

**Тема лекції:**

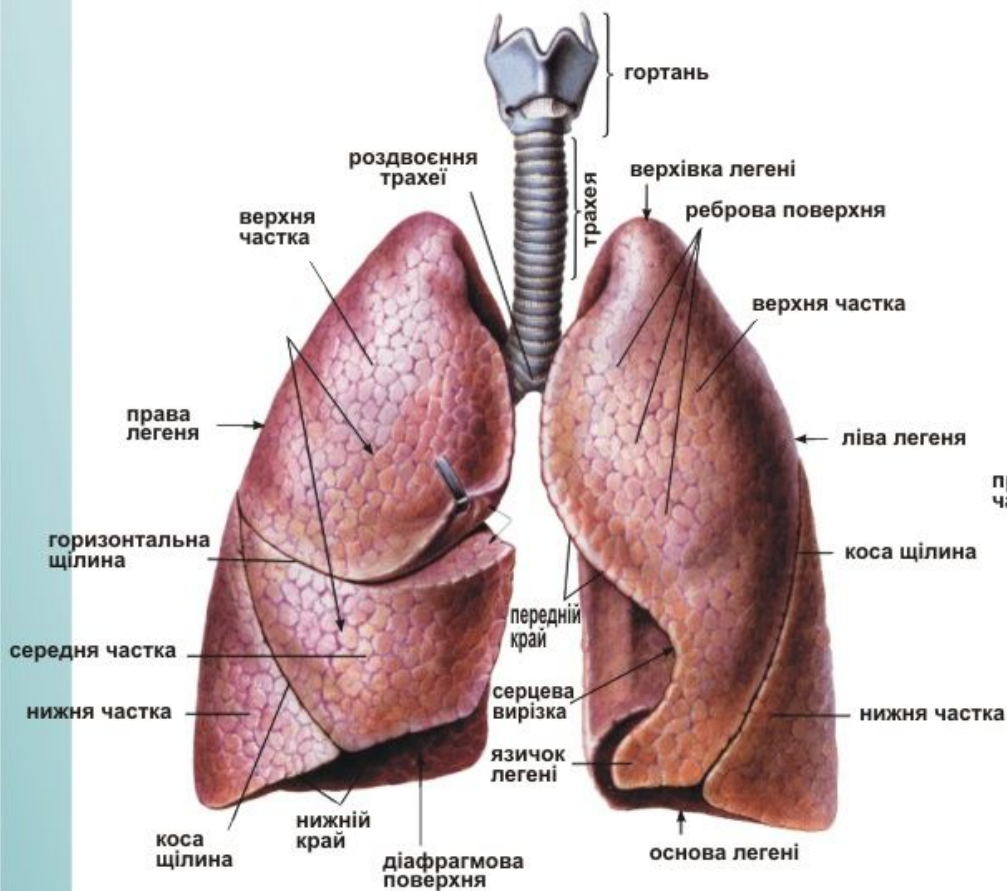
**ФІЗІОЛОГІЯ ДИХАЛЬНОЇ  
СИСТЕМИ.**

**ЗОВНІШНЄ ДИХАННЯ.**

