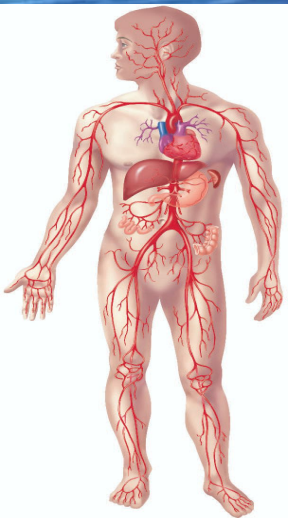
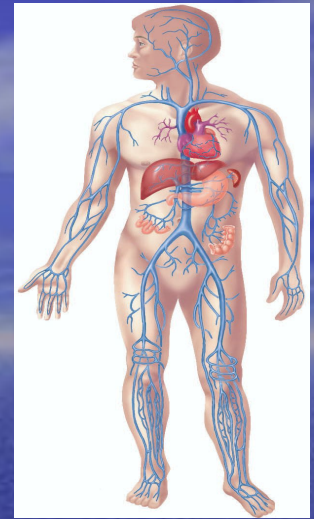


ФІЗІОЛОГІЯ КРОВОНОСНИХ СУДИН. КРОВОТІК В АРТЕРІАЛЬНІЙ СИСТЕМІ



ПЛАН ЛЕКЦІЇ:

1. Основи гемодинаміки:

- а) поняття про гемодинаміку, сили, що її визначають;**
- б) характеристика руху крові в судинах; формула Пуазейля, її похідні;**
- в) функціональні типи судин, гемодинамічні парадокси;**

2. Тиск в артеріальному руслі:

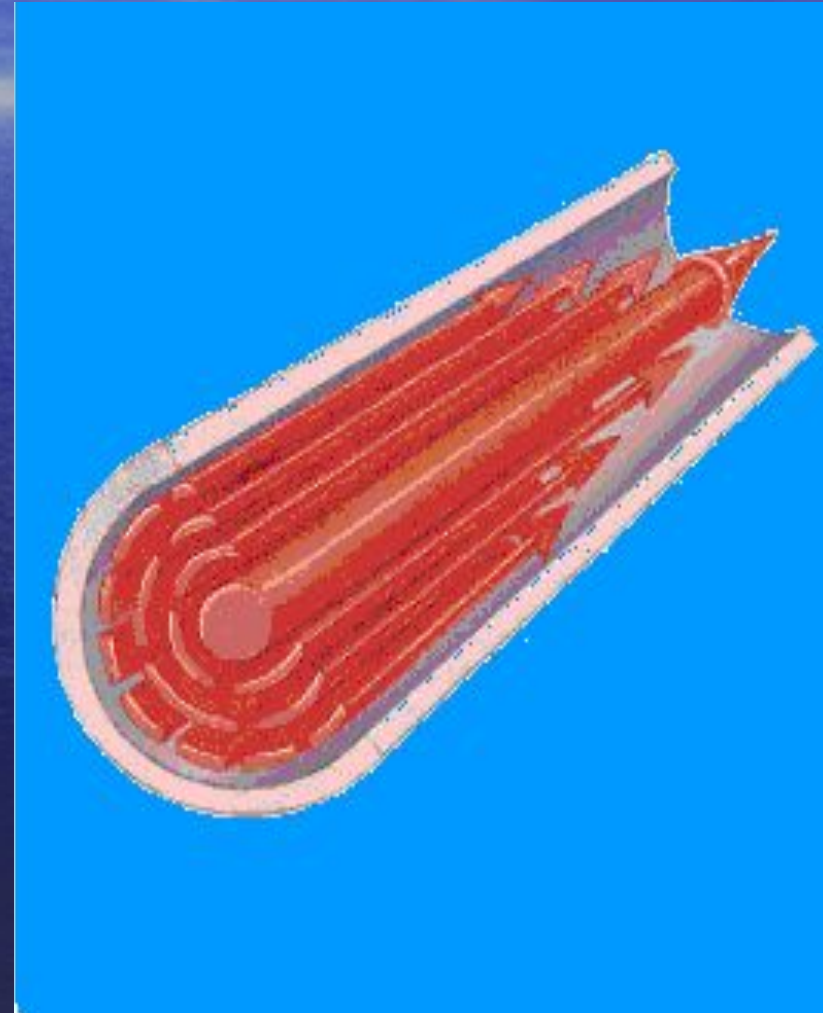
- а) фактори, які визначають величину тиску;**
- б) види артеріального тиску;**
- в) вимірювання величини кров'яного тиску.**

3. Артеріальний пульс: механізм виникнення, властивості;

- Гемодинаміка – розділ фізіології кровообігу, який вивчає причини, умови і механізми переміщення крові в серцево-судинній системі.
- Рух крові в системі кровообігу визначається двома силами: тиском, під яким вона знаходиться в судинах і опором, який виникає при її проходженні по судинах. Рушійною силою руху крові служить різниця тисків, яка виникає на початку і в кінці судини.

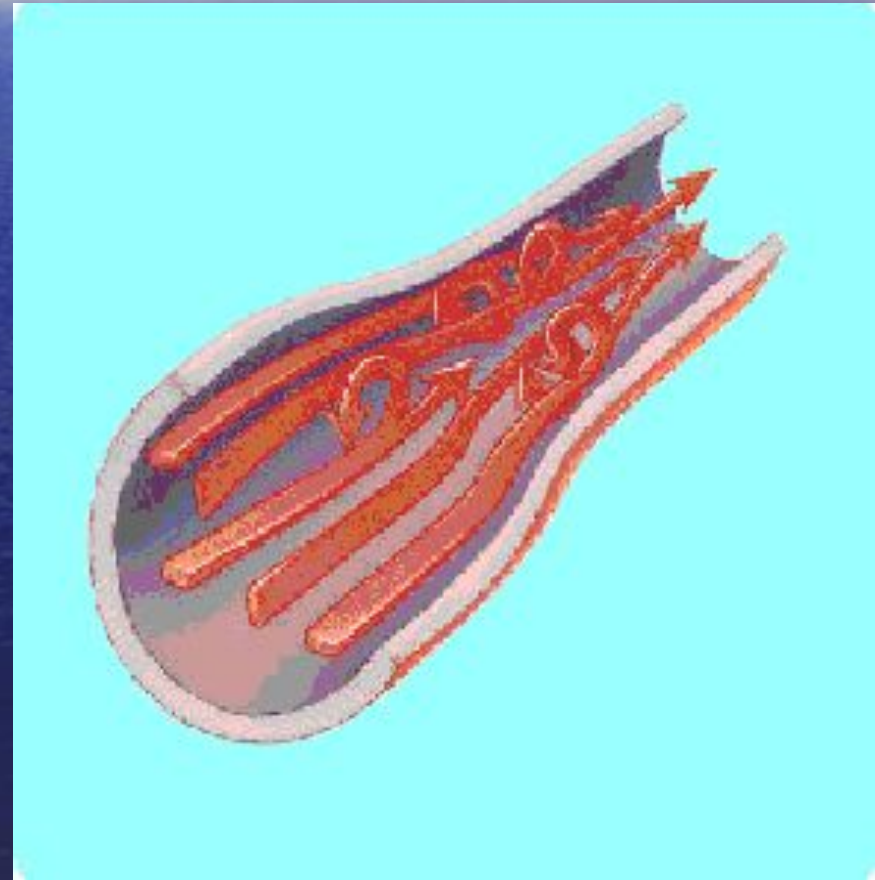
Ламінарний рух крові

Майже у всіх відділах судинної системи кров рухається циліндричними шарами. Такий рух крові має назву ламінарного. Форменні елементи крові складають центральний, осьовий потік, в якому еритроцити знаходяться в центрі, а плазма рухається біля судинної стінки. Чим менший діаметр судини, тим ближче форменні елементи знаходяться до судинної стінки і тим більше гальмується рух крові.



