

Полтавський державний медичний університет
Кафедра гістології, цитології та ембріології

Серцево-судинна система.

Завідувач кафедри

**Лауреат Державної премії України в галузі науки і
техніки, доктор медичних наук, професор**

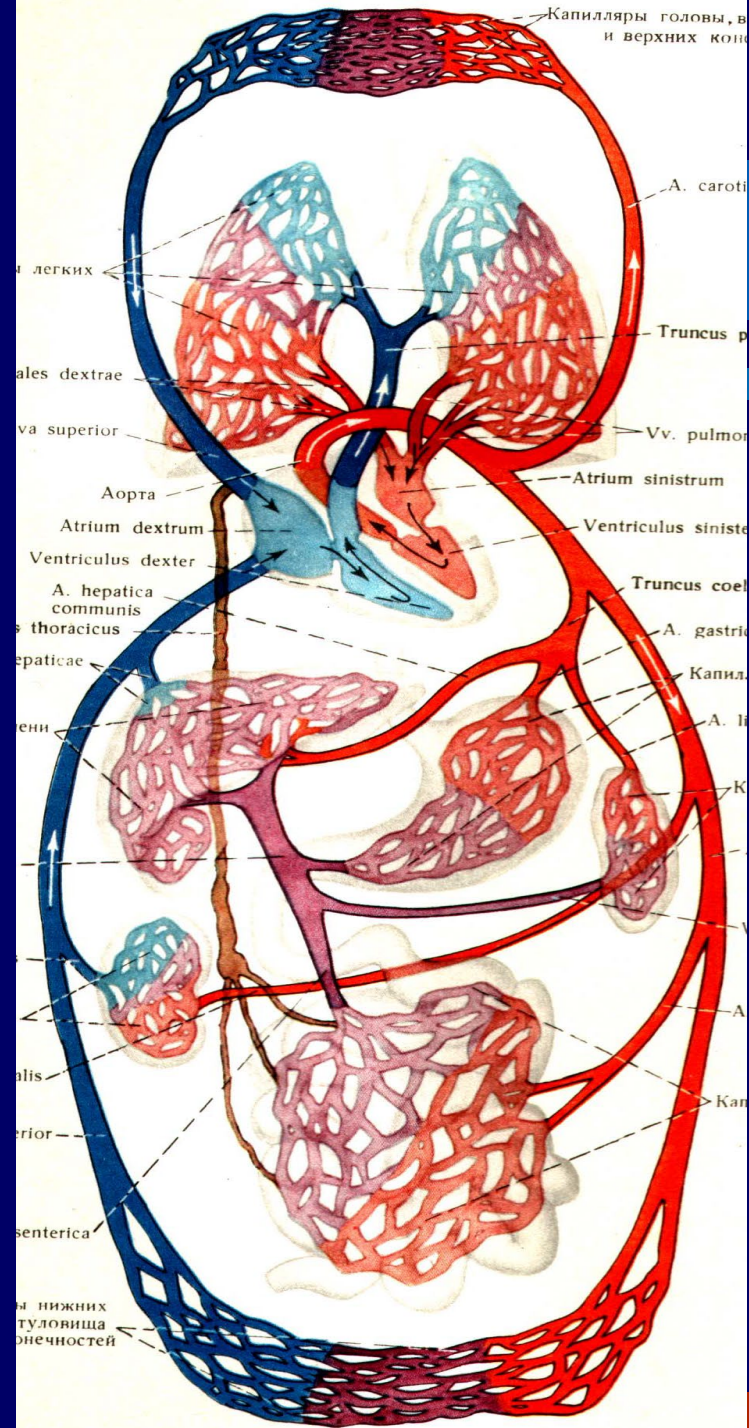
Шепітько Володимир Іванович

План лекції

- 1. Загальна характеристика та класифікація органів серцево-судинної системи.
- 2. Джерела розвитку та морфофункціональна характеристика серця.
- 3. Особливості будови судин С.С.С.

Серцево-судинна система людини

- У людини ССС має в своєму складі **два** кола кровообігу, пов'язаних між собою **серцем**, як перерозподільним насосом. В кожному колі кровообігу виділяють:
- **транспортне, або макроциркуляторне** русло, по якому кров рухається від серця до органів і повертається до серця;
- **метаболічне, або мікроциркуляторне**, русло, яке розташоване в органах і забезпечує обмін речовин між кров'ю та оточуючими тканинами.



Функції ССС:

1. **дихальна** – перенесення O_2 , CO_2 ;
2. **трофічна** – постачання поживними речовинами;
3. **екскреторна** – видільна;
4. **інтегративна** – об'єднання всіх органів і тканин;
5. **регуляторна** – шляхом:
 - зміни кровопостачання ;
 - перенесення гормонів та біологічно активних речовин;
6. **приймає** участь в запальних та імунних реакціях.

- *Серце* – забезпечує надходження крові в судинну систему.
- *Крупні артерії* поблизу серця (**аорта, легенева артерія**) здійснюють викид крові в дистальні ділянки судинного русла. Дана функція забезпечується сильним розвитком еластичних елементів в їхній стінці.
- *Середні та дрібні артерії* приносять кров до різних органів, регулюючи кровоплин. Це забезпечується значним розвитком м'язових елементів стінки даних судин.

- **Артеріоли** - це ділянки судинного русла, де відбувається різка зміна тиску.
- **Капіляри** забезпечують двусторонній обмін між кров'ю та тканинами.
- **Венули** збирають кров від капілярів, яка рухається під низьким тиском. Будова стінки сприяє обміну речовин і полегшує міграцію клітин з крові.
- **Вени** забезпечують повернення крові до серця. В зв'язку з цим вони мають широкий просвіт, тонку стінку та клапани.

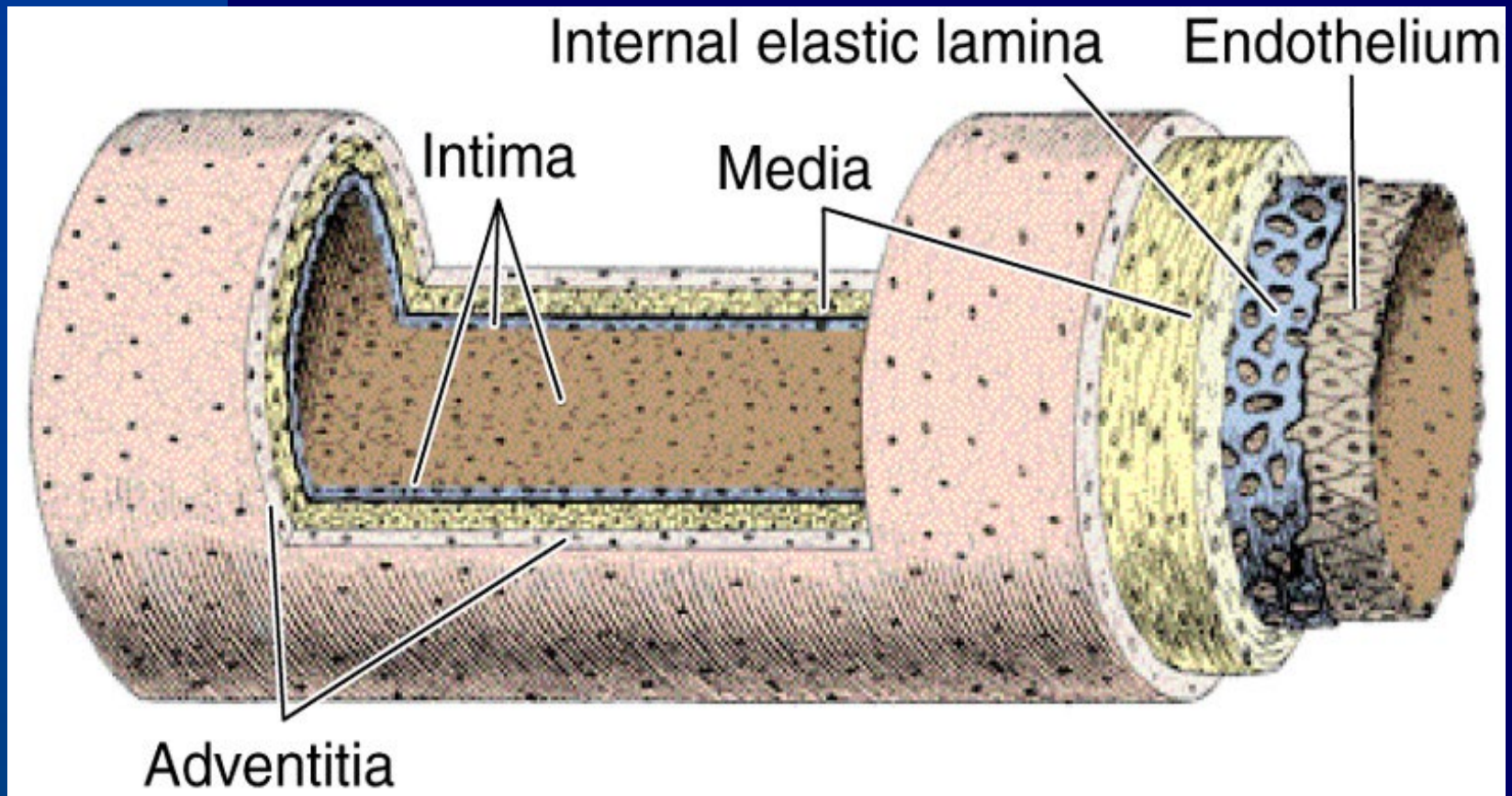
Розвиток ССС

- **Перші кровоносні судини з'являються у зародка в мезенхімі стінки жовткового пухиря на 2-3 тиж. ембріогенезу людини, а також в стінці хоріона.**
- **Подальший розвиток судинної стінки відбувається після початку циркуляції крові під впливом гемодинамічних умов (швидкість кровоплину, кров'яного тиску).**

Структурна організація судин

- Судина- це трубка, стінка якої має три оболонки:
- 1) внутрішню – *інтима*,
- 2) середню - *медія* ,
- 3) зовнішню – *адвентиція*.
- *1. Інтима* утворена ендотелієм з базальною мембраною і підендотеліальним шаром.
- *2. Медія* – має певні особливості будови залежності від типу судини.
- *3. Адвентиція* – сполучнотканинна оболонка.

