

ЛЕКЦІЯ №2

з курсу «Фізіологія серцево-судинної
і дихальної систем»

на тему: *«Фізіологія дихальної
системи»*

Викладач курсу: доцент кафедри
фізіології, імунології і біохімії
з курсом цивільного захисту та
медицини

Григорова Наталя Володимирівна

ПЛАН

1. Сутність і значення процесів дихання.
2. Дихальна система.
3. Зовнішнє дихання.
4. Транспорт газів кров'ю.
5. Регуляція дихання.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Атлас фізіології человека. Схеми. Таблицы. Рисунки : навч. посіб. під ред. Малоштан Л. Н. Харків : «Бурун и К», 2014. 416 с.
2. Белан, С. М., Карвацький І. М., Шевчук В. Г. Фізіологія : навч. посіб. Київ : Книга плюс, 2021. 172 с.
3. Ганонг В. Ф. Фізіологія людини / пер. з англ. ; наук. ред.: М. Гжегоцький, В. Шевчук, О. Заячківська. Львів : БаК, 2002. 784 с.
4. Медична фізіологія за Гайтоном і Голлом [Текст = Guyton and Hall. Textbook of Medical Physiology : підруч.: пер. з англ. 14-го вид. : у 2 т. Т. 1 / Дж. Е. Голл, М. Е. Голл ; наук. ред. пер.: К. Тарасова, І. Міщенко. Київ : ВСВ Медицина, 2022. 634 с.
5. Фекета В.П. Курс лекцій з фізіології людини. Ужгород : Гражда, 2006. 296 с.
6. Фізіологія : підруч. для студ. вищ. мед. навч. закл. IV рівня акредитації / В. Г. Шевчук [та ін.] ; за ред.: В. Г. Шевчука; рец.: Г. І. Ходоровський, І. С. Магура, О. О. Мойбенко; МОЗ України. 5-те вид. Вінниця : Нова книга, 2021. 448 с.
7. Філімонов В. І. Фізіологія людини : підручник. 4-е видання. Київ : Медицина, 2021. 488 с.

1. Сутність і значення процесів дихання

ДИХАННЯ – сукупність процесів, що забезпечують споживання організмом кисню (O_2) та виділення вуглекислого газу (CO_2).

ЕТАПИ ДИХАННЯ:

1. **Зовнішнє дихання**, або **вентиляція легень** – обмін газами між атмосферним та альвеолярним повітрям.
2. Обмін газів між альвеолярним повітрям та кров'ю капілярів малого кола кровообігу.
3. Транспорт газів кров'ю (O_2 та CO_2).
4. Обмін газів у тканинах між кров'ю капілярів великого кола кровообігу та клітинами тканин.
5. **Тканинне**, або **внутрішнє дихання** – процес поглинання тканинами O_2 та виділення CO_2 (окислювально-відновні реакції у мітохондріях з утворенням АТФ).

2. Дихальна система

До дихальної системи належать:

- дихальні шляхи;
- органи газообміну – легені;
- система забезпечення вентиляції легень – грудна клітка, дихальні м'язи, дихальний центр.

ФУНКЦІЇ ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

1. Забезпечення організму киснем та використання його в окисно-відновних процесах.
2. Утворення та виділення з організму надлишку вуглекислого газу.
3. Окислення (розпад) органічних сполук із виділенням енергії.
4. Виділення летких продуктів метаболізму (пари води (500 мл на добу), алкоголю, аміаку та ін.).

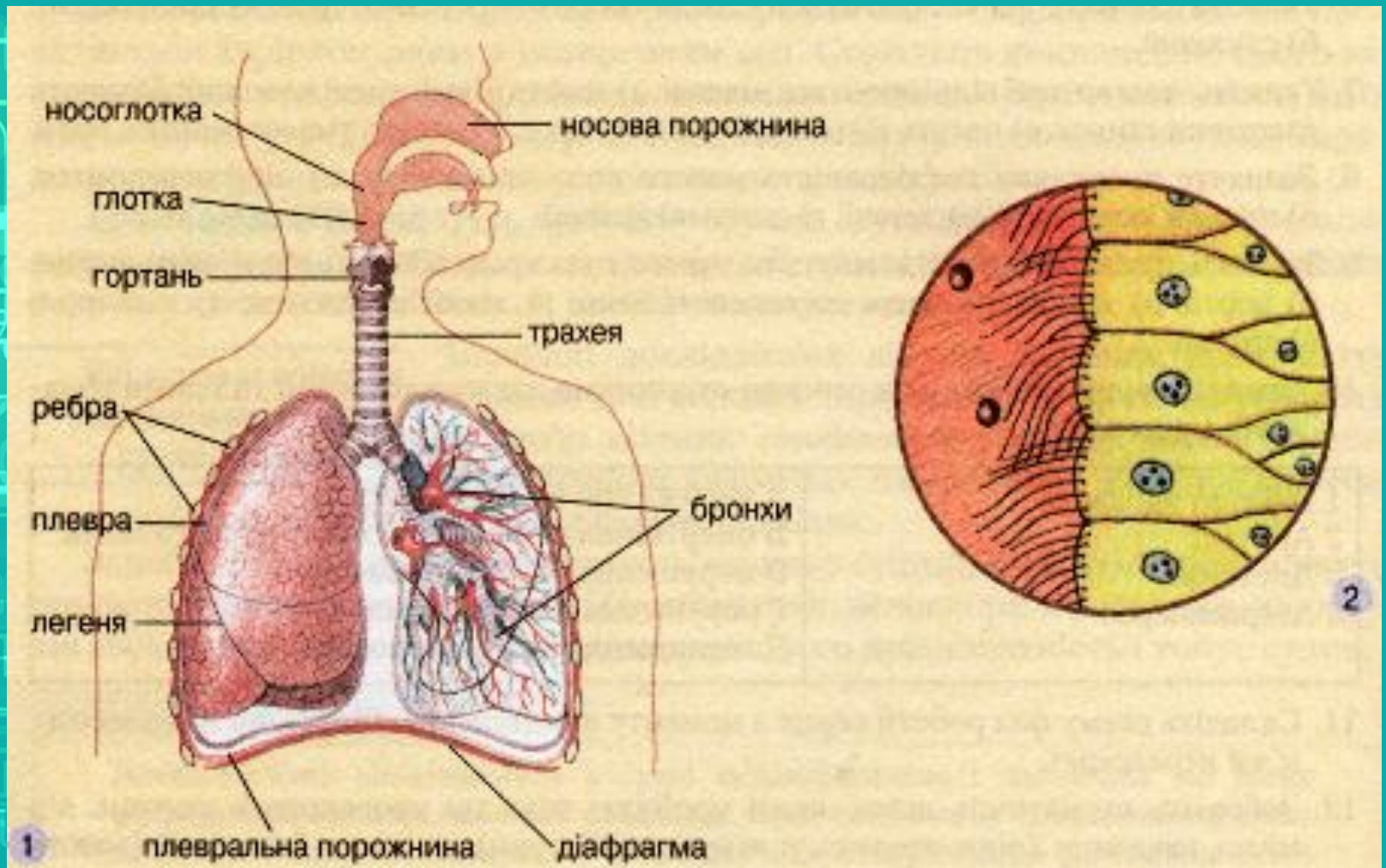
Процеси, що лежать в основі виконання функцій:

- а) вентиляція (провітрювання);
- б) газообмін.

