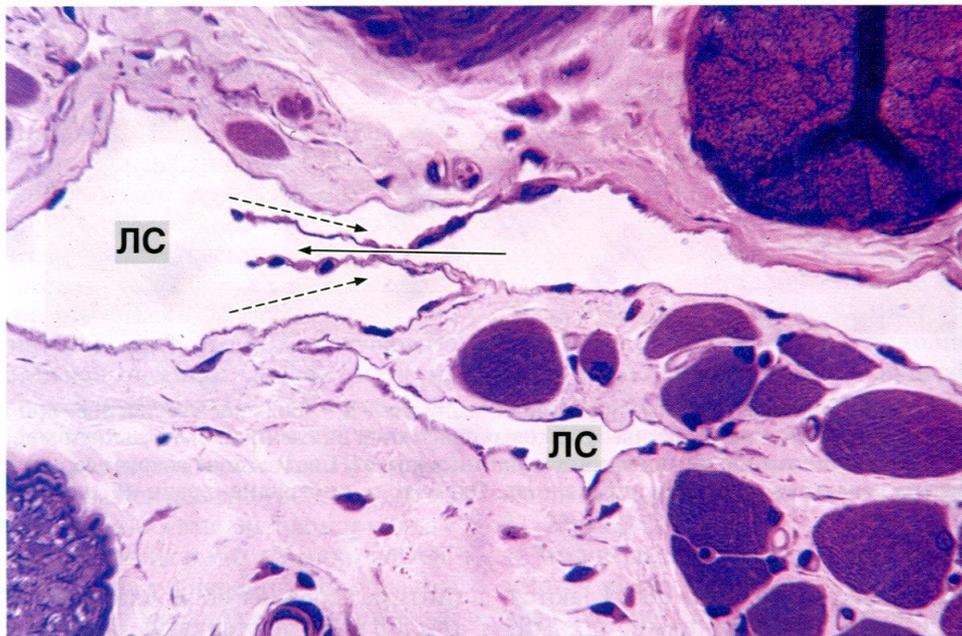


Рис. 37. Два лимфатических сосуда (ЛС). Сосуд сверху срезан продольно и содержит клапан – структуру, ответственную за однонаправленный ток лимфы. Сплошная стрелка указывает направление тока лимфы, а пунктирные стрелки демонстрируют, как клапаны препятствуют обратному току лимфы. Мелкий сосуд снизу имеет очень тонкую стенку. Окраска: парарозанилин-толуидиновый синий. Увеличение среднее.

Каюмов Фарит Амирьянович  
Нартайлаков Мажит Ахметович

**Сердечно-сосудистая система.  
Ее значение в хирургической практике**

Учебное пособие для студентов

Лицензия № 0177 от 10.06.96 г.  
Подписано к печати 12.07.2013 г.  
Отпечатано на ризографе с готового оригинал-макета,  
представленного авторами.  
Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Усл.-печ. л. 4,01.  
Тираж 700 экз. Заказ № 45

450000, г. Уфа, ул. Ленина, 3,  
Тел.: (347) 272-86-31  
ГБОУ ВПО БГМУ Минздрава России