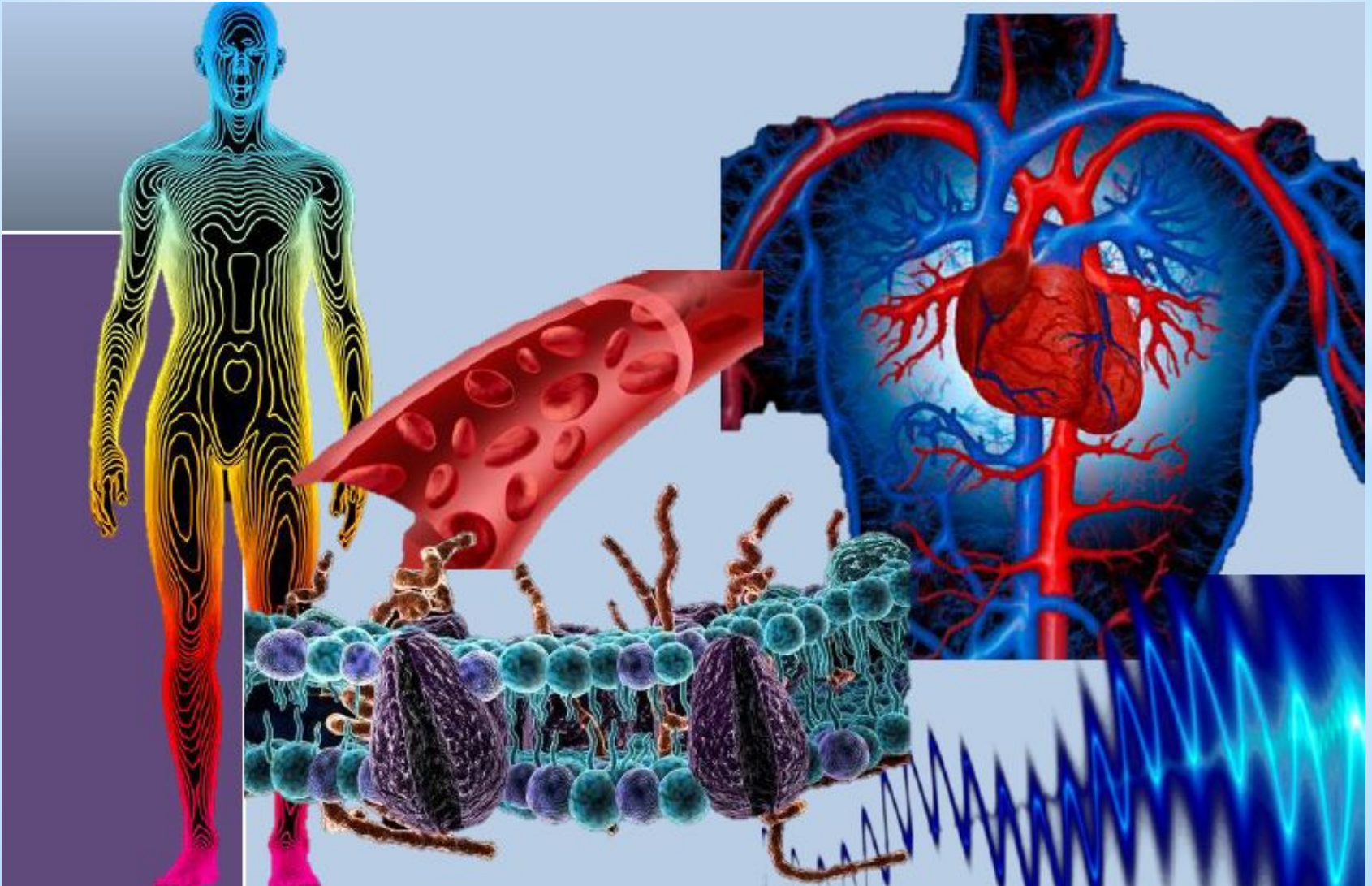


МЕДИЧНА ТА БІОЛОГІЧНА ФІЗИКА

Лектор: к.ф.-м.н, доцент, Корнющенко Ганна Сергіївна



РОЗПОДІЛ БАЛІВ ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ

СЕМЕСТР 1

9 лекцій та 18 практичних занять

Поточні заняття	Змістовна контрольна робота № 1,2,3,4	Обов'язкове домашнє завдання № 1	Обов'язкове домашнє завдання № 2, 3	Презентація	Модуль
«5» - 3 бали «4» - 2,4 бали «3» - 1,8 бали «2» - 0 балів	«5» - 10 балів «4» - 8 бали «3» - 6 бали «2» - 0 балів	«5» - 9 балів «4» - 7,2 бали «3» - 5,4 бали «2» - 0 балів	«5» - 10 балів «4» - 8 бали «3» - 6 бали «2» - 0 балів	«5» - 5 балів «4» - 4 бали «3» - 3 бали «2» - 0 балів	«5» - 80 балів «4» - 64 бали «3» - 48 балів «2» - 0 балів
3*12=36 балів	10*4=40 балів	9 балів	10*2=20 балів	5*3=15 балів	80 балів

Бали з дисципліни	Рейтинг студента (RD)	Оцінка за чотирибальною шкалою
Від 170 до 200	$0,85R \leq RD \leq 1,00R$	5
Від 140 до 169,9	$0,70R \leq RD \leq 0,85R$	4
Від 120 до 139,9	$0,60R \leq RD \leq 0,70R$	3
Нижче 120	$RD < 0,60$	2

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Я.О. Ляшенко, О.В. Хоменко, Збірник задач з фізики з прикладами розв'язання: навч. посіб.: у 2 ч. Частина 1. Механіка. Термодинаміка. Електростатика, Суми: Сумський державний університет. - 2013. - 224 с.

