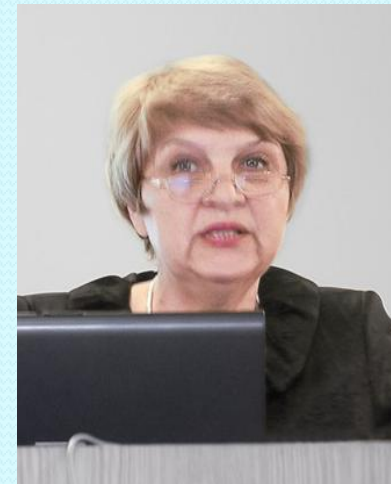


*Національний університет
“Чернігівський колегіум”
імені Т.Г. Шевченка*



Курс Фізіологія людини
A4.11 Середня освіта (Фізична культура)

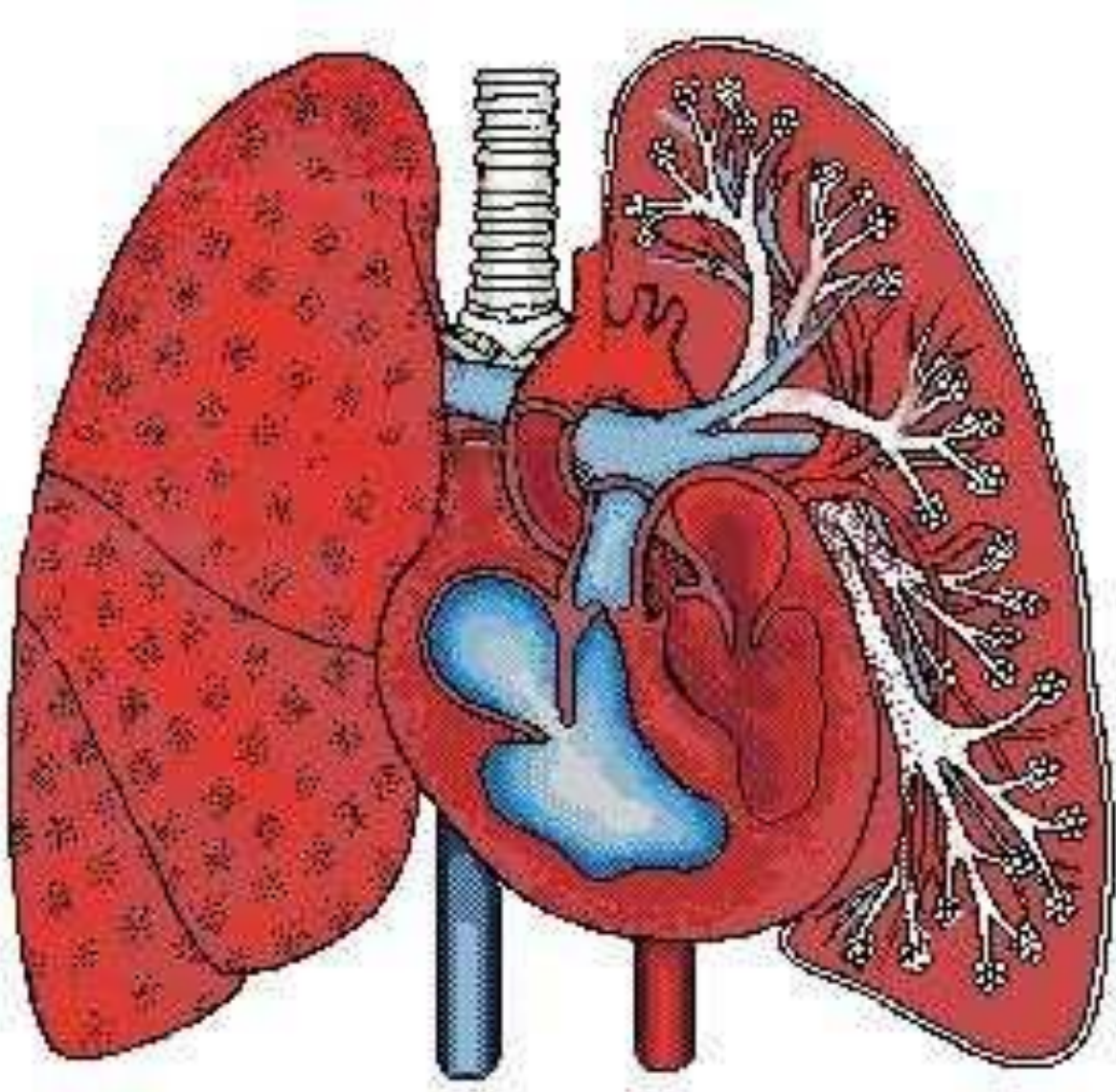
Професорка кафедри БОФВЗС, доктор біологічних наук, професорка кафедри біології Алла Олександрівна Жиденко

Лекція 13. Фізіологія дихання

1. Загальна характеристика процесу дихання. Будова органів дихання у людини у зв'язку з функціями, які вони виконують.
2. Дихальні рухи, їх механізм.
3. Визначення життєвої ємності легень. Дихальний, резервний, залишковий об'єм, повітря мертвого простору.
4. Хімізм дихання. Склад повітря, що вдихається, видихається та альвеолярне повітря. Визначення парціального тиску газу та коефіцієнту розчинності. Транспорт газів кров'ю.
5. Поняття про дихальний центр. Регуляція дихання.



Взаємозв'язок між серцевою і дихальною системами



полягає у виконанні єдиної функції - постачання киснем тканин і клітин та видаленні з них вуглекислого газу

Дихання - одна з основних життєвих функцій, сукупність процесів, що забезпечують надходження в організм кисню (O_2), використання його в окисно-відновних процесах, а також видалення з організму вуглекислого газу (CO_2) і деяких інших сполук, які є кінцевими продуктами обміну речовин.

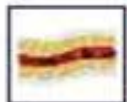
Тип дихання : заковтування або засмокткування?

ГАЗООБМІН

Всі тканини та клітини тіла потребують постійного постачання кисню. При кожному вдиху кисень з повітрям потрапляє в легені, в яких він всмоктується в кров та розноситься по всьому тілу. Тоді ж вуглекислий газ з кров'ю виноситься з клітин та тканин в легені, де він «вприскується» у повітря та видаляється з організму при видиху.



Газообмін в легенях



Газообмін в тканинах

Збагачена киснем кров

Незбагачена киснем кров

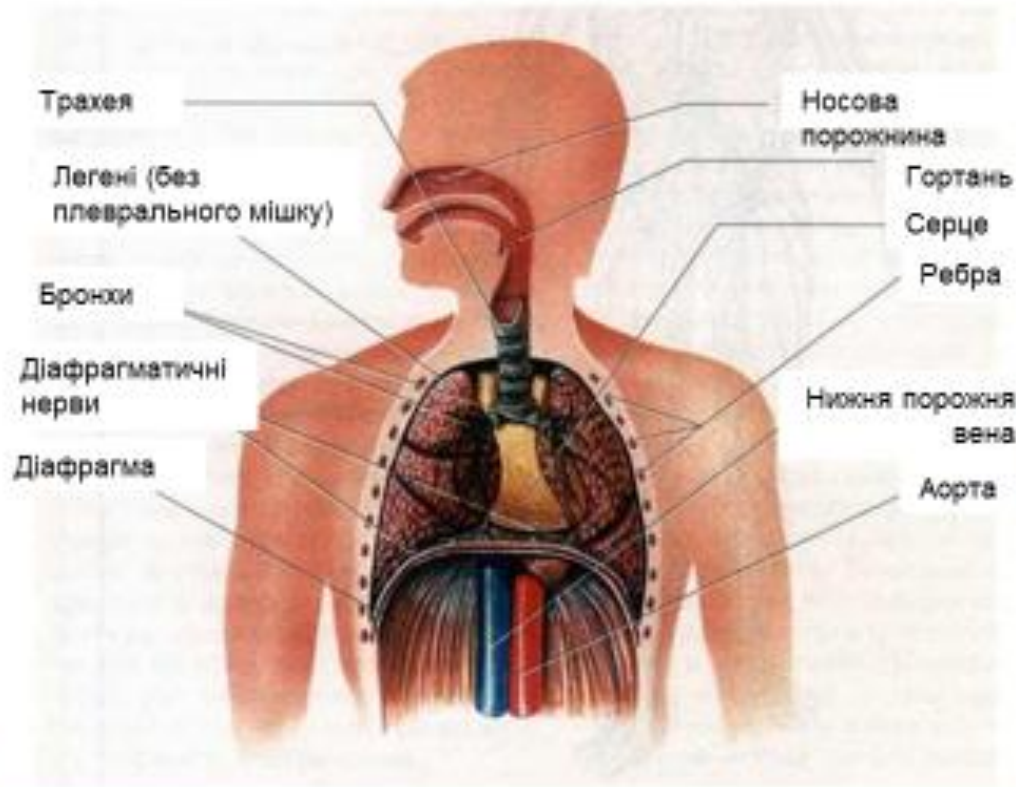


Дихання - ознака життя

Якщо людина не дихає, то вона мертва. Коли ми вдихаємо повітря – він потрапляє в дихальні шляхи (ніс, гортань, трахея, бронхи). Проходячи через ці органи, повітря зволожується очищується, нагрівається та врешті-решт потрапляє до легень.

