

ТЕМА: МІКРОЦИРУЛЯТОРНЕ РУСЛО. ЛІМФАТИЧНІ СУДИНИ.

1. Морфофункціональна характеристика судин кровоносного мікроциркуляторного русла.

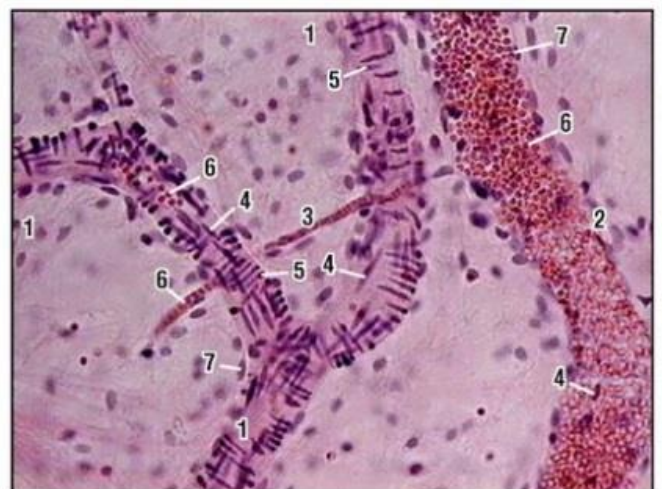
Гемомікроциркуляторне русло (ГМЦР) - система дрібних судин, що включає до свого складу артеріоли, гемокапіляри, венули, а також артеріоло-венулярні анастомози. Цей функціональний комплекс кровоносних судин, оточений лімфатичними капілярами, разом з прилеглою сполучною тканиною виконує наступні важливі функції:

- 1) регулювання кровопостачання органів;
- 2) транскапілярний обмін;
- 3) дренаж;
- 4) депонування крові.

Відповідно до функції, кожен орган має специфічні особливості будови та розташування судин мікроциркуляторного русла. Судини мікроциркуляторного русла характеризуються високою пластичністю та певним чином реагують на зміни кровотоку. Вони здатні депонувати формені елементи крові, або бути спазмованими і пропускати лише плазму, а також змінювати проникність тканинної рідини.

Артеріоли, капіляри, венули.

М'яка мозкова оболонка (забарвлення гематоксиліном і еозином): 1 - артеріоли; 2 - венула; 3 - капіляр; 4 - ядра ендотеліоцитів; 5 - ядра гладких міоцитів; 6 - еритроцити; 7 - елементи зовнішньої оболонки



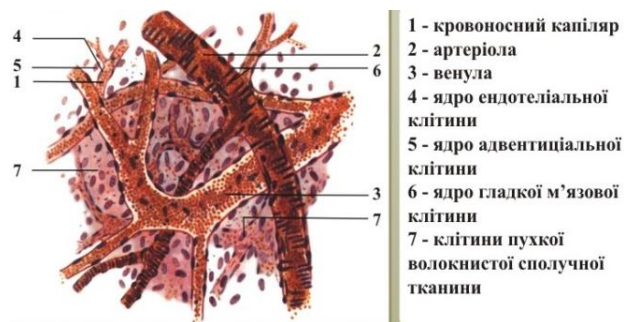
2. Загальний принцип організації кровоносного мікроциркуляторного русла.

До кровоносного мікроциркуляторного русла відносять судини, які видно лише під мікроскопом і мають діаметр менше 100 мкм. До артеріальної ланки належать артеріоли і прекапіляри, венозний відділ включає посткапіляри і венули, гемокапіляри займають між ними проміжне положення.

3. Особливості структурної організації артеріальної ланки кровоносного мікроциркуляторного русла.

Артеріальна ланка КМЦР складається з артеріол та прекапілярів.

1) Артеріоли - дрібні артеріальні судини м'язового типу (їхній діаметр не перевищує 50-100 мкм), які далі переходять у капіляри. В цих судинах зберігаються всі три оболонки, але вони розвинені слабо.



Внутрішня оболонка складається з ендотелію та тонкої фенестрованої внутрішньої еластичної мембрани. Середня оболонка представлена одним-двома шарами гладких клітин.

Зовнішня оболонка – адвентиція, дуже тонка та зливається зі сполучною тканиною, яка оточує судину.

