

Лекция

Система органов крово- и лимфообращения

1. Общая характеристика кровеносной системы.
2. Строение и топография сердца.
3. Большой и малый круги кровообращения.
4. Общие закономерности строения, хода и ветвления кровеносных сосудов.
5. Обзор лимфатической системы.

- Сердечно-сосудистая система **осуществляет** транспорт и распределение крови в организме.
- С кровью к органам поступают кислород и питательные вещества, гормональные регуляторы, удаляются продукты метаболизма и углекислота.
- Сердцу отводится роль **насоса**
- **Правые** отделы сердца перекачивают кровь по малому кругу кровообращения, **левые** – по большому.

2. Строение и топография сердца

функции ССС:

- 1. транспортная** – циркуляция крови и лимфы в органах и тканях:
 - a) трофическая* – доставка питательных веществ
 - b) дыхательная* – транспорт O_2 и CO_2
 - c) экскреторная* – транспорт конечных продуктов ОВ к органам выделения
- 2. регуляторная** – управляет работой органов доставкой БАВ, гормонов, **изменением кровоснабжения**
- 3. интегративная** – объединяет системы органов в единый организм
- участие в **имунных, воспалительных и др. общепатологических процессах**
- 5. терморегуляция** (кровью тепло равномерно распределяется по организму, излишки уходят через кожу и выдыхаемый воздух)

состав ССС:

1. **сердце** – **насос** для крови

2. **сосуды** – **трубки** для **циркуляции** крови и лимфы

а) **кровеносные**

б) **лимфатические**

✓ **кровеносные сосуды** + **сердце** = замкнутая
кровеносная система (systema sanguiferum):

1) **артериальная** система

2) **венозная** система

✓ **лимфатические сосуды** + **лимфатические узлы**
незамкнутая **лимфатическая система** (systema
lymphaticum)

**Сердце лат. cor, греч. cardia – у
млекопитающих **4-х камерное.****

Сердце помещается в
специальный так называемый
серозном мешке – перикарде

анатомические части сердца

1. **основание** - краниодорсально

2. **верхушка** - каудовентрально

3. **ушковая** - левая

4. **предсердная** - правая

} **поверхности**

5. **правый** желудочковый

6. **левый** желудочковый

} **края**

7. **венечный** /коронарный/- граница между предсердиями и желудочками

8. **правый продольный** (субсинуозный)

9. **левый продольный** (паракональный)

} **желоба**

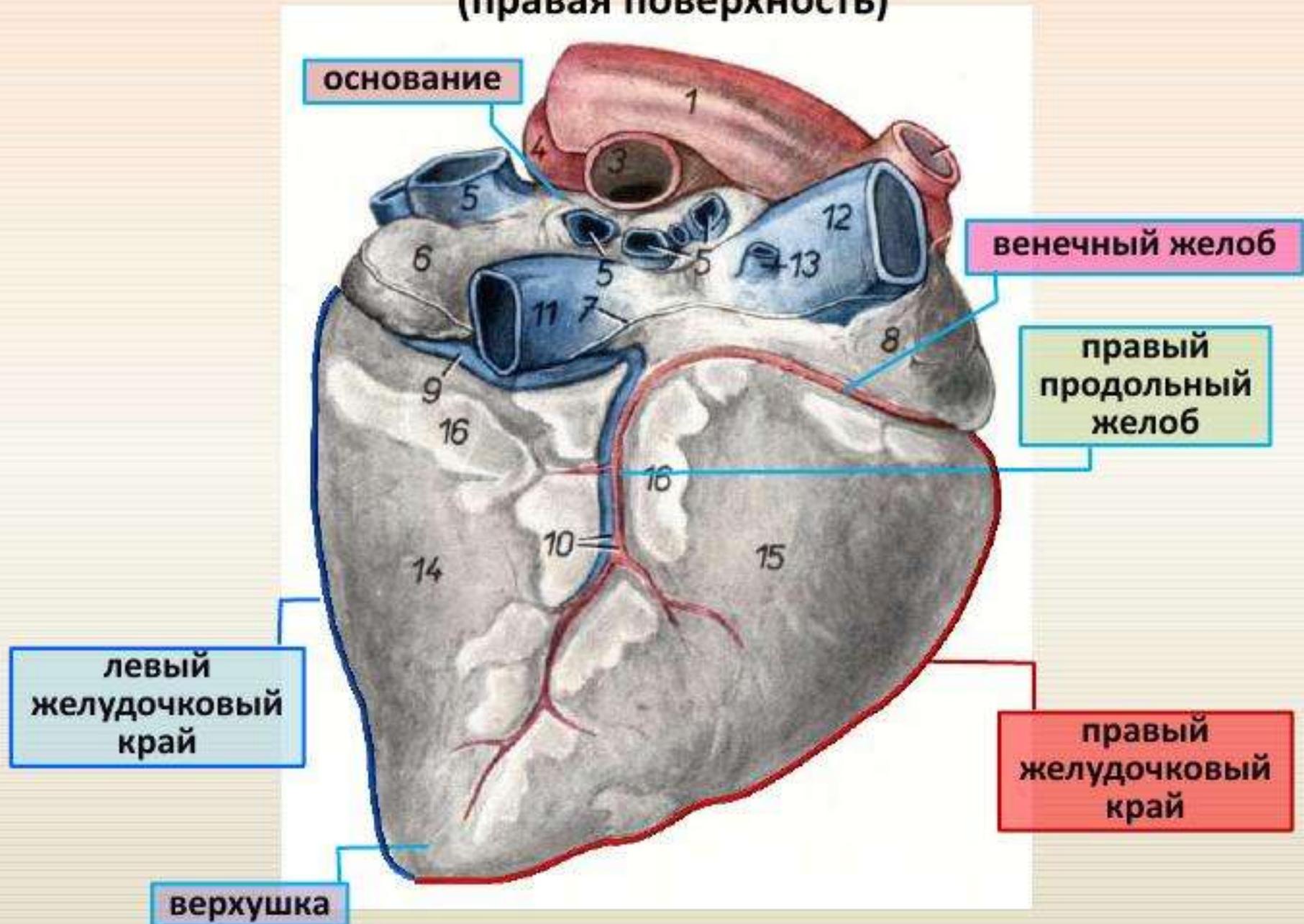
✓ продольные желоба **разграничивают желудочки между собой**

✓ верхушка сердца принадлежит левому желудочку

относительная масса сердца

вид	масса сердца, % от массы тела
лошадь	0,6-1,4
крс	0,38-0,59
мрс	0,55-0,65
свинья	0,21-0,39
собака	0,64-0,78
кошка	0,51-0,55
кролик	0,28
человек	0,5-1

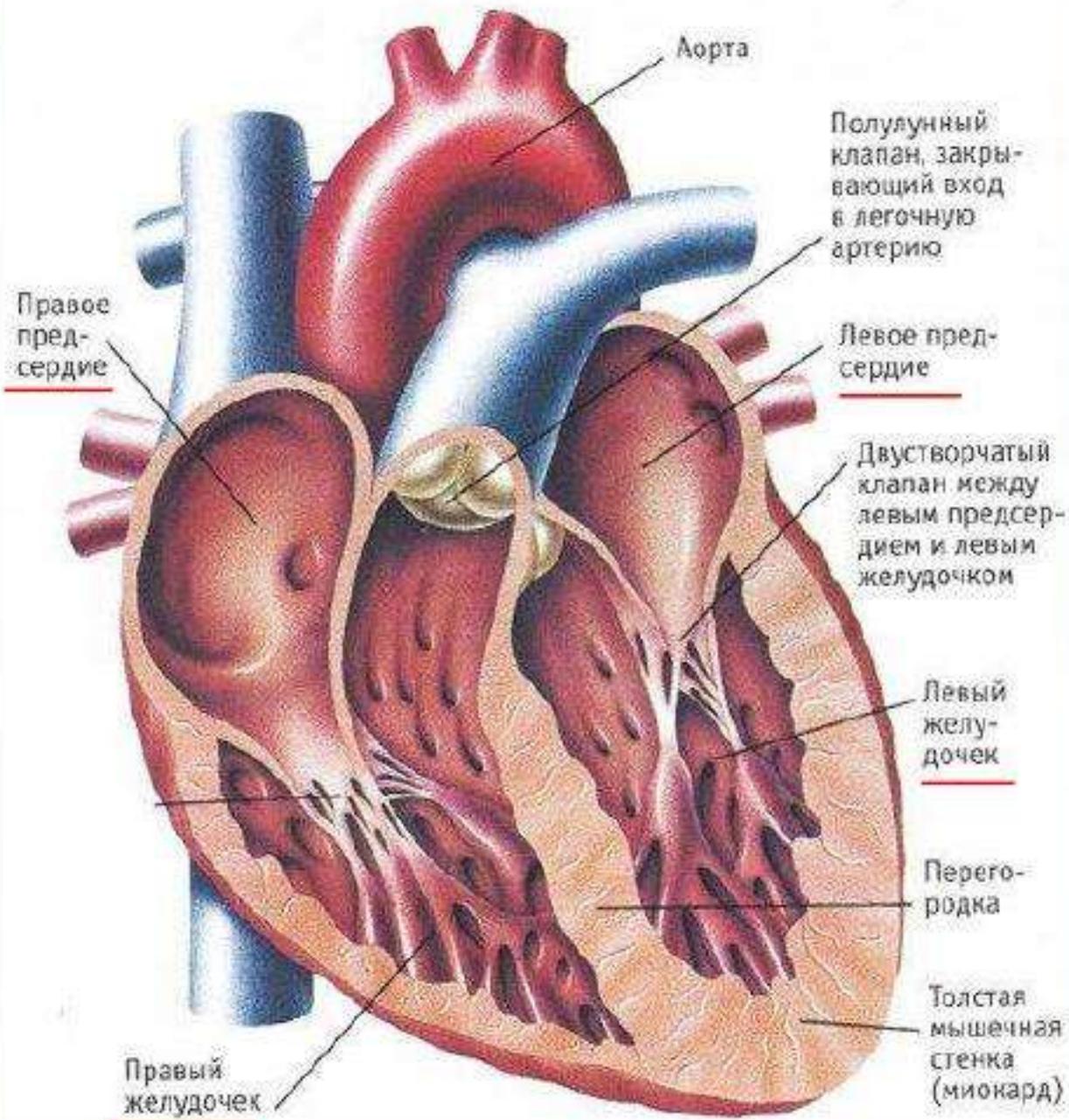
анатомические части сердца (правая поверхность)



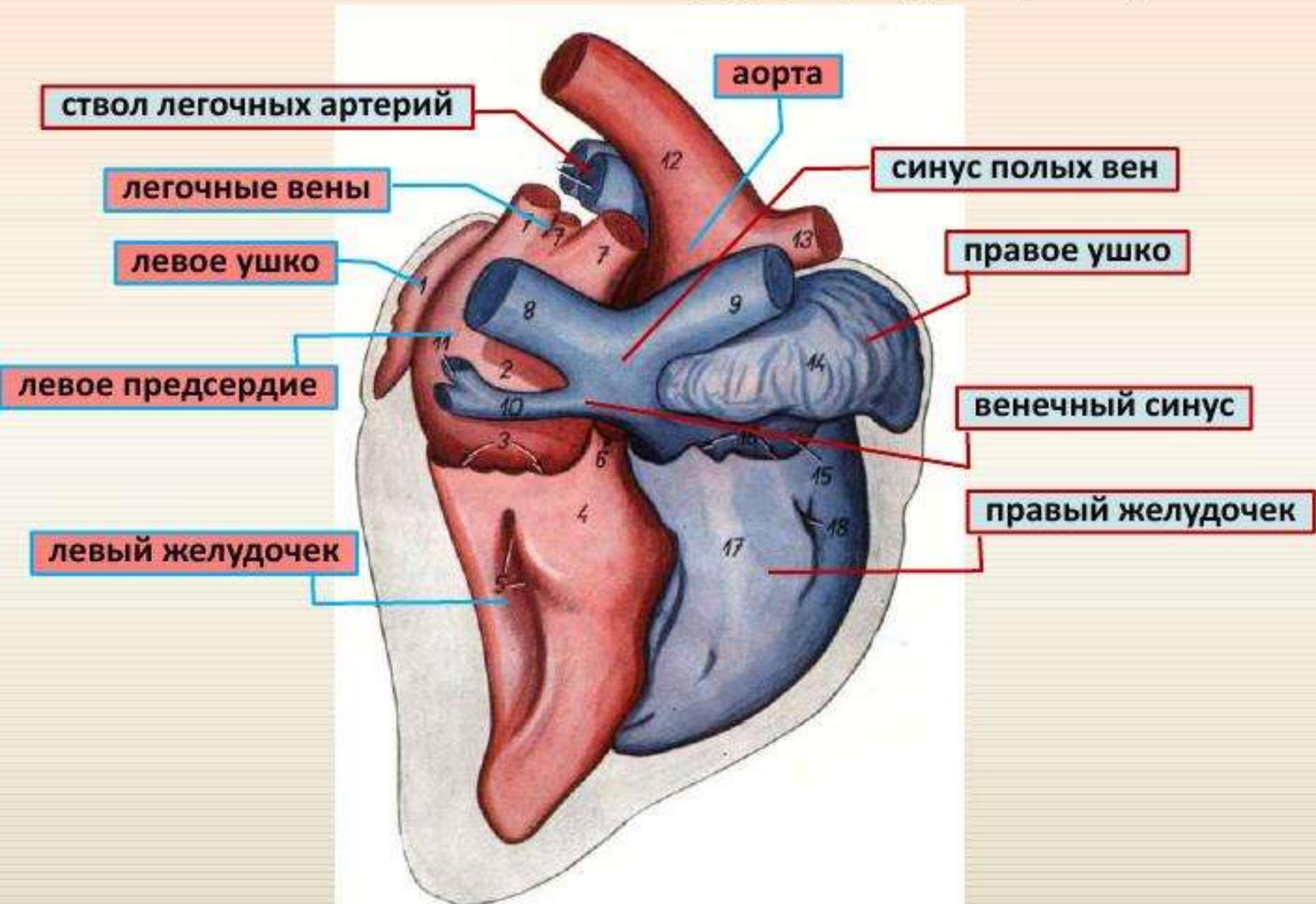
4 камеры сердца:

- I. **предсердия (atrium)** - разделены межпредсердной перегородкой:
 - 1) **правое** – впадают **кран.** и **кауд. полые вв.** /**синус полых вен**/ и **сердечные вв.** /**венечный синус**/
 - 2) **левое** – впадают **лёгочные вв.**
- ✓ **ушки** – треугольные выпячивания, на их внутренней поверхности – *гребешковые мм.*
- II. **желудочки (ventriculus)** – отделены от предсердий **предсердно-желудочковой**, а между собой – **межжелудочковой** (выгнута вправо) **перегородками**
 - 1) **правый** – выходит **ствол лёгочных аа.**
 - 2) **левый** – выходит **аорта**
- ❖ **правая половина** сердца – *венозная*
- ❖ **левая половина** - *артериальная*

схема камер сердца



слепок полостей сердца (вид справа)



атриовентрикулярные /створчатые/ клапаны сердца

- между предсердиями и желудочками (в предсердно-желудочковых отверстиях)
- обеспечивают ток крови в одном направлении – из предсердий в желудочки

части створчатого клапана:

1. **створки** - закрывают атриовентрикулярное отверстие
2. **сухожильные струны** – удерживают створки от продавливания в предсердие высоким АД при сокращении желудочка
3. **сосочковые мышцы** (их число = числу створок) – натягивают струны

2 атриовентрикулярных /створчатых/ клапана

- I. **двухстворчатый** (левый атриовентрикулярный, митральный)
– в левом предсердно-желудочковом отверстии

створки:

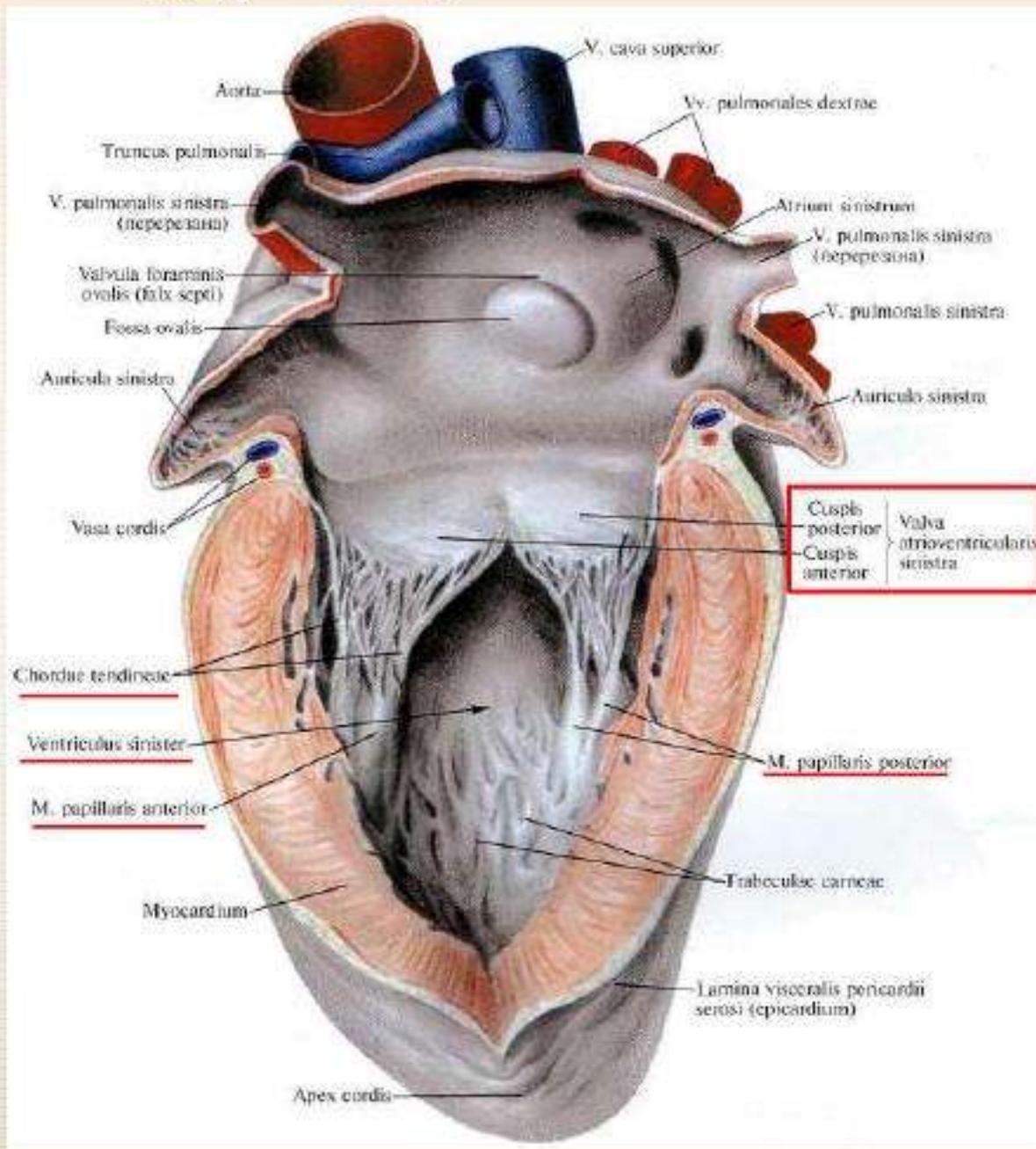
- 1) *краниальная* – перегородочная
- 2) *каудальная* – пристеночная

- II. **трехстворчатый** (правый атриовентрикулярный) – в правом предсердно-желудочковом отверстии

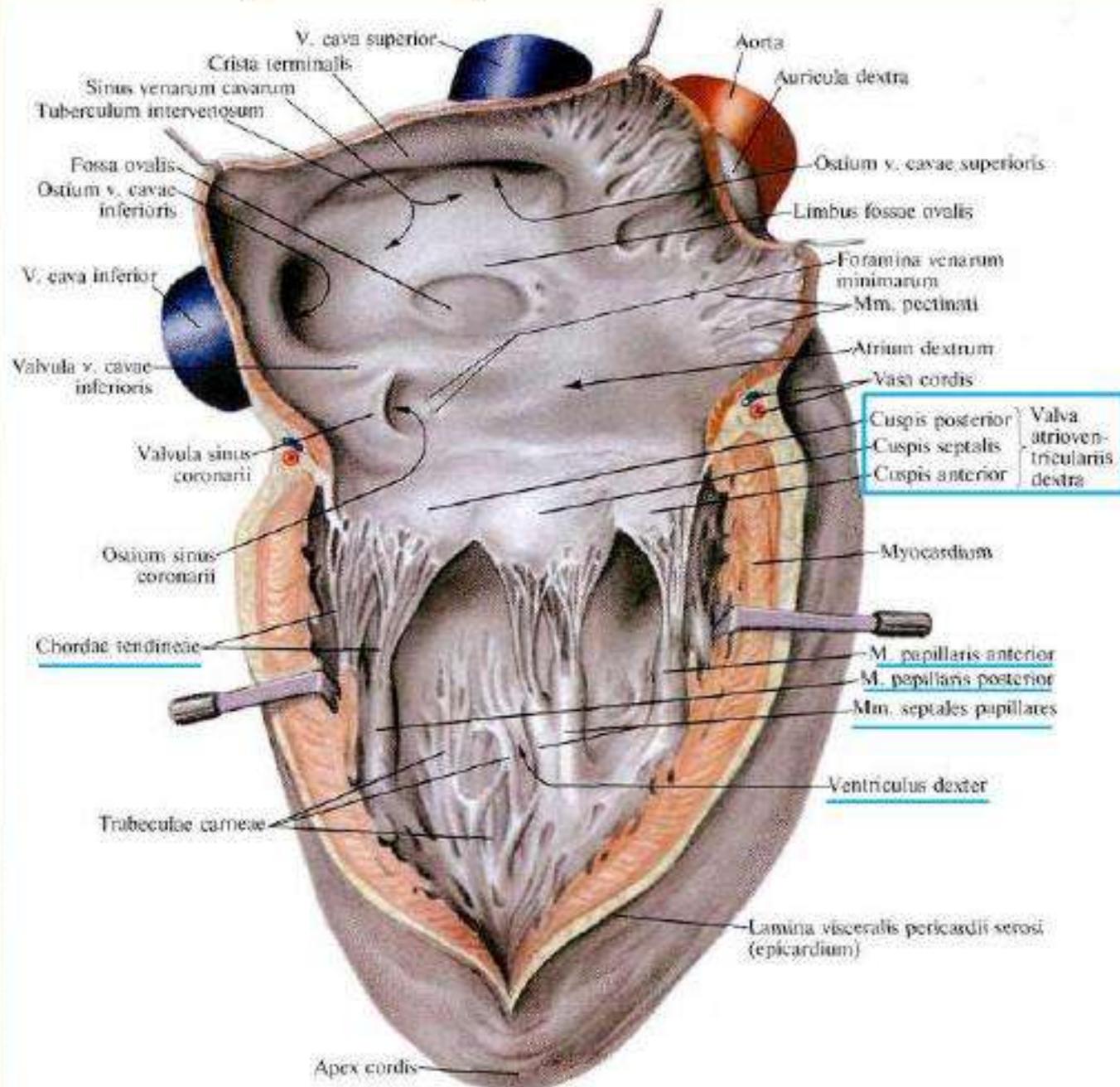
створки:

- 1) *краниальная* – перегородочная
- 2) *передняя боковая* – угловая
- 3) *задняя боковая* – пристеночная

Двухстворчатый клапан



трехстворчатый клапан



полулунные клапаны сердца

обеспечивают ток крови в **одном** направлении – из желудочков в артериальные сосуды

I. аортальный – во входном **отверстии аорты** - имеет **3 полулунные заслонки:**

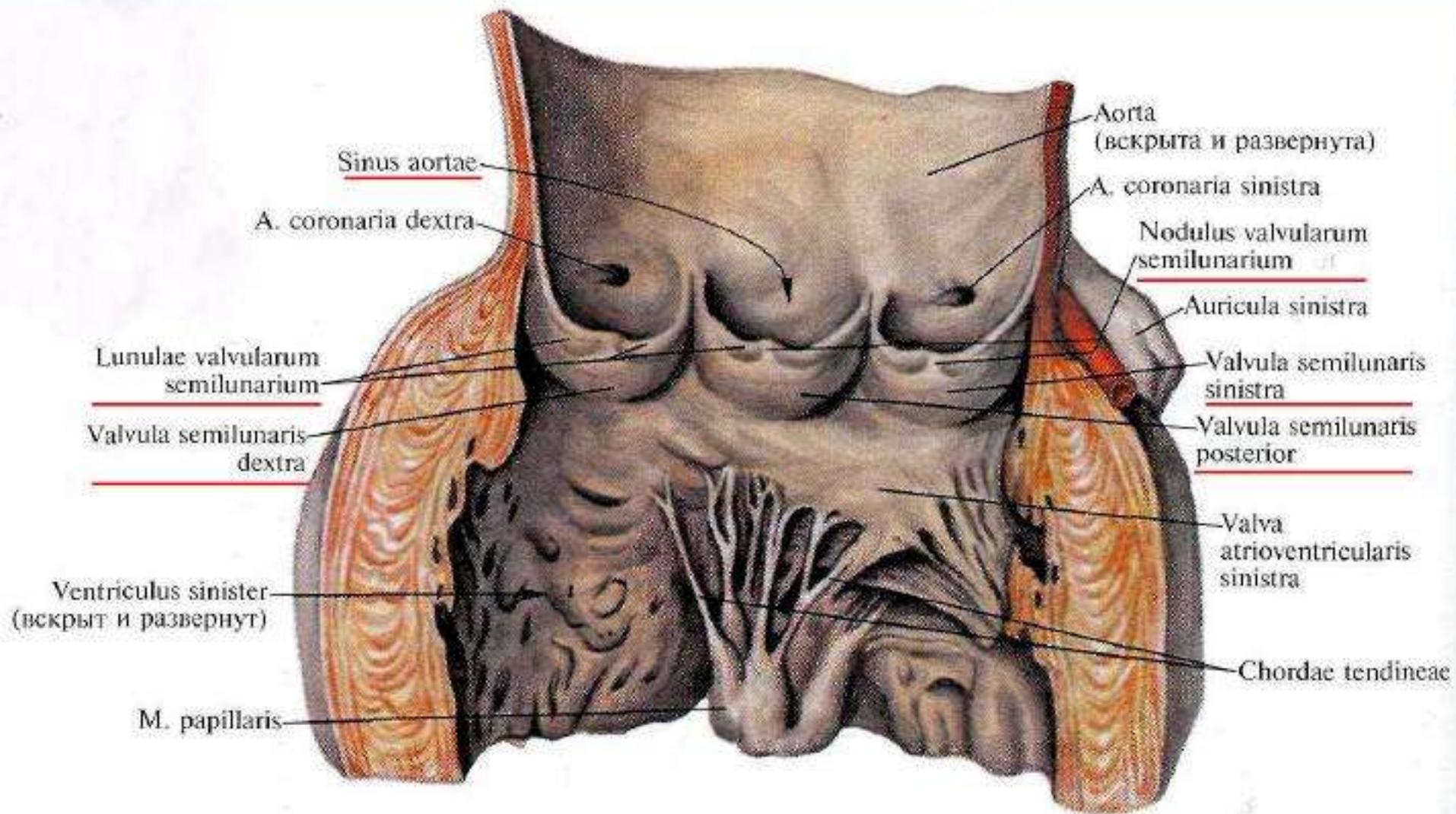
- 1) *правая каудальная*
- 2) *левая каудальная*
- 3) *краниальная /перегородочная/*

II. лёгочного ствола – во входном **отверстии ствола лёгочных аа.** - имеет **3 полулунные заслонки:**

- 1) *правая*
- 2) *левая*
- 3) *промежуточная*

- ✓ между заслонками и стенкой сосуда – **карманы** (синусы)
- ✓ заслонки закрываются при наполнении карманов кровью, стекающей в желудочки при их расслаблении (диастоле)

полулунный клапан аорты



фиброзный скелет сердца

- ✓ обеспечивает постоянный диаметр отверстий, противостоя высокому АД, и плотное закрытие створок клапанов
- ✓ место прикрепления створок клапанов и миокарда (мышечной оболочки)

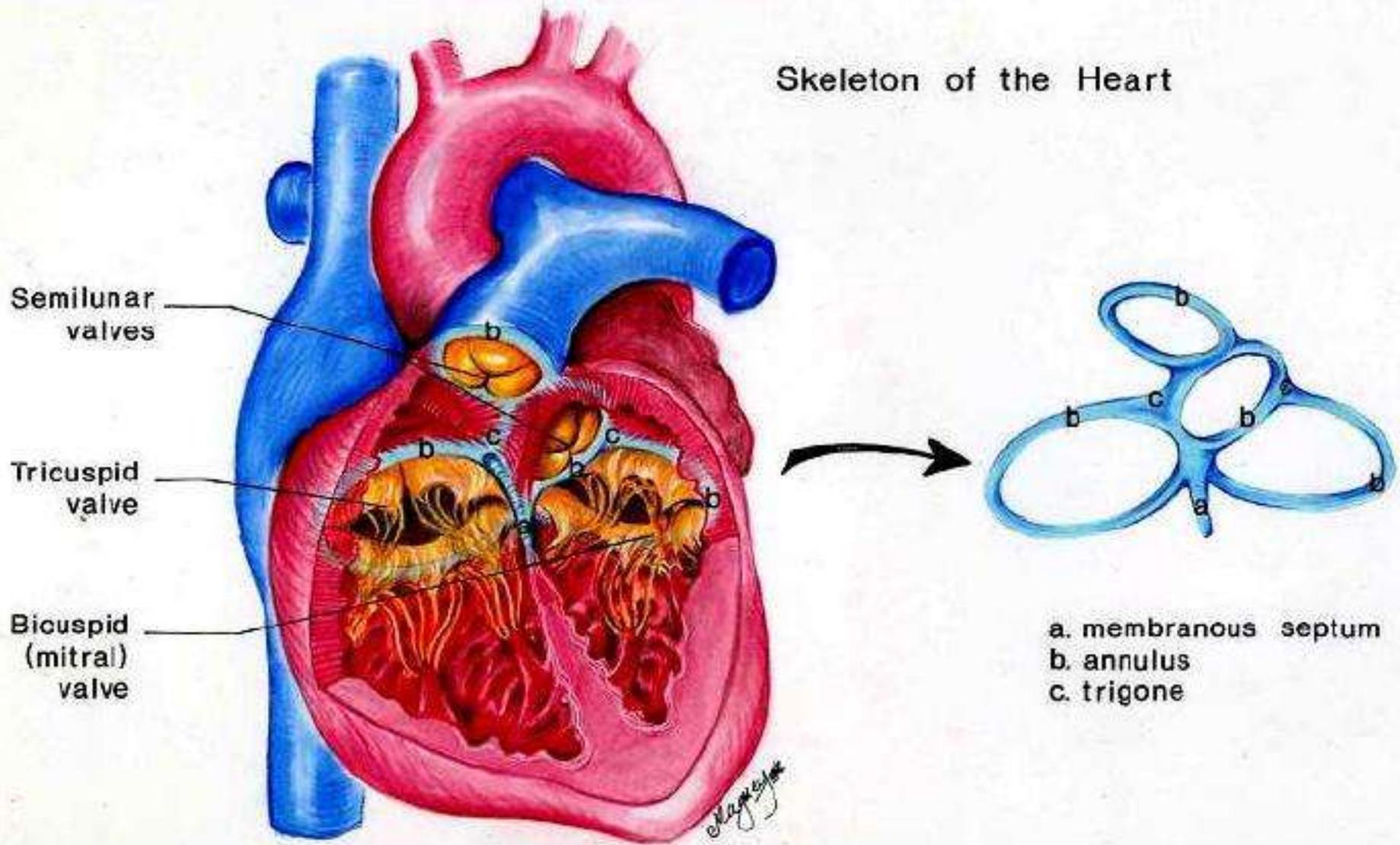
фиброзные кольца:

1. **правое** – крепится трехстворчатый клапан
 2. **левое** – крепится двухстворчатый клапан
- ✓ правое и левое кольца соединены в общую пластинку
3. **устья аорты** – крепится аортальный полулунный клапан
- ✓ может содержать 2-3 сердечных хряща, а у крс – *косточки* (правая 5-6см, левая -3см)
3. **устья лёгочного ствола** – крепится полулунный клапан лёгочного ствола

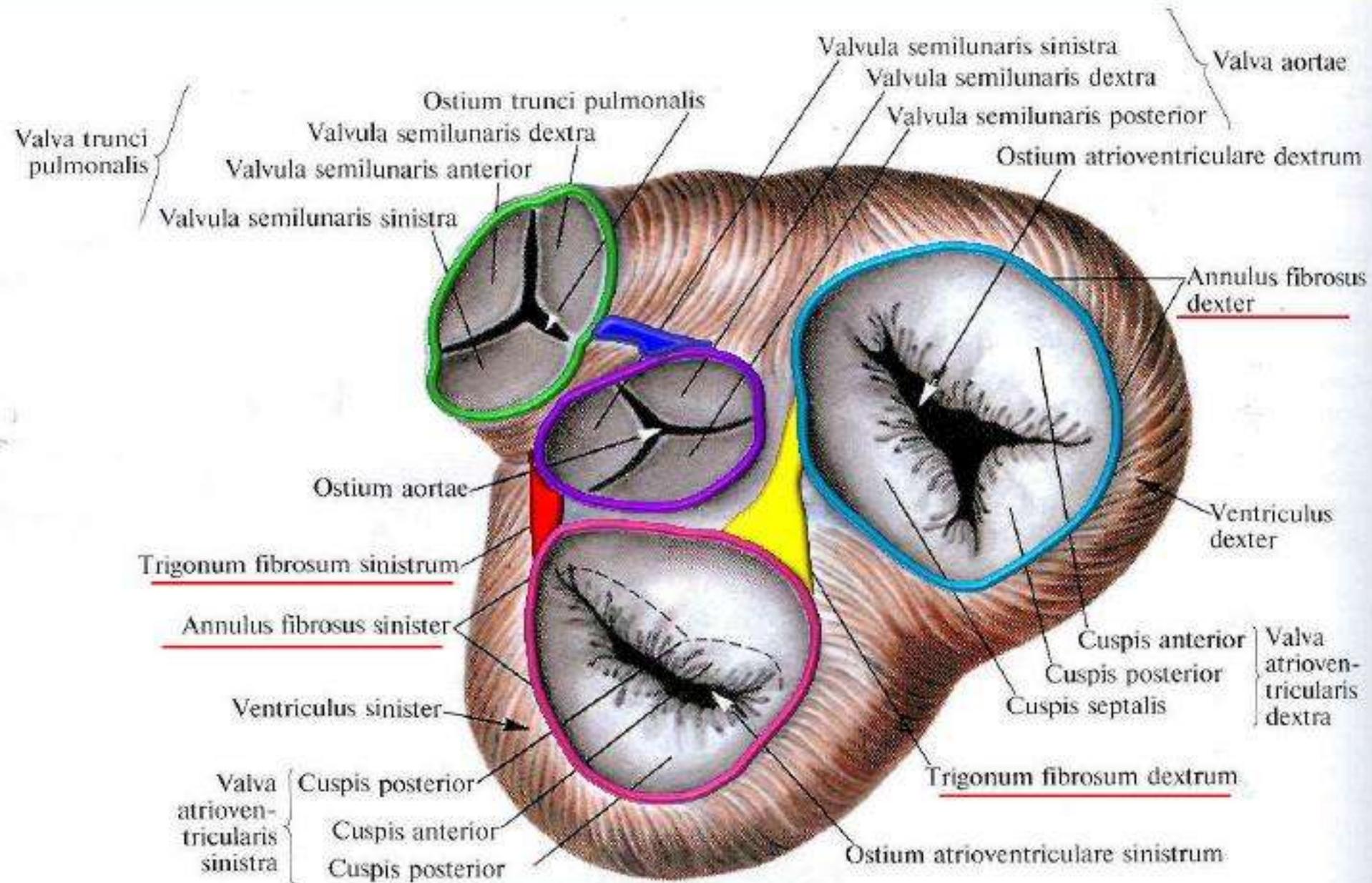
фиброзные треугольники:

правый и **левый** – соединяют левое фиброзное кольцо с устьем аорты

фиброзный скелет сердца



фиброзный скелет и клапаны сердца



Стенка сердца состоит из 3 слоев:

- 1) эндокарда;**
- 2) миокарда;**
- 3) эпикарда,**

Эндокард – внутренняя оболочка сердца

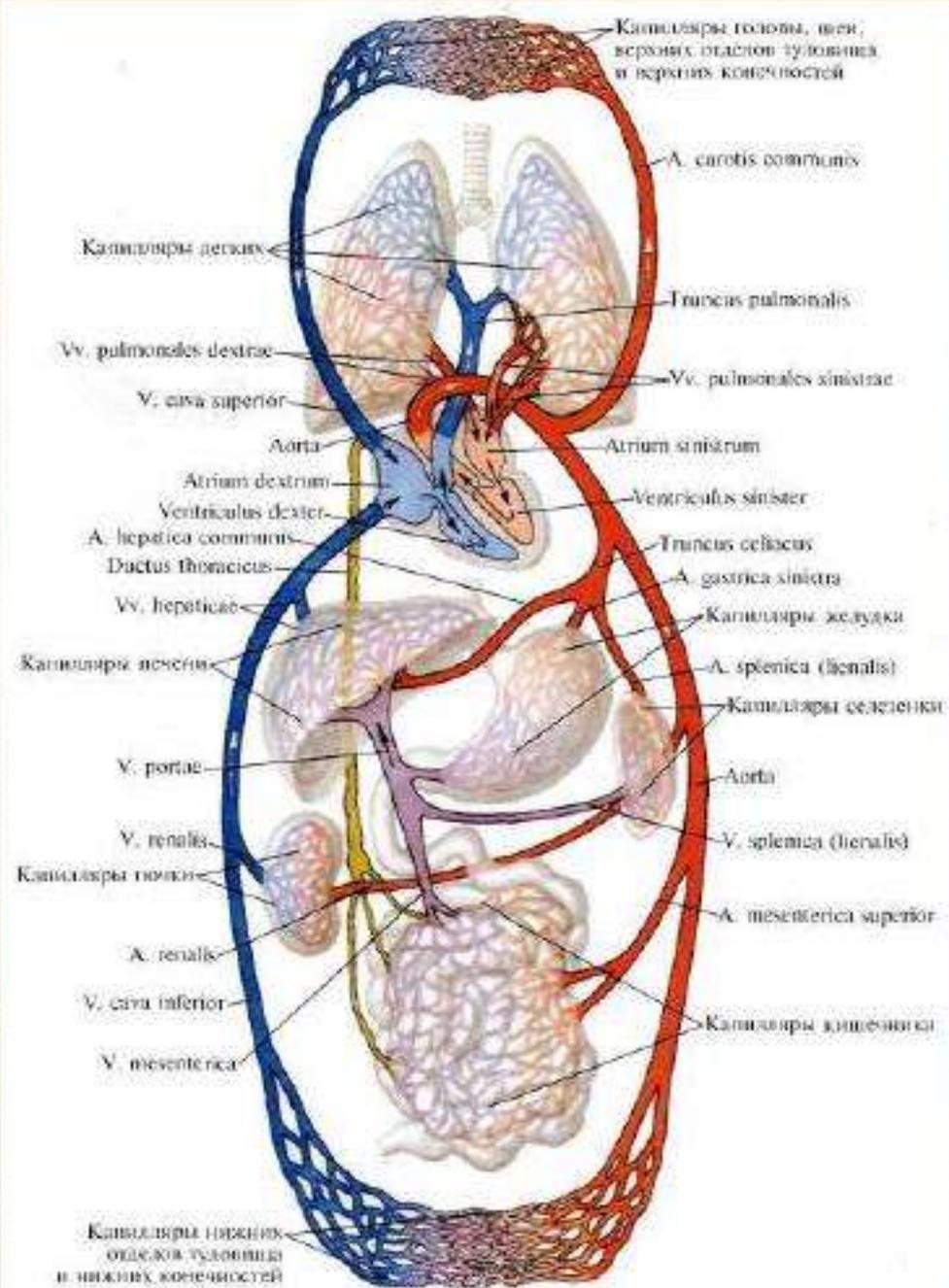
Миокард – средняя мышечная оболочка

Эпикард – наружная серозная оболочка

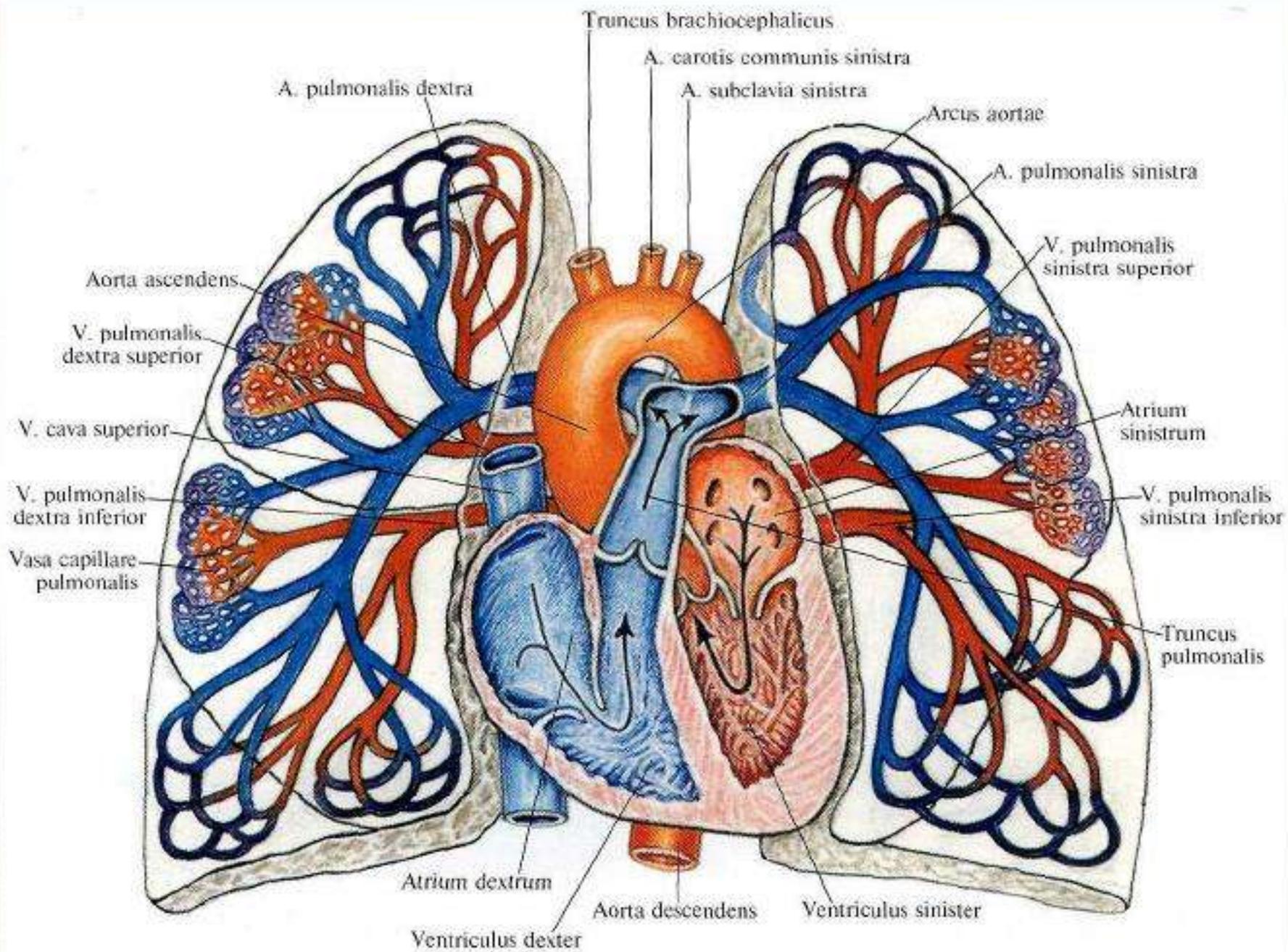
круги кровообращения

- 1. большой** /системный/ - несет кровь по организму
 - *начало* – из **левого желудочка аортой**
 - *окончание* – в **правом предсердии краниальной и каудальной полыми вв.**
- 2. малый** /лёгочный/ - для насыщения крови O_2 в лёгких
 - *начало* – из **правого желудочка стволом лёгочных аа.**
 - *окончание* – в **левом предсердии лёгочными вв.**
- 3. сердечный** – кровоснабжение сердечной мышцы (10 - 20% крови, извлекается в 2раза больше O_2)
 - *начало* - из **аорты венечными /коронарными/ аа.** - кровь поступает при диастоле сердца (при систоле отверстия аа. закрываются аортальным клапаном)
 - *окончание* – в **правом предсердии** (венечном синусе) **большими, средними и малыми сердечными вв.**

большой и малый круги кровообращения



малый (лёгочный) круг кровообращения



количество циркулирующей крови

ВИД ЖИВОТНОГО	кол-во крови, % от массы тела
жвачные, кролик	5,5-6,5
лошадь	9,8
свинья	4,8-7,5
собака	6,4-7,5
в среднем	5-10

время полного кругооборота крови

вид	время, секунд
кролик	8
лошадь	31
коза	14
собака	15
человек	22-23
новорожденный	12

кровь в организме разделена:

1. циркулирующая в сосудистом русле - 54%

2. депонированная:

1) в печени - 20%

2) в селезенке - 16%

3) в коже - 10%

✓ при необходимости кровь из депо включается в общий кровоток и заполняет усиленно работающие органы (при сильной физической нагрузке, кровопотере)

4. Общие закономерности строения, хода и ветвления кровеносных сосудов

3.3. ход и ветвление сосудов

связаны с закономерностями строения тела:

1. **одноосность** - непарные сосуды идут вдоль оси симметрии - позвоночника (аорта, полые вены, воротная вена)
2. **метамерия** /сегментация/ - сегментарные сосуды отходят в каждом костно-мышечном сегменте (межреберные, поясничные, крестцовые а.)
3. **двусторонняя симметрия** – парные сосуды к парным органам (почечные, яичниковые а.), конечностям (подмышечные, подвздошные а.)

ход и ветвление экстраорганных сосудов

1. проходят в **сосудисто-нервных пучках** (артерия, вена, нерв, лимфатический сосуд) одетых в фасцию с перегородками для каждого компонента
2. идут **кратчайшим путем** (аорта под позвоночником, а. конечностей с медиальной стороны)
3. крупные сосуды **лежат в защищенных от травм местах** (костные и мышечные желоба, каналы)
4. идут **по сгибательной поверхности суставов**, если по разгибательной – то изогнуты (запас длины)
5. **d** зависит не только **от величины**, но и **от интенсивности работы** органа

кровеносных сосудов нет:

1. в эпидермисе кожи
2. эпителии слизистых оболочек
3. в волосах, когтях
4. роговице и хрусталике глаза
5. суставных хрящах

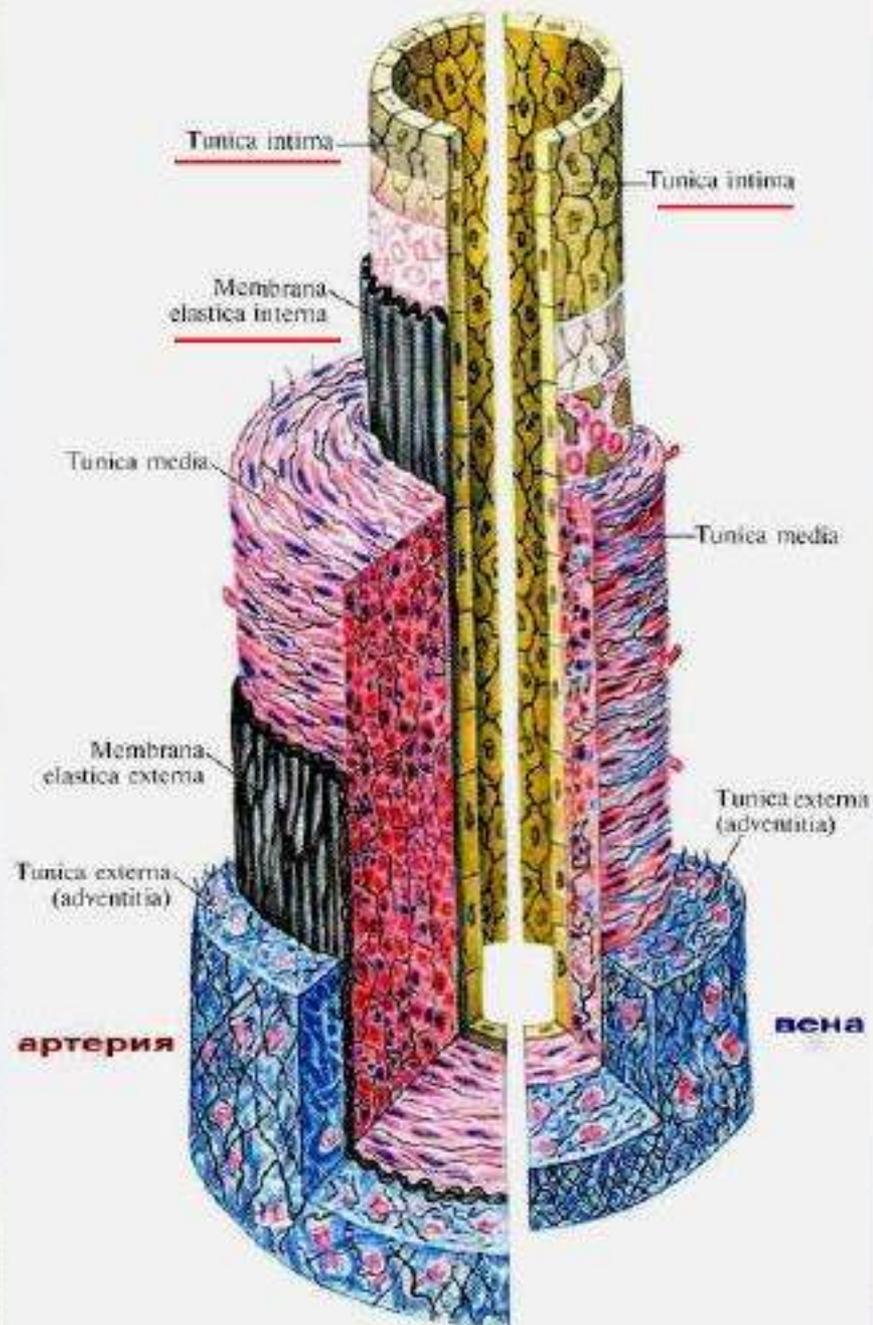
название кровеносного сосуда зависит:

1. **от органа**, который они обслуживают (почечная артерия, селезеночная вена)
 2. **места их отхождения** от более крупного сосуда (краниальная и каудальная брыжеечные артерии),
 3. **кости**, к которой они прилежат (локтевая артерия),
 4. **направления** (дорсальная межреберная, окружная плечевая)
 5. **глубины залегания** (глубокая и поверхностная шейная артерия)
- ✓ мелкие сосуды называют **ветвями**