№ п/п	Назва навчальної літератури	Вид	Наявність, примірники в
1	В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов. Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами - М.:Геотар-Медиа, 2009. - 588 с.	Навч. посібник	1
2	Медична і біологічна фізика/ Под ред. О.В. Чалого - К.: Книга плюс, 2004. - 760 с.	Навч. посібник	2
3	Медична і біологічна фізика. Практикум/ Под ред. О.В. Чалого - К.: Книга плюс, 2004. - 760 с.	Навч. посібник	2
4	А.Н. Ремизов, А.Г. Максина, А.Я. Потапенко. Учебник по медицинской и биологической физике. - М.: Дрофа, 2003. - 217 с.	Навч. посібник	41
5	А.Н. Ремизов, А.Г. Максина, А.Я. Потапенко. Сборник задач по медицинской и биологической физике. - М.: Дрофа, 2001. - 192 с.	Навч. посібник	Електронний ресурс

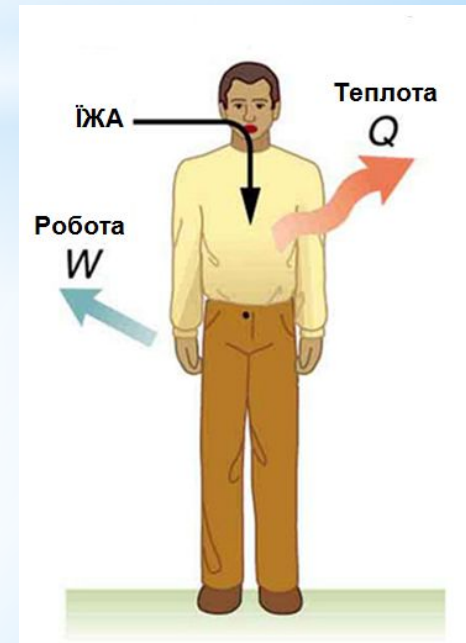
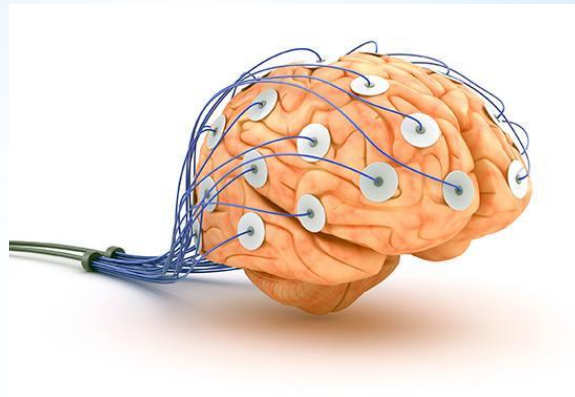
ПРЕДМЕТ ТА ЗАДАЧІ ДИСЦИПЛІНИ

Медична та біологічна фізика - це наука, що вивчає фізичні та фізико-хімічні процеси, що відбуваються в біосистемах на різних рівнях організації (клітина, тканина, орган, організм у цілому).