Функція артеріол – регулювання постачання крові до органів. Ця функція здійснюється завдяки скороченням гладких міоцитів стінки, а також прекапілярних сфінктерів артеріол.

2) Прекапіляри – відходять від артеріол, стінка їх не містить еластичних елементів, діаметр становить 14-16 мкм. Ендотеліальні клітини внутрішньої оболонки контактують з гладкими міоцитами середньої оболонки, які

розташовані на великій відстані один від одного та утворюють прекапілярні сфінктери в ділянці відходження прекапілярів. Сфінктери необхідні для регулювання кровонаповнення окремих груп капілярів, у нормі частина їх закрита і відкривається при навантаженні. Між ендотеліальними та гладком'язовими клітинами розташовуються перицити.

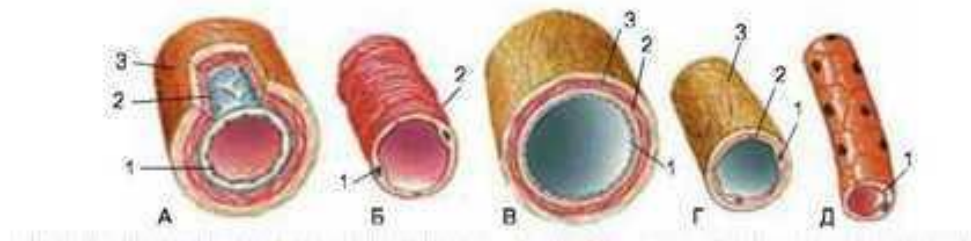


Схема. А – артерія, Б - артеріола, В – вена, Г - венула, Д – капіляр
(1 – ендотелій, 2 – м'язова оболонка, 3 – сполучнотканинна оболонка)

4. Гемокапілярна ланка. Загальна характеристика.

Гемокапіляри – судини мікроциркуляторного русла, яким належить основна функція кровоносної системи – обмін речовин між кров'ю та тканинами, вони відіграють роль гістогематичного бар'єру, а також забезпечують мікроциркуляцію. Здійсненню даних функцій сприяють:

- 1) певні гемодинамічні умови (низький тиск (25-30 мм рт. ст. на артеріальному кінці та 8-12 - на венозному));
- 2) мінімальна швидкість кровотоку (0,5 мм/с);
- 3) велика площа поперечного зрізу (діаметр артеріоли, що приносить кров, у багато разів менше суми діаметрів капілярів);
- 4) тонка стіна.

Просвіт капілярів іноді менше, ніж діаметр еритроцитів (3-5 мкм), проте є й великі капіляри діаметром понад 20-30 мкм – синусоїдні капіляри та лакуни.

Капіляри – найчисленніші судини організму, в організмі вони здатні утворювати: а) сітку; б) петлі (наприклад, у сосочках шкіри та синовіальних ворсинках суглобів); в) клубочки (у нирці).

Значний розвиток капілярної сітки можна виявити в сірій речовині органів центральної нервової системи, ендокринних залоз, скелетних м'язів, серці, у жировій тканині.

5. Будова стінки капілярів. Характеристика ендотелію та базальної мембрани.

Стінка капілярів дуже тонка, вона утворена:

- 1) ендотелієм на базальній мембрані;
- 2) перицитом;
- 3) адвентиційною клітиною.

Ендотелій - це одношаровий плоский епітелій, який вистилає капіляри, а також всі інші судини та серце. Товщина клітини в різних її ділянках неоднакова, у зв'язку з цим в ендотеліальних клітинах розрізняють такі зони:

- 1) ядерну - містить ядро ендотеліоцита видовжено-овальної форми, у клітині може бути 2-3 або більше ядер;
- 2) зону органел - знаходяться органели та включення, зона органел разом з ядерною зоною є трофічним центром клітини;
- 3) периферичну частину ендотеліальної клітини – дуже важливу для обміну речовин між кров'ю та тканинами, периферична зона може містити отвори – фенестри розміром 50-60 нм.