Схема будови судинної стінки



Ендотелій

- Клітини мають полігональну видовжену форму. Цитоплазма містить *транспортні пухирці* (60-70 нм). Органели малочисельні, локалізуються біля ядра.
- Оновлення ендотелію підсилюється при пошкодженні стінки судини.

ФУНКЦІЇ ЕНДОТЕЛІЇ

1. **Транспортна** – вибірковий двосторонній транспорт речовин між кров'ю та тканинами.
2. **Гемостатична** – продукує прокоагулянти і антикоагулянти.
3. **Вазомоторна** – регуляція судинного тонуса: вироблення судиннозвужуючого (ендотелін) і судиннорозширюючого (простациклін, ендотеліальний релаксуючий фактор) компонентів.

4. Рецепторна – експресує на плазмолемі ряд сполук, які забезпечують адгезію і трансендотеліальну міграцію лімфоцитів, моноцитів, гранулоцитів. Експресія цих молекул підсилюється при запаленнях та імунних реакціях.

5. Секреторна – виробляє:

- мітогени (чинники стимулюючі клітинне ділення),
- інгібітори і чинники росту,
- цитокіни (гормони необхідні для ділення і розвитку клітин),
- регулятори кровотворення, проліферації і диференціювання Т- і В-лімфоцитів.

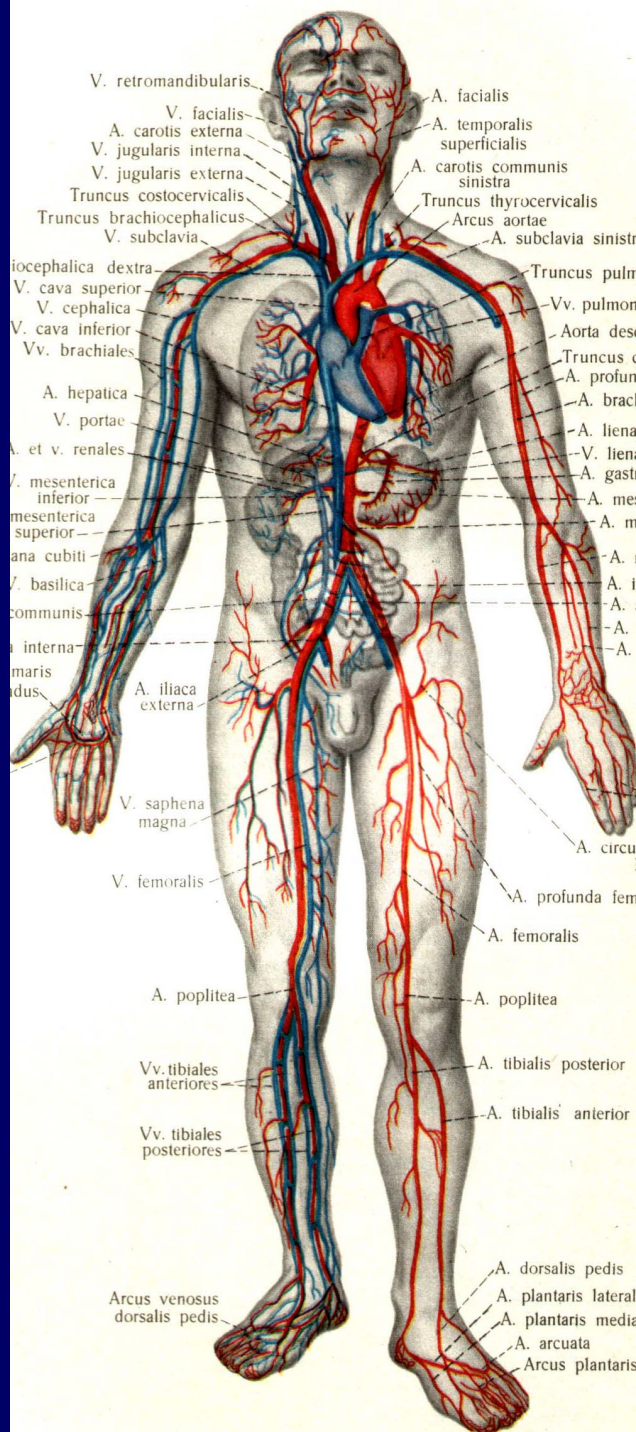
6. **Судинноутворююча** – забезпечує новоутворення капілярів (ангіогенез) як в ембріональному розвитку так і при регенерації.

● **Ангіогенез** відбувається шляхом:

- 1) Локального руйнування ендотеліоцитами базальної мембрани.
- 2) Проліферації і міграції їх в міжклітинну речовину.
- 3) Диференціювання з утворенням трубчатої структури.

Артерії поділяються на:

- 1- еластичні,
- 2- м'язові,
- 3- м'язово-еластичні (змішані).



АРТЕРІЇ

Гемодин. умови	Артерії еластич. типу	Артерії змішан. типу	Артерії м'язов. типу
Середня оболонка	Еласт. мембр.	ЕМ і ГМК	ГМК
Розташ. відносно серця	Біля серця	На відстані	В органах
Тиск	Високий	Середній	Низький
В кровопл.	Висока	Середня	Мала

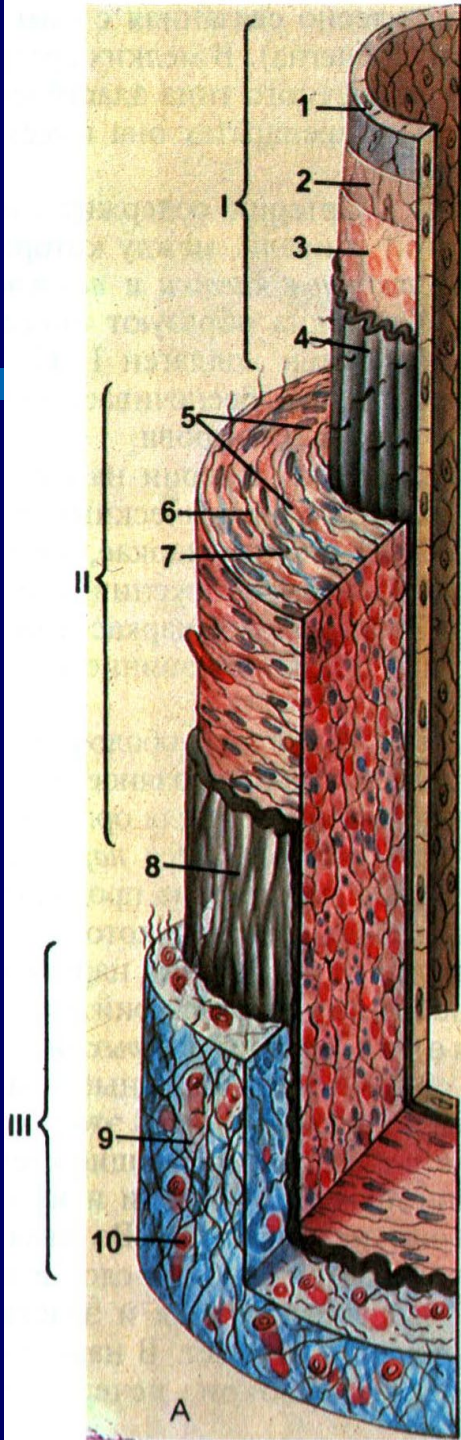
Стінки артерій мають три оболонки: внутрішню, середню і зовнішню.

Внутрішня оболонка (I) представлена – ендотеліоцитами на базальній мембрані,

- підендотеліальним шаром (ПВСТ),
- внутрішньою еластичною мембраною.

