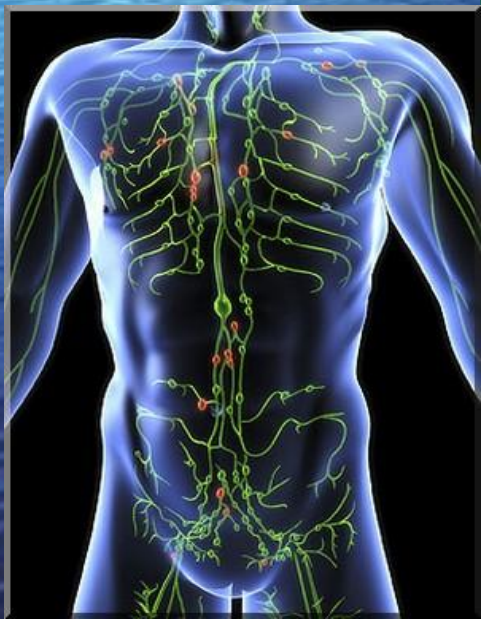
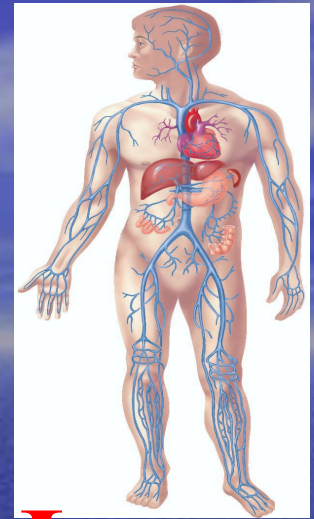


ФІЗІОЛОГІЯ ВЕНОЗНОЇ І ЛІМФАТИЧНОЇ СИСТЕМИ



ПЛАН ЛЕКЦІЇ:

1. Морфо-функціональна характеристика мікроциркуляторного русла:

- а) поняття про мікроциркуляцію, функціональний елемент мікроциркуляції;**
- б) гемомікроциркуляторне русло, типи капілярів;**

2. Капілярний кровообіг:

- в) механізми транскапілярного обміну.**

3. Кровообіг у венах:

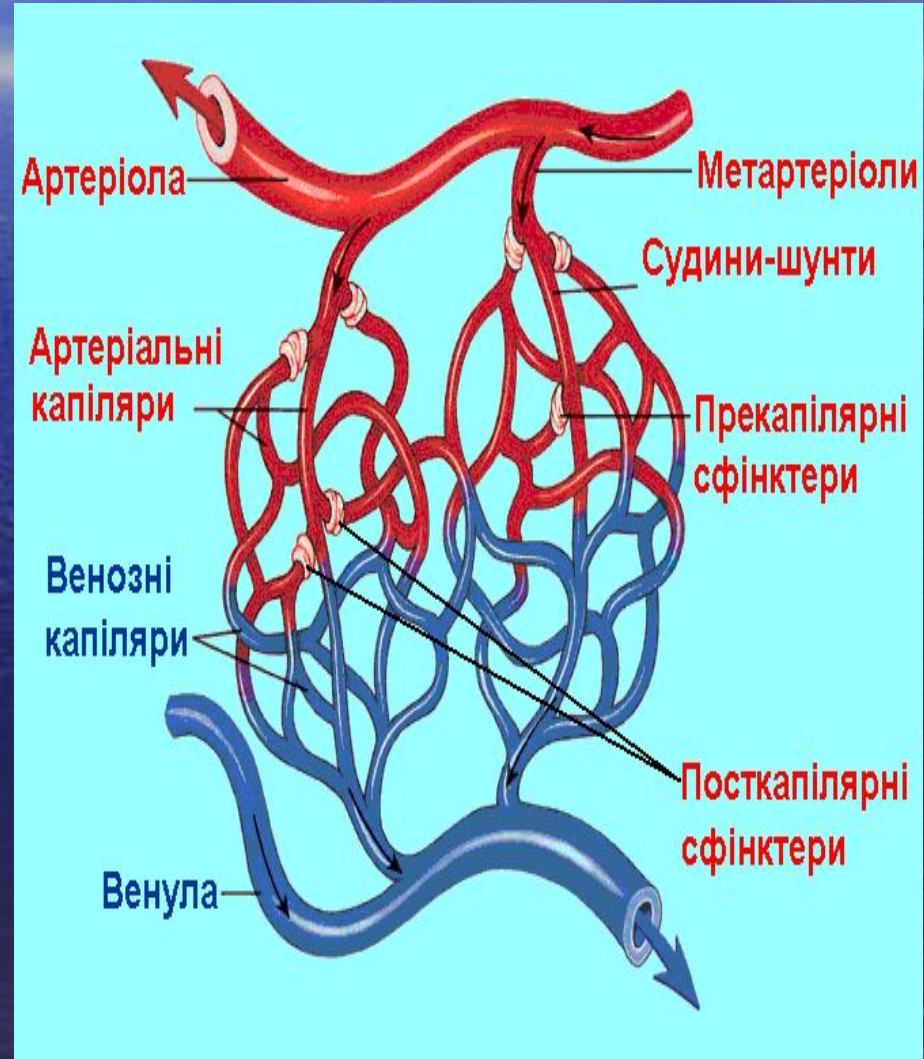
- а) морфо-функціональні особливості венозної системи;**
- б) механізми регуляції;**
- в) венозний тиск;**
- г) венний пульс.**

4. Лімфа та лімфообіг:

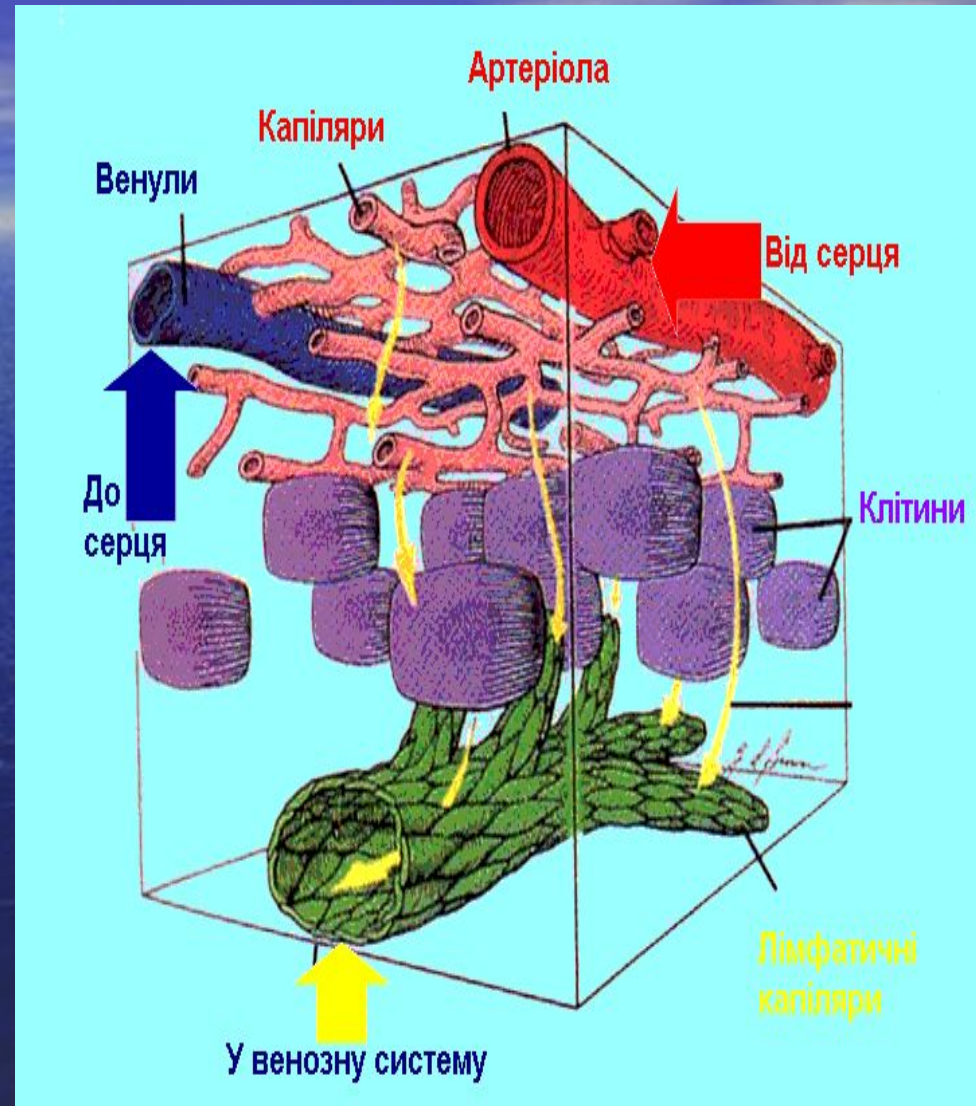
- а) морфо-функціональна характеристика лімфатичної системи;**
- б) склад і властивості лімфи;**
- в) механізми лімфовідтоку.**