Турбулентний рух крові

- Крім ламінарного руху крові існує ще і турбулентний рух з характерними завихреннями. Такий рух крові звичайно виникає в місцях розгалуження або звуження артерій, в ділянках згинів судин. Це створює додатковий опір для руху крові у судинах.



Формула Пуазейля та її похідні.

- Якби кров рухалася по системі жорстих трубок, то співвідношення між тиском та характером течії рідини можна було б визначити формулою Пуазейля:

$$Q = \frac{\pi r^4 * P}{8\eta * l},$$

- де Q – об'єм протікаючої рідини через трубку радіусом r під тиском P за одиницю часу; l – довжина трубки; η – в'язкість рідини.
- Як відомо, в'язкість рідини визначається силою, яка виникає між окремими її шарами і виражається у відносних одиницях, у порівнянні з водою (в'язкість води приймається за 1). У людини в'язкість крові дорівнює 4–5 відносних одиниць. При заміні виразу (пропускна здатність трубки) на обернену величину – опір (R) одержуємо одне з основних рівнянь гемодинаміки:

$$R = \frac{8\eta l}{\pi r^4}.$$

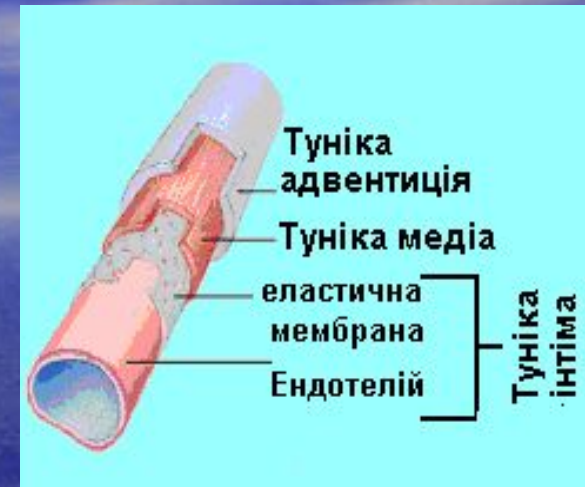
- Основний опір судинної системи зосереджений в прекапілярній частині, у дрібних артеріях та артеріолах.

ГЕМОДИНАМІЧНІ ПАРАДОКСИ

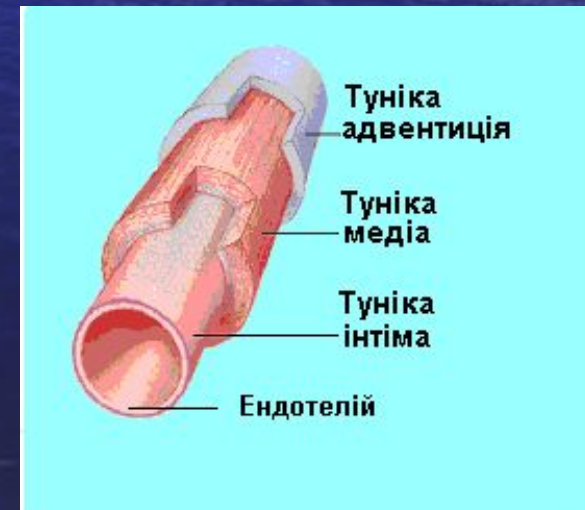
- 1. У випадку протікання крові через судини діаметром меншим 1 мм в'язкість крові зменшується. Тут залежність прямо пропорційна – чим менший діаметр, тим менша в'язкість. Це так званий феномен Фареуса–Ліндквіста. У цьому випадку в'язкість очевидно зменшується за рахунок поздовжньої орієнтації еритроцитів відносно осі судини. Такий еритроцитарний ланцюжок пересовується в оболонці з плазми, яка має низьку в'язкість.
- 2. Встановлено, що в'язкість крові зменшується із збільшенням швидкості її протікання. Це пов'язано з центральним розміщенням еритроцитів у потоці.
- 3. Об'єм крові, який викидається серцем заповнює судинну систему. Нова порція крові зможе поміститися тільки за рахунок розтягнення судин. Відповідно, чим менше вони розтягуються, тим більший опір необхідно перебороти серцю, щоб кров текла судинним руслом.

Функціональні типи судин

- 1. Компенсуючі або амортизуючі судини – це аорта, крупні артерії. В їхній стінці переважають еластичні волокна. Їхня функція перш за все – це перетворення поштовхоподібних викидів крові з серця в рівномірний потік крові.

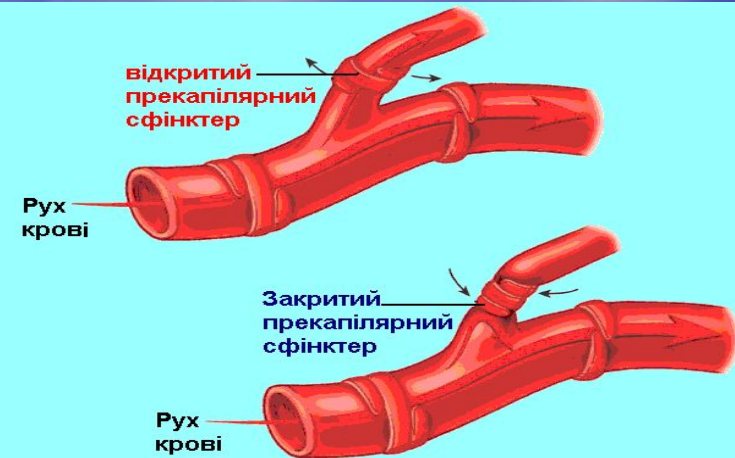


- 2. Резистивні судини або судини опору – кінцеві артерії, артеріоли, вони знаходяться в стані постійного тонусу і можуть змінювати величину просвіту. Тонус судин складається з двох компонентів - базального і вазомоторного. Базальний компонент судинного тонусу визначається структурними особливостями (наявністю колагенових волокон) і міогенним фактором - тією частиною скорочення судинної стінки, яка виникає у відповідь на розтягнення її кров'ю. Вазомоторний компонент тонусу залежить від судинозвужуючої симпатичної інервації.

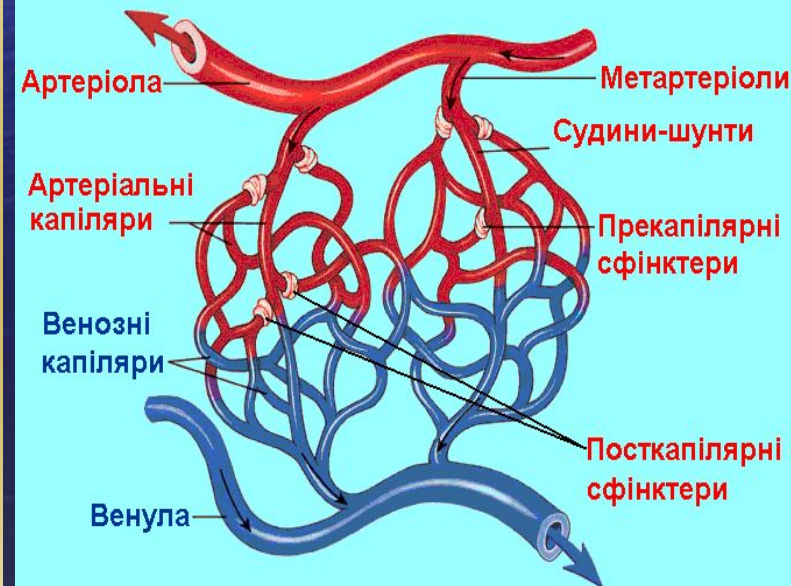


Функціональні типи судин

- 3. Між резистивними судинами і капілярами виділяють судини-сфінктери, або прекапілярні сфінктери. Вони регулюють кількість відкритих (функціонуючих) капілярів.