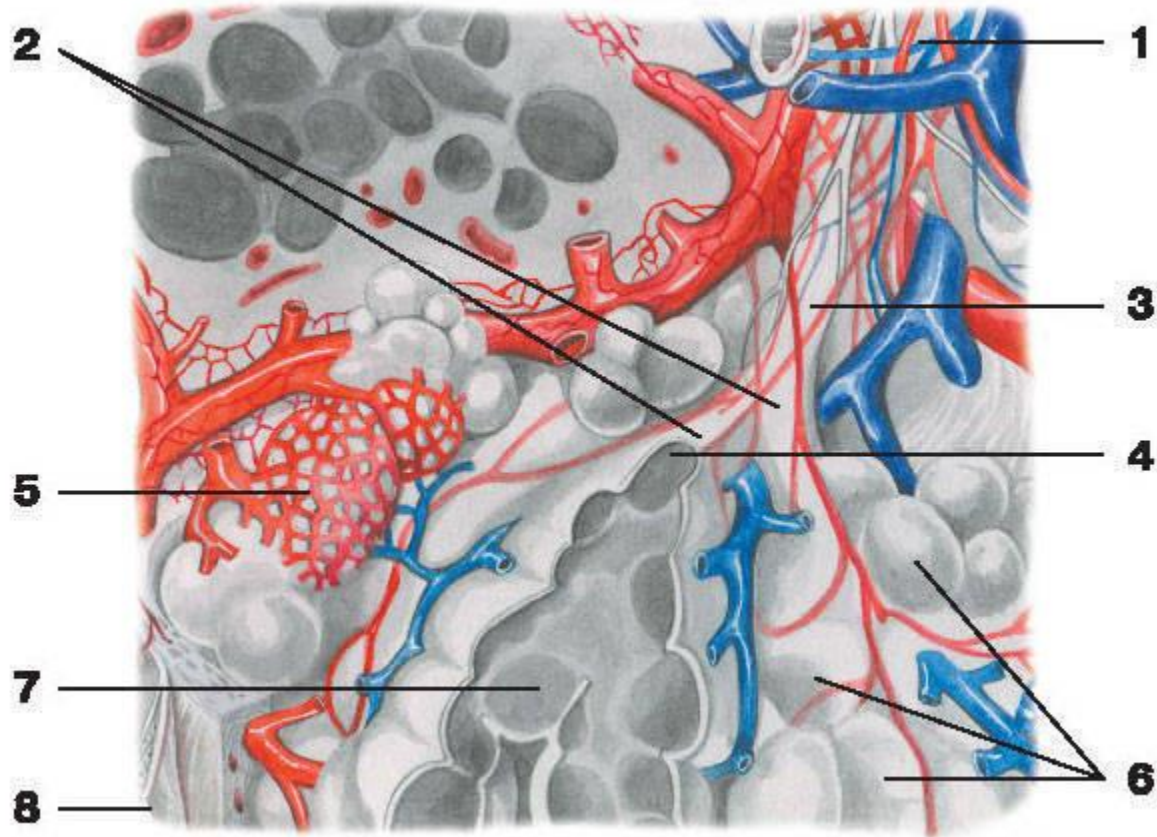
Дихальні шляхи включають носову порожнину, глотку, гортань, трахею, яка в грудній порожнині ділиться на 2 бронхи, які розгалужуючись утворюють **бронхіальне дерево**. Усього таких розгалужень 23-26. Найдрібніші бронхи – бронхіоли. На їх кінцях утворюються альвеолярні мішечки, що розділені на 20 порожнин – **альвеол** з діаметром 0,15-0,3 мм. Сукупність альвеол утворює тканину **легень**.

Слизова оболонка **повітроносних шляхів** покрита війчастим епітелієм, має залози, які виділяють слиз. Крім того, слизова оболонка має густу сітку кровоносних капілярів. Тому повітря на шляху до легень зволожується, зігрівається кров'ю та очищається миготливим епітелієм. Кожна легеня ззовні покрита **плеврою**, яка складається з 2 **листоків – парієтального та вісцерального**. Між листками знаходиться вузька герметична щілина, в якій знаходиться невелика кількість серозної речовини – **плевральна порожнина**.

Стінка альвеоли складається з одношарового епітелію. Кожна альвеола оплетена густою сіткою капілярів, на які розгалужується легенева артерія.



Будова дихальної системи (1).
Війчастий епітелій у дихальних шляхах (2).



Часточка легені:

- 1 - бронхіола; 2 - альвеолярні ходи;
- 3 - дихальна (респіраторна) бронхіола;
- 4 - передсердя;
- 5 - капілярна мережа альвеол;
- 6 - альвеоли легенів;
- 7 - альвеоли в розрізі; 8 – плевра.

В альвеолах виявлено:

- **макрофаги (захисні клітини)**, які поглинають сторонні частки, що потрапили в дихальний тракт;
- **пневмоцити** – клітини, які виділяють сурфактант.

СУРФАКТАНТ - поверхнево-активна речовина легень, що містить фосфоліпіди (зокрема, лецитин), тригліцериди, холестерин, протеїни і вуглеводи і утворює шар товщиною 50 нм усередині альвеол, альвеолярних ходів, мішечків, бронхіол.

Значення сурфактанту:

- Зменшує поверхневий натяг рідини, що покриває альвеоли (майже в 10 разів) → полегшує вдих і запобігає ателектазу (злипання) альвеол при видиху.
- Полегшує дифузю кисню з альвеол у кров унаслідок гарної розчинності кисню в ньому.
- Виконує **захисну роль**: 1) має бактеріостатичну активність; 2) захищає стінки альвеол від шкідливої дії окислювачів і перекисей; 3) забезпечує зворотний транспорт пилу та мікробів по повітроносному шляху; 4) зменшує проникність легеневої мембрани, що є профілактикою розвитку набряку легень у зв'язку із зменшенням випотівання рідини з крові в альвеоли.

Функції повітроносних шляхів:

1. **Газообмінна** – доставка атмосферного повітря в газообмінну область та проведення газової суміші з легенів у повітря.

2. **Негазообмінні:**

- Очищення повітря від пилу, мікроорганізмів. Захисні дихальні рефлекси (кашель, чхання)
- Зволоження повітря, що вдихається.
- Зігрівання повітря, що вдихається (на рівні 10-ї генерації до 37°C).
 - Рецепція (сприйняття) нюхових, температурних, механічних подразників.
- Участь у процесах терморегуляції організму (теплопродукція, тепловипаровування, конвекція).
- Є периферичним апаратом генерації звуків.

Функції легень:

1. **Газообмінна** – збагачення крові киснем, що використовується тканинами організму, та видалення з неї вуглекислого газу: досягається завдяки легеневому кровообігу. Кров від органів тіла повертається до правої сторони серця та по легенеvim артеріям прямує в легені.

Негазообмінні:

- **Захисна** – утворення антитіл, фагоцитоз альвеолярними фагоцитами, вироблення лізоциму, інтерферону, лактоферину, імуноглобулінів; у капілярах затримуються та руйнуються мікроби, агрегати жирових клітин, тромбоемболи.
- **Участь у процесах терморегуляції.**
- **Участь у процесах виділення** – видалення CO₂, води (близько 0,5 л/добу) та деяких летких речовин: етанолу, ефіру, закису азоту ацетону, етилмеркаптану.
- **Інактивація БАВ** – більше 80% брадикініну, введеного в легеневої кровотік, руйнується при одноразовому проходженні крові через легень, відбувається перетворення ангіотензину I на ангіотензин II під впливом ангіотензінази; інактивується 90-95% простагландинів груп E та P.
- **Участь у виробленні БАВ** – гепарину, тромбоксану B₂, простагландинів, тромбoplastину, факторів згортання крові VII та VIII, гістаміну, серотоніну.
- **Є резервуаром повітря для голосоутворення.**

ЕЛАСТИЧНІСТЬ ЛЕГЕНЬ

Еластичність легень – здатність відповідати на навантаження підвищенням напруги, яка включає:

- **пружність** – здатність відновлювати свою форму та об'єм після припинення дії зовнішніх сил, що спричиняють деформацію;
- **жорсткість** – здатність чинити опір подальшій деформації при перевищенні межі пружності.