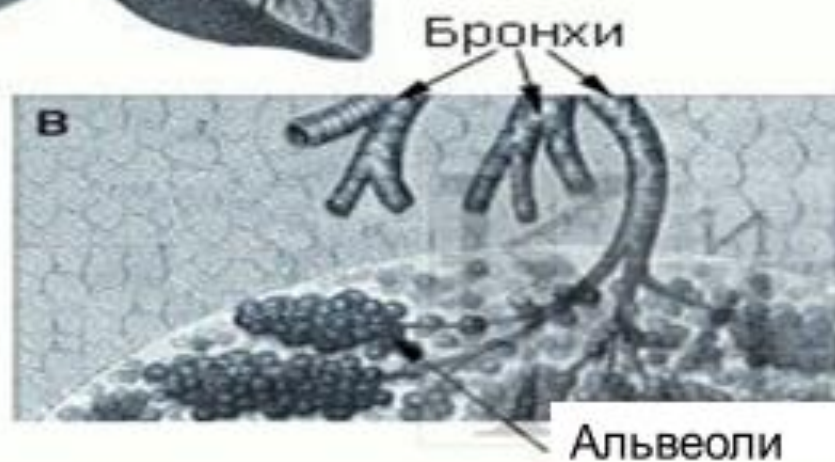
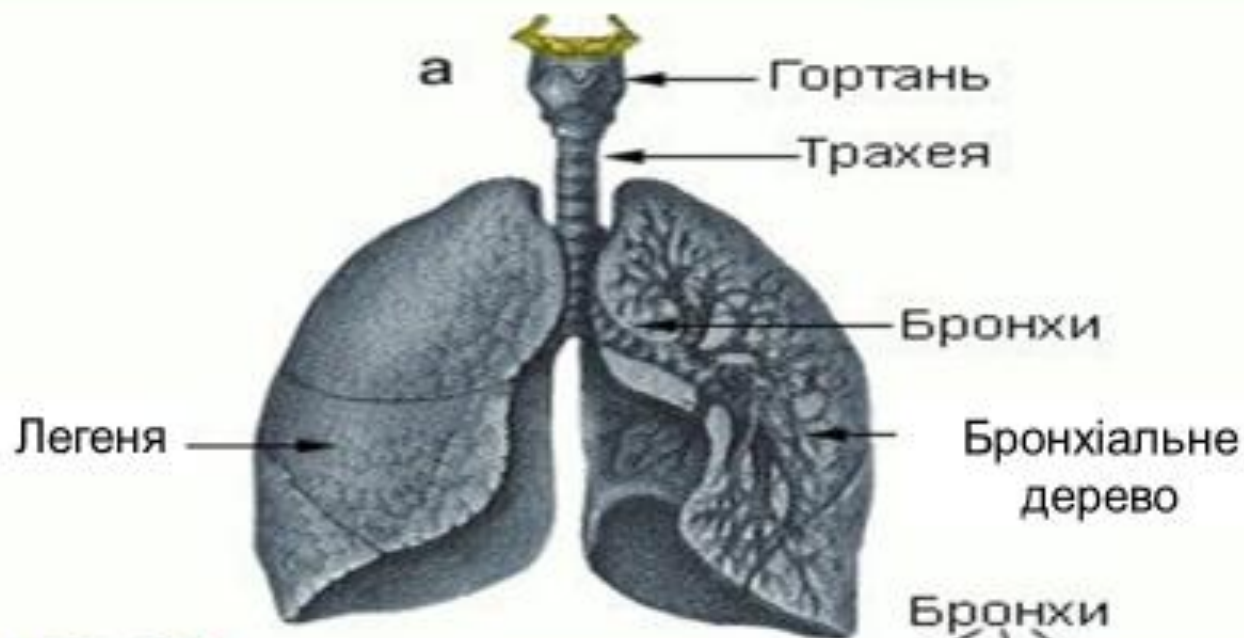
До повітронесних шляхів відносяться: ніс, порожнина носа, носоглотка, гортань, трахея, бронхи і бронхіоли.

У верхніх і нижніх дихальних шляхах повітря очищується, знезаражується, зволожується і нагрівається



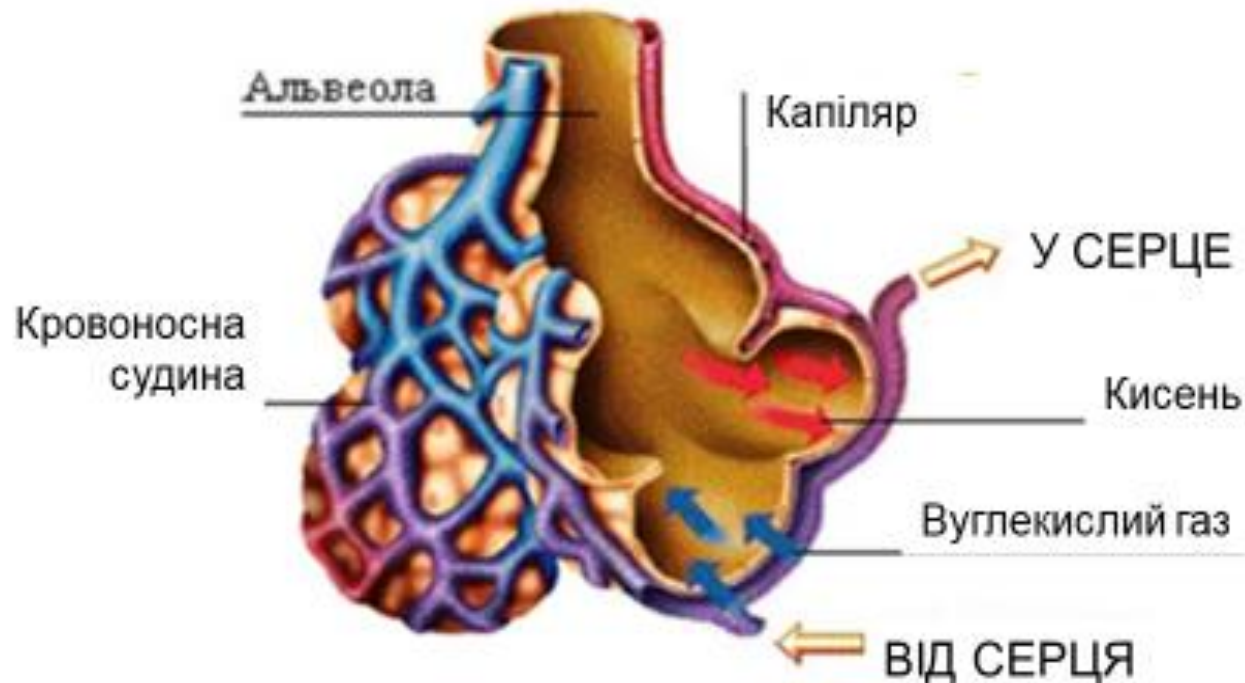
ПРОЦЕС ОБМІНУ ГАЗАМИ (O₂ і CO₂) ОРГАНІЗМУ З ДОВКІЛЛЯМ НАЗИВАЄТЬСЯ ЗОВНІШНІМ ДИХАННЯМ. Окиснювальні процеси в клітинах - внутрішнім ДИХАННЯМ.

СИСТЕМА ДИХАННЯ



В легенях кров змінює вуглекислий газ на кисень. Цей обмін відбувається в крихітних повітряних бульбашках, які називаються альвеолами. Кисень потрапляє в кров через

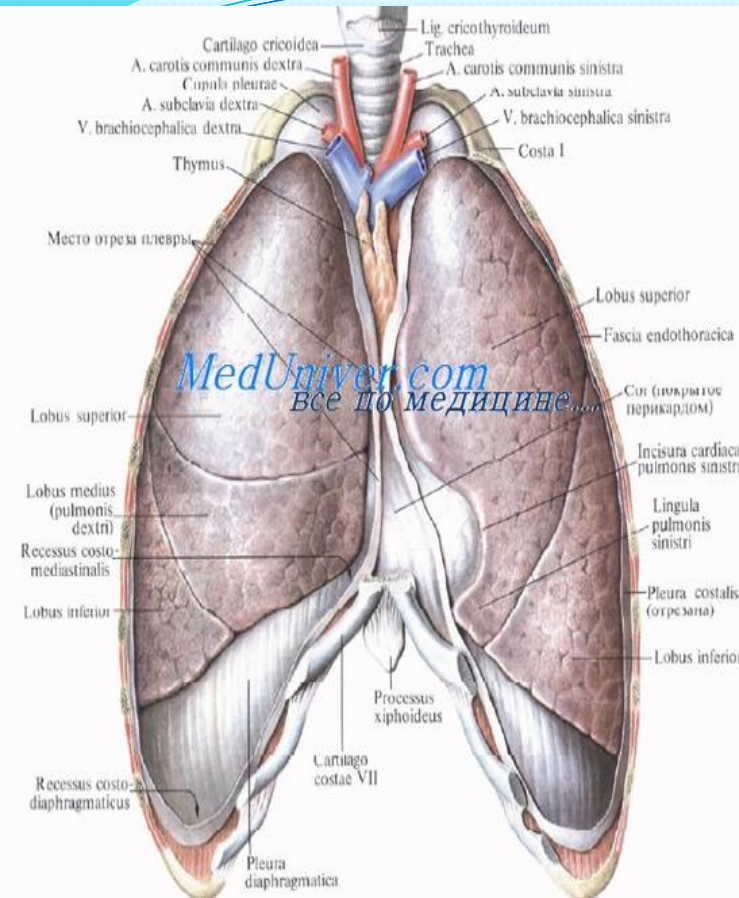
тонкі стінки альвеол. Вуглекислий газ переміщується в зворотному напрямку – з крові до альвеол. На вдиху кисень потрапляє в легені, на видиху Видаляється вуглекислий газ.



Плевральна порожнина - щілиноподібний простір, утворений серозною оболонкою, що складається з вісцеральної плеври, pleura visceralis, і парієтальної плеври, pleura parietalis.

Вісцеральна плевра щільно зрощена з тканиною легень і не може бути знята без порушення їх цілісності. Вона заходить в борозни легень і таким чином відділяє долі одну від одної. Охоплюючи легені з усіх сторін, вісцеральна плевра по кореню легень безпосередньо продовжується у парієтальну плевру. **Парієтальна плевра** своєю зовнішньою поверхнею зростається зі стінками грудної порожнини, а внутрішньою повернута до вісцеральної плеври.

Внутрішня поверхня плеври вкрита мезотелієм і змочена невеликою кількістю серозної рідини, завдяки чому зменшується тертя між двома плевральними листками під час дихальних рухів.



