



Лекция

Сердечно-сосудистая система

д. мед. н., профессор

Кащенко Светлана Аркадьевна

Общая характеристика

- Сердечно-сосудистая система включает сердце, кровеносные и лимфатические сосуды.
- Она выполняет следующие **функции**:
 - - **трофическую**;
 - - **дыхательную**;
 - - **экскреторную**;
 - - **интегративную**;
 - - **регуляторную** - посредством изменения кровоснабжения и переноса гормонов, факторов роста, цитокинов;
 - - **участвует** в воспалительных и иммунных реакциях.

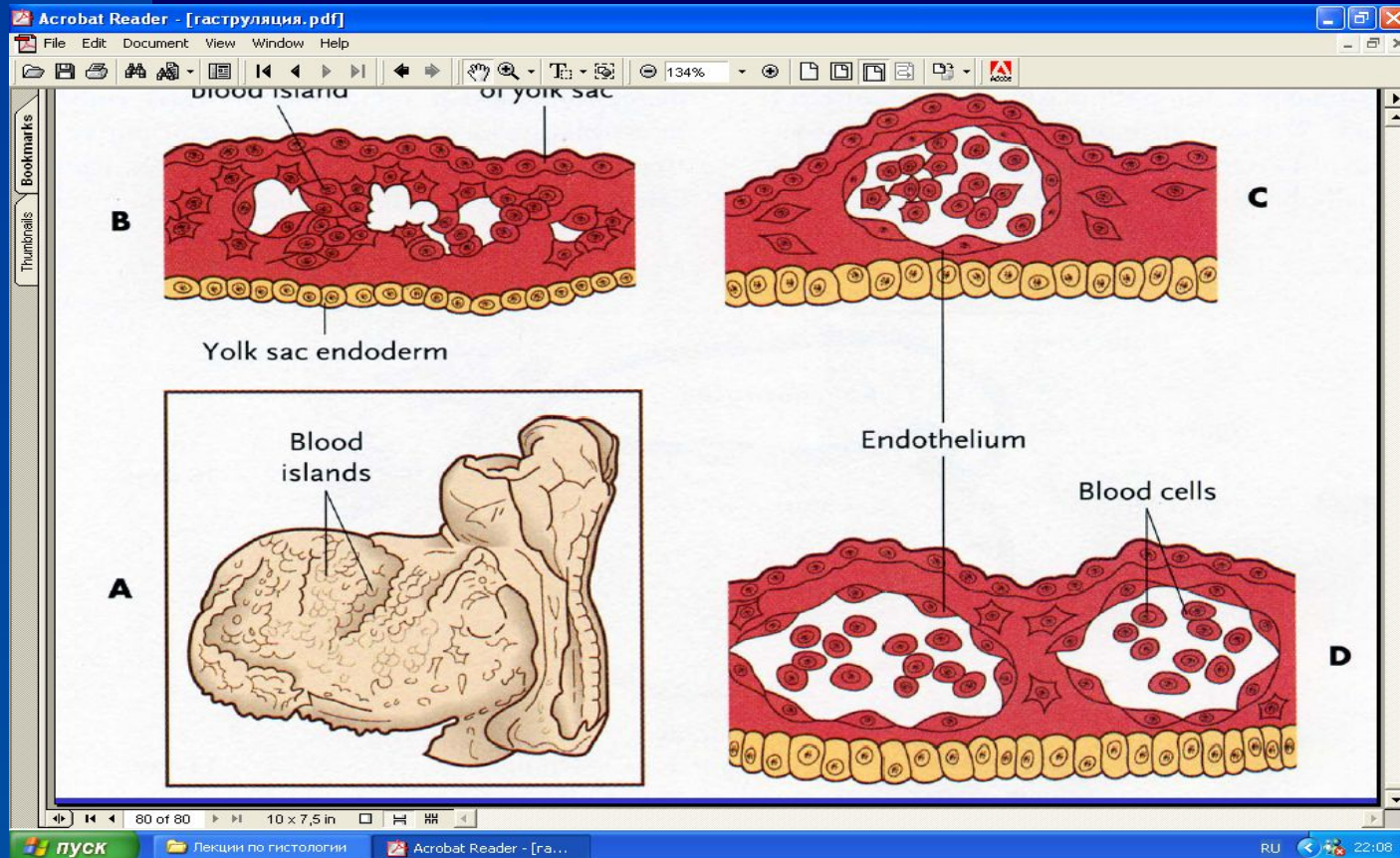
- **Сердце** - обеспечивает поступление крови в сосудистую систему.
- **Крупные артерии** (аорта, легочная а) выбрасывают кровь в дистальные участки сосудистого русла, что обеспечивается мощным развитием эластических элементов в их стенке.
- **Средние и мелкие артерии** приносят кровь к различным органам, регулируя кровоток. Это обеспечивается **значительным развитием мышечных элементов** в их стенке.

- **В Артериолах** происходит резкий перепад давления.
- **В Капиллярах** осуществляется обмен веществ между кровью и тканями.
- **Венулы** собирают кровь из капилляров, которая движется под низким давлением.
- **Вены** обеспечивают возврат крови к сердцу. Они характеризуются широким просветом, тонкой стенкой со слабым развитием эластических и мышечных элементов, наличием клапанов.

Развитие ССС

- Первые кровеносные сосуды появляются у зародыша в мезенхиме стенки желточного мешка, а также в стенке хориона на 2-3 нед. эмбриогенеза.
- Дальнейшее развитие стенки сосудов происходит под влиянием **гемодинамических условий** (скорость кровотока, кровяное давление и т.д.).