Причини еластичних властивостей легень:

- *напруга еластичних волокон паренхіми легень;*
- *поверхневий натяг рідини, що вистилає альвеоли – створюється сурфактантом;*
- *кровонаповнення легень (що вище кровонаповнення, тим менша еластичність).*

Розтяжність – властивість зворотної пружності, пов'язана з наявністю еластичних та колагенових волокон, які утворюють спіральну мережу навколо альвеол.

Пластичність – властивість протилежна жорсткості.

3. Зовнішнє дихання

Зовнішнє дихання – процес вентиляції легень, що забезпечує газообмін між організмом та навколишнім середовищем.

Здійснюється завдяки наявності дихального центру, його аферентних та еферентних систем, дихальних м'язів.

Оцінюється за співвідношенням альвеолярної вентиляції до хвилинного об'єму.

Для характеристики зовнішнього дихання використовують статичні та динамічні показники зовнішнього дихання.

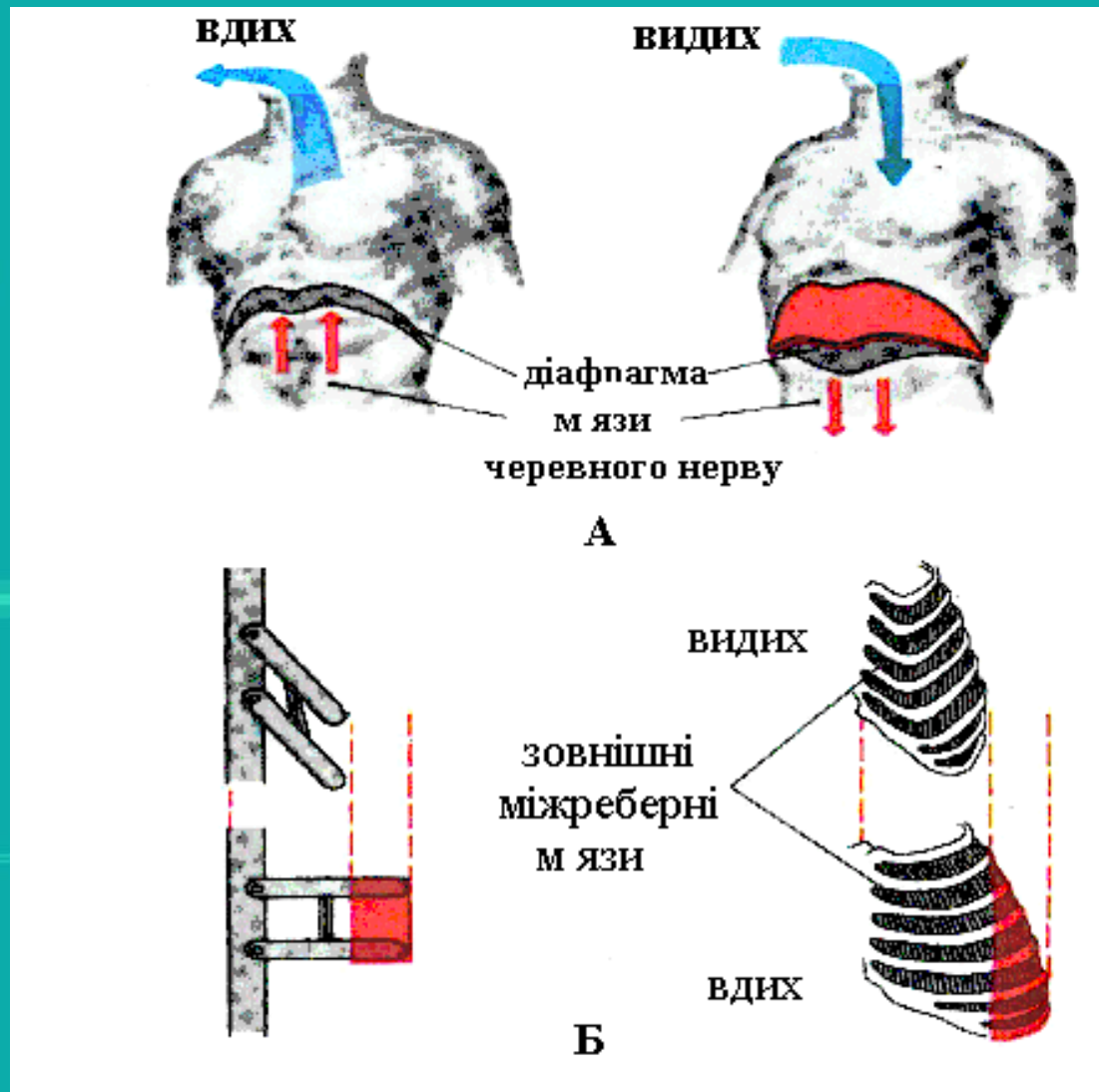
Дихальний цикл – зміна стану дихального центру і виконавчих органів дихання, що ритмічно повторюється.

Дихальний цикл складається з **вдиху, видиху** та **дихальної паузи**. Повітря потрапляє в легені й виходить з них завдяки роботі міжреберних м'язів та діафрагми. У результаті їх скорочення та розслаблення об'єм грудної порожнини змінюється. Міжреберні м'язи поділяються на 2 групи: зовнішні та внутрішні.

Діафрагма складається з кільцевих та радіальних м'язових волокон, які знаходяться навколо центральної сухожильної ділянки.

Вдих – активний процес. Зовнішні міжреберні, внутрішні міжхрящеві м'язи скорочуються, а внутрішні міжреберні – розслаблюються. Ребра рухаються вперед, віддаляючись від хребта. Одночасно скорочується діафрагма, стає більш плоскою, купол її опускається. Усе це призводить до збільшення об'єму грудної порожнини. У результаті тиск в плевральній порожнині стає нижче атмосферного. Легені розтягуються і тиск в них також стає нижче атмосферного. Повітря надходить (засмоктується) в легені та заповнює альвеоли до тих пір, поки тиск в легенях не зрівняється з атмосферним.

Форсований вдих забезпечується скороченням додаткових м'язів: драбинчасті, грудні, передні зубчасті, трапецієподібний, ромбоподібні.



Механізм дихальних рухів: А - зміни об'єму грудної клітки (за рахунок діафрагми і м'язів черевного пресу);
Б - скорочення зовнішніх міжреберних м'язів (зліва модель руху ребер)

Видих може бути **пасивним**. Відбувається під дією еластичної тяги легеневої тканини й при розслабленні дихальних м'язів, які забезпечували вдих. Об'єм грудної порожнини зменшується, тиск у плевральній щілині зростає і разом з еластичною тягою стає вище внутрішньолегеневого. Альвеоли стискаються, тиск в них стає більше атмосферного і повітря виштовхується з легень.

Активний видих забезпечується скороченням м'язів черевної стінки: косий, поперечний, прямий. При цьому внутрішньолегеневий тиск стає рівним атмосферному.

При збільшенні частоти дихання усі фази коротшають.

Негативний внутрішньоплевральний тиск – це різниця тисків між парієтальним та вісцеральним листками плеври. Воно завжди нижче атмосферного. При спокійному диханні воно дорівнює 4 мм рт. ст. в кінці видиху, 8 мм рт. ст. – вдиху.

Фактори, що його визначають:

- 1) нерівномірне зростання легень та грудної клітки;
- 2) наявність **еластичної тяги легень** – сили, з якою тканина прагне спадатися.