- 4. Обмінні судини – капіляри – тут відбувається обмін різних речовин і газів між кров'ю та тканинною рідиною. Стінка капілярів складається з одного шару клітин. Здатність до скорочення в капілярів відсутня, величина їх просвіту залежить від тиску в резистивних судинах.

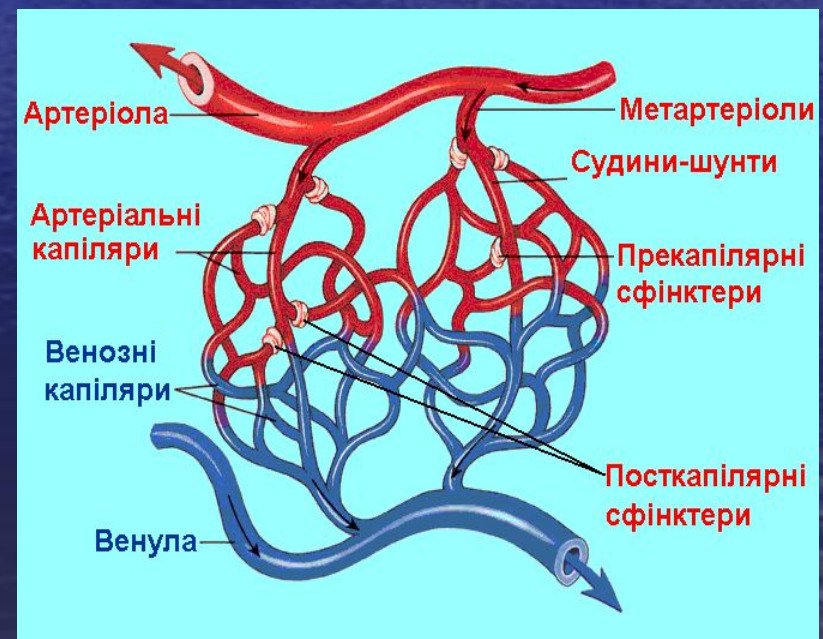


Функціональні типи судин

- 5. Ємкісні судини складають венули і вени. Тут знаходиться 75 % циркулюючої крові.



- 6. У деяких ділянках тіла (шкіра вух, носа) виділяють шунтуючі судини - це артеріально-венозні анастомози, по яких кров переходить з артеріол у венули, минаючи капіляри.



Артеріальний тиск – це тиск, який чинить кров в артеріальних судинах організму. Він відображає взаємодію багатьох факторів:

перша група факторів - серцеві:
сistolічний об'єм серця, швидкість викиду крові з шлуночків, частота серцевих скорочень;

друга група факторів – судинні:
еластичність компенсуючих артерій, тонус резистивних судин, об'єм ємкісних судин;

третья група факторів – кров'яні: об'єм циркулюючої крові, в'язкість крові, гідростатичний тиск крові.

Види артеріального тиску:

- 1. Систолічний або максимальний тиск – це тиск, що створюється внаслідок систоли лівого шлуночка.
- 2. Боковий або істинний систолічний тиск – це тиск, який чинить на бокову стінку артерії кров під час систоли.
- 3. Ударний тиск (гемодинамічний удар) – це тиск, необхідний для подолання опору току крові артеріями. Він виражає кінетичну енергію потоку крові. Визначається як різниця між систолічним і боковим тиском.
- 4. Діастолічний або мінімальний тиск - найменша величина тиску крові в кінці діастоли. Рівень діастолічного тиску в основному визначається величиною тонузу резистивних судин.
- 5. Пульсовий тиск – це різниця між величинами систолічного і діастолічного тиску.

- 6. Результуючий тиск – середньодинамічний тиск, який визначається за формулою Хікема:

$$P = P_d + \frac{P_s - P_d}{3},$$

- де P – середньодинамічний тиск; P_d – діастолічний тиск; P_s – систолічний тиск. Для визначення ідеального тиску в людей в залежності від віку рекомендуються формули Волинського згідно яких:

- Систолічний тиск = $102 + (0,6 \cdot \text{вік})$ мм рт.ст.

- Діастолічний тиск = $63 + (0,4 \cdot \text{вік})$ мм рт.ст.

КЛАСИФІКАЦІЯ ГІПЕРТЕНЗІЇ ПО РІВНЮ АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ ВІДПОВІДНО З РЕКОМЕНДАЦІЯМИ ВООЗ (1999 РІК)

Категорія	Рівень артеріального тиску	
	САТ, мм рт.ст	ДАТ, мм рт.ст.
Оптимальний АТ	< 120	< 80
Нормальний АТ	< 130	<85
Високий-нормальний АТ	130-139	85-89
Гіпертензія I ст (м'яка)	140-159	90-99
Підгрупа – погранична гіпертензія	140-149	90-94
Гіпертензія II ст (помірна)	160-179	100-109
Гіпертензія III ст (важка)	>180	>110
Ізольована систолічна гіпертензія	>140	<90
Підгрупа - погранична гіпертензія	140-149	<90

КЛАСИФІКАЦІЯ ГІПЕРТЕНЗІЇ ПО РІВНЮ АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ ВІДПОВІДНО З РЕКОМЕНДАЦІЯМИ NHLBI (2003 РІК).

Категорія	Рівень артеріального тиску	
	САТ, мм рт.ст.	ДАТ, мм рт.ст.
Нормальний АТ	< 120	< 80
Прегіпертензія	120-139	Або 80-89
Гіпертензія I ст	140-159	Або 90-99
Гіпертензія II ст	>160	Або >100

Примітка. NHLBI – Національний інститут серця, легень і крові (США)

Фремінгемська шкала ризику ймовірності виникнення всіх серцево-судинних ускладнень

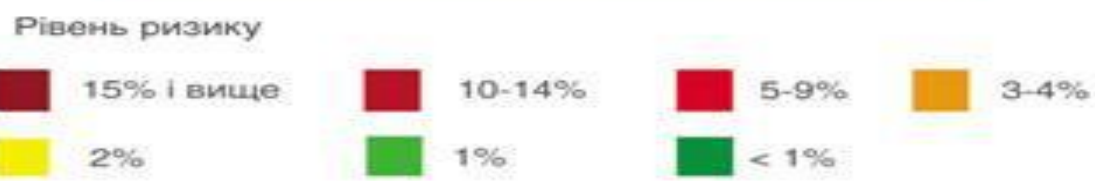
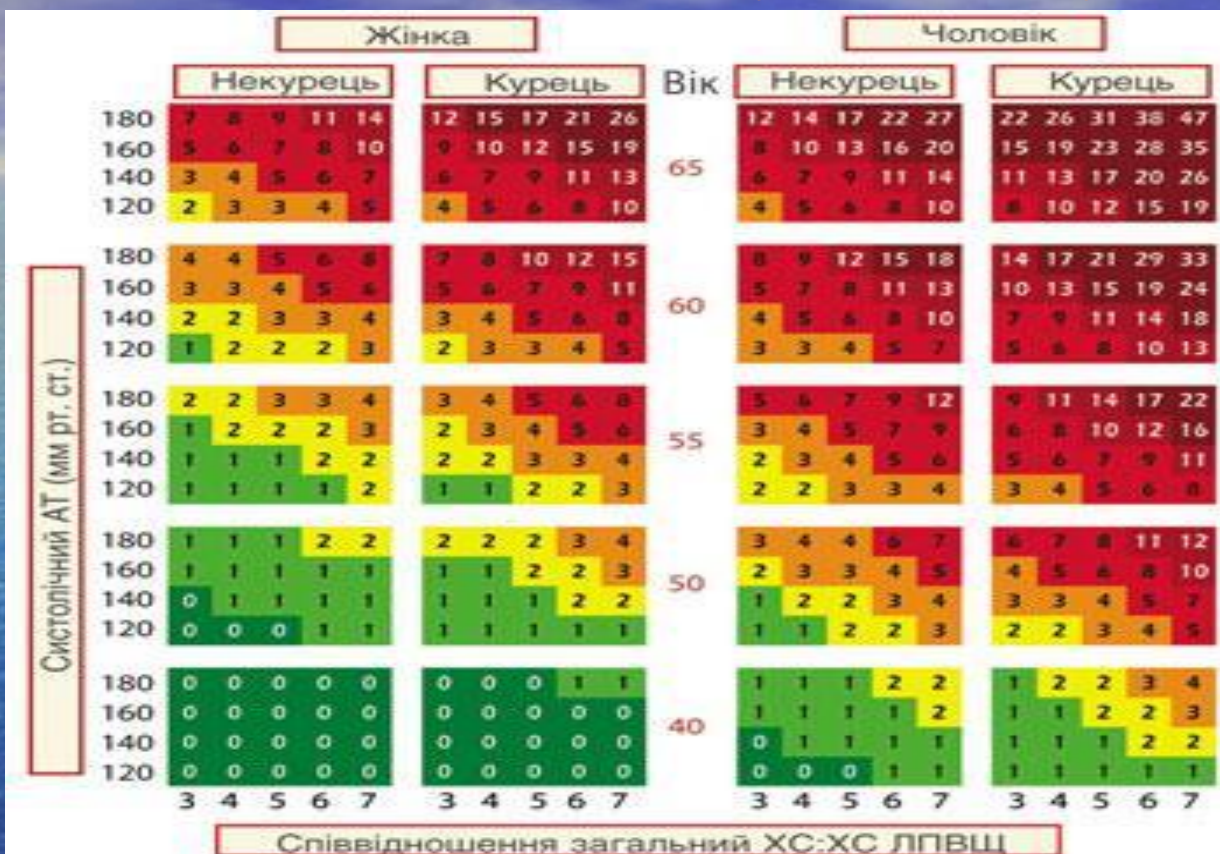