Мікроциркуляторне русло складається з трьох ланок:

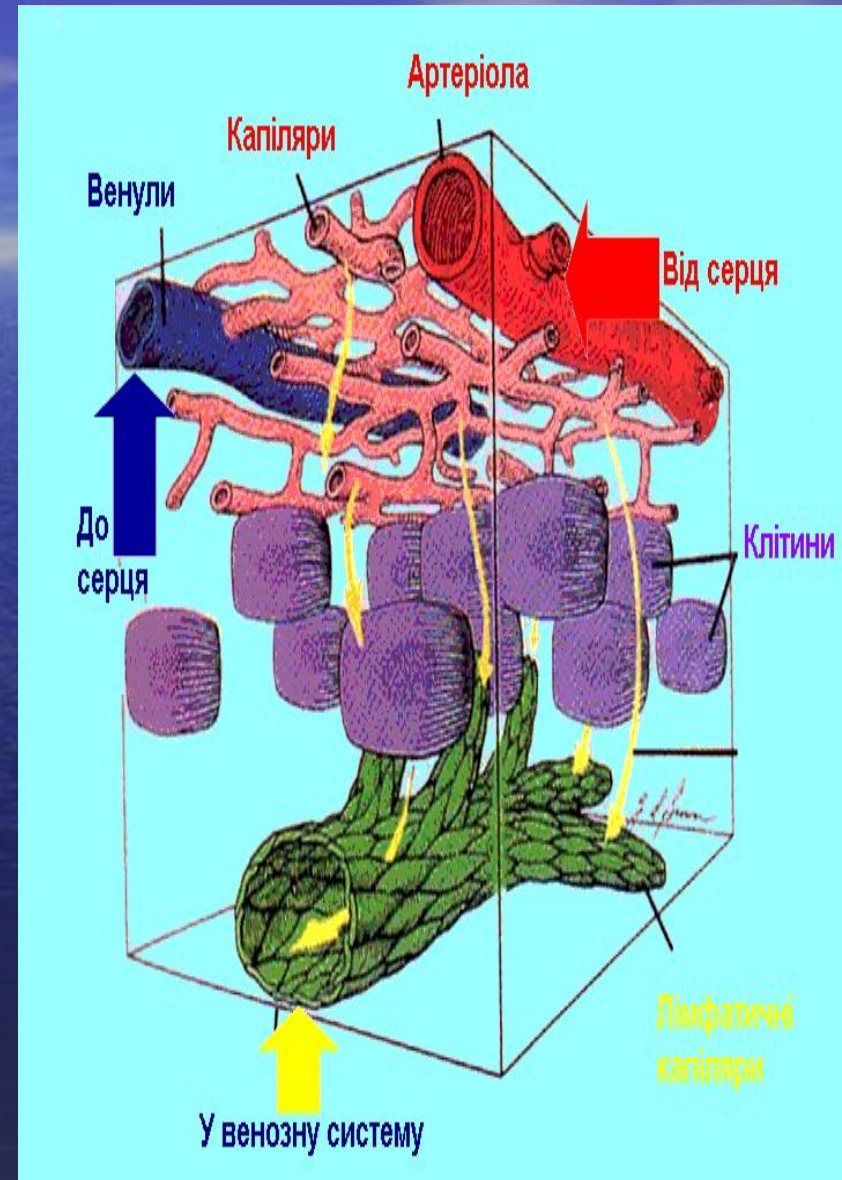
- Перша ланка забезпечує циркуляцію крові і включає 6 компонентів: артеріоли, прекапіляри, капіляри, посткапілярні венули, венули і артеріоло-венулярні анастомози. Ця ланка має назву гемомікроциркуляторного русла. Артеріоли – це кінцеві відділи артеріальної кровоносної системи з найбільш вираженими резистивними функціями. Характерна риса їх стінки – наявність шару гладком'язових клітин. Артеріоли з прекапілярами забезпечують формування периферичного опору судин і підтримування артеріального тиску.



- Друга ланка – це транспорт речовин в інтерстиціальні простори тканин. Інтерстиціальні простори заповнені гелем, колагеновими волокнами, які направляють переміщення тканинної рідини, макрофагальними та імунокомпонентними клітинами. В інтерстиції створюється певний гідростатичний і онкотичний тиск.

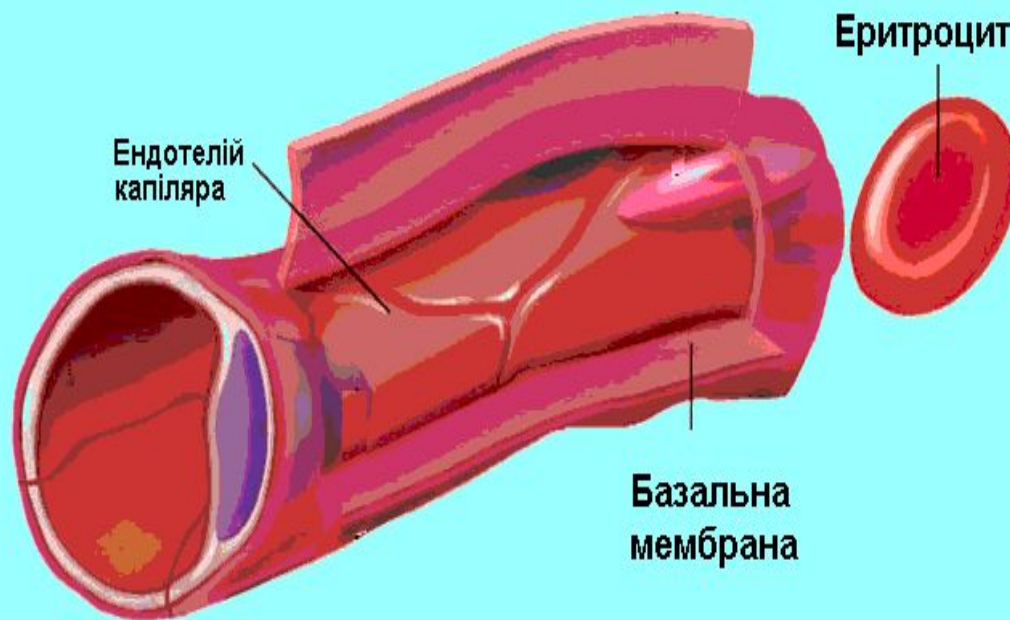


- Третя ланка – лімфатичні капіляри. Їх стінки тонші за стінки капілярів і, як правило, не мають базальної мембрани. Міжклеточні щілини – основний шлях проникнення тканинної рідини в просвіт лімфатичних капілярів. Ці щілини можуть розширюватися. Лімфатичні капіляри починаються або сліпими пальцеподібними виростами, або петлеподібними утвореннями. На деякій віддалі від початку капіляра в його просвіті появляються клапани, що визначають напрямок току лімфи.