Інтенсивність зростання грудної клітки вища, ніж тканини легень. Це призводить до збільшення обсягів плевральної порожнини, а оскільки вона герметична, тиск стає негативним.

Негативний внутрішньоплевральний тиск:

- 1) призводить до розправлення легень;
- 2) забезпечує венозне повернення крові до грудної клітки;
- 3) полегшує рух лімфи судинами;
- 4) сприяє легеневому кровотоку, тому що підтримує судини у відкритому стані.

Тип дихання залежить від м'язів, тому виділяють:

- 1) **грудний**. Здійснюється за участю міжреберних м'язів і м'язів 1-3-го дихального проміжку, при вдиху забезпечується хороша вентиляція верхнього відділу легень, характерний для жінок та дітей віком до 10 років;
- 2) **черевний**. Вдих відбувається за рахунок скорочень діафрагми, що призводять до збільшення у вертикальному розмірі і відповідно кращої вентиляції нижнього відділу, властивий чоловікам;

3) **змішаний**. Спостерігається при рівномірній роботі всіх дихальних м'язів, що супроводжується пропорційним збільшенням грудної клітки у трьох напрямках, відзначається у тренуваних людей.

СТАТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ЗОВНІШНЬОГО ДИХАННЯ (ЛЕГЕНЕВІ ОБ'ЄМИ)

Дихальний об'єм (ДО) – це об'єм повітря, який людина вдихає і видихає при спокійному диханні (300-800 мл).

Резервний об'єм вдиху (РОВд) – це об'єм повітря, який можна вдихнути після спокійного вдиху, зробивши максимальний вдих (1500-2500 мл).

Резервний об'єм видиху (РОВид) – це об'єм повітря, який можна видихнути після спокійного видиху, зробивши максимальний видих (1000-1500 мл).

Залишковий об'єм (ЗО) – об'єм, який залишається в легенях після максимально глибокого видиху (1200-1500 мл).

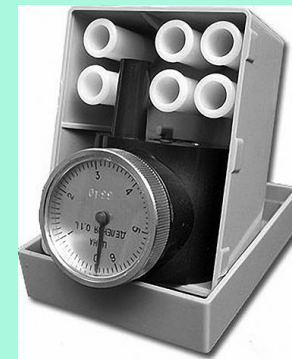
Функціональна залишкова ємність (ФЗЄ) – це повітря, що залишається в легенях після спокійного видиху (2500-3000 мл).
 $ФЗЄ = РОВид + ЗО$.

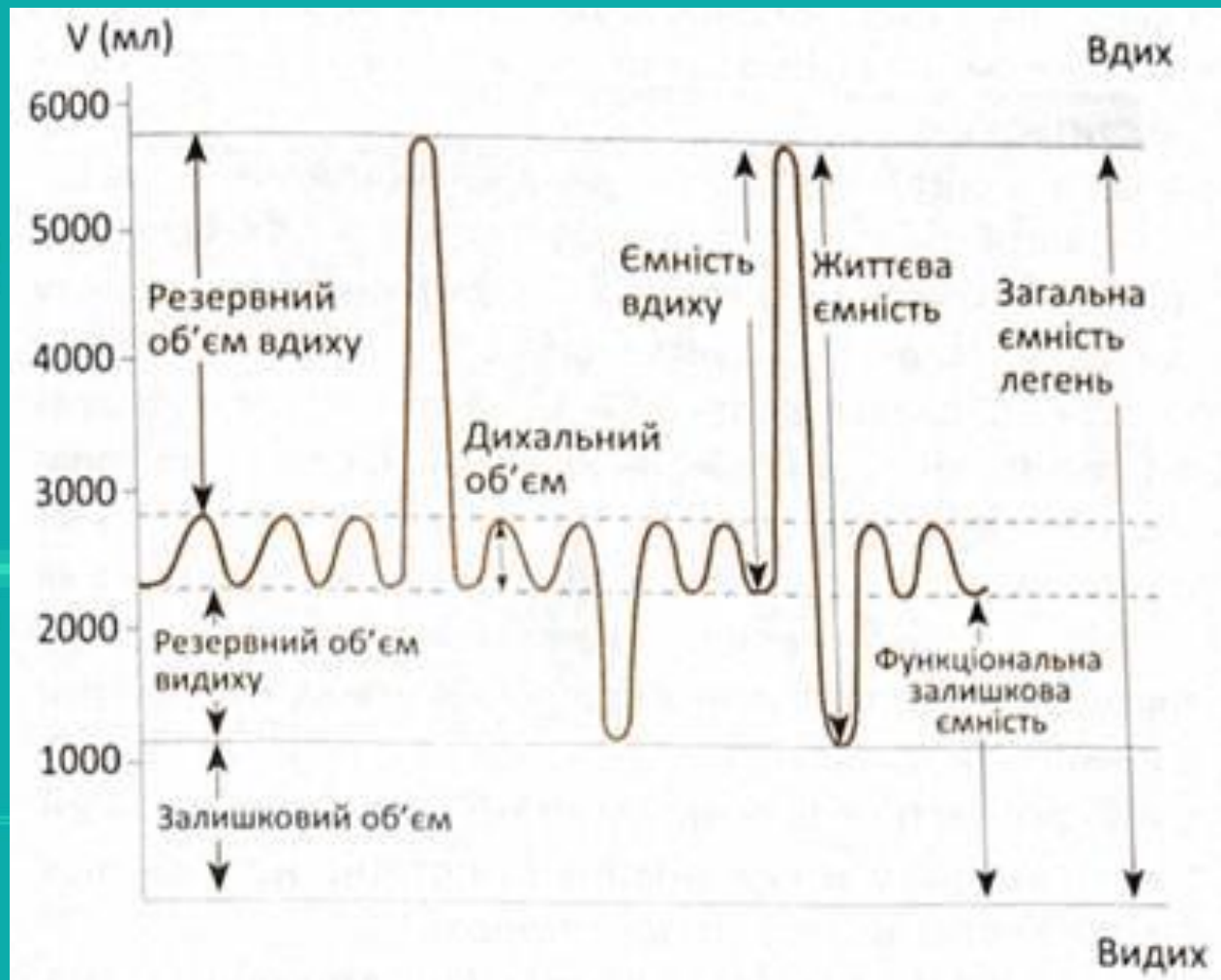
Життєва ємність легень (ЖЄЛ) – це кількість повітря, яке може бути видалено з легень при максимальному видиху після максимального вдиху. $ЖЄЛ = ДО + РОВд + РОВид$.
ЖЄЛ у чоловіків складає 3,5-4,8 л, у жінок – 3,0-3,5 л.

Загальна ємність легень (ЗЄЛ) – кількість повітря, яке міститься в легенях на висоті максимуму вдиху.
 $ЗЄЛ = ЖЄЛ + ЗО$. ЗЄЛ у чоловіків складає 4,6-6 л, у жінок – 4,1-4,7 л.

Об'єм дихальних шляхів («мертвий простір» МП) дорівнює в середньому 150 мл. МП – це повітроносні шляхи, аж до переходу бронхіол в альвеоли, які непроникні для газів.

Визначення статичних показників дихання проводиться методом **спірометрії**.





Дихальні об'єми і ємності у дорослої людини під час дихального циклу

ДИНАМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ДИХАННЯ

Дихальний хвилинний об'єм (ДО x ЧД) – 6 л/хв.

