

Тема 2: «Сердечно - сосудистая система»

Органный состав сердечно-сосудистой системы

Сердце

1. Предсердия
(правое и левое)
2. Желудочки
(правый : **Левый**)

Кровеносные сосуды

1. Артерии
2. Сосуды
микроциркуляторного
русла (МЦР)
3. Вены

Лимфатические сосуды

1. Лимфатические капилляры
2. Выносящие (интра- и
экстраорганные сосуды)
3. Главные лимфатические
протоки

Мезенхима → эндотелий, РБС 1, гладкие миоциты, жировая ткань

■ Нейроэктодерма → ганглиозная пластинка → нервные волокна и окончания

Этапы эмбрионального развития (эмбриональный ангиогенез):

1. Формирование кровяных (ангиогенных) островков из мезенхимы (первые кровеносные сосуды появляются на 2-3 неделе эмбрионального развития в стенке желточного мешка и хориона)

2. Первичная дифференцировка мезенхимы в СКК и эндотелиоциты

Формирование эндотелиальных трубок (первичных сосудов) - мезенхимные клетки, находящиеся на периферии кровяных островков, теряют связь с центральными клетками, уплощаются и превращаются в эндотелиальные клетки первичных кровеносных сосудов. Центральные клетки кровяного островка дифференцируются в стволовые клетки крови (СКК).

3. Дифференцировка окружающей мезенхимы в гладкие миоциты, перициты, адвентициальные клетки, фибробласты

4. Формирование оболочек сосудистой стенки

Морфологическая классификация	Тканевой и структурный состав оболочек
<p>Артерии эластического типа (сосуды крупного калибра)</p>	<p>1. Внутренняя оболочка - эндотелий - подэндотелиальный слой (РВСТ, отдельные гладкие миоциты, миофибробласты) - сплетение эластических волокон</p> <p>2. Средняя оболочка - окончатые эластические мембраны (40-50) - коллагеновые и эластические волокна, основное аморфное вещество - гладкие миоциты (немного) - кровеносные сосуды</p> <p>3. Наружная оболочка РВСТ, сосуды, нервные сплетения</p>
<p>Артерии мышечного типа (сосуды среднего и малого калибра)</p>	<p>1. Внутренняя оболочка - эндотелий - подэндотелиальный слой (РВСТ, отдельные гладкие миоциты, миофибробласты) - внутренняя эластическая мембрана</p> <p>2. Средняя оболочка - гладкая мышечная ткань - РВСТ и сосуды - наружная эластическая мембрана</p> <p>3. Наружная оболочка РВСТ, сосуды, нервные сплетения</p>
<p>Артерии мышечно-эластического типа (занимают промежуточное положение между эластическими и мышечными</p>	<p>Структурная организация смешанного типа, т. е. имеют признаки артерий эластического и мышечного типа</p>

Общий план строения стенки артерий и вен:

- 1) внутренняя (*tunica interna*),
- 2) средняя (*tunica media*) и
- 3) наружная (*tunica externa*).

Толщина и тканевой состав оболочек различаются в сосудах разных типов.

Внутренняя оболочка всех сосудов выстлана **эндотелием**.

Источник эмбрионального развития эндотелия- мезенхима.

Локализация

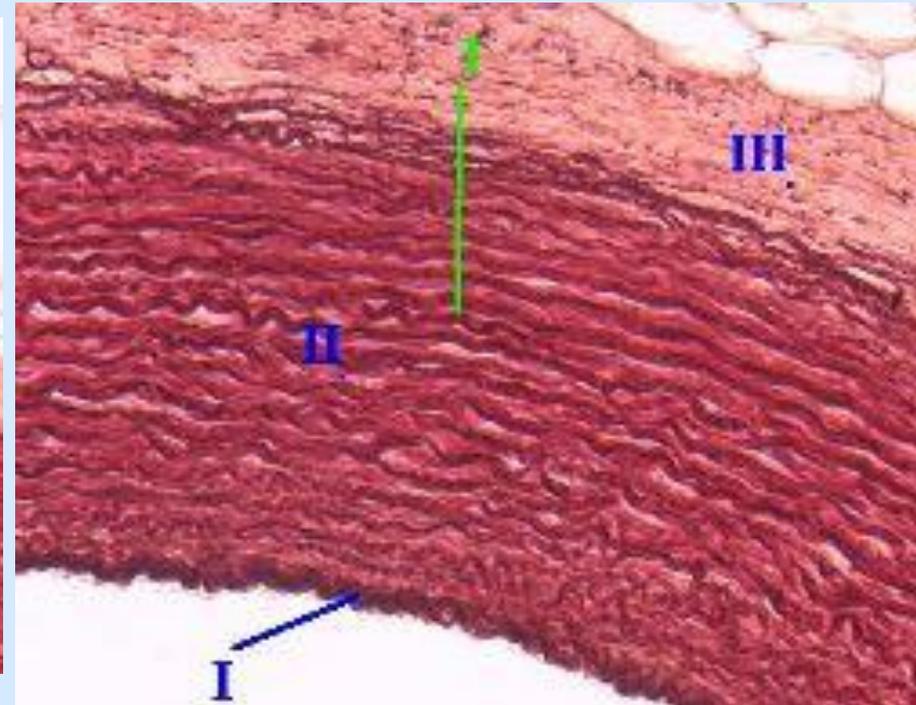
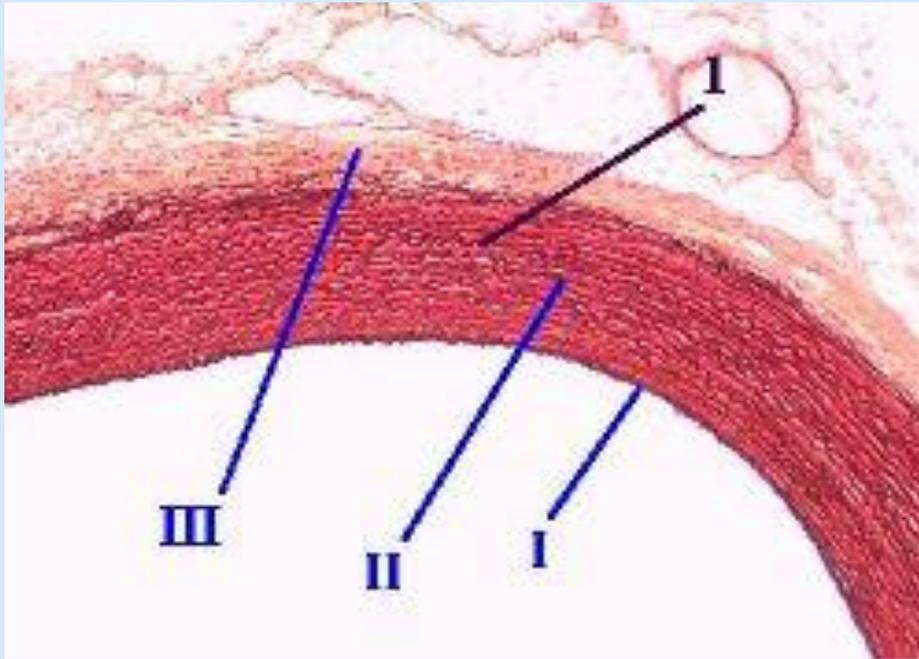
- внутренняя

выстилка: - эндокарда сердца

- кровеносных и лимфатических сосудов

- синусов твердой мозговой оболочки

Артерия эластического типа: аорта. Окраска орсеином. (аорта, лёгочный ствол).

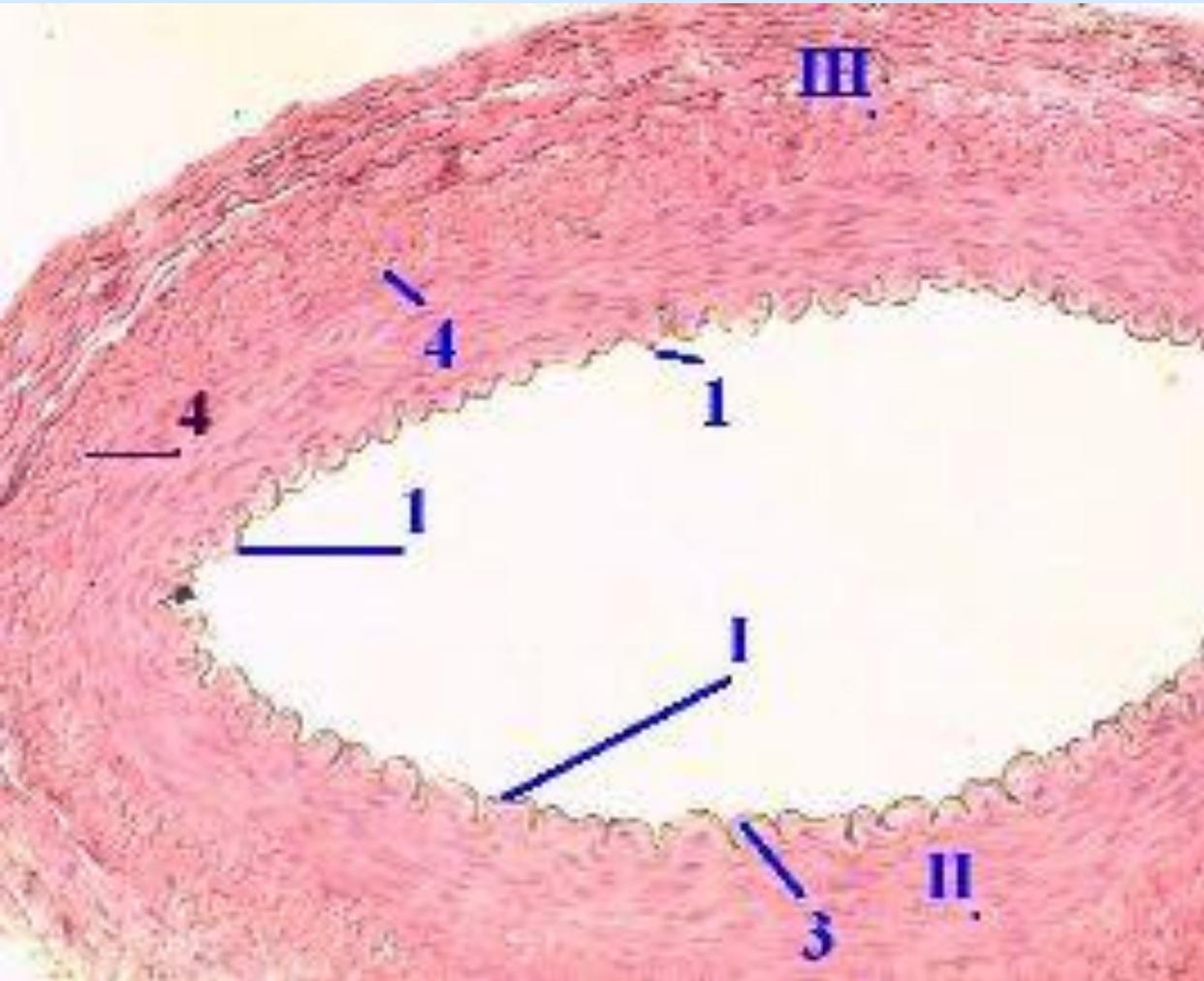


I - Внутренняя оболочка

II - Средняя оболочка

III - Наружная оболочка

- Артерия мышечного типа (бедренная артерия).
Окраска гематоксилин-эозином.



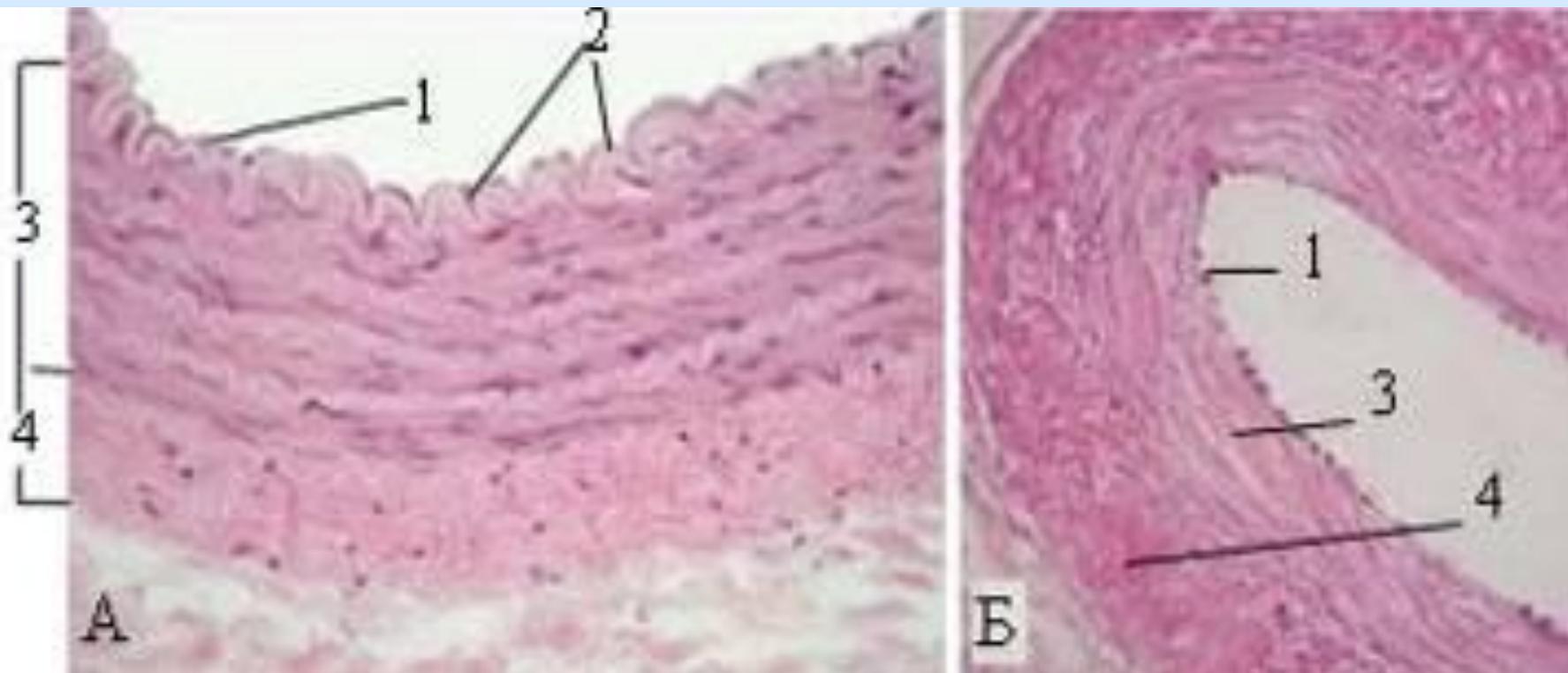


Рис. 2.6. Артерия мышечного типа (А) и вена со средним развитием мышечных элементов (Б)