Зв'язок фізики і медицини

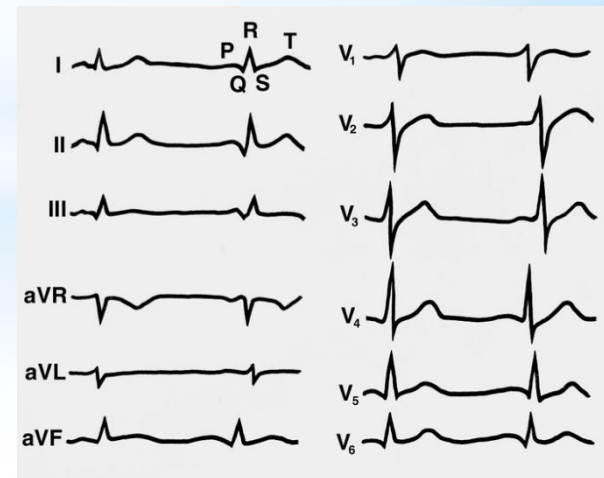
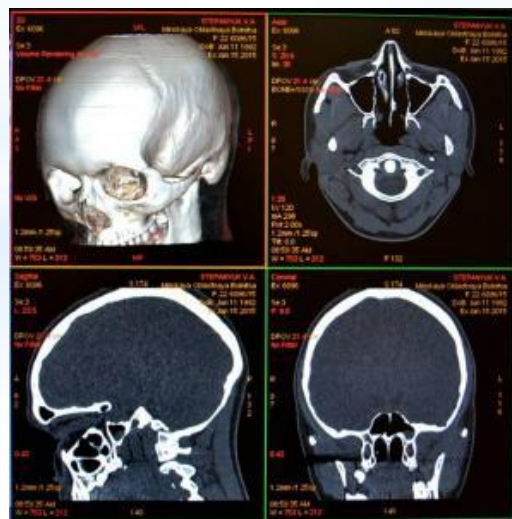
1. Фізичні процеси в організмі. Біофізика.

- кровообіг (гідродинаміка, коливання та хвилі)
- механічна робота серця (механіка)
- генерація біопотенціалів (електричність)
- теплообмін організму (термодинаміка)



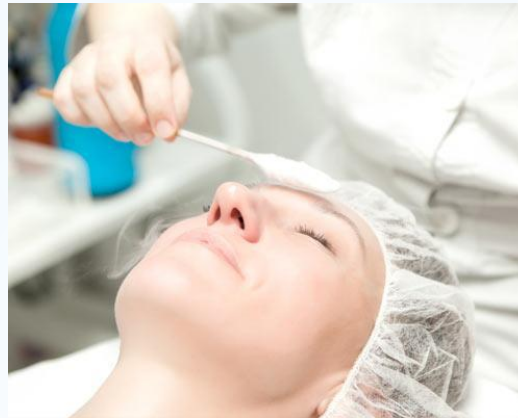
2. Фізичні методи діагностики захворювань та дослідження біологічних систем

- фізичні величини в діагностиці (тиск, температура)
- медичні діагностичні прилади (УЗД, ЕКГ, ЕЕГ, МРТ, рентгенодіагностика)
- прослуховування звуків (стетоскоп, фонендоскоп)