Хвилинна альвеолярна вентиляція =

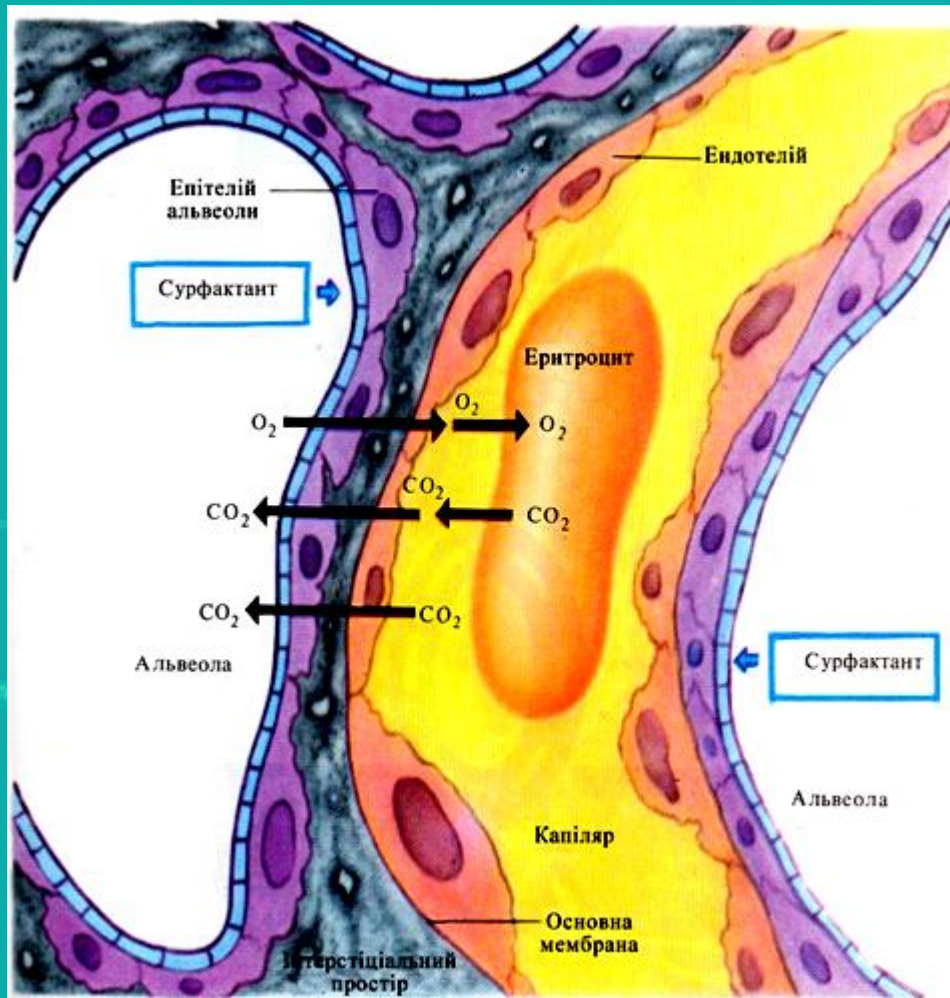
ДО (500) – МП (150) x ЧД. У нормі 4,2–5,6 л/хв.

Максимальна форсована вентиляція – 125-170 л/хв.

Об'єм форсованого видиху (проба Тифно): за 1 с – 83% від ЖЄЛ, за 3 с – 97% від ЖЄЛ.

Газообмін в легенях

Зовнішня поверхня альвеол контактує з капілярами малого кола. Від альвеолярного повітря кров відділяє альвеоло-капілярна мембрана. Газообмін здійснюється в результаті дифузії кисню з альвеолярного повітря в кров і CO_2 із крові в альвеолярне повітря. У газообміні приймають участь тільки фізично розчинені гази. Саме вони утворюють напругу газів у крові. Розчинені гази є подразниками хеморецепторів тканин, судин, мозку. Дифузія залежить від різниці парціального тиску цих газів в альвеолярному повітрі та їх напруженню крові, площі дифузії, коефіцієнта дифузії.



Бар'єр між кров'ю та альвеолярним повітрям

4. Транспорт газів кров'ю

Парціальний тиск – це та частина тиску, яка припадає на даний газ у суміші газів. Парціальний тиск кисню в атмосферному повітрі (PO_2 атм) складає 158 мм рт. ст.; в альвеолярному повітрі 108-110 мм рт.ст.; напруга у венозній крові, що притікає до легень 40 мм рт. ст.; а в артеріальній крові великого кола кровообігу 100-102-107 мм рт. ст.; у тканинах у міжклітинній рідині 20-40 мм рт. ст. Ця різниця парціальних тисків зумовлює рух O_2 з легень у кров та з крові в тканини при диханні. При зниженні атмосферного тиску зменшується й парціальний тиск O_2 . При цьому виникає **гіпоксична гіпоксія** – недостатність O_2 в тканинах. При достатній тривалості цього стану (перебування в горах). На висоті 3000 м над рівнем моря парціальний тиск O_2 в альвеолах близько 60 мм рт. ст., і цього достатньо для гіпоксичного подразнення хеморецепторів та збільшення вентиляції легень. Збільшується секреція еритропоетину, який стимулює протягом двох-трьох діб збільшення кількості еритроцитів у крові.

Різниця парціальних тисків зумовлюють також рух CO₂ від тканин у зовнішнє середовище. P_{CO2} в тканинах 48-80 мм рт. ст.

P_{CO2} в венозній крові 46 мм рт. ст.

P_{CO2} в альвеолярному повітрі 40 мм рт. ст.

P_{CO2} в артеріальній крові 43 мм рт. ст.

P_{CO2} в атмосферному повітрі 0,3 мм рт. ст.

Коефіцієнт легеневої вентиляції (КЛВ) показує яка частина повітря обмінюється в легенях під час дихання. $КЛВ = \frac{ДО}{ФЗЄ} = \frac{500}{2500} = \frac{1}{5}$. У дійсності обмінюється ще менший об'єм за рахунок дихальних шляхів (мертвого простору), де не відбувається газообмін.

Знаючи концентрацію O₂ у повітрі, що вдихається, та в такому, що видихається, можемо визначити кількість O₂, що споживається за одиницю часу. Альвеолярне повітря містить 14% O₂, повітря, що вдихається – 20,93%, що видихається – 16,3%. $20,93 - 16,3 = 4,63$. Таким чином, зі 100 мл повітря поглинається 4,63 мл O₂. Хвилинна легенева вентиляція складає 8000 мл (ДО x частоту дихання = 500 мл x 16). Отже, за хвилину споживається: $8000 \times 4,63 / 100 = 370,4$ мл O₂.

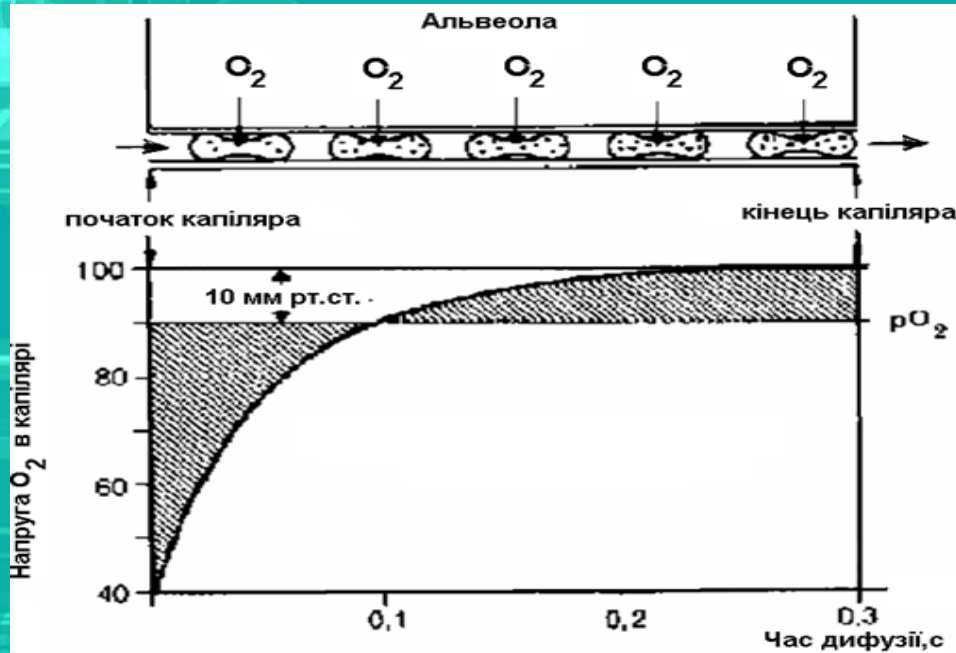
Аналогічно визначаємо кількість виділеного CO₂ за одну хвилину. Вміст CO₂ у повітрі, що вдихається (атмосферному) 0,03%, у повітрі, що видихається – 4,5%, в альвеолярному – 5,7%. Отже, за хвилину виділяється: $(4,5 - 0,03) \times 8000 / 100 = 357,6$ мл CO₂.

