

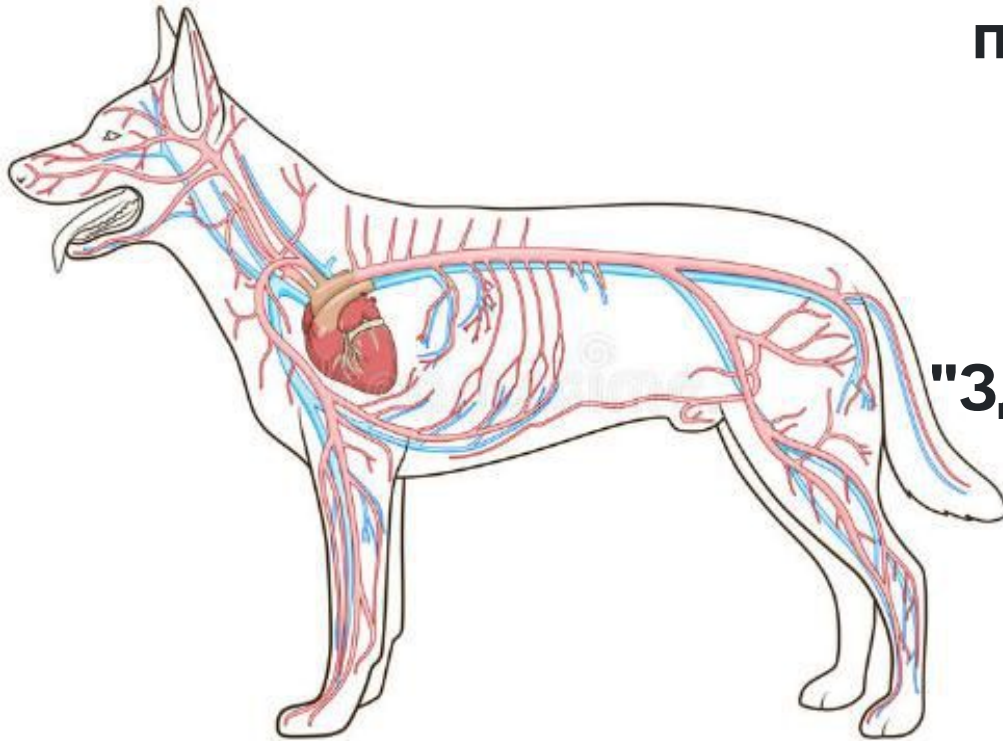
МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ



Карташов С.Н.
ДОКТОР БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОР



СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА



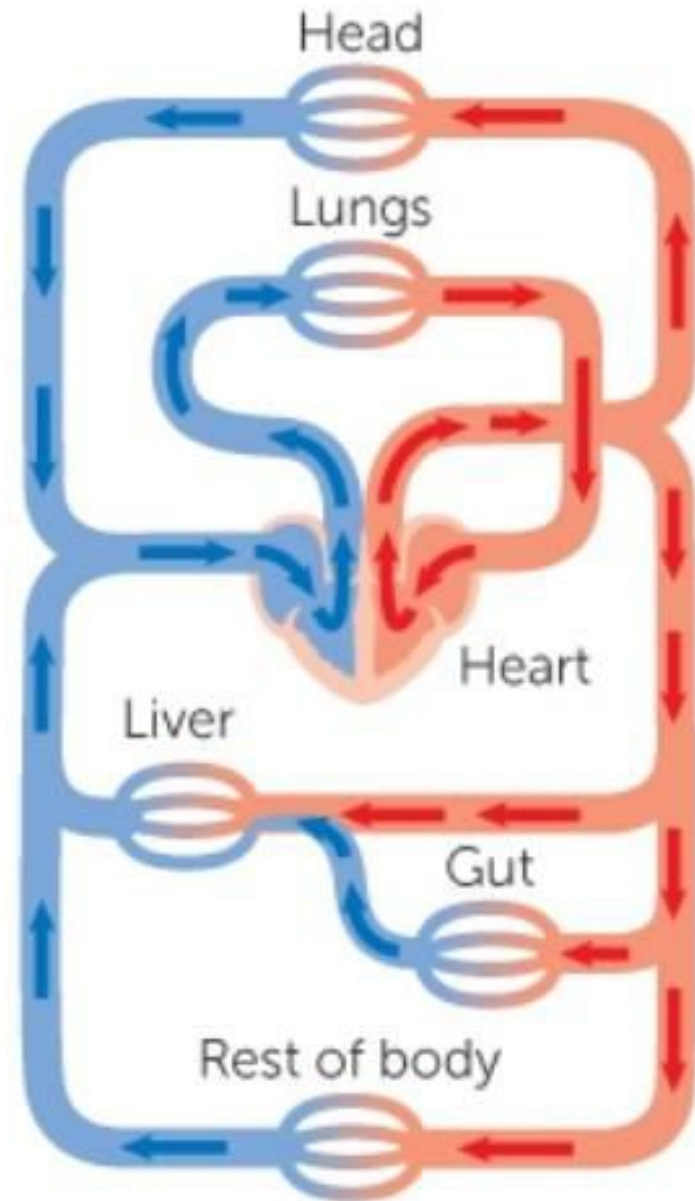
**"Каждый человек надеется прожить долго, но никто не желает быть старым"
Джонатан Свифт**

**"Здоровье организма, равно как и его возраст, определяется состоянием его сосудов"
Медицинская аксиома**



СОСТАВ

- Сердце
- Кровеносные сосуды
- Кровь
- Лимфатические сосуды



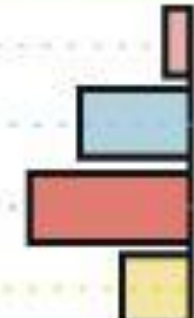
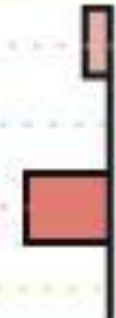



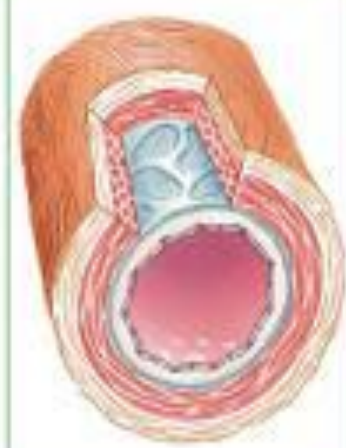



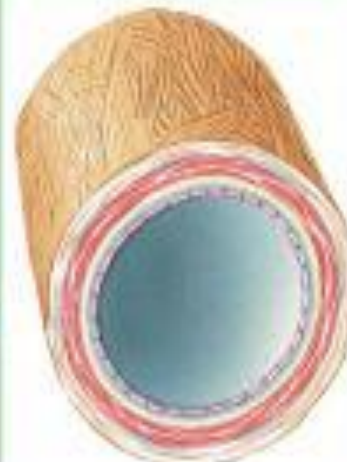


Кровеносные сосуды

Это система замкнутых трубок различного диаметра, осуществляющих транспортную функцию, регуляцию кровоснабжения органов и обмен веществ между кровью и окружающими тканями.

Классификация сосудов

- артерии
- артериолы
- Гемокапилляры (капилляры и метартериолы)
- вены
- вены
- артериоловенозные анастомозы

Сосуды		Артерия	Артериола	Капилляр	Венула	Вена
Диаметр, мм		25÷4	$30 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$20 \cdot 10^{-3}$	5÷30
Толщина стенки, мм		2÷1	$20 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	0,5÷1,5
Оболочка	Эндотелий					
	Эластическая					
	Мышечная					
	Фиброзная					
Схема кровеносного сосуда						



Классификация артерий

артерии эластического типа

мышечно-эластического типа

мышечного типа

Общий план строения стенки артерий

(артерии мышечно-эластического типа – сонная, подключичная)

1 – внутренняя оболочка (tunica interna)

а) эндотелий

б) подэндотелиальный слой – рыхлая волокнистая соединительная ткань

в) внутренняя эластическая мембрана – сплетение эластических волокон

2 – средняя оболочка (tunica media)

а) гладкомышечные клетки и эластические волокна в равном количестве

б) наружная эластическая мембрана

3. – наружная оболочка – рыхлая соединительная ткань, содержащая кровеносные сосуды и нервы.

Характеристика артерий

№	Артерия	Внутренняя оболочка Tunica Intima	Средняя оболочка Tunica Media	Наружная оболочка Tunica Adventitia
1	Артерия эластического типа (проводящая, например аорта).	Эндотелий с рибосомами (тельца Вейбеля-Паладе), базальной мембраной, субэндотелиальным слоем, неплошной внутренней эластической мембраной.	От 40 до 70 слоев фенестрированных эластических мембран с вкрапленными гладкомышечными клетками между ними, тонкая наружная эластическая мембрана, сосуды сосудов в толще наружной оболочки.	Тонкий фиброэластический соединительный слой, сосуды сосудов, лимфатические сосуды, нервные волокна.
2	Артерия мышечного типа (распределительная, например бедренная артерия).	Эндотелий с рибосомами (тельца Вейбеля-Паладе), базальной мембраной, субэндотелиальным слоем, толстой внутренней эластической мембраной.	До 40 слоев гладкомышечных клеток, толстая внешняя эластическая мембрана.	Тонкий фиброэластический соединительнотканый слой, слабо выраженные сосуды сосудов, лимфатические сосуды, нервные волокна.
3	Артериола.	Эндотелий с рибосомами (тельца Вейбеля-Паладе), базальной мембраной, умеренно выраженным субэндотелиальным слоем, внутреннюю эластическую мембрану заменяют отдельные эластические волокна.	Один-два слоя гладкомышечных клеток.	Свободные соединительнотканые и нервные волокна.
4	Метартериола.	Эндотелий, базальная мембрана.	Гладкомышечные клетки образуют предкапиллярные сфинктеры.	Редкие отдельные соединительнотканые волокна.