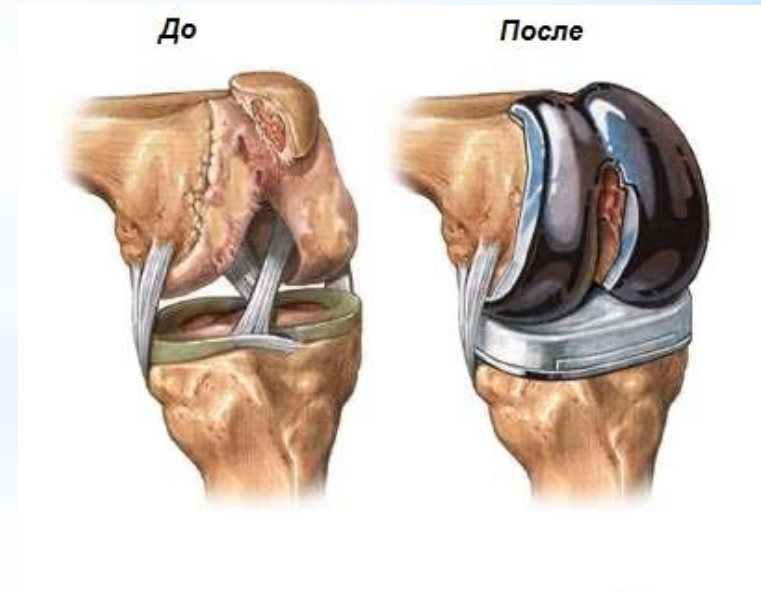
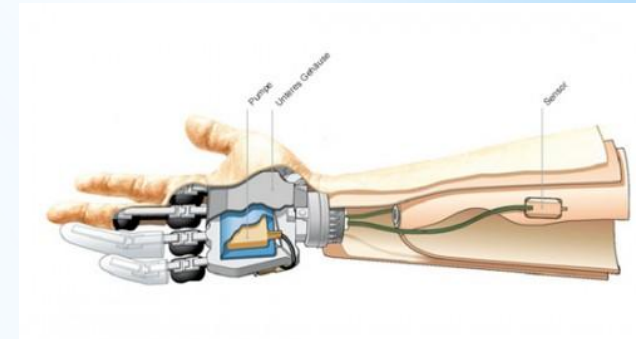


3. Дія фізичними факторами на організм з метою лікування

- охолодження(лід, кріомедицина) та нагрів (грілка) з метою лікування
- дія електричними, магнітними та електромагнітними полями
- дія світла видимого та невидимого діапазону (ультрафіолетове, інфрачервоне)
- дія рентгенівськими та гамма променями
- кліматолікування

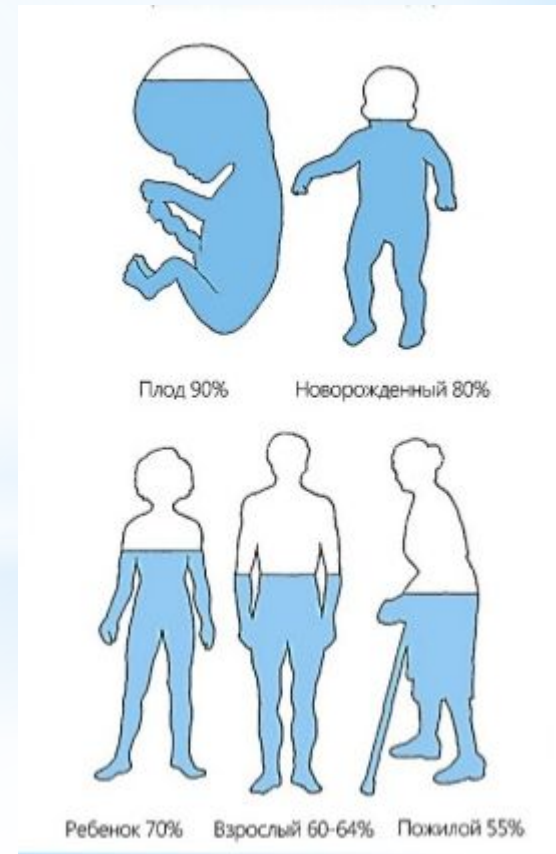
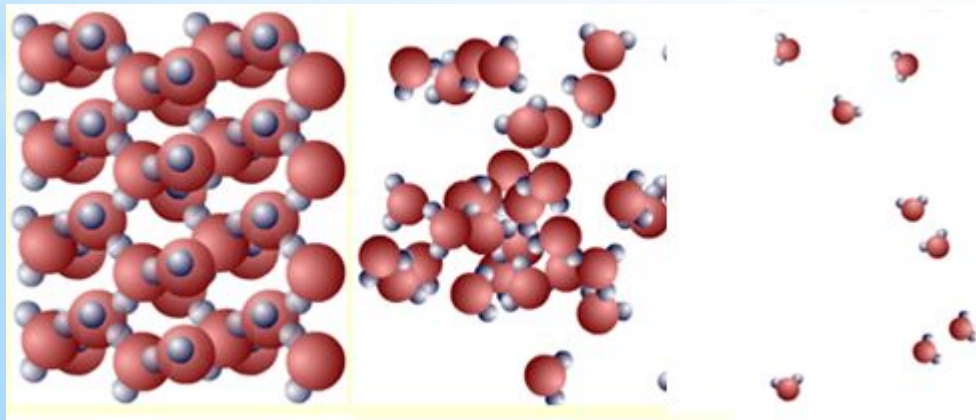