Транспорт газів кров'ю

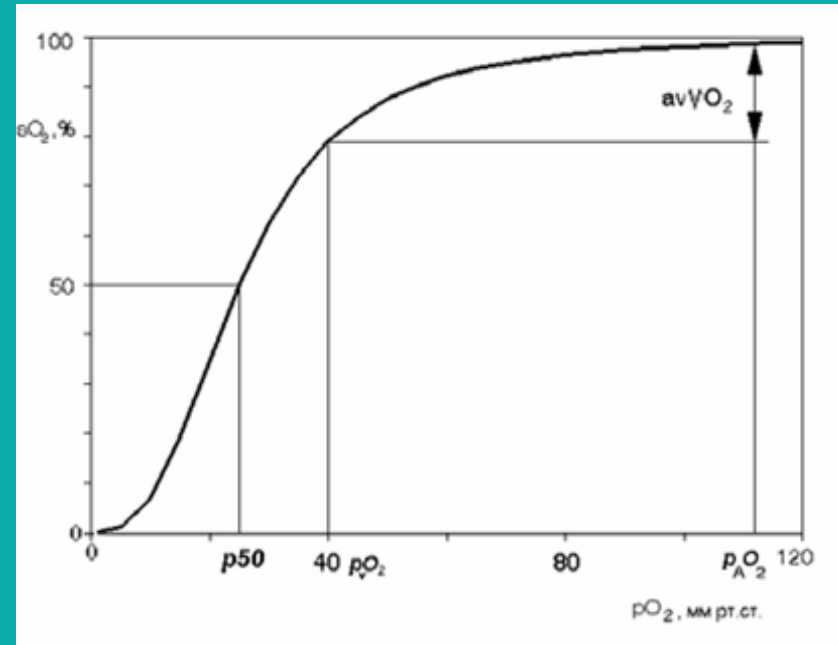
Кисень у крові знаходиться в двох станах: фізично розчиненому (0,3%) й у хімічному зв'язку з гемоглобіном (Hb+O₂). Сполука отримала назву оксигемоглобін. HbO₂ є сполукою, що легко дисоціює – оксигенація і деоксигенація тривають 0,01 с. 1 г гемоглобіну приєднує 1,34 мл O₂.

Киснева ємність крові – це максимальна кількість кисню, яка може бути зв'язана зі 100 мл крові. Вона складає 20 мл (у венозній крові 12-16%). Кількість O₂ у крові зумовлена кількістю розчиненого O₂, кількістю гемоглобіну в крові й спорідненістю гемоглобіну до O₂.

Крива дисоціації оксигемоглобіну – нелінійне співвідношення у відсотках O₂-транспортувальної сили насичення гемоглобіну киснем до напруги кисню; має S-подібну форму.

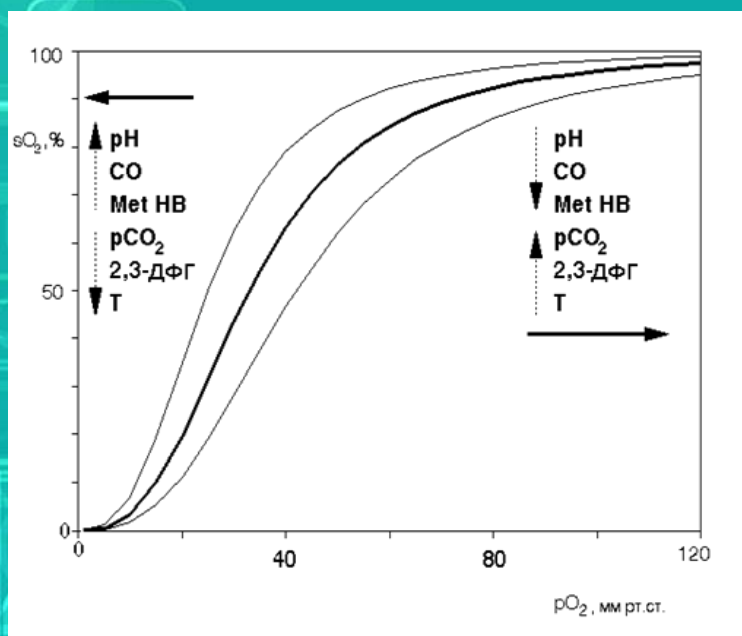


Оксигенація крові в капілярах легень

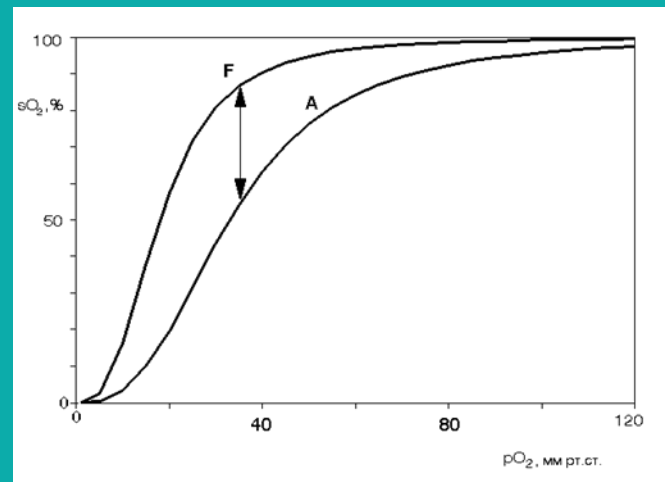


Крива дисоціації оксигемоглобіну. Стрілками справа вказана відмінність в артеріовенозній різниці у вмісті кисню при одному і тому ж капілярно-тканинному градієнті pO_2 -

На криву дисоціації оксигемоглобіну впливають: рН, температура і концентрація 2,3-дифосфогліцерату (2,3-ДФГ). Підвищення температури, зростання концентрації 2,3-ДФГ, зменшення рН зміщує криву праворуч, тобто, при тій же напрузі кисню оксигемоглобіну утворюється менше. Зручним показником для таких зміщень є P_{50} – напруга кисню (P_{O_2}), за якої гемоглобін насичується O_2 наполовину.



Зсув кривої дисоціації оксигемоглобіну при дії основних модуляторів



Криві дисоціації фетального (F) та дорослого (A) оксигемоглобіну. Стрілкою вказано процент оксигемоглобіну, який може додатково утворюватися гемоглобіном F за рахунок його підвищеної спорідненості до кисню.