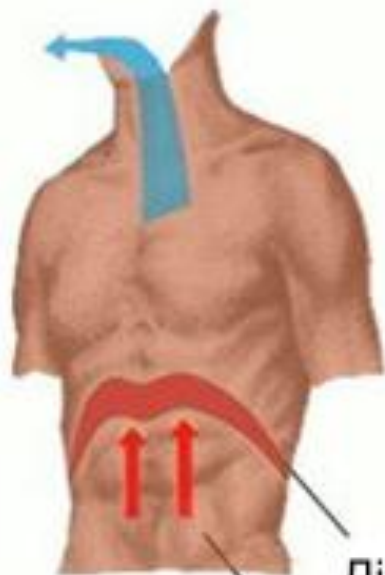
2. Дихальна рухі, їх механізм



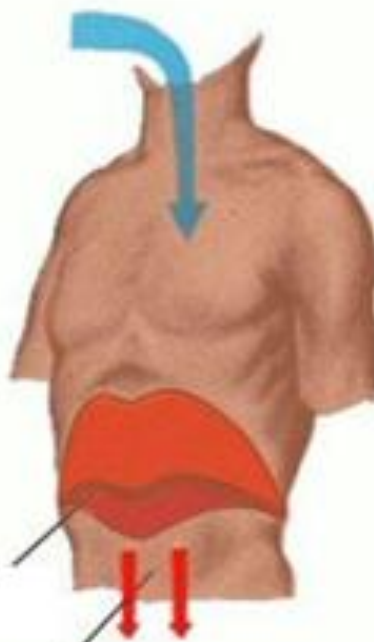
При здійсненні вдиху дихальні м'язи долають ряд сил : 1) тяжкість грудної клітини, що підводиться доверху;
2) опір ребрових хрящів;
3) опір черевних нутрощів

Система дихання

Видих



Вдих



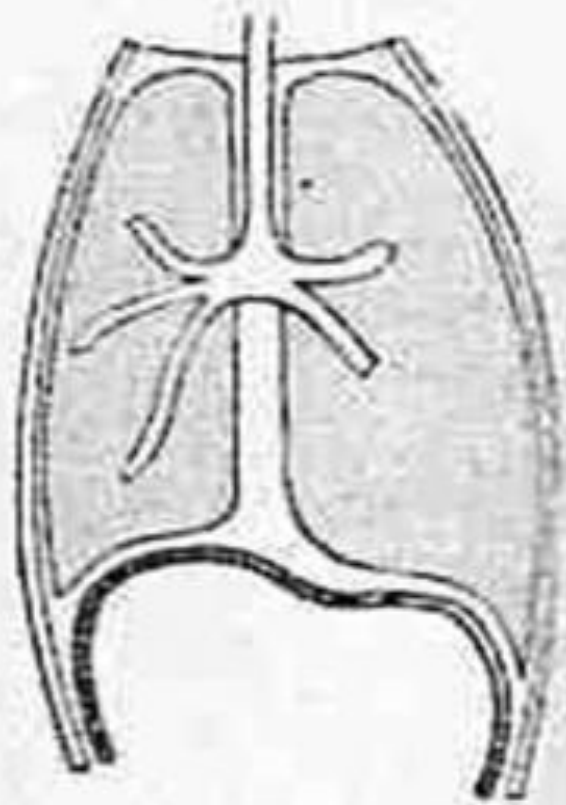
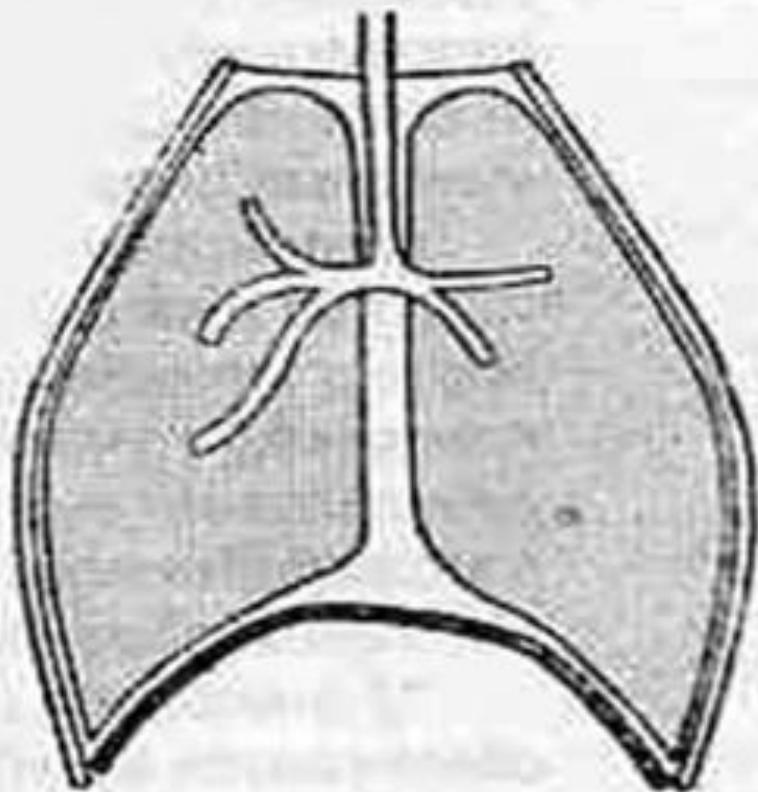
Діафрагма

М'язи черевного преса

Зовнішні міжреберні м'язи



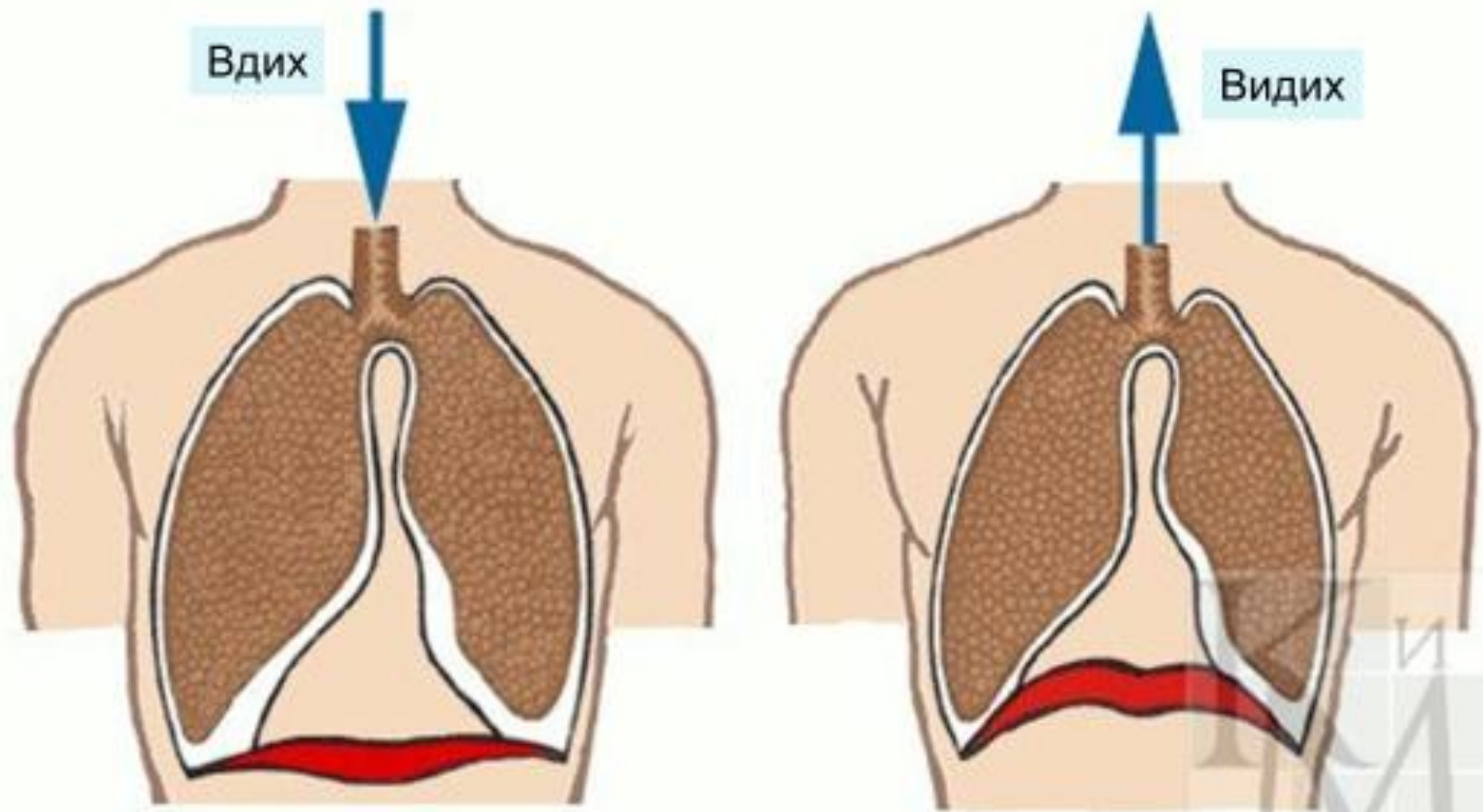
Зміни грудної клітини і діафрагми при диханні



Схема, зображаючи зміни грудної клітки та діафрагми під час дихання.

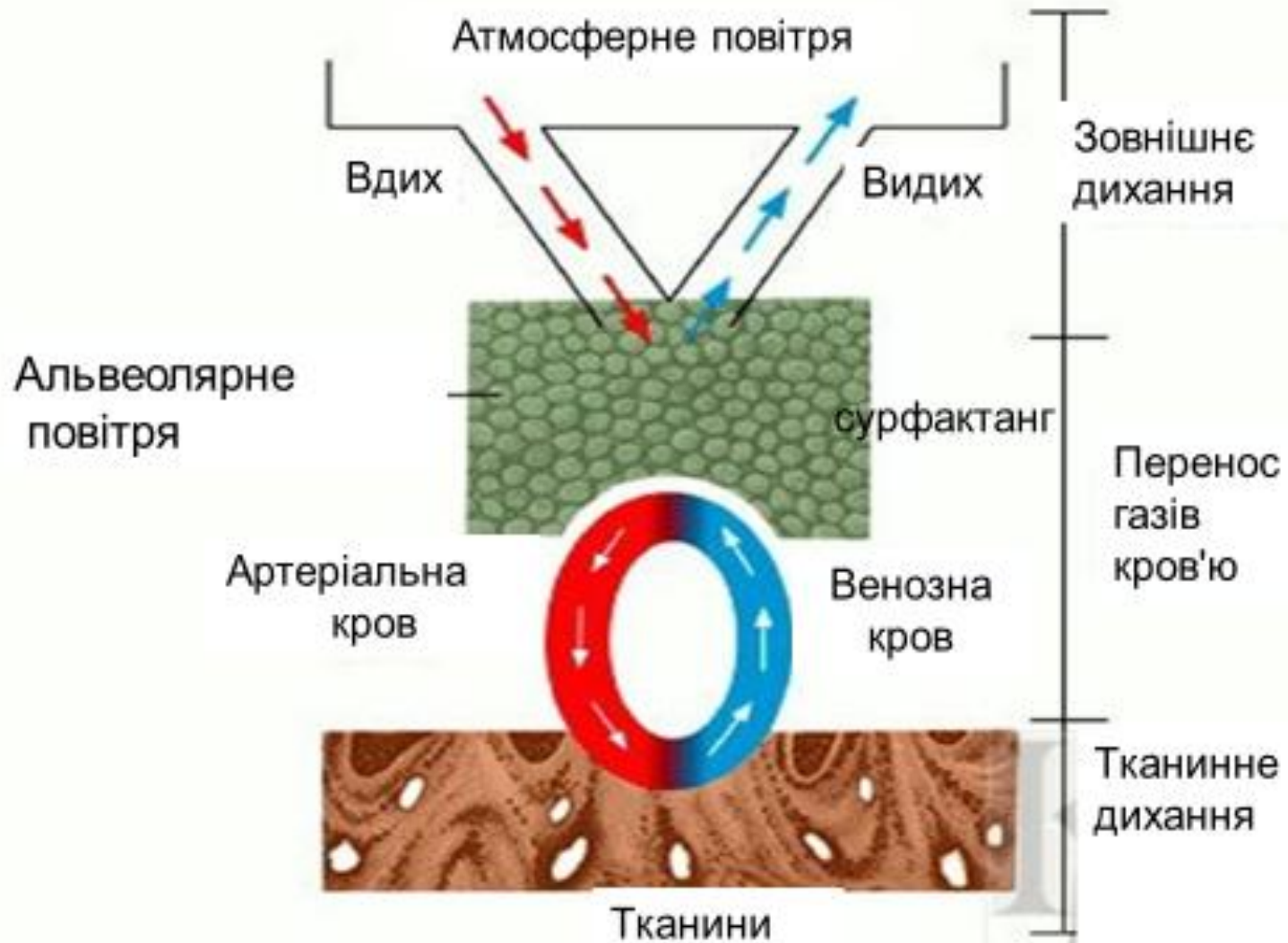
Ліворуч – вдих: грудна клітка розширена, діафрагма опущена;
праворуч – видих: грудна клітка зменшена в об'ємі, діафрагма піднята