Рисунок. Визначення загального ризику фатальних серцево-судинних захворювань для населення регіонів Європи з високим рівнем ризику

Вимірювання артеріального тиску за методом Короткова



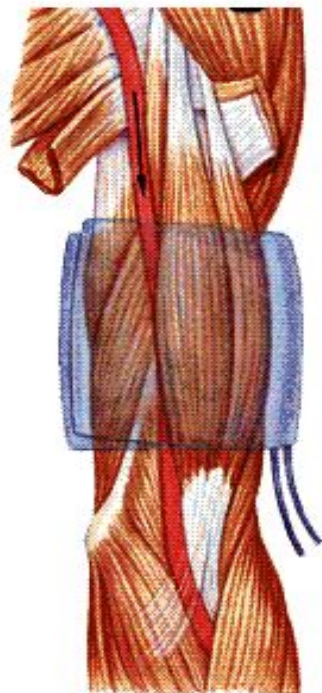
манжетка



Механізм формування тонів Короткова

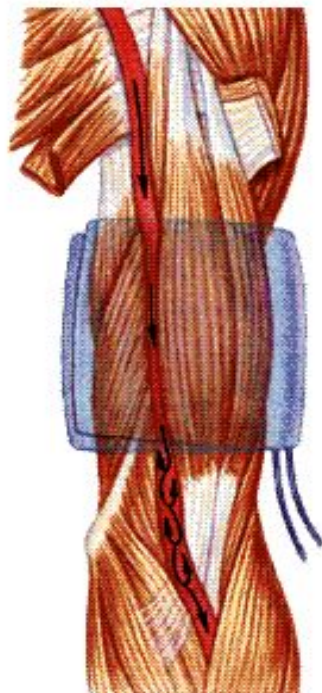
ВИМІРЮВАННЯ АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ ЗА МЕТОДОМ КОРОТКОВА

Артеріальний тиск 120/80 ммрт.ст.



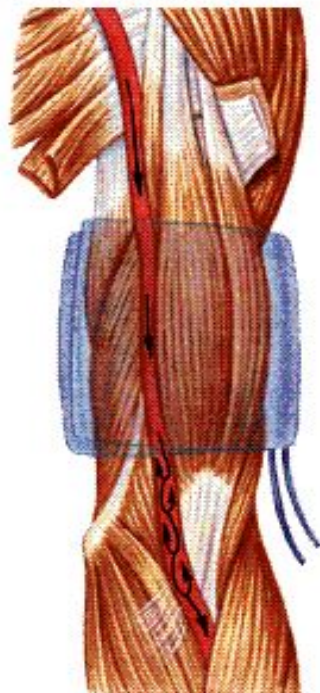
Немає звуку

Величина тиску = 140 мм рт.ст.



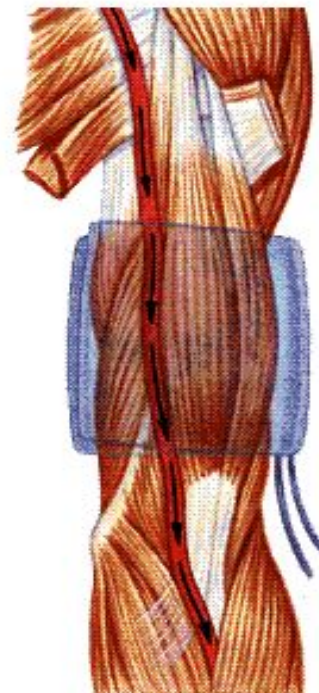
Перший тон Короткова

Величина тиску = 120 мм рт.ст.



Другий тон Короткова

Величина тиску = 100 мм рт.ст.



Останній тон Короткова

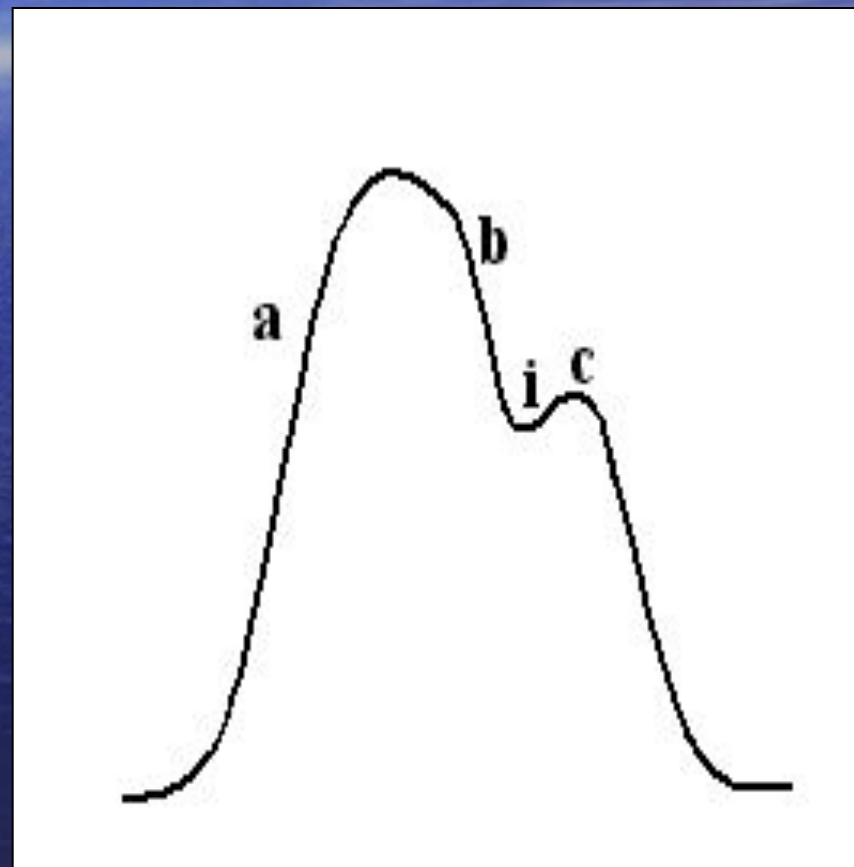
Величина тиску = 80 мм рт.ст.

Систолічний тиск = 120 мм рт.ст.

Діастолічний тиск = 80 мм рт.ст.