Коефіцієнт утилізації кисню (КУК) указує яка частина кисню артеріальної крові споживається (утилізується).

$$\text{КУК} = (\text{O}_2 \text{ арт.} - \text{O}_2 \text{ вен.}) / \text{O}_2 \text{ арт.} \times 100 = (20 - 15) / 20 \times 100 = 25\%.$$

Вуглекислий газ. Усього в 100 мл венозної крові міститься 58 мл CO₂. В артеріальній – 56 мл.

CO₂ від тканин до легень транспортується в 5 формах:

- 1) розчинений у плазмі CO₂ – 5% від загальної кількості газу (2,4 мл у 100 мл артеріальної крові, 3,6 мл - венозної);
- 2) зв'язаний з гемоглобіном (карбгемоглобін, HHbCO₂) – 23%;
- 3) у вигляді вугільної кислоти (H₂CO₃) – 7%; вугільна кислота утворюється в еритроцитах із вуглекислого газу й води за участю ферменту карбоангідрази;
- 4) у вигляді гідрокарбонату калію (KHCO₃) в еритроцитах (23,3%);
- 5) у вигляді гідрокарбонату натрію (NaHCO₃) у плазмі крові (46,7%).

5. Регуляція дихання

Дихання відбувається спонтанно внаслідок ритмічної імпульсації в мотонейронах, які іннервують дихальні м'язи. Реалізація такої активності залежить від впливу головного мозку. Ритмічну імпульсацію головного мозку, перш за все довгастого, яка спричинює спонтанне дихання, регулюють зміни в артеріальній крові напруги CO_2 , O_2 та концентрації H^+ .

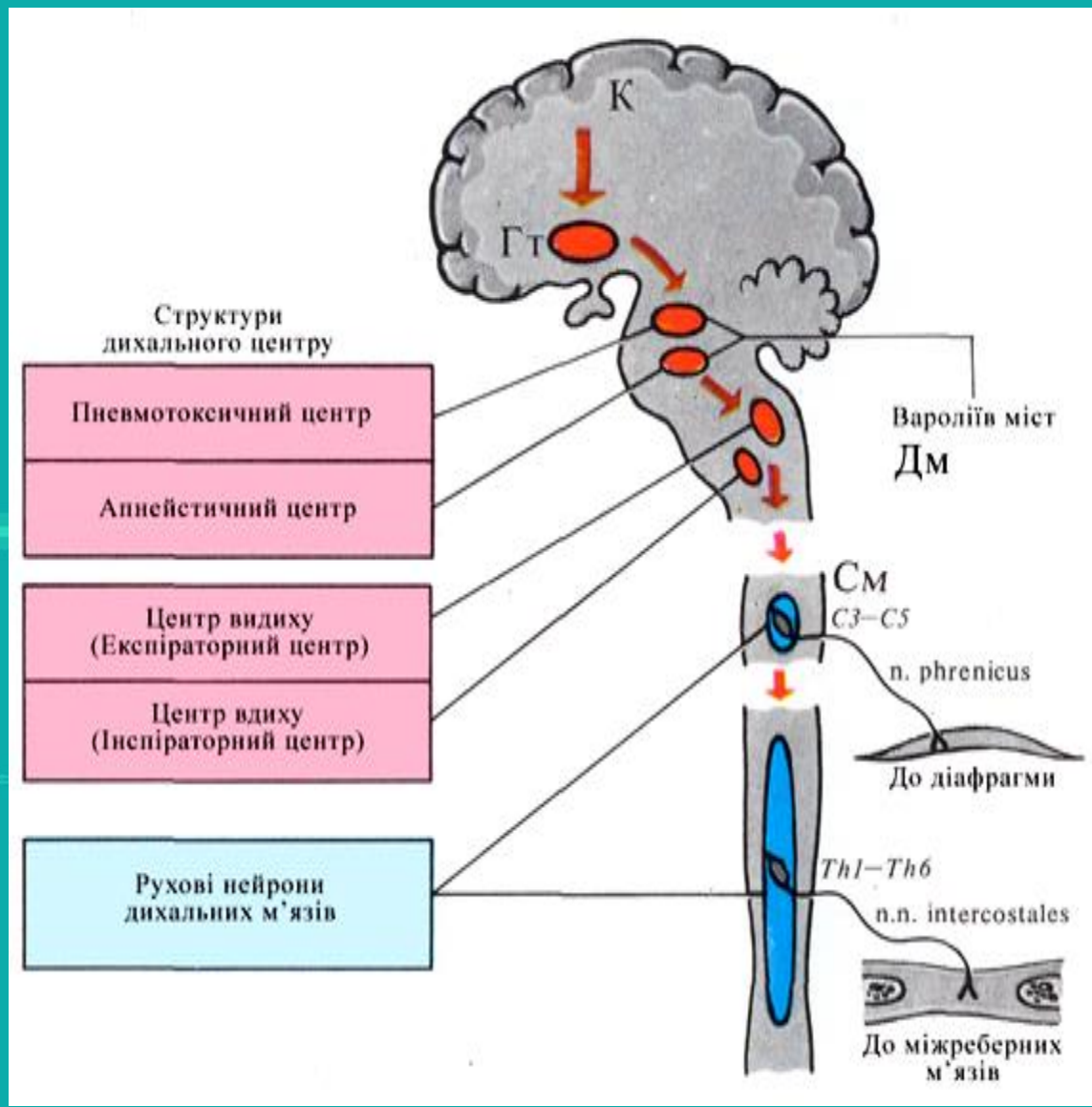
Хімічні регульовальні механізми пристосовують вентиляцію легень для забезпечення сталості парціального тиску CO_2 в альвеолярному повітрі, концентрації H^+ і напруги O_2 у крові. Дихальний хвилинний об'єм підтримується пропорційним до рівня обміну речовин перш за все напругою CO_2 , а не O_2 .

Нервові регулювання дихання забезпечують дві окремі системи механізмів. Одна відповідає за довільне, а інша – за мимовільне (автоматичне) регулювання.