Образование кровеносных сосудов в стенке желточного мешка



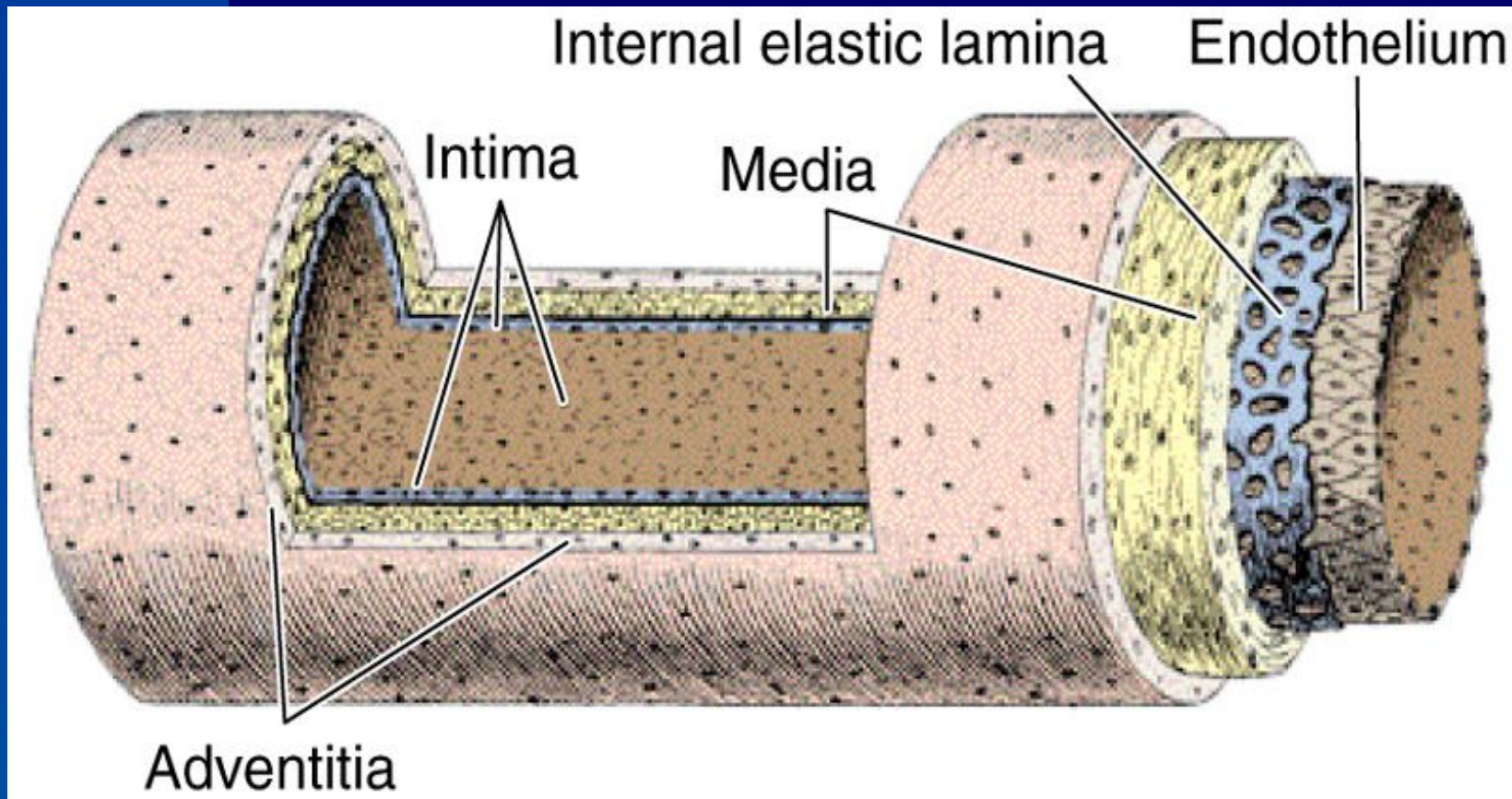
Желточный мешок



Структурная организация сосудов

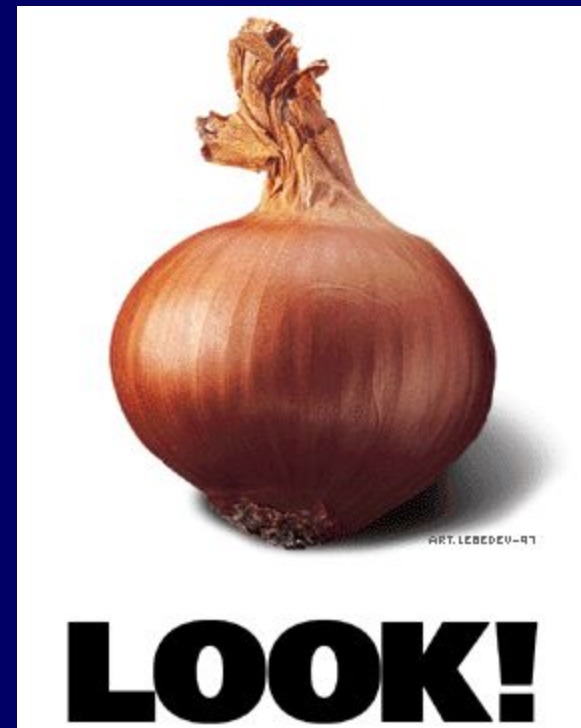
- Стенка сосуда состоит из трех оболочек:
- 1) внутренней - **интимы**,
- 2) средней - **медии** ,
- 3) наружной - **адвентиции**
- / . **Интима** образована эндотелием, подэндотелиальным слоем и внутренней эластической мембраной.
- **Эндотелий** Клетки эндотелия имеют полигональную форму, цитоплазма содержит транспортные пузырьки (60-70 нм). Органелл мало.

Схема строения сосудистой стенки



По принципу строения стенки артерии подразделяются на:

- 1- эластические,
- 2- мышечные,
- 3- мышечно-эластические.



Артерии эластического типа

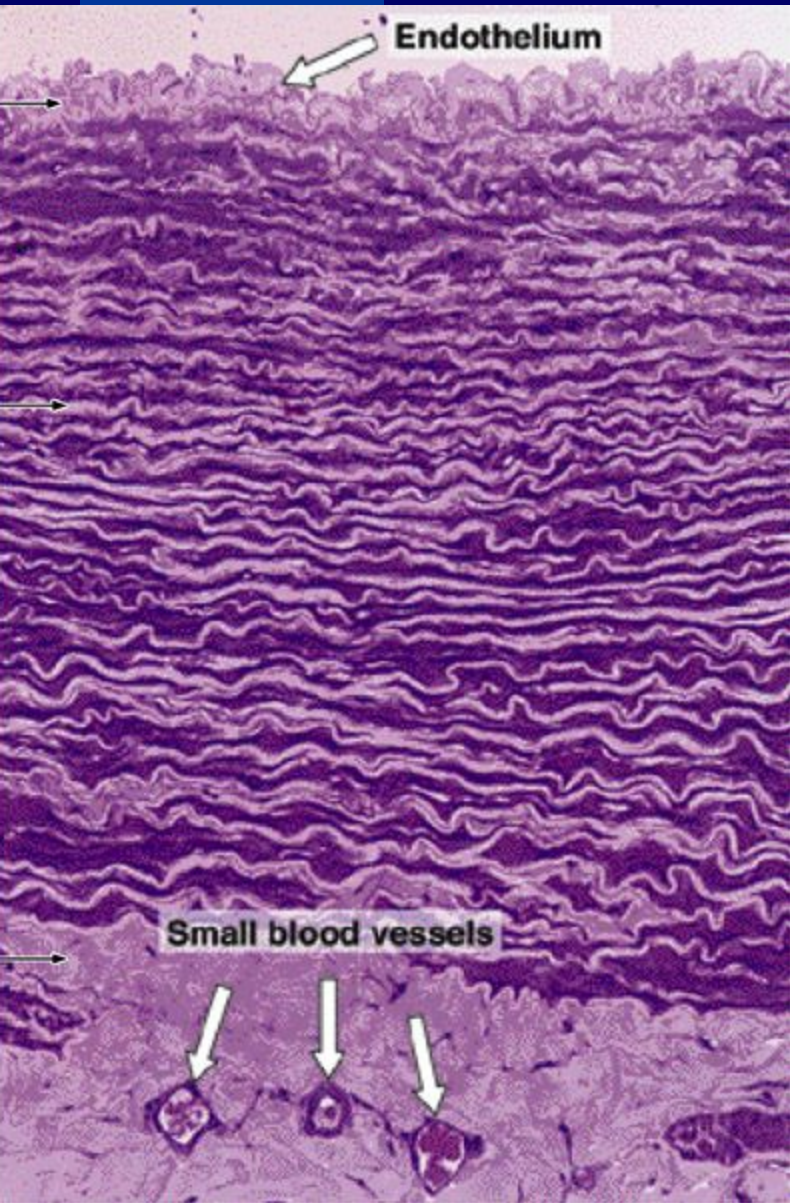
- имеют *широкий просвет*, тонкую стенку с **мощным развитием эластических элементов**, кровь движется с **высокой скоростью** под **большим давлением**.

- **Аорта**

Интима - толстая; представлена **эндотелием** и **подэндотелиальным** слоем с **высоким содержанием эластических волокон**. **Внутренняя эластическая мембрана** выражена **неотчетливо**.

Средняя оболочка содержит **эластический каркас**, состоящий из **40-70 окончатых эластических мембран**. Между ними располагается **основное вещество**, **ГМК** и **фибробласты**.

Адвентиция – состоит из **РВСТ** с **большим количеством коллагеновых и эластических волокон**, содержит **нервы и сосуды сосудов**.