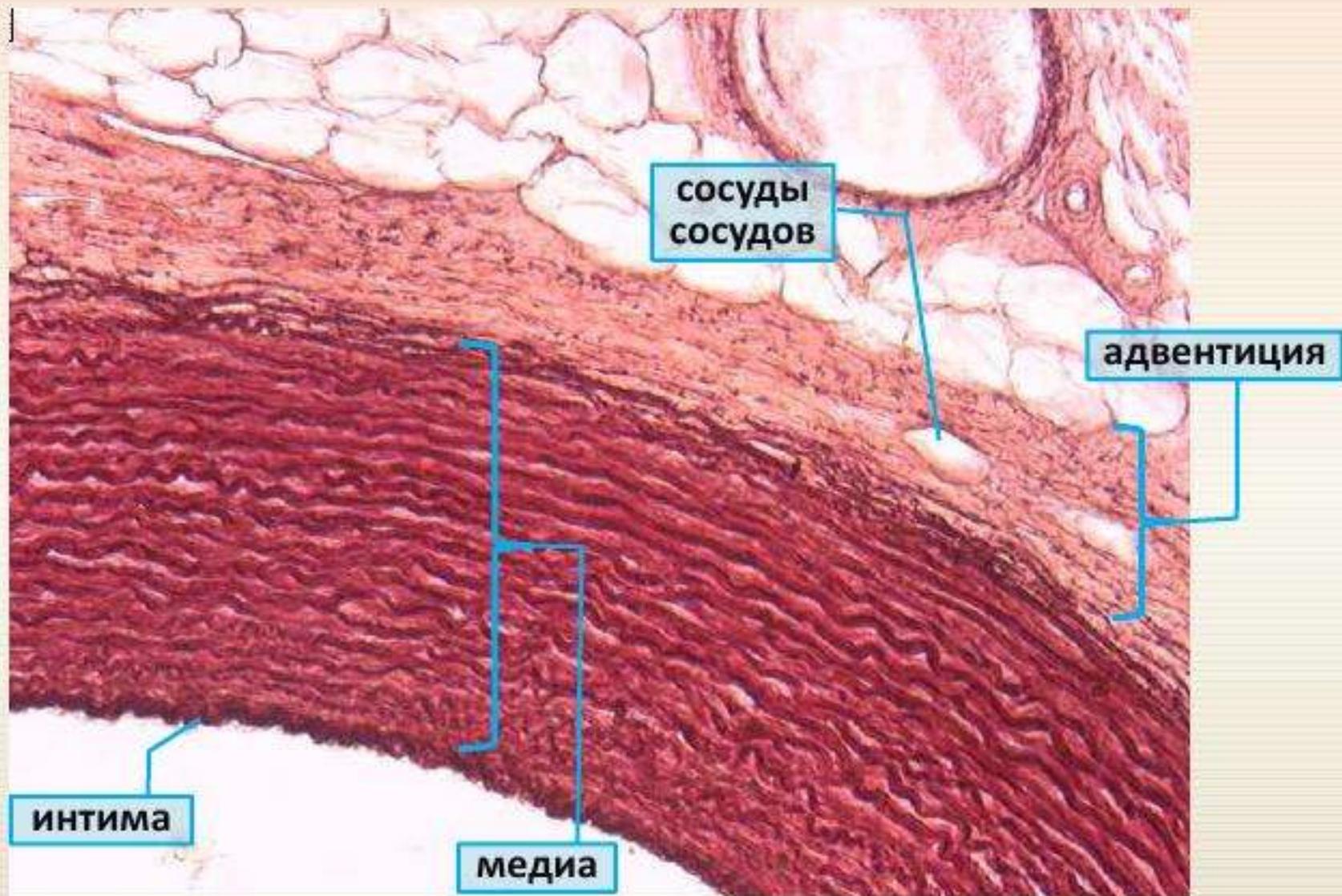
Стенка крупных артерий и вен
состоит из оболочек :

внутренней	(tunica intima)
средней	(tunica media)
наружной	(tunica adventitia)

строение стенки сосудов



строение стенки аорты



эластические мембраны в виде извилистых линий (пружина) вишневого цвета

3.2. виды кровеносных сосудов:

1. артерии (arteria) – несут кровь от сердца к органам :

- а) эластического
 - б) мышечно-эластического
 - в) мышечного
- } **типа**

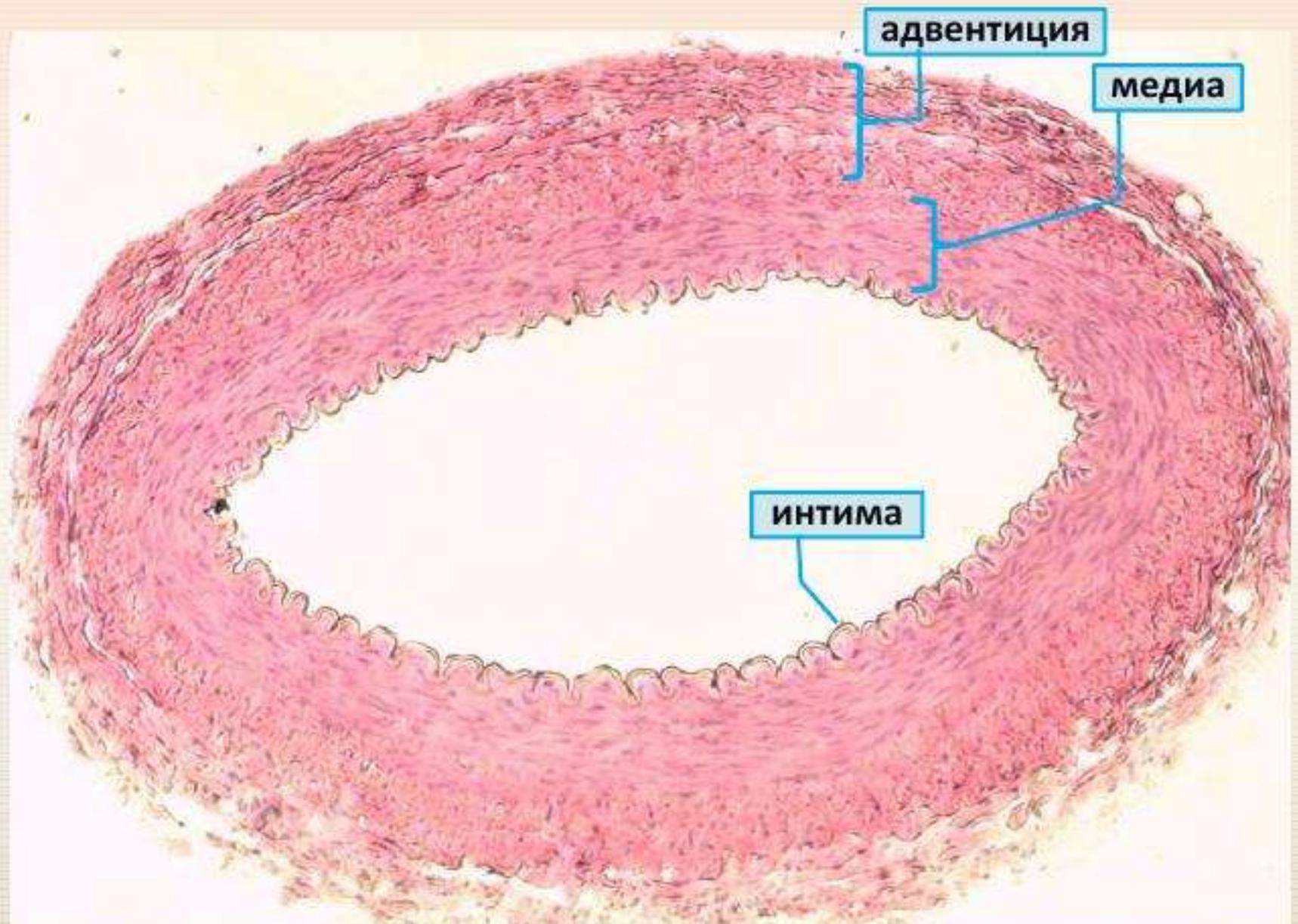
2. вены (vena, phlebos) – возвращают кровь к сердцу:

- 1) безмышечные
 - 2) мышечные:
 - а) со слабым развитием
 - б) со средним развитием
 - в) с сильным развитием
- } **мышечных элементов**

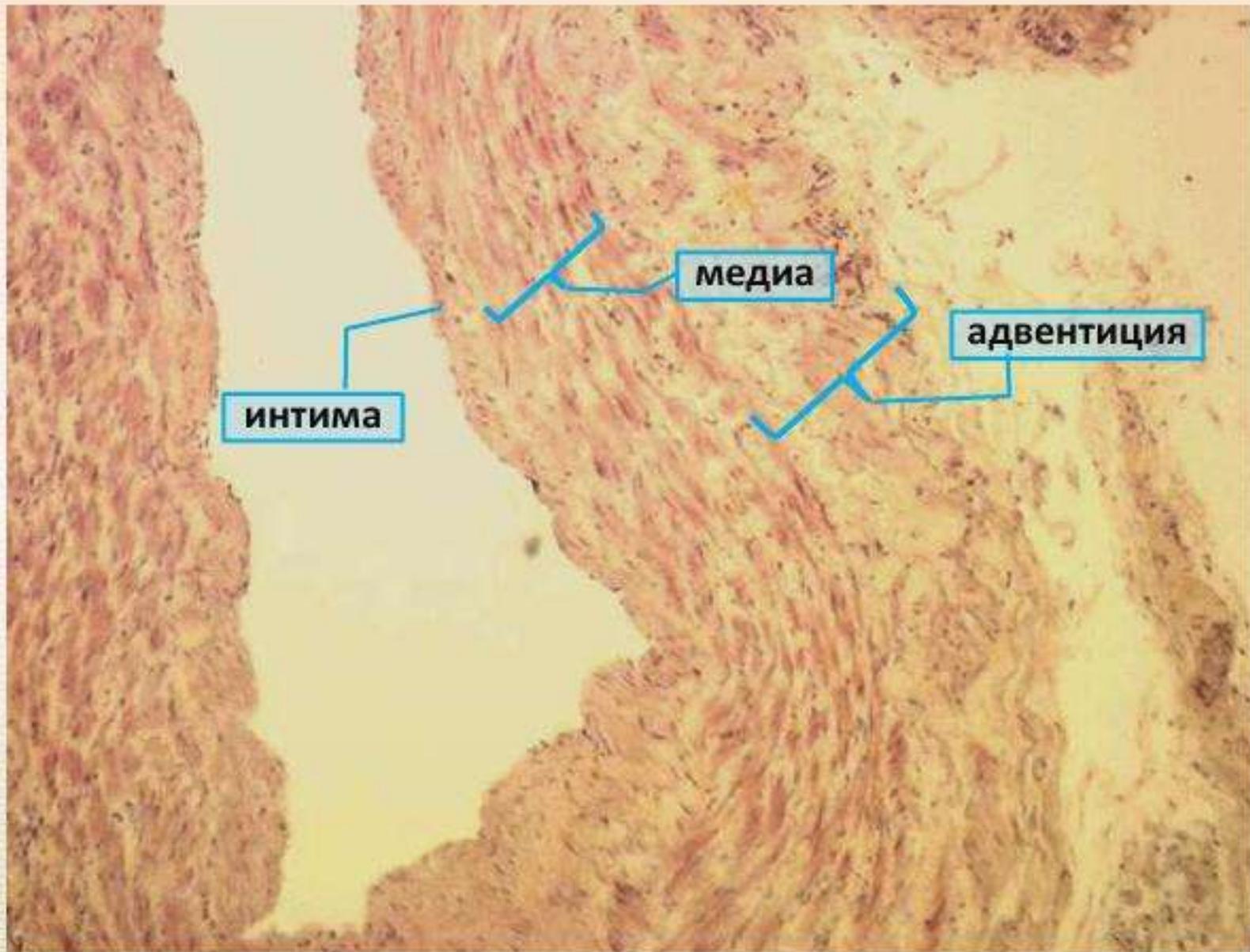
3. сосуды микроциркуляторного русла (МЦР) – между артериями и венами:

- 1) артериолы, прекапилляры
- 2) капилляры
- 3) посткапилляры, венулы

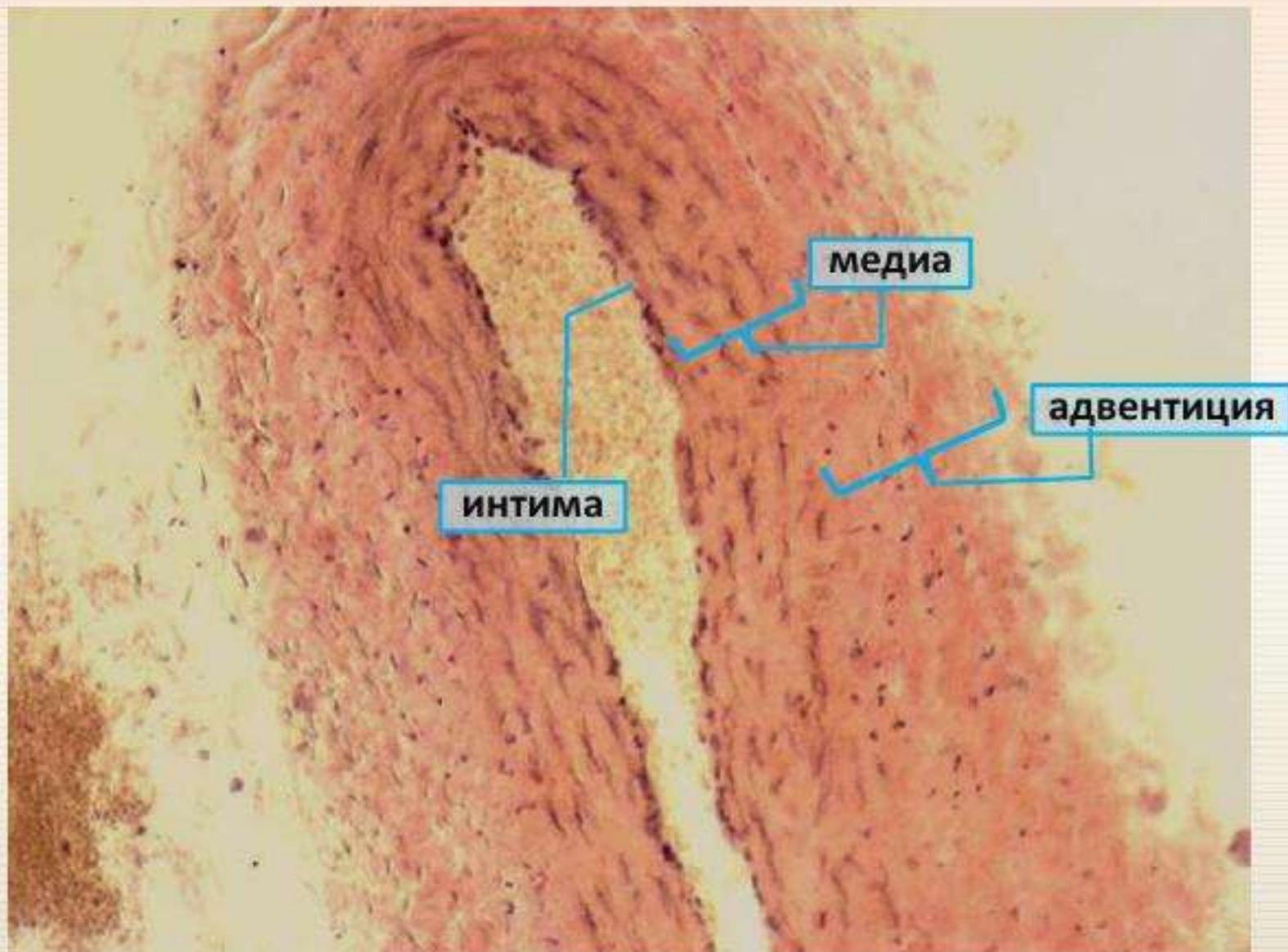
артерия мышечного типа



краниальная полая вена



бедренная вена кошки

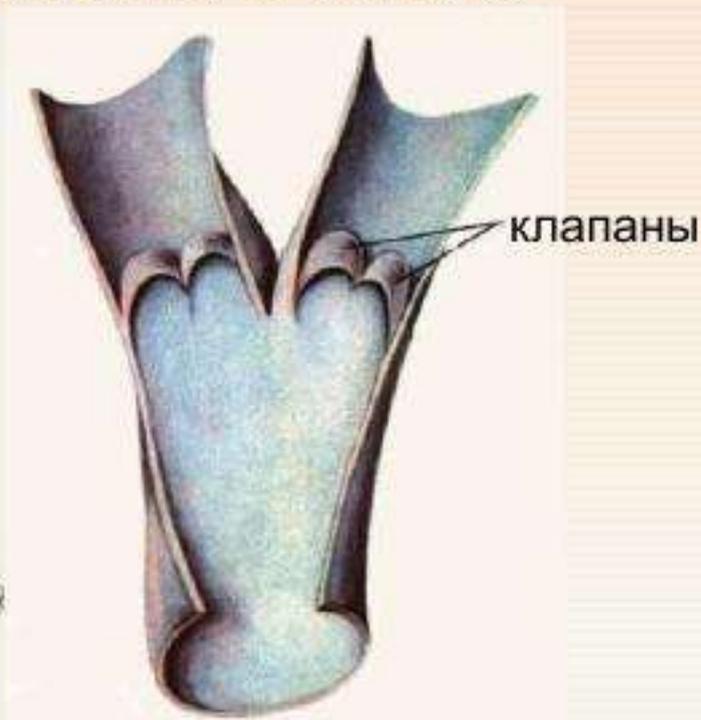
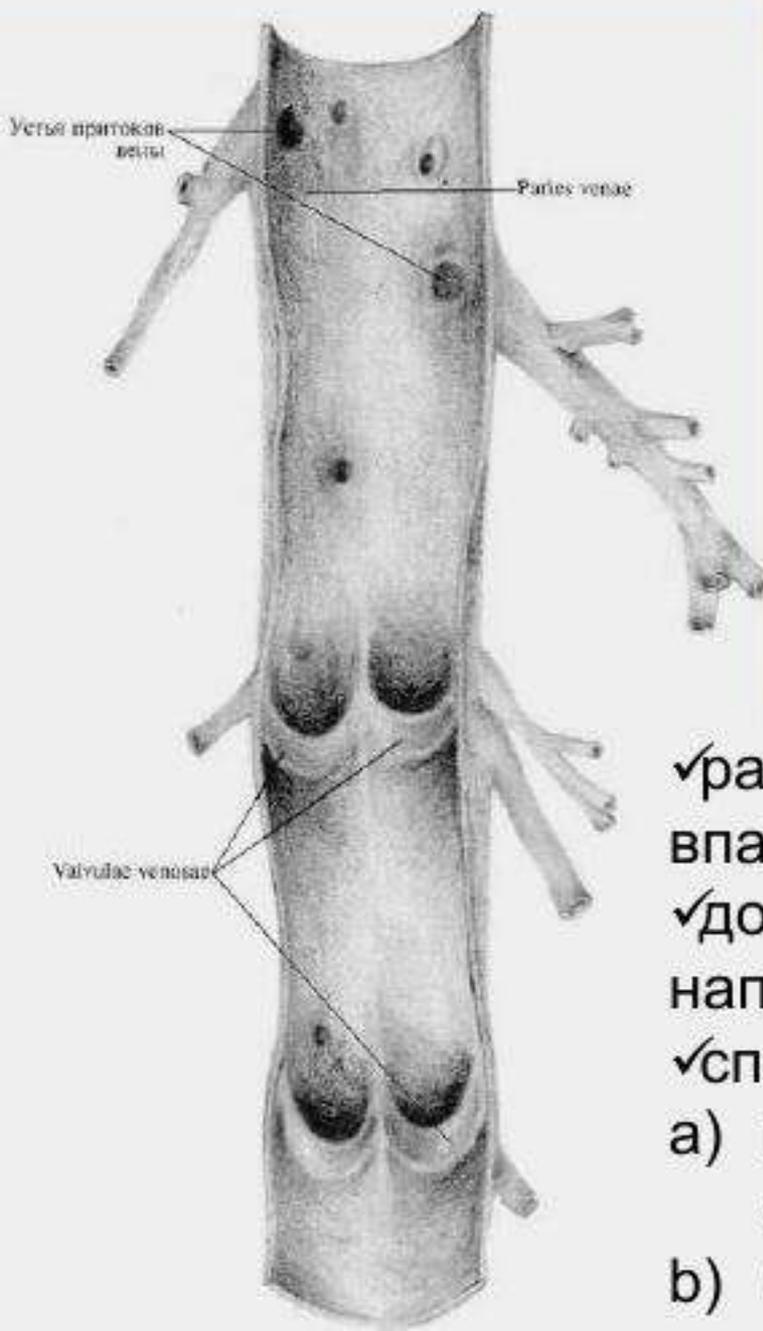


миоциты содержатся в медиа и адвентиции

в органах и тканях различают артерии:

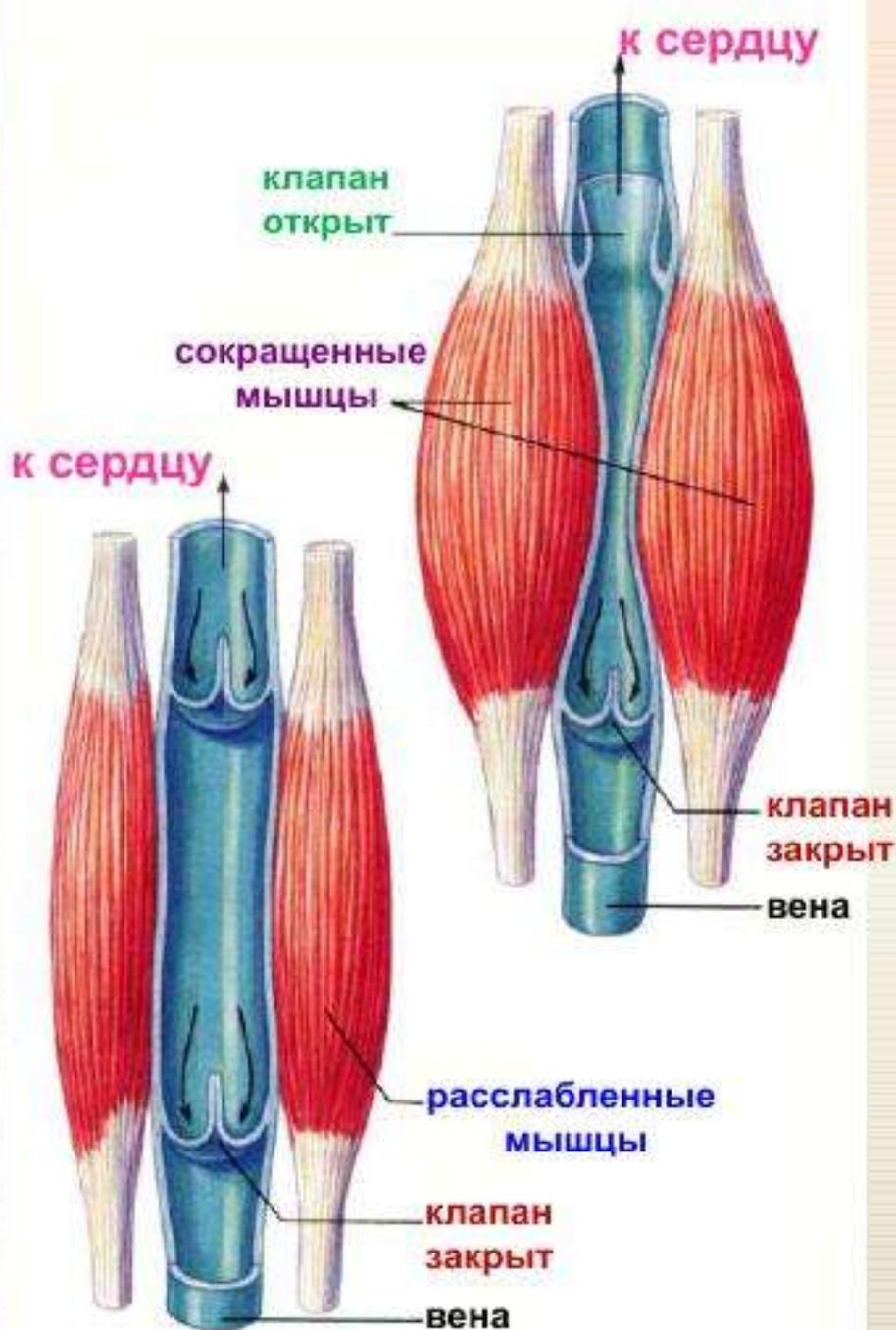
- 1. париетальные** (пристеночные) - кровоснабжают стенки тела (брюшную, грудную)
 - 2. висцеральные** (внутренностные) - кровоснабжают внутренние органы:
 - a. экстраорганные** (органные) - до вступления в орган
 - b. интраорганные** (внутриорганные) - ветвятся внутри органа
- ✓ артерии находятся в несколько растянутом состоянии - для лучшего тока крови. Поэтому концы перерезанной артерии расходятся - учитывать при хирургических вмешательствах

Клапаны в венах



- ✓ расположены парами через 2-10 см и при впадении мелких вен в более крупные
- ✓ допускают ток крови только в направлении сердца
- ✓ способствуют проталкиванию крови:
 - а) при сдавливании вен сокращением скелетных мышц
 - б) сокращением миоцитов в клапанах

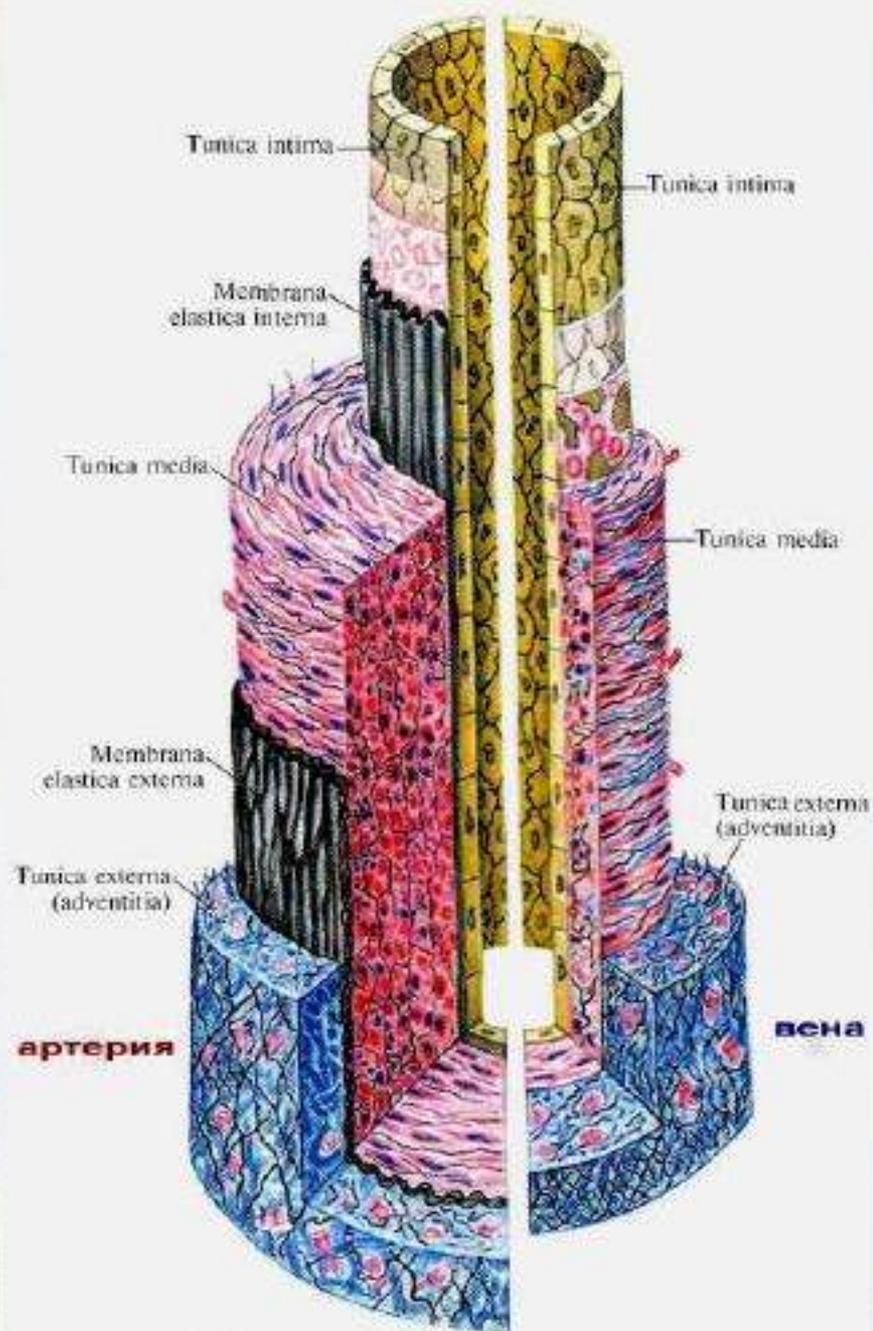
работа венозных клапанов



различия между венами и артериями равного калибра

1. подэндотелиальный слой в венах развит слабее
2. внутренняя и наружная эластические мембраны в венах отсутствуют или плохо выражены (нет складок интимы)
3. медиа в венах развита слабее. При наличии миоцитов в интиме и адвентиции вен они ориентированы продольно
4. толщина стенки вены $< d$ просвета и толщины стенки равной артерии. В стенке вены много коллагеновых волокон и мало эластических
5. граница между оболочками в венах слабо выражена
6. адвентиция в венах толще. Сосуды сосудов в венах проникают глубже (до интимы), т.к. в венозной крови мало O_2 и питательных веществ. В артериях они глубоко не идут из-за высокого АД (ведет к их спадению)
7. вены имеют большую вариабельность строения из-за перепадов давления в разных частях тела
8. во многих венах есть клапаны

различия в строении между веной и артерией



сосуды микроциркуляторного русла (МЦР)

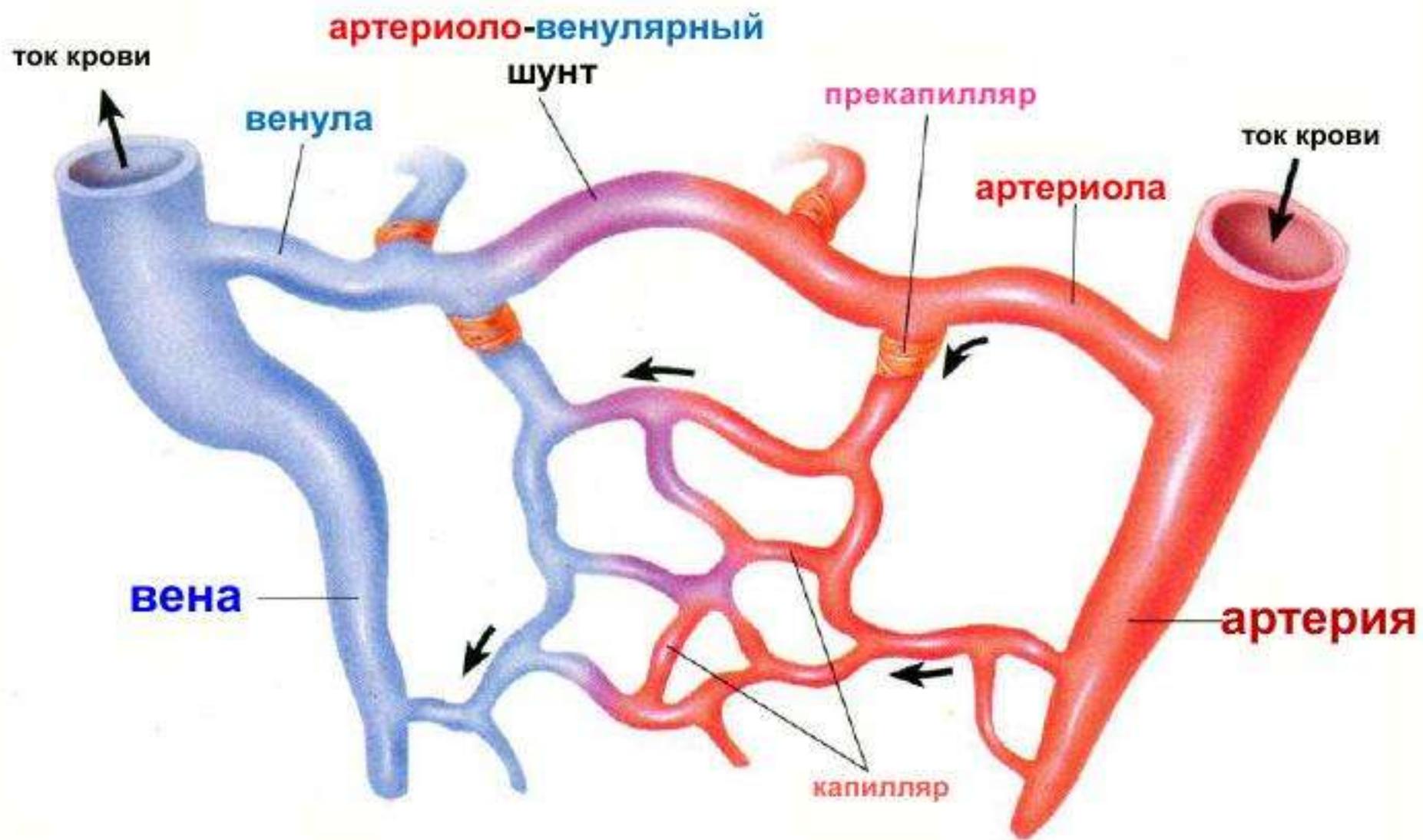
3 звена:

1. **артериальное** (артериолы – 100 мкм, прекапилляры – 20 мкм)
 2. **капиллярное** (капилляры 5-11 мкм)
 3. **венозное** (посткапилляры – 30 мкм, собирательные – 50 мкм и мышечные – 100 мкм венулы)
- ✓ **артериоло-венулярные анастомозы (АВА, шунты)** – соединяют артериолы в венулы, минуя капилляры

функции МЦР :

1. **обмен веществ /трофическая/ и газов /дыхательная/** между кровью и тканями – капилляры и венулы (их обменная поверхность 1000 м^2 или $1,5\text{ м}^2/100\text{ г}$ ткани)
2. **депонирование крови** (при нагрузке выброс её в кровоток)
3. **дренажная** – МЦР собирает кровь из приносящих артерий и распределяет по органу
4. **регуляция кровотока в органе** – сфинктерами артериол
5. **транспортная**

сосуды МЦР



артериоло-венулярные анастомозы (АВА, шунты)

соединяют артериолы в венулы, минуя капилляры

функции АВА:

- ✓ перераспределяют кровь
- ✓ регулируют кровенаполнение органов
- ✓ поддерживают общее и местное АД
- ✓ в коже участвуют в терморегуляции

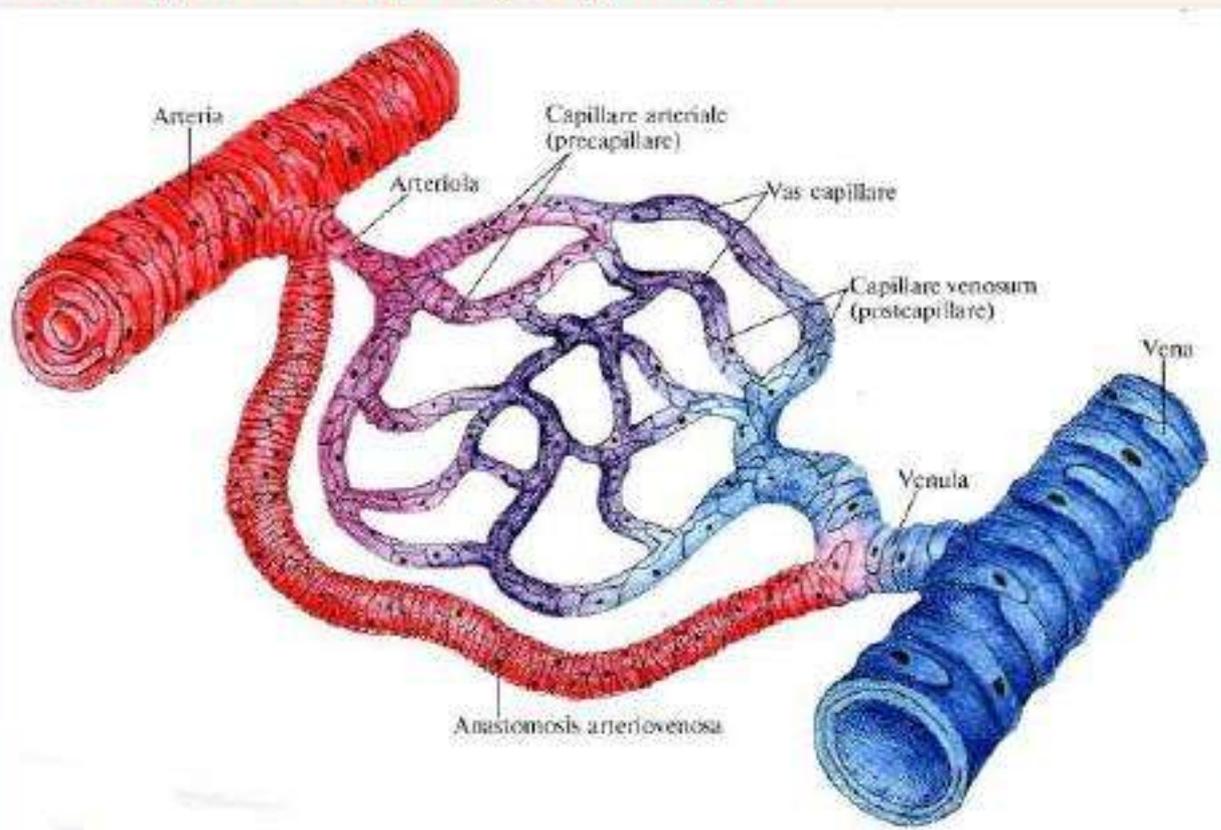
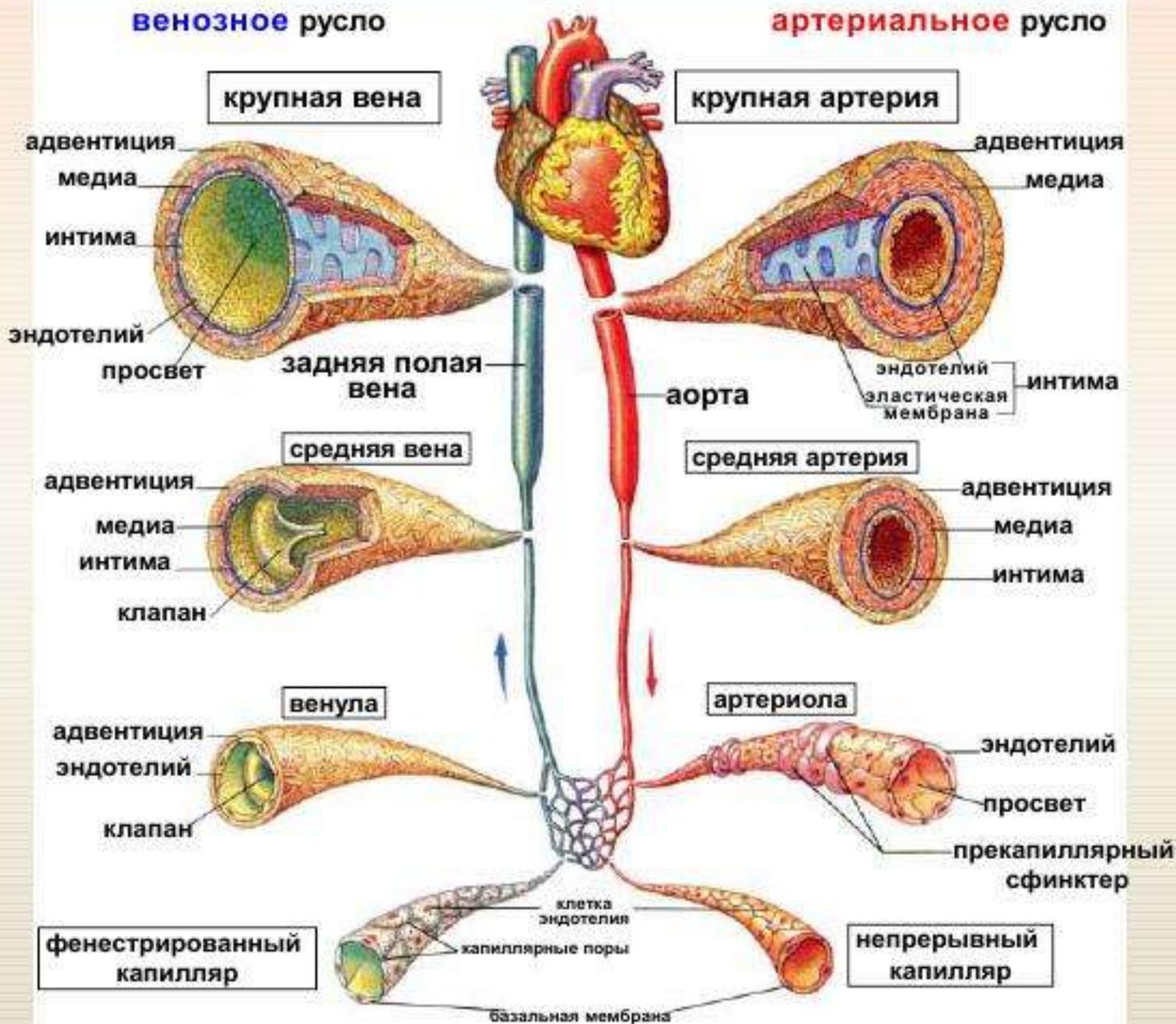


схема строения кровеносных сосудов



5. Обзор лимфатической системы

Несмотря на то, что сосудистая сеть довольно густо пронизывает весь организм, все же этого недостаточно для того чтобы полностью обеспечить непосредственную связь их с каждой клеткой. **Поэтому** питательные вещества и кислород приносятся к большинству клеток организма **тканевой жидкостью (ЛИМФОЙ)**, в которую они попадают с плазмой крови путем просачивания ее через стенки кровеносных капилляров.

Эта жидкость (**ЛИМФА**) так же и уносит продукты обмена веществ и в конечном итоге всасывается в лимфатическое и венозное русло.

лимфатическая система

- ✓ совокупность **лимфатических сосудов** (транспорт лимфы) и **лимфатических узлов** (защита)
- ✓ **часть ССС**, возвращает жидкость из тканей и органов в вены – **дополнительное русло венозной системы**
- ✓ **незамкнутая** – начинается слепыми капиллярами в тканях и органах, заканчивается крупными протоками в **краниальной полости в.** (ярёмной и др.)
- ✓ **часть иммунной системы** – лимфоузлы фильтруют лимфу+ обогащают лимфоцитами, антителами, задерживают антигены

функции лимфатической системы

1. Защитная /иммунная/:

- ✓ фильтрация тканевой жидкости, удаление чужеродных веществ (погибших клеток, клеток-мутантов, микробов, токсинов, частиц пыли)
- ✓ плазмоциты, имеющиеся в лимфоузлах, вырабатывают антитела - обеспечивают иммунитет
- ✓ обогащение лимфы и крови лимфоцитами из лимфоузлов

2. **Дренажная** – отведение избытка тканевой жидкости от органов и тканей (нарушение - отеки и водянки)

3. **Транспортная** – перемещение с током лимфы крупномолекулярных белков и жира.

состав лимфатической системы

1. лимфа
2. лимфатические капилляры
3. лимфатические посткапилляры
4. лимфатические сосуды:
 - а) мелкие
 - б) средние
 - в) крупные
5. лимфатические коллекторы (стволы, протоки)
6. лимфатические узлы

Взаимосвязь лимфатических и кровеносных

сосудов

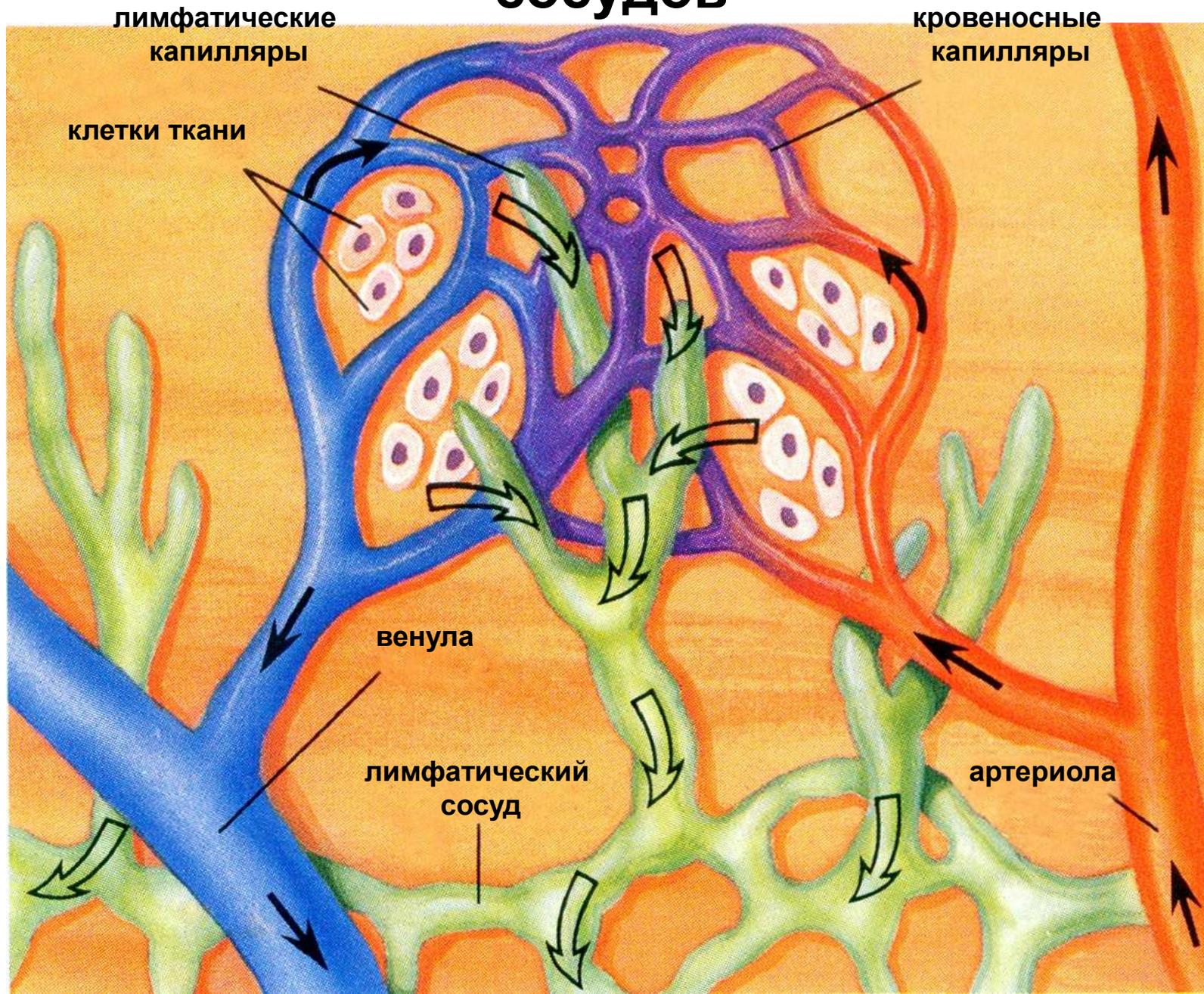


схема движения лимфы

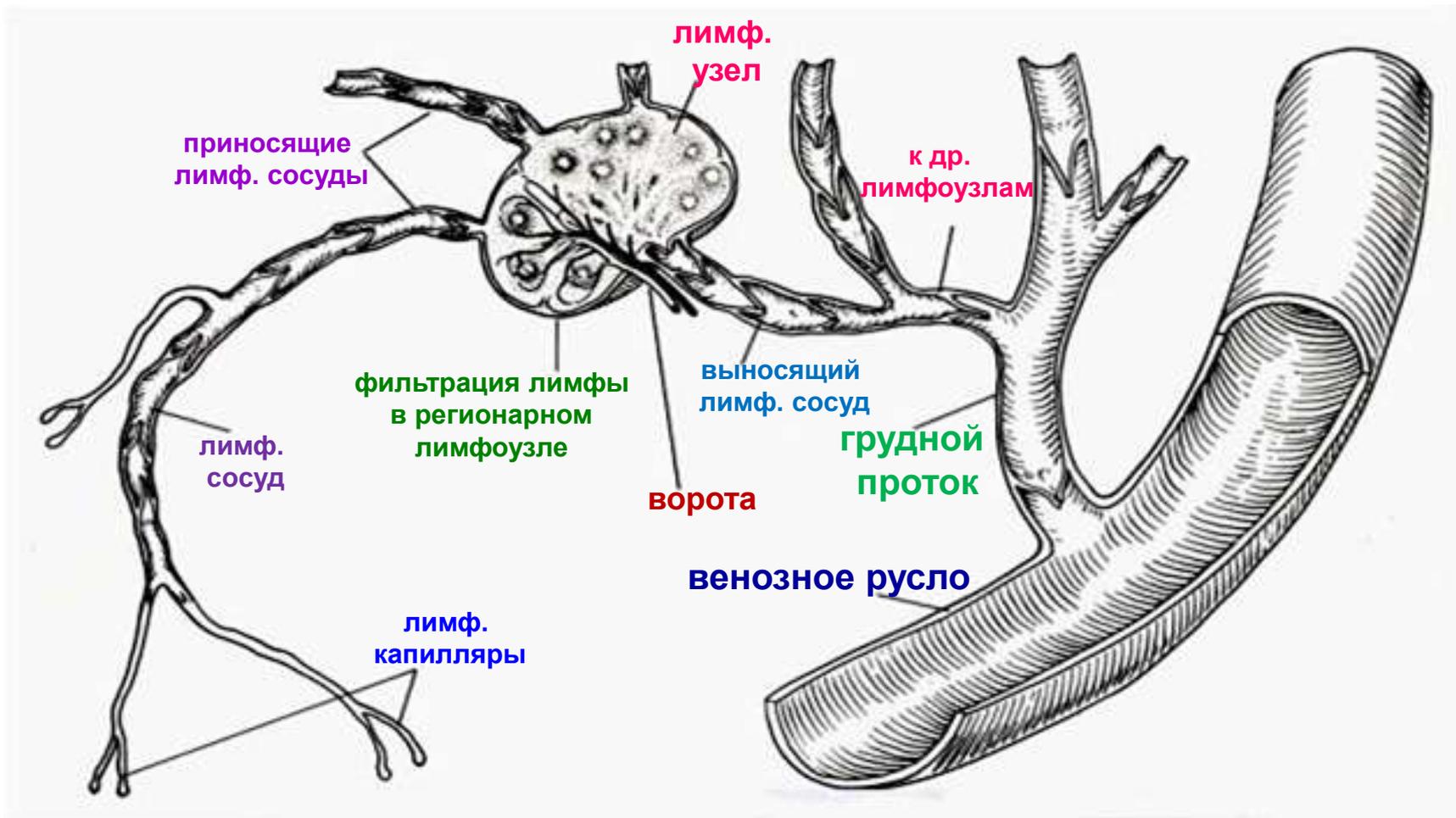
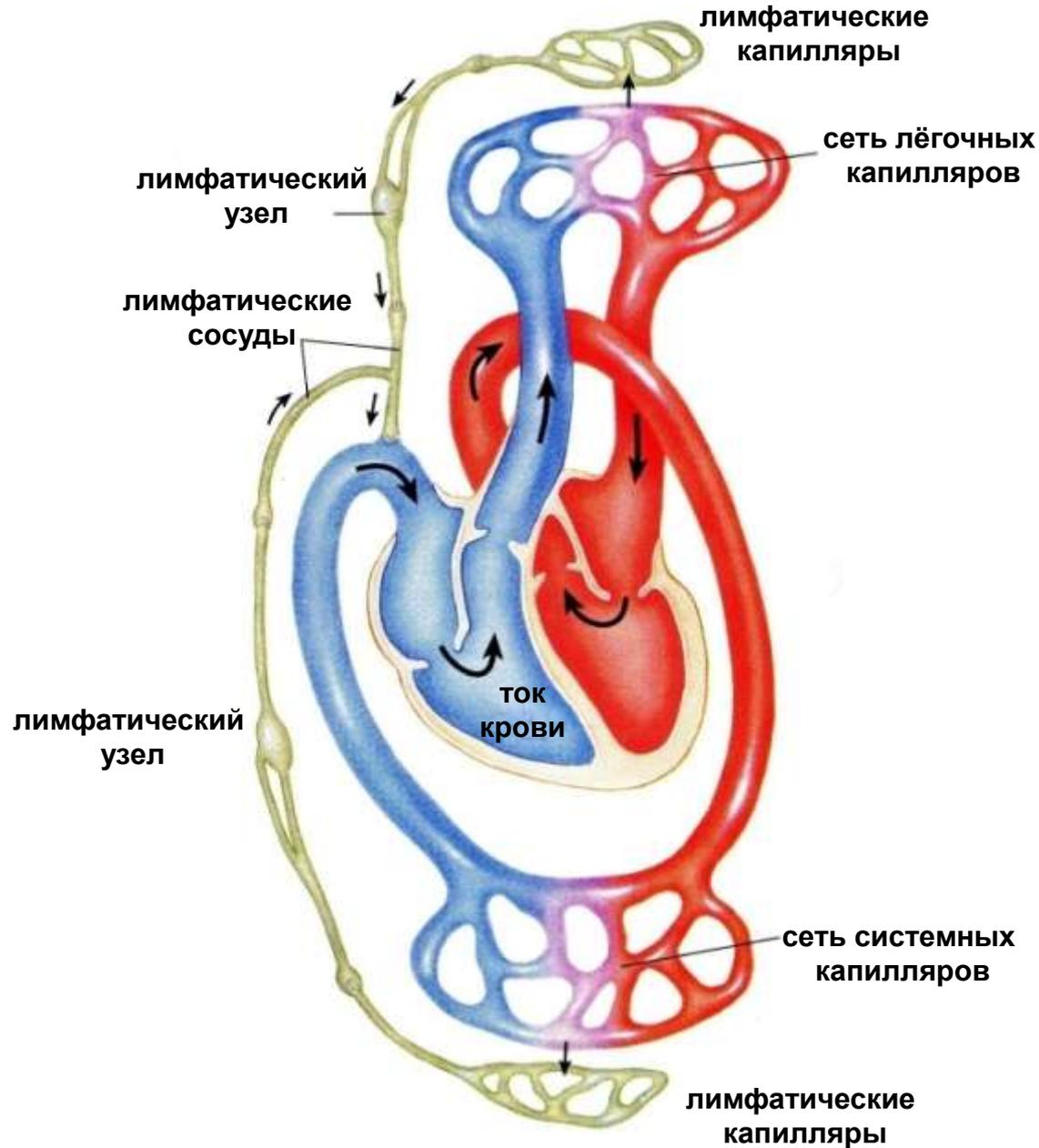