4. Фізичні властивості матеріалів, що використовуються в медицині



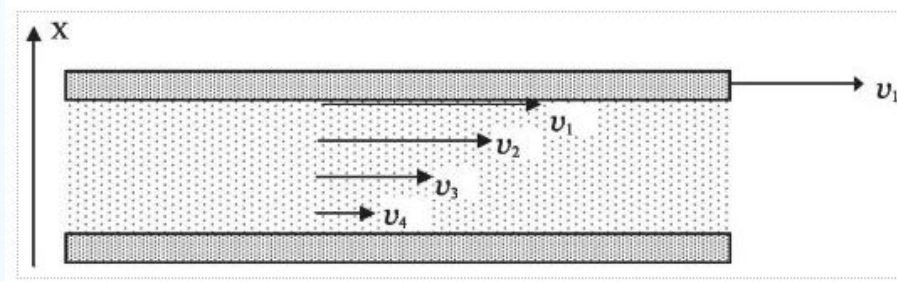
МЕХАНІКА РІДИНИ

До рідин відносять речовини, що мають властивості проміжні між газами та твердими тілами. Рідкі середовища представляють собою найбільшу частину організму (**60-70% води**), і їх рух забезпечує обмін речовин та постачає клітини киснем. Рух рідких середовищ (крові, лімфи, інтерстиціальних та клітинних рідин) у біологічних системах відіграє важливу роль, забезпечуючи умови нормальної життєдіяльності різних фізіологічних систем.



ВЛАСТИВОСТІ РІДИНИ

В'язкість (внутрішнє тертя) рідини це властивість рідини чинити опір переміщенню однієї її частини відносно іншої. В'язкість рідини обумовлена в першу чергу міжмолекулярною взаємодією, що обмежує рухливість молекул.



Основний закон в'язкого руху рідини був встановлений Ньютоном:

$$F = \eta \frac{dv}{dx} S \quad (1)$$

Де F сила внутрішнього тертя (в'язкості), що виникає між шарами при їх русі один відносно іншого; η [Па с] коефіцієнт динамічної в'язкості рідини, що характеризує опір рідини переміщенню її шарів; dv/dx градієнт швидкості, що показує на скільки змінюється швидкість v при переході від одного шару до іншого. По в'язким властивостям рідини поділяють на два види: ньютонівські та не-ньютонівські.

НЬЮТОНІВСЬКІ ТА НЕНЬЮТОНІВСЬКІ РІДИНИ

Ньютонівською називається рідина, коефіцієнт в'язкості якої залежить тільки від її природи та температури. Для ньютонівських рідин сила в'язкості прямо пропорційна градієнту швидкості, для них виконується з-н Ньютона 1.

Не-ньютонівською називається рідина, коефіцієнт в'язкості якої залежить не тільки від природи речовини і температури, але також від умов руху рідини та від градієнту швидкості. При цьому в'язкість рідини характеризується умовним коефіцієнтом в'язкості, який відноситься до певних умов (наприклад, швидкість, тиск). При цьому залежність сили тертя від градієнту швидкості нелінійна

$$F \sim \left(\frac{dV}{dx} \right)^n \quad (2)$$

Кров є не-ньютонівською рідиною внаслідок агрегації еритроцитів. Залежність сили в'язкості від градієнту швидкості для руху крові по судинам не характеризується формулою Ньютона, і є нелінійною.