Люменальна (звернена до току крові) поверхня ендотеліоцитів вкрита шаром глікопротеїнів. Ендотеліоцити можуть мати окремі мікроворсинки, а також утворювати клапаноподібні структури, які збільшують поверхню ендотелію та змінюють свої розміри залежно від активності трансендотеліального транспорту. Вздовж внутрішньої та зовнішньої поверхні клітин розташовані піноцитозні пухирці та кавеоли – це ознаки активного трансендотеліального транспорту різних речовин. Ендотеліальні клітини пов'язані між собою щільними замикаючими та щілинними контактами (нексусами).

Базальна мембрана гемокапілярів має тонкофібрилярну будову, складається з колагену, глікозаміногліканів, ліпідів. Вона відіграє велику роль у транспорті речовин через капілярну стінку, її стан визначає проникність капілярів. Базальна мембрана забезпечує фіксацію ендотеліальних клітин та створює зовнішню опору для цитоскелета. Вона може бути суцільною або містити отвори – пори.

6. Характеристика перицитів.

Перицити - це клітини сполучної тканини, вони мають відростки, якими охоплюють капіляри ззовні. Перицити можуть розташовуватися у розщепленнях базальної мембрани. Їх вважають малодиференційованими клітинними елементами, завдяки яким здійснюється фізіологічна регенерація та утворення нових капілярів.

7. Класифікація капілярів.

Залежно від будови стінки (ендотелію, базальної мембрани), а також від діаметра просвіту, капіляри класифікують на:

- 1) капіляри соматичного типу (діаметр до 10 мкм), стінка яких складається з нефенестрованого ендотелію та суцільної базальної мембрани (шкіра, м'язова тканина, серце, головний мозок);
- 2) капіляри вісцерального типу, в їхній стінці міститься фенестрований ендотелій і суцільна базальна мембрана (ниркові клубочки, ворсинки тонкої кишки, залози внутрішньої секреції);
- 3) капіляри синусоїдного типу, мають пори в ендотелії та несуцільну (фрагментовану) базальну мембрану (кровотворні органи, печінка).

8. Характеристика капілярів соматичного типу.

Капіляри соматичного типу мають безперервну ендотеліальну вистилку – ендотеліальні клітини тут пов'язані щільними та щілинними контактами, рідше десмосомами. В їхній цитоплазмі присутні ендоцитозні пухирці, які

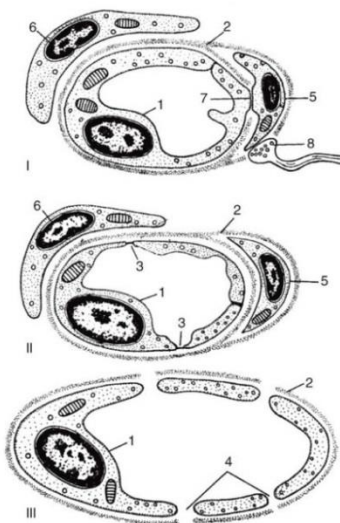
здійснюють транспорт макромолекул. Базальна мембрана безперервна, є велика кількість перицитів. Капіляри цього типу найпоширеніші в організмі і зустрічаються в м'язах, сполучній тканині, легенях, ЦНС, тимусі, селезінці, екзокринних залозах.

9. Характеристика капілярів вісцерального типу.

Капіляри вісцерального типу (фенестровані капіляри) характеризуються тонким ендотелієм, де є витончення в цитоплазмі ендотеліоцитів, коли плазмолема апікальної частини клітини стикається з базальною мембраною (фенестри). Ендоцитозні пухирці нечисленні, базальна мембрана безперервна, перицити містяться в невеликій кількості. Такі капіляри зустрічаються в нирковому тільці, ендокринних органах, слизовій оболонці шлунково-кишкового тракту, судинному сплетінні мозку.

10. Характеристика капілярів синусоїдного типу.

Синусоїдні капіляри відрізняються великим діаметром (до 30-40 мкм), який неоднаковий на своєму протязі, великими міжклітинними та трансцелюлярними порами діаметром 0,5-3 мкм. Базальна мембрана у них переривчаста, а ендоцитозні пухирці відсутні. Ці капіляри розташовуються в печінці, селезінці, кістковому мозку та корі надниркових залоз.