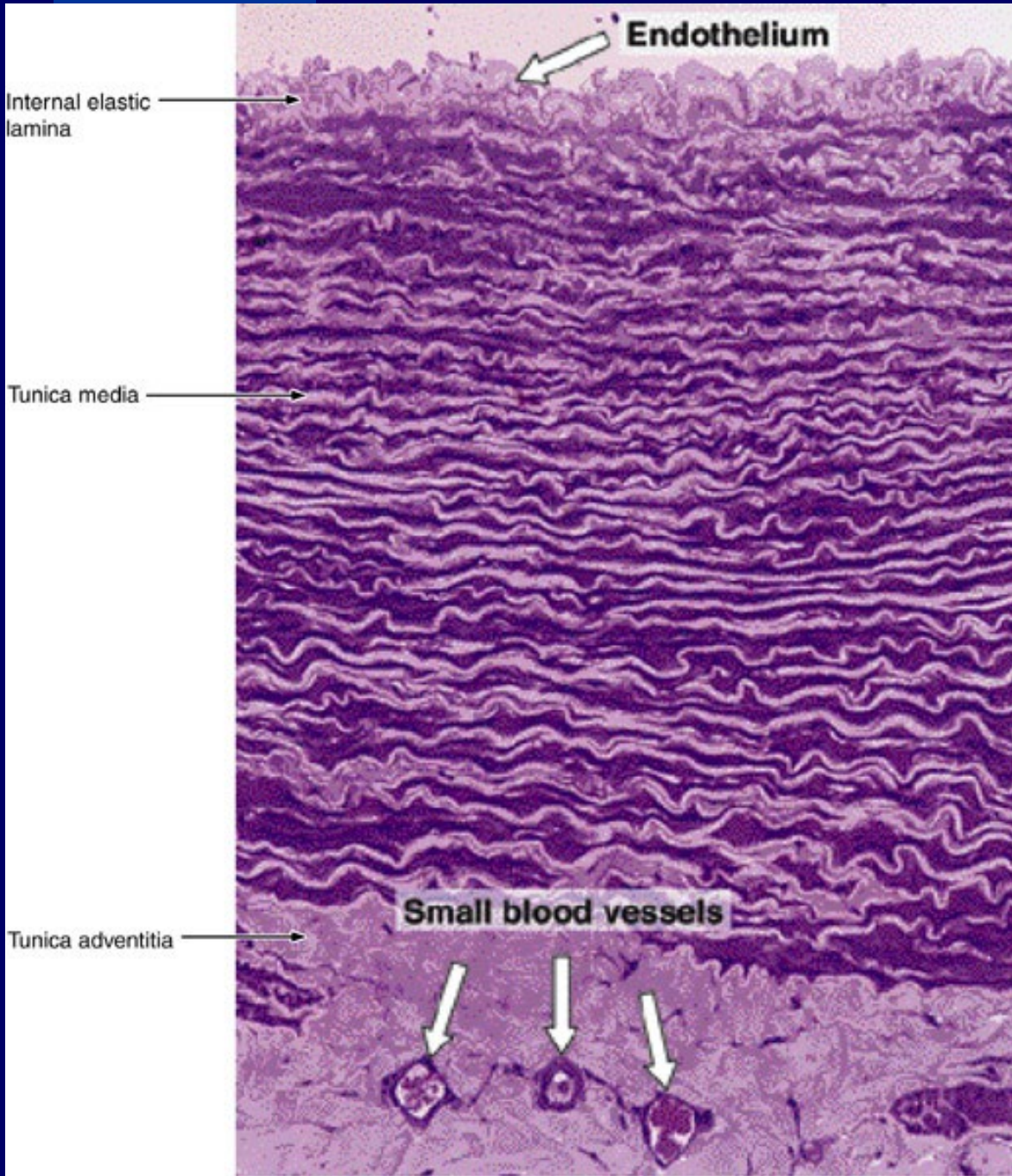
Середня оболонка (II) в залежності від типу артерії (складається з еластичних мембран, циркулярно розташованих пучків гладком'язових клітин, або тих і других елементів та зовнішньої еластичної мембрани).

Зовнішня оболонка (III) представлена ПВСТ, в якій містяться власні судини – vasa vasorum і нерви.



Артерії еластичного типу

- мають великий просвіт, стінку зі значним розвитком еластичних елементів, в них кров рухається під високим тиском.
- **Аорта**
Інтима - товста; представлена ендотелієм і підендотеліальним шаром з високим вмістом еластичних волокон. Внутрішня еластична мембрана виражена невиразно.
Середня оболонка має еластичний каркас, який складається із 40-70 вікончатих еластичних мембран.
Адвентиція – складається із ПВСТ, яка має велику кількість колагенових і еластичних волокон, нерви і судини судин.

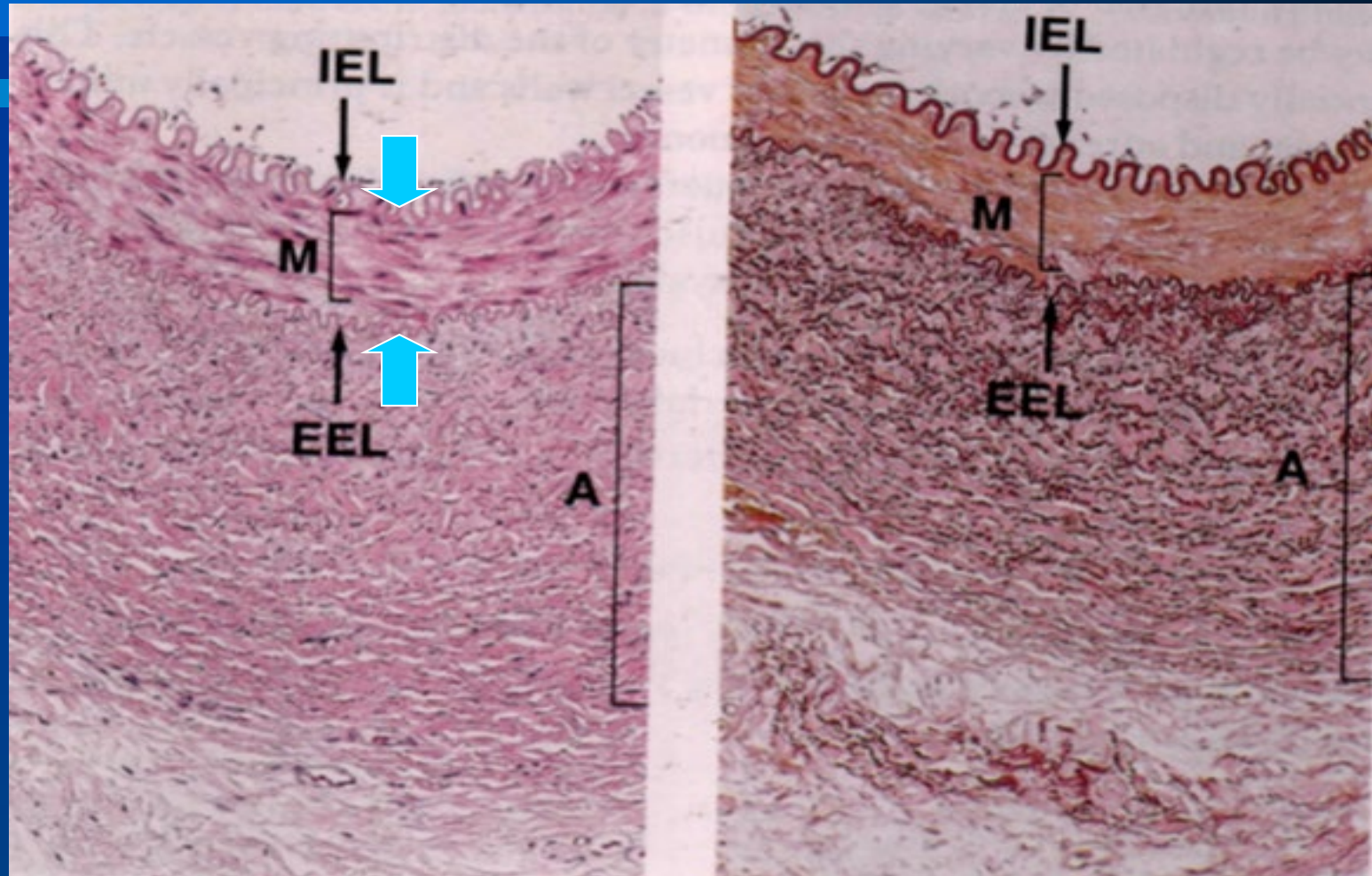


Аорта

Артерії м'язового типу

- розносять кров по органам і тканинам, складають більшість А організму; їх стінка містить *значну кількість гладком'язових клітин*, які регулюють кровоплин. Стінка А товста, має наступні особливості:
- **Інтима** тонка, складається з:
 - **ендотелій**,
 - **підендотеліальний шар**
 - **фенестрована** вн. еластична мембрана.
- **Середня оболонка** – містить *циркулярно розташовані гладком'язові клітини*, між якими розташована сітка колагенових, ретикулярних і еластичних волокон, основної речовини.
- **Адвентиція** утворена зов. еластичною мембраною (відсутня в малих А) і **ПВСТ**, судини судин (відсутні в малих А з діаметром менше 1 мм).