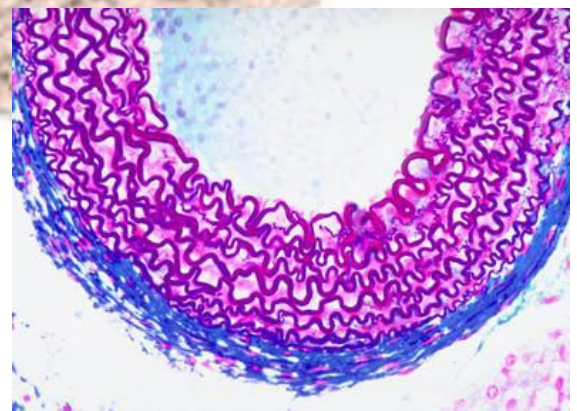
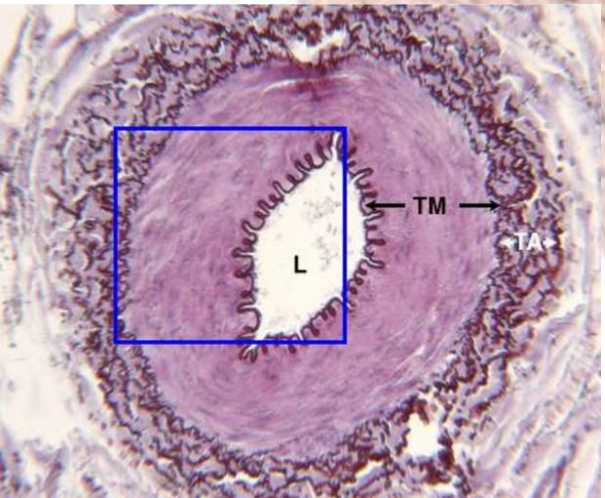
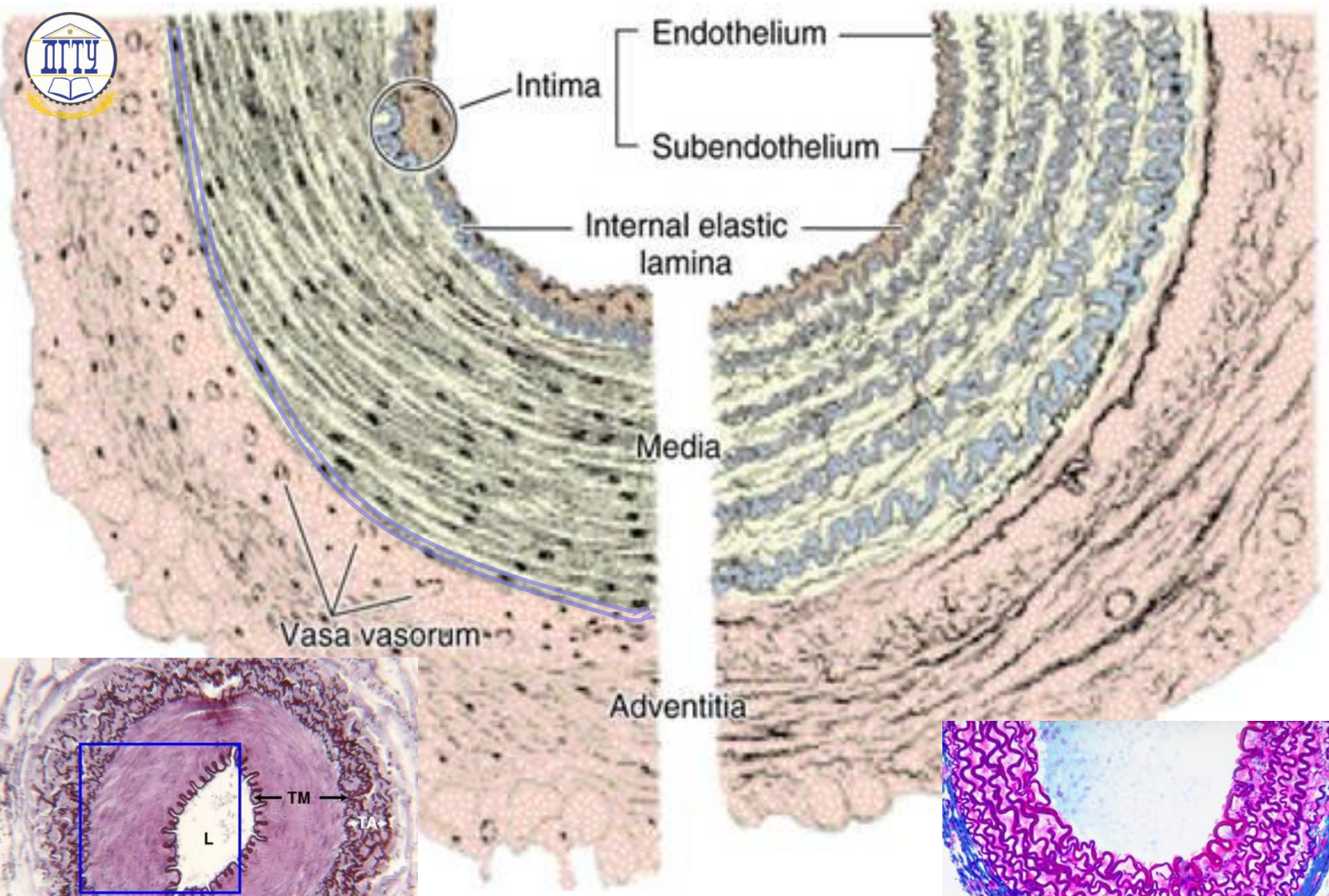
ОСОБЕННОСТИ АРТЕРИЙ ЭЛАСТИЧЕСКОГО ТИПА

(аорта, легочная артерия)

1 – Не сплошная (или отсутствует) внутренняя эластическая мембрана во внутренней оболочке

2 – в средней оболочке преобладают эластические волокна, которые образуют «окончатые» мембраны

3 – отсутствует наружная эластическая мембрана

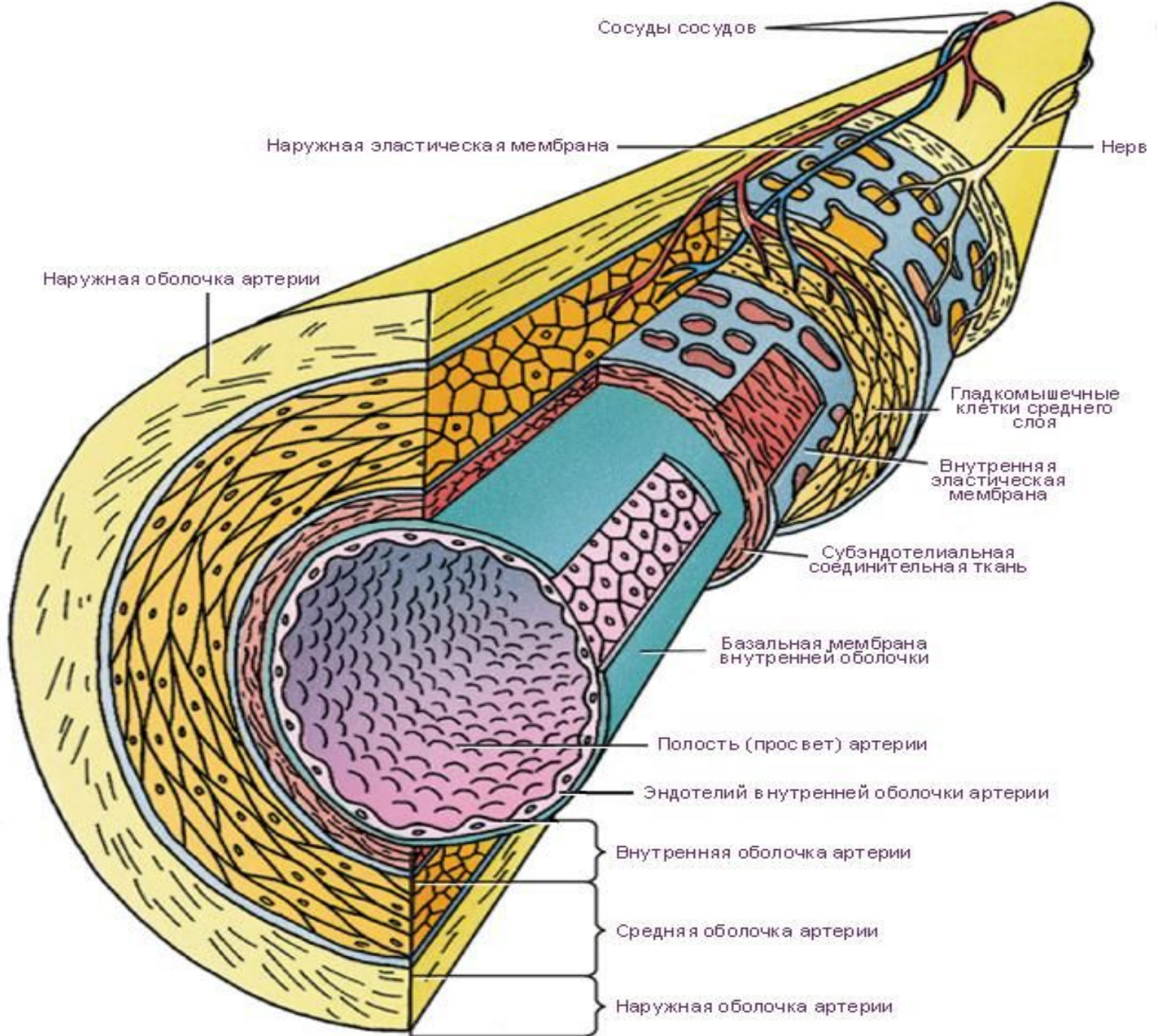




ОСОБЕННОСТИ АРТЕРИЙ МЫШЕЧНОГО ТИПА

(артерии среднего и мелкого калибра)

1 – в средней оболочке преобладают
пласты гладкомышечных клеток





КЛАССИФИКАЦИЯ ВЕН

1- по размеру

1- безмышечного типа (твердой и мягкой мозговых оболочек, сетчатки глаза, костной, селезенки и плаценты)

2- мышечного типа

а) со слабым развитием мышечных

ЭЛЕМЕНТОВ (вены верхней части туловища, шеи, лица, а также верхняя полая вена)

б) со средним развитием мышечных

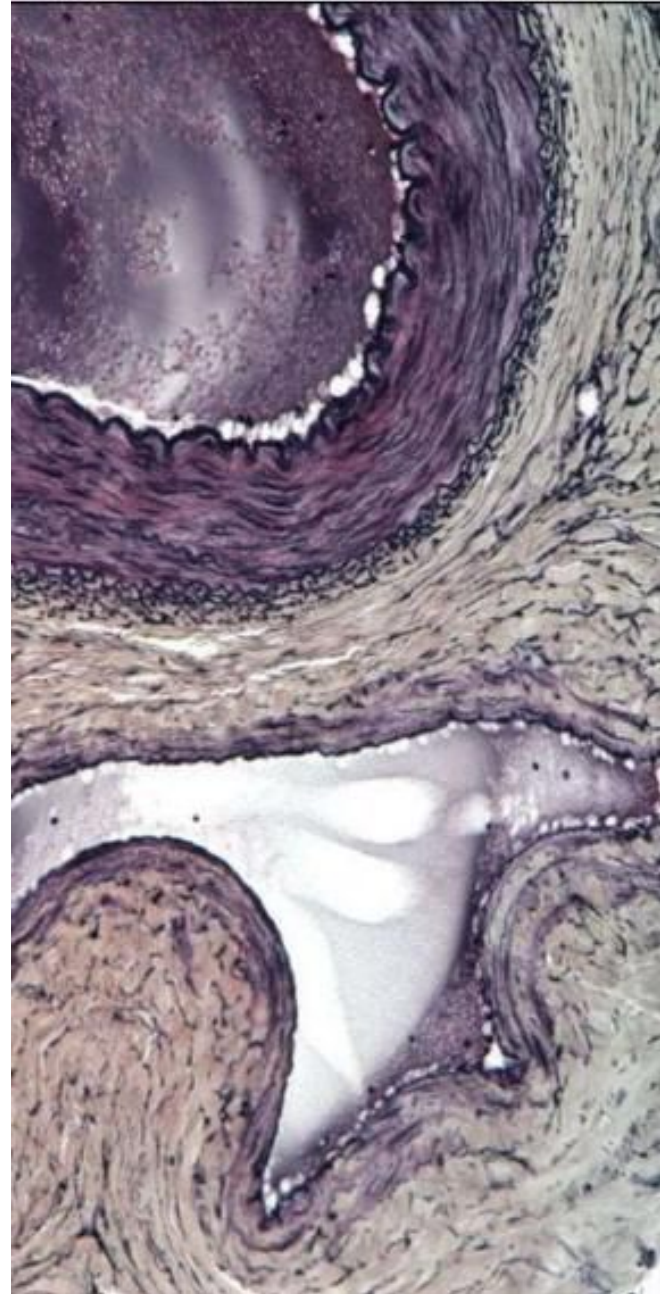
ЭЛЕМЕНТОВ (напр. плечевая вена)