В'ЯЗКІСТЬ ДЕЯКИХ РІДИН

Рідина	Температура (°C)	В'язкість (Пуаз)
Вода	20	0.01
Гліцерин	20	8.3
Повітря	20	0.00018
Кров	37	0.04



Кров людини складається з рідкої частини плазми, клітин лейкоцитів та постклітинних структур: еритроцитів, тромбоцитів

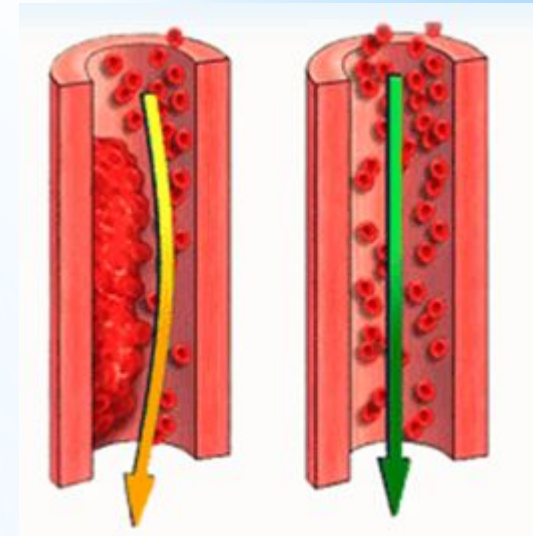
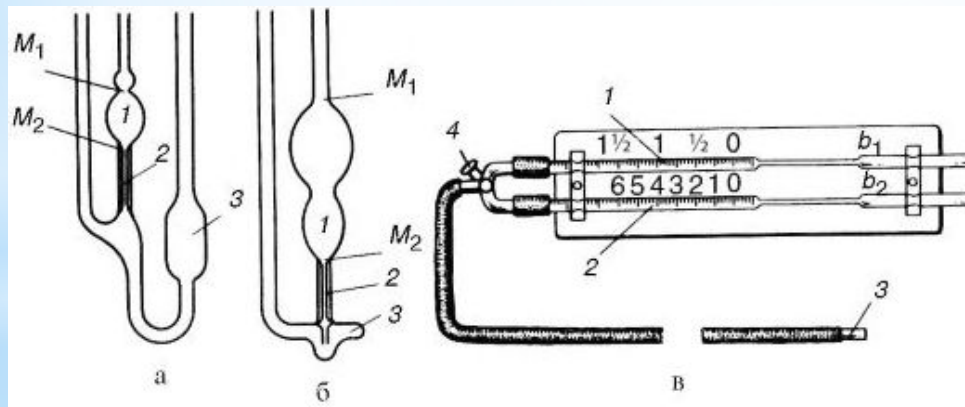
В'язкість характерна для руху крові по крупним судинам в нормі 0.042-0.06 Пуаз (1 Пуаз = 0,1 Па с), при анемії 0.02-0.03 Пуаз, при поліцетемії (збільшення еритроцитів у крові) 0.15-0.2 Пуаз. В'язкість крові зростає при зниженні температури, наприклад, при зменшенні температури з 37 до 17°C в'язкість крові зростає на 10%. Венозна кров має більшу в'язкість, ніж артеріальна. При інтенсивній фізичній роботі збільшується в'язкість крові. Деякі інфекційні захворювання збільшують в'язкість крові, інші ж, наприклад брюшної тиф або туберкульоз, навпаки зменшують.

ВИЗНАЧЕННЯ В'ЯЗКІСТЬ КРОВІ

Клінічними проявами підвищеної в'язкості крові є сонливість, втомлюваність, загальна слабкість, підвищений артеріальний тиск та інше.

Клінічними проявами зниженої в'язкості крові є її погана згортання, кровоточивість, кровотечі з носа, збільшена селезінка, низький артеріальний тиск, залізодефіцитна анемія.