Будова капіляра

- **Стінка капілярів має дві оболонки: внутрішню ендотеліальну і зовнішню базальну. На рівні капілярів здійснюється обмін рідини, газів і поживних речовин між кров'ю і клітинами організму.**



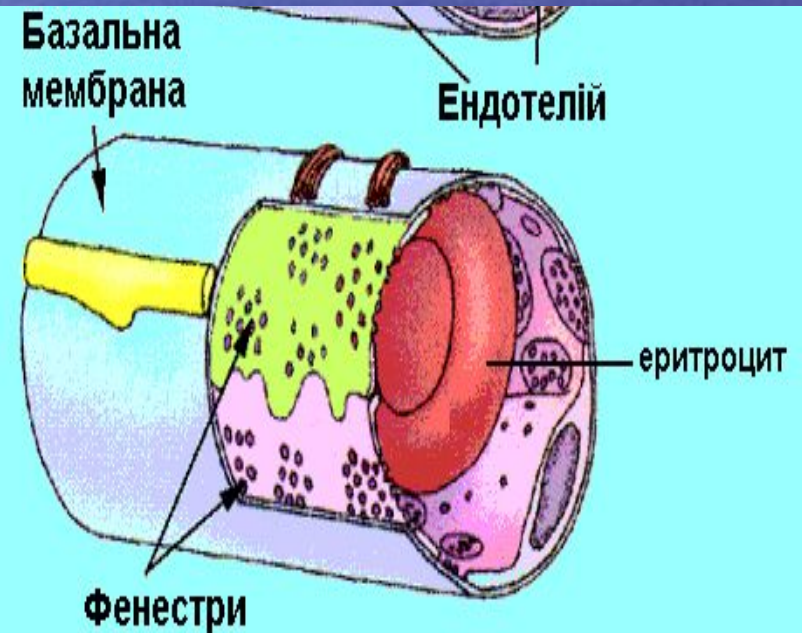
ТИПИ КАПІЛЯРІВ

- 1. Соматичні – ендотеліальна і базальна оболонка безперервні. Пропускають воду і розчинені в ній мінеральні речовини. Локалізуються ці капіляри в шкірі, м'язах, корі великих півкуль.



ТИПИ КАПІЛЯРІВ

2. Вісцеральні – в їх стінці є віконця – "фенестри" – в ендотелії суцільна базальна мембрана. Знаходяться ці капіляри в нирках, системі травлення, ендокринних залозах.

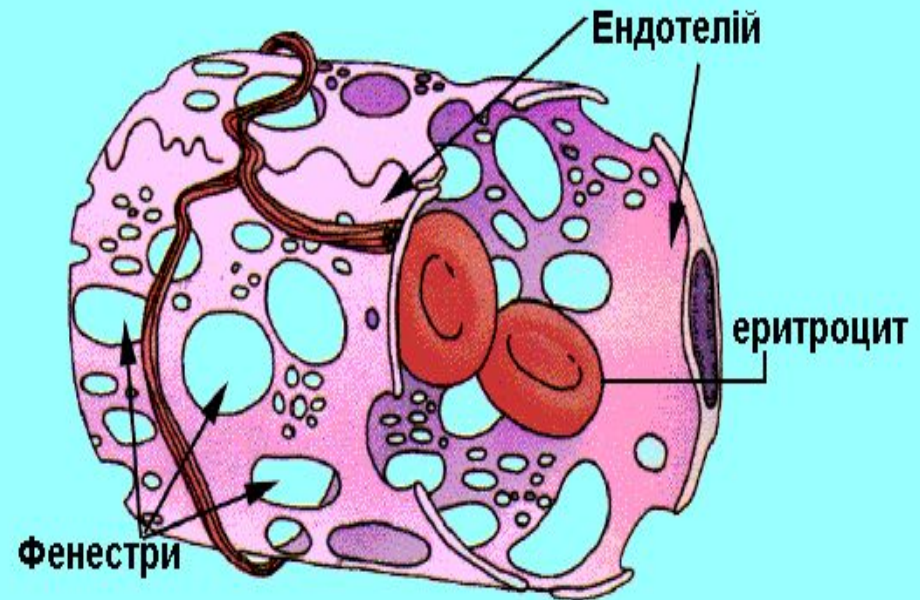


ВІСЦЕРАЛЬНИЙ КАПІЛЯР

ТИПИ КАПІЛЯРІВ

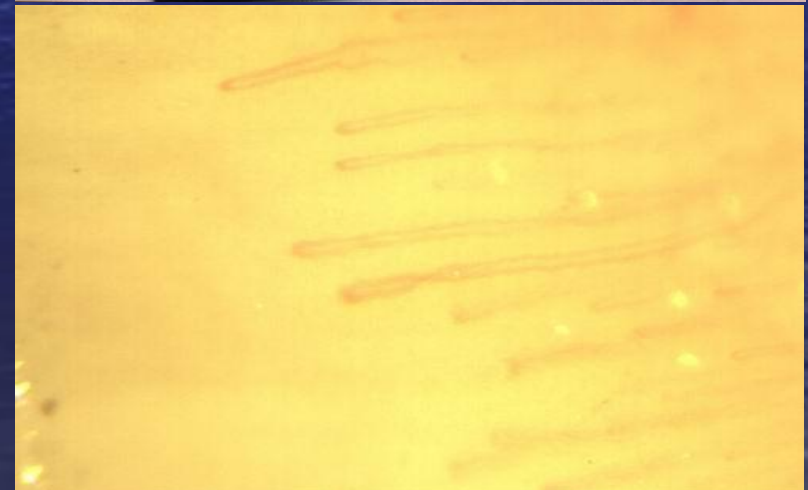
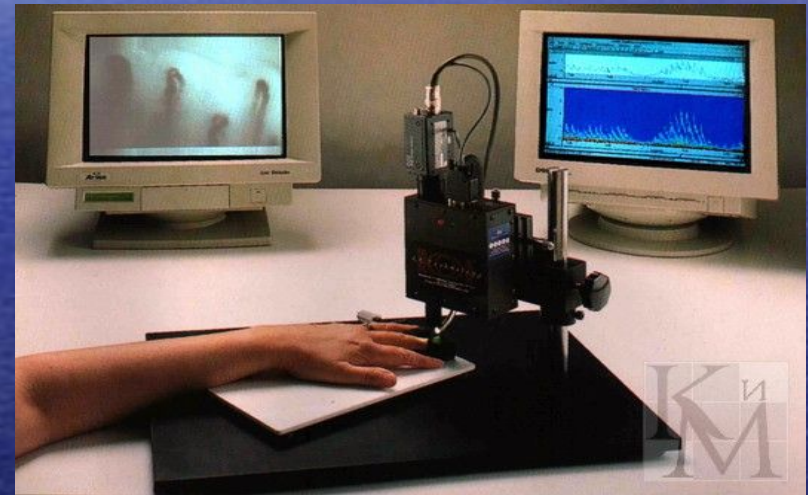
3. Синусоїдні – ендотеліальна оболонка фенестрована і майже відсутня базальна мембрана. Через їх стінку легко проходять макромолекули, форменні елементи. Локалізуються ці капіляри в кістковому мозку, печінці, селезінці.