схема лимфатической системы



1. лимфа (lymph)

- ✓ прозрачная жидкость щелочной реакции (pH 7,35 – 9,0)
- ✓ **хим. состав:** вода – 94-96%, белки – 4%, жир – 1%, минеральные вещества – 0,8%
- ✓ **объем:** 55-60% от массы тела, включая тканевую жидкость и связанную воду
- ✓ заполняет межклеточные пространства - *тканевая*, лимфососуды и лимфоузлы - *сосудистая*
- ✓ **состав:** плазма лимфы + форменные элементы (лимфоциты). Плазма по составу = плазме крови, но содержит продукты обмена органов от которых оттекает
- ✓ **образуется:** в межклеточных пространствах, в серозных полостях, синовиальных влагалищах, бурсах, полостях мозга (мозговых желудочках), глазу, ухе и т.д.

2. лимфатические капилляры

- ✓ **начинаются слепо**
- ✓ **стенка только из эндотелиоцитов** (в 3-4 раза крупнее чем в кровеносных капиллярах)
- ✓ **диаметр в несколько раз больше, чем у кровеносных капилляров** (до 0,2мм)

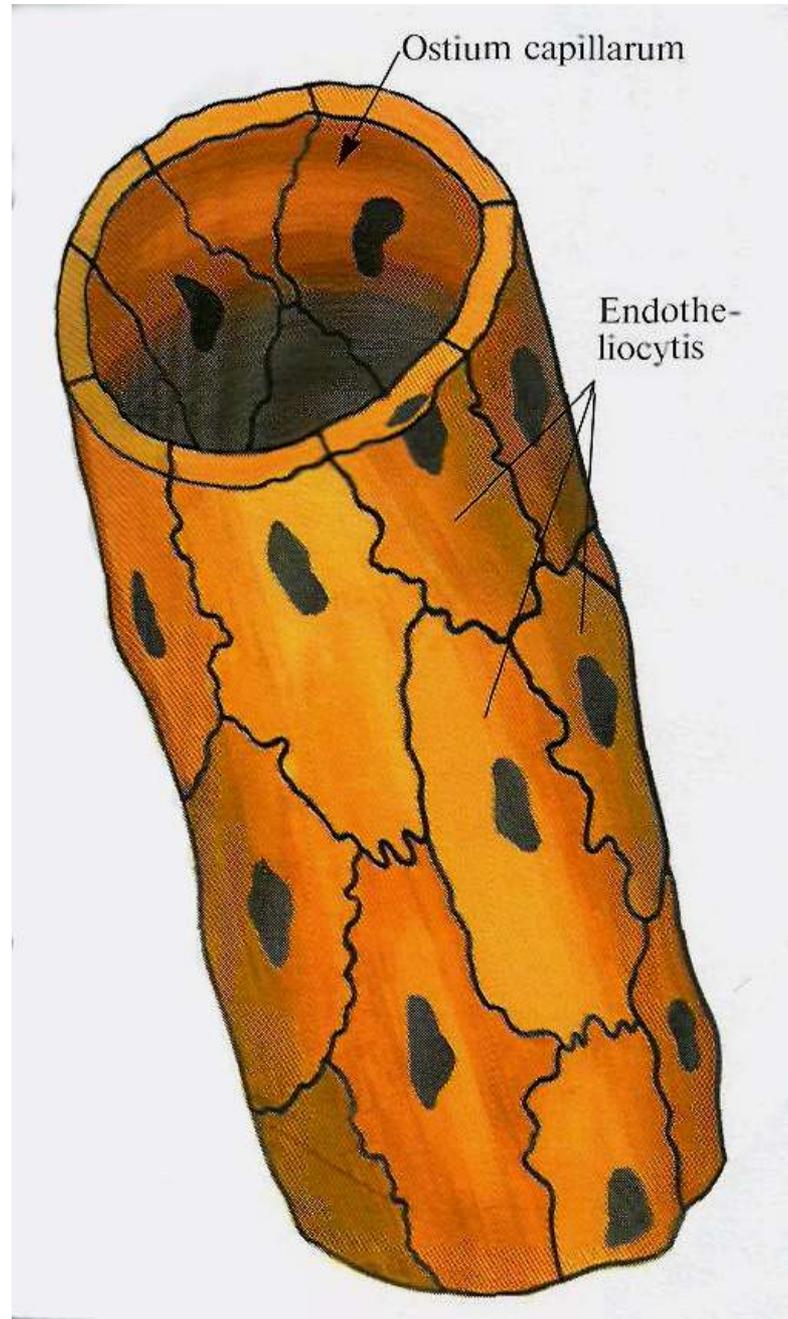
лимфатический капилляр

лимфокапилл
яр



лимфокапилл
яр

схема строения лимфокапилляра



Лимфокапиллярная сеть в серозе тонкой

кишки



3. посткапилляры

строение:

1. слой эндотелия

2. базальная мембрана

3. клапаны – складки эндотелия для лимфотока в одном направлении: от периферии к сердцу

❖ сливаясь, посткапилляры образуют лимфатические сосуды

4. лимфатические сосуды

условия гемодинамики = венам (давление низкое и зависит от положения части тела)

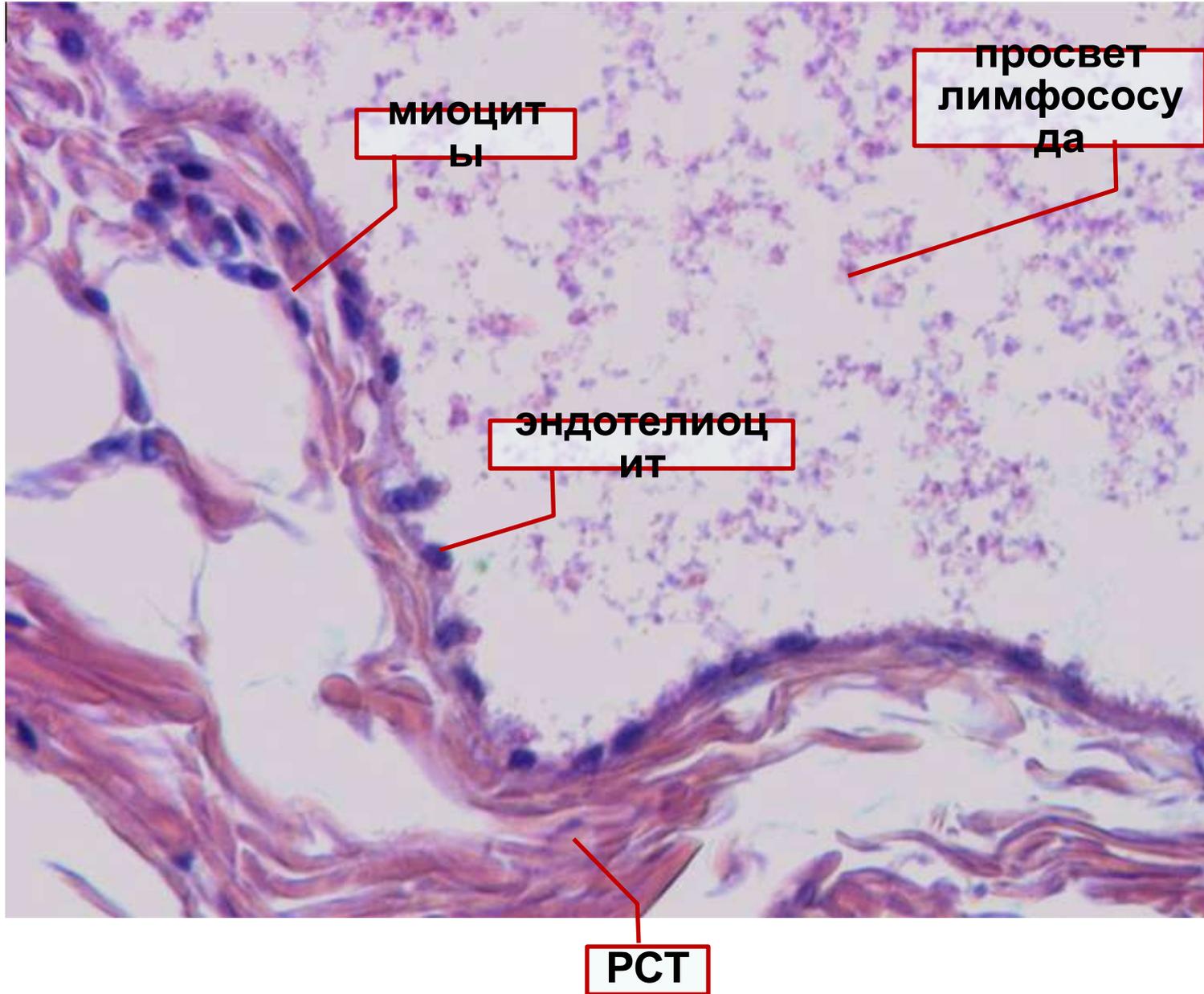
сходство с венами в строении:

- 1) количество миоцитов зависит от локализации сосуда
- 2) в сосудах с восходящим током лимфы число миоцитов растёт с увеличением диаметра сосуда

отличия от вен:

- 1) клапаны во всех лимфососудах , а в венах – в 50%
- 2) базальная мембрана эндотелия **прерывистая** (лёгкое проникновение веществ)

строение стенки лимфососуда



5. лимфатические коллекторы (стволы и протоки)

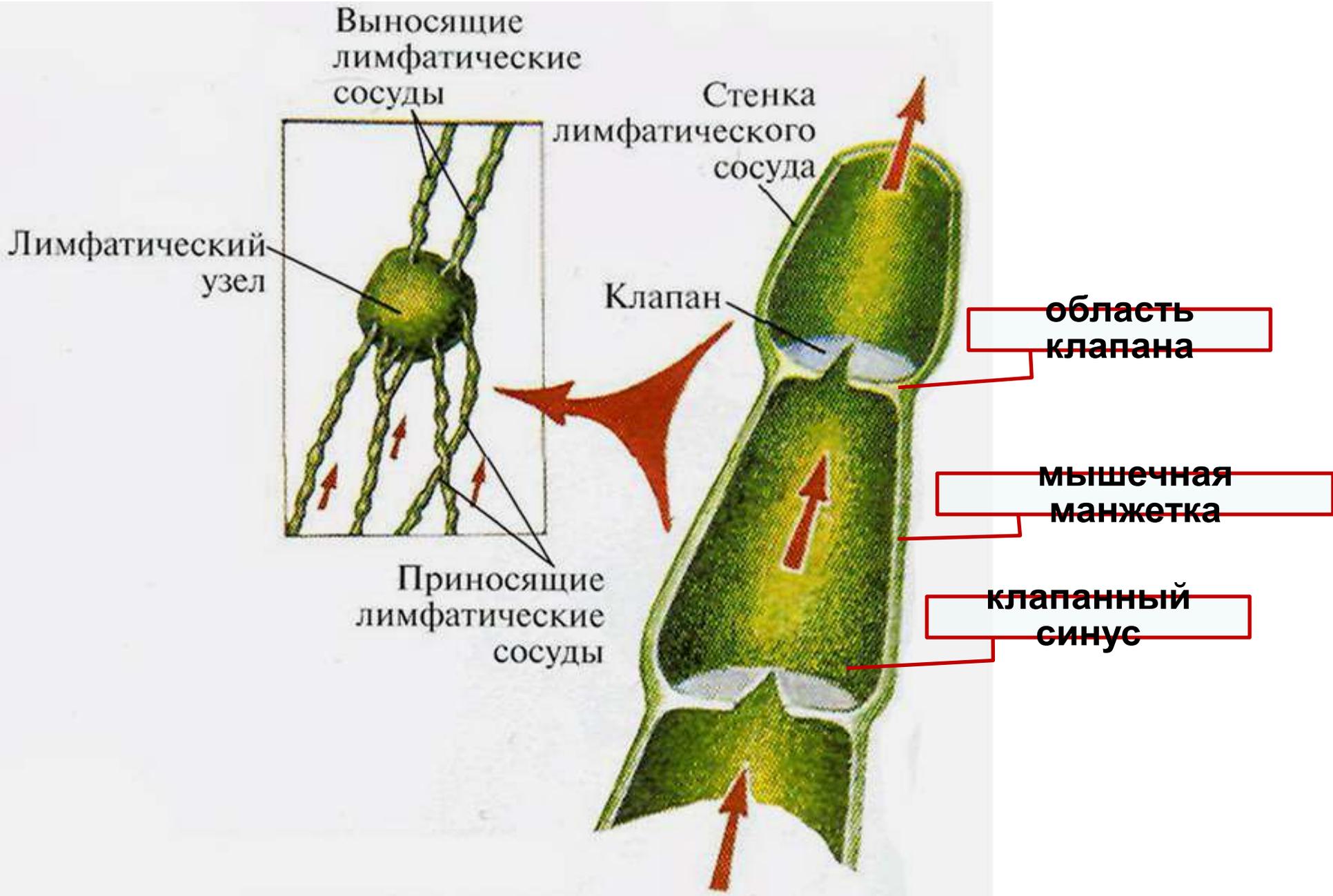
- ✓ образованы слиянием лимфососудов
- ✓ 2 крупных протока: **грудной** и **правый лимфатический**

лимфангионы /клапанные сегменты/

участки между двумя соседними
клапанами

- ✓ расстояние между клапанами 2-3мм – в мелких сосудах (внутриорганных), 12-15мм – в крупных (внеорганных)