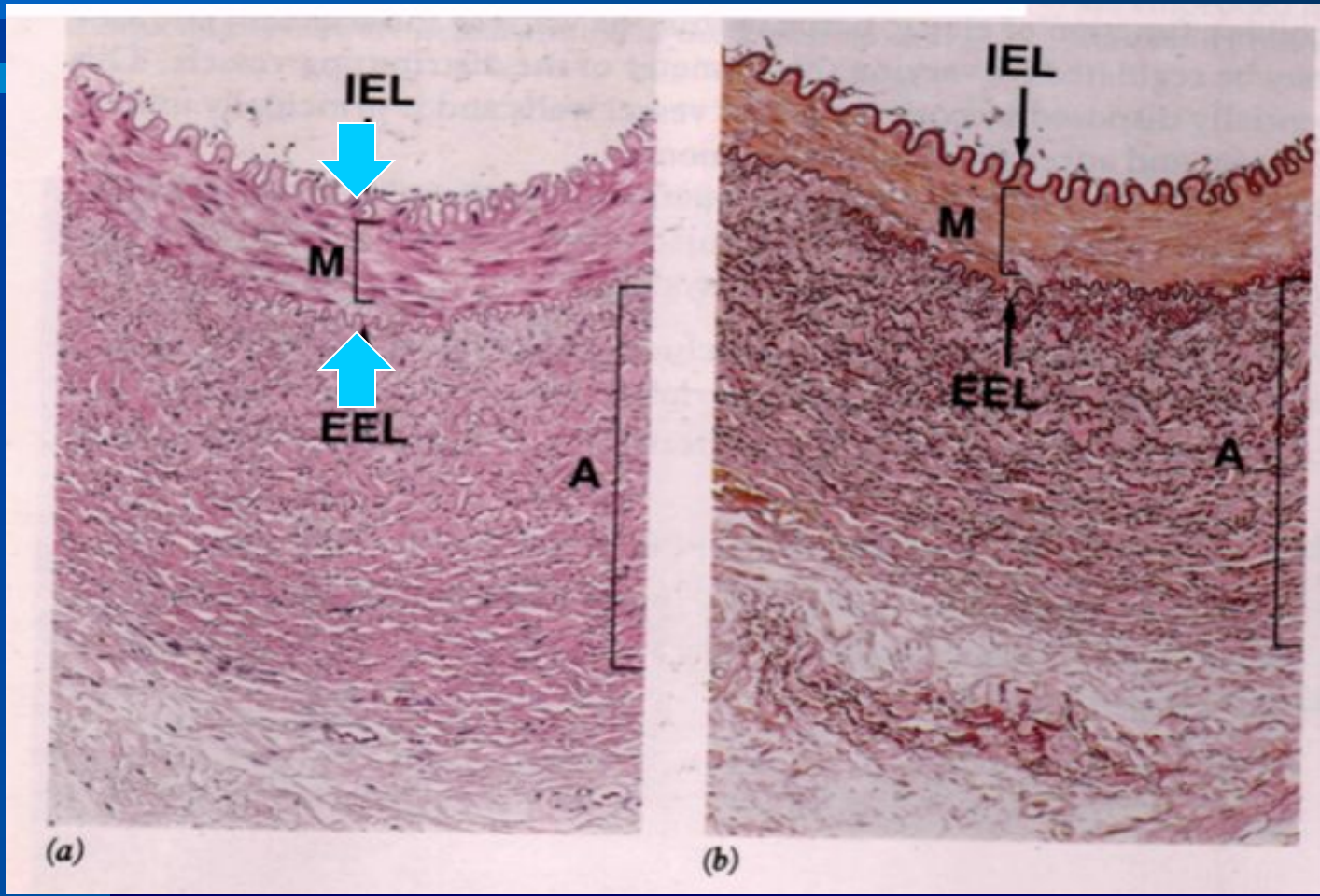


Аорта

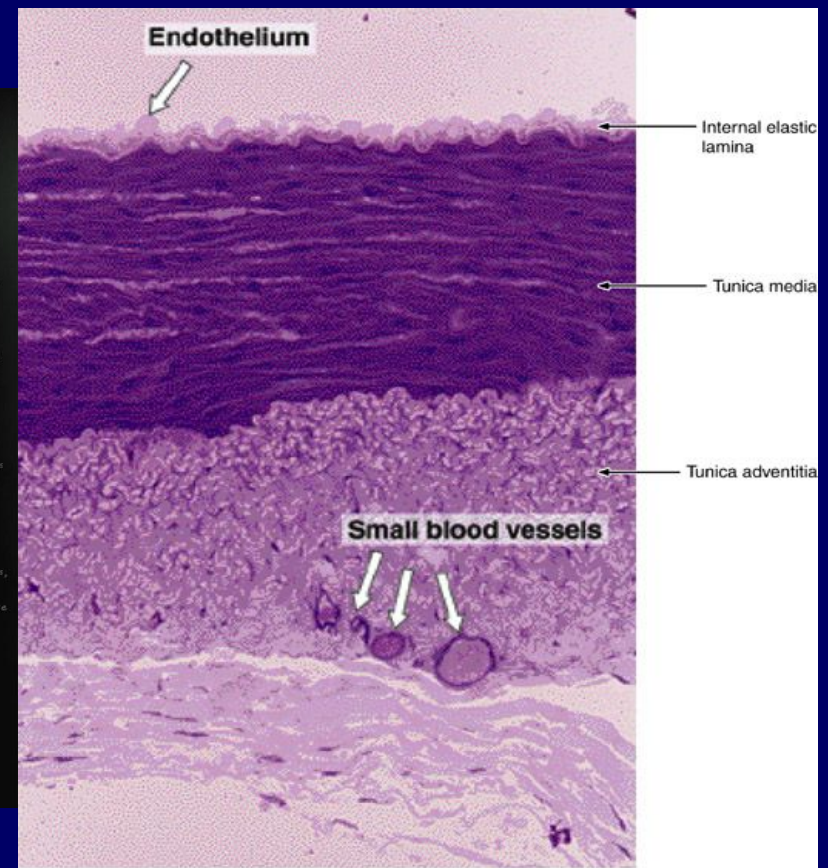
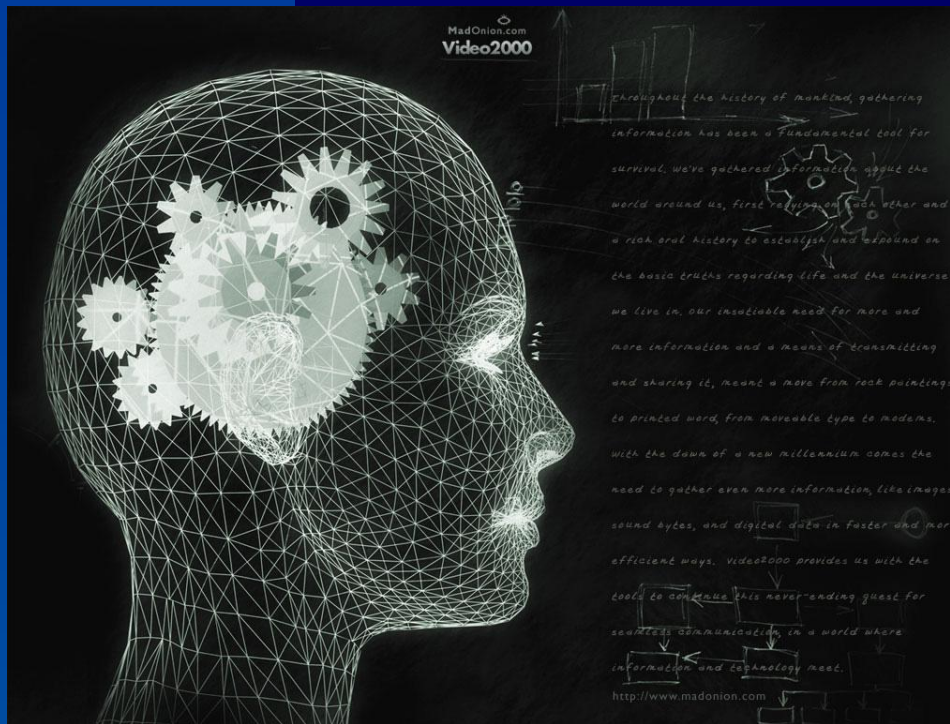
Артерии мышечного типа

- составляют большинство А организма; их стенка содержит *значительное число ГМК*, регулирующих кровоток. Стенка А толстая, она имеет следующие особенности:
- **Интима** тонкая, состоит из **эндотелия, подэндотелиального слоя**, **фенестрированной вн. эласт. мембраны**.
- **Средняя оболочка** - содержит циркулярно расположенные ГМК, лежащие слоями. Между ними находится сеть коллагеновых, ретикулярных и эластических волокон, основное вещество, фибробластоподобные клетки.
- **Адвентиция** образована **нар. эластической мембраной** и РВСТ, содержащей эластические волокна. Сосуды сосудов проникают из адвентиции в периферические отделы средней оболочки.