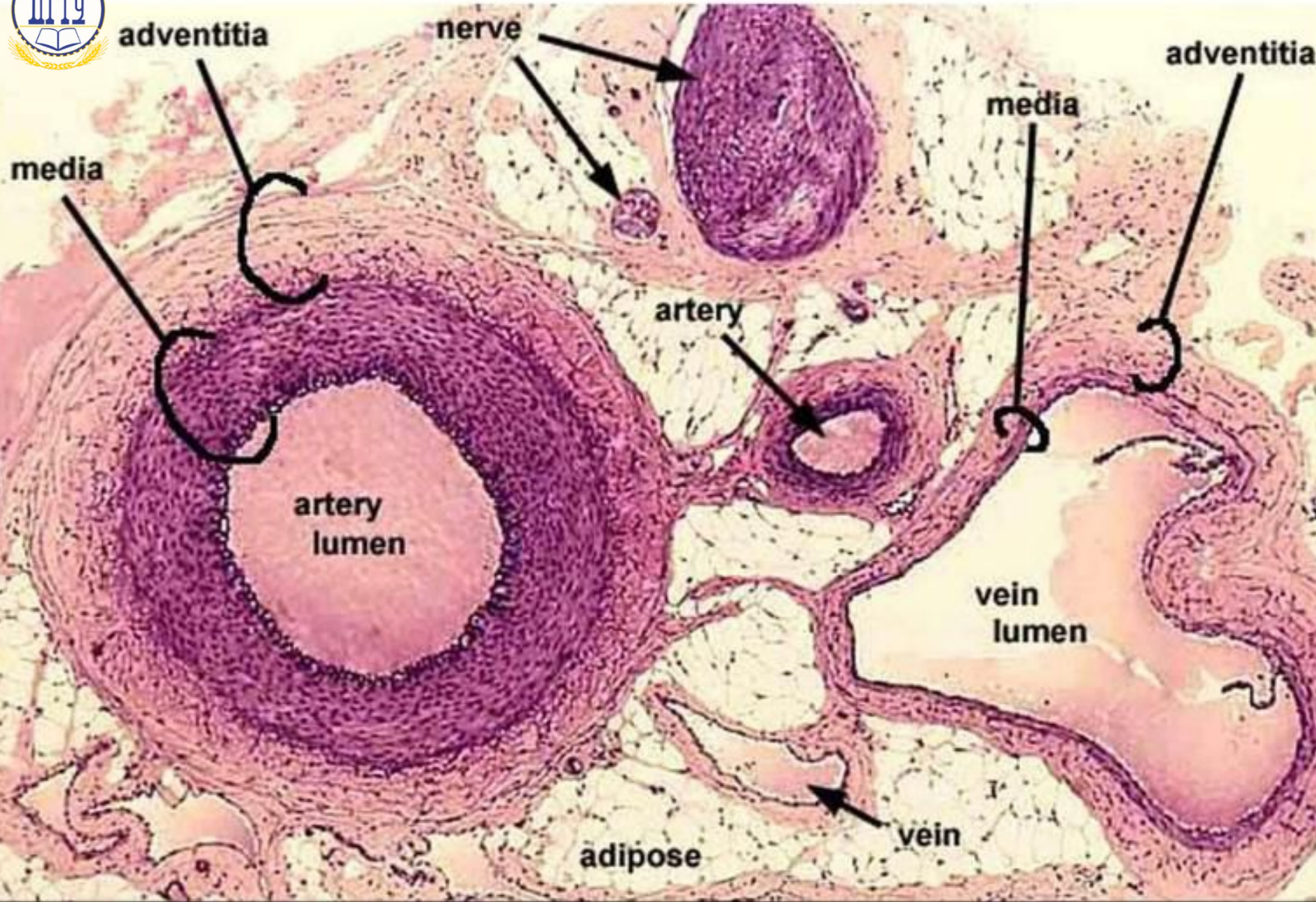
в) с сильным развитием мышечных

ЭЛЕМЕНТОВ (вены нижней половины туловища и др.)

Отличия в строении стенки вены и артерии

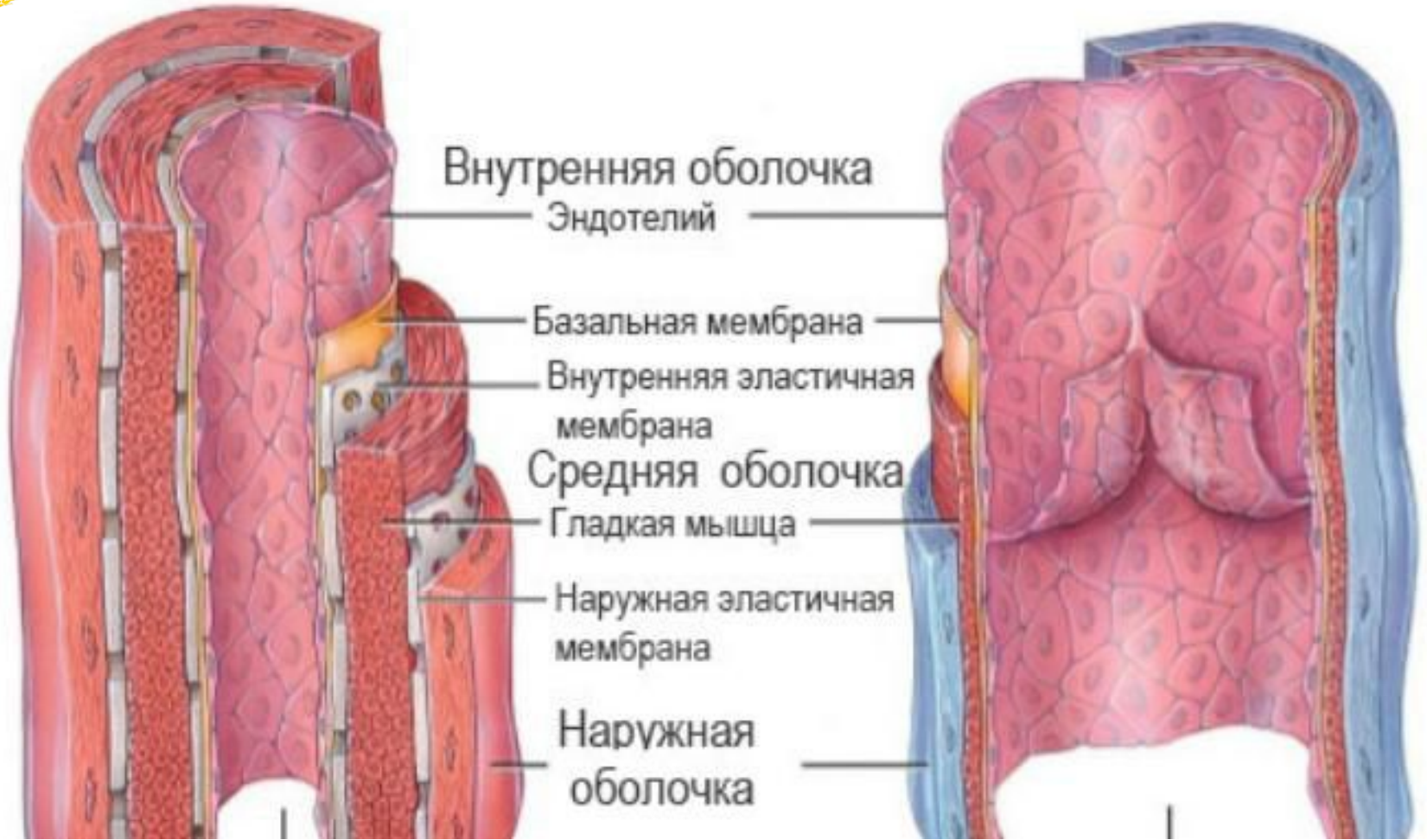
- 1) Стенка вены более тонкая
- 2) Отсутствуют внутренняя и наружная эластические мембраны
- 3) Менее развита средняя оболочка
- 4) Сильнее развита наружная оболочка
- 5) Просвет имеет неправильную форму
- 6) Вены могут иметь клапаны







А
р
т
е
р
и
я



Внутренняя оболочка

Эндотелий

Базальная мембрана

Внутренняя эластичная мембрана

Средняя оболочка

Гладкая мышца

Наружная эластичная мембрана

Наружная оболочка

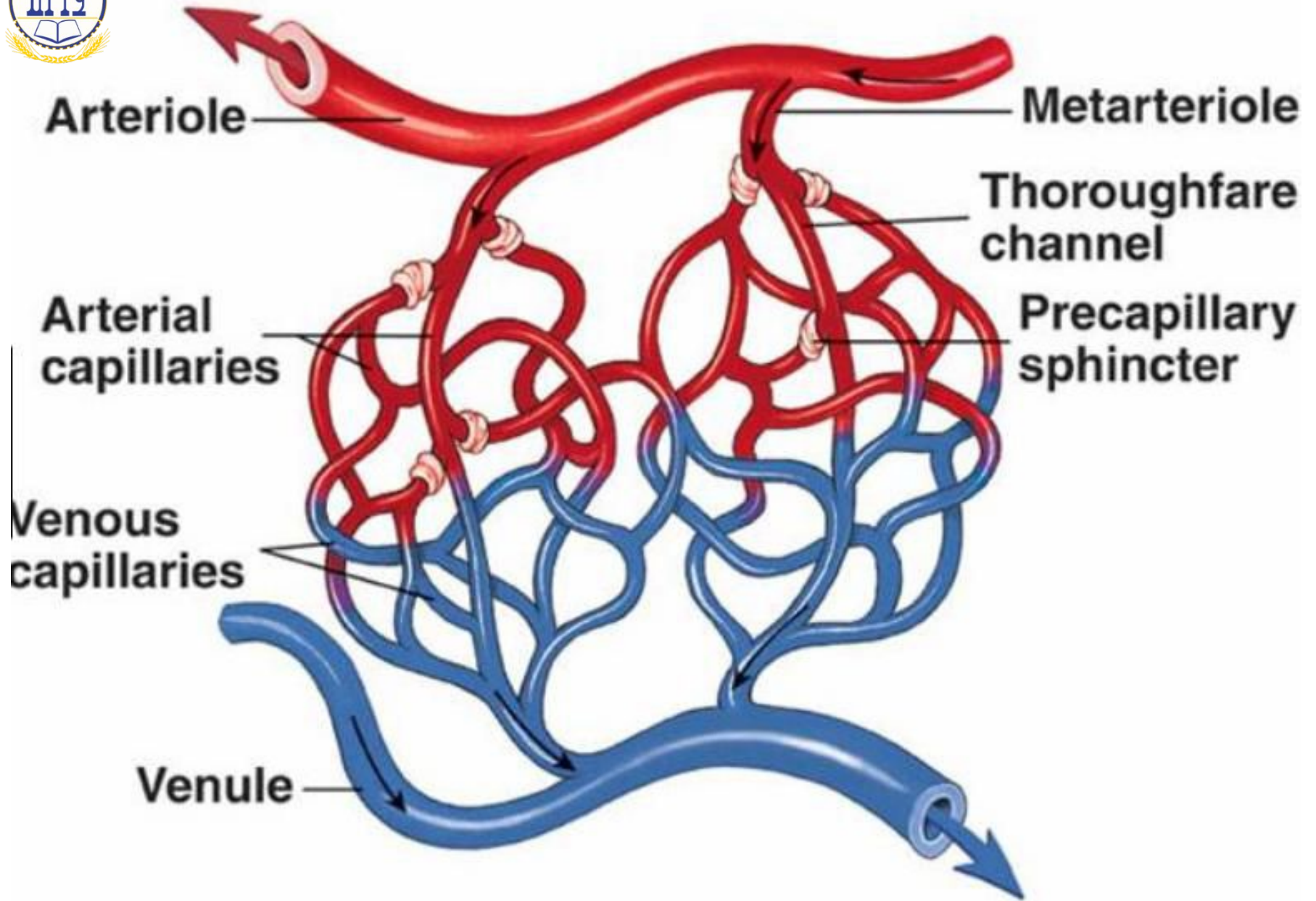
В
е
н
а



Микроциркуляторное русло

Состоит из отдельных участков-
АНГИОНОВ, которые включают:

- Артериолы
- Прекапилляры (метартериолы)
- Капилляры
- Посткапилляры
- Вены
- Артериоловеноулярные анастомозы





Артериолы - функции:

- 1) обеспечивает регуляцию кровенаполнения органов
- 2) транскапиллярный обмен
- 3) дренажно-депонирующую функцию

Строение:

1. Внутренняя оболочка
 - а) эндотелий (в базальной мембране есть перфорации)
 - б) тонкий подэндотелиальный слой
2. Средняя оболочка – циркулярно-ориентированные гладкомышечные клетки (в местах перехода в капилляры образуют сфинктеры)
3. Наружная оболочка – соединительная ткань.