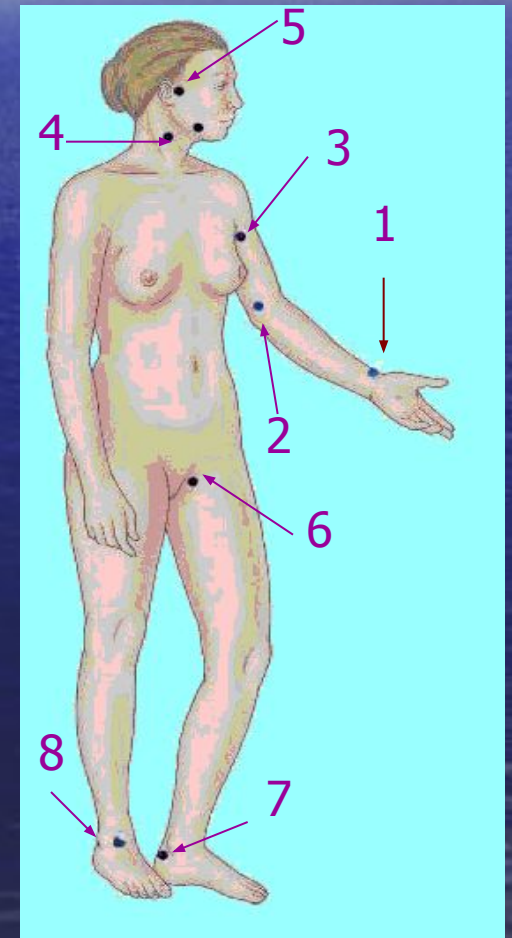
графічний метод дослідження артеріального пульсу

На сфігмограмі розрізняють крутий підйом, висхідне коліно – анакроту -а (ana – рух уверх, crotos – удар), який переходить у низхідне коліно – катакроту b (cata – вниз), яка має додаткову хвилю – дикротичну. Анакрота відповідає відкриттю півмісяцевих клапанів і виходу крові в аорту. Катакрота виникає в кінці систоли шлуночка, коли тиск у ньому починає падати. Низхідне коліно має виїмку – інцизуру (i) і додаткову хвилю –(c) вторинний, або дикротичний підйом, який співпадає із закриттям півмісяцевих клапанів аорти і відбиттям крові від них.



ПАЛЬПАТОРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ АРТЕРІАЛЬНОГО ПУЛЬСУ

1. *A. radialis*
2. *A. ulnaris*
3. *A. brachialis*
4. *A. carotica communis*
5. *A. temporalis*
6. *A. femoralis*
7. *A. dorsalis pedis*
8. *A. tibialis posterior*

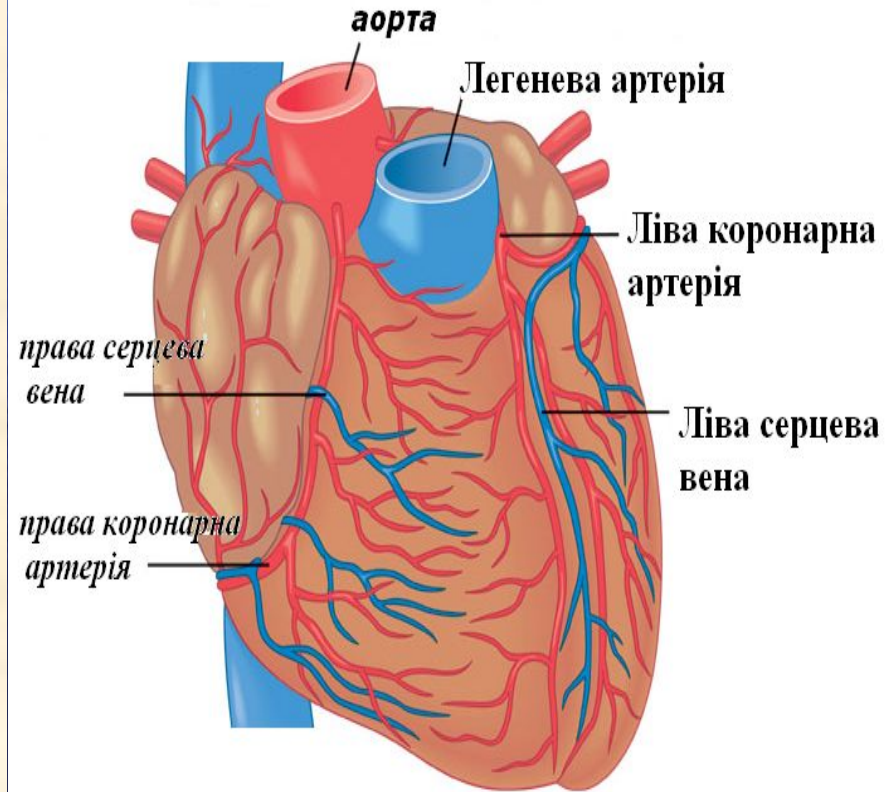


Властивості артеріального пульсу

- 1. Частота** – це кількість пульсових ударів за одиницю часу, наприклад, за одну хвилину. У нормі вона рівна кількості серцевих скорочень, тобто 75 ± 15 .
- 2. Ритм.** У здорових людей скорочення серця та пульсові хвилі йдуть одна за одною через рівні проміжки часу. Тоді говорять, що пульс ритмічний. Якщо проміжки часу між пульсовими ударами неоднакові, то пульс називається аритмічним.
- 3. Напруження.** Про напруження пульсу судять по силі, яку слід прикласти до пульсуючої артерії, щоб наступило повне зникнення пульсу. Розрізняють напружений та м'який пульс. Визначення цієї властивості страждає суб'єктивізмом.
- 4. Наповнення** – відображає наповнення досліджуваної артерії кров'ю. Залежить від об'єму судинного русла, кількості циркулюючої крові. Розрізняють повний та неповний пульс. Визначення цієї властивості страждає суб'єктивізмом.
- 5. Величина** або величина пульсового поштовху – це поняття об'єднує такі властивості як напруження та наповнення, оцінюється сфігмографічно. За сфігмограмою розрізняють великий, нормальний, малий, ниткоподібний пульс.
- 6. Форма** – визначається швидкістю пульсаторного розширення і спадання артерії. Оцінюється сфігмографічно. Розрізняють швидкий, повільний пульс.