Артерии мышечного типа



Артерии мышечного типа



Артерии мышечно-эластического типа

- В их стенке хорошо представлены как эластические, так и мышечные элементы.
- Стенка сосудов такого типа состоит из 3-х слоёв:
 - **внутреннего** (эндотелий, подэндотелиальный слой + **вн. Эл. мембрана**)
 - **среднего** (50% - ГТМ, 50% - окончатые эластические мембраны)
 - **наружного** (состоит из:
 - **внутреннего**, содержащего пучки ГМК
 - **наружного**, состоящего из коллагеновых, эластических волокон, соединительнотканых клеток)

Вены

- по общему плану строения своей стенки сходны с артериями. Давление в венах низкое, кровь движется медленно, поэтому они характеризуются *большим просветом, тонкой стенкой со слабым развитием эластических элементов. В них находится до 70% всей крови.*

Особенности строения стенки вен:

- отсутствие внутренней эластической мембраны;
- слабое развитие циркулярного мышечного слоя;
- более частое продольное расположение ГМК;
- меньшая толщина по сравнению со стенкой соответствующей артерии;
- неотчетливость разграничения на отдельные оболочки;
- более сильное развитие **адвентиции** и - слабое - **интимы** и средней оболочки по сравнению с артериями;
- значительная вариабельность строения в различных участках организма;
- **наличие клапанов.**

По степени развития мышечных элементов в стенке вены их подразделяют на вены

- 1-безмышечного (волокнистого типа)
- 2-мышечного типов.

- **Безмышечные вены** располагаются в органах и их участках, имеющих плотные стенки (**мозговые оболочки, кости, трабекулы селезенки** и др.), с которыми они прочно срастаются своей наружной оболочкой. Стенка таких вен представлена эндотелием, окруженным слоем СТ. ГМК отсутствуют.

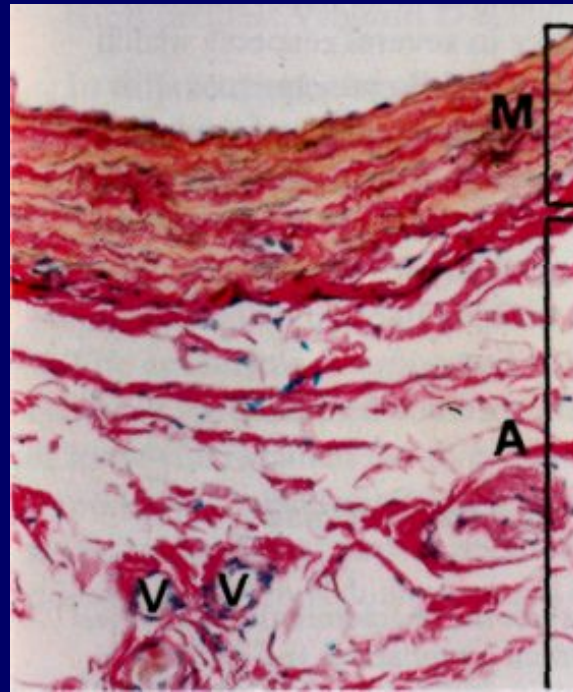
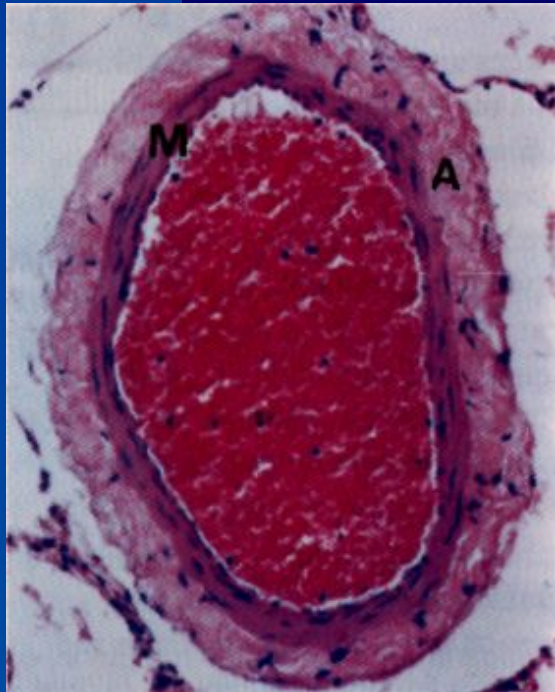
Мышечные вены подразделяют на три группы:

- **1 - со слабым развитием мышечных элементов** (мелкие и средние V верхней части тела). Подэндотелиальный слой развит слабо, в средней оболочке имеется небольшое количество ГМК, в адвентиции - единичные продольно расположенные ГМК.
- **2 - со средним развитием МЭ** - имеют единичные ГМК в интимае и адвентиции и пучки циркулярно расположенных МК в средней оболочке. Эластические мембраны отсутствуют. Могут иметься клапаны.

Функции клапанов: а) препятствуют обратному току крови; б) способствуют продвижению крови при сокращении мышц.

3 - с сильным развитием мышечных элементов – крупные V нижних отделов. Для них характерно наличие продольных пучков ГМК в интимае и адвентиции, значительное содержание циркулярно расположенных ГМК в средней оболочке. Имеются многочисленные клапаны.

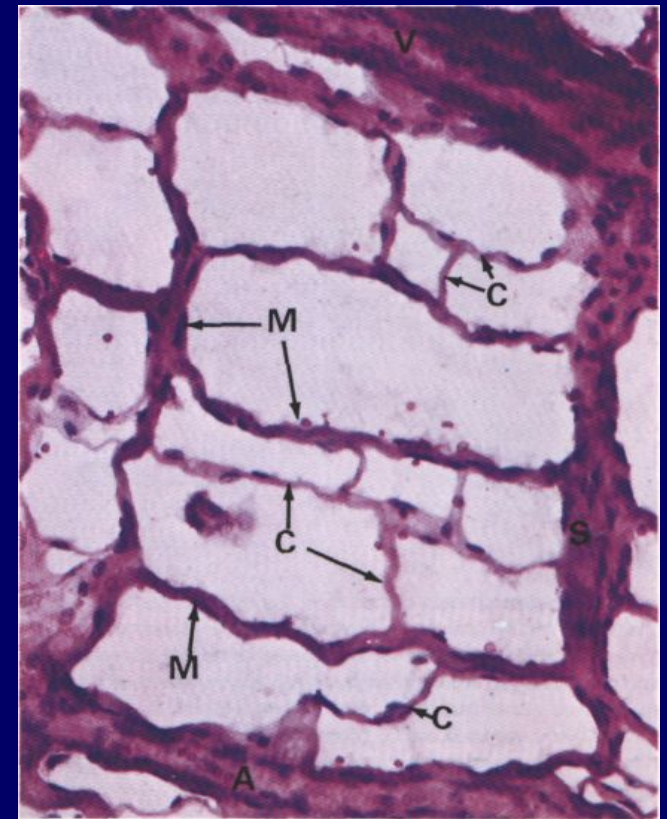
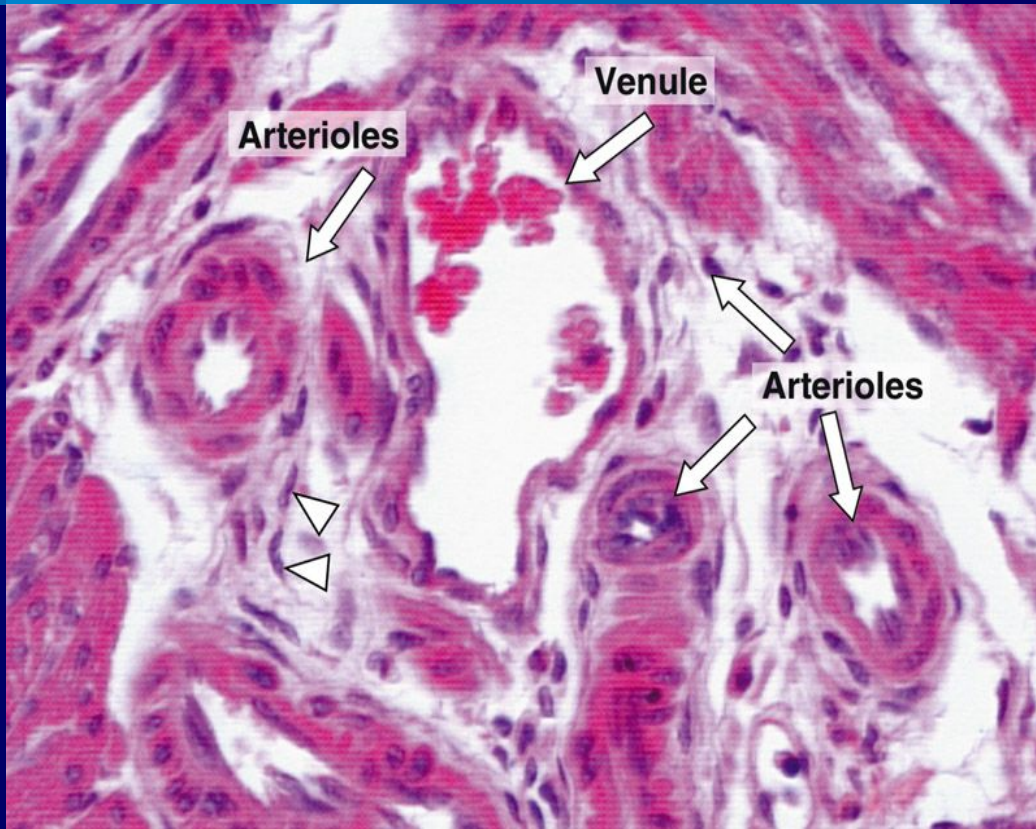
Вены мышечного типа