Синусоїдний капіляр



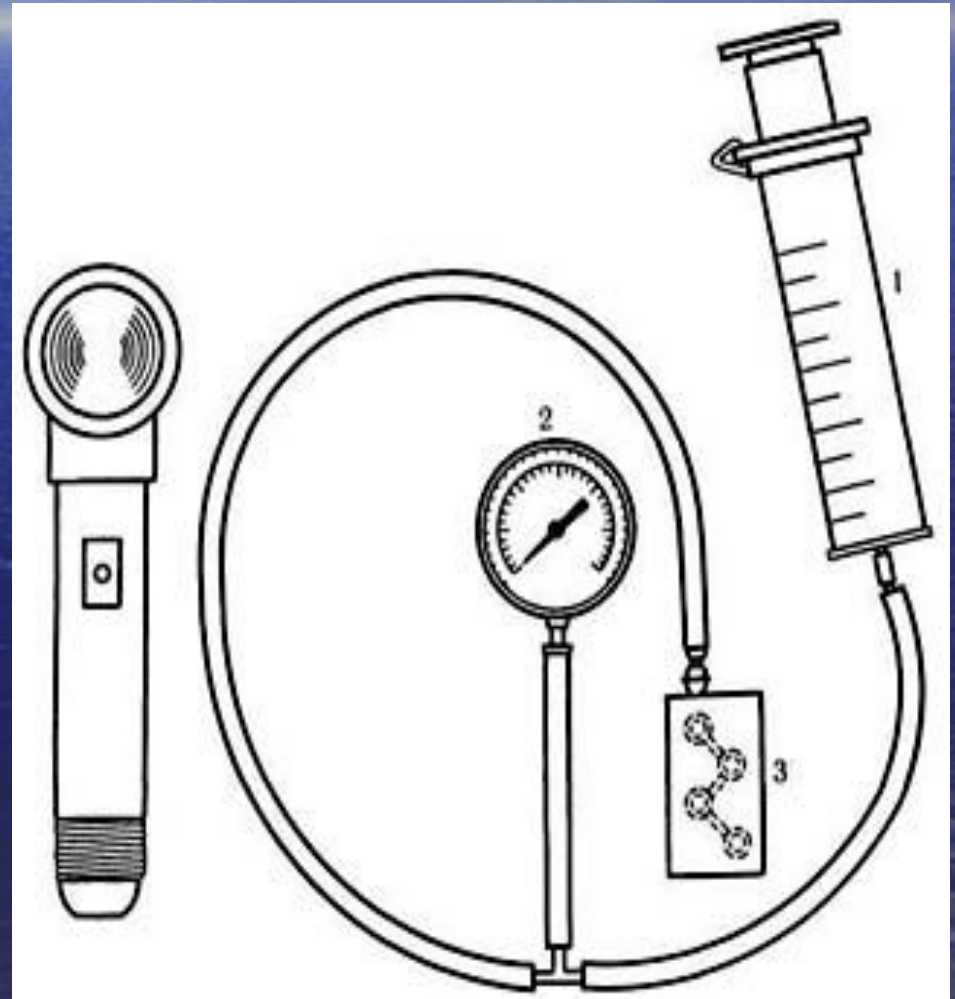
Методи вивчення мікроциркуляторного русла

1. Оптична цифрова комп'ютерна капіляроскопія
2. Біомікроскопія:
 - а) у відбитому світлі (нігтьового ложа, очного дна, бульбо-кон'юнктиви);
 - б) з використанням світловодів – ендоскопія.
3. Вивчення реологічних показників крові.
4. Визначення міцності стінок капілярів шкіри (накладання манжеток, вакуумні проби (проба Кончаловського)).



Методи вивчення мікроциркуляторного русла

Схема приладу для вимірювання міцності капілярів шкіри людини (по Карман, Hoffman і Holvey, 1964). 1 - шприц для створення вакууму; 2 - манометр; 3 - присоска (у збільшеному вигляді показана ліворуч).



Механізми транскапілярного обміну

- **Обмін через капілярну стінку здійснюється за рахунок таких механізмів:**
 - 1) фільтраційно-реабсорбційного; 2) дифузії; 3) піноцитозу.
- **Фільтрація і реабсорбція відбуваються за рахунок різниці гідростатичного тиску крові і гідростатичного тиску оточуючих тканин, а також під дією різниці величин онко- і осмотичного тиску крові і міжклітинної рідини.**
- **В основі дифузії лежить градієнт концентрації по обидва боки мембрани. Дифузія – відіграє важливу роль в процесах переходу газів через стінку капілярів.**
- **Третій механізм – піноцитоз – грає важливу роль в здійсненні креаторних зв'язків в організмі. Проте він відбувається дуже повільно і відіграє незначну роль в транскапілярному обміні.**

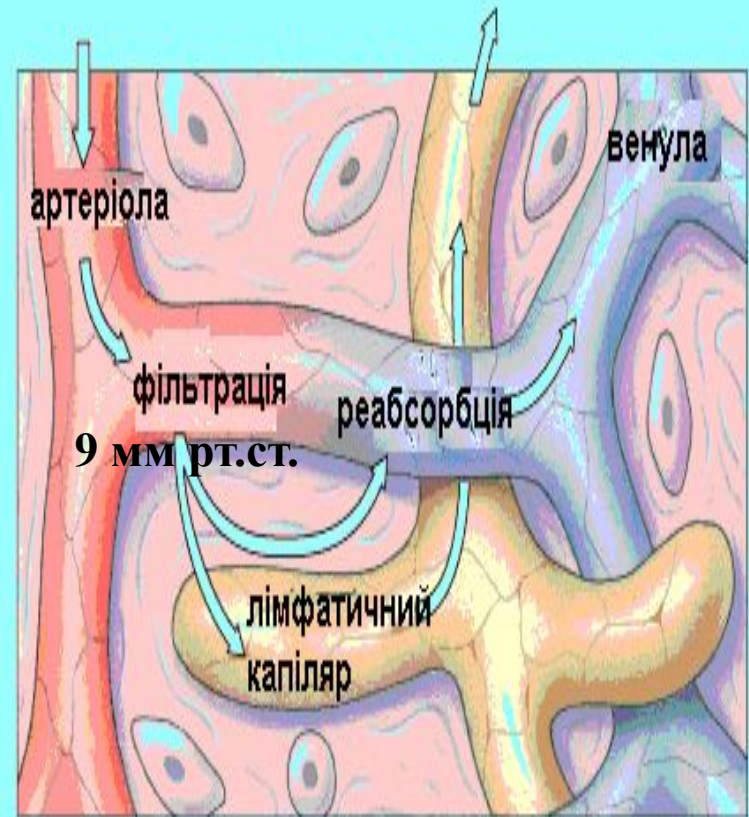
Фільтраційний механізм транскапілярного обміну речовин.