Система дихання



При **скороченні діафрагми** відстань між нижніми краями ребер (в боковому напрямку): **не змінюється**, а відбувається збільшення вертикальних розмірів грудної порожнини. Тільки при **скороченні зовнішніх міжреберних м'язів** відстань між нижніми краями ребер **збільшується**.

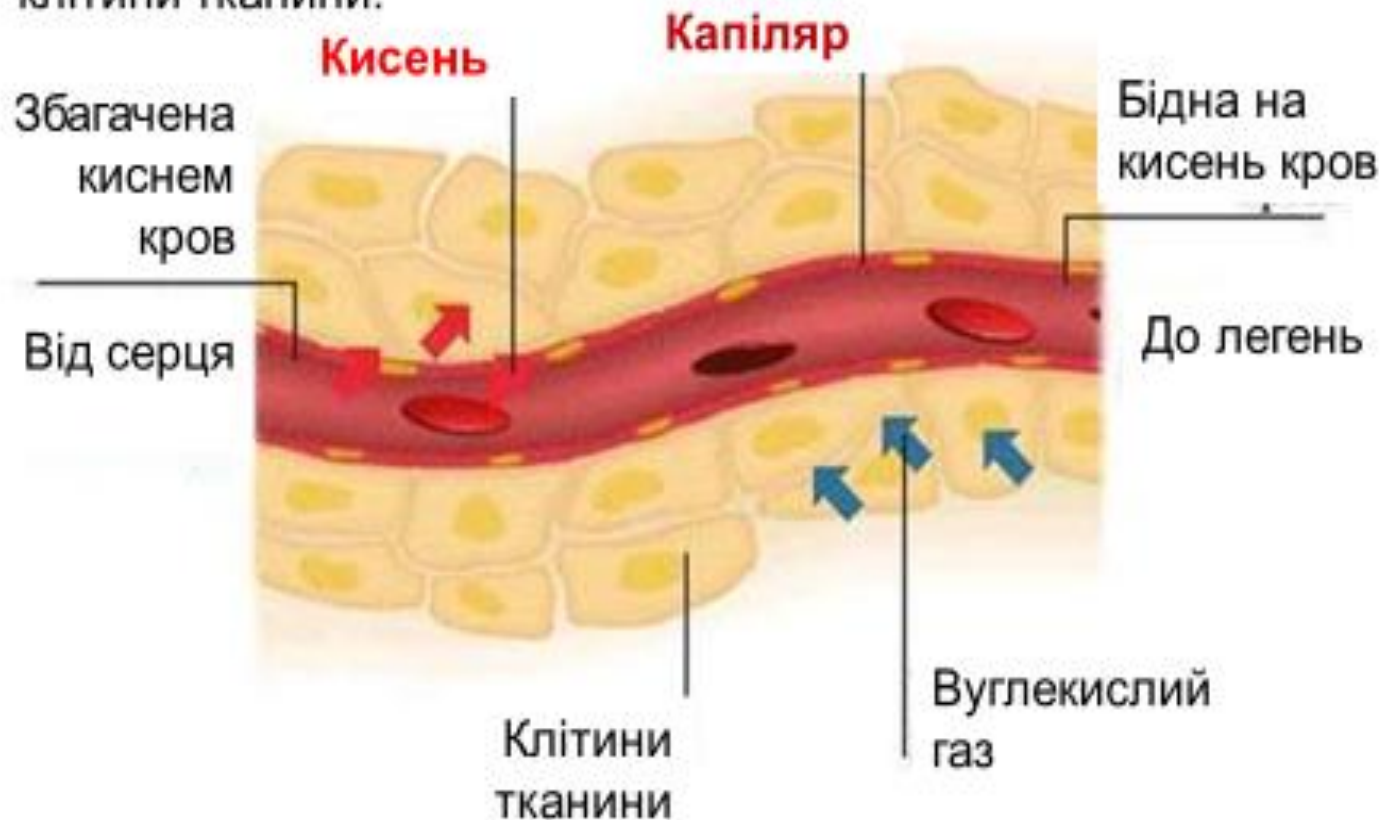
ГАЗООБМІН



ГАЗООБМІН В ТКАНИНАХ

В тканинах тіла відбувається обмін вуглекислого газу на кисень. Кисень проникає через стінки капілярів в клітини тканини.

Вуглекислий газ переміщується в зворотному напрямку – з клітин тканин до крові, потім він переміщується в легені та видаляється з організму при видиху.



3. Лабораторне заняття № 16

Фізіологія дихання

Мета роботи: визначити за допомогою методу спірометрії ЖЄЛ, ДО, $PO_{\text{вид}}$ та розрахувати $PO_{\text{вд}}$, загальну ємність легень; проаналізувати вплив гіпо- і гіпервентиляції на затримку дихання.

Основні положення

Спірометрія – метод визначення життєвої ємності легень і об'ємів повітря, що її складають. Ці показники залежать від віку, зросту, статі, фізичного розвитку людини та інших факторів.

Дихальний об'єм (ДО: 300-500 мл) – об'єм повітря, що його людина вдихає і видихає у спокійному стані.

Резервний об'єм вдиху ($PO_{\text{вд}}$: 1500-2000 мл) – максимальний об'єм повітря, який можна вдихнути додатково після спокійного вдиху.

Резервний об'єм видиху ($PO_{\text{вид}}$: 1000-1500 мл) – максимальний об'єм повітря, який можна видихнути додатково після спокійного видиху.

Життєва ємність легень (ЖЄЛ) – максимальний об'єм повітря, який можна видихнути після максимального вдиху.

$$\text{ЖЄЛ} = \text{ДО} + PO_{\text{вд}} + PO_{\text{вид}}$$

Залишковий об'єм (ЗО) – об'єм повітря в легенях після максимального видиху. Залишковий об'єм складає 1000 мл.

Функціональна залишкова ємність (ФЗЄ) – об'єм повітря в легенях, що залишається після спокійного видиху. Він дорівнює сумі залишкового і резервного об'ємів.

$$\text{ФЗЄ} = \text{ЗО} + PO_{\text{вид}}$$

Загальна ємність легень (ЗЄЛ) – об'єм повітря в легенях після максимального вдиху. Визначається сумою величин ЖЄЛ і ЗО. $\text{ЗЄЛ} = \text{ЖЄЛ} + \text{ЗО}$.

4.Склад повітря, що вдихається і видихається

Повітря, що
вдихається

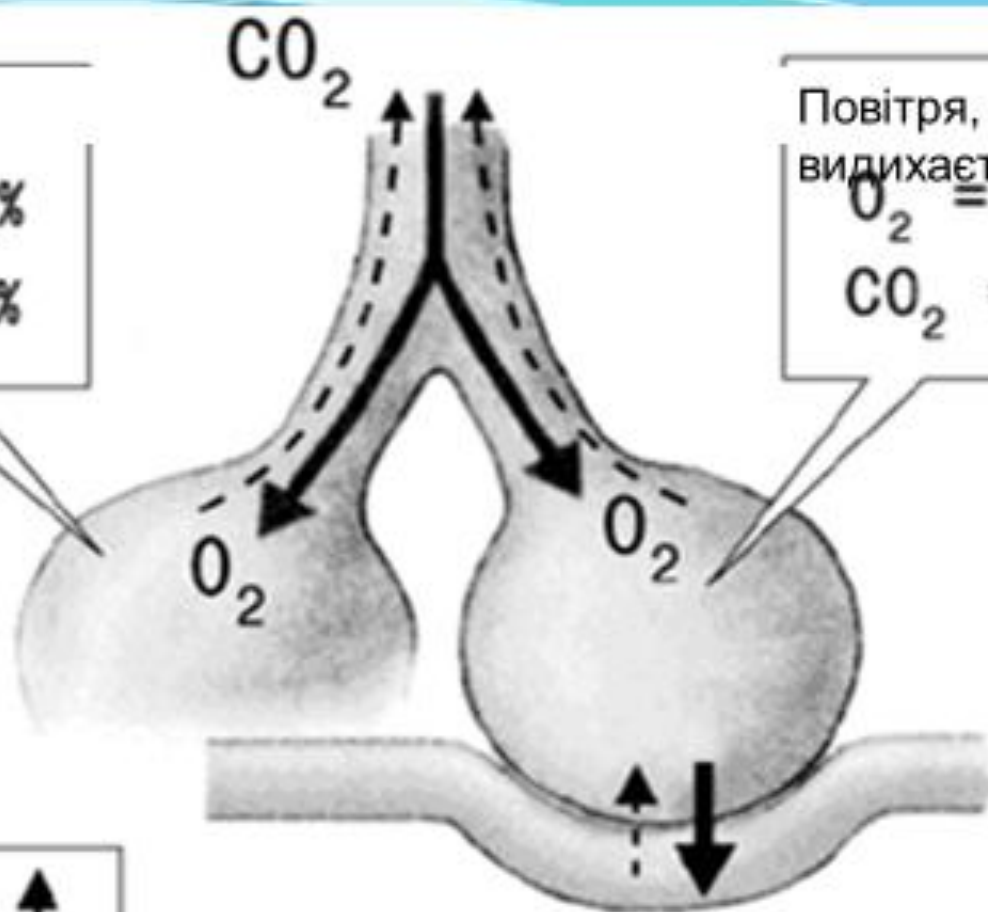
$O_2 = 20,93\%$

$CO_2 = 0,03\%$

Повітря, що
видихається

$O_2 = 16\%$

$CO_2 = 4,5\%$



↓ ↑
 O_2 CO_2

За законом Дальтона, парціальний тиск кожного газу в суміші пропорційний його об'єму. Якщо людина знаходиться в «сухому» повітрі, то парціальний тиск кожного газу слід розраховувати, виходячи із загального тиску.