Сосуды микроциркуляторного русла

- К микроциркуляторному руслу относят сосуды диаметром менее 100мкм, которые видны лишь под микроскопом. Они играют главную роль в обеспечении трофической, дыхательной, экскреторной, регуляторной функций сосудистой системы, развитии воспалительных и иммунных реакций.
- **Звенья микроциркуляторного русла:**
 - 1) *артериальное,*
 - 2) *капиллярное*
 - 3) *венозное.*

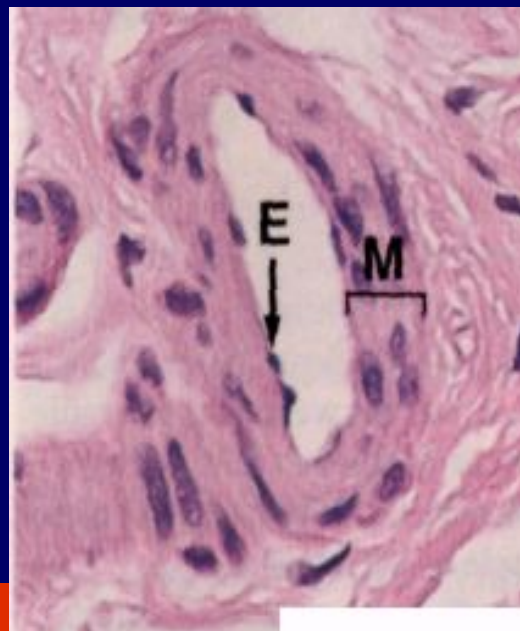
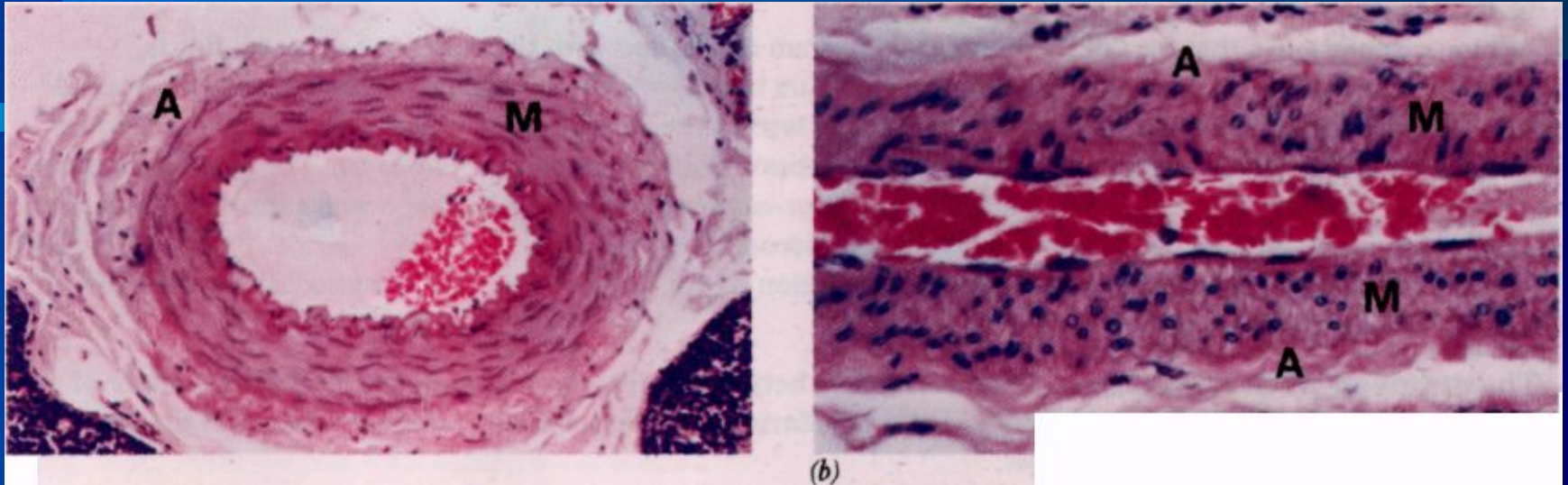
Микроциркуляторное русло



Артериальное звено включает артериолы и прекапилляры

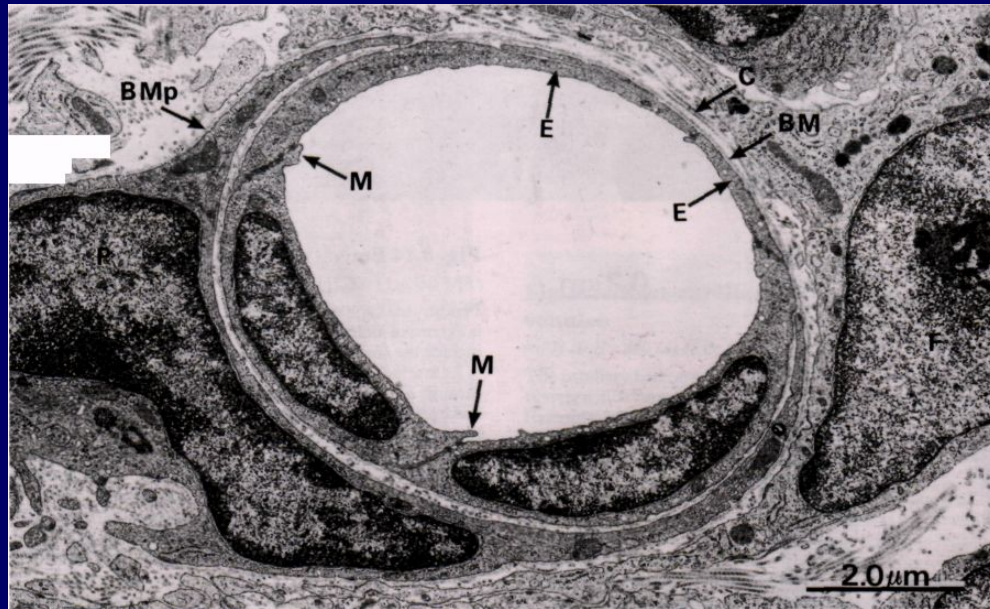
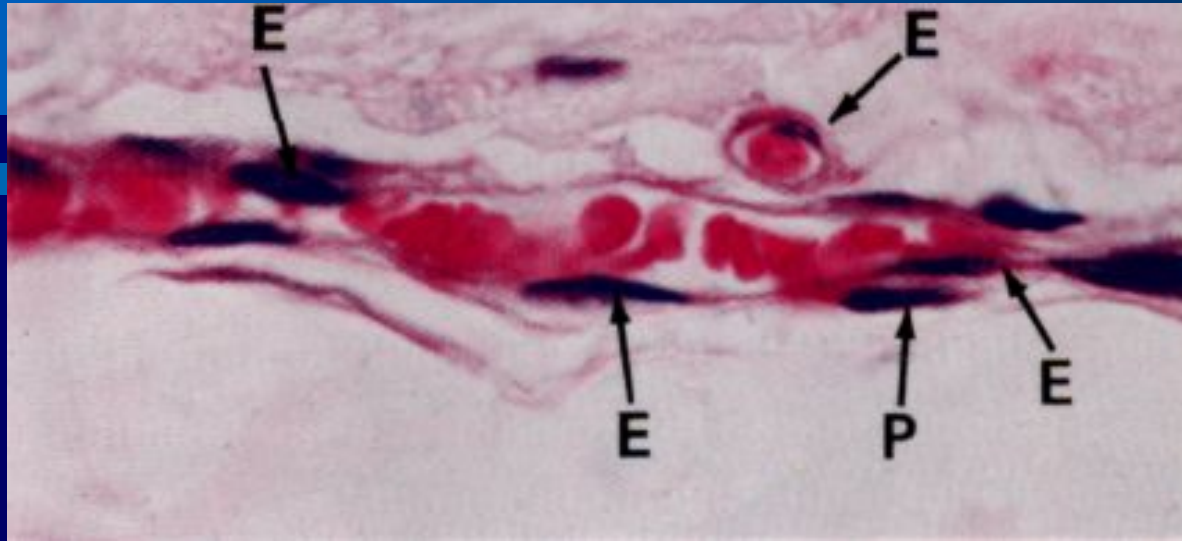
- а) **артериолы** - сосуды диаметром 50-100 мкм; их стенка состоит из трех оболочек, в каждой - по одному слою клеток.
- - **Внутренняя оболочка** образована эндотелиальными клетками, они контактируют с ГМК, образующими **прекапиллярные сфинктеры**.
- **Сфинктеры** регулируют кровенаполнение отдельных групп капилляров. Между эндотелиальными и ГМК располагаются **перicytes**.