Артерії м'язового типу



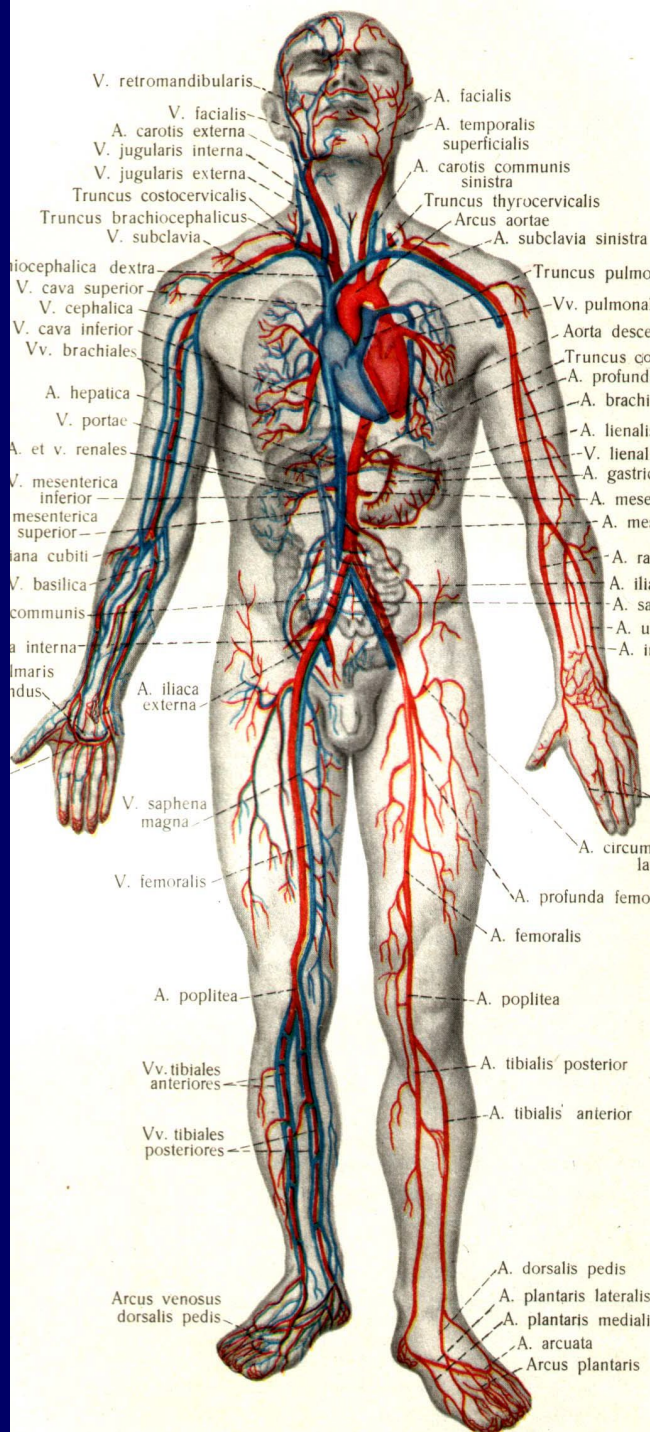
Артерії м'язово-еластичного типу

- розташовані між А еластичного і м'язового типів і мають ознаки і тих, і інших.
- в стінці добре представлені як еластичні, так і м'язові елементи.
- стінка складається з 3-х шарів:
 - **внутрішнього** (ендотелій, підендотеліальний шар + вн. ел. мембрана)
 - **середнього** (50% - ГМК, 50% - вікончасті еластичні мембрани)
 - **зовнішнього** (складається з:
 - **внутрішнього**, містить пучки ГМК
 - **зовнішнього**, складається з колагенових, еластичених волокон, сполучнотканинних клітин)

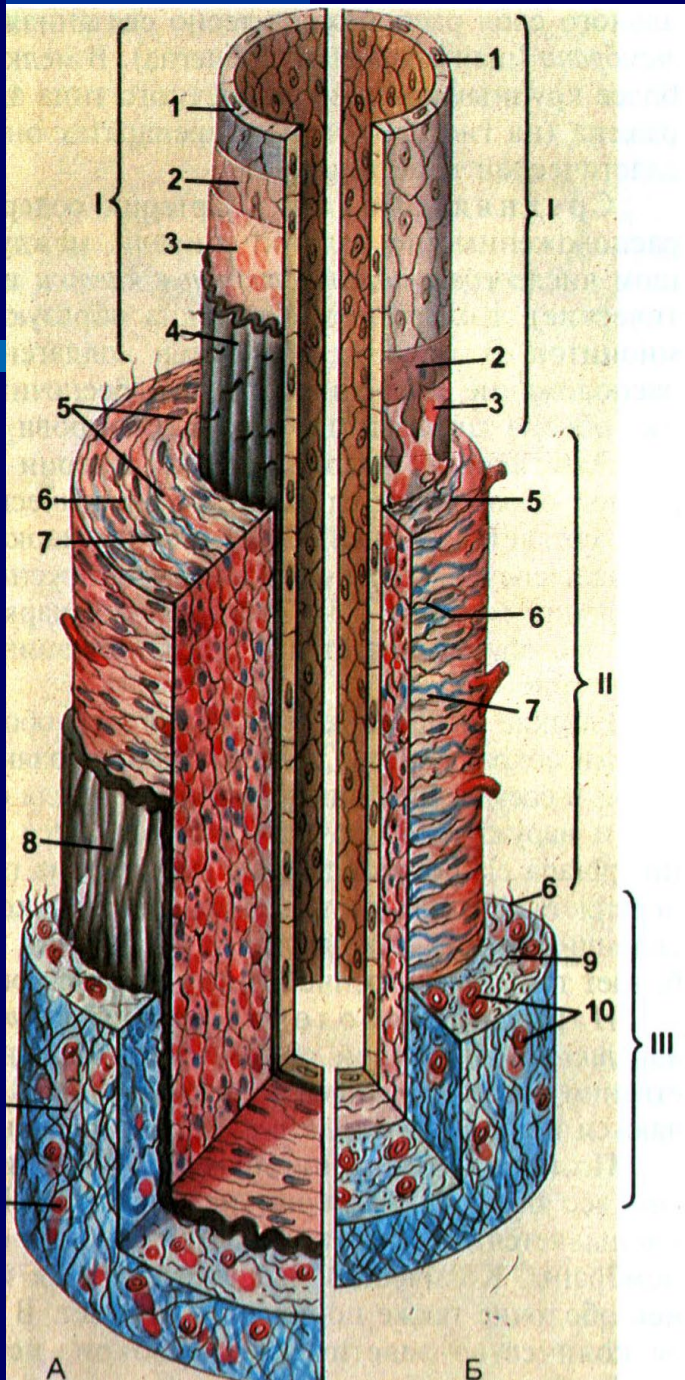
Вени

- загальний план будови стінки вени подібний до артерій.
- Тиск у венах - низький, кров рухається повільно, тому вони характеризуються великим *просвітом, тонкою стінкою зі слабким розвитком еластичних елементів.* У них знаходиться до 70% всієї крові.

ВЕНИ



Гемодин. умов.	Вени м'язового типу	Вени безм'яз. типу
Середня оболонка	ПВСТ і ГМК	Відсутня
Розташ. відносно серця	Нижня і середня частина тіла	Верхня частина тіла, селезінка, кістки, сітківка, плацента
Тиск	Рух проти сили тяжіння	Рух під силою тяжіння
У кровот.	Середня	Мала
		24



Стінка вен складається з трьох оболонок: внутрішньої, середньої і зовнішньої.

Внутрішня оболонка представлена ендотеліоцитами, базальною мембраною і підендотеліальним шаром.

Внутрішня еластична мембрана відсутня.

Середня оболонка складається з циркулярних пучків гладком'язових клітин з прошарками еластичних і колагенових волокон (у безм'язових вен – відсутня).

Зовнішня еластична мембрана відсутня.

Зовнішня оболонка представлена пухкою волокнистою сполучною тканиною, яка містить власні судини і нерви.

Особливості будови стінки вен:

1. частіше поздовжнє розташування ГМК;
2. менша товщина в порівнянні зі стінкою відповідної артерії, більш високий вміст колагенових волокон;
3. нечітке розмежування на окремі оболонки;
4. більш сильний розвиток **адвентиції** і більш слабкий – **інтими** і **медії** у порівнянні з артеріями;
5. значна варіабельність будови в різних ділянках організму;
6. **наявність клапанів.**

За ступенем розвитку м'язових елементів у стінці вени їх розділяють на:

- 1-безм'язового (волокнистого типу)**
- 2-м'язового типів.**

- Безм'язові вени** розташовуються в органах і їх ділянках, які мають щільні стінки (**мозкові оболонки, кістки, трабекули селезінки** і др.), з якими вони щільно зрощуються своєю зовнішньою оболонкою, а також в **плаценті та сітківці**. Стінка таких вен представлена ендотелієм, оточеним шаром сполучної тканини. Гладком'язові клітини відсутні.

М'язові вени діляться на три групи:

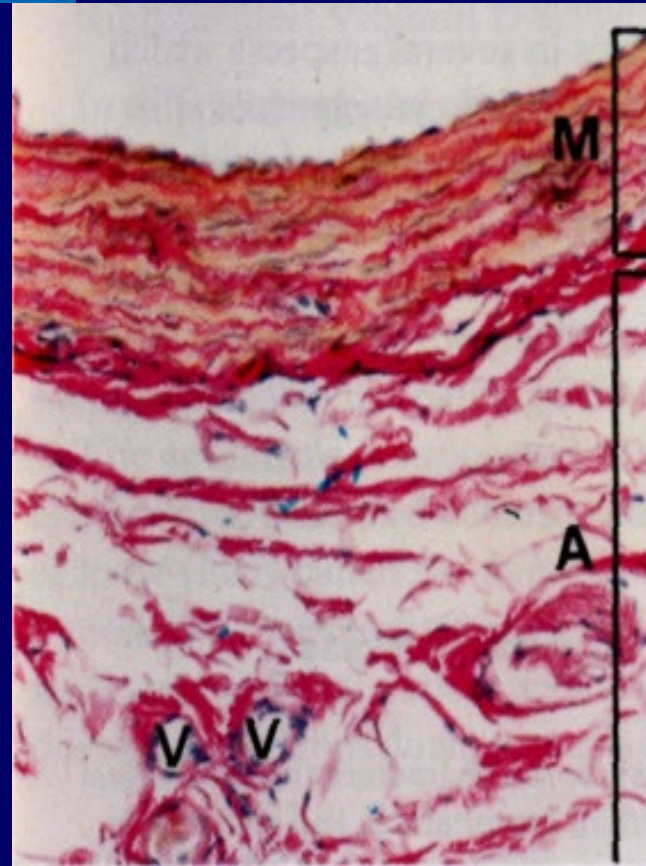
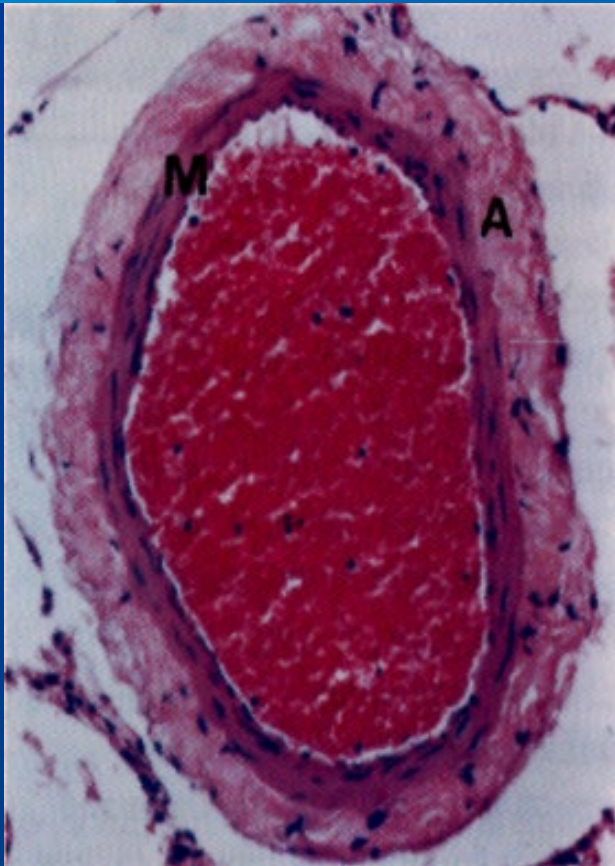
- **1 - із слабким розвитком м'язових елементів** (дрібні і середні V верхньої частини тіла). В стінці підендотеліальний шар розвинутий слабо, в середній оболонці є незначна кількість ГМК, які лежать групами, в адвентиції - поодинокі повздовжньо розташовані ГМК.
- **2 – із середнім розвитком м'язових елементів** – мають поодинокі повздовжньо орієнтовані ГМК в інтимі і адвентиції та пучки циркулярно розташованих м'язових клітин, розділених прошарками СТ в середній оболонці. Внутрішня і зовнішня еластичні мембрани відсутні.