Рух газів забезпечує дифузія.
Згідно законам дифузії газ розповсюджується із середовища з високим парціальним тиском в середовище з меншим тиском.
Парціальний тиск – це частина загального тиску, яка припадає на частку даного газу у газовій суміші. Чим вищий відсотковий вміст газу в суміші, тим вищий його парціальний тиск. Для газів, розчинених у рідині, використовують термін «напруга», відповідний терміну «парціальний тиск», що застосовується для вільних газів.

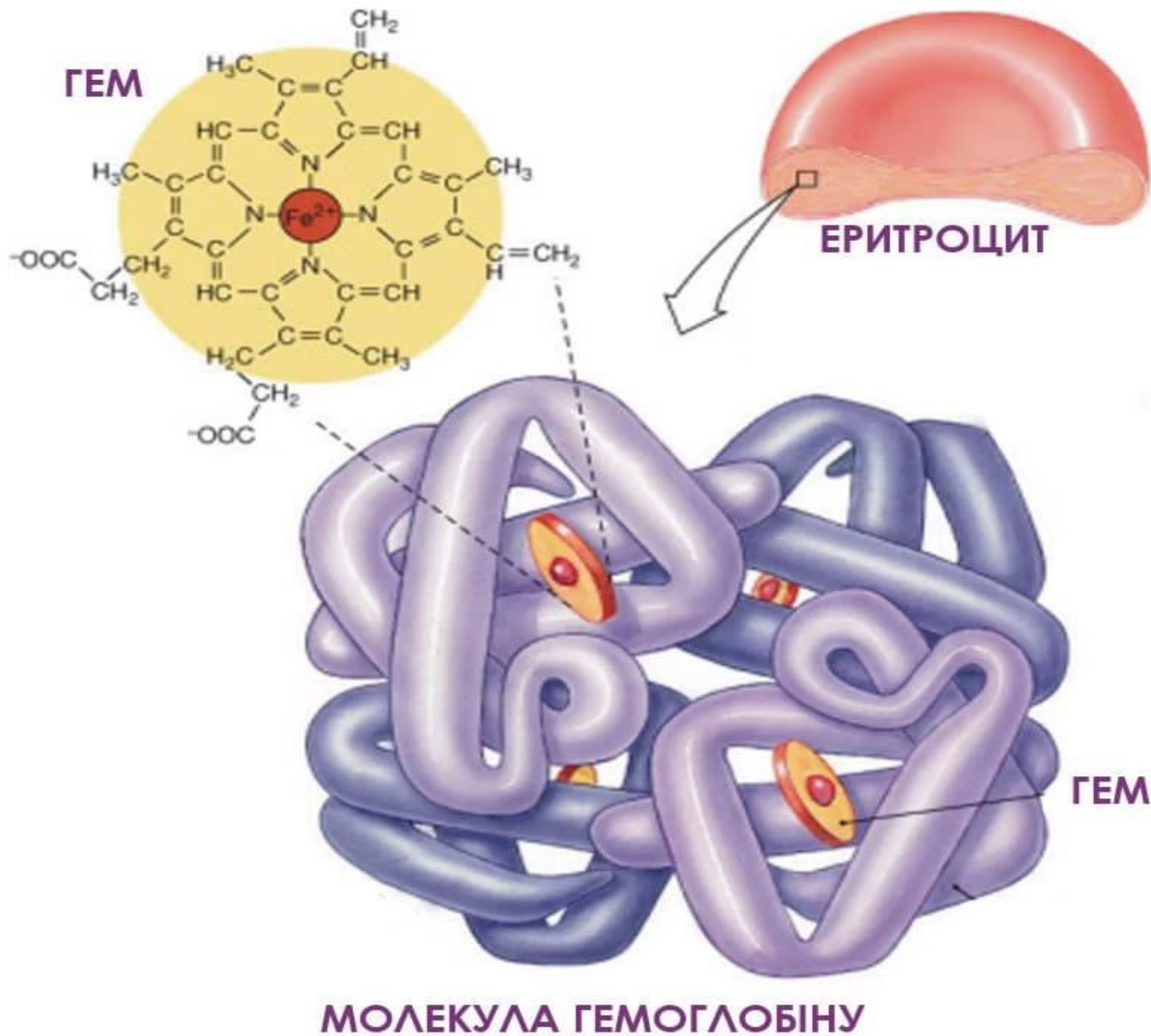
$$p_{O_2}/760 \text{ мм рт. ст.} = 20,94/100$$

$$p_{O_2} = 760 \times 20,94 / 100 = 159$$

У легенях газообмін відбувається між повітрям, що міститься в альвеолах, і кров'ю. Альвеоли оточені густою сіткою капілярів. Стінки альвеол і стінки капілярів дуже тонкі. Для здійснення газообміну вирішальними умовами є площа поверхні, через яку здійснюється дифузія газів, і різниця парціального тиску (напруги) дифундуючих газів. Легені ідеально відповідають цим вимогам: при глибокому вдиху альвеоли розтягуються і їх поверхня досягає 100–150 кв. м (не менша й поверхня капілярів у легенях), існує достатня різниця парціального тиску газів альвеолярного повітря і напруги цих газів у венозній крові.

Зв'язування кисню кров'ю. У крові кисень з'єднується з гемоглобіном, утворюючи нестабільну сполуку – оксигемоглобін, 1 г якого здатний зв'язати 1,34 куб. см **кисню**. Кількість утвореного оксигемоглобіну прямопропорційна парціальному тиску кисню. В альвеолярному повітрі парціальний тиск кисню дорівнює 100–110 мм рт. ст. За цих умов 97 % гемоглобіну крові зв'язується з киснем.

У вигляді оксигемоглобіну кисень з легень переноситься кров'ю до тканин. Тут парціальний тиск кисню низький і оксигемоглобін дисоціює, вивільнюючи кисень, що **забезпечує постачання тканин киснем**.



ГЕМОГЛОБІН

β - ГЛОБІН

β - ГЛОБІН

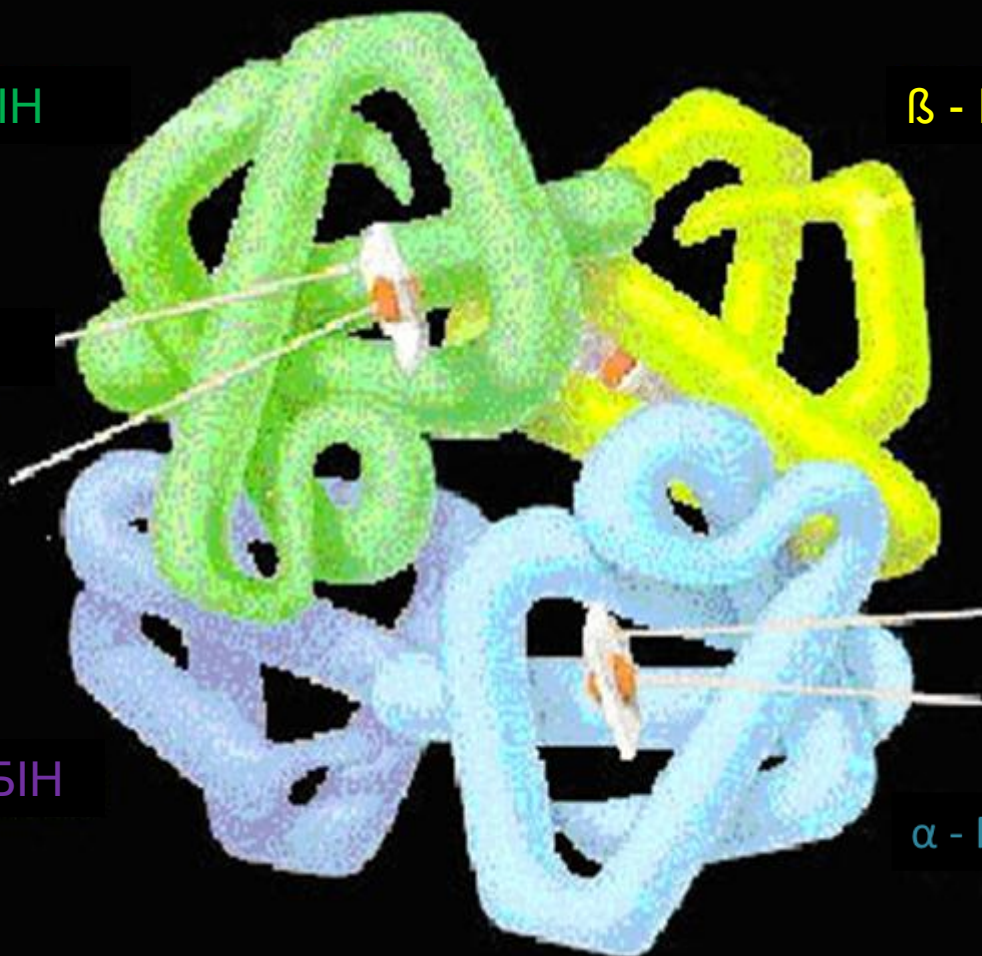
ПЛОЩИНА
ГЕМА

АТОМ
ЗАЛІЗА

α - ГЛОБІН

ПЛОЩИНА
АТОМ ЗАЛІЗА

α - ГЛОБІН



Форми гемоглобіну:

1) **Оксигемоглобін (HbO₂)** - сполука гемоглобіну з киснем утворюється, переважно, в артеріальній крові і надає їй яскраво червоного кольору, **кисень зв'язується з атомом заліза** за допомогою координаційного зв'язку.