Артериолы



- 2. **Капиллярное звено** представлено капиллярными сетями (протяжённость 100 тыс. км.). Диаметр капилляров = 3-12 мкм. Выстилка капилляров образована **эндотелием**, в расщеплениях его базальной мембраны выявляются **перициты**. **Перициты**, набухая, способны уменьшать просвет капилляра. Снаружи капилляры окружены сетью ретикулярных волокон.

- **По структурно-функциональным особенностям капилляры подразделяют на три типа:**
 - 1 --- **с непрерывной эндотелиальной выстилкой.**
Встречаются в мышцах, РВСТ, легких, ЦНС, тимусе, селезенке, железах.
 - 2 --- **фенестрированные капилляры** характеризуются тонким (80 нм) эндотелием, в котором имеются *поры* диаметром 50-80 нм. Такие капилляры имеются в почечном тельце, эндокринных органах, слизистой оболочке ЖКТ, сосудистом сплетении мозга.
 - 3 --- **синусоидные капилляры** отличаются большим диаметром (до 30-40 мкм), крупными порами в стенке. диаметром до 0.5-3 мкм.
Эти капилляры находятся в печени, селезенке, костном мозге и коре надпочечника.



09/02/2023

Венозное звено включает посткапилляры, собирательные и мышечные венулы

- а) *посткапилляры* - сосуды диаметром 12-30 мкм, образующиеся в результате слияния нескольких капилляров. Эндотелиальные клетки могут быть фенестрированными. Перициты встречаются чаще, чем в капиллярах, мышечные клетки отсутствуют.

- б) **собирательные венулы** диаметром 30-50 мкм образуются в результате слияния посткапиллярных венул.
- в) **мышечные венулы** (до 100 мкм) характеризуются хорошо развитой средней оболочкой, в которой в один ряд лежат ГМК.

- **Артериоло-венулярные анастомозы-** сосуды диаметром 30-500 мкм, связывающие артериолы и венулы и обеспечивающие *юкстакапиллярный кровоток* в микроциркуляторном русле.
- АВА подразделяются на:
 - *1 - анастомозы с постоянным кровотоком*
 - *2 - анастомозы с регулируемым кровотоком.*
- Последние характеризуются узким просветом и наличием запирательных устройств.

Сердце

- Сердце - мышечный орган, который вследствие ритмических сокращений обеспечивает циркуляцию крови в сосудистой системе.
- В состав стенки сердца входят три оболочки:
 - 1) внутренняя - **эндокард**,
 - 2) средняя - **миокард**
 - 3) наружная - **эпикард**.

Фиброзный «скелет» сердца служит опорой клапанам и местом прикрепления кардио-
МИОЦИТОВ.



Гистогенез

- Основной источник формирования мышечной ткани сердца – это миоэпикардальная пластинка (утолщение висцерального листка вентральной мезодермы)

- **1. Эндокард** выстлан **эндотелием**, под которым расположен **подэндотелиальный слой**.
Глубже залегает **мышечно-эластический слой**, содержащий ГМК и эластические волокна. **Наружный соединительнотканый слой** связывает эндокард с миокардом.
- **2. Миокард** - состоит из кардиомиоцитов, объединенных в **функциональные волокна**, которые образуют слои, спиралевидно окружающие камеры сердца. Между волокнами располагается соединительная ткань, содержащая сосуды и нервы.
- **Кардиомиоциты** разделяют на три типа: **сократительные; проводящие; секреторные**

Сократительные кардиомиоциты

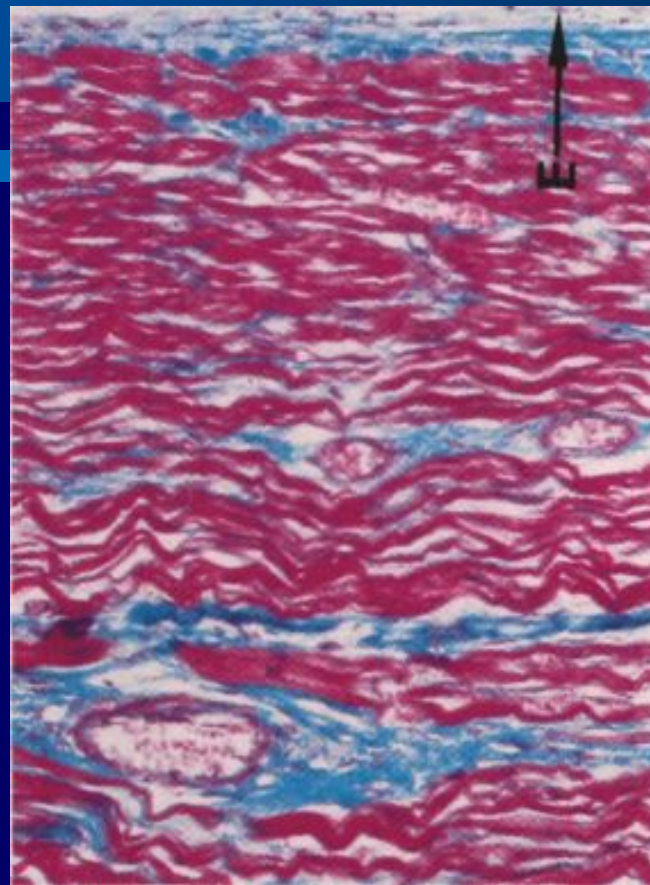
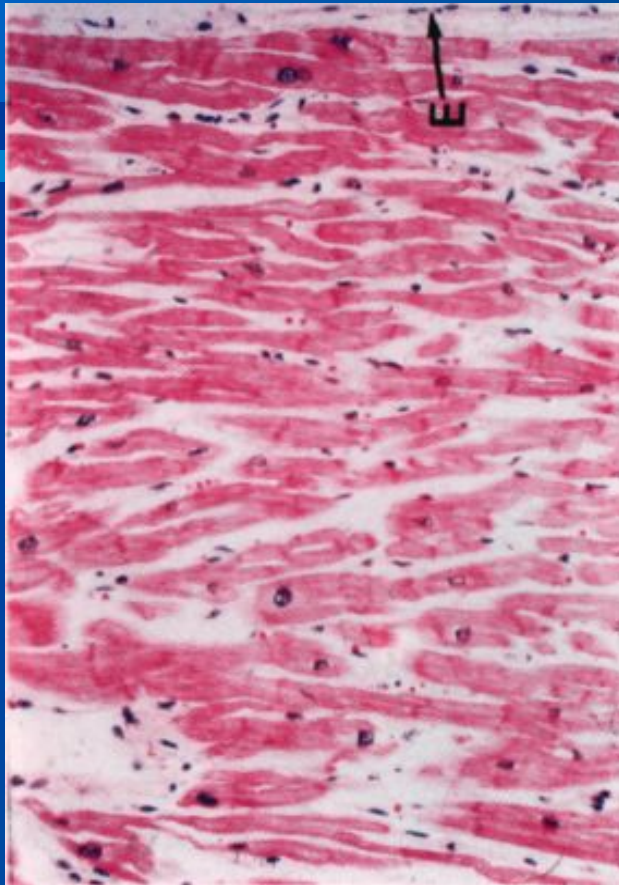
образуют основную часть миокарда.