3 – з сильним розвитком м'язових елементів – великі V нижніх відділів тіла. Для них характерна наявність поздовжніх пучків ГМК в інтимі і адвентиції, значний вміст циркулярно розташованих ГМК в середній оболонці. Є багаточисельні клапани, утворені складкою інтими.

Функції клапанів:

- а) запобігає зворотньому плину крові;
- б) сприяє руху крові при скороченні м'язів.

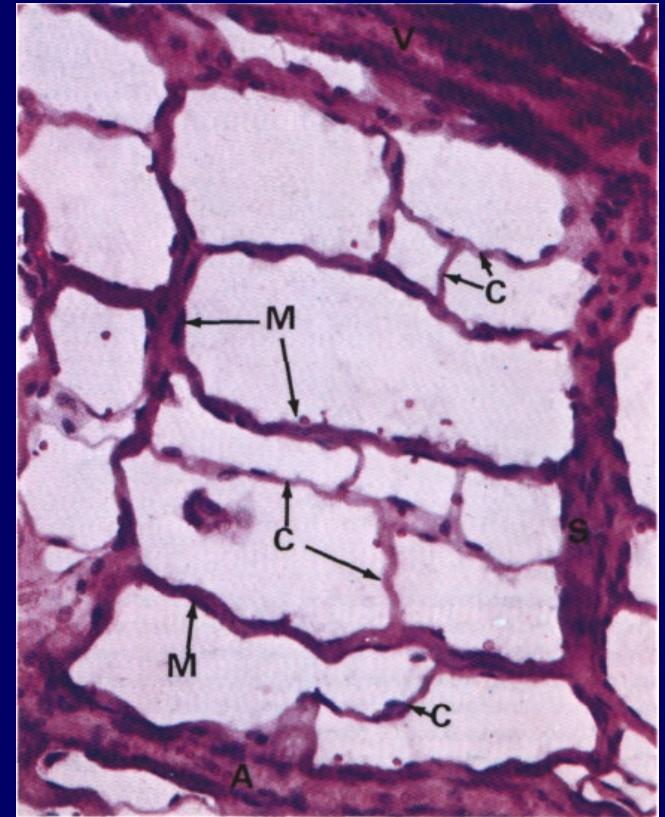
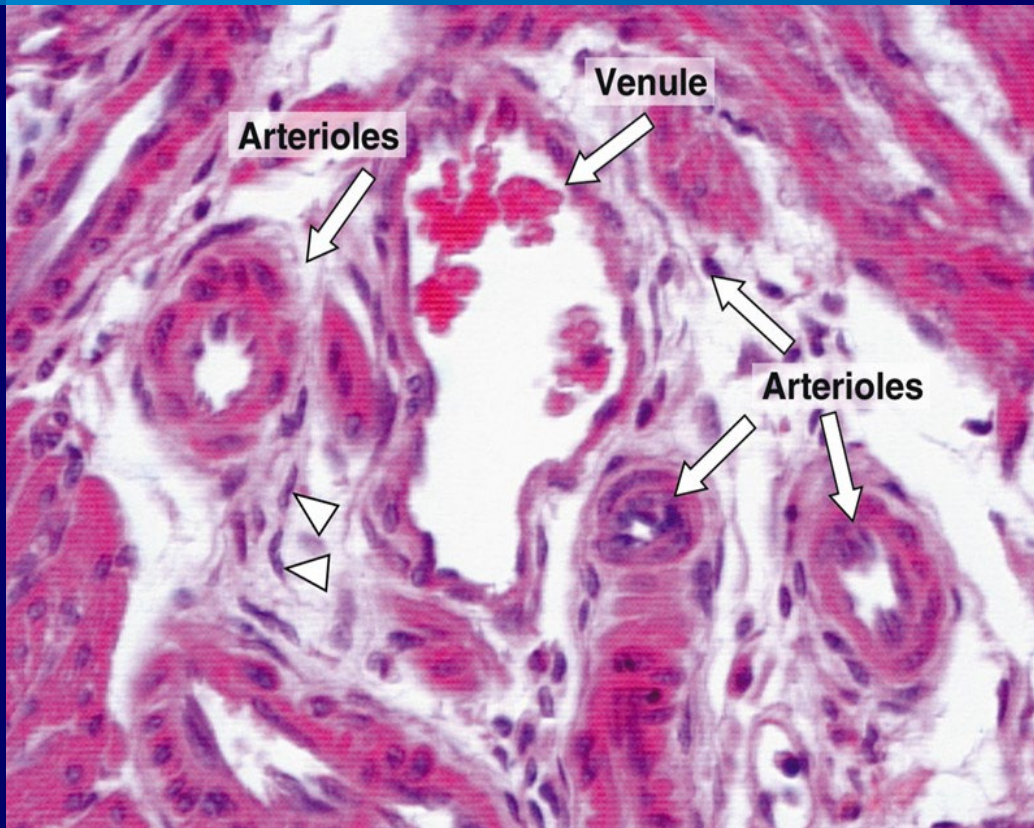
Вени м'язового типу



Судини мікроциркуляторного русла

- До мікроциркуляторного русла відносять судини діаметром менше 100 мкм, які видно лише під мікроскопом. Вони відіграють головну роль в забезпеченні трофічної, дихальної, екскреторної, регуляторної функції судинної системи, розвитку запальних і імунних реакцій.
- **Ланцюги мікроциркуляторного русла:**
 - *1) артеріальне,*
 - *2) капілярне*
 - *3) венозне.*

Мікроциркуляторне русло

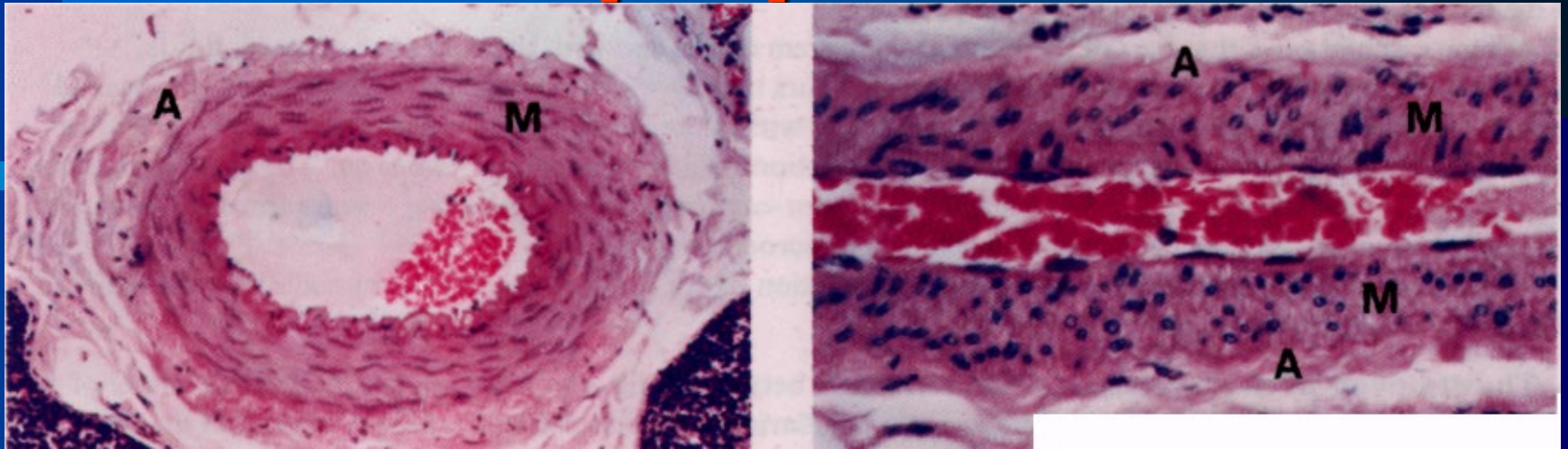


Артеріальна ланка включає артеріоли і прекапіляри

- **а) артеріоли** - мікросудини діаметром 50-100 мкм; їх стінка складається з трьох оболонок.
- - **Внутрішня оболонка** утворена ендотеліальними клітинами з базальною мембраною та тонким підендотеліальним шаром. Слабо розвинена внутрішня еластична мембрана.