Величина фільтраційного і реабсорбційного тиску може бути вирахована за формулою:

$$P_{ф-р} = (P_{Гк} + P_{Отк}) - (P_{Опл} + P_{Гтк}),$$

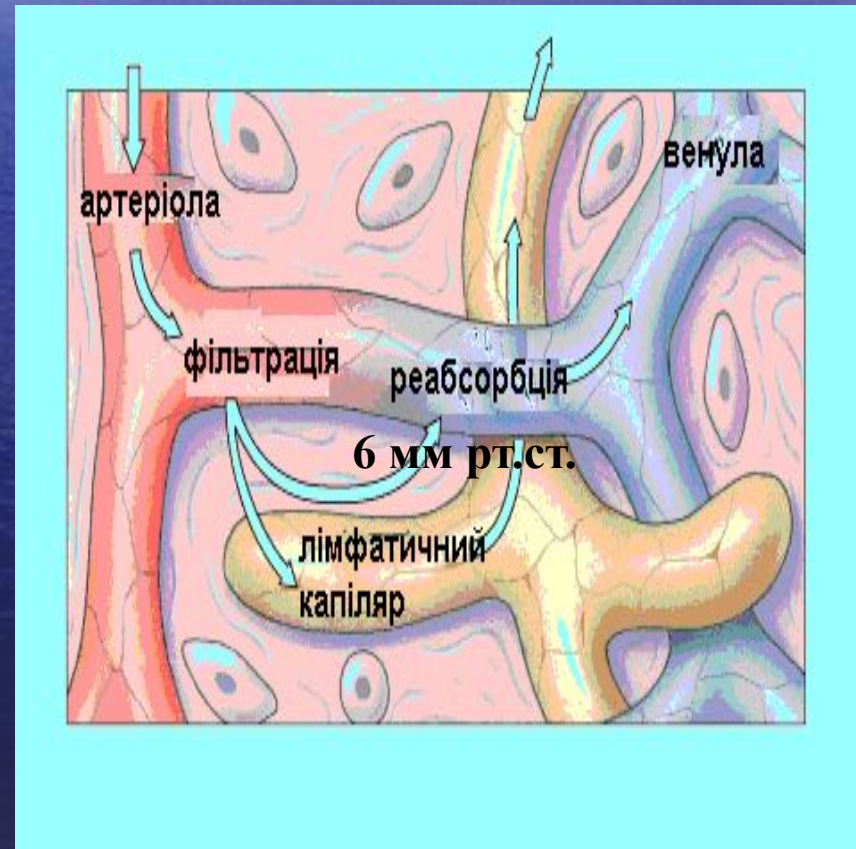
Де $P_{Гк}$ і $P_{Гтк}$ – гідростатичний тиск крові і тканинної рідини; $P_{Опл}$ і $P_{Отк}$ онко–осмотичний тиск плазми і тканинної рідини. Отже $P_{ф-р}$ = тиск з капіляра – тиск в капіляр. У середньостатичному капілярі величина гідростатичного тиску в артеріальному кінці становить 32,5 мм рт.ст., а в тканинній рідині – 3 мм рт.ст.

Осмо-онкотичний тиск плазми становить 25 мм рт.ст., а в тканинній рідині – 4,5 мм рт.ст. Ефективний фільтраційний тиск буде складати: $P_{ф} = (32,5 + 4,5)$ (тиск з капіляра) – $(25 + 3)$ (тиск в капіляр) = $37 - 28 = 9$ мм рт.ст.



Реабсорбційний механізм транскапілярного обміну речовин.

Оскільки під час руху крові через капіляр частина води виходить з судинного русла, що веде до зменшення гідростатичного тиску у венозному кінці до 17,5 мм рт.ст. Осмо-онкотичний тиск у венозному кінці капіляра залишився таким самим, тобто 25 мм рт. ст. У тканині гідростатичний і осмо-онкотичний тиски також залишилися без змін. Ефективний реабсорбційний тиск буде складати: $P_r = (17,5 + 4,5)$ (тиск з капіляра) $- (25 + 3)$ - (тиск в капіляр) $= 22 - 28 = -6$ мм рт.ст.



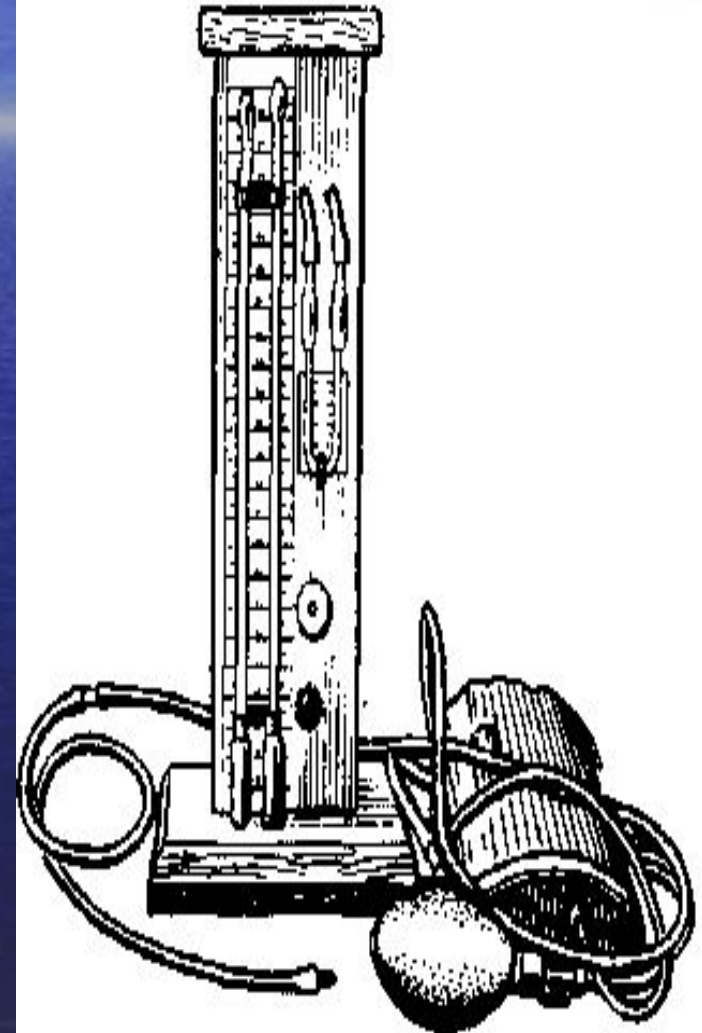
- **Вени – це судини, які несуть кров з органів і тканин до серця в праве передсердя. Виняток складають легеневі вени, які несуть артеріальну кров від легенів в ліве передсердя.**
- **Сукупність всіх вен складає венозну систему. Розрізняють поверхневі і глибокі вени. Поверхневі вени називають ще шкірними, оскільки розміщені в підшкірно-жировій клітковині. Глибокі вени супроводжують артерії, чому і отримали назву вен-супутниць. Для вен характерна висока здатність до розтягнення і відносно низька еластичність. Внутрішня поверхня більшості вен, за винятком дрібних венул, вен ворітної системи і порожнистих вен, має складки внутрішньої оболонки - клапани. Кров у венозній системі рухається проти сили тяжіння, що сприяє розвитку застою.**

Механізми забезпечення руху крові у венах

- **1. Рух крові обумовлений різницею тиску у венозній системі. Кров тече з області високого тиску, що створюється роботою серця, енергією серцевого викиду, в область більш низького тиску.**
- **2. Велика роль у забезпеченні руху крові у венах належить негативному тиску в грудній клітці. При вдиху збільшується об'єм грудної клітки і розширюються порожнисті вени. Цим самим полегшується приток венозної крові до серця. Вплив дихальних рухів на венозний кровообіг називається дихальною помпою.**
- **3. Певний вплив на кровотік у венах мають скорочення скелетних м'язів, що стискають вени. При цьому тиск в них підвищується і завдяки наявності клапанів, які попереджують відтік крові до капілярів, кровотік має напрямок до серця. Це явище отримало назву м'язової венозної помпи.**
- **4. Діафрагмальна помпа. Під час вдиху діафрагма скорочується і тисне на внутрішні органи. З них витискається кров у ворітну вену і далі тече в порожнисту.**
- **5. У русі крові у венах відіграють певну роль і перистальтичні скорочення стінок деяких вен. У венах печінки такі скорочення виникають з частотою 2-3 за хвилину.**