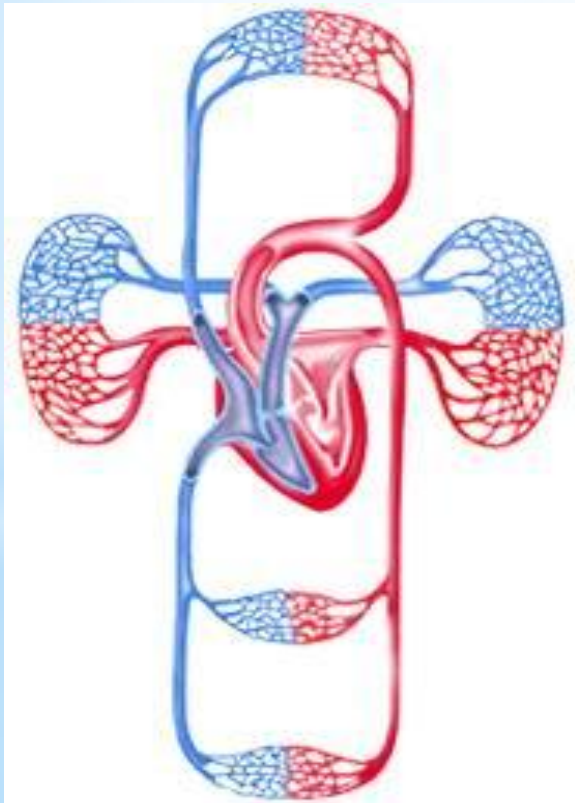
Капілярний віскозиметр



В'язкість крові впливає на такий клінічний показник крові як швидкість осадження еритроцитів (ШОЕ)

ОСНОВНІ ГЕМОДИНАМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Гемодинаміка це один з розділів біомеханіки, що вивчає закони руху крові по кровоносним судинам. Задача гемодинаміки встановити зв'язок між основними гемодинамічними показниками, а також їх залежність від фізичних параметрів крові і кровоносних судин. До основних гемодинамічних показників відносять тиск і швидкість руху крові.



ЗНАЧЕННЯ СЕРЕДНЬОГО ТИСКУ НА ВХОДІ В ОСНОВНІ ТИПИ СУДИН

Тиск – фізична величина, яка чисельно дорівнює силі, що діє на одиницю площі поверхні тіла. В організмі людини важливу роль відіграють наступні величини тиску: кров'яний тиск (артеріальний та венозний), очний тиск, тиск у легенях, тиск спинно-мозкової рідини.

Кров'яний тиск це сила, що діє з боку крові на одиницю площі судини. $P = F/S$. В системі СІ одиниці виміру тиску Паскалі (Па), в медицині використовують мм.рт.ст.

Взаємозв'язок між одиницями $750 \text{ мм.рт.ст} = 101325 \text{ Па}$.

Рух крові по судинах можливий завдяки різниці тисків на початку і в кінці кола кровообігу.

Судина	Середній тиск, мм.рт.ст.	Діаметр судини, мм
Аорта	100	20
Артерії	95	4
Артеріоли	86	0.05
Капіляри	30	0.008

ШВИДКІСТЬ РУХУ КРОВІ

Розрізняють об'ємну та лінійну швидкості руху крові.

Лінійна швидкість v представляє шлях, що проходять частинки крові в одиницю часу. $v = l/t$. Одиниці виміру м/с.

Об'ємною швидкістю Q називають величину, що чисельно дорівнює об'єму рідини, який протікає через заданий поперечний перетин судини в одиницю часу. $Q = V/t$, одиниці виміру м³/с.

Швидкість кругообігу крові відображає час, за який кров проходить велике і мале коло кровообігу. Для визначення швидкості кровообігу звичайно використовують введення «мітки» з наступним контролем за її появою у відповідній ділянці. У людини повний час кровообігу складає 20-23 секунди. При цьому на проходження малого кола кровообігу припадає біля 1/5 часу, а на проходження великого - близько 4/5.

Лінійна швидкість кровотоку дорівнює:

аорта	- 50-60 см/с;
крупні артерії кінцівок	- 30-40 см/с;
середні артерії кінцівок	- 3-4 см/с;
артеріоли	- 0,3-0,5 см/с.
капіляри	- 0,3-0,5 мм/с.
середні вени	- 10 см/с
Нижні порожнисті вени	- 20-25 см/с



ЗВ'ЯЗОК МІЖ ЛІНІЙНОЮ ТА ОБ'ЄМНОЮ ШВИДКІСТЮ КРОВОТОКУ

Лінійна та об'ємна швидкості зв'язані між собою співвідношенням:

$$Q = v \cdot S,$$

де S це площа поперечного перетину потоку рідини.