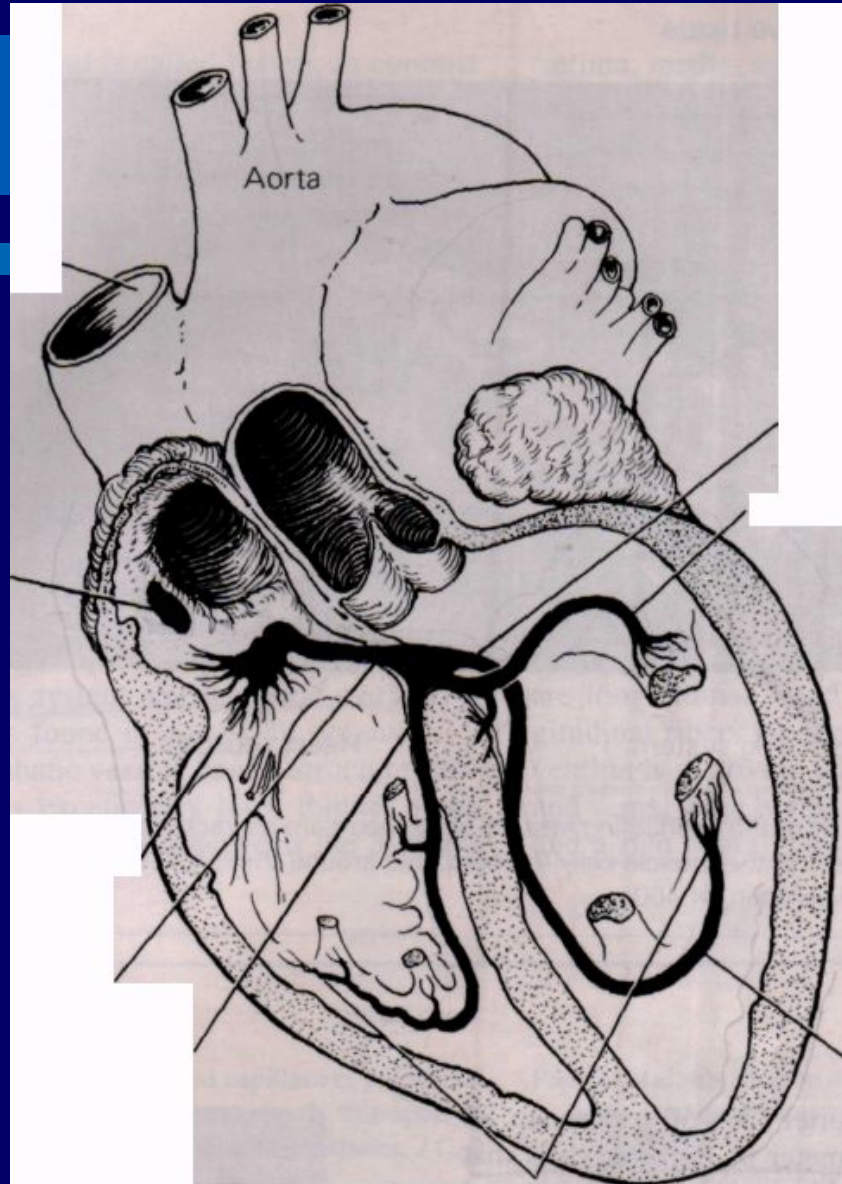
Они содержат 1-2 ядра в центре и миофиб-риллы по периферии.

КМЦ соединены друг с другом в области *вставочных дисков*. Их форма в желудочках цилиндрическая, в предсердиях - неправильная, часто отростчатая.

Проводящие кардиомиоциты обеспечивают ритмическое сокращение различных отделов сердца.

- Образование импульса происходит в **синусном** узле, откуда он передается в предсердия и **атрио-вентрикулярный** узел, после чего быстро распространяется по пучку Гиса и его ветвям к рабочим КМЦ желудочка.

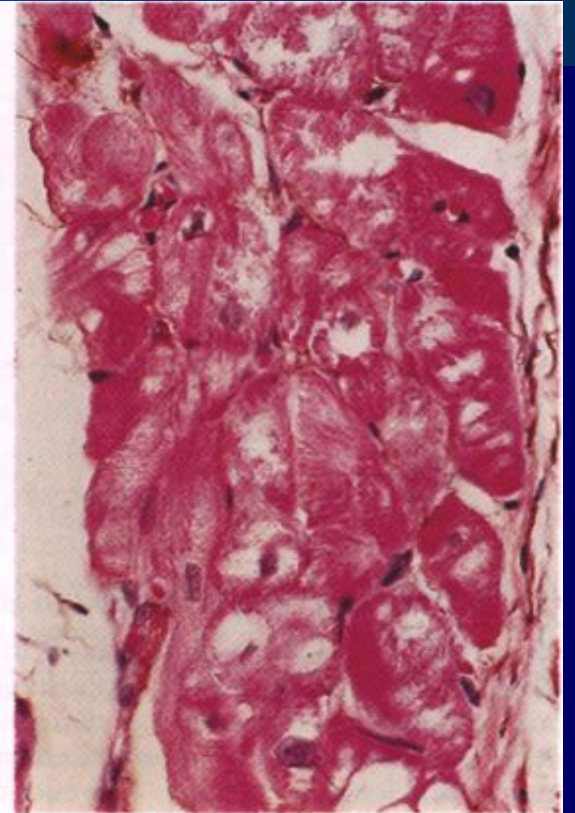
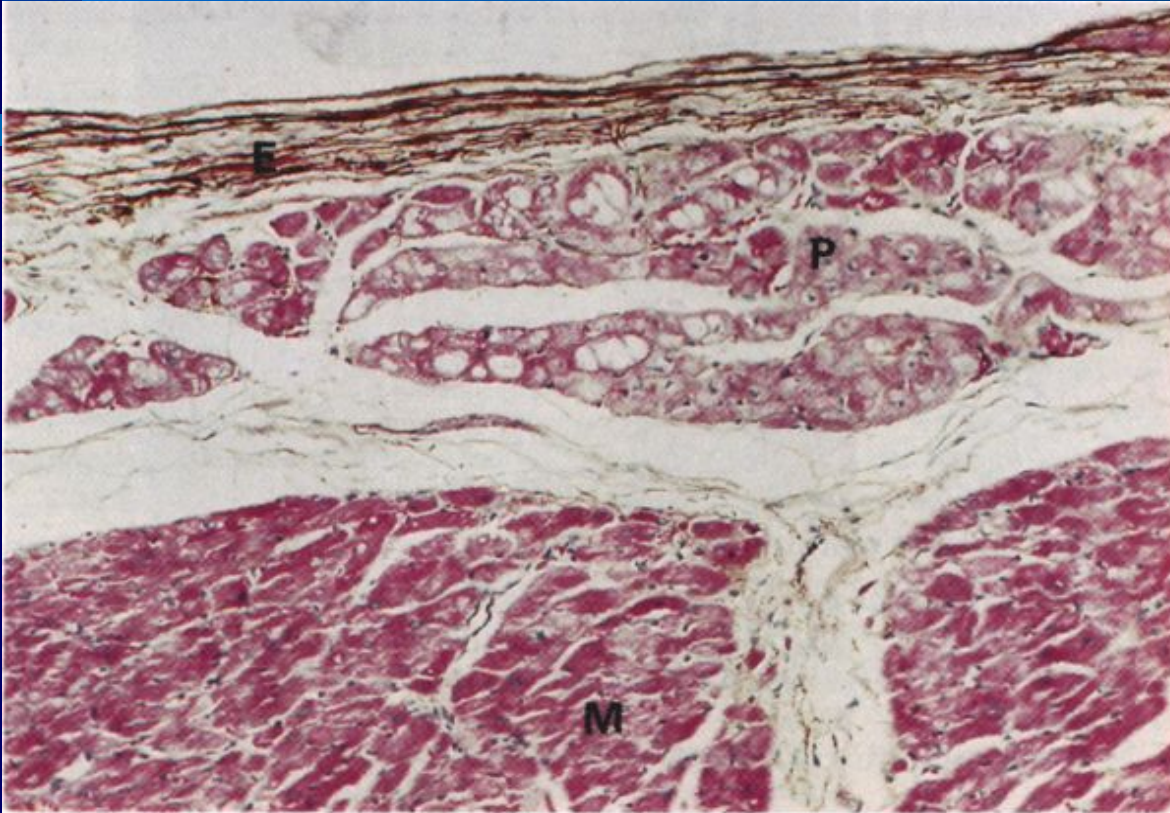