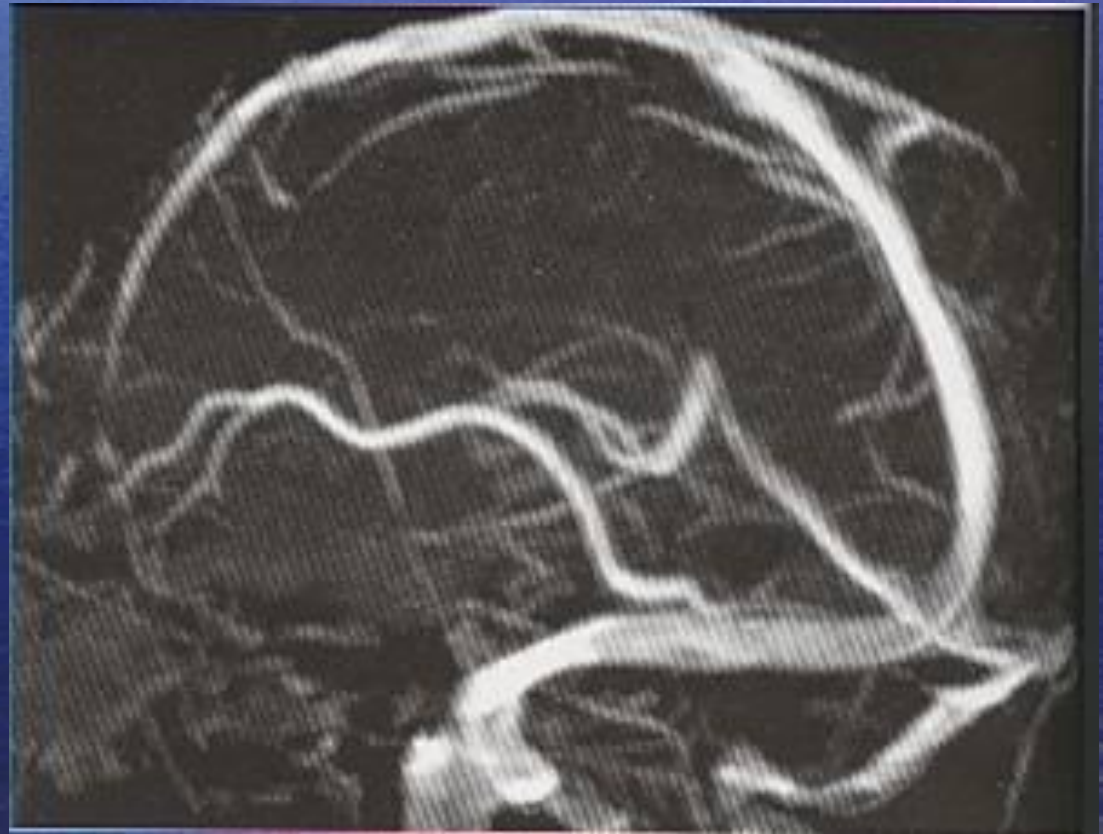
Методи вимірювання венозного тиску

- **Вимірювання венозного тиску (флеботонометрія) дає інформацію про діяльність правого шлуночка і здійснюється прямим та непрямим способами. Пряме вимірювання проводять за допомогою флеботонометра. Манометричну скляну трубку з поділками від 0 до 250 мм перед вимірюванням стерилізують і наповнюють стерильним фізіологічним розчином. Прилад встановлюють так, щоб нульова поділка шкали була на рівні правого передсердя. Проколюють ліктьову вену, у горизонтальному положенні обстежуваного, і голку з'єднують через трубочку з манометром. Спостерігають за рівнем підняття розчину в манометричній трубці. Венозний тиск у здорової людини коливається від 50 до 100 мм вод. ст. і однаковий на обох руках.**



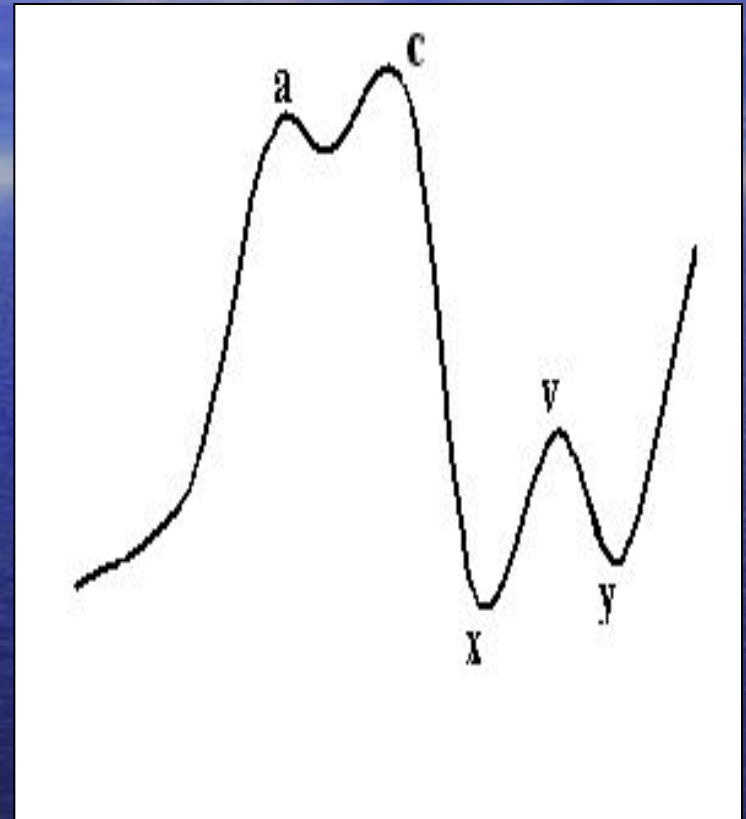
Методи оцінки кровотоку у венах

**Магнітно-
резонансна-
венографія
нормальних
синусів
головного мозку
(задньо-бокова
проекція).**



ФЛЕБОГРАФІЯ

- **Флебограма складається з:**
- **Хвиля а** – передсердна – обумовлена скороченням правого передсердя, під час чого припиняється відтік крові з вен.
- **Хвиля с** – обумовлена передачею пульсації сонної артерії на вену на початку систоли.
- **Хвиля х** – виникає під час систоли шлуночків, коли наповнюється праве передсердя і вени спорожнюються і спадаються.
- **Хвиля у** – шлуночкова – виникає при наповнених передсердях кров'ю, що перешкоджає спорожненню вен. Це відмічається при ізометричному розслабленні шлуночків.
- **Хвиля у** – обумовлена поступленням крові в праве передсердя, внаслідок чого виникає спадання вен.



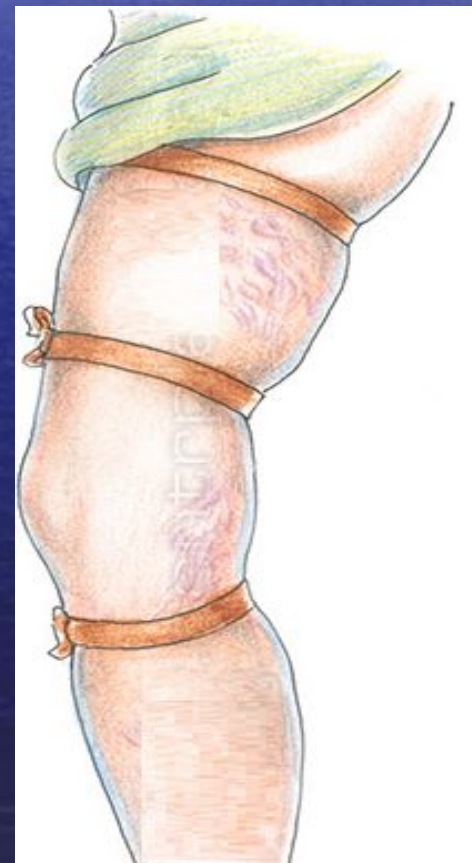
Визначення функціонального стану поверхневих вен

- Проба Троянова-Тренделенбурга.
- У горизонтальному положенні обстежуваного підняти ногу вверх для спорожнення вен і у верхній третині стегна накласти джгут.
- Обстежуваний встає, джгут знімають.
- При функціональній неповноцінності поверхневих вен спостерігається швидке їх заповнення кров'ю.