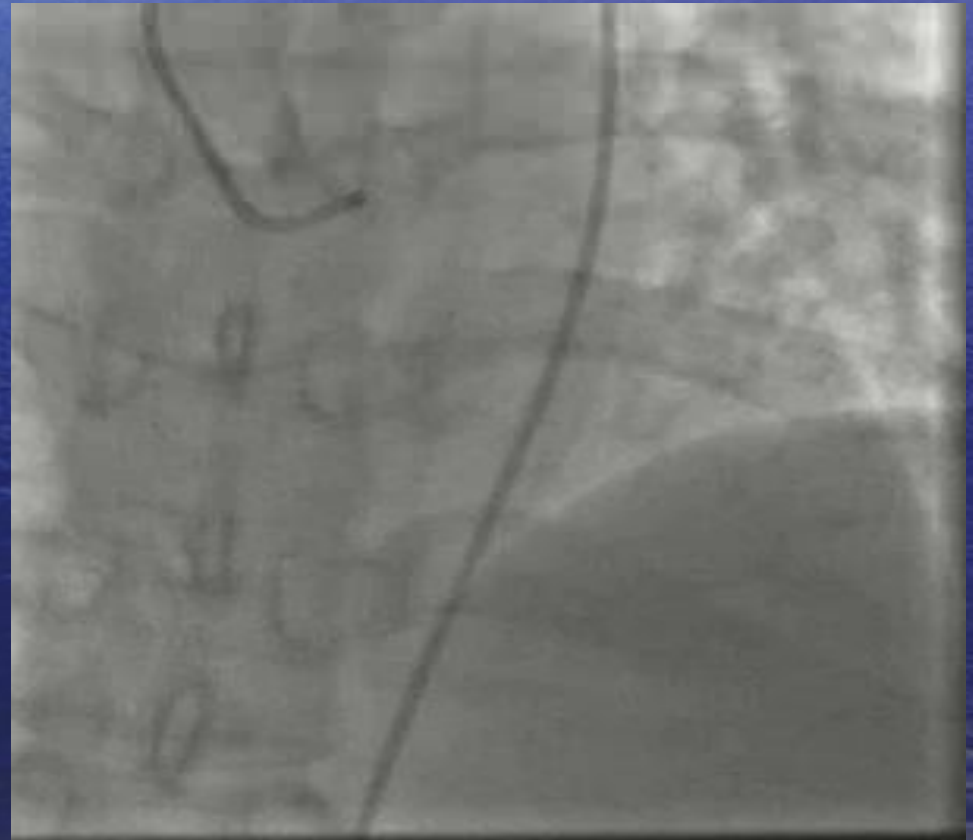
Особливості коронарного кровотоку

Міокард отримує кров по двох коронарних артеріях - правій і лівій, що відходять від кореня аорти. У коронарні артерії надходить близько 5 % серцевого викиду. Більша частини крові (65 %) протікає через ліву коронарну артерію, яка постачає кров'ю лівий шлуночок і міжшлуншлуночкову перегородку, ліве і праве передсердя. Гілки правої вінцевої артерії проникають у стінки правої половини серця.



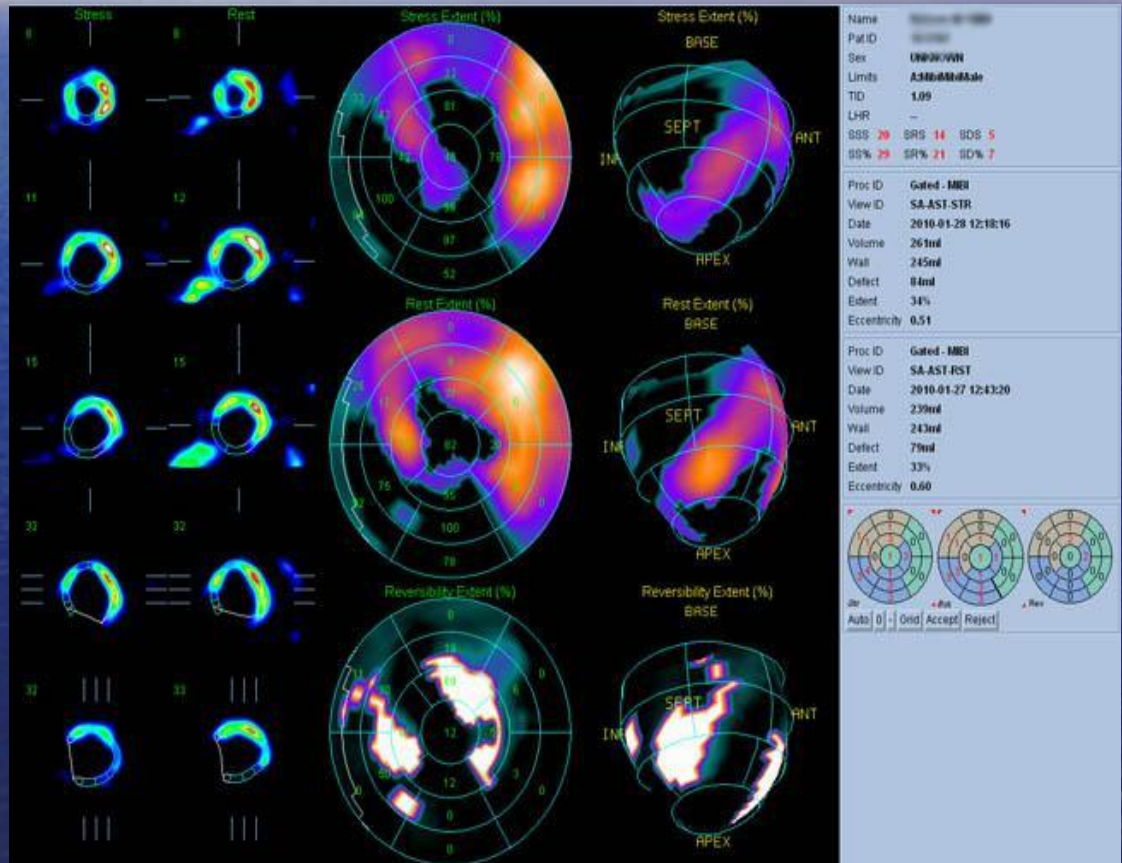
Методи оцінки коронарного кровотоку

Коронарографія – це введення контрастної речовини через зонд безпосередньо у коронарні артерії і проведення рентгенографії



Методи оцінки коронарного кровотоку

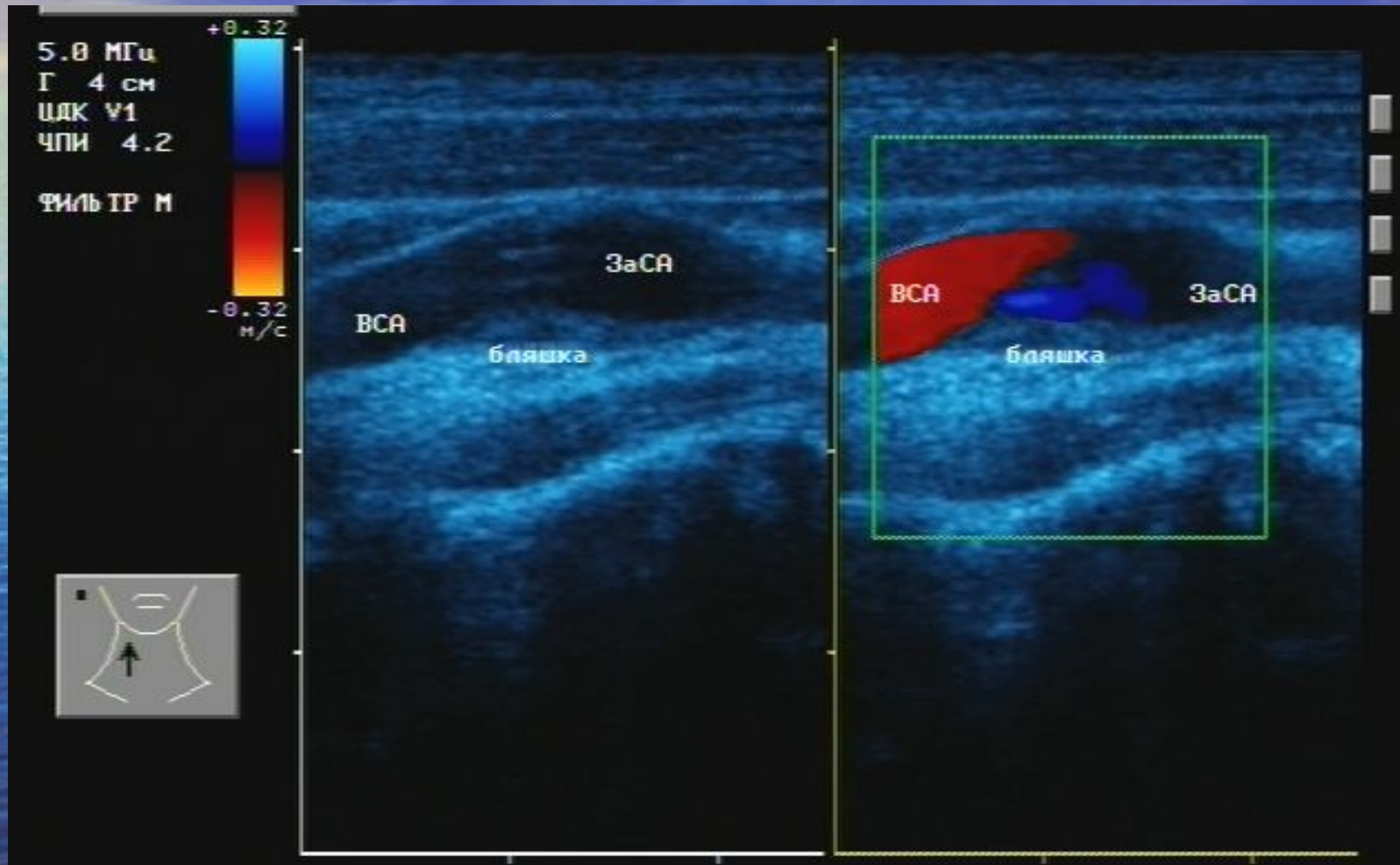
Метод перфузійної однофотонної емісійної комп'ютерної томографії міокарда (ОЕКТ) дозволяє оцінити кровопостачання клітин серця - кардіоміоцитів, у тому числі виявити зони ішемічного порушення перфузії або рубцевого пошкодження міокарда, таким чином, оцінюється життєздатність міокарда.