Функция – регуляция объема поступающей крови в капилляры.





Капилляры:

1. Эндотелий
2. Базальная мембрана
3. **ПЕРИЦИТЫ**

Классификация капилляров:

- Соматического типа – d до 10 мкм, нефенестрированный эндотелий и сплошная базальная мембрана. (Находятся в мышечной ткани, сердце, головном мозге.)
- Висцерального типа – фенестрированный эндотелий и сплошная базальная мембрана. (Локализуются в почке, тонкой кишке, железах внутренней секреции.)
- Синусоидные – имеют фенестры в эндотелии и поры в базальной мембране. Диаметр 20-30 мкм. (Находятся в кроветворных органах, печени.)

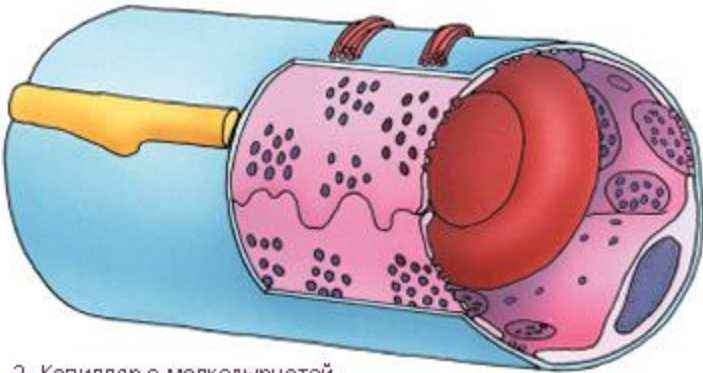
Функции:

1. обмена веществ и газов между кровью и тканями
2. участие в гистогематических барьерах
3. обеспечение микроциркуляции

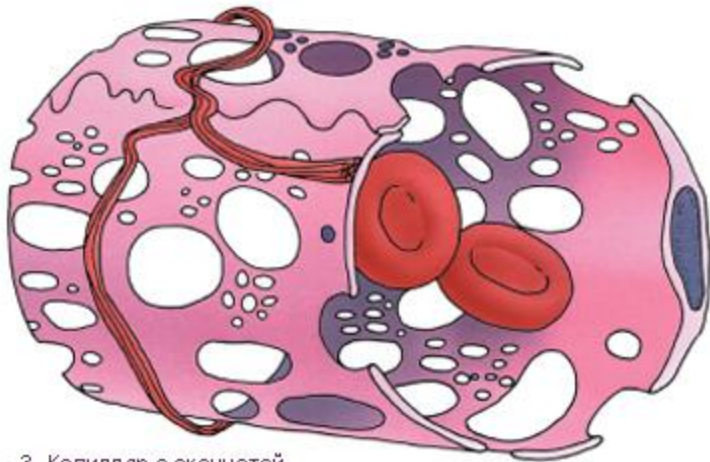
№	Фенотип	Схема	Орган	Функция
1	Непрерывный (сплошной)		<p>Центральная нервная система. Лимфатические узлы. Мышцы.</p>	<p>Гематоэнцефалический барьер. Самонаведение (хоминг) лимфоцитов. Метаболический обмен.</p>
2	Фенестрированный (мелкодырчатый)		<p>Эндокринные железы. Желудочно-кишечный тракт. Сплетения сосудистой оболочки глаза. Сосудистые клубочки и почек.</p>	<p>Секреция. Всасывание. Секреция. Фильтрация.</p>
3	Прерывистый (окончатый)		<p>Печень. Костный мозг. Селезёнка.</p>	<p>Обмен частицами. <u>Гематопозз.</u> Фильтр для <u>клеток крови.</u></p>