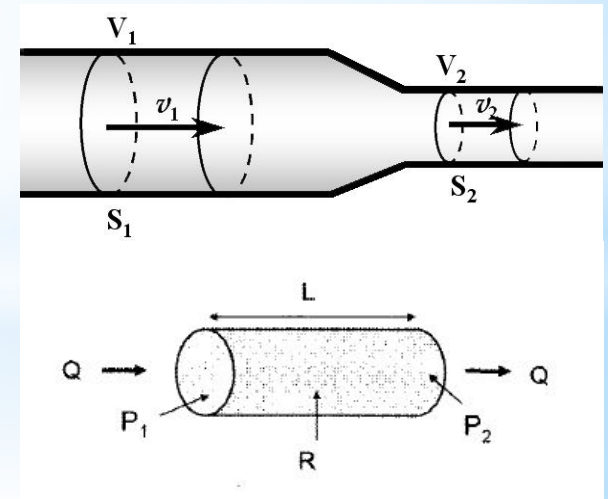
Так як рідина нестискаєма (тобто, її густина всюди однакова), то через будь-який поперечний переріз судини в одиницю часу протікають однакові об'єми рідини. Тобто, $Q = vS = const$. Цей закон носить назву нерозривності течії. З цього закону випливає, що об'ємна швидкість кровотоку у будь-якому перетині судинної системи є постійною величиною.

$$v_1 S_1 = v_2 S_2.$$

Закон Пуазейля:

$$Q = \frac{\pi R^4}{8 \eta} \cdot \frac{P_1 - P_2}{l}$$

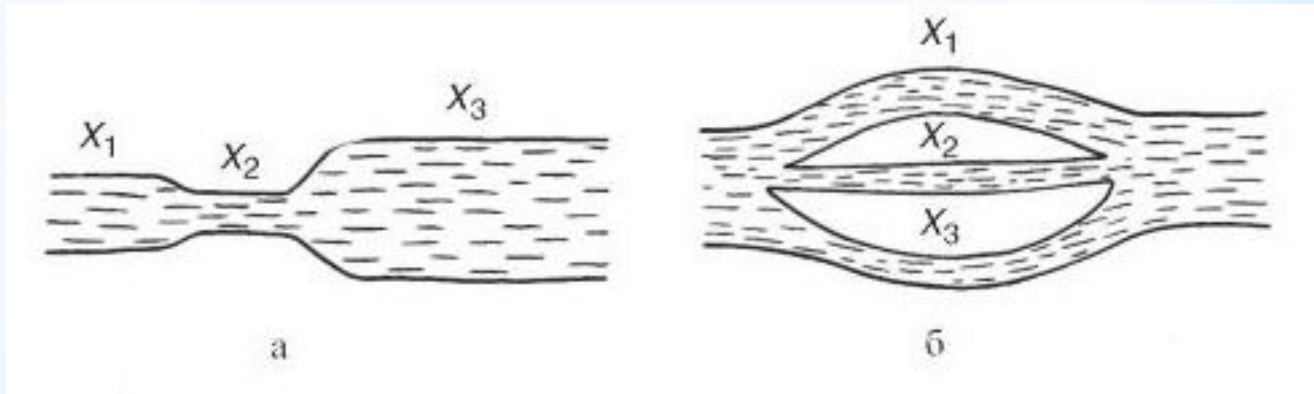
Величина $X = \frac{8 \eta l}{\pi R^4}$ називається гідравлічним опором судини.



ГІДРАВЛІЧНИЙ ОПІР СУДИНИ

$$X = X_1 + X_2 + X_3$$

$$\frac{1}{X} = \frac{1}{X_1} + \frac{1}{X_2} + \frac{1}{X_3}$$



В рідинах в процесі їх руху потенціальна енергія витрачається на роботу по долаттю сил внутрішнього тертя, тому тиск рідини при русі падає. Падіння тиску визначається формулою:

$$\Delta P = XQ = \frac{8\eta l}{\pi R^4} Q$$

Так із зменшенням радіусу судини на 20% падіння тиску збільшується більш ніж в два рази. Не випадково основні фармакологічні засоби по нормалізації тиску направлені перш за все на зміну просвіту судин. Як видно з останньої формули падіння тиску сильно залежить від радіусу судин. Для здорової людини систолічний тиск крові 120 мм.рт.ст., а діастолічний артеріальний тиск 80 мм.рт.ст. Тому середній тиск у нормі 100 мм.рт.ст.