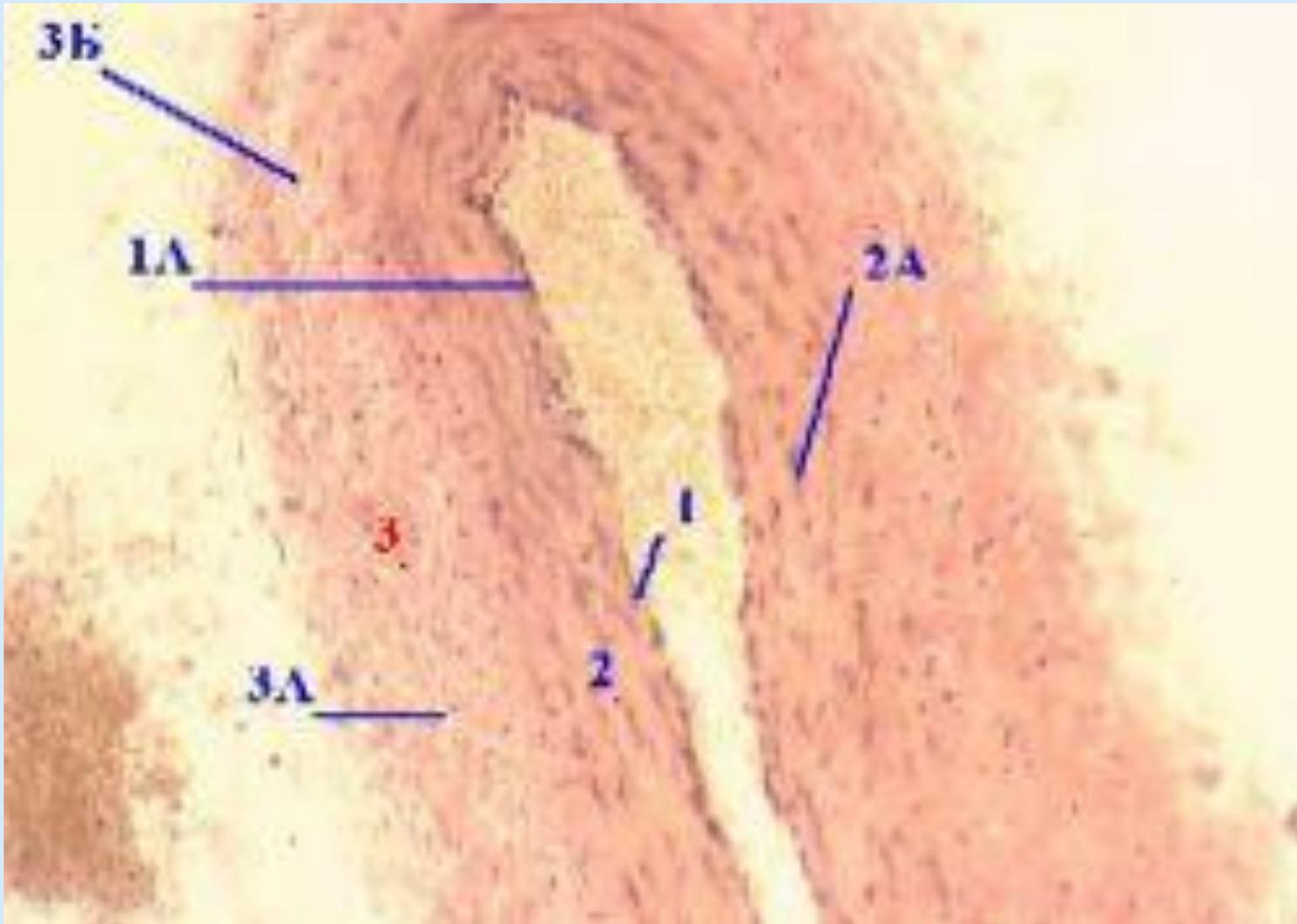
1 –эндотелиальный слой, 2 - внутренняя эластическая мембрана, 3 - средняя оболочка, 4 - наружная оболочка - адвентиция

Сократительная морфологическая характеристика артерий и вен мышечного типа».

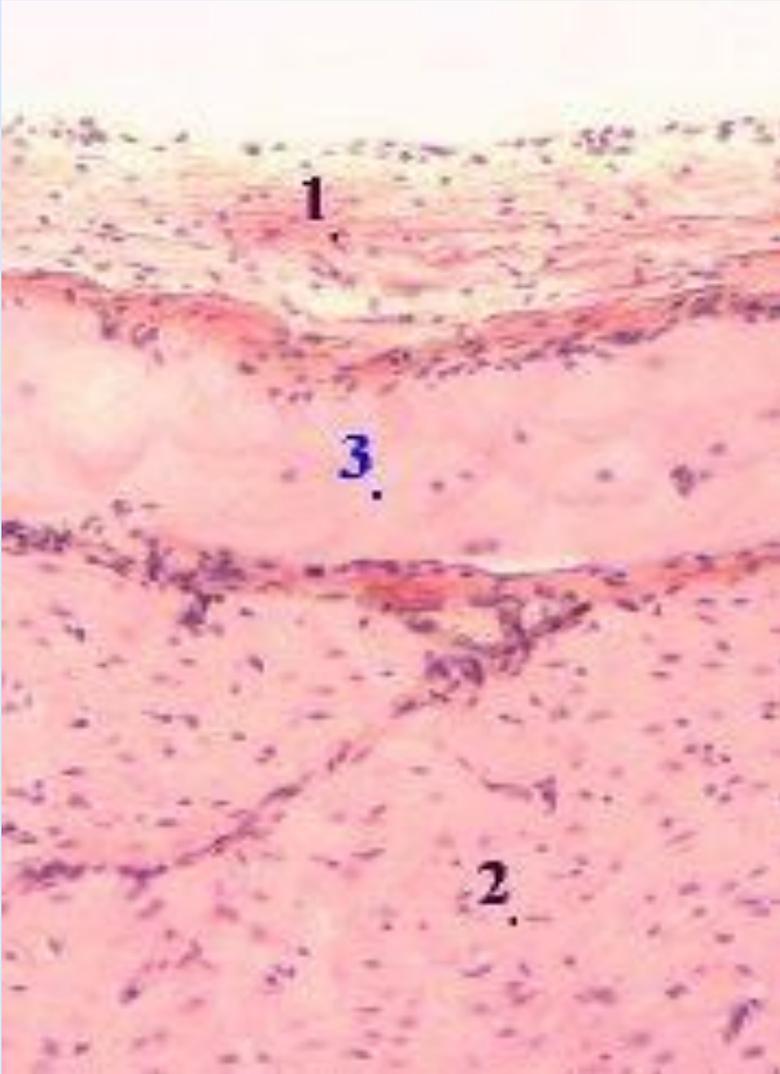
Артерии мышечного типа	Вены мышечного типа
1. Наличие внутренней и наружной эластических мембран	1. Эластических мембран нет, имеются отдельные сети эластических волокон
2. Мощное развитие гладкой мышечной ткани в средней оболочке. Миоциты располагаются циркулярно в виде пластов	2. Мышечная оболочка развита слабо. Миоциты расположены в виде отдельных пучков или циркулярных поясков
3. Наиболее развита средняя оболочка	3. Наиболее развита наружная оболочка (РВСТ, жировая ткань, пучки гладких миоцитов)
4. Нет клапанов	4. Есть клапаны
5. «Сосуды сосудов» расположены в наружной и средней оболочках стенки сосудов. Трофическое обеспечение внутренней оболочки осуществляется протекающей по сосуду артериальной	15. «Сосуды сосудов» расположены во всех трех оболочках стенки
6. Факторы регуляции гемодинамики: - сокращения миокарда (систолический выброс) - сократительная функция сосудов (периодические вазоконстрикции и вазодилатации)	6. Факторы регуляции гемодинамики: - расслабления миокарда (отрицательное диастолическое давление) - сокращения собственной мышечной оболочки - присасывающее давление диафрагмы - клапаны - сила тяжести крови (для вен, расположенных ниже уровня сердца)

Морфологическая классификация	Тканевой и структурный состав оболочек
<p>Вены безмышечного типа <i>(вены мозговых оболочек, сетчатки глаза, костей, селезенки, плаценты)</i></p>	<p>Внутренняя оболочка - эндотелий - подэндотелиальный слой (РВСТ, которая срастается с окружающими тканями органа) Средняя и наружная оболочки отсутствуют</p>
<p>Вены мышечного типа 1. Вены со слабым развитием мышечных элементов (пример: <i>верхняя полая вена</i>) 2. Вены со средним развитием мышечных элементов (пример: <i>вены верхних конечностей</i>) 3. Вены с сильным развитием мышечных элементов (пример: <i>вены нижней части туловища и нижних конечностей</i>)</p>	<p>1. Внутренняя оболочка - эндотелий - подэндотелиальный слой (РВСТ, отдельные гладкие миоциты, миофибробласты) - сплетение эластических волокон (в венах со средним и сильным развитием мышечных элементов) - клапаны (имеют полулунную форму, являются дубликатурой внутренней оболочки, наиболее развиты в венах, расположенных ниже уровня сердца)</p> <p>2. Средняя оболочка - гладкая мышечная ткань различных степеней развития - РВСТ и сосуды - нервные сплетения</p> <p>3. Наружная оболочка РВСТ, сосуды, нервные сплетения, жировая ткань</p>

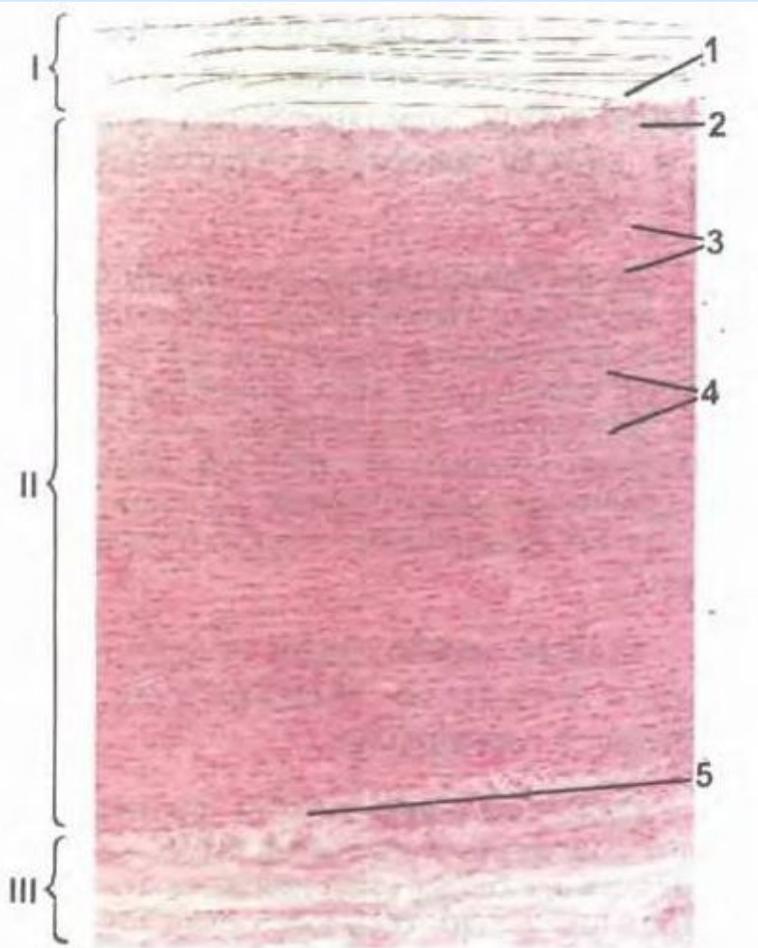
Вена мышечного типа (бедренная вена кошки, поперечный срез). Окраска гематоксилин-эозином.