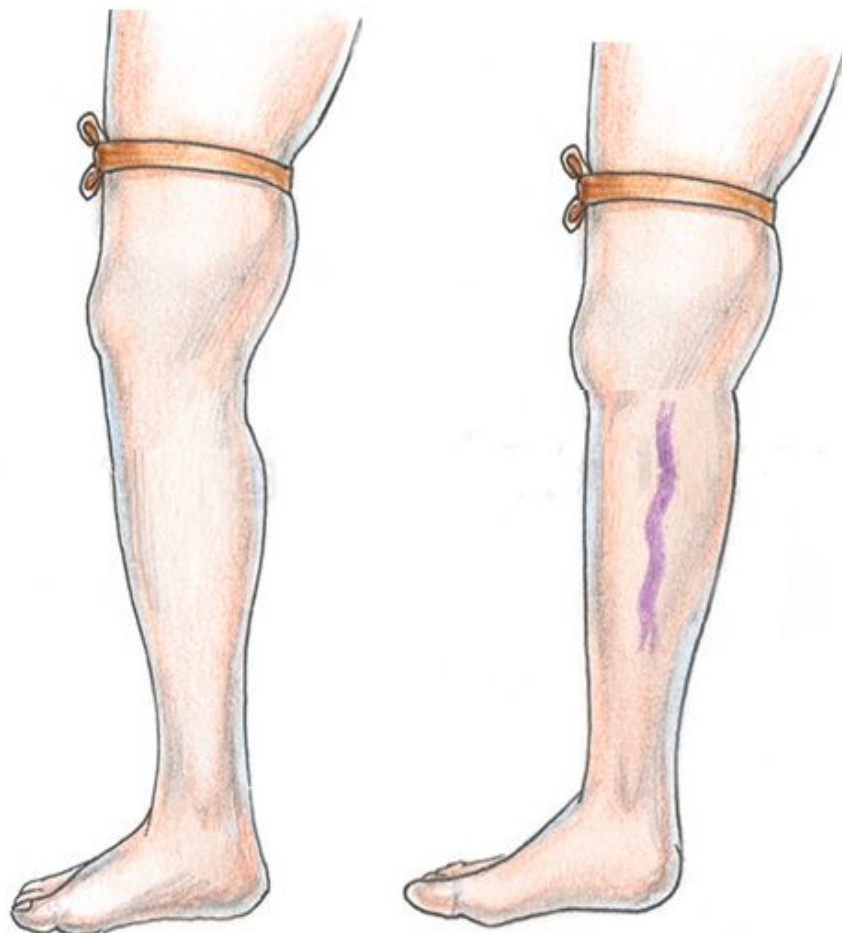
Визначення функціонального стану перфорантних вен

- Проба Шейніса.
- У лежачому положенні на спині, після звільнення поверхневих вен від крові, накласти 3 джугти: у верхній і середній третинах стегна і під колінним суглобом.
- Обстежуваний встає.
- Швидке наповнення вен між джгутами або на гомілці вказує на неповноцінність клапанів перфорантних вен у цих зонах.



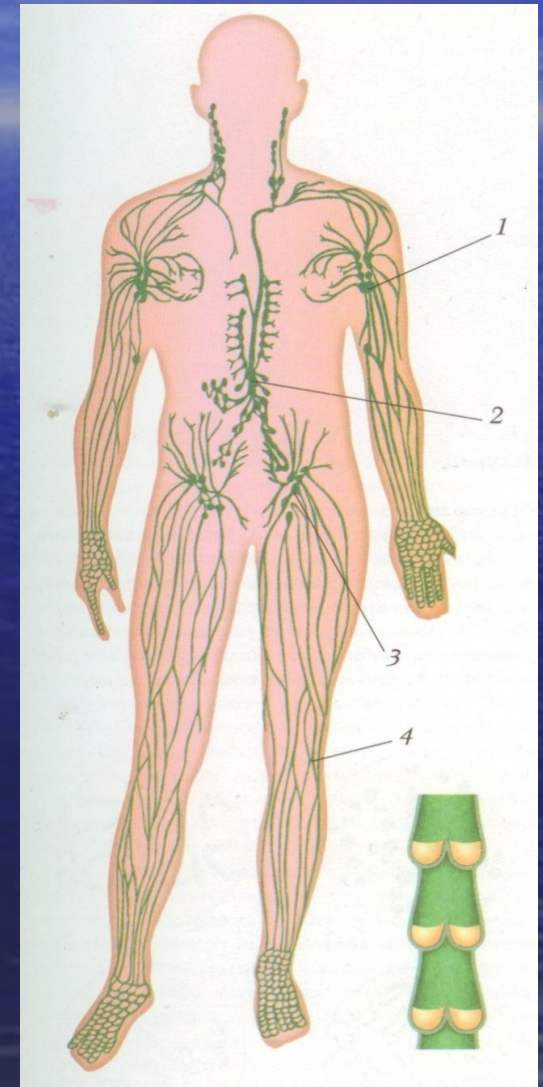
Визначення функціонального стану глибоких вен

- Функціональний стан глибоких вен визначити за допомогою маршової проби (Дельбе-Пертеса).
- У стоячому положенні накласти джгут над коліном, забезпечивши застій у поверхневих венах.
- Обстежуваний ходить 5-10 хв.
- Звернути увагу, чи звільняться від крові поверхневі вени гомілки. В нормі застійні вени повинні швидко звільнитися від крові.



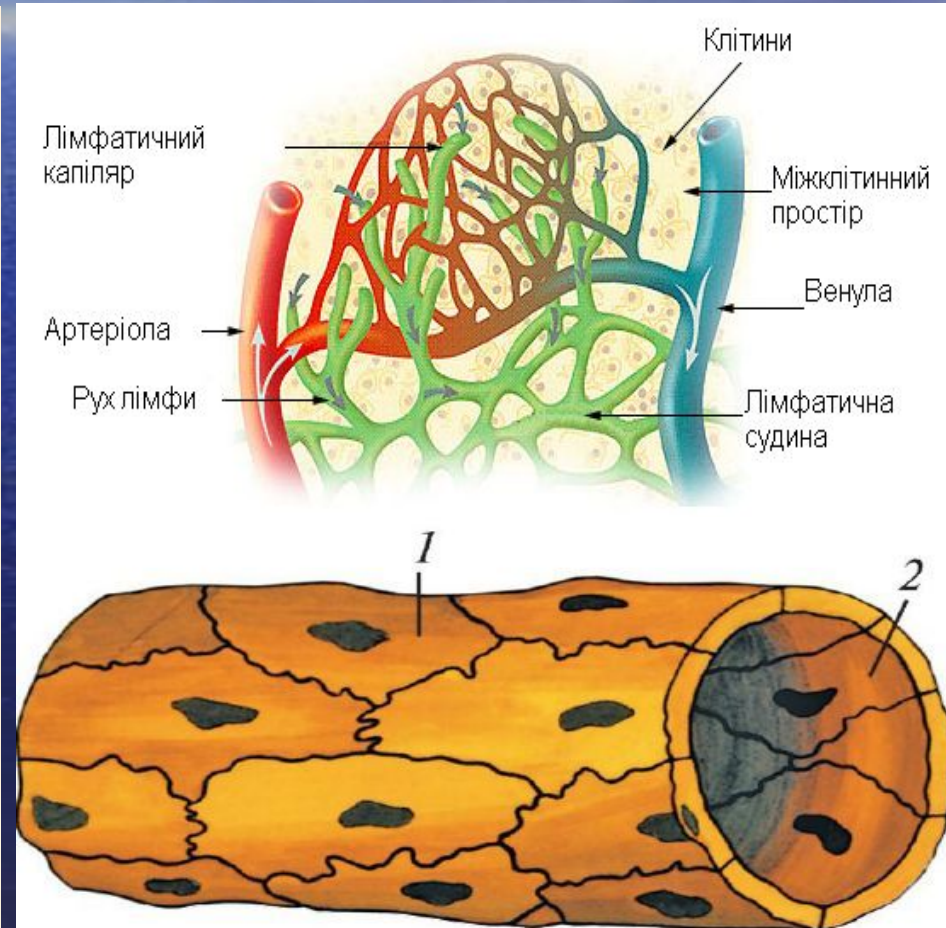
Морфо-функціональна характеристика лімфатичної системи.