I - гемокапіляр з безперервною ендотеліальною вистилкою і базальною мембраною; II - гемокапіляр з фенестрованим ендотелієм і безперервною базальною мембраною; III - синусоїдний гемокапіляр з щілиноподібними отворами в ендотелії і переривчастою базальною мембраною; 1 - ендотеліоцит; 2 - базальна мембрана; 3 - фенестри; 4 - щілини; 5 - перицит; 6 - адвентиційна клітина; 7 - контакт ендотеліоцита і перицита; 8 - нервові закінчення.

11. Особливості структурної організації венозної ланки мікроциркуляторного русла.

Венули є продовженням вен. Венозна ланка формується з посткапілярів, збірних та м'язових венул.



а) посткапіляри (посткапілярні венули) – судини, які утворились внаслідок злиття декількох капілярів.

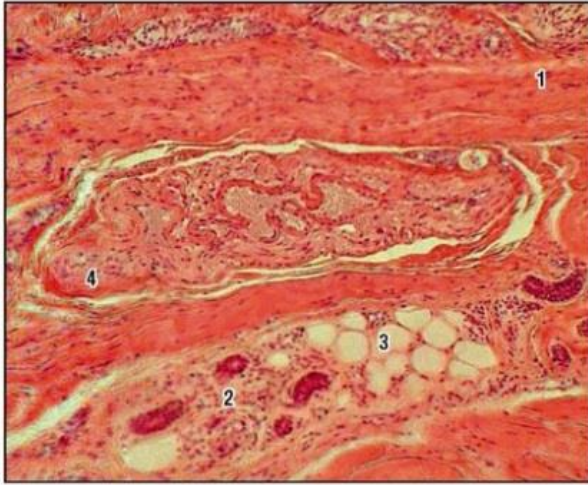
Ендотелій в них може бути фенестрованим. В органах імунної системи присутні посткапіляри з особливим високим ендотелієм, які є місцем виходу лімфоцитів із судинного русла. М'язові клітини в них відсутні, а перицити зустрічаються частіше, ніж у капілярах. Разом з капілярами посткапіляри є найбільш проникними ділянками судинного русла, що реагують на такі речовини як гістамін, серотонін, простагландини та брадикінін, які спричиняють порушення цілісності міжклітинних контактів ендотеліоцитів.

б) збірні венули - утворюються як наслідок злиття посткапілярних венул. Зі збільшенням їх діаметра до 50 мкм, у стінці з'являються гладком'язові клітини.

в) м'язові венули – характеризуються добре розвиненою середньою оболонкою, що містить один шар гладком'язових клітин.

12. Артеріоло-венулярні анастомози.

Це частина мікроциркуляторного русла, яка забезпечує прямий перехід артеріальної крові у вени в обхід капілярної ланки. Вони спостерігаються майже в усіх органах.



Артеріоло-венулярний анастомоз в сітчастому шарі дерми шкіри пальця (забарвлення гематоксиліном і еозином, мале збільшення): 1 - колагенові волокна сітчастого шару дерми; 2 - потові залози; 3 - жирові клітини; 4 – артеріоло-венулярний анастомоз.

Анастомози діляться на кілька груп:

- 1) анастомози з постійним кровотоком;
- 2) анастомози з регульованим кровотоком.

До другої групи належать анастомози з м'язовою регуляцією та гломусного типу. Гломусний тип характеризується вузьким просвітом та наявністю в потовщеній середній оболонці особливих епітеліоїдних клітин, що безпосередньо контактують з ендотелієм. Ці клітини мають здатність змінювати свій об'єм і, змінюючи просвіт судин, впливати на кровообіг.

За характером крові розрізняють 2 групи анастомозів:

- 1) справжні, або шунти, по яким у венозне русло тече чиста артеріальна кров; виділяють справжні прості анастомози та справжні анастомози, забезпечені скоротливими структурами;
- 2) атипові, або напівшунти, де тече змішана кров.

13. Справжні та атипові артеріоло-венулярні анастомози.