**Стенка сердца (волокна Пуркинье).
Окраска гематоксилин-эозином.**



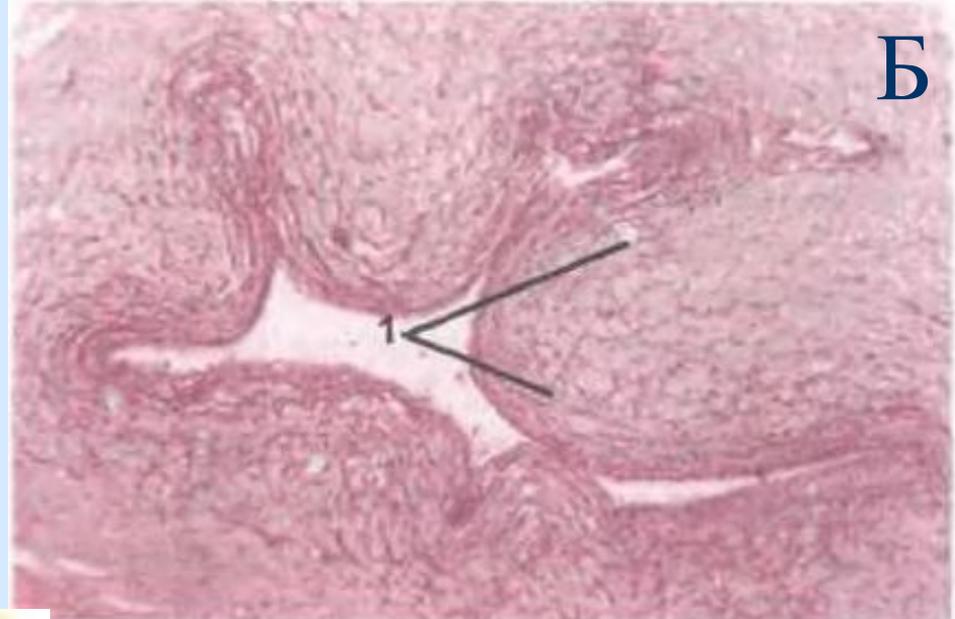
Аорта человека, поперечный срез.



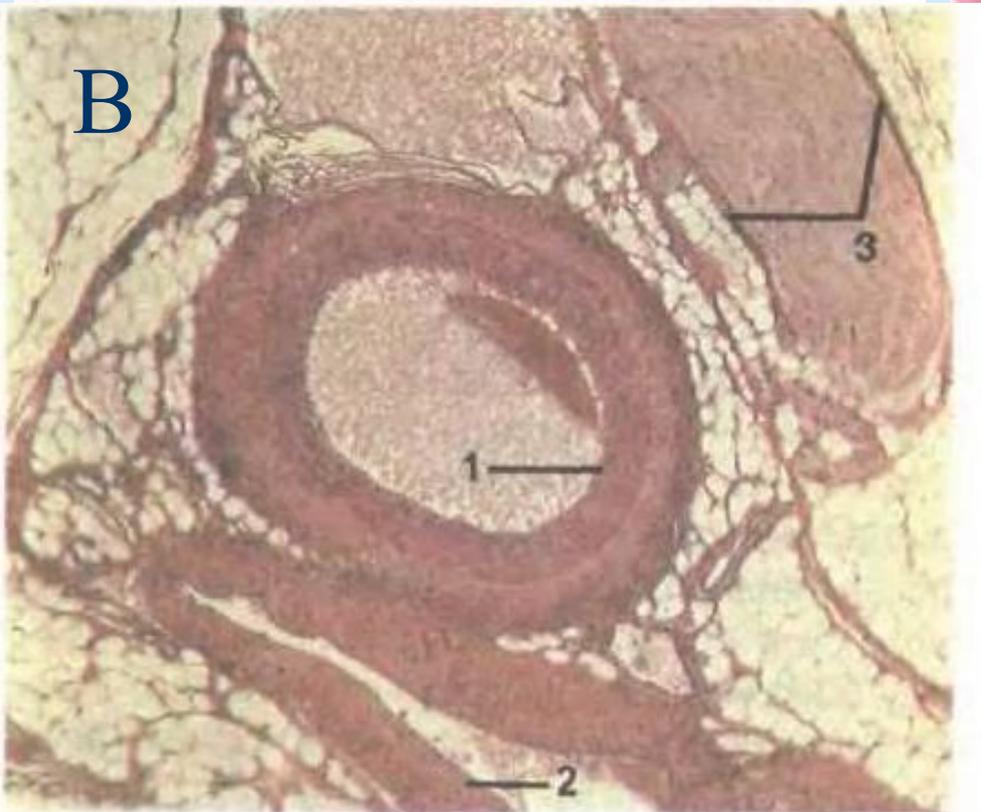
I — внутренняя оболочка; II — средняя оболочка; III — наружная оболочка; 1 — эндотелий; 2 — подэндотелиальный слой; 3 — окончатые эластические мембраны; 4 — гладкие миоциты; 5 — сосуды сосудов.



А



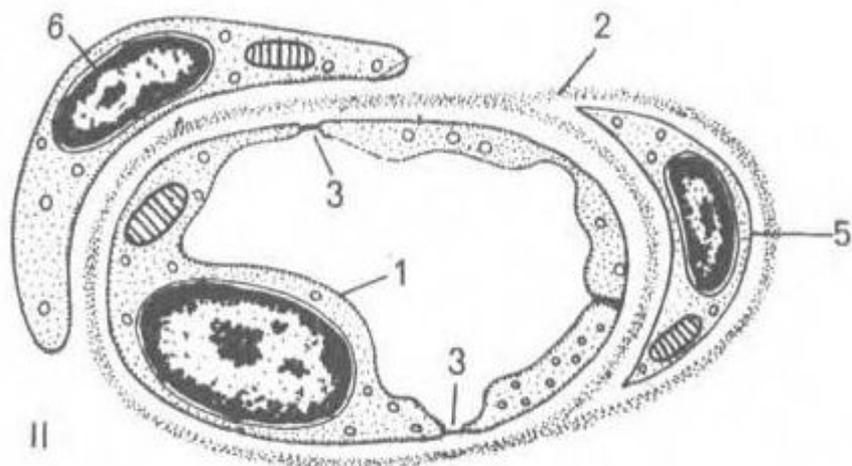
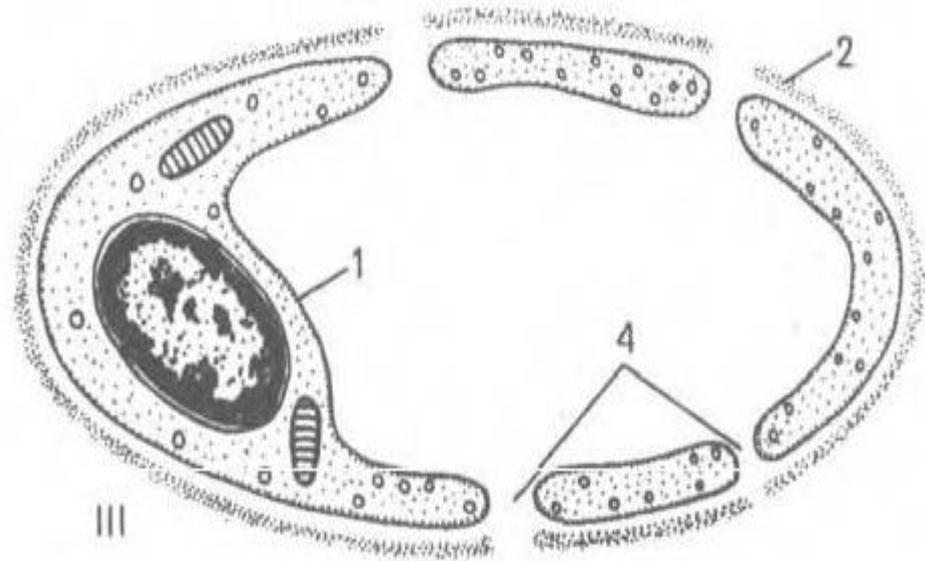
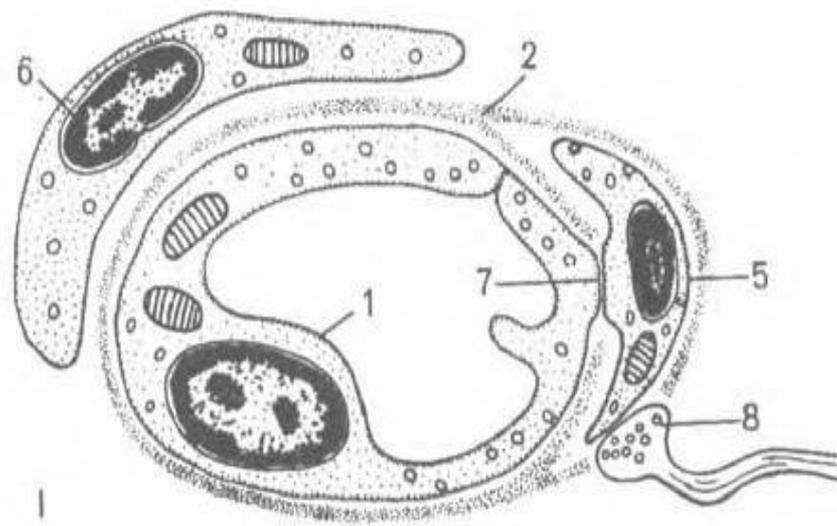
Б



В

Артерии и вены мышечного типа

А — эластический каркас артерии (поперечный срез); 1 — внутренняя эластическая мембрана; 2 — наружная эластическая мембрана; 3 — эластические волокна; Б — вена (поперечный срез): 1 — эластические волокна; В — сосудисто-нервный пучок: 1 — артерия мышечного типа (зияет); 2 — вена (в спавшемся состоянии); 3 — нерв.



I — гемокапилляр с непрерывной эндотелиальной выстилкой и базальной мембраной; II — гемокапилляр с фенестрированным эндотелием и непрерывной базальной мембраной; III — гемокапилляр с щелевидными отверстиями в эндотелии и прерывистой базальной мембраной; 1 — эндотелиоцит; 2 — базальная мембрана; 3 — фенестры; 4 — щели (поры); 5 — перицит; 6 — адвентициальная клетка; 7 — контакт эндотелиоцита и перицита; 8 — нервное окончание.

(схема по Ю.И.Афанасьеву).

Микроциркуляторное русло

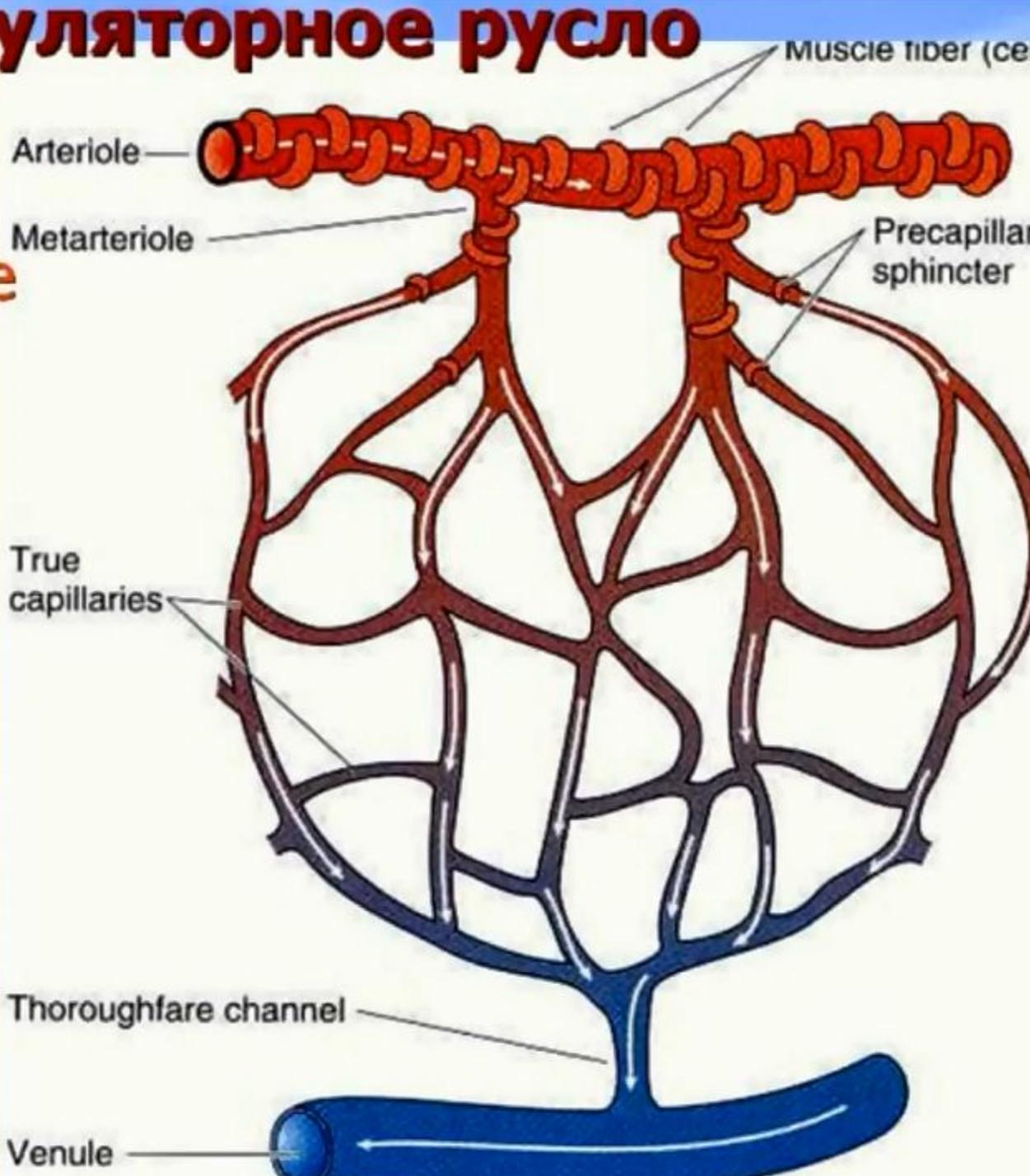
ЭТО СОСУДЫ
размером <100
микрон в диаметре