- Ендотеліальні клітини контактують з гладкими міоцитами, які утворюють *прекапілярні сфінктери*.
- **Сфінктери** регулюють кровонаповнення окремих груп капілярів.
- **Середня оболонка** – 1-2 шари гладких міоцитів.
- Зовнішня еластична мембрана відсутня.
- **Зовнішня оболонка** - ПВСТ

Артеріоли

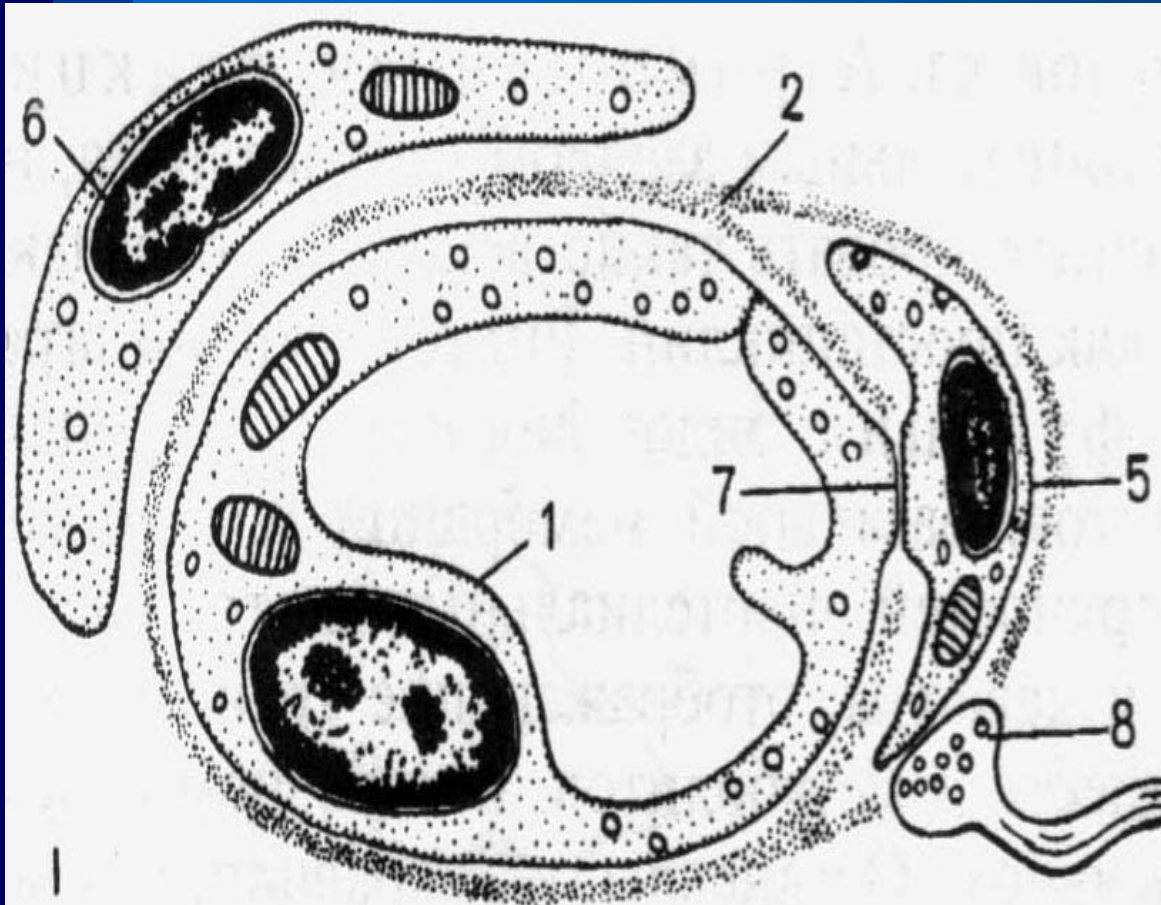


- 2. **Капілярна ланка** представлена капілярними сітками.
- Діаметр капілярів = 3-12 мкм.
- Вистелений капіляр **ендотелієм**, в базальній мембрані відмічаються **перицити**.
- **Перицити**, набрякаючи здатні зменшувати просвіт капіляра. Ззовні капіляри оточені адвентиційними клітинами та сіткою ретикулярних волокон.

- **За структурно-функціональними особливостями капіляри розділяються на три типи:**

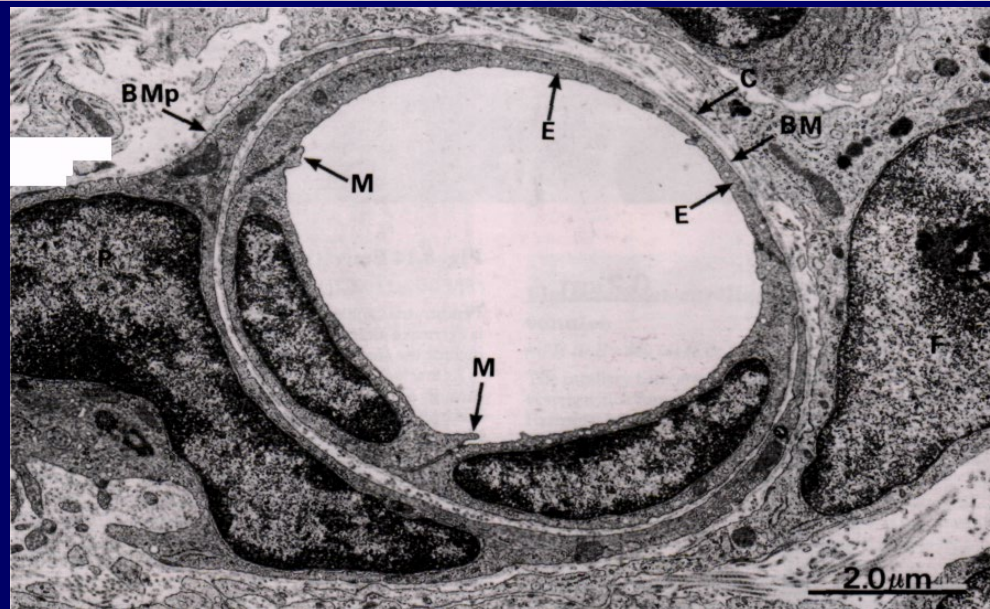
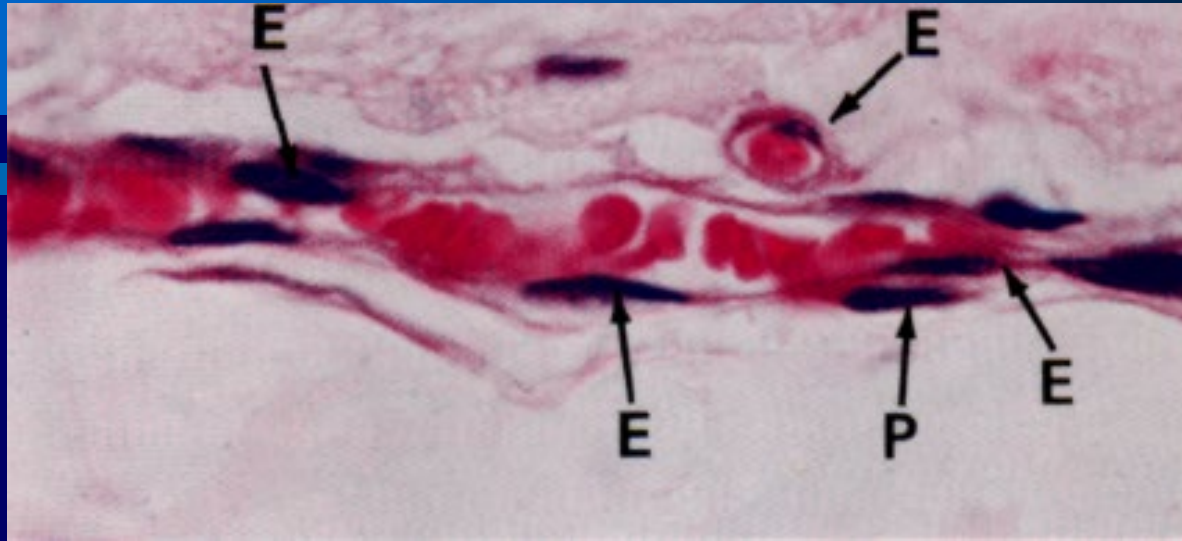
1. **соматичні (з безперервним ендотелієм та суцільною базальною мембраною).** Зустрічаються в м'язах, ПВСТ, легенях, ЦНС, тимусі, селезінці, залозах.
2. **фенестровані капіляри** характеризуються тонким (80нм) ендотелієм, в якому є фенестри та суцільною базальною мембраною. Такі капіляри є в нирковому тільці, ендокринних органах, слизовій оболонці ШКТ, судинному сплетенні мозку.
3. **синусоїдні капіляри** мають великий діаметр (до 30-40 мкм), містять пори діаметром 0.5-3 мкм. Ці капіляри знаходяться в печінці, селезінці, кістковому мозку і корі наднирників.

Соматичні капіляри



- **Типові.**
Характерні для
скелетних м'язів

1 – ендотеліоцит,
2 – базальна мембрана,
3 – фенестри,
4 – щілини (пори),
5 – перицит,
6 – адвентиційна
клітина,
7 – контакт
ендотеліоцита і
перицита,
8 – нервові закінчення



Венозна ланка включає посткапіляри, збірні і м'язові венули

- а) **посткапіляри** - судини діаметром 12-30 мкм, які утворюються в результаті злиття декількох капілярів.
- Ендотеліальні клітини можуть бути фенестрованими.
- Перицити зустрічаються частіше, ніж в капілярах, м'язові клітини відсутні.
- Разом з капілярами посткапіляри є найбільш *проникними* ділянками судинного русла.