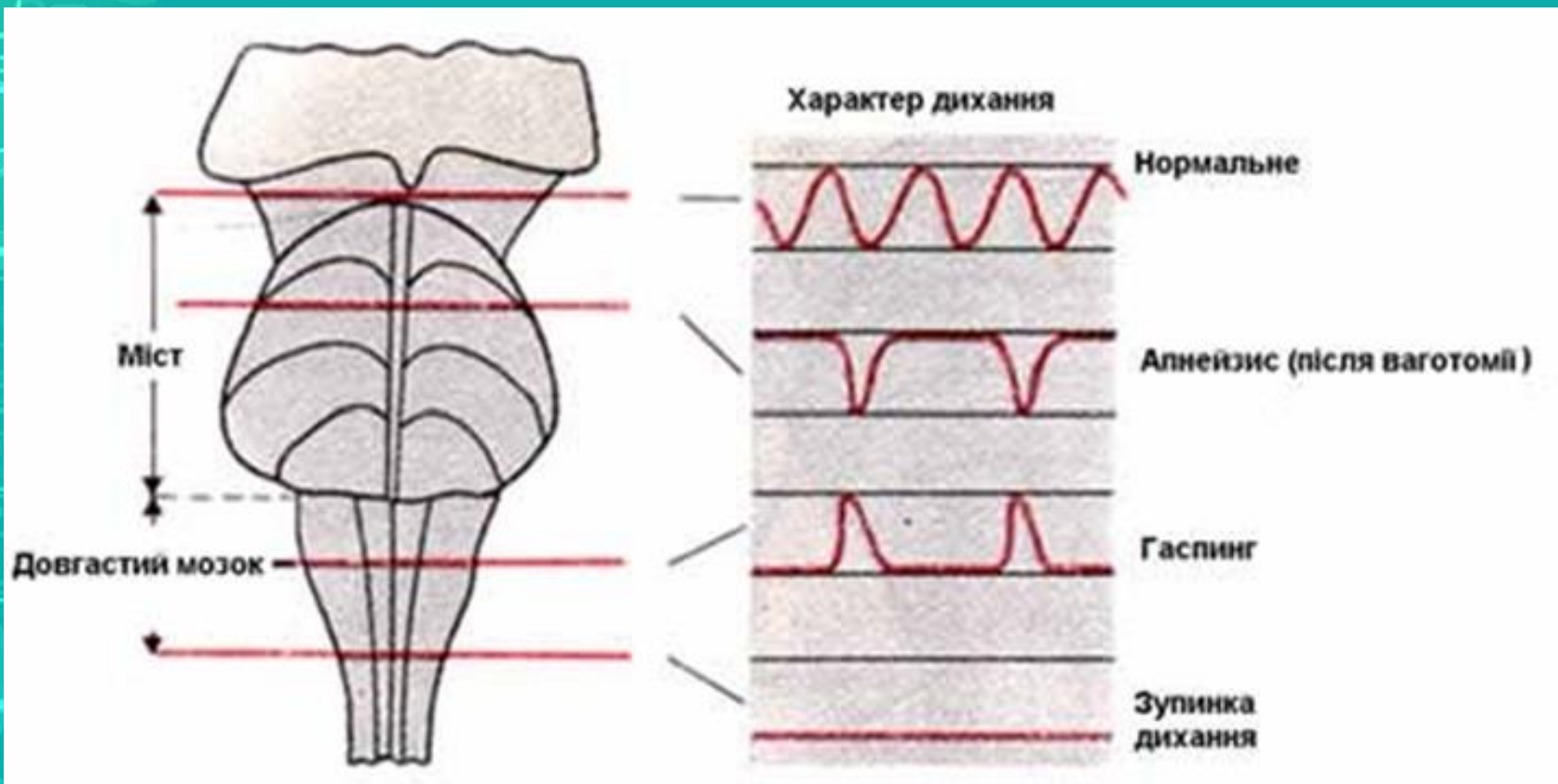
Довільна система представлена корою великих півкуль, яка надсилає імпульси до дихальних мотонейронів через кортикоспинальні провідні шляхи.

Автоматична система міститься в мосту та довгастому мозку. Від неї нервові волокна надходять до діафрагмальних мотонейронів у шийному відділі (С3- С5) та мотонейронів міжреберних м'язів у грудному відділі спинного мозку. Ділянку довгастого мозку, пов'язану з диханням, називають **дихальним центром**. Він є життєво необхідним – без нього дихання припиняється. Він складається з 2 частин – **центр вдиху (інспіраторний)** та **центр видиху (експіраторний)**.

Медіальні, парабрахіальні ядра та ядро Куллікура-Фузе дорсолатерального мосту складають **пневмотаксичний центр**. Якщо зруйнувати цю ділянку, або ізолювати її від бульбарного дихального центру, то дихання стане повільнішим, а дихальний об'єм збільшиться. Функція пневмотаксичного центру в нормі досі остаточно не з'ясована, однак він може відігравати роль перемикача між вдиханням та видиханням, регулятора оптимального співвідношення тривалості вдихання, видихання і дихальної паузи.



Головним фактором, що регулює дихання, є концентрація CO_2 в крові. Впливи CO_2 на дихання головно залежать від його переміщення в ліквор та інтерстиційну рідину головного мозку, унаслідок чого CO_2 збільшує концентрацію H^+ і стимулює рецептори, чутливі до H^+ .



Вплив перерізок на різних рівнях стовбура мозку на дихання.

Дихальний центр володіє **автоматизмом**, тобто він здатний давати періодичні сигнали до вдиху та видиху без надходження до нього періодичних аферентних сигналів.

Особливості автоматизму дихального центру:

- У дихальному центрі немає водіїв ритму (пейсмекерів), які мають здатність до мимовільної генерації ПД.
- Сигнал до вдиху або видиху формується за рахунок взаємодії різних видів клітин.
- Для автоматичної роботи дихального центру він повинен отримувати постійну сигналізацію від аферентних систем та рецепторів та від вищих відділів ЦНС.

У гуморальній регуляції діяльності дихального центру беруть участь хеморецептори.

Центральні хеморецептори (довгастий мозок, кора великих півкуль) – зміна показників pH , H^+ .

Периферичні хеморецептори (каротидні синуси, дуга аорти) – зміна показників CO_2 , H^+ та гіпоксія.

Головним фактором, що регулює дихання, є концентрація CO_2 в крові. Впливи CO_2 на дихання головню залежать від його переміщення в ліквор та інтерстиційну рідину головного мозку, унаслідок чого CO_2 збільшує концентрацію H^+ і стимулює рецептори, чутливі до H^+ . При підвищеній концентрації CO_2 хеморецептори, перш за все довгастого мозку а також каротидних і аортальних тілець посилають нервові імпульси в інспіраторний центр, який стимулює вдих. Вплив центральних (бульбарних) рецепторів на діяльність дихального центру потужніший, ніж периферичних. Суттєво, що рецептори каротидних та аортальних клубочків збуджуються не тільки при зростанні напруги CO_2 та концентрації H^+ , але й при зменшенні напруги O_2 .

При вдиху альвеоли розширюються і рецептори розтягнення, які знаходяться в них та в бронхіальному дереві, надсилають імпульси волокнами блукаючого нерва (X) в експіраторний центр, який автоматично пригнічує вдих. Тому при перерізці в експерименті чутливих волокон блукаючих нервів від легень наступає пролонгований інспіраторний спазм, подібний до затримки дихання. Дихання припиняється на фазі вдихання (**апнейзис**).

Після видиху альвеоли не розтягнені, рецептори не збуджуються. Експіраторний центр відключається і вдих може початися знову.

Рефлекторна регуляція здійснюється також імпульсами, які надходять від різних екстеро- та інтерорецепторів. До них відносяться рефлекси від рецепторів слизової оболонки дихальних шляхів (**іритантні** – подразнюються їдкими газами, холодним повітрям, пилом, тютюновим димом; при цьому виникають неприємні відчуття, кашель), у стінках альвеол біля капілярів (**J-рецептори, юкстакапілярні**), слизової носа, температурних та больових рецепторів шкіри, пропріорецепторів скелетних м'язів.

При гіпоксії (висотна хвороба, інколи під час сну, у недоношених) знижується збудливість нейронів дихального центру, дихання стає періодичним зі збільшенням і зменшенням глибини аж до виникнення пауз (апное) тривалістю 5-20 с – **дихання Чейна-Стокса**. Зупинці дихання сприяє зниження напруги CO₂ у крові, який виводиться під час гіпервентиляції.

Декомпресійна (кесонна) хвороба. При зануренні у воду навколишній тиск збільшується на 1 атмосферу через кожні 10 м. При вдиханні під таким же тиском повітря збільшується кількість розчинених у крові газів. Можуть розвиватися симптоми отруєння киснем, наркотичного ефекту азоту. При надмірно швидкому підйманні на поверхню (декомпресії) утворюються бульбашки азоту в тканинах, крові, спричиняючи симптоми декомпресійної хвороби (болі в суглобах, неврологічні симптоми, ураження міокарда тощо). Допомога – рекомпресія в барокамері й наступна поступова декомпресія.

Астма. Астму характеризує епізодичне або хронічне дихання з присвистом, кашлем і відчуттям стис- кання в грудях унаслідок бронхоконстрикції. Ключові порушення: повітряна обструкція, запалення дихальних шляхів і гіперчутливість до різних подразників. Визначений зв'язок астми з алергією. Астматичні приступи найважчі в пізні нічні або ранні ранкові години, оскільки у циркадних ритмах це періоди максимального бронхіального тону.



ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!