09/02/2023

39

- **Проводящие кардиомиоциты:**
- 1- **P-клетки**, светлые, мелкие, отростчатые, с небольшим количеством миофибрилл и крупными ядрами. Встречаются в узлах.
- 2- **переходные клетки** - занимают промежуточное положение между P-клетками и сократительными КМЦ. Встречаются преимущественно в узлах.
- 3- **клетки Пуркинье** - светлее, сократительных КМЦ, содержат мало миофибрилл; часто лежат пучками. Образуют звено связи между переходными клетками другими типами клеток миокарда.



(b)

- **Секреторные КМЦ** располагаются в предсердиях. Это - клетки отростчатой формы со значительно развитым **синтетическим аппаратом**. В цитоплазме располагаются гранулы, содержащие гормон – **натриуретический фактор (ПНФ)**. ПНФ вызывает стимуляцию диуреза, расширение сосудов, угнетение секреции альдостерона, кортизона, вазопрессина, снижение АД.
- Секреция ПНФ резко усилена у больных с коронарной недостаточностью и гипертонической болезнью.

Эпикард

покрыт **мезотелием**, под которым располагается *РВСТ*, содержащая сосуды и нервы.

Эпикард представляет собой висцеральный листок перикарда; париетальный листок также имеет строение серозной оболочки и обращен к висцеральному слою мезотелия.

При повреждении мезотелия за счёт спаек деятельность сердца может существенно нарушаться.

Эпикард



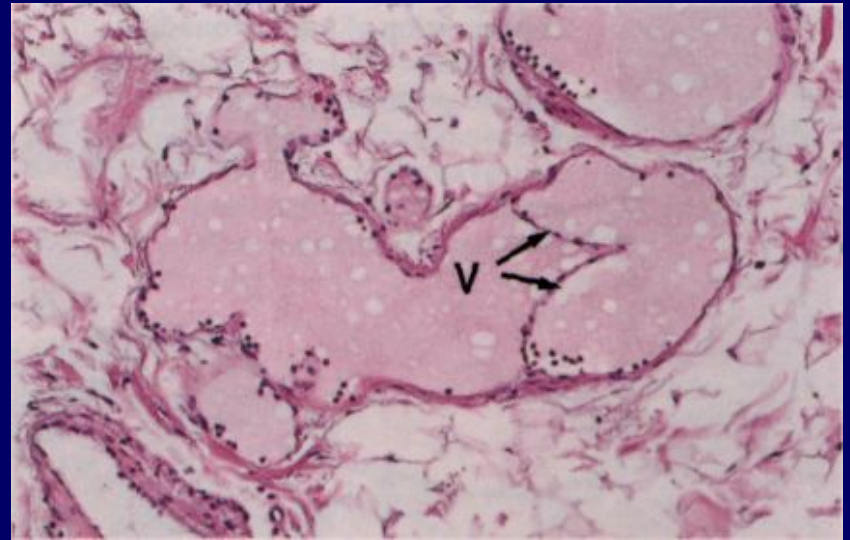
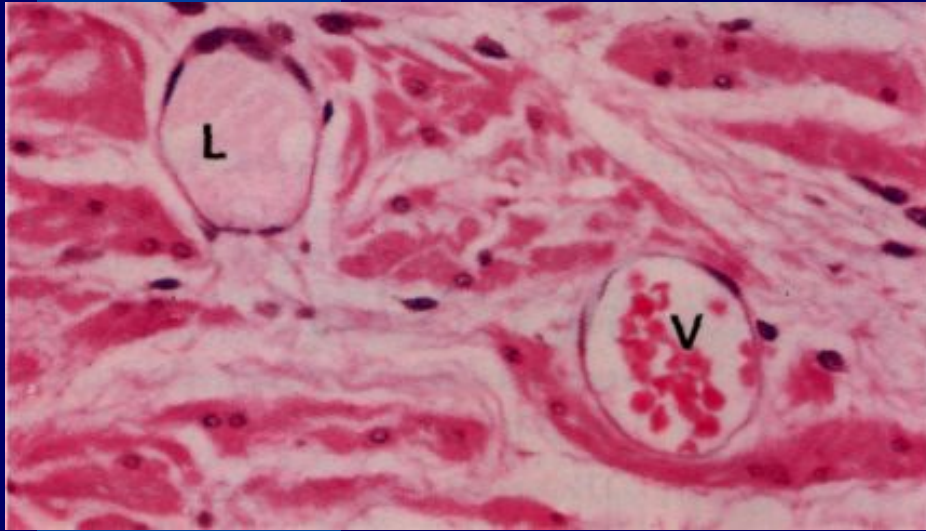
- **«Скелет»** сердца играет роль опорной структуры: к нему присоединяются большинство мышечных волокон, с ним связаны клапаны сердца. Он состоит из плотной ВСТ с участками хрящевой и образован мембранной перегородкой, фиброзными треугольниками и кольцами.
- **Клапаны сердца** состоят из основы, образованной плотной волокнистой тканью и покрытой на обеих поверхностях эндотелием. Основания клапанов прикреплены к фиброзным кольцам.

ЛИМФАТИЧЕСКИЕ СОСУДЫ

- **Лимфатические капилляры** - диаметром 30-200 мкм, слепо начинаются в тканях в виде мешковидных выпячиваний. Между эндотелиальными клетками, имеются щелевидные пространства (25-50 нм). Базальная мембрана прерывиста или отсутствует. Лимфатические капилляры связаны с прилежащей СТ якорными филаментами.

- **Отводящие лимфатические сосуды** образуются в результате слияния нескольких лимфатических капилляров. По строению стенки они сходны с венами и содержат клапаны.
- Часть лимфатического русла между двумя соседними клапанами рассматривается как *структурно-функциональная единица лимфатических путей* и называется **лимфангионол**. Всего в лимфатическом русле человека их содержится около 100 тыс.

- **Грудной проток** - самый крупный л. сосуд – по строению напоминает нижнюю полую вену. Стенка содержит:
- **Вн. оболочку** - включает эндотелий, подэндотелиальный слой, внутреннюю эластическую мембрану.
- **Ср. оболочку** - состоит из ГМК, пронизанных коллагеновыми и эластическими волокнами.
- **Нар. оболочка** включает эластическую мембрану, СТ, ГМК, сосуды сосудов. Грудной проток содержит 9 полулунных клапанов.



Благодарю за внимание!



09/02/2023

50