- б) *збірні венули* діаметром 30-50 мкм, утворюються в результаті злиття посткапілярних венул.
- в) *м'язові венули* (діаметр - до 100 мкм) характеризуються добре розвинутою середньою оболонкою, в якій в один ряд лежать ГМК. У даних клітин слабо розвинуті елементи скорочення і відсутня строга орієнтація.

- **Артеріоло-венулярні анастомози** - судини діаметром 30-500 мкм, зв'язують артеріоли і венули і забезпечують *юктакапілярний кровоплин* в мікроциркуляторному руслі. Діляться на:
 - *1 – анастомози з постійним кровоплином*
 - *2 – анастомози з регульованим кровоплином.*
- **Останні характеризуються вузьким просвітом і наявністю замикаючих пристроїв.**

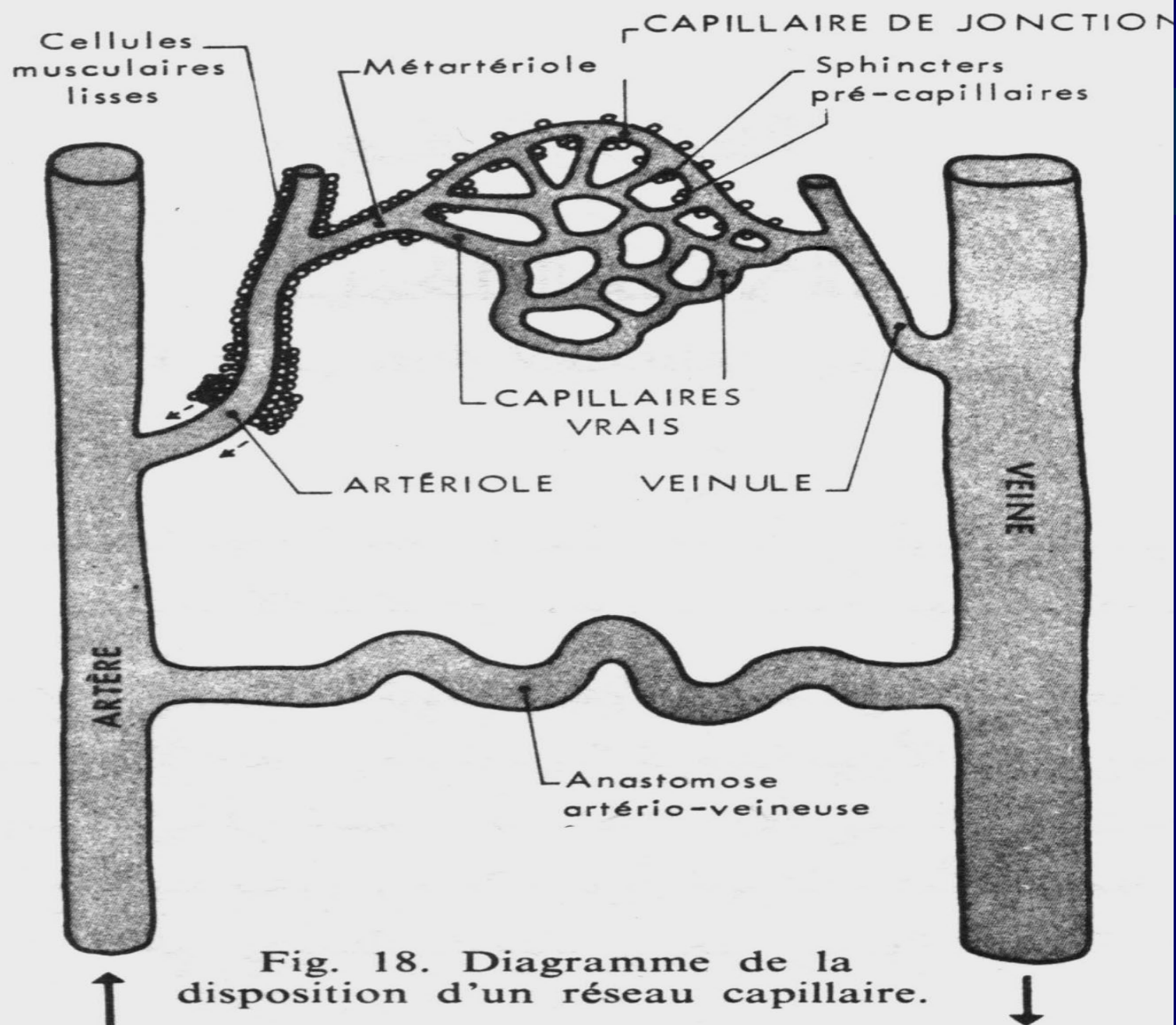


Fig. 18. Diagramme de la disposition d'un réseau capillaire.

MKLP

Серце

- Серце – м'язовий орган, який внаслідок ритмічних скорочень забезпечує циркуляцію крові в судинній системі.
- Стінка серця має три оболонки:
 - 1) внутрішню - ендокард,
 - 2) середню - міокард
 - 3) зовнішню - епікард.

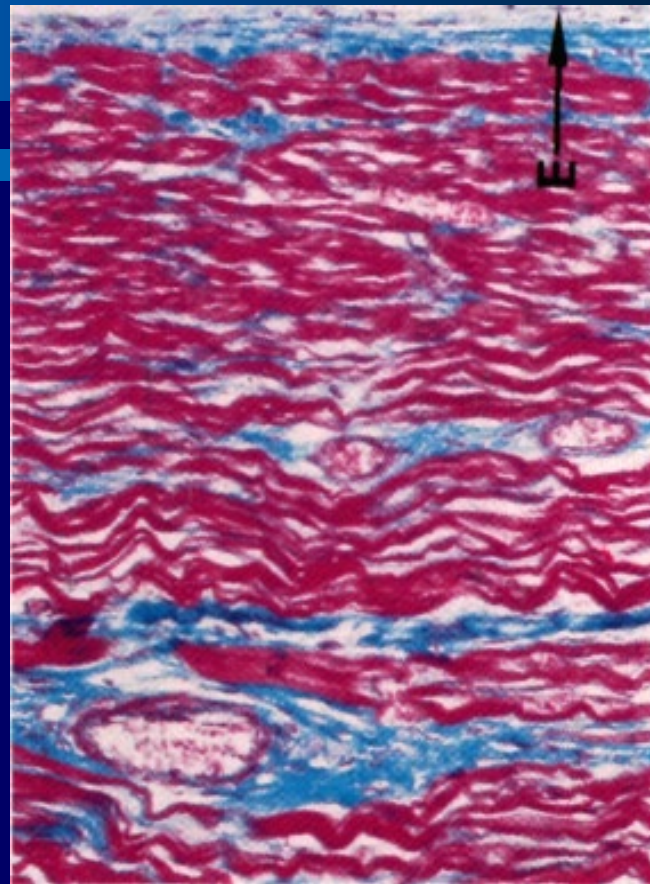
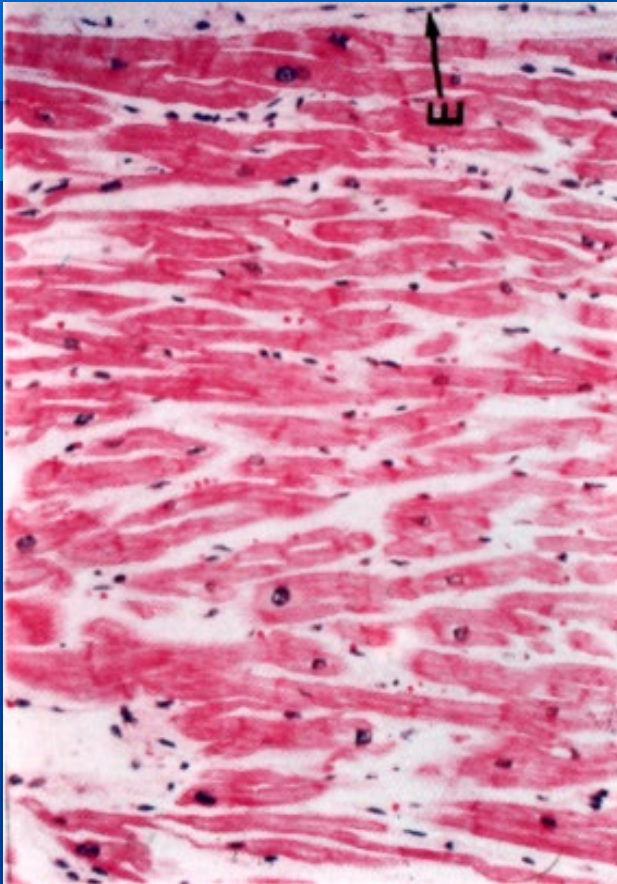
Гістогенез

- Основне джерело формування міокарду та епікарду серця – міоепікардіальна пластинка (потовщення вісцерального листка вентральної мезодерми).
- Ендокард розвивається з мезенхіми.

- 1. **Ендокард** вистелений **ендотелієм**, під яким розташований **субендотеліальний шар**.
- Глибше залягає **м'язово-еластичний шар**, який містить гладком'язові клітини і еластичні волокна. **Зовнішній сполучнотканинний шар** зв'язує ендокард з міокардом.
- 2. **Міокард** - складається з кардіоміоцитів, об'єднаних в **функціональні волокна**, які утворюють шари, що оточують камери серця. Між волокнами розташована сполучна тканина, яка містить судини і нерви.
- Існує три типи **кардіоміоцитів**: скоротливі, провідні і секреторні.