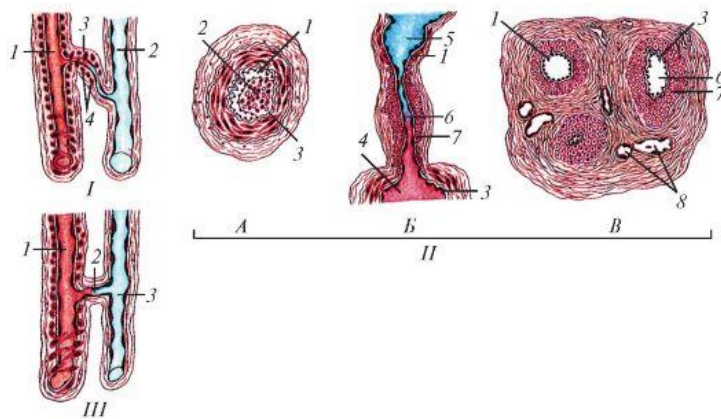
Справжні прості анастомози мають межу переходу артеріоли до венули, яка відповідає ділянці, де закінчується середня оболонка артеріоли. Регуляція кровотоку здійснюється м'язовими клітинами середньої оболонки самої артеріоли без спеціальних скорочувальних апаратів. Справжні анастомози другої підгрупи мають у підендотеліальному шарі спеціальні скорочувальні пристрої у вигляді подушок, які утворені поздовжньо розташованими

м'язовими клітинами. Завдяки скороченню м'язових подушечок, що випирають у просвіт анастомозу, йде припинення кровотоку.

До цієї ж підгрупи відносяться анастомози епітеліоїдного типу, які поділяються на прості та складні.

Прості мають у середній оболонці два шари гладком'язових клітин - внутрішній поздовжній та зовнішній циркулярний, при наближенні до венозного кінця цього виду анастомозів визначаються короткі, овальні, світлі клітини, подібні до епітеліальних. У венозному відділі стінка такого артеріоло-венулярного анастомозу дуже тонка і містить у середній оболонці невелику кількість циркулярно розташованих м'язових клітин. Зовнішня оболонка представлена пухкою сполучною тканиною. У складних, або клубочкових, анастомозах епітеліоїдного типу, на відміну від простих, артеріола, що приносить кров, розділяється на 2-4 гілочки, які переходять у венозний сегмент.

Атипові, артеріоло-венулярні анастомози, або напівшунти - це з'єднання



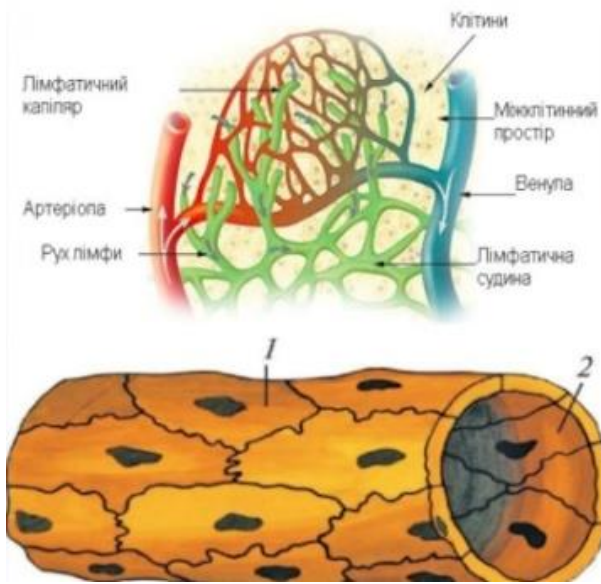
артеріол і венул через коротку судину капілярного типу, тому кров, яка переходить у венозне русло, є змішаною, а не чисто артеріальною.

Артеріоло-венулярні анастомози (АВА): I – АВА без спеціального замикаючого пристрою: 1 – артеріола; 2 - венула; 3 – анастомоз; 4 – гладкі міоцити анастомозу; II – АВА зі спеціальним пристроєм: А – анастомоз по типу замикаючої артерії; Б – простий анастомоз епітеліоїдного типу; В – складний анастомоз епітеліоїдного типу (клубочковий); 1 – ендотелій; 2 - поздовжньо розташовані пучки гладких міоцитів; 3 – внутрішня еластична мембрана; 4 – артеріола; 5 - венула; 6 – анастомоз; 7 – епітеліоїдні клітини анастомозу; 8 - капіляри в сполучнотканинній оболонці; III – атиповий анастомоз: 1 – артеріола; 2 – короткий гемокапіляр; 3 - венула (за Ю.І. Афанасьєвим)

14. Лімфатичні судини (vasae lymphaticae) відносяться до частини лімфатичної системи, що включає також лімфатичні вузли. Лімфатичні судини топографічно тісно пов'язані з кровоносними судинами, особливо у ділянці розташування мікроциркуляторного русла. Тут утворюється тканинна рідина і звідси вона надходить у лімфатичне русло.