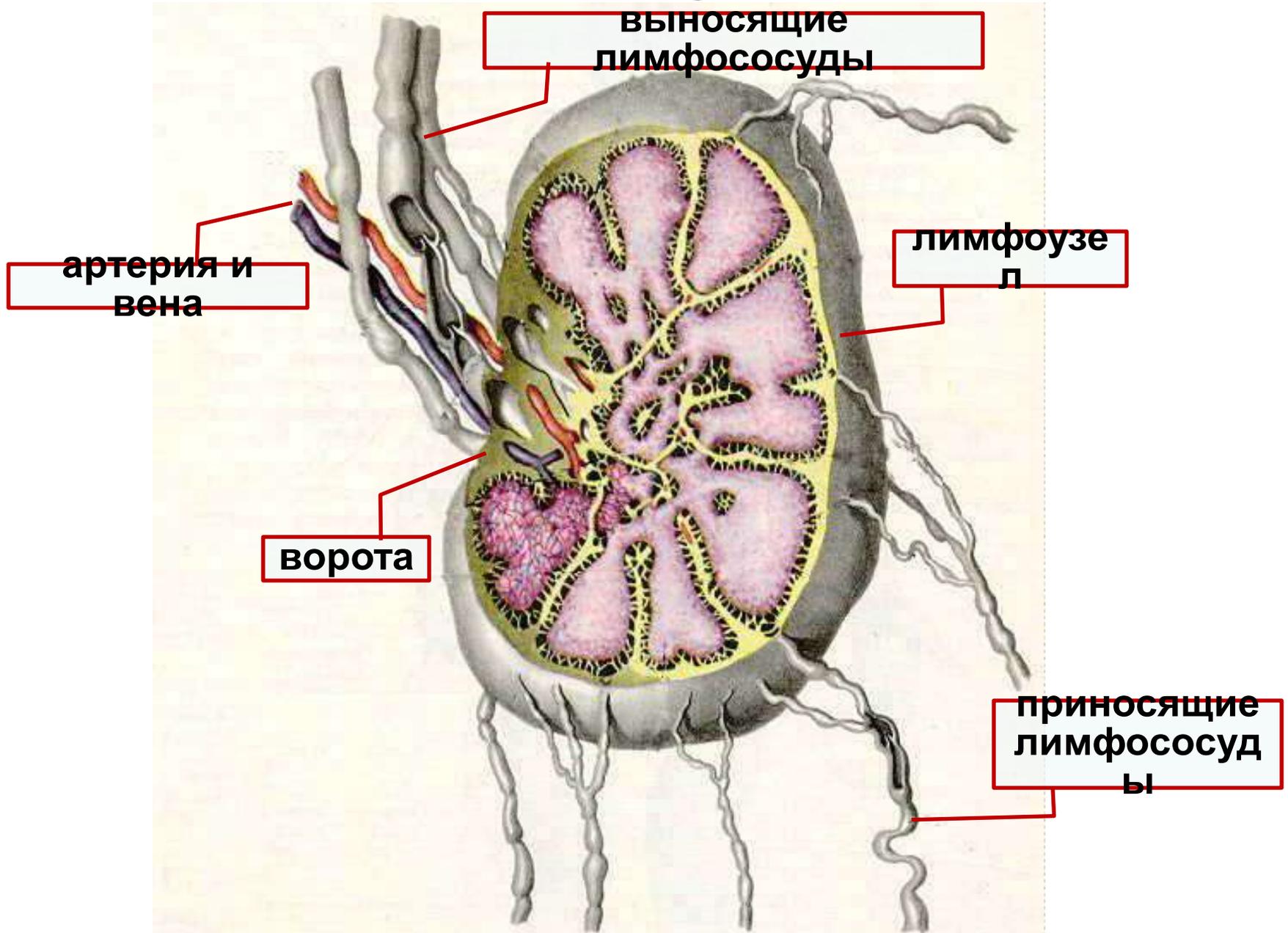
лимфангион



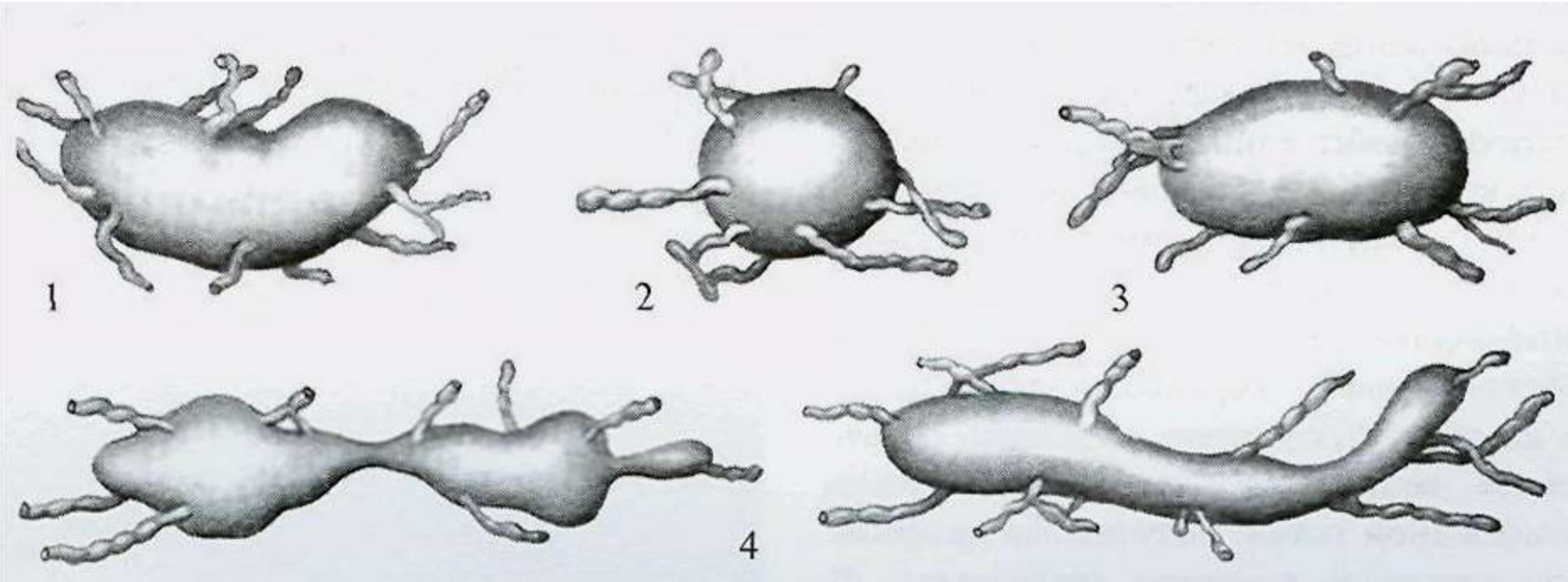
6. лимфатические узлы (lymphonodi)

- ✓ **паренхиматозные** органы из лимфоидной ткани
- ✓ лежат по одиночку, чаще группами:
 - a) по ходу крупных кровеносных сосудов брюшной полости и таза
 - b) в воротах органов (в корнях лёгких, в брыжейке кишечника, у ворот печени и селезёнки и т.д.)
 - c) в подвижных и защищенных местах (шея, подколенная ямка, пах), где движения способствуют току лимфы
- ✓ чаще **бобовидной формы**:
 - с **выпуклой** поверхности входит **много приносящих** сосудов - «**корни**» лимфоузлов
 - с **вогнутой** (из **ворот**) выходит **мало выносящих**, но большего диаметра
 - у свиньи – **наоборот** (реверсивные лимфоузлы)

лимфоузел



разновидности формы лимфоузлов



1- бобовидная

2 – округлая

3- овальная

4 - сегментарная

классификация лимфоузлов

по принадлежности «корней»:

1) кожные

2) кожно-мышечные

3) внутренностные

4) внутренностно-мышечные

5) кожно-мышечно-внутренностные

- ✓ **лимфоцентр** – один или группа лимфоузлов с постоянной топографией «корней» (местом сбора лимфы)
- ✓ **регионарные** лимфоузлы - собирают лимфу с определенной области тела (региона) – почечные, подчелюстные и т.д.

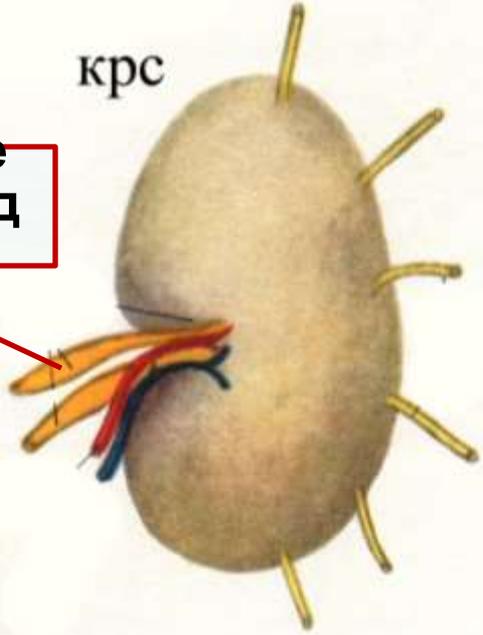
классификация лимфоузлов

по строению:

- 1. Компактные** – у хищников, малочисленные, но крупные (у собак – до 60)
 - 2. Дисперсные** – у лошади, многочисленные (до 8000), но мелкие, лежат пакетами (до 40 штук в пакете)
 - 3. Переходные** – у жвачных (у крс – до 300) и свиньи (190-200)
- ✓ лимфоузлы, лежащие **на фасции** - *поверхностные*,
под фасцией – *глубокие*
 - ✓ величина - от 0,2 до 20см
 - ✓ у **молодых животных** лимфоузлы **крупнее**, чем у старых
 - ✓ **цвет лимфоузлов в основном** серый, **розово** - или **желто**-серый, но изменяется в зависимости от функционального состояния

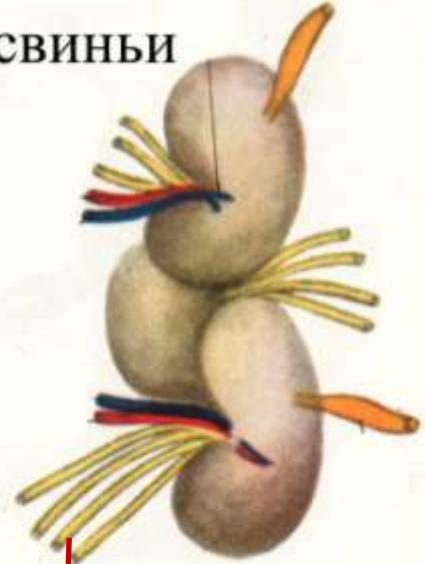
ВИДОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИМФОУЗЛОВ

крс



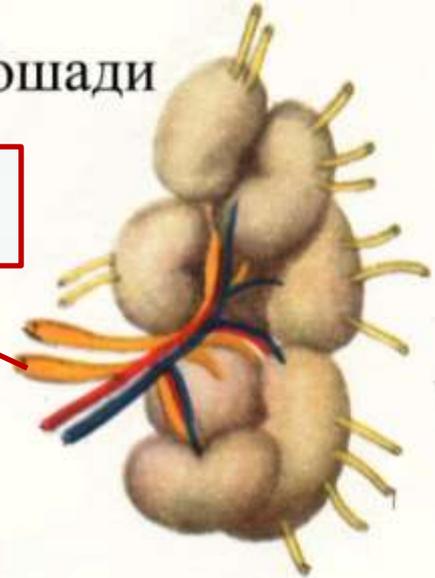
выносящие
лимфососуды

свиньи



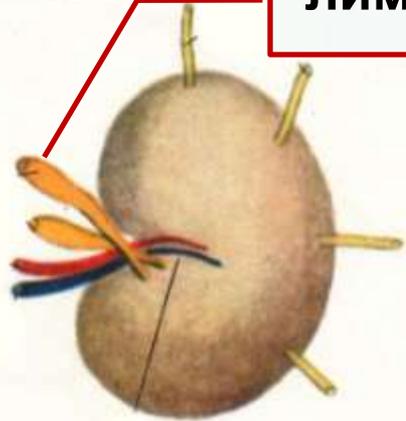
приносящие
лимфососуды

лошади



выносящие
лимфососуды

собаки



выносящие
лимфососуды

функции лимфоузлов

- 1. кроветворная** - антигензависимая дифференцировка лимфоцитов
 - ✓ в эмбриональный период – универсальный кроветворный орган (короткое время)
- 2. барьерно-защитная** – фагоцитоз макрофагами антигенов из лимфы (неспецифическая) + участие в специфических иммунных реакциях (к конкретному возбудителю)
- 3. дренажная** – сбор лимфы из приносящих сосудов
- 4. депонирование лимфы** – в норме часть лимфы задерживается в узле и не циркулирует, при необходимости – поступает в лимфоток
- 5. обменная** – белки, жиры, углеводы из лимфы расщепляются макрофагами (ферментами лизосом)

строение лимфоузла

паренхиматозный зональный орган

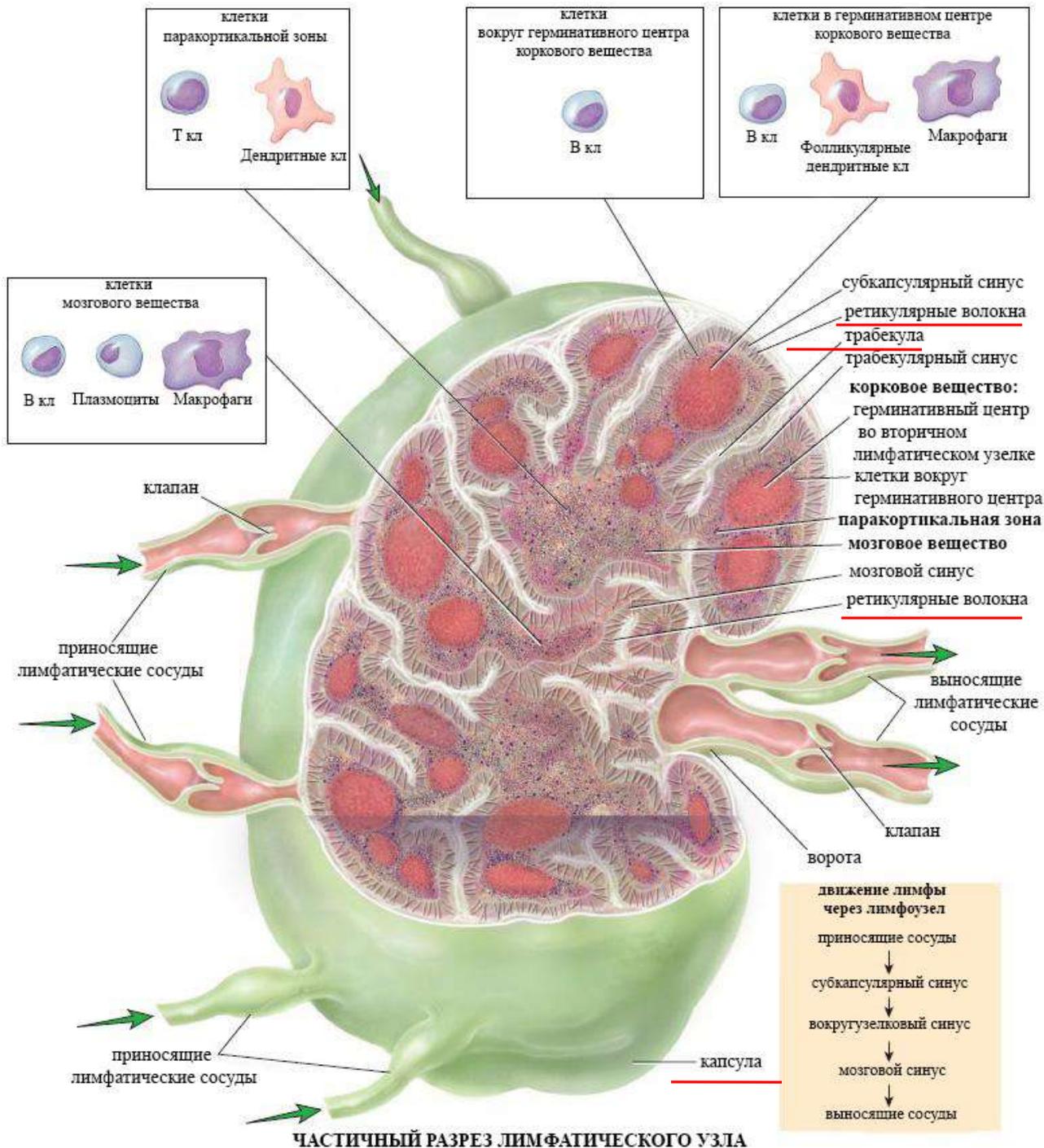
строма:

- 1. капсула** – покрывает лимфоузел снаружи; состоит из ПСТ
- 2. трабекулы** – из ПСТ; отходят от капсулы, образуют **каркас лимфоузла**
- 3. ретикулярная ткань** – трехмерной сетью **заполняет пространства между трабекулами и капсулой**

паренхима:

все лимфоидные клетки (Т и В лимфоциты, плазмочиты, макрофаги и др.)

строение лимфоузла



строение лимфоузла на разрезе /зоны/

1. корковая зона (наружная кора) - В-зависимая, содержит В-лимфоциты, формируют лимфоидные узелки (d до 1мм):

a) первичные – без реактивного центра, в эмбриональном периоде

b) вторичные – с реактивным (светлым) центром – место превращения В-лимфоцитов в плазмциты под влиянием антигенов. Формируются после рождения при контакте с антигенами (бактерии, вирусы)

2. паракортикальная зона (внутренняя кора) – Т-зависимая, содержит Т-лимфоциты

3. мозговая зона – В-зависимая, состоит из **мозговых тяжей** между которыми – **мозговые промежуточные синусы** (проплазмциты мигрируют из коры и превращаются в плазмциты – продуценты антител)