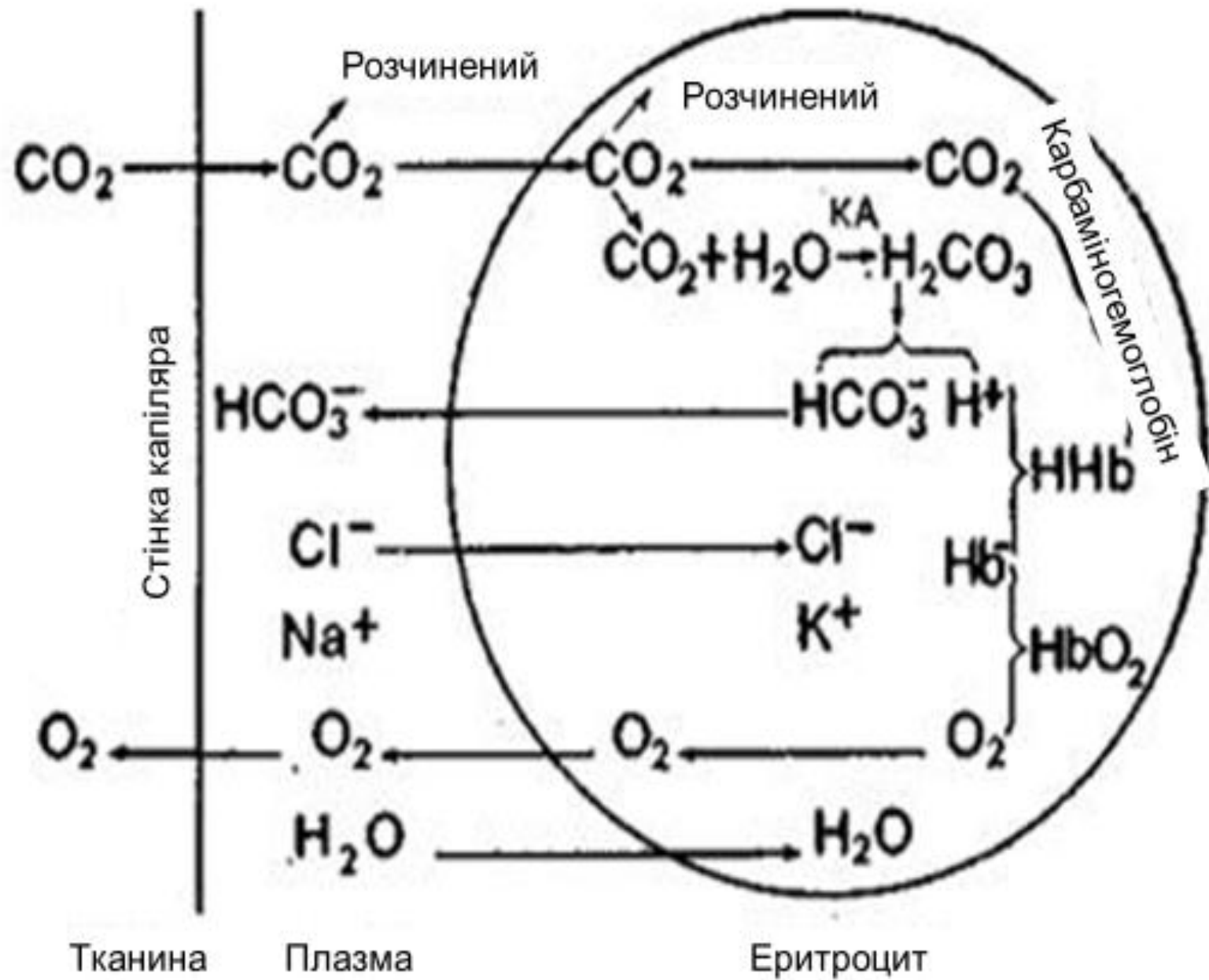
2) Відновлений гемоглобін або **дезоксигемоглобін (HbH)** - гемоглобін, що віддав кисень тканинам.

3) **Карбогемоглобін** (карбаміногемоглобін **HbCO₂**) - сполука гемоглобіну з **вуглекислим газом**; вуглекислий газ з білковим компонентом гемоглобіну також утворює малостійку сполуку. Утворюється, переважно, у венозній крові, яка внаслідок цього набуває темно-вишневого кольору.

4) Сполука гемоглобіну з чадним газом називається **карбоксигемоглобіном (HbCO)**. Карбоксигемоглобін є міцною сполукою, внаслідок чого відбувається отруєння чадним газом.

5) **Метгемоглобін** - утворюється під впливом нітритів, нітратів і деяких лікарських препаратів: відбувається перехід двовалентного **заліза в тривалентне** з утворенням метгемоглобіну- **HbMet**.





ТРАНСПОРТУВАННЯ КИСНЮ КРОВ'Ю

1) У з'єднанні з білками **гемоглобіну (Карбогемоглобін) 11%**.

2) У вигляді вугільної кислоти в плазмі **H_2CO_3 12 %**.

Вугільна кислота H_2CO_3 дисоціює на іони H^+ і HCO_3^- . При підвищенні вмісту іонів HCO_3^- , вони дифундують із еритроциту в плазму, а іони H^+ залишаються в еритроциті. Вихід іонів HCO_3^- - в плазму врівноважується надходженням із плазми іонів хлору. При цьому в плазмі вивільнюються іони натрію, які зв'язуються іонами HCO_3^- , що надходять із еритроциту, утворюючи $NaHCO_3$.

3) У хімічно зв'язаному стані, у вигляді **бікарбонатів (в еритроциті $KHCO_3$) 27%**.

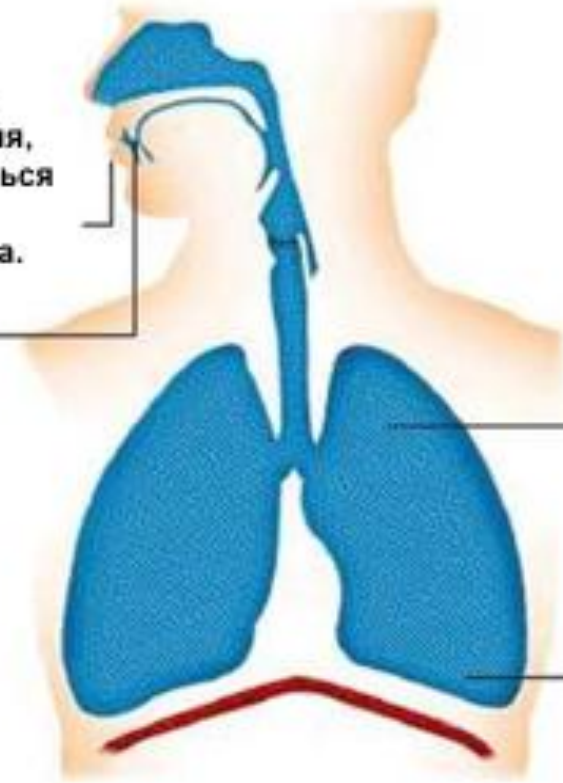
4)) **HCO_3^- в плазмі 50%**.

ПОЗІХАННЯ

Позіхання наповнює легені та кров киснем, що надає сил та енергії. Позіхання – це глибокий вдих, викликаний втомою, який наповнює легені повітрям. Кисень потрапляє в кров та розноситься по всьому тілу.

- 1) Надлишок вуглекислого газу викликає позіхання, яке супроводжується широким відкриванням рота.

Рот



- 2) Кисневмісне повітря наповнює легені для збагачення крові.

Легені

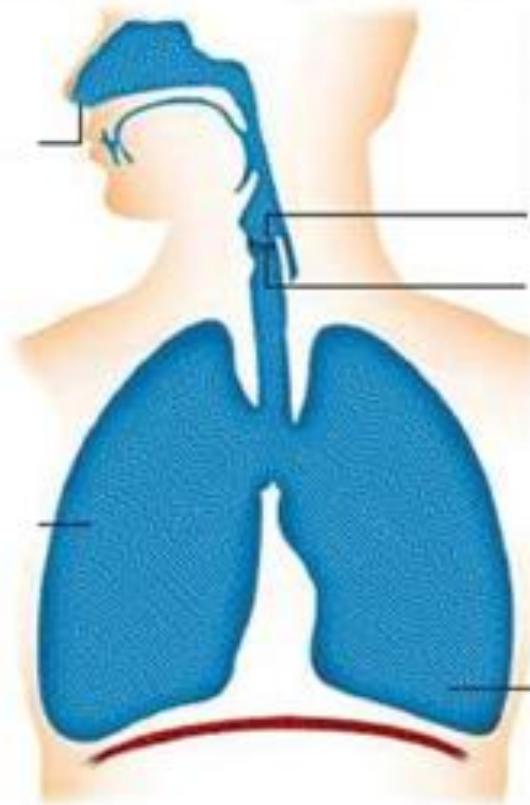
кашель

За допомогою кашлю організм звільняється від інородних тіл (пил), які потрапили в дихальні шляхи. Кашель також може бути викликаним потрапленням інфекції в організм. Кашель – це сильне виштовхування повітря з легень.

1) Як відкривається надгортанник а пропускає повітря в легені.

2) Надгортанник закривається та закриває повітря в легенях.

3) Надгортанник різко відкривається та виштовхує повітря з легень, очищуючи дихальний шлях.