Метод перфузійної однофотонної емісійної комп'ютерної томографії міокарда

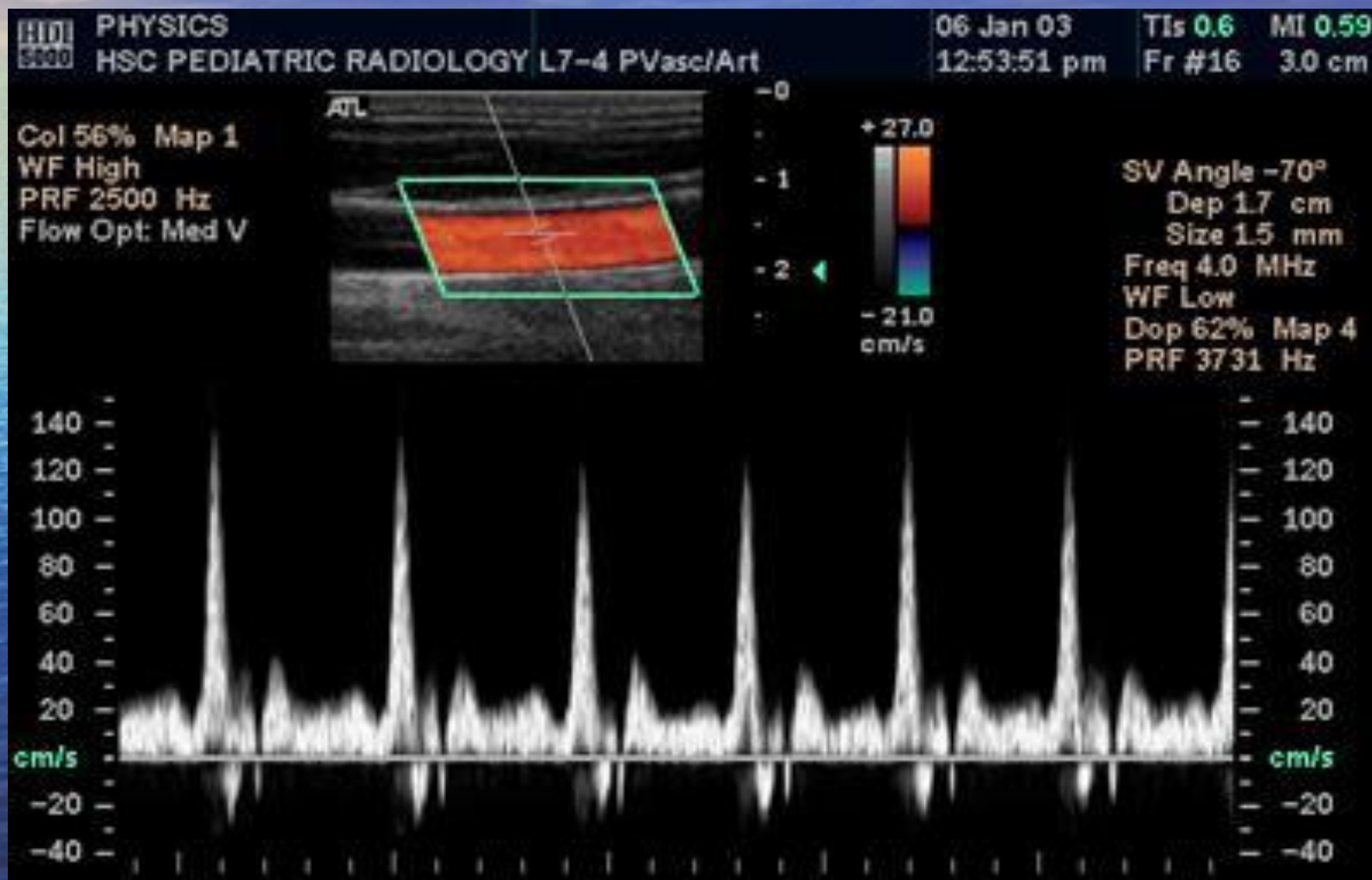


МЕТОДИ ОЦІНКИ МОЗКОВОГО КРОВОТОКУ



Допплерографія загальної сонної артерії

Спектральна доплерографія загальної сонної артерії



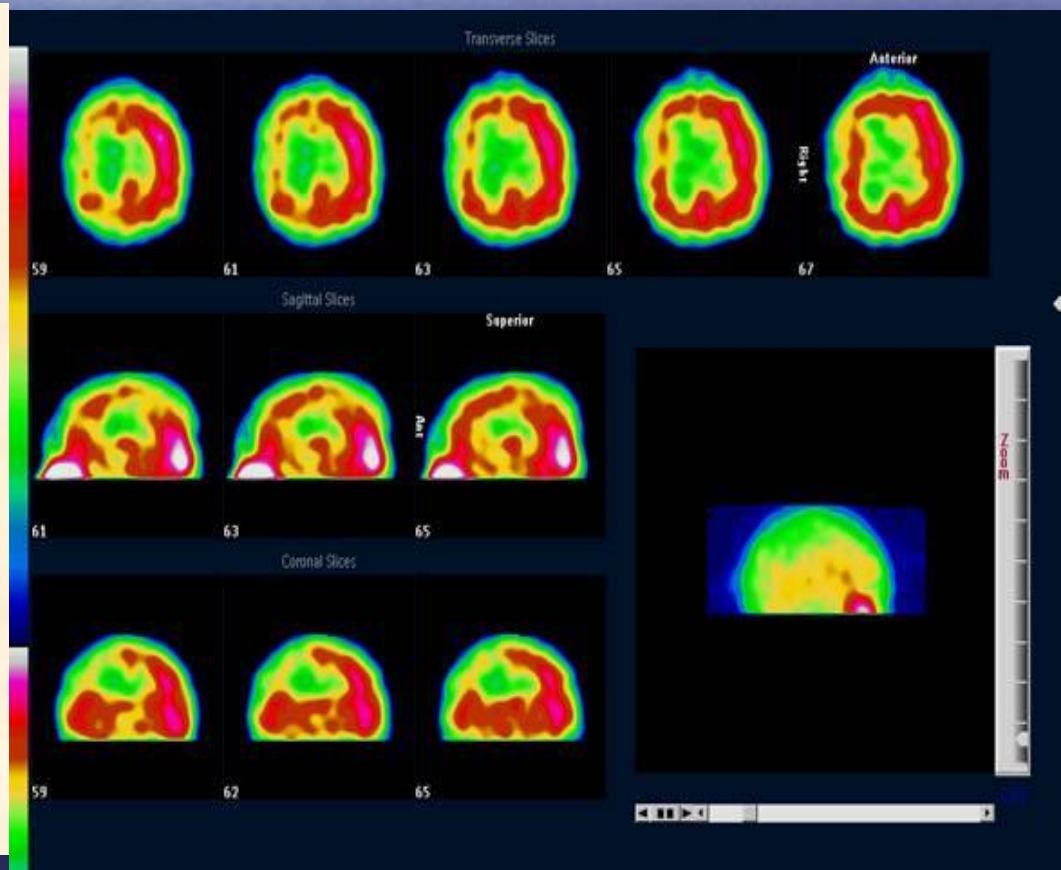
Магнітно-резонансна ангіографія артерій головного мозку