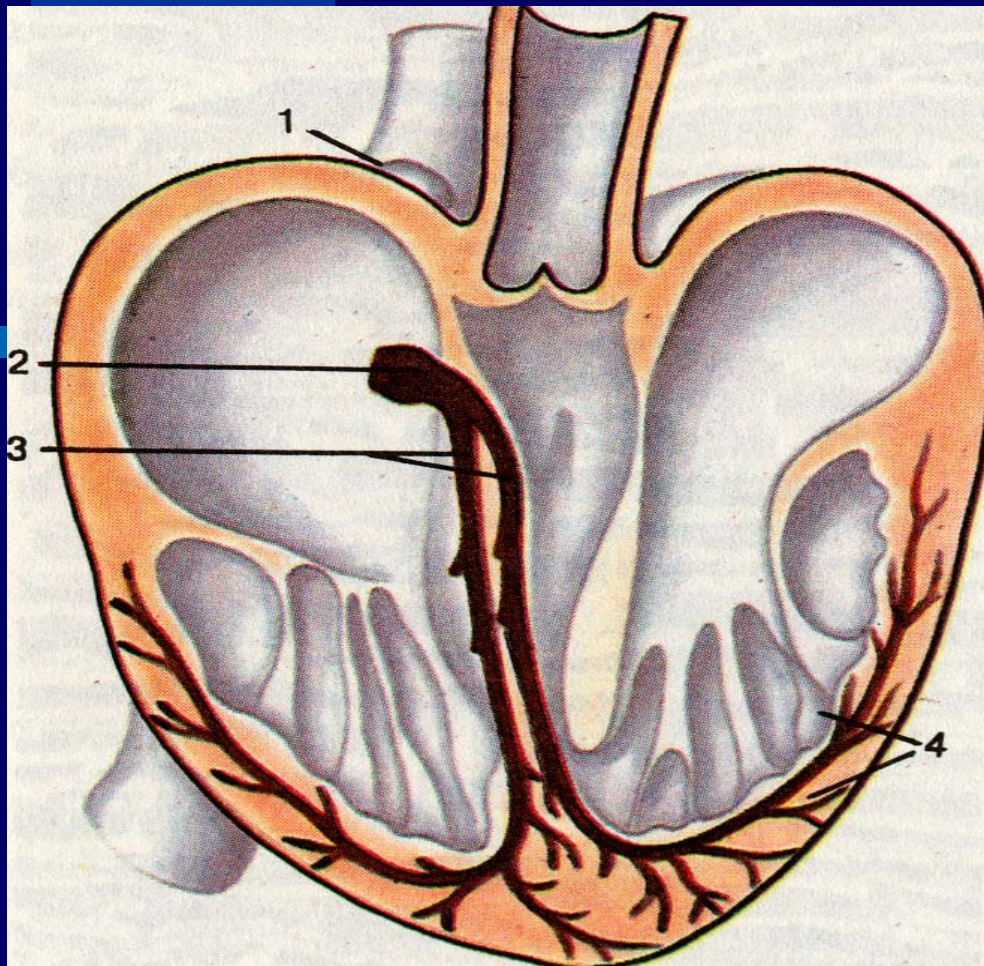
Скоротливі кардіоміоцити утворюють основну частину міокарда. Вони мають 1-2 ядра в центрі і міофібрили по периферії.

КМЦ сполучені один з одним в області *вставних дисків*. В шлуночках форма клітин циліндрична, в передсердях - неправильна, часто відросчата. Вони можуть різко гіпертрофуватися при тривалому підвищеному навантаженні.



Провідні кардіоміоцити забезпечують ритмічне скорочення різних відділів серця.

- Утворення імпульсу відбувається в **синусному** вузлі, а потім передається в передсердя і **атріовентрикулярний** вузол, після чого швидко розповсюджується по пучку Гіса і його гілках до робочих КМЦ шлуночків.



- 1 – синусний вузол;
- 2 – атріовентрикулярний вузол;
- 3 – ніжки пучка Гіса
- 4 – волокна Пуркін'є

14.02.2023

ПРОВІДНА СИСТЕМА СЕРЦЯ

- I – тип кардіоміоцитів розташовані в сіноатріальному вузлі (майже в стінці верхньої порожнистої вени в області венозного синусу), це кардіоміоцити – водії ритму, пейсмейкерні клітини або Р-клітини.
- II – тип кардіоміоцитів – перехідні, які розташовуються до атріовентрикулярного вузла від клітин – водіїв ритму сіноатріального вузла.
- III – тип кардіоміоцитів утворює пучок Гіса і переходить в волокна Пуркінє.

- **Секреторні кардіоміоцити** розташовані в передсердях. Це клітини відростчатої форми з добре розвинутим **синтетичним апаратом**. В цитоплазмі є гранули, які містять гормон – **передсердний натріуретичний фактор (ПНУФ)**. ПНУФ викликає стимуляцію діурезу, розширення судин, пригнічення секреції альдостерону, кортизону, вазопресину, зниження АТ.
- Секреція ПНУФ підсилена у хворих з гіпертонічною хворобою.

Епікард

вкритий мезотелієм, під яким розташована *ПВСТ*, яка містить судини і нерви.

Епікард представляє собою вісцеральний листок перикарду; парієтальний листок також має будову серозної оболонки і повернутий до вісцерального шару мезотелію (перикард).

При пошкодженні мезотелію за рахунок спайок діяльність серця може істотно порушитися.

Епікард



- **«Скелет»** серця відіграє роль опорної структури: до нього приєднується більшість м'язових волокон, з ним зв'язані клапани серця. Він представлений щільною ВСТ і утворений мембранною перетинкою, фіброзними трикутниками і кільцями.
- **Клапани серця** складаються із основи, утвореної щільною волокнистою тканиною і вкритою на обох поверхах ендотелієм. Основою клапани приєднані до фіброзних кілець.

Особливості будови внутрішньоутробного серця:

- наявність отвору в міжпередсердній перегородці, завдяки чому кров із правого передсердя протікає в ліве.
- наявність отвору в верхньому відділі міжшлуночкової перегородки, завдяки чому кров перетікає із правого шлуночка в лівий.
- наявність протоки, з'єднує нижню стінку легеневого конусу з верхньою стінкою аорти, завдяки чому кров перетікає із легеневої артерії в аорту.

ВРОДЖЕНІ ПОРОКИ СЕРЦЯ (ВПС)

- **Дефект міжпередсердної перегородки (ДМПП)** — постійний контакт лівого і правого передсердя через дефект в міжпередсердній перегородці (верхній - в місці входу верхньої порожнистої вени, середній і нижній - в області витоки нижньої порожнистої вени).
- **Дефект міжшлуночкової перегородки (ДМЖП)** — постійний контакт лівого і правого шлуночків через дефект в міжшлуночковій перегородці.

- **Стеноз аорти** (група вроджених вад, субстратом яких є звуження на шляху викиду крові з лівого шлуночка в велике коло кровообігу).
- **Стеноз легеневої артерії.** При цій ваді є зрощення комісур клапана легеневої артерії (куполоподібна форма і вузький отвір в центральній частині).

Перелік питань для дискусії:

- 1. При вивченні ультраструктури кардіоміоцитів в останніх знайшли добре розвинені міофібрили з темними та світлими дисками, багаточисельні мітохондрії і вставні диски. До якого виду тканин серця відносяться ці клітини?
- 2. При вивченні ультраструктури кардіоміоцитів знайшли, що вони містять багато міофібрил та мітохондрій, але мало саркоплазми, другі – мало міофібрил і мітохондрій і багато саркоплазми. Який вид серцевої м'язової тканини утворюють перші та другі кардіоміоцити?
- 3. На ряді мікрофотокарток, зроблених з гістологічного препарату стінки серця представлені ендотеліоцити, клітини мезотелію, непосмуговані і посмуговані міоцити, дрібні кровоносні судини. Які оболонки серця мають ці структури?
- 4. При виявленні ферменту сукцинатдегідрогінази і глікогену на гістологічних зрізах знайдена неоднорідність гістохімічних реакцій. На першому – багато глікогену, слаба активність окислювальних ферментів, на другому – помірна кількість глікогену, висока активність ферменту. Які ділянки міокарда представлені і чим можна пояснити різну активність ферментних реакцій?

Список використаної літератури

- 1. Гістологія, цитологія. ембріологія. / За ред. О.Д. Луцика, Ю.Б. Чайковського // Підручник. Вінниця «Нова книга», - 2018. – 591 с.
- 2. Афанасьев Ю. И. Гистология / Под ред. Ю.И. Афанасьева, Н.А. Юриной // -М.: Медицина, -1983,-1989,-1999, -2012.
- 3. Быков В. Л. Частная гистология человека / В.Л. Быков //-Санкт-Петербург: Сотис, - 1997.
- 4. Барінова Е.Ф. Спеціальна гістологія і ембріологія внутрішніх органів / Під ред. Е.Ф. Барінова, Ю.Б. Чайковського // Навчальний посібник. Київ, ВСВ «Медицина», - 2013.- 471 с.
- 5. Луцик О.Д. Гістологія людини / О. Д. Луцик, А.Й. Іванова, К. С. Кабак, Ю.Б. Чайковський // Підручник. Київ „Книга-плюс”, - 2010. – 582 с.
- 6. Чайковський Ю. Б. Гістологія, цитологія та ембріологія / Ю. Б. Чайковський, Л. М. Сокурєнко // Атлас для самостійної роботи студентів. Луцьк, - 2006.- 152 с.

Контакти

- ШЕПІТЬКО Володимир Іванович
- 0505923182
- svi.umsa@gmail.com

- Борута Наталія Володимирівна
- 0509582691
- boruta.nata@ukr.net

Дякую за увагу !