1. Капилляр со сплошной (непрерывной) стенкой

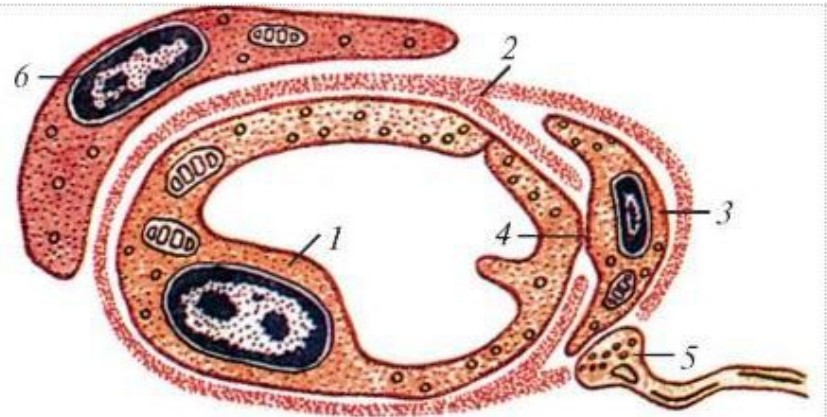


2. Капилляр с мелкодырчатой (фенестрированной) стенкой

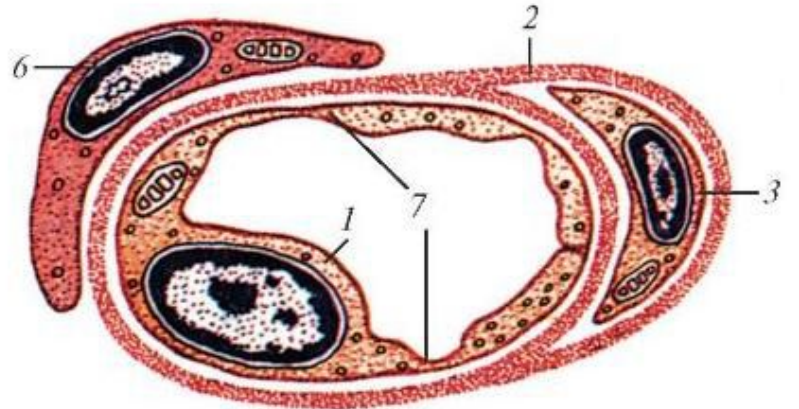


3. Капилляр с окончатой (прерывистой) стенкой

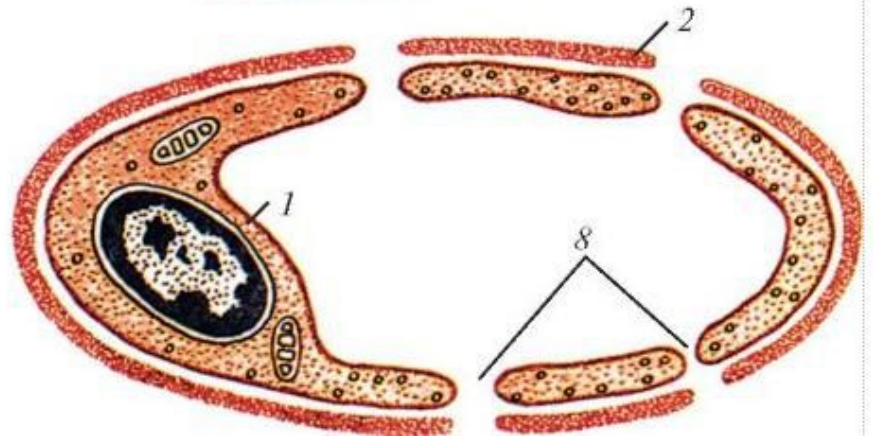
I

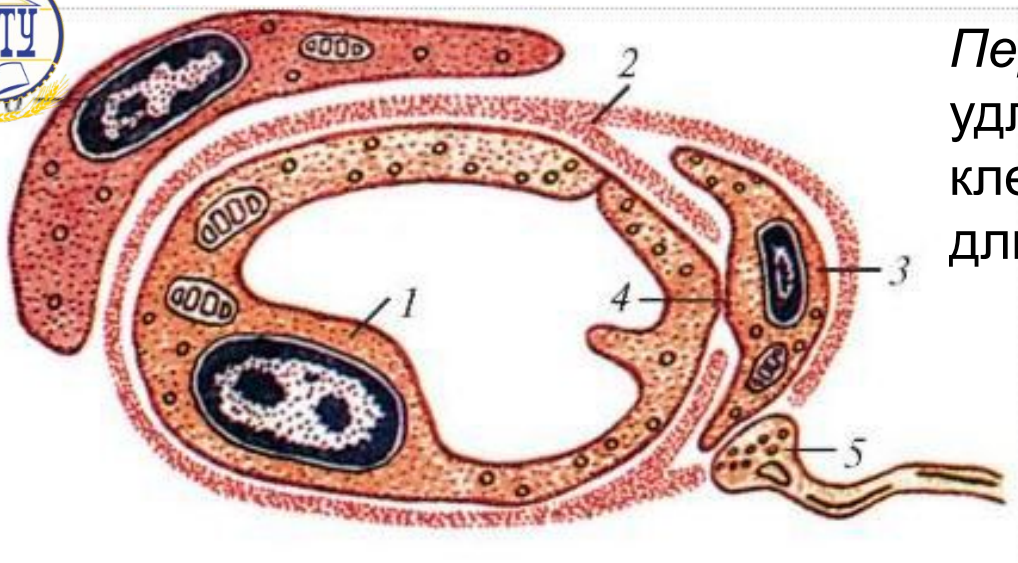


II



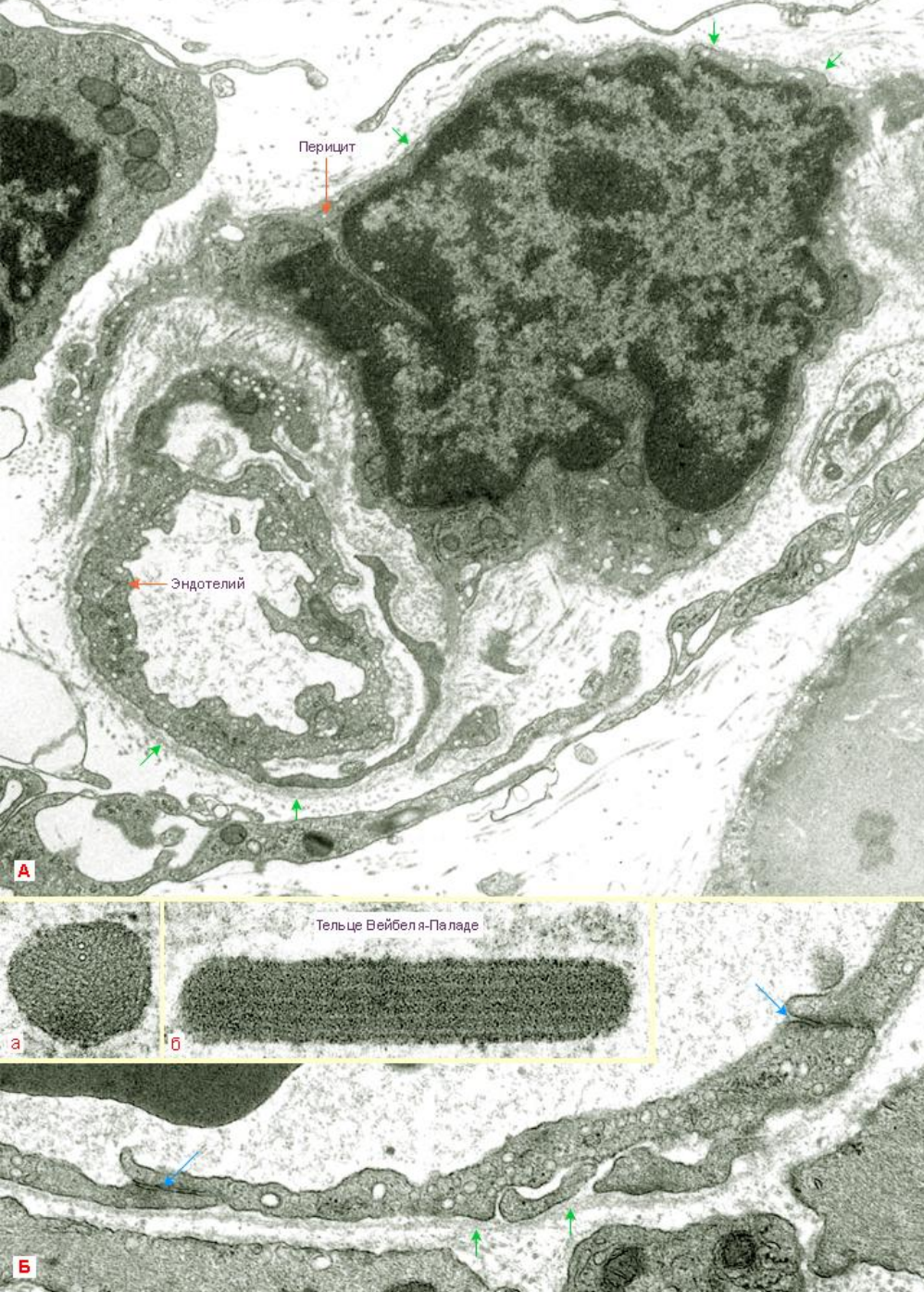
III





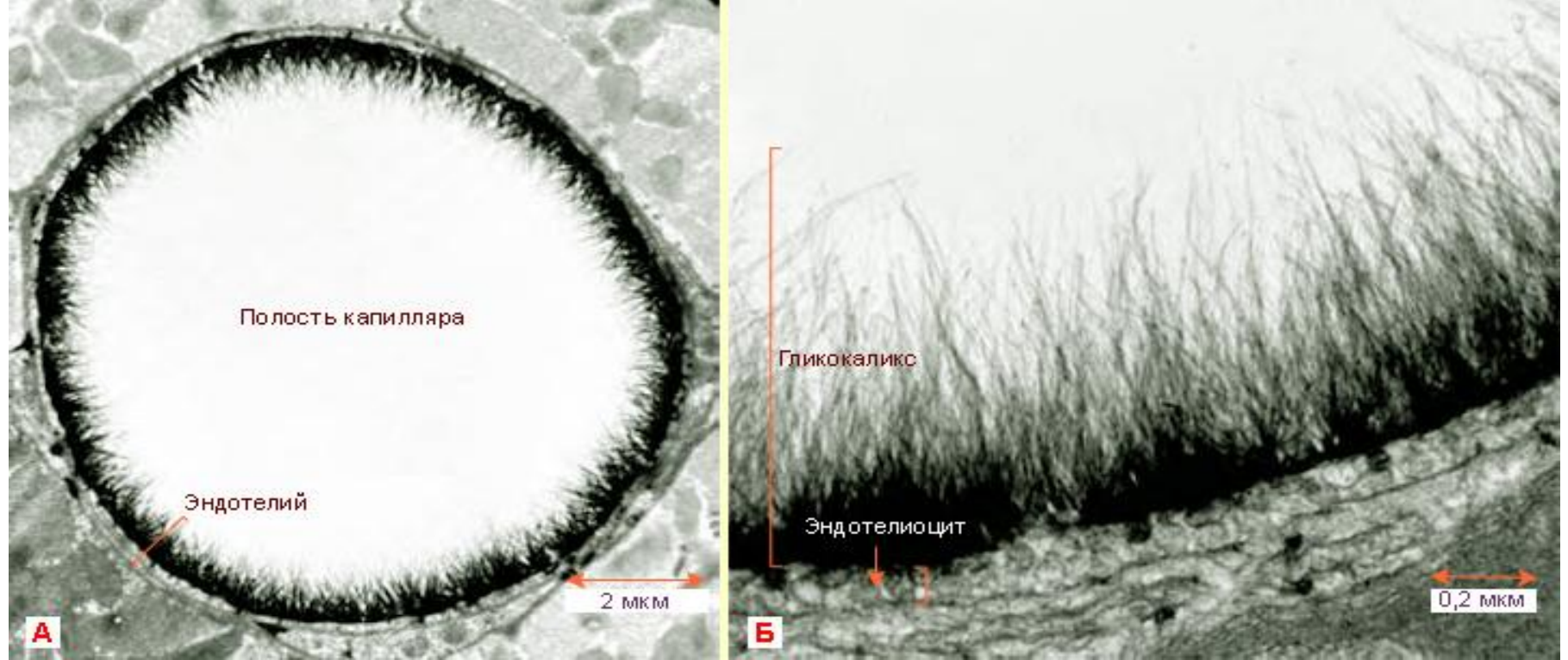
Перициты представляют собой удлиненные многоотростчатые клетки, расположенные вдоль длинной оси капилляра.

1. Отростки перицитов прободают базальный слой и подходят к эндотелиоцитам.
2. Каждый эндотелиоцит контактирует с отростками перицитов
3. К каждому перициту подходит окончание аксона симпатического нейрона
4. Перицит передает эндотелиоциту импульс, благодаря которому эндотелиальные клетки или набухают, или теряют жидкость
5. Это приводит к периодическим изменениям ширины просвета капилляра.



Капилляр со сплошной стенкой, выстланной изнутри *эндотелиоцитами*, а снаружи - *перицитами*, обволакивающими капилляр во всех направлениях. Сплошная стенка, образованная эндотелиоцитами, создает барьер для транспорта *веществ* через эндотелий.

Транспорт *жидкостей*, *растворенных* в них веществ, макромолекул осуществляется через эндотелиоциты в любых направлениях с помощью везикул. Эндотелий капилляра окружен непрерывной *БМ* (зелёные стрелки на микрофотографиях **А** и **Б**), которая покрывает перицит. На вставках **а** и **б** показаны продольное и поперечное сечения *тельец Вейбеля-Паладе*. Везикулы запасают вещество, - **фактор Виллебранда**



Гликокаликс эндотелиоцитов («заякоренные» в плазмалемме молекулы олигосахаридов, полисахаридов, гликопротеинов и гликолипидов) предотвращает вытекание *крови* из полости *кровеносных сосудов*, снижает *силы* трения, препятствующие *движению крови* по кровеносным сосудам, участвует в *регулировании кровотока* и в осуществлении многих других функций. Толщина гликокаликса эндотелиоцитов составляет $\sim 50 \div 100$ нм.



ВЕНУЛЫ

Стенка имеет такое же строение как и капилляр, однако характеризуется большим количеством перицитов и большим диаметром.

Функция – дренажная, депо крови



АРТЕРИОЛО-ВЕНУЛЯРНЫЕ АНАСТОМОЗЫ (АВА)

Это часть микроциркуляторного русла, которая обеспечивает прямой переход артериальной крови в вены в обход капилляров.

Классификация:

1. Истинные АВА или шунты – в венозное русло сбрасывается чистая артериальная кровь.
 - а) простые
 - б) с сократительными структурами
2. Атипичные АВА или полушунты – течет смешанная кровь

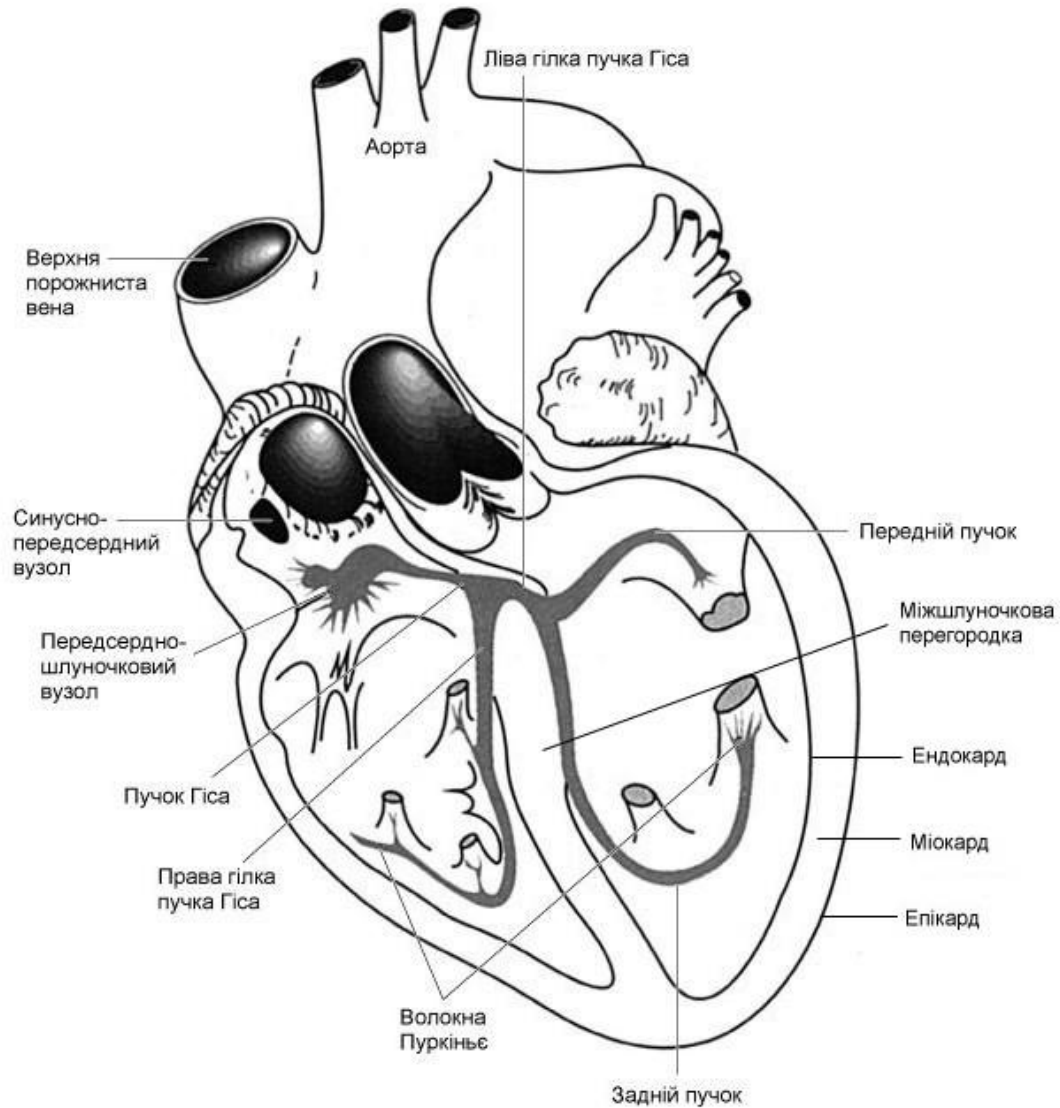
Функции:

- 1) регуляция кровоснабжения органов
- 2) регуляция артериального давления
- 3) артериализация крови
- 4) мобилизация депонированной крови.

Развитие сосудов – с мезенхимы.

СЕРДЦЕ

Орган, виконуючий функцію перерасподільного насоса і приводячий кров'я в рух.





Структурно-функциональная организация сердца.