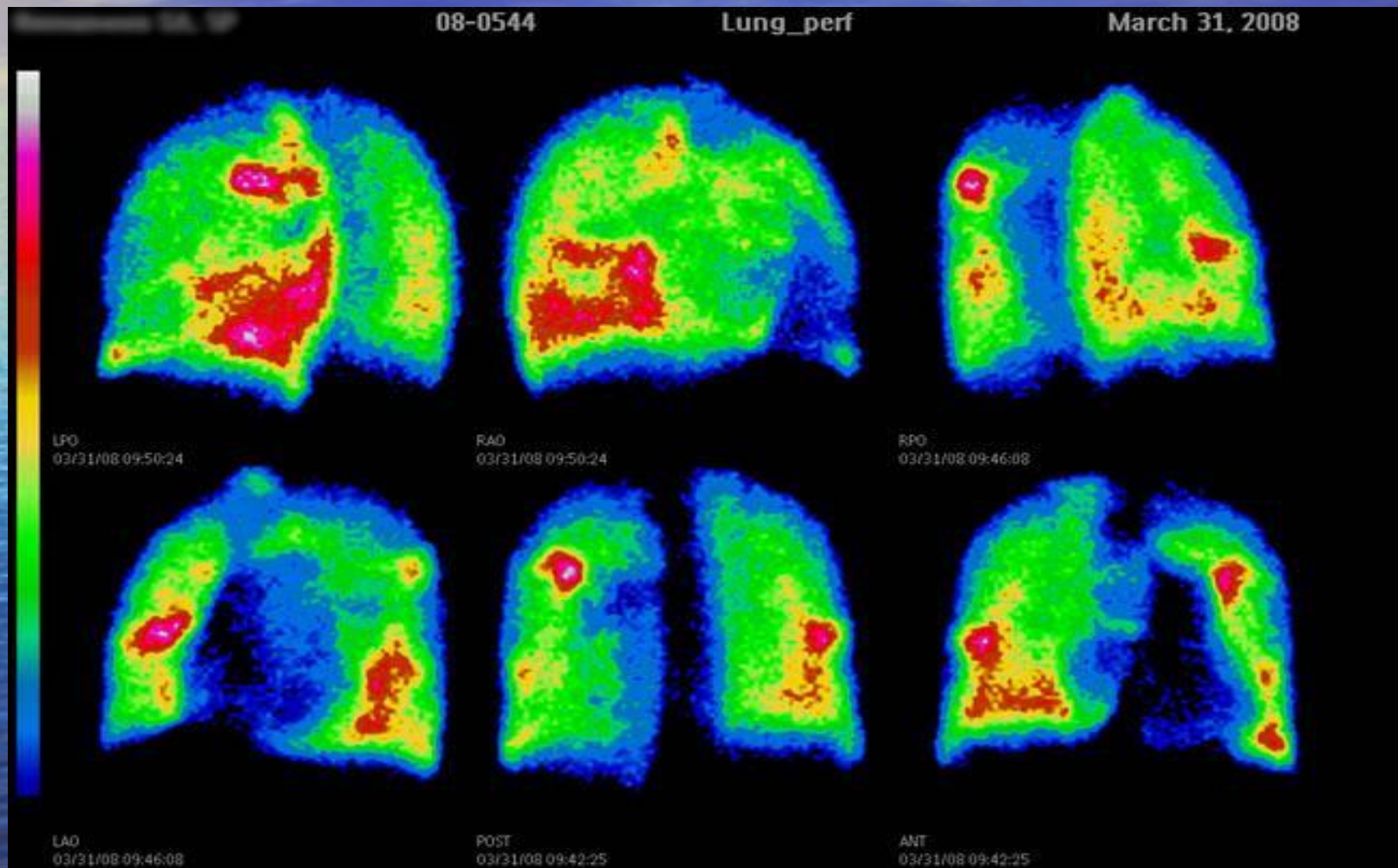
Перфузійна сцинтиграфія ГОЛОВНОГО МОЗКУ

Перфузійна сцинтиграфія

ГОЛОВНОГО МОЗКУ ДОЗВОЛЯЄ виявити порушення кровопостачання структур головного мозку на рівні мікроциркуляції, дає можливість оцінити кровотік в різних відділах головного мозку при гострих і хронічних порушеннях мозкового кровотоку, нервово-психічних розладах, травмах головного мозку.



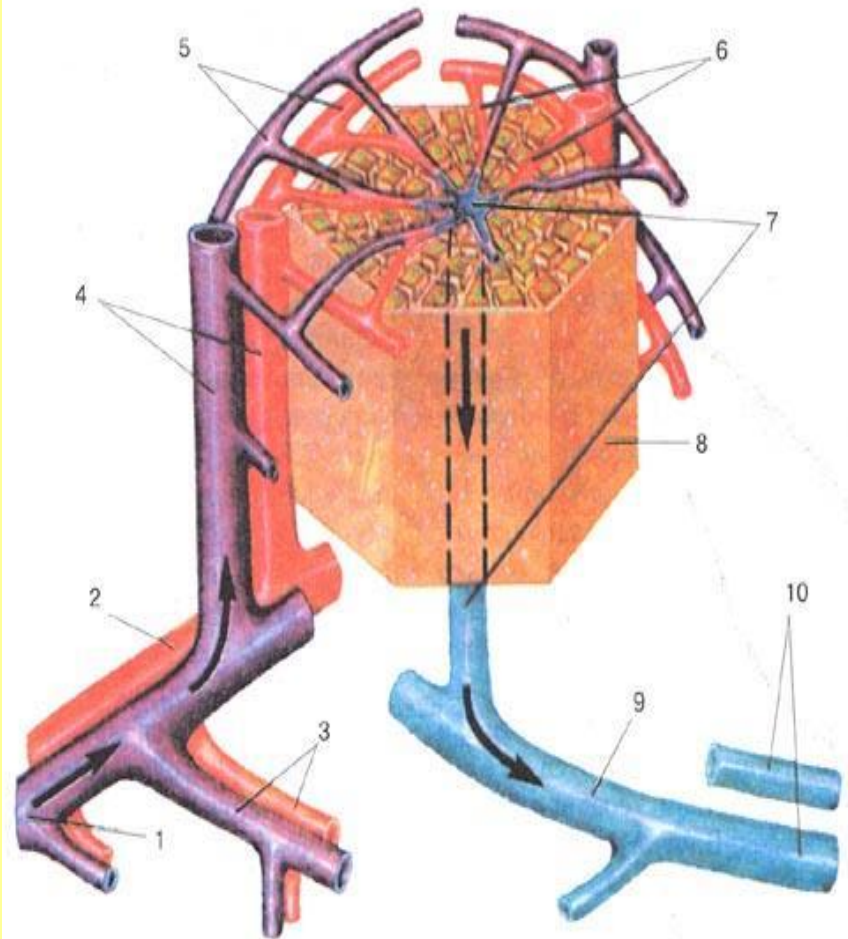
МЕТОДИ ОЦІНКИ ЛЕГЕНЕВОГО КРОВОТОКУ



Перфузійна сцинтиграфія легенів

Схема кровопостачання печінки

1. Ворітна вена.
2. Печінкова артерія
3. Сегментарні вена і артерія
4. Міждолькові вена і артерія.
5. Білядолькові вени і артерія
6. Внутрішньодолькові гемокапіляри (синусоїдні судини).
7. Центральна вена.
8. Класична печінкова часточка.
9. Піддолькова (збірна) вена.
10. Печінкові вени



Сонографія і ангіографія печінки