Надгортанник

Легені

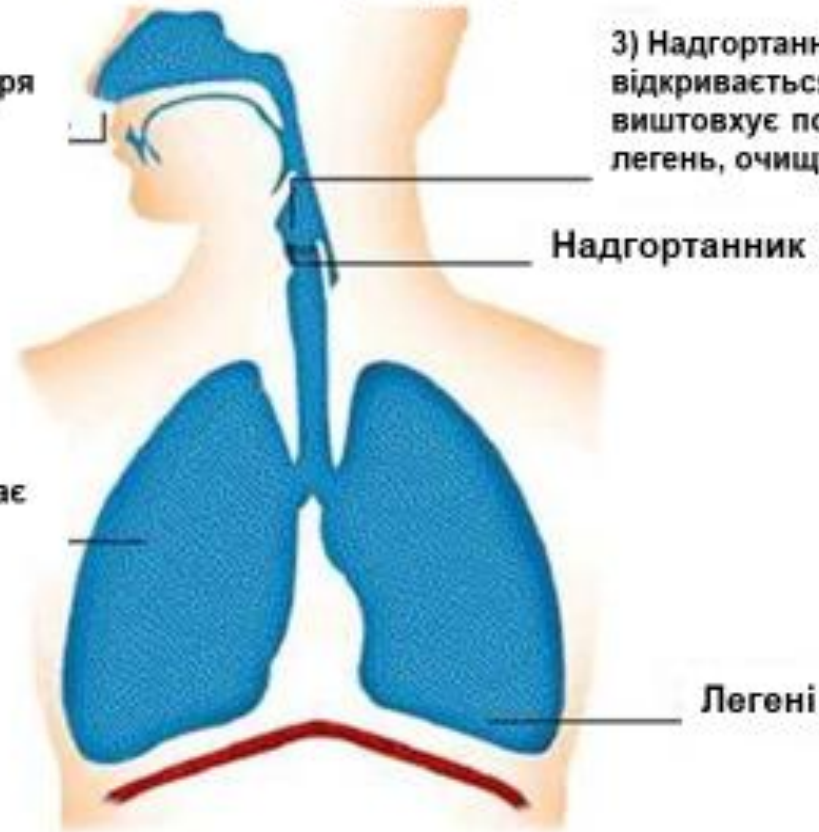
ЧХАННЯ

Чхання викликається подразненням у носі, яке, в свою чергу, викликається потраплянням пилу. Її видалення проводиться шляхом сильного видиху повітря через ніс. Під час чхання назовні виштовхується до 5000 краплинок рідини з великою швидкістю на відстань до 3.5 м (12 футів).

1) Надгортанник відкривається та повітря потрапляє в легені.

2) Надгортанник закривається та запирає повітря в легенях.

3) Надгортанник відкривається та виштовхує повітря з легень, очищуючи ніс.



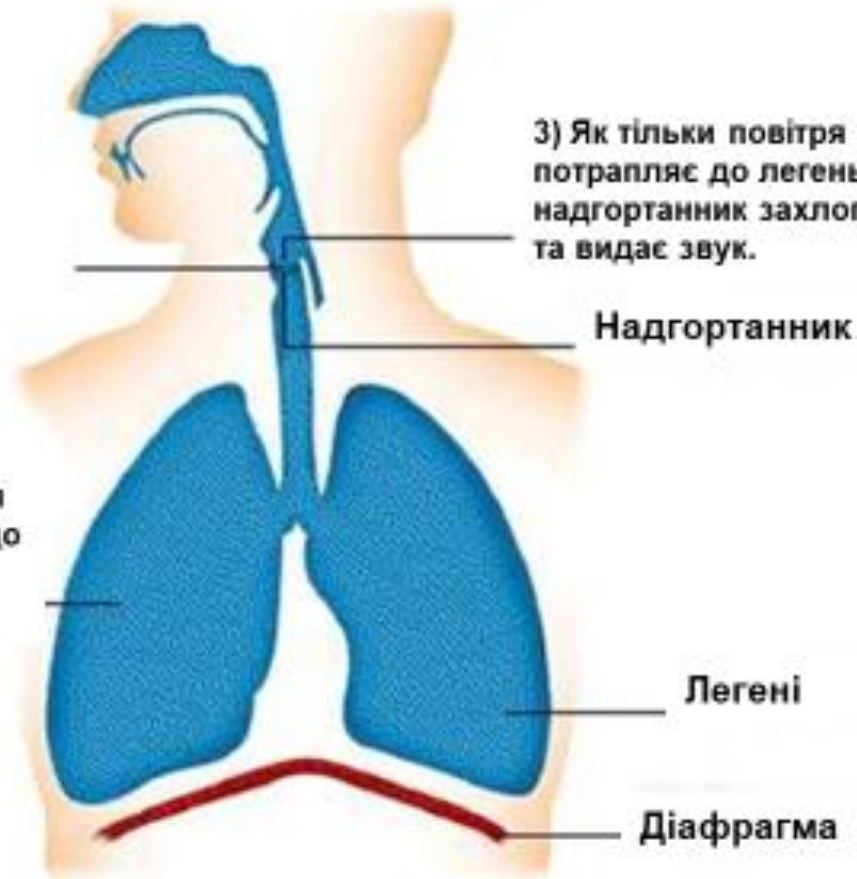
ГИКАВКА

Гикавка – це свідоме скорочення діафрагми, викликане зашвидким поглинанням їжі. Як тільки діафрагма скорочується, так одразу з легень виштовхується повітря, яке, проходячи через гортань, захлопує надгортанник та видає звук.

1) Надгортанник відкривається, а діафрагма розслабляється.

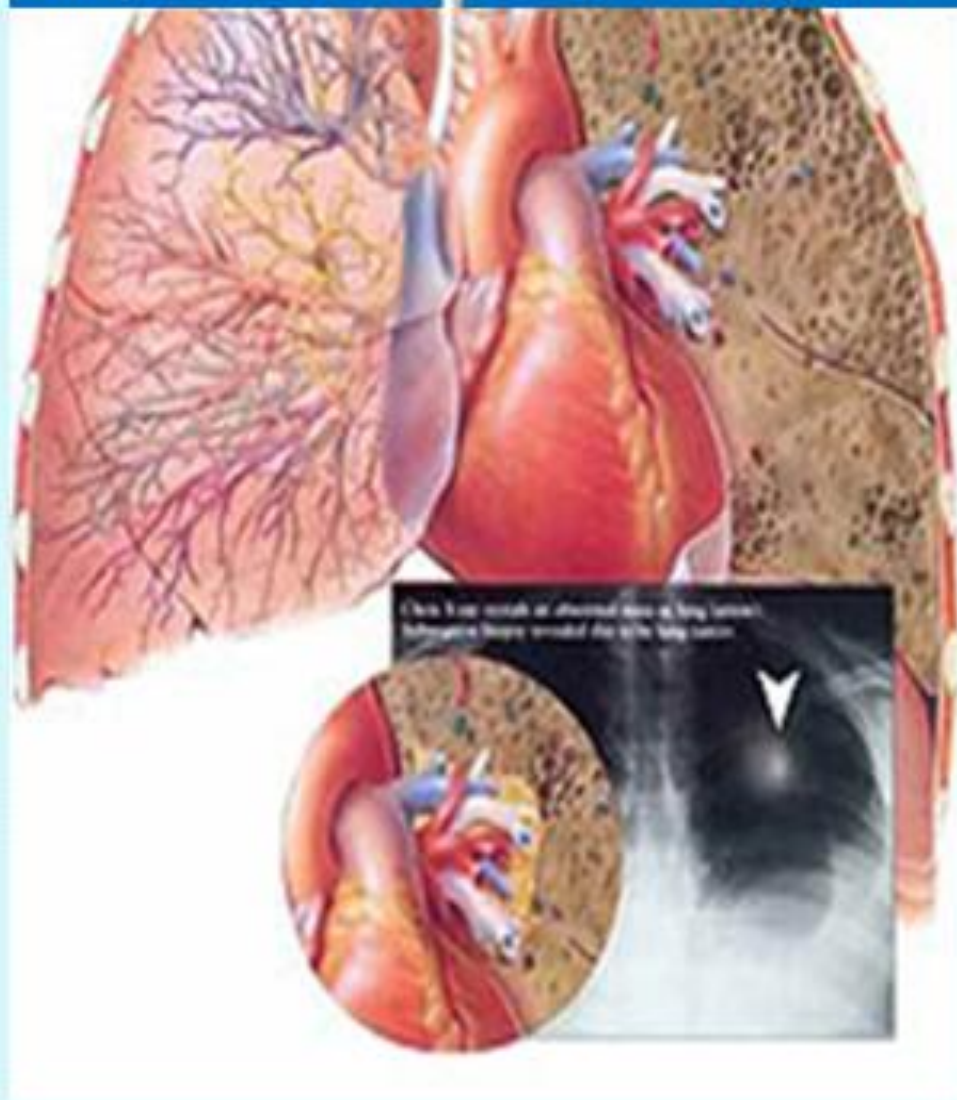
2) Діафрагма скорочується, повітря глибоко вдихається до легень.

3) Як тільки повітря потрапляє до легень, надгортанник захлопується та видає звук.