Лімфатичні судини поділяють на:

1) лімфатичні капіляри;



2) інтра- та екстраоргани лімфатичні судини, що відводять лімфу від органів, а також основні лімфатичні стовбури тіла, до яких належать грудна протока і права лімфатична протока, що впадають у глибокі яремні вени. До них з тканин надходить тканинна рідина разом із продуктами обміну речовин, а в патологічних випадках - сторонні

частки, мікроорганізми, клітини злоякісних пухлин.

15. Лімфатичні капіляри – це система сліпо закінчених сплюснених ендотеліальних трубок, що анастомозують між собою. Вони пронизують органи або супроводжують гемокапіляри.

Будова стінки лімфокапілярів у порівнянні з гемокапілярами має такі особливості:

- 1) великі ендотеліальні клітини (в три – чотири рази більші, ніж у гемокапілярах);
- 2) базальна мембрана не суцільна;
- 3) перицити відсутні;
- 4) наявність якірних фібрил, що фіксують ендотеліоцити лімфокапіляра до колагенових волокон сполучної тканини, що оточує ці судини;

5) діаметр лімфатичних капілярів у кілька разів більший, ніж відповідних кровоносних.

16.Особливості будови лімфатичних судин, що відводять лімфу.

Лімфатичні судини, що відводять лімфу, своєю будовою нагадують вени, що пояснюється в обох типах судин низьким тиском і малою швидкістю току рідини, а також напрямом току від органів до серця. Особливості будови лімфатичних судин – це наявність клапанів та добре розвинена зовнішня оболонка.

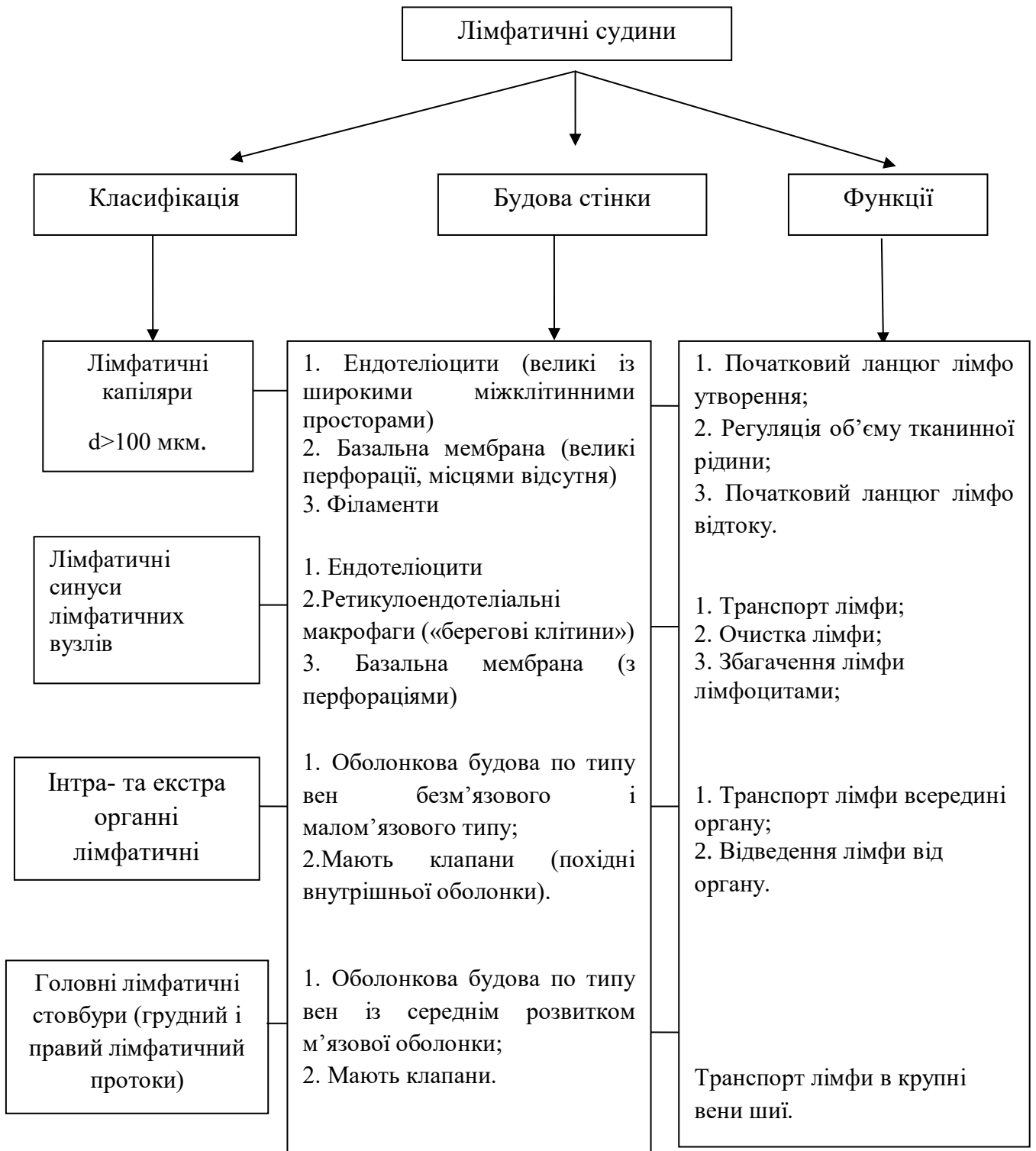
Залежно від діаметра лімфатичні судини поділяють на дрібні, середні та великі, а залежно від будови стінки – на м'язові та безм'язові.