-Артериолы,

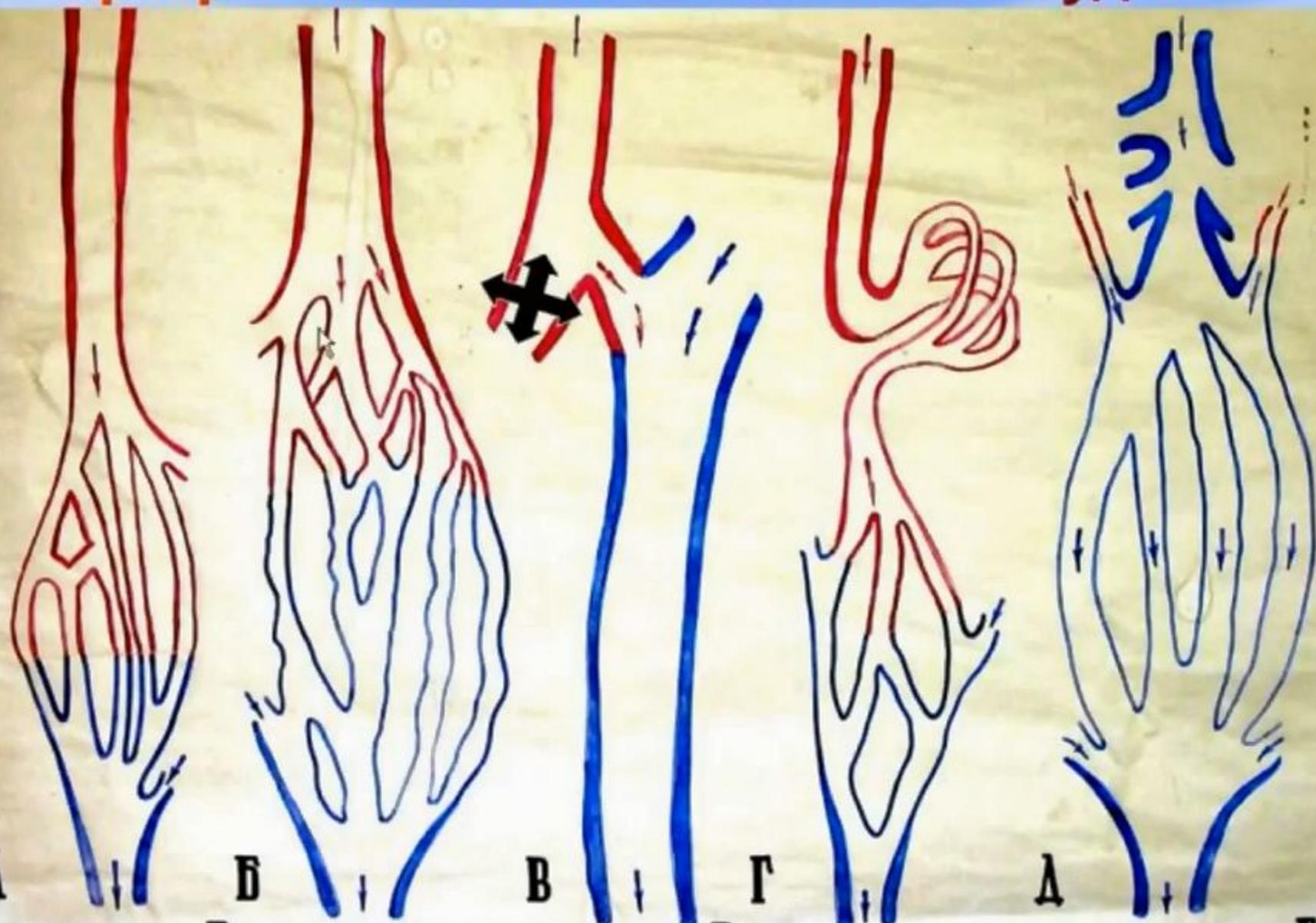
-Капилляры,

-Венулы

-Артериоло-
венулярные
анастомозы



Типы капилляров и Взаимоотношения между артериальными и венозными сосудами



Капилляры общего типа ; Б- синусоидальные капилляры ; В- артериально-венозные анастомозы ; Г- арт

Артериовенозные анастомозы (АВА) обеспечивают соединение артериального русла с венозным в обход капилляров.

- перераспределение крови внутри органов,
- шунтирование крови

Классификация АВА :

1) истинные АВА (шунты) – по ним в венозную систему сбрасывается чистая артериальная кровь; подразделяются на две подгруппы:

- **простые АВА** – в них регуляция кровотока осуществляется гладкими миоцитами средней оболочки артериолы;

- **АВА со специальными сократительными структурами** в виде валиков или подушек в подэндотелиальном слое, образованными гладкими миоцитами. К этой же группе относятся АВА эпителиоидного типа (простые и сложные).

- - -простые АВА в средней оболочке имеют овальные светлые клетки (Е-клетки), похожие на эпителиоциты и способные к набуханию, тем самым регулируя просвет сосуда.

---Сложные, или клубочковые, АВА характеризуются тем, что приносящая артериола делится на 2-4 ветви, которые переходят в венозный сегмент. В стенке могут быть эпителиоподобные клетки.

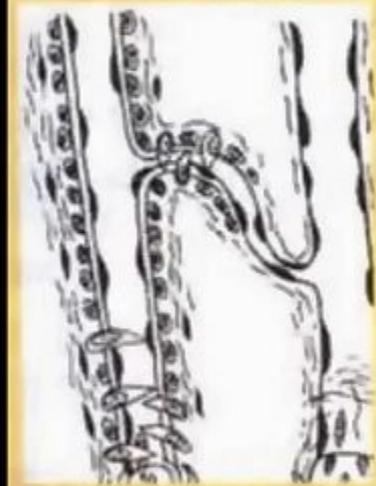
2) атипичные АВА (полушунты) – по ним течет смешанная кровь, т.к. представлены коротким гемокапилляром.

Артерио-венулярные анастомозы

ИСТИННЫЕ АВА

(в вены из артерий попадает чистая артериальная кровь)

1. Простые АВА



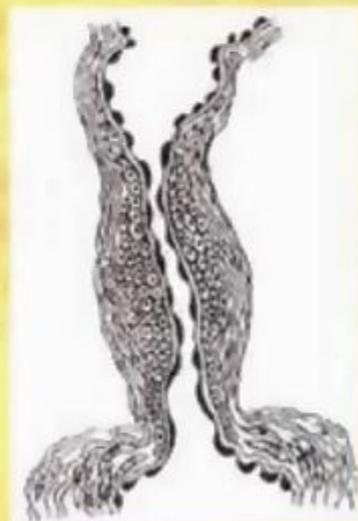
АВА с запирательным устройством

2. АВА типа замыкающих артериол

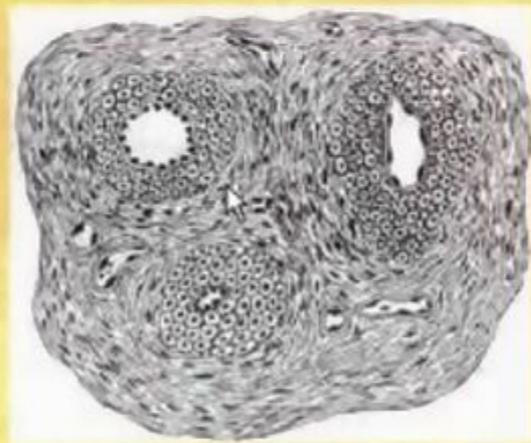


3. АВА эпителиоидного типа

а) Простые

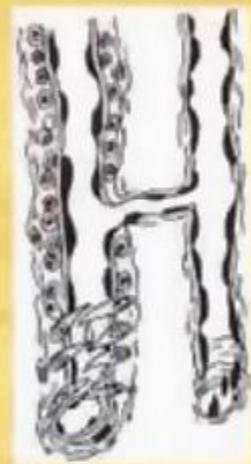


б) Сложные



4. АТИПИЧНЫЕ АВА

(в вены попадает смешанная кровь)



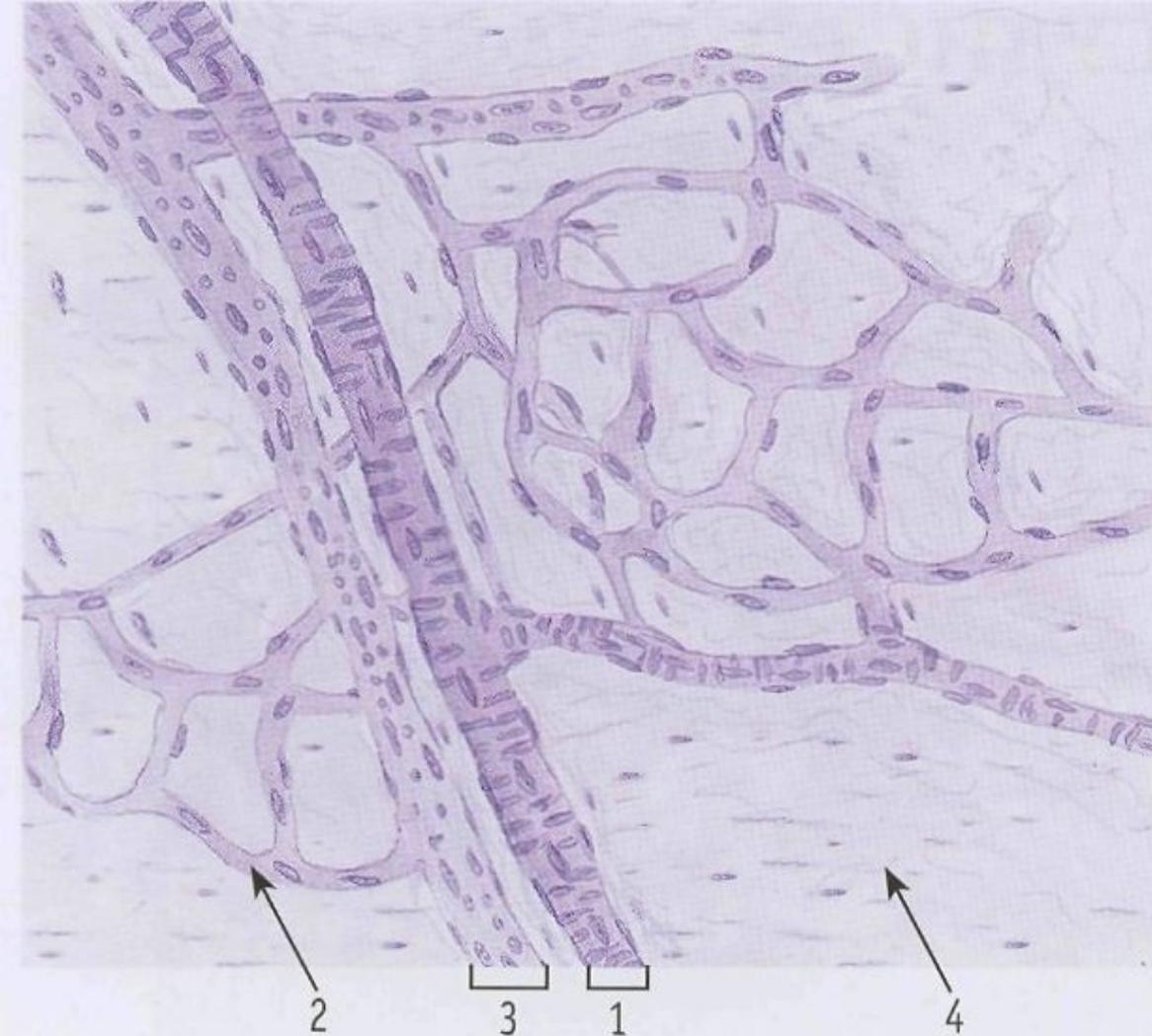


Рис. 129. Сосуды микроциркуляторного русла
Окраска: железный гематоксилин
(тотальный препарат поджелудочной железы)

1 – артериола; 2 – капилляры; 3 – венула; 4 – рыхлая волокнистая соединительная ткань

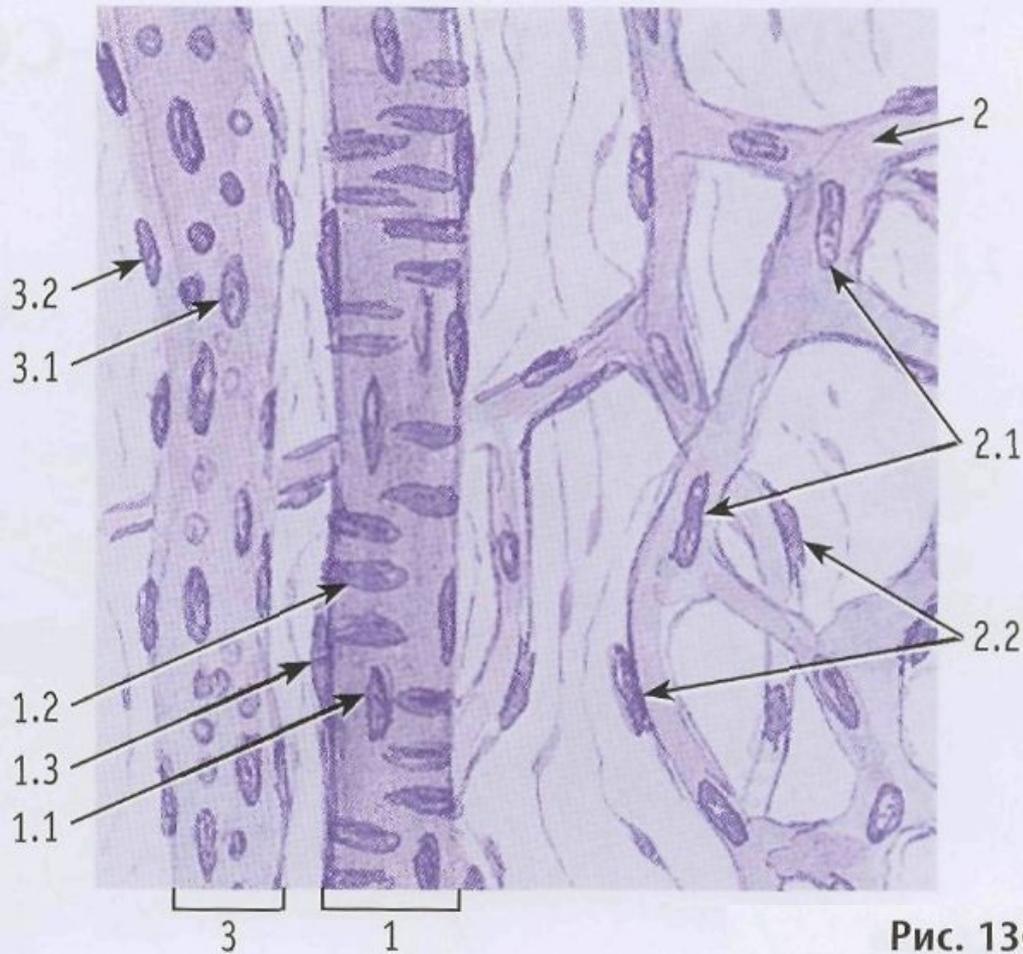


Рис. 130. Артериола, венула и капилляры

*Окраска: железный гематоксилин
(тотальный препарат слюнной железы)*

1 – артериола: 1.1 – эндотелий, 1.2 – гладкие миоциты средней оболочки, 1.3 – рыхлая волокнистая соединительная ткань наружной оболочки; 2 – капиллярная сеть: 2.1 – ядра эндотелиальных клеток, 2.2 – ядра перicyтов; 3 – венула: 3.1 – эндотелий, 3.2 – рыхлая волокнистая соединительная ткань наружной оболочки

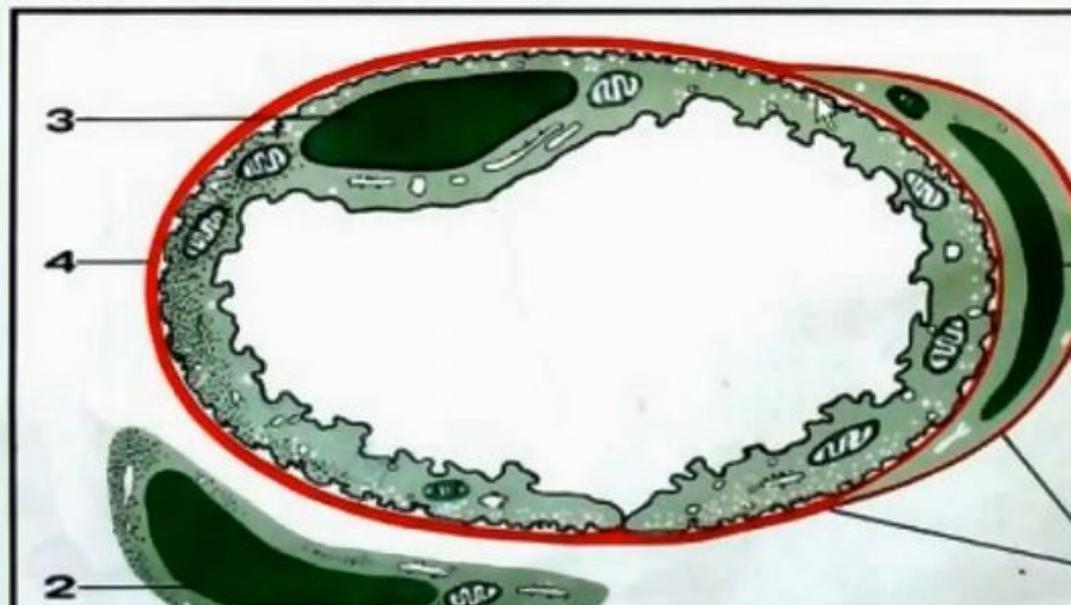
Кровеносные капилляры

(обмен веществ между кровью и окружающими тканями)

- Эндотелиальные клетки,
- Перициты,
- Адвентициальные клетки



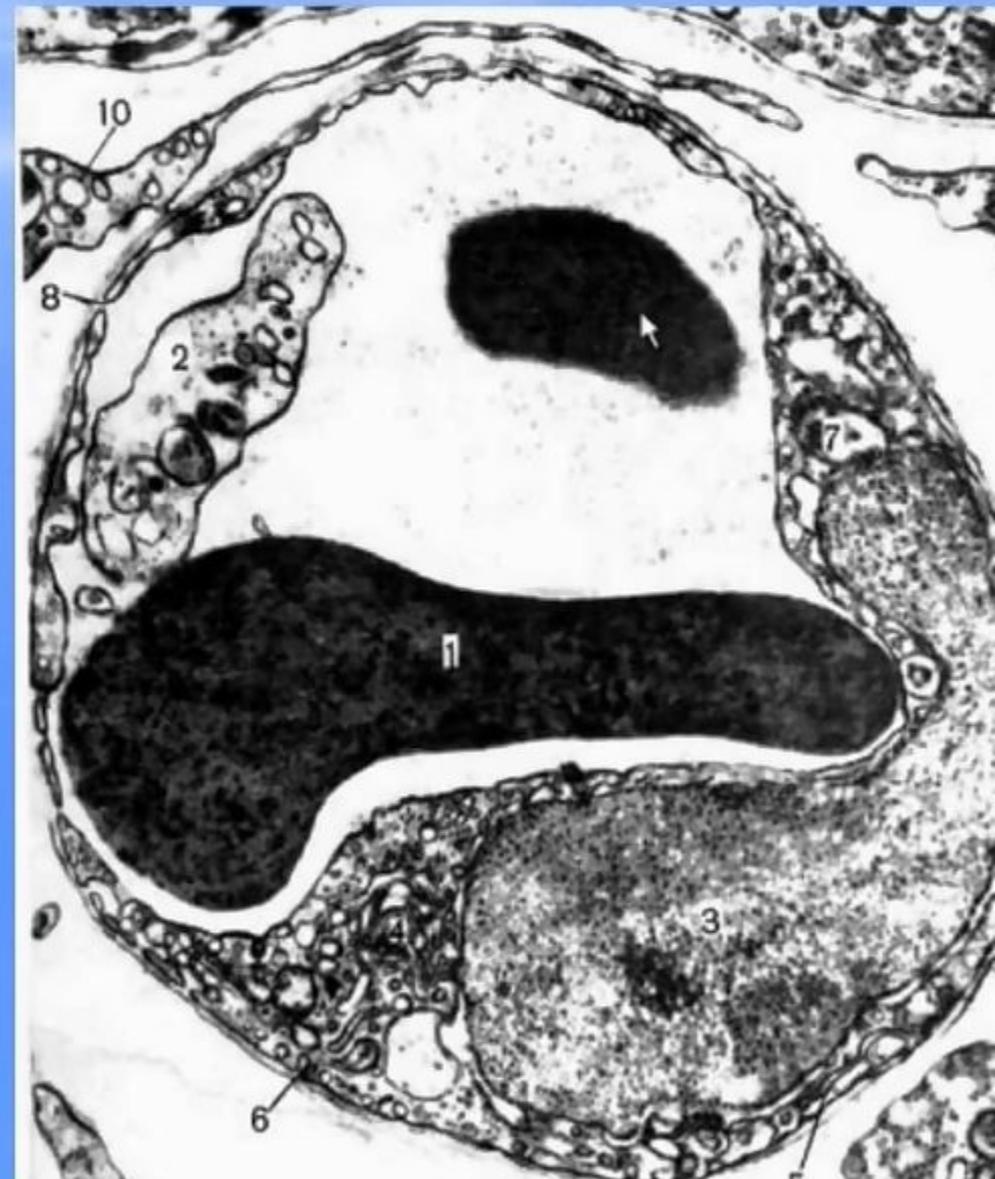
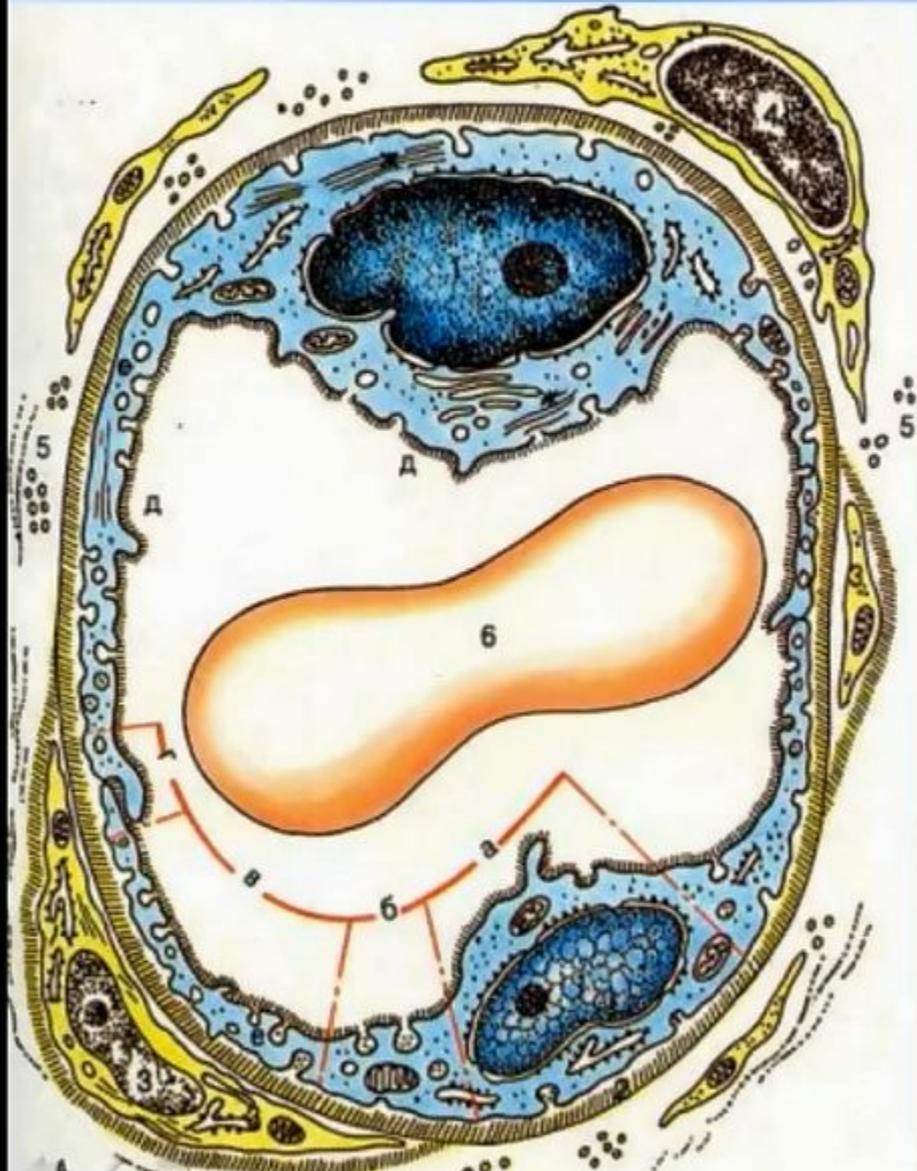
СХЕМА ВЗАИМООТНОШЕНИЙ ПЕРИЦИТА, ЭНДОТЕЛИЯ И АДВЕНТИЦИАЛЬНОЙ КЛЕТКИ



Кровеносный капилляр

Схема

Электроннограмма



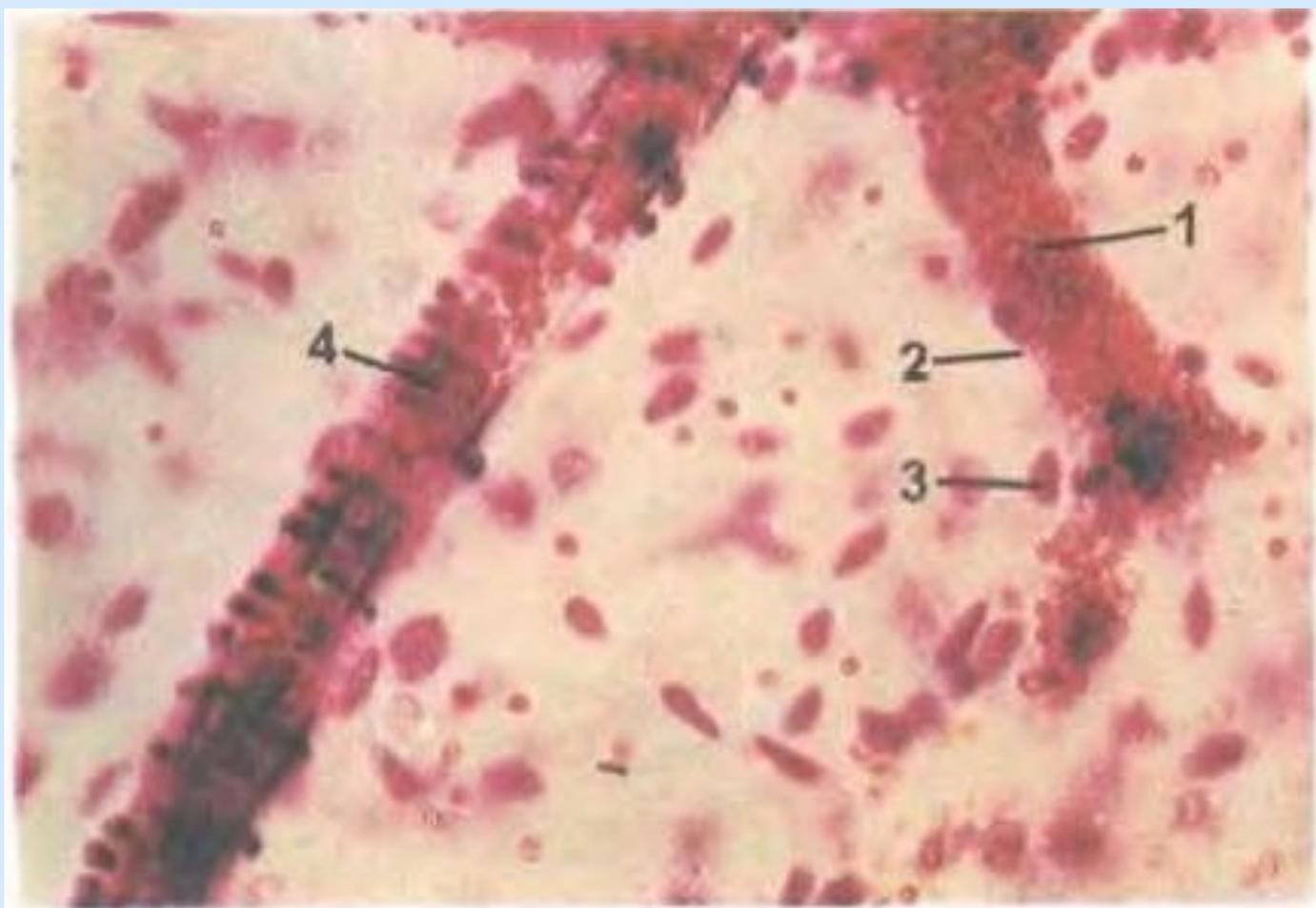
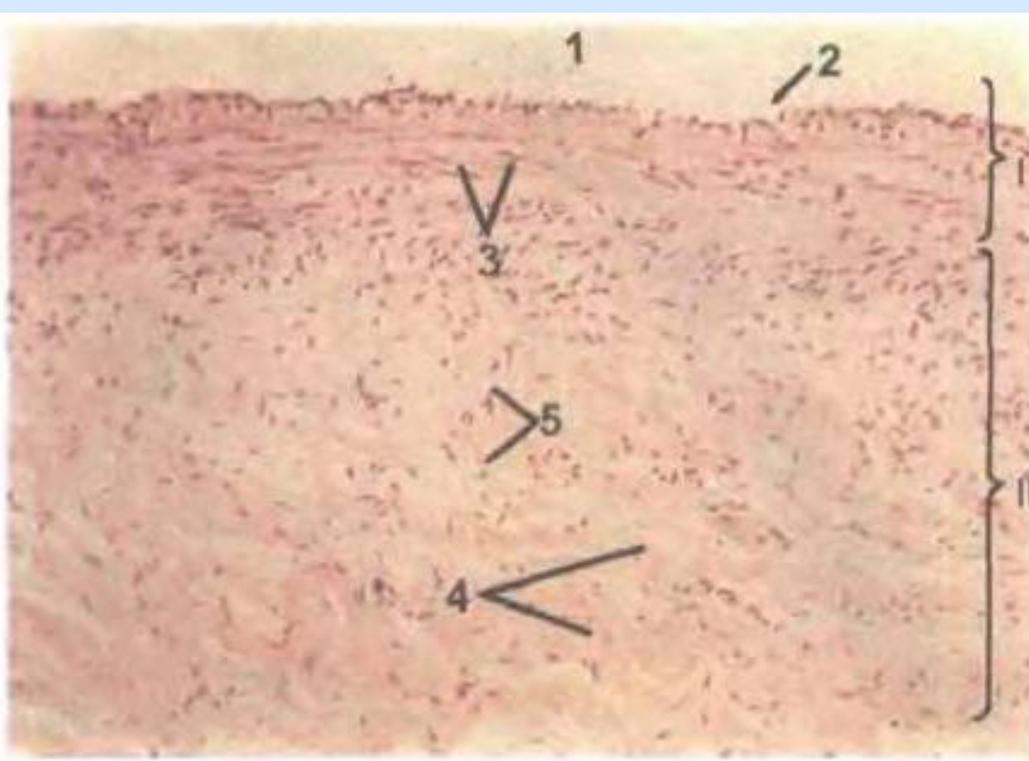
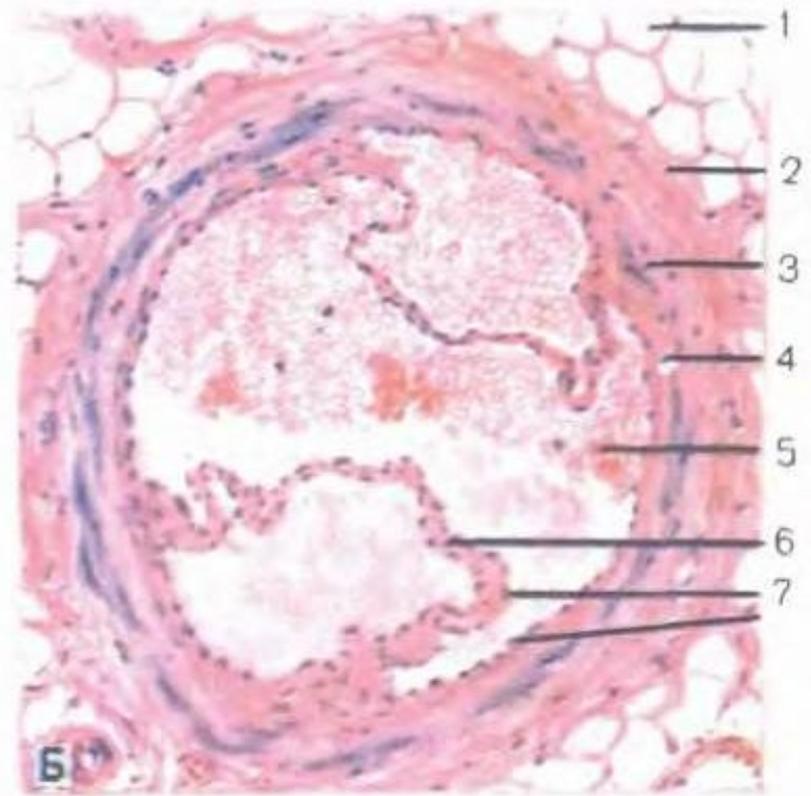


Рис. 194. Артериола и венула. Тотальный препарат мягкой мозговой оболочки.

1 — венула; 2 — эндотелий; 3 — адвентициальные клетки; 4 — артериола.



А



Б

Вена со слабым развитием мышечных элементов

А — верхняя полая вена (поперечный срез): I — внутренняя и средняя оболочки; II — наружная оболочка; 1 — просвет вены; 2 — эндотелий; 3 — гладкие миоциты; 4 — коллагеновые волокна; 5 — соединительнотканнные клетки; Б — поперечный срез вены в области прикрепления клапана: 1 — жировые клетки; 2 — наружная оболочка; 3 — средняя оболочка; 4 — внутренняя оболочка; 5 — кровь; 6 — створки клапана; 7 — эндотелий (схема по

Ю.И.Афанасьеву);

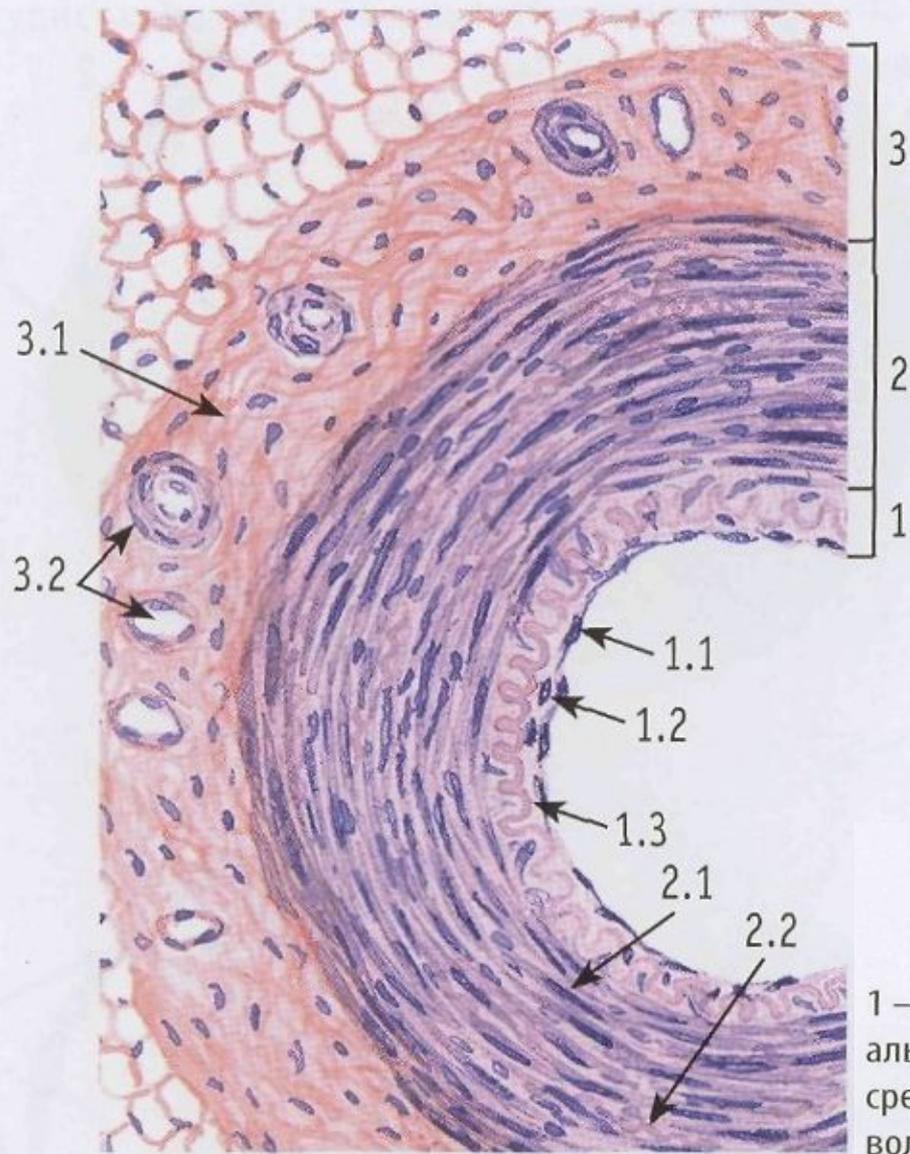


Рис. 131. Артерия мышечного типа

Окраска: гематоксилин – эозин

1 – внутренняя оболочка: 1.1 – эндотелий, 1.2 – субэндотелиальный слой, 1.3 – внутренняя эластическая мембрана; 2 – средняя оболочка: 2.1 – гладкие миоциты, 2.2 – эластические волокна; 3 – наружная оболочка: 3.1 – рыхлая волокнистая соединительная ткань, 3.2 – сосуды сосудов

Эмбриональные источники развития и их производные

Парные мезенхимальные трубки → *эндокард*

Висцеральный листок мезодермы → *миоэпикардальные пластинки - миокард и эпикард*

Париетальный листок мезодермы → *перикард*

Мезенхима → *коронарные сосуды*

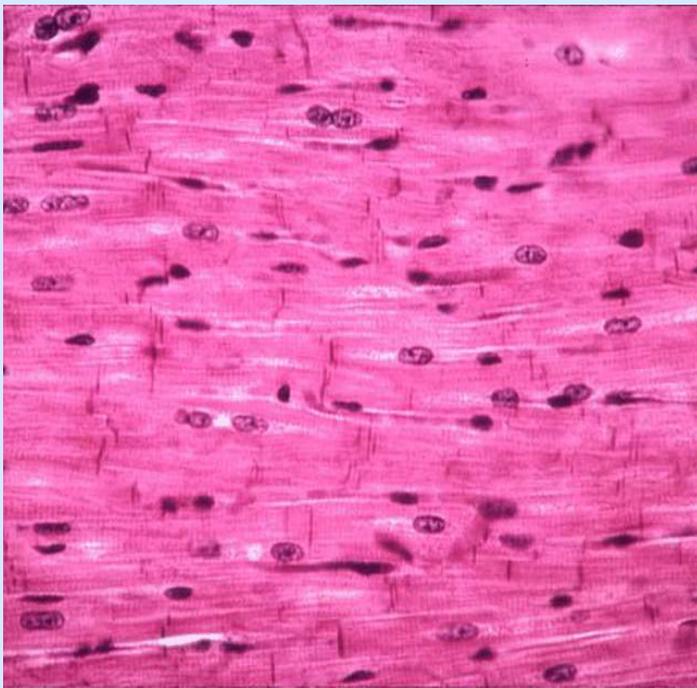
Нейроэктодерма → ганглиозная пластинка → *нервный аппарат*

Сердце закладывается в начале 3-й недели. Между энтодермой и висцеральным листком спланхнотома из мезенхимы образуются две трубки, выстланные эндотелием. Эти трубки – зачаток эндокарда. Трубки срастаются и окружаются висцеральным листком спланхнотома. Эти участки спланхнотома утолщаются и дают начало миоэпикардальным пластинкам. Во время смыкания кишечной трубки происходит сближение и срастание обеих закладок сердца. В результате зачаток сердца имеет двухслойную трубку: эндокардиальный слой и миоэпикардальный. Позднее из миоэпикардальной пластинки дифференцируются две части: внутренняя, которая прилежит к мезенхимной трубке, превращается в зачаток миокарда, а наружная – в эпикард.

Сердечная мышца

ВИДЫ
КАРДИОМИОЦИТОВ

- сократительные (типичные)
- Пейсмекерные



ОТЛИЧИЯ ОТ СОМАТИЧЕСКОЙ

сердечные мышечные волокна = функциональный синцитий

Энергетический аппарат

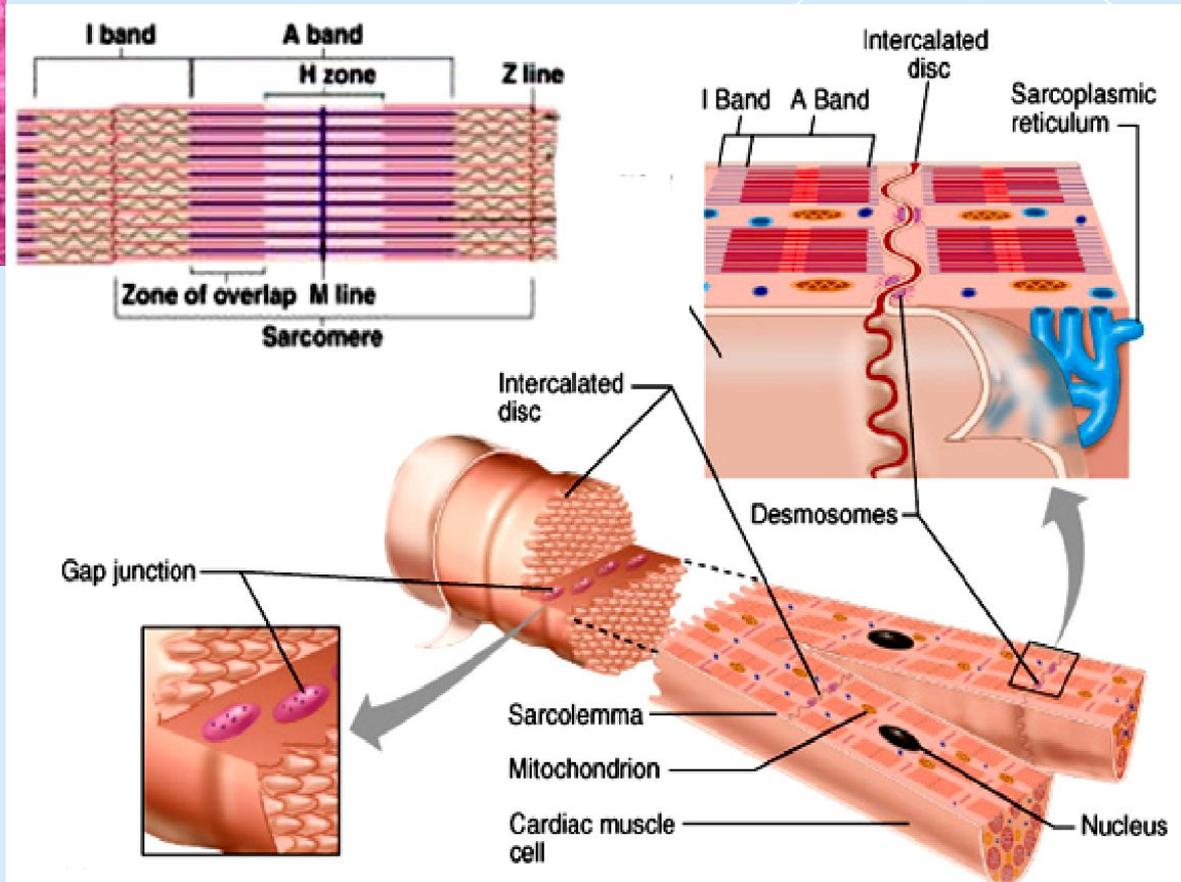
(гликоген-30%, жирные кислоты – 70%)

НАЛИЧИЕ ВСТАВОЧНЫХ ДИСКОВ

Интердигитации + десмосомы +

щелевые контакты

МИОСАТЕЛЛИТОВ НЕТ



Строение стенки сердца

<i>Оболочки стенки сердца</i>	Тканевой и структурный состав оболочек
1. 1. Эндокард	эндотелиальный слой (эндотелий на базальной мембране) - подэндотелиальный слой (РВСТ) - мышечно-эластический слой (гладкие миоциты, РВСТ) - наружный соединительнотканый слой (РВСТ, могут быть одиночные кровеносные сосуды) Дубликатурой эндокарда являются <i>клапаны</i> (створчатые и полулунные)
2. Миокард	сократительные, секреторные и проводящие кардиомиоциты, РВСТ, жировая ткань, сосуды, нервный аппарат
Эпикард и перикард	имеют сходный структурный состав: мезотелий, РВСТ, жировая ткань, сосуды, нервный аппарат. Между ними находится <i>перикардальная полость</i>

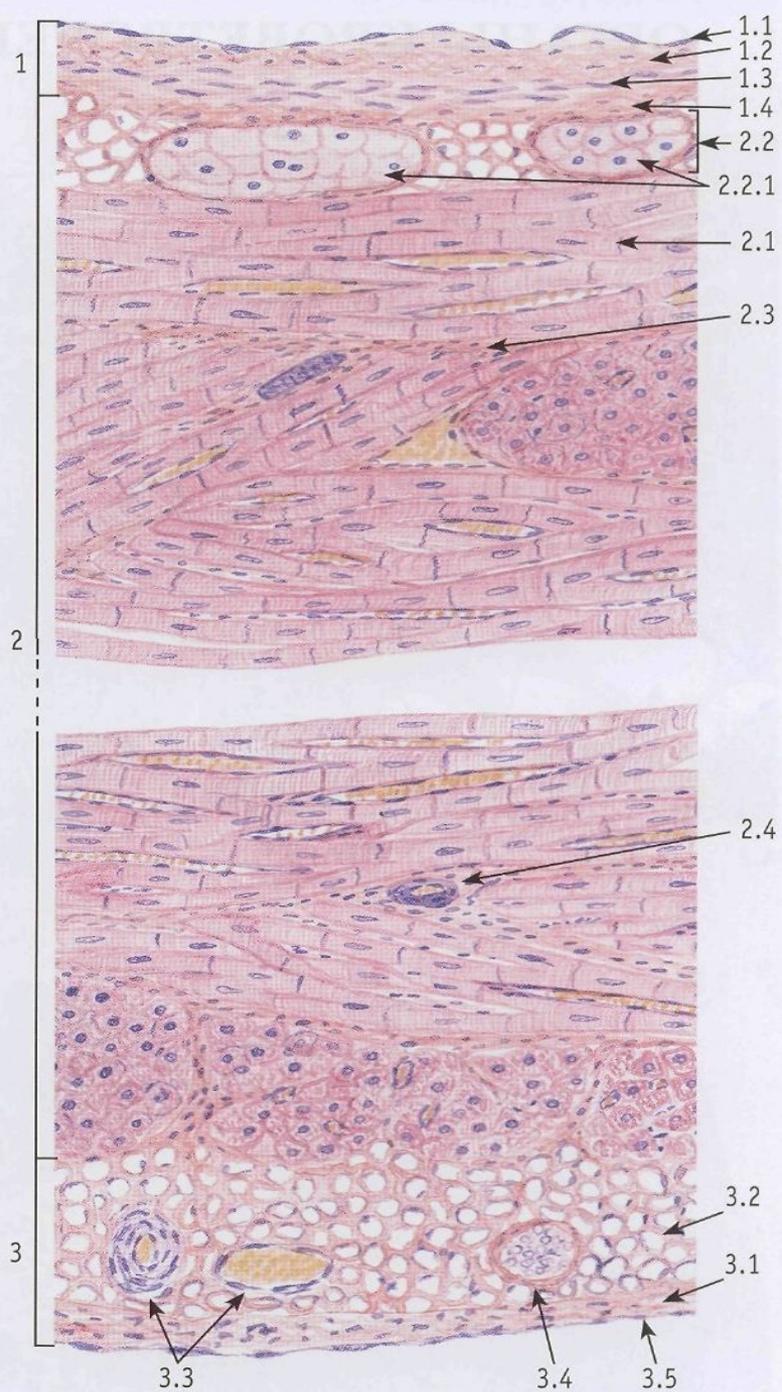
Эндокард

- Эндотелиальный,
- Подэндотелиальный,
- Мышечно-эластический,
- Наружный
соединительнотканый
(волокна Пуркинье –
атипичные
кардиомиоциты)

Миокард

поперечно-полосатая
сердечная мышечная
ткань (сократительные
кардиомиоциты-
вставочные диски)





↑ Рис. 135. Сердце

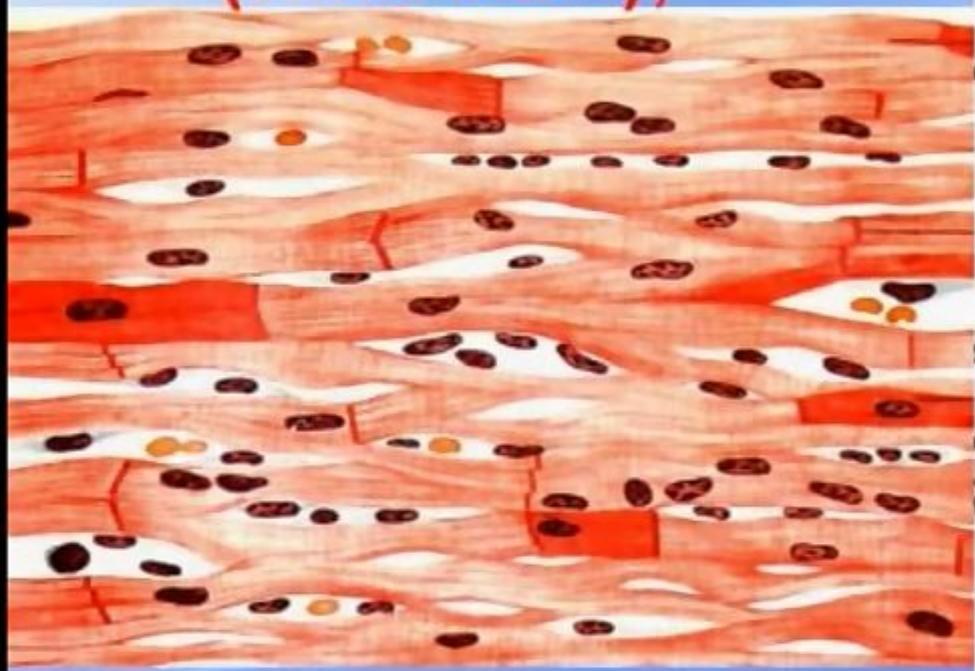
Окраска: гематоксилин – эозин

1 – эндокард: 1.1 – эндотелий, 1.2 – субэндотелиальный слой, 1.3 – мышечно-эластический слой, 1.4 – наружный соединительнотканый слой; 2 – миокард: 2.1 – волокна, состоящие из сократительных кардиомиоцитов, 2.2 – волокна Пуркинье, 2.2.1 – проводящие кардиомиоциты, 2.3 – соединительнотканые прослойки, 2.4 – кровеносные сосуды; 3 – эпикард: 3.1 – рыхлая волокнистая соединительная ткань, 3.2 – жировая ткань, 3.3 – кровеносные сосуды, 3.4 – нерв, 3.5 – мезотелий

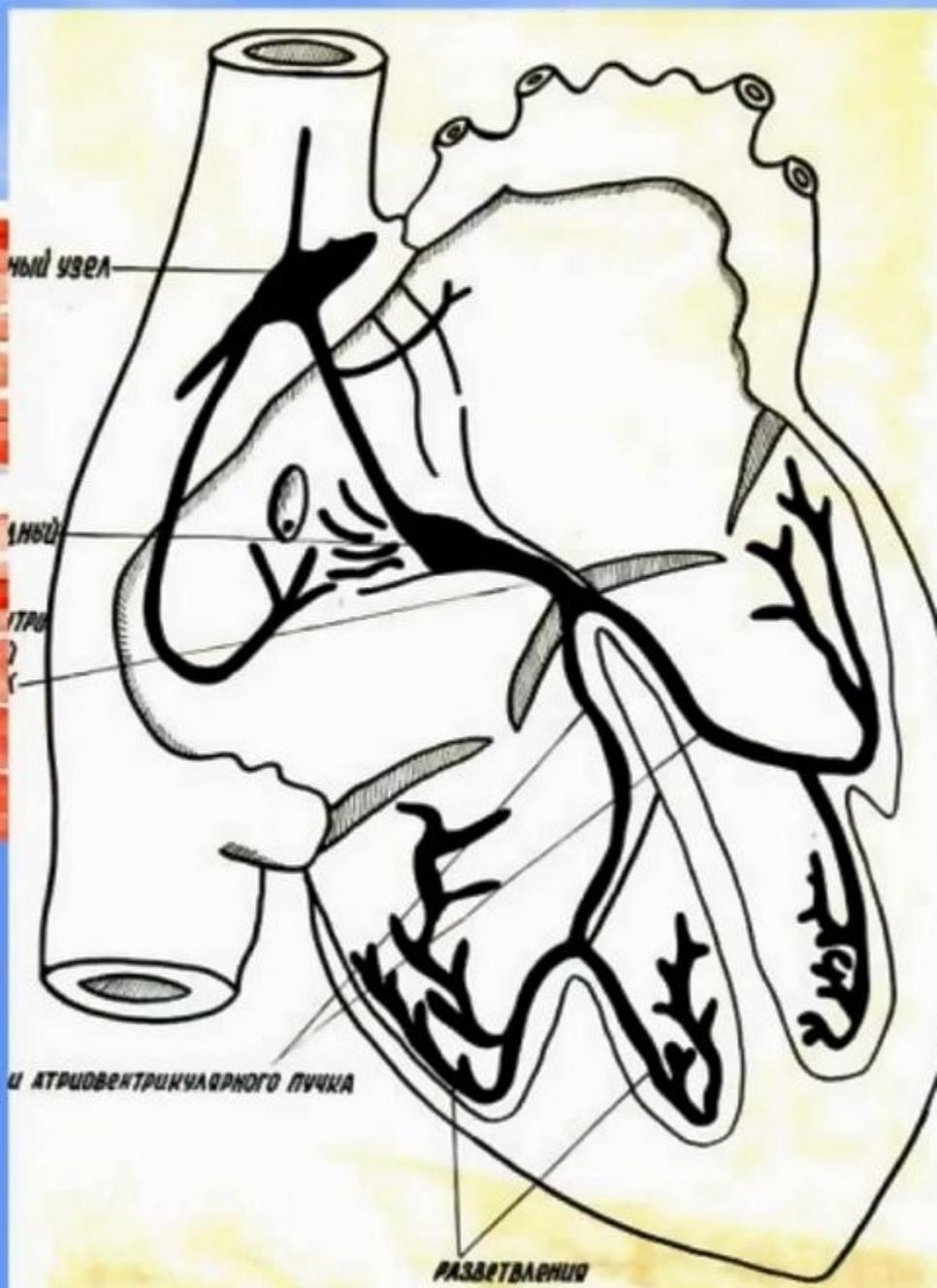
Кардиомиоциты:

- Проводящие (атипичные)

- Сократительные
(типичные);



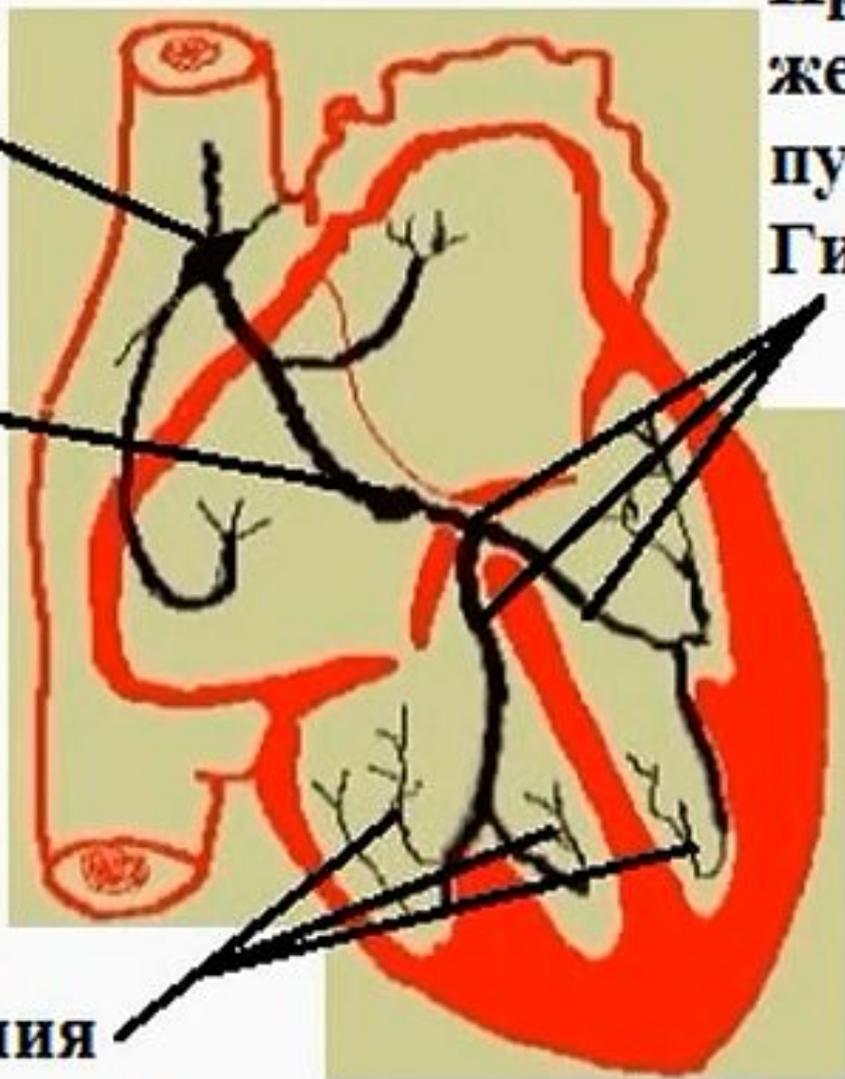
- Секреторные
(натрийуретический фактор,
снижение АД)



**Синусопредсер
дный узел**

**Предсердно-
желудочковый
узел**

**Концевые
разветвления
ножек (волокна
Пункинье)**



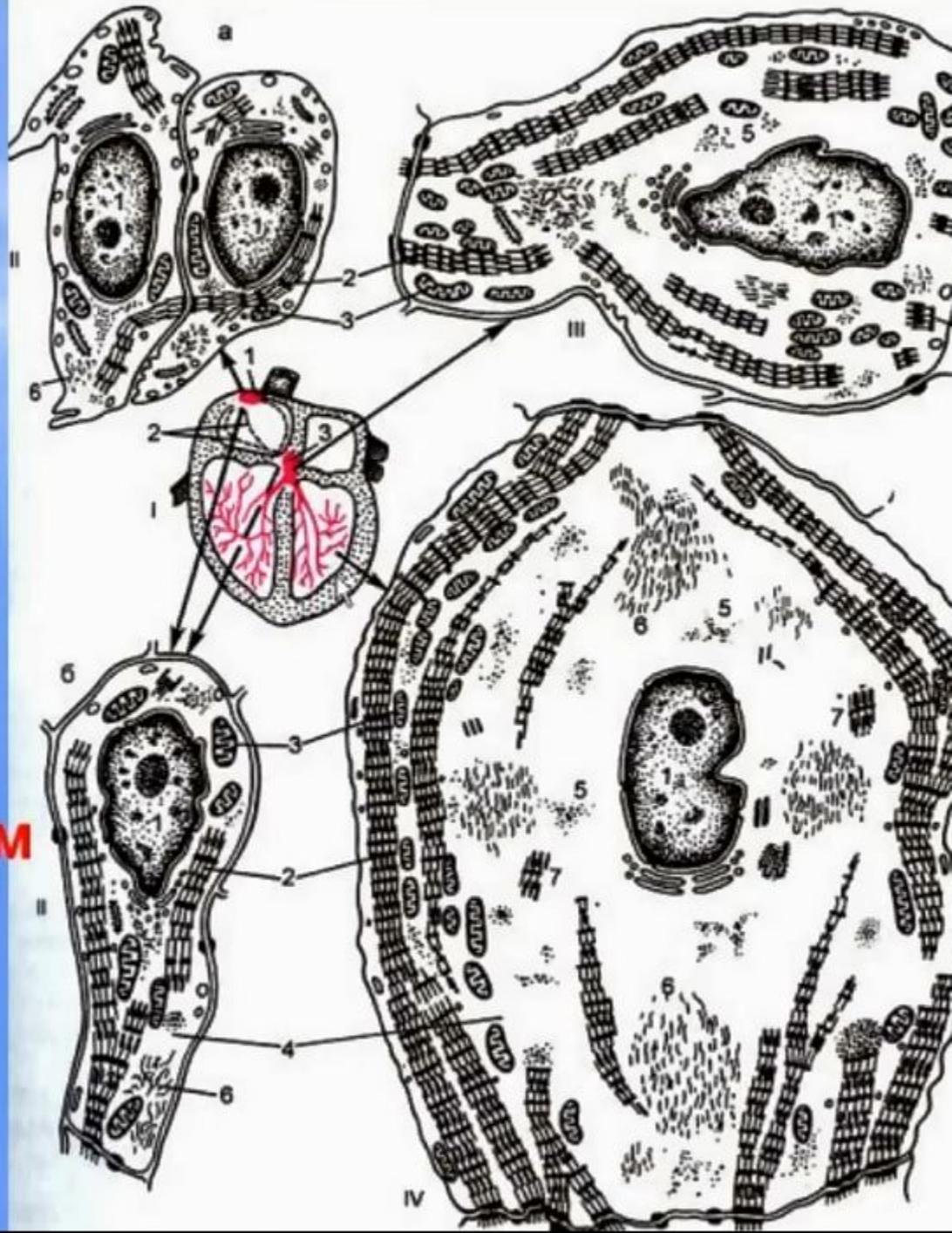
**Предсердно-
желудочковый
пучок (пучок
Гиса)**

Структурные компоненты ПСС

Компоненты ПСС и их структурный состав	Функция в составе ПСС
1. Синусно-предсердный узел (Р-клетки, переходные клетки, РВСТ, сосуды, капсула, нервный аппарат)	Основной водитель ритма сокращений (60-90 имп/мин.)
2. Атрио-вентрикулярный узел (переходные клетки, Р-клетки, РВСТ, сосуды, капсула, нервный аппарат)	1. Передача импульса к пучку Гиса 2. Резервный водитель ритма
3. Пучок Гиса (малые клетки Пуркинье, РВСТ, сосуды, капсула, нервный аппарат)	1. Передача импульса к сократительным кардиомиоцитам 2. Резервные водители ритма
4. Ножки пучка Гиса и их ветвления (большие клетки Пуркинье)	
5. Диффузные («молчащие») пейсмекеры – не обязательный компонент ПСС	1. Могут не функционировать 2. Вызывают экстрасистолии

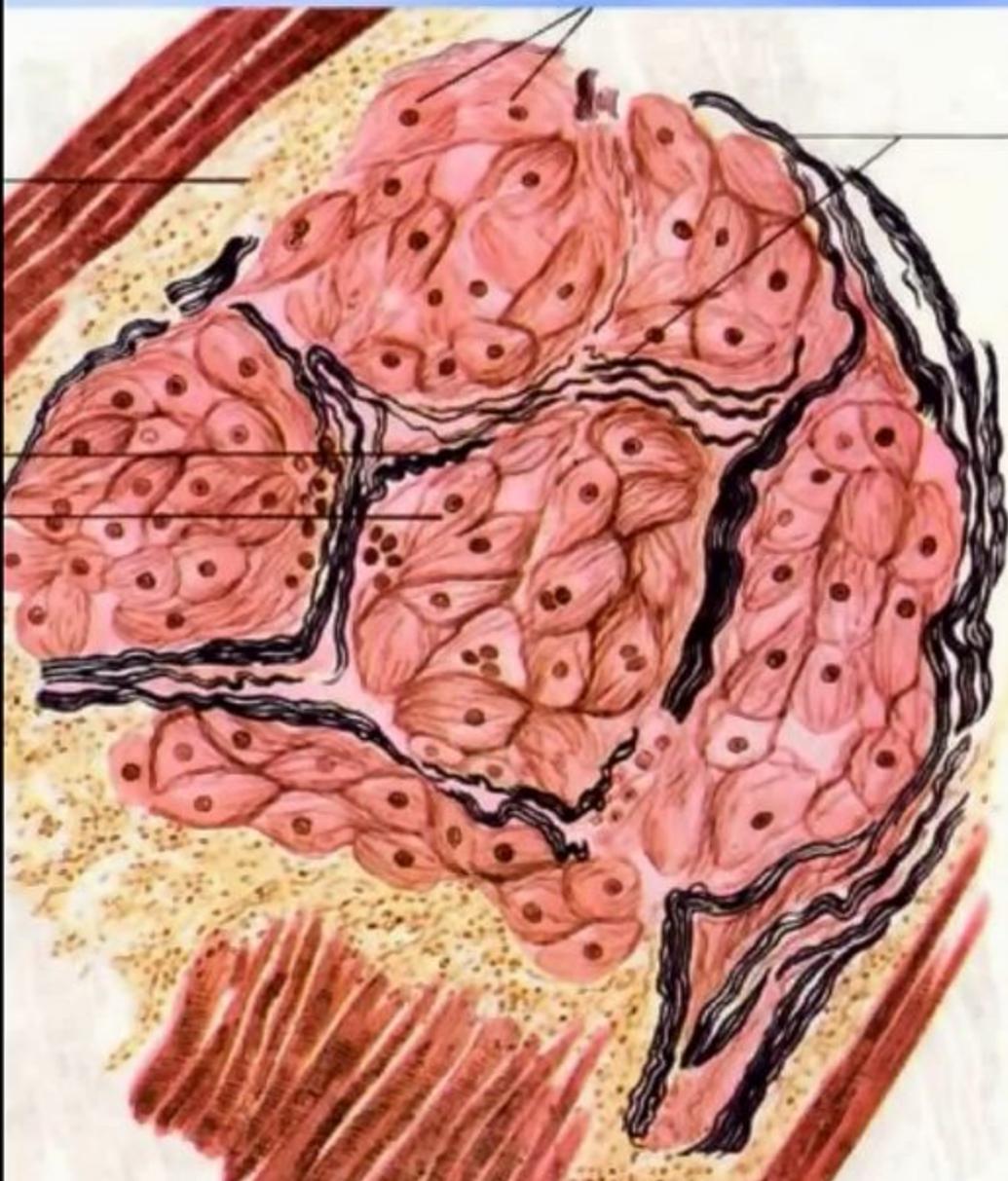
Атипичные кардиомиоциты проводящей системы

- Водители ритма (пейсмекерные) - в синусовом узле
- Переходные – в атриовентрикулярном пучка Гиса
- Волокна Пуркинье



Синусовый узел

Нервный ганглий сердца



Кровоснабжение сосудов ограничено наружными слоями средней оболочки и адвентицией, в то время как в венах капилляры достигают внутренней оболочки.

- *Нейро-мышечная регуляция сосудов* обеспечивается вегетативными афферентными и эфферентными нервными волокнами симпатической, парасимпатической и метасимпатической н.с..
- *нервно-паракринная регуляция* (биологически активные вещества, в том числе гормоны (адреналин, норадреналин, ацетилхолин и т. д.)).
- *эндотелиозависимый, или интимальный, механизм* регулирует в условиях нормы релаксацию с помощью простагландинов, тромбоксана, серотонина, оксида азота, и т.д .
Вазоконстриктор – эндотелин.

■ **Клиническое значение.**

■ К атеросклерозу наиболее чувствительны артерии и особенно эластического и мышечно-эластического типов. Это связано с гемодинамикой и диффузным характером трофического обеспечения внутренней оболочки, значительным ее развитием в этих артериях.

■ В венах клапанный аппарат наиболее развит в нижних конечностях. Это значительно облегчает движение крови против градиента гидростатического давления. Нарушение структуры клапанного аппарата приводит к грубому нарушению гемодинамики, отекам и варикозному расширению нижних конечностей.

■ Гипоксия и низкомолекулярные продукты разрушения клеток и анаэробного гликолиза являются одними из самых мощных факторов стимулирующих формирование новых кровеносных сосудов. Таким образом, области воспаления, гипоксии и т. д., характеризуются последующим бурным ростом микрососудов (ангиогенезом), что обеспечивает восстановление трофического