Здорова легеня

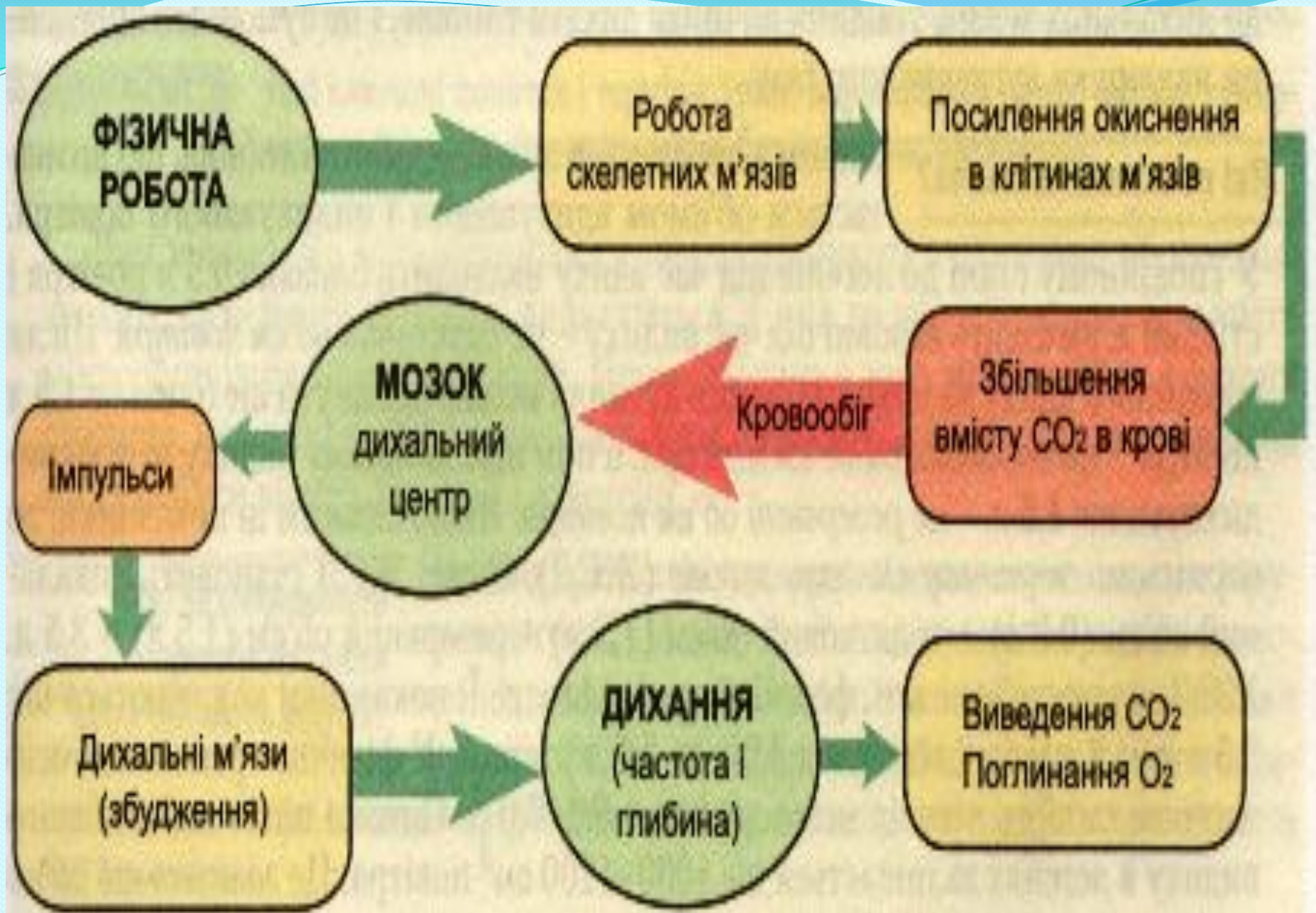
Легеня курця



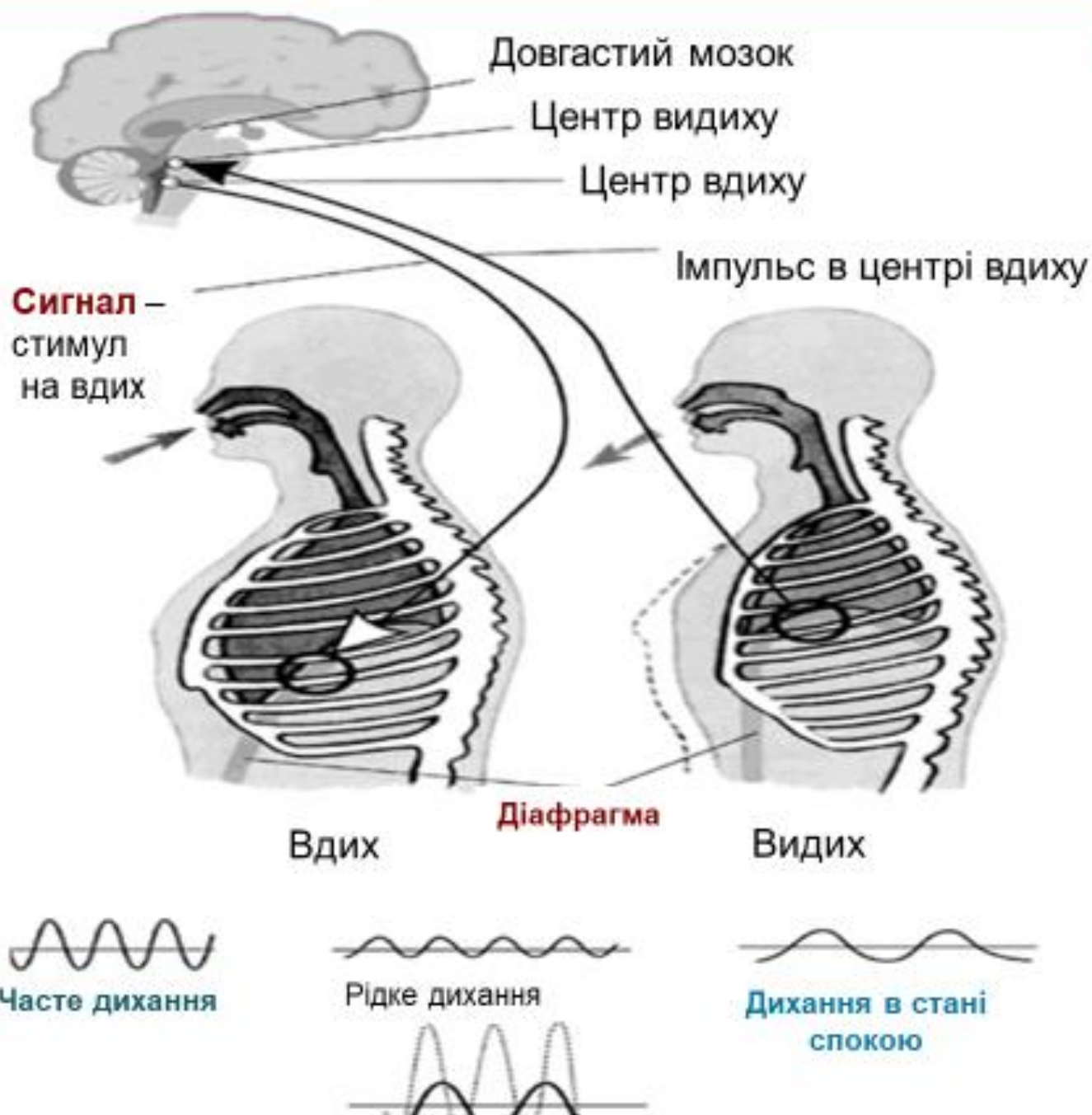
Гігієна
дихання



Легеня некурящого Легеня курця

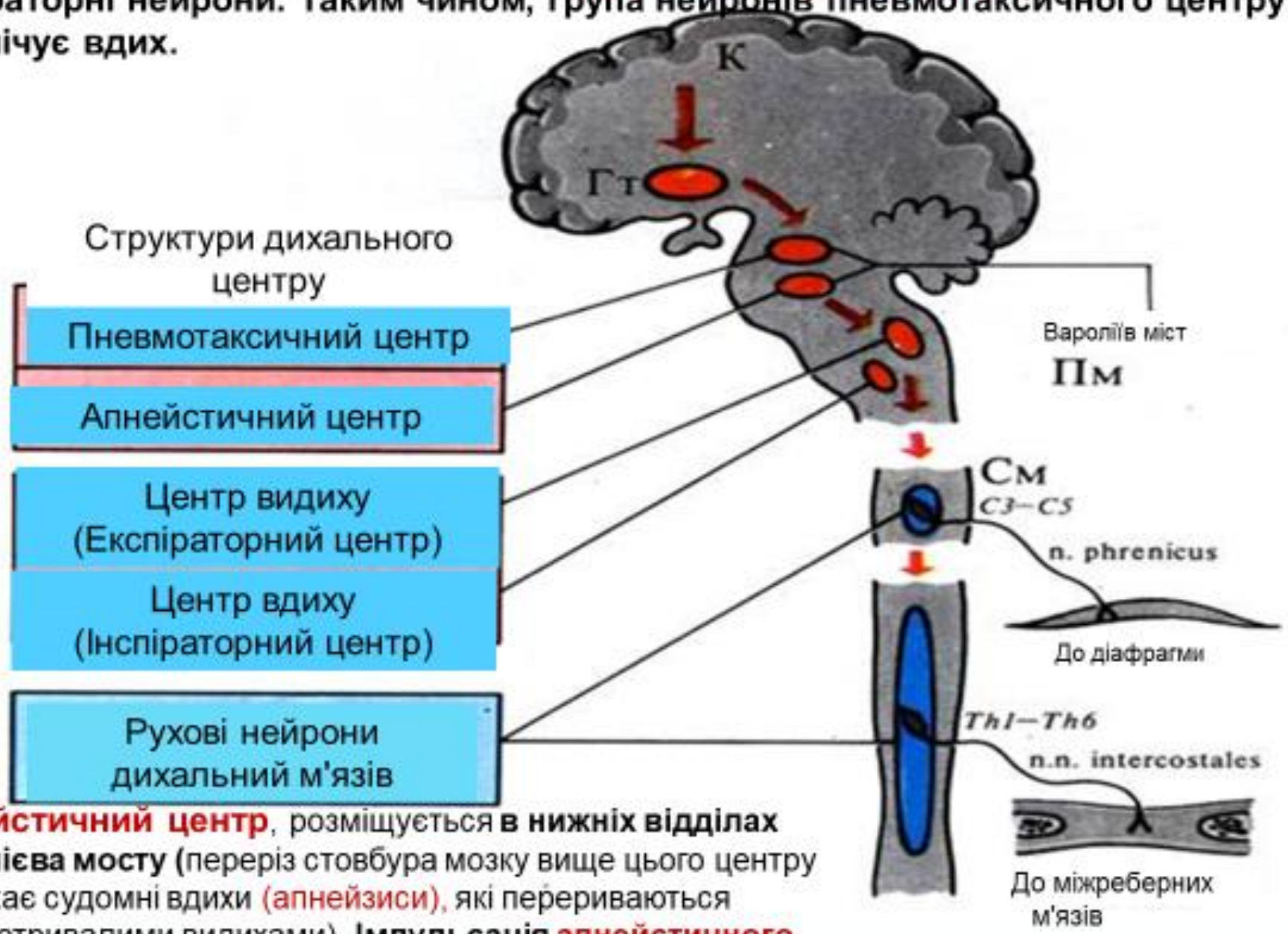


5. Дихальний центр – це сукупність певних нейронів довгастого мозку і моста, яка забезпечує чергування вдиху і видиху. Умовно їх називають дихальними нейронами. Розрізняють **інспіраторні нейрони**, які збуджуються під час вдиху, **експіраторні** активуються під час видиху і значну кількість нейронів активність, яких проявляється в момент переходу вдиху у видих, або видиху у вдих.



Дихання при фізичних навантаженнях

У верхніх відділах моста розміщений **пневмотаксичний центр**, який гальмує інспіраторні нейрони. Таким чином, група нейронів пневмотаксичного центру пригнічує вдих.



Апнейстичний центр, розміщується в нижніх відділах Варолієва мосту (переріз стовбура мозку вище цього центру викликає судомні вдихи (**апнейзиси**), які перериваються короткотривалими видихами). Імпульсація **апнейстичного центру** збуджує інспіраторну зону довгастого мозку.