- Лімфатична система складається з лімфатичних судин, лімфатичних вузлів і лімфатичних протоків. Всі тканини, крім кісткової, нервової і поверхневих шарів шкіри пронизані сіткою лімфатичних капілярів.
- При злитті декількох капілярів утворюється лімфатична судина. З кожного органу або частини тіла виходять лімфатичні судини, які направляються до регіональних лімфатичних вузлів. Судини, якими лімфа поступає у вузол, називаються приносними, судини, якими лімфа виходить з воріт вузла, називаються виносними лімфатичними судинами.



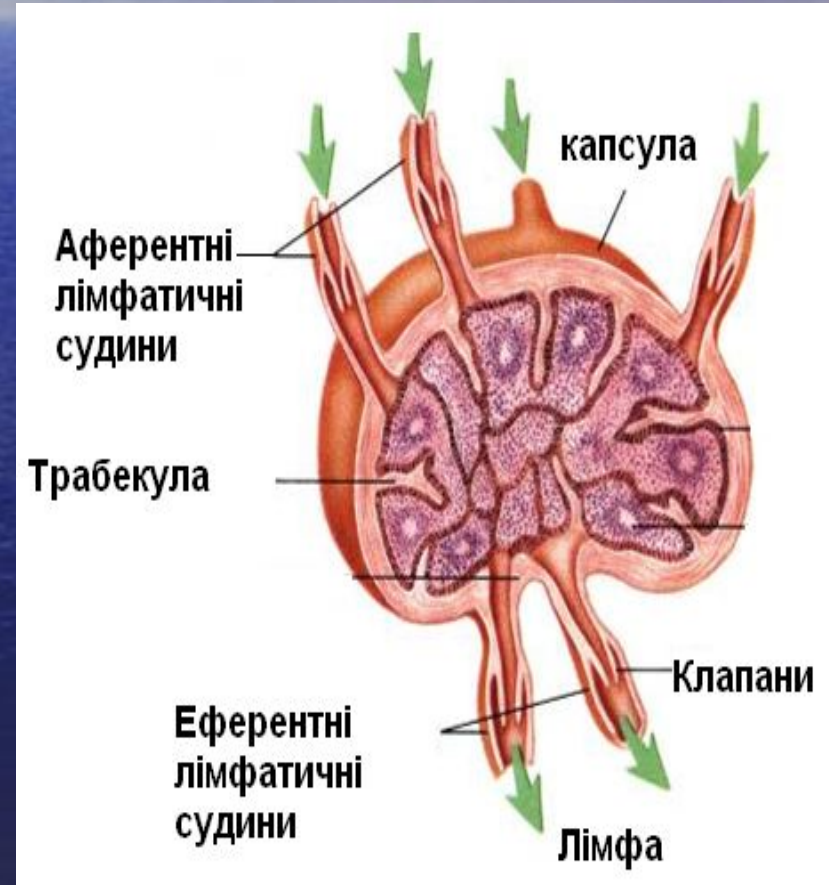
Лімфоутворення

Механізм утворення лімфи базується на процесах фільтрації, дифузії, різниці гідростатичного, онко-осмотичного тиску. Процес фільтрації рідини з крові відбувається в артеріальному кінці капіляра, повертається ж рідина в кров'яне русло у венозному кінці. В організмі людини середня швидкість фільтрації у всіх капілярах складає приблизно 20 л за добу, а швидкість зворотнього всмоктування 18 л за добу. Отже, в лімфатичні капіляри попадає 2 л рідини за добу.



Функції лімфатичних вузлів:

- Лімфатичні вузли виконують, по-перше, бар'єрно-фільтраційну функцію, завдяки присутності макрофагів і сіточки з ретикулярних волокон в просвіті синусів; по-друге, лімфатичні вузли є органами лімфопоезу (В – і Т-лімфоцити); по-третє, лімфатичні вузли - це депо лімфи.
- Основними колекторами лімфатичної системи, якими лімфа відтікає у венозне русло, є грудна лімфатична протока і шийна лімфатична протока, яка збирає лімфу від голови і прилягаючих ділянок.



Функції лімфатичної системи:

- 1. Підтримування постійного об'єму і складу тканинної рідини шляхом постійного дренування міжклітинного простору.
- 2. Перенесення поживних речовин з травного каналу у венозну систему.
- 3. Бар'єрно-фільтраційна функція – забезпечується лімфатичними вузлами.
- 4. Участь в імунологічних реакціях. У лімфатичних вузлах з В–лімфоцитів утворюються плазматичні клітини, які виробляють антитіла, знаходяться і Т–лімфоцити, які відповідають за клітинний імунітет.

Види лімфи:

- 1. Периферична – лімфа, яка відтікає від органів.
- 2. Проміжна (транспортна) – лімфа, яка пройшла через лімфатичні вузли.
- 3. Центральна – лімфа, яка знаходиться в лімфатичних протоках.

Найбільш чітка різниця між видами лімфи в клітинному складі. У периферичній лімфі клітин мало – на 90 % це лімфоцити.

У проміжній лімфі кількість лейкоцитів збільшується за рахунок утворення в лімфатичних вузлах плазмоцитів.

У центральній лімфі переважають лімфоцити, але появляються нейтрофіли, еозинофіли.

Ультразвукове дослідження лімфатичних вузлів



Механізми лімфовідтіку:

- **1. У відтоку лімфи провідне значення належить силі напірної і проштовхуючої дії рідини, проникаючої з міжклітинного простору в лімфатичні капіляри. Тобто це відбувається під впливом гідростатичного тиску. Утворена лімфа механічно виштовхує ту, яка була в лімфатичних капілярах.**
- **2. Відтоку лімфи сприяє різниця тиску в лімфатичних судинах. Так, в дрібних лімфатичних судинах тиск лімфи складає 8-10 мм вод. ст., а в місці впадіння грудної протоки у венозну систему він, як і в крупних венах, нижчий за атмосферний.**
- **3. На рух лімфи має вплив скорочення скелетних м'язів, що оточують лімфатичні шляхи. Ці скорочення створюють своєрідну помпу, яка поперемінно стискає судини.**
- **4. Лімфовідтоку сприяє зміна внутрішньочеревного тиску, рух органів травлення, а також дихальні рухи, що викликають розширення грудної протоки при вдиху і стиснення її при видиху.**
- **5. Встановлені нервові впливи на рух лімфи. При стимуляції симпатичних волокон спостерігається припинення руху лімфи внаслідок спазму лімфатичних судин.**

Механізм лімфангіону

- У переміщені лімфи значну роль відіграють ритмічні скорочення стінок лімфатичних судин. Деякі з них можуть спонтанно скорочуватися з частотою 8-10 за 1 хв. Хвиля скорочень повздожньої і циркулярної мускулатури поширюється в центральному напрямку і проштовхує лімфу через клапани, які по чергово відкриваються і закриваються