Безм'язові лімфатичні судини дрібні, діаметром 30-40 мкм, стінка їх не містить м'язові клітини і побудована лише з ендотелію та сполучнотканинної оболонки. Середні та великі лімфатичні судини мають у своєму складі три добре розвинені оболонки: внутрішню, середню та зовнішню.

17. Будова основних лімфатичних стволів.

Особливості будови основних лімфатичних стволів можна розглянути на прикладі грудної лімфатичної протоки, стінка якої на різних рівнях має не однакову будову. Найбільш розвинена вона на рівні діафрагми, де має чітко відокремлені три оболонки та нагадує нижню порожнисту вену. Зовнішня оболонка грудної лімфатичної протоки в 3-4 рази товща, ніж внутрішня та середня. У грудній лімфатичній протоці товщина м'язових шарів зменшується в напрямку руху лімфи, а стінка її в місці впадання в яремну вену в 2-3 рази тонша, ніж на рівні діафрагми. Вздовж грудної протоки налічується до дев'яти напівмісячних клапанів, в їх стулках локалізуються поодинокі орієнтовані гладком'язові клітини.

СХЕМА



Крок-1. Мікроциркуляторне русло.

У гістологічному препараті виявляються судини, що починаються сліпо, мають вигляд сплюснених ендотеліальних трубок, не містять базальної мембрани і перицитів, ендотелій цих судин фіксований стропними філаментами до колагенових волокон сполучної тканини. Які це судини?

- A** *Лімфокапіляри
- B** Гемокапіляри
- C** Артеріоли
- D** Вени
- E** Артеріо-венозні анастомози

В препараті в одній із судин мікроциркуляторного русла, середня оболонка утворена 1-2 шарами гладких міоцитів, які розташовані поодинокі і мають спіралеподібне направлення. Зовнішня оболонка представлена тонким шаром пухкої волокнистої сполучної тканини. Вкажіть тип судини.

- A** *Артеріола.
- B** Вена.
- C** Капіляр.
- D** Посткапіляр.
- E** Артеріоло-венулярний анастомоз.

На препараті печінки внутрішньочасточкові капіляри мають широкий просвіт нерівномірний по всій довжині. Базальна мембрана у більшій частині капіляра відсутня. До якого типу відносяться такі капіляри?

- A** Синусоїдного типу
- B** Вісцерального типу
- C** Соматичного типу
- D** Прекапіляри
- E** Посткапіляри