- Эндокард
- Миокард
- Эпикард

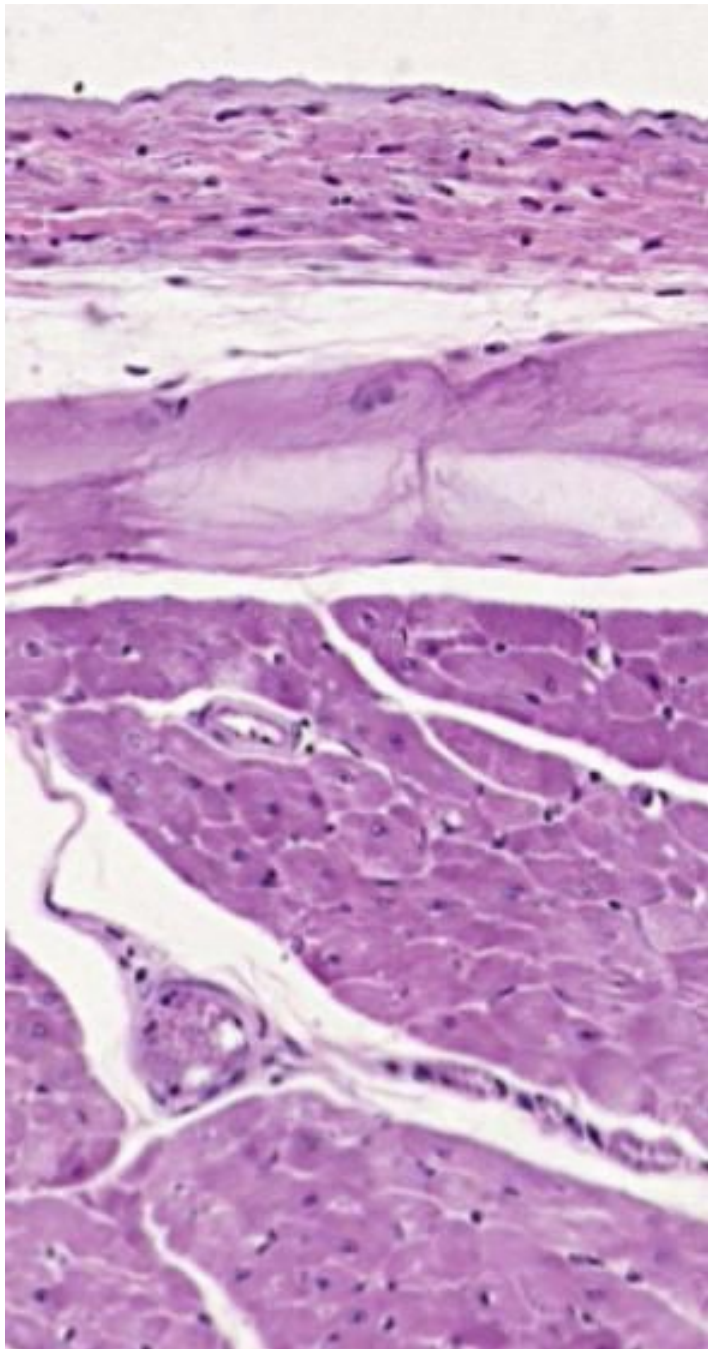
Эндокард имеет 4 слоя:

1. эндотелиальный
2. подэндотелиальный
3. мышечно-эластический
4. соединительнотканый

Миокард – сердечная мышца. Состоит из сердечной мышечной ткани и прослоек рыхлой соединительной ткани с осудами и нервами.

Различают:

- 1) типичные сократительные кардиомиоциты
- 2) атипичные проводящие кардиомиоциты.
- 3) секреторные кардиомиоциты.



Эндокард – это внутренняя оболочка сердца, состоит из четырех слоёв и по своему строению напоминает стенку артерии смешанного типа:

I слой – эндотелий.

II слой – подэндотелиальный, представлен рыхлой соединительной тканью. Эти два слоя аналогичны внутренней оболочке артерий.

III слой – мышечно-эластический, состоящий из гладкой мышечной ткани, между клетками которой, в виде густой сети располагаются эластические волокна. Этот слой является «эквивалентом» средней оболочки артерий.

IV слой – наружный соединительнотканый, состоящий из рыхлой соединительной ткани. Он аналогичен наружной (адвентициальной) оболочке артерий.



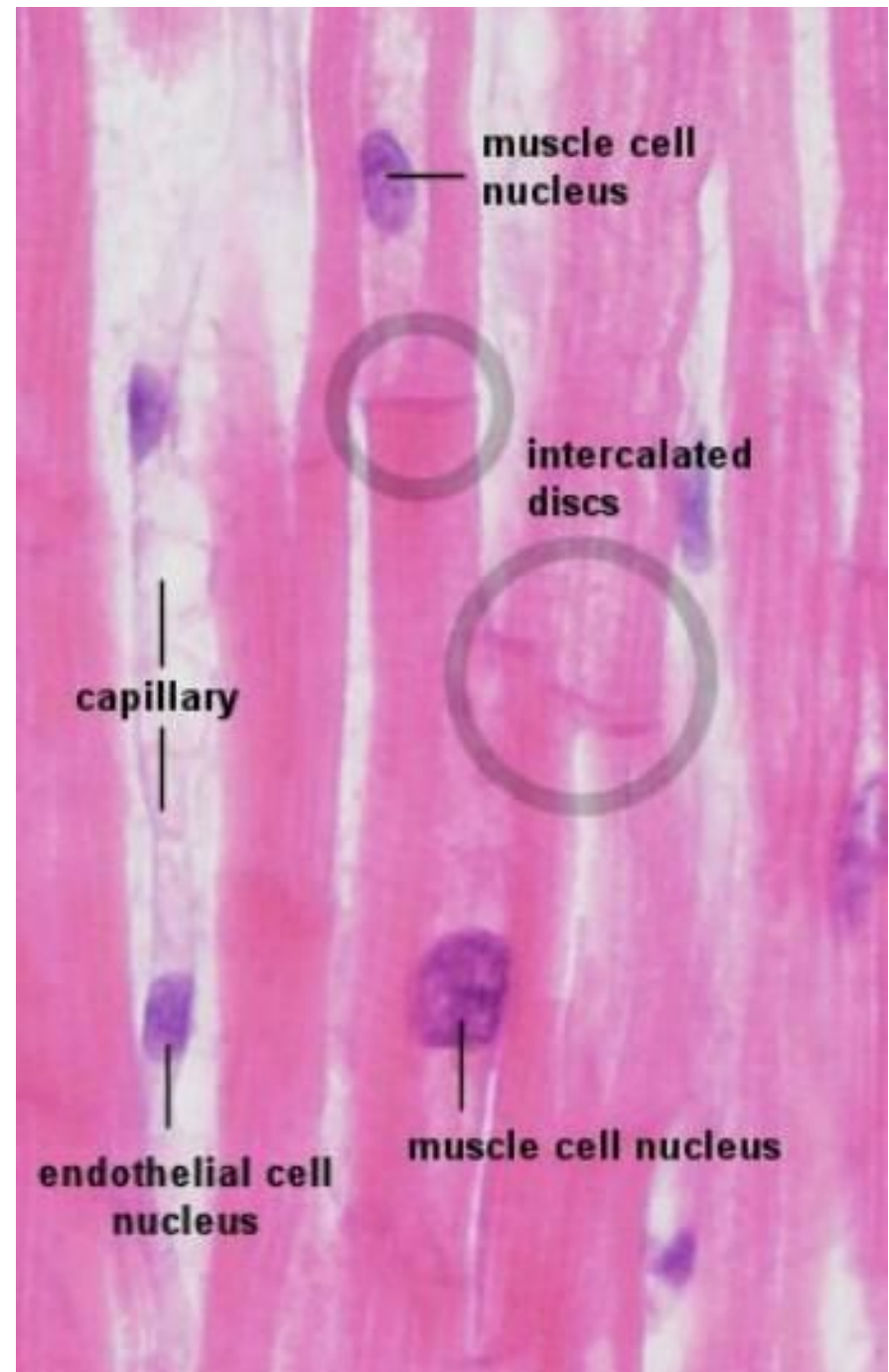
Миокард является средней оболочкой сердца. Основная масса миокарда представлена поперечно-полосатой мышечной тканью, образованной

1. Типичными кардиомиоцитами.

Помимо типичных кардиомиоцитов, в миокарде имеются

2. Секреторные (эндокринные) кардиомиоциты. Они располагаются в миокарде предсердий и вырабатывают **предсердный натрийуретический фактор**

3. Атипичные (проводящие) кардиомиоциты, формирующие проводящую систему сердца.

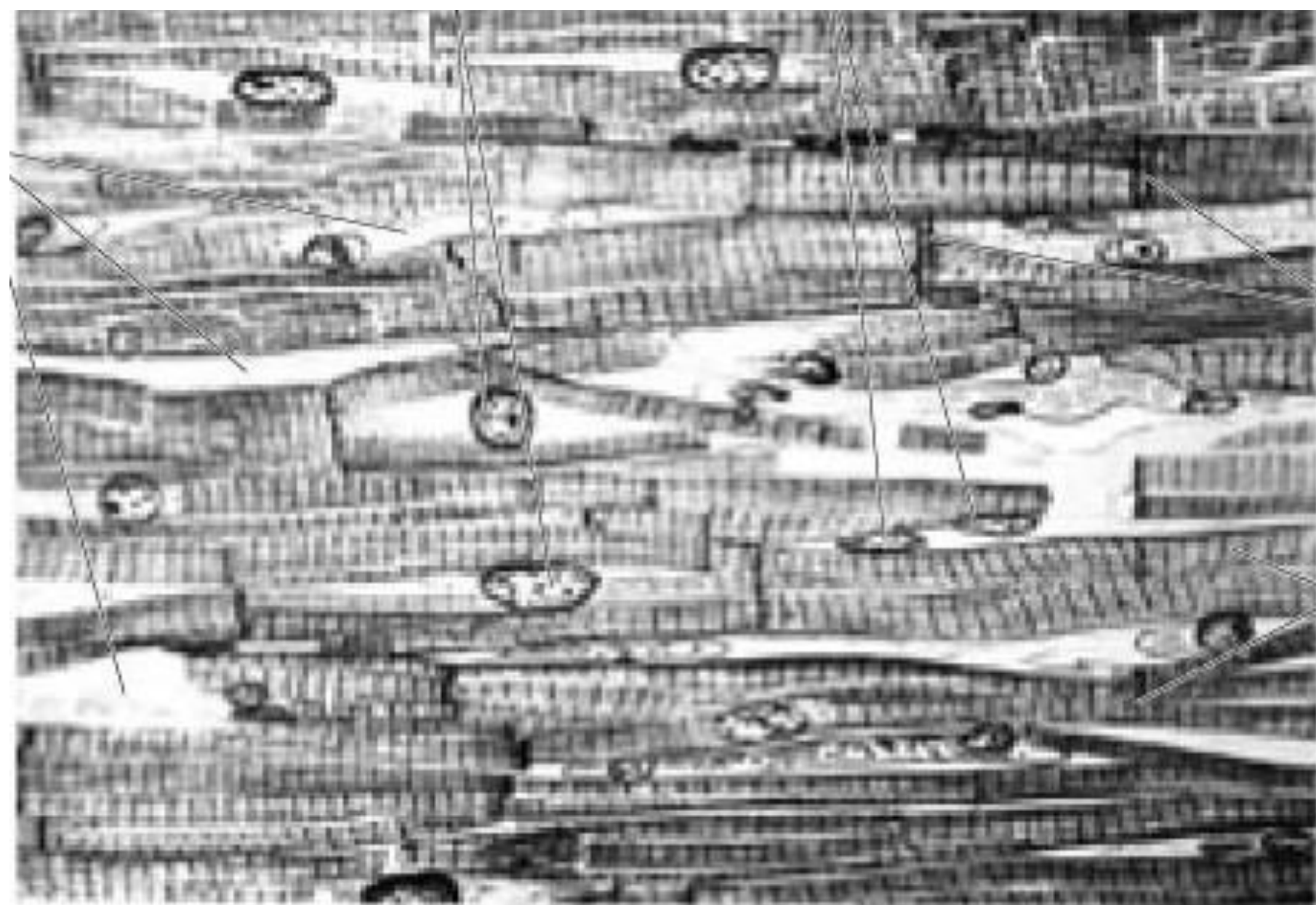




Структурные особенности

сократительных сердечных миоцитов

1. прямоугольная форма, в центре ядро, по периферии миофибриллы
2. клетки соединены между собой вставочными дисками и образуют волокна
3. между волокнами имеются анастомозы
4. наличие Т-систем





Три типа проводящих кардиомиоцитов

1) Пейсмейкерные клетки (Р-клетки) –
водители ритма

2) Переходные клетки

3) Волокна Пуркинье

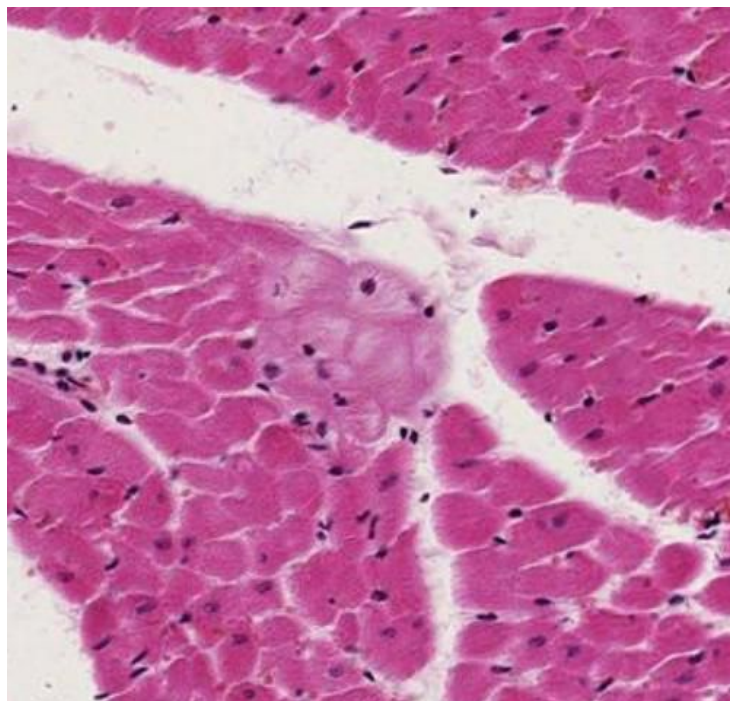
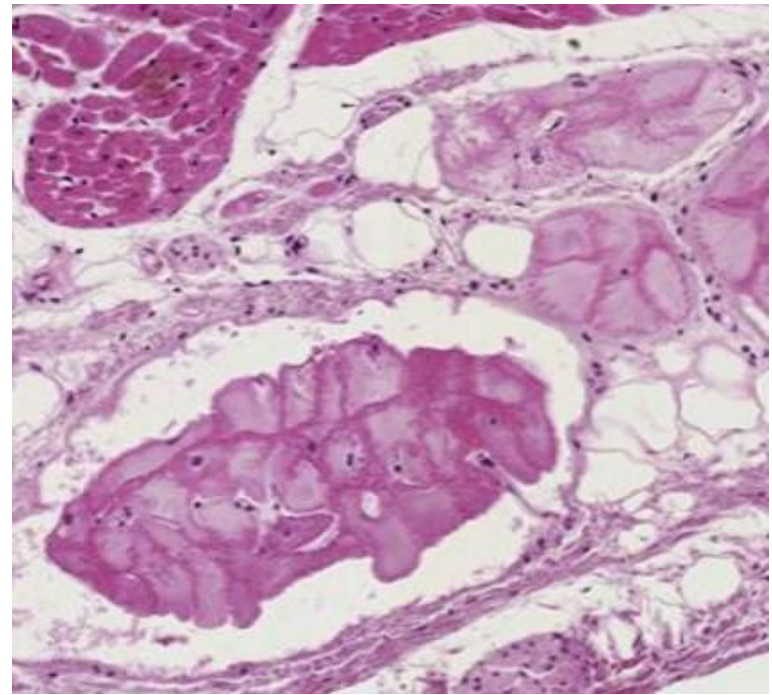
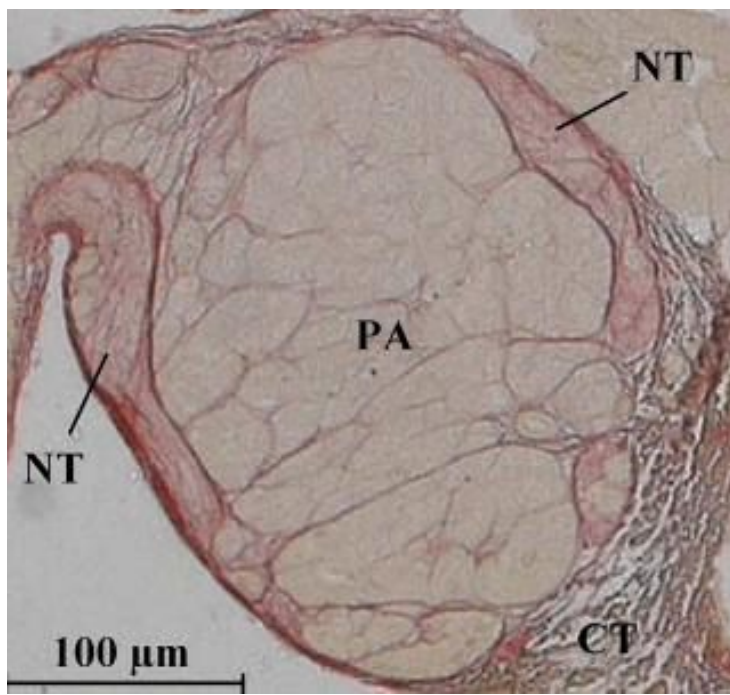
а) больших размеров

б) мало миофибрилл

в) более светлые

г) богаты гликогеном

д) преобладают энзимы анаэробного
гликогена





Секреторные кардиомиоциты предсердий – содержат секреторные гранулы, содержащие натрийуретический фактор

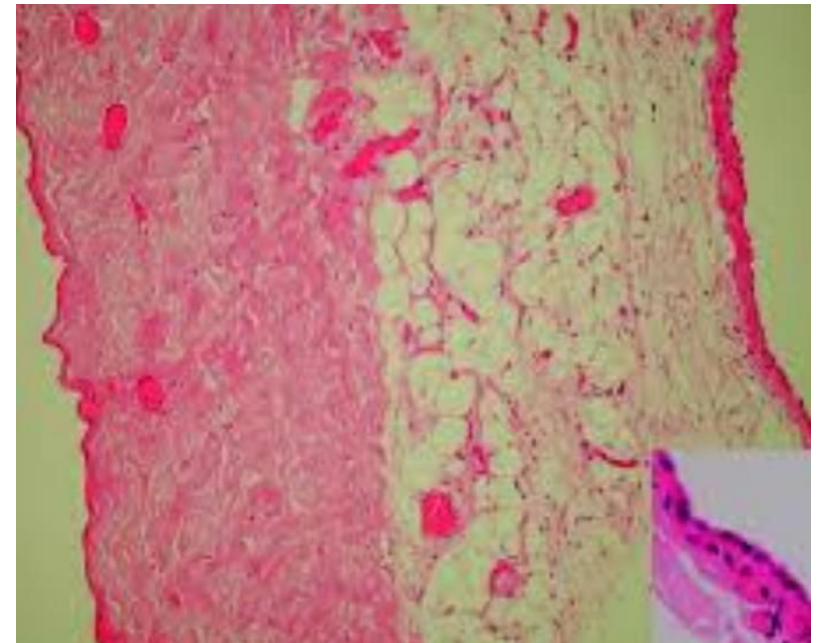
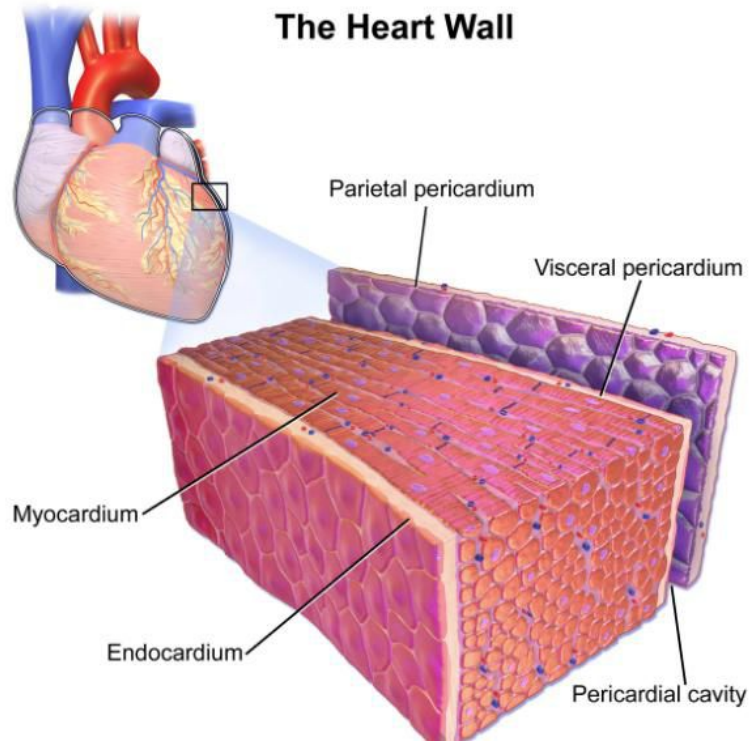
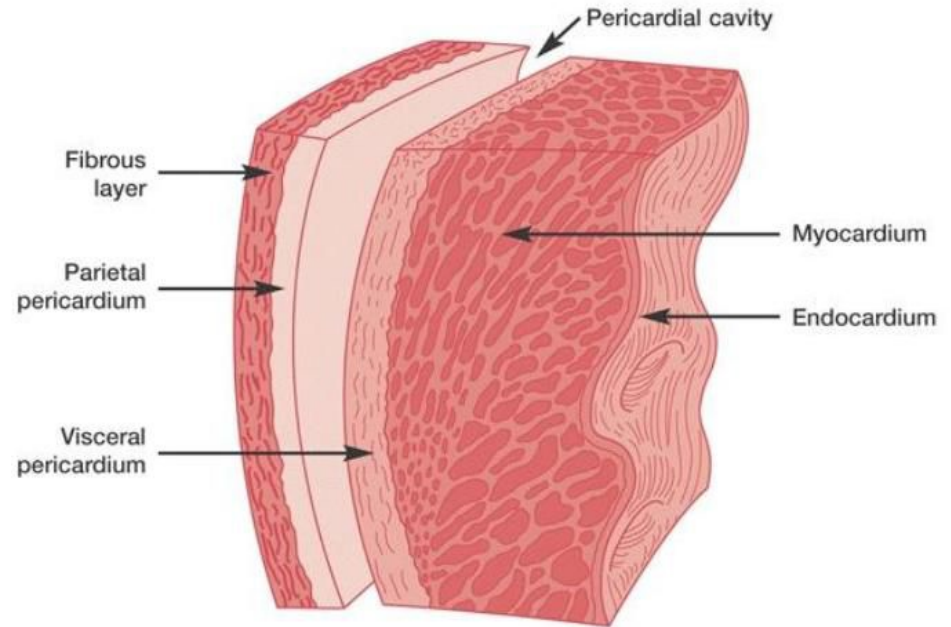


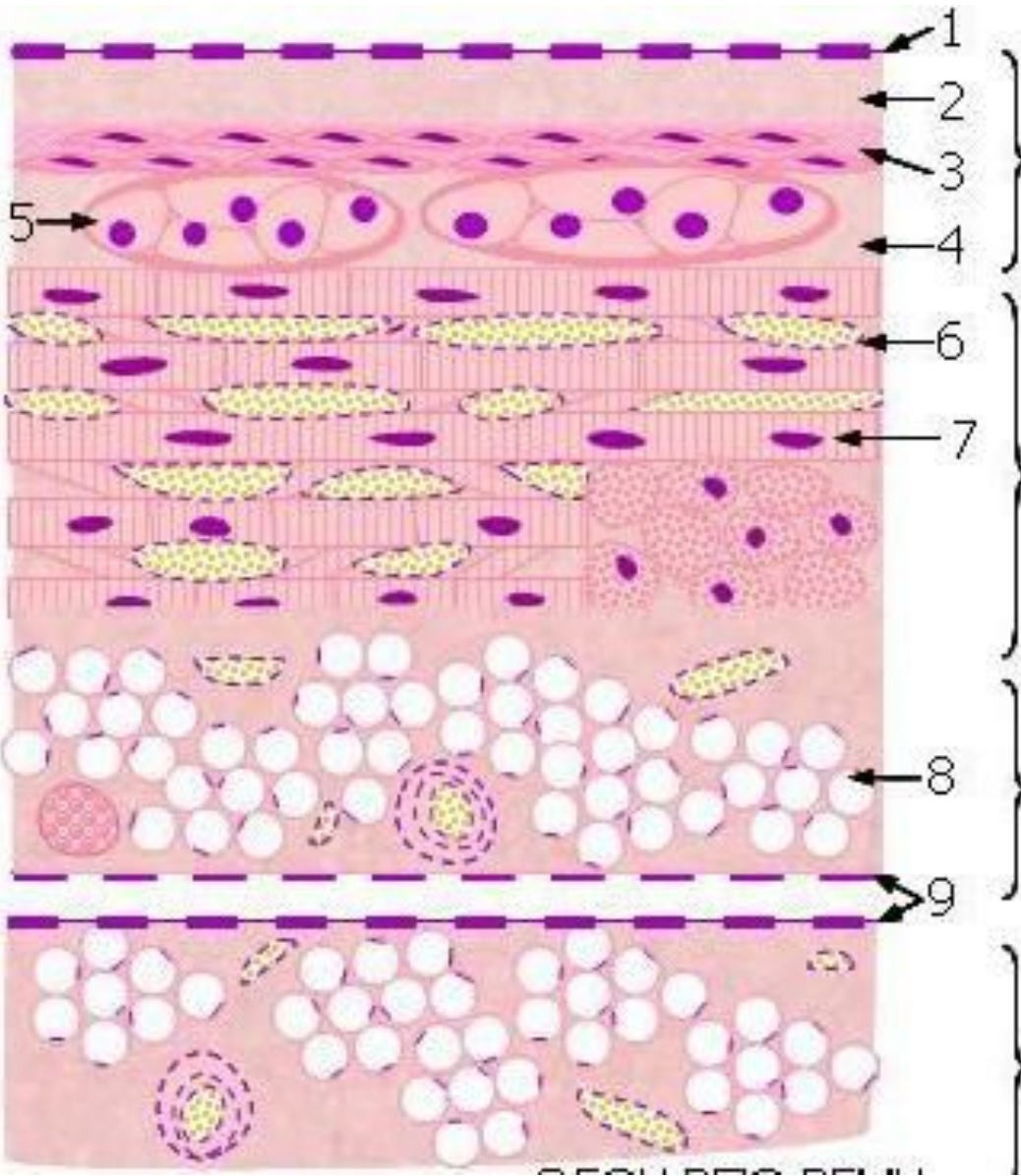
Эпикард

- 1) соединительная ткань
- 2) Мезотелий

Перикард

- 1) соединительная ткань
- 2) Мезотелий





I – Эндокард: 1 – эндотелий; 2 – субэндотелиальный

соединительнотканый слой; 3 – мышечно-эластический слой; 4 –

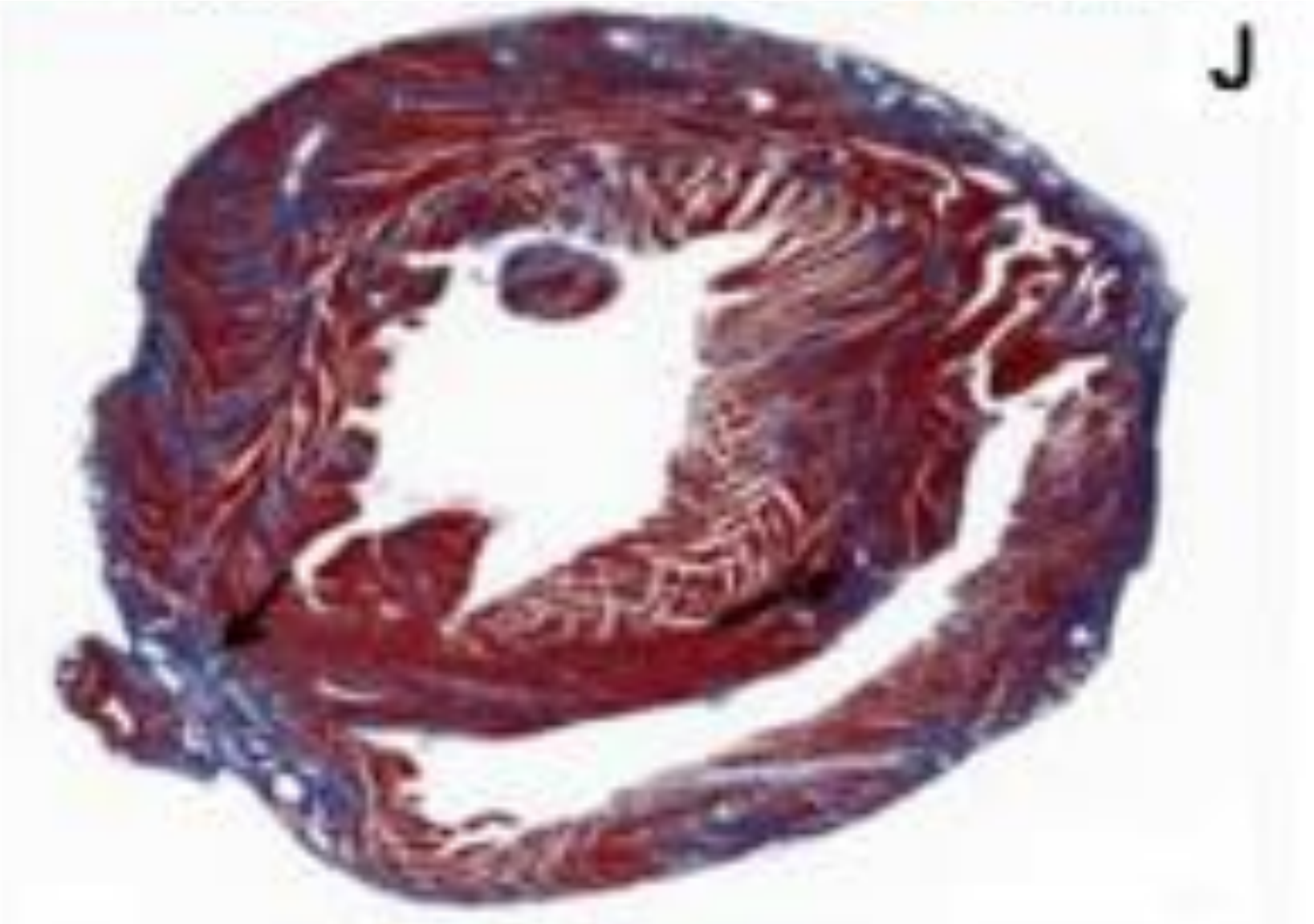
наружный соединительнотканый слой; 5 – проводящие кардиомиоциты.

II – Миокард: 6 – сосуды; 7 – сократительные кардиомиоциты.

III – Эпикард: 8 – жировая ткань; 9 – мезотелий.

IV – Перикард.







ЭНДОТЕЛИЙ

- Эндотелий - это разновидность эпителия мезодермального происхождения, построенный из одного слоя клеток, выстилающих внутренние поверхности сердца, кровеносных сосудов и лимфатических сосудов.
- Внутренними клетками стенок кровеносных сосудов являются эндотелиальные клетки, эндотелиоциты, (endotelocytes).
- В организме имеется 10^{12} - 10^{13} эндотелиоцитов, их общая масса составляет около 1,5-2 кг., **общая площадь** выстилки сосудов - около 1000 м^2
- **Эндотелий, распределенный по всему телу, и является органом с громадной поверхностью.**
- Этот орган является дифференцированной структурой, эндотелиоциты, составляющие его, выполняют в организме определенные специфические функции.
- Является частью и объектом управления одной из систем организма - системы кровообращения.



Среди функций эндотелия как основные можно выделить следующие:

1. Участие в осуществлении транспортных функций системы кровообращения.
 - доставка от системы пищеварения, системы дыхания к органам и тканям организма воды, минеральных веществ, питательных веществ, кислорода;
 - удаление от органов и тканей к системам выделения конечных продуктов метаболизма;
 - доставка и удаление от исполнительных звеньев регуляторов систем к их объектам управления гуморально-активных веществ - средств управления структурами и функциями организма.
2. Участие в модификации биоактивных веществ, в частности, превращение прогормонов в гормоны (АПФ, иАПФ).
3. Участие в поддержании необходимой вязкости крови и в остановке кровотечения (Гемостаз. Фактор фон Виллебранда, болезнь Виллебранда-Диана).
4. Участие в регулировании тонуса сосудов и, следовательно, в регулировании кровотока (сосудосуживающие (эндотелины, тромбоксаны, блакаторы - ситаксинтан), сосудорасширяющие (оксид азота, гиперполяризующий фактор, простагландины)).
5. Участие в осуществлении ряда защитных функций системы крови - в организации воспаления, аллергии и иммунитета (факторы адгезии и агрегации).
6. Участие в осуществлении ангиогенеза, как в эмбриональном развитии, так и при регенерации тканей после повреждения.



Заболевания, связанные с эндотелиальной дисфункцией

1. атеросклероз,
2. гипертоническая болезнь,
3. коронарная недостаточность,
4. инфаркт миокарда,
5. диабет и инсулинорезистентность,
6. почечная недостаточность,
7. тромбозы вен и ТЭЛА
8. эректильная дисфункция (импотенция)
9. эндокринные возрастные нарушения,
10. дыхательные легочные патологии (астма)
11. спаечная болезнь брюшной полости



Эпителий (лат. *epithelium*), или **эпителиальная**

ткань — слой клеток, выстилающий поверхность (эпидермис) и полости тела, а также слизистые оболочки внутренних органов, пищевого тракта, дыхательной системы, мочеполовые пути. Кроме того, образует большинство желёз организма.

Клетки эпителия лежат на тонкой базальной мембране, они лишены кровеносных сосудов, их питание осуществляется за счёт подлежащей соединительной ткани.

Морфологическая классификация

Однослойный эпителий может быть **однорядным и многорядным**. У однорядного эпителия все клетки имеют одинаковую форму — плоскую, кубическую или призматическую, их ядра лежат на одном уровне, то есть в один ряд. У многорядного эпителия различают окрашиваемые гематоксилин-эозином, призматические и вставочные клетки; последние, в свою очередь, делятся по принципу отношения ядра к базальной мембране на высокие вставочные и низкие вставочные клетки.

Многослойный эпителий бывает **ороговевающим, неороговевающим** и **переходным**. Эпителий, в котором происходят процессы ороговения, связанные с дифференцировкой клеток верхних слоев в плоские роговые чешуйки, называют многослойным плоским ороговевающим. Как, например, на поверхности кожи. При отсутствии ороговения эпителий называется многослойным плоским неороговевающим. Как, например, на поверхности роговицы или в ротовой полости.

Переходный эпителий выстилает органы, подверженные **сильному растяжению** — мочевого пузыря, мочеточники и др. При изменении объема органа толщина и строение эпителия также изменяется.





Онтофилогенетическая классификация

Наряду с

морфологической классификацией, используется *онтофилогенетическая классификация*, созданная российским гистологом Н. Г. Хлопиным. В основе её лежат особенности развития эпителиев из тканевых зачатков.

Эпидермальный тип эпителия образуется из **эктодермы**, имеет многослойное или многорядное строение, приспособлен к выполнению прежде всего защитной функции.

Энтодермальный тип эпителия развивается из **энтодермы**, является по строению однослойным призматическим, осуществляет процессы всасывания веществ, выполняет железистую функцию.

Целонефродермальный тип эпителия развивается из **мезодермы**, по строению однослойный, плоский, кубический или призматический; выполняет барьерную или экскреторную функцию.

Эпендимоглиальный тип представлен специальным эпителием, выстилающим, например, полости мозга. **Источником его образования является нервная трубка.**

Ангиодермальный тип эпителия образуется из **мезенхимы**, выстилает изнутри кровеносные сосуды.

Эндотелий – плоский однослойный эпителий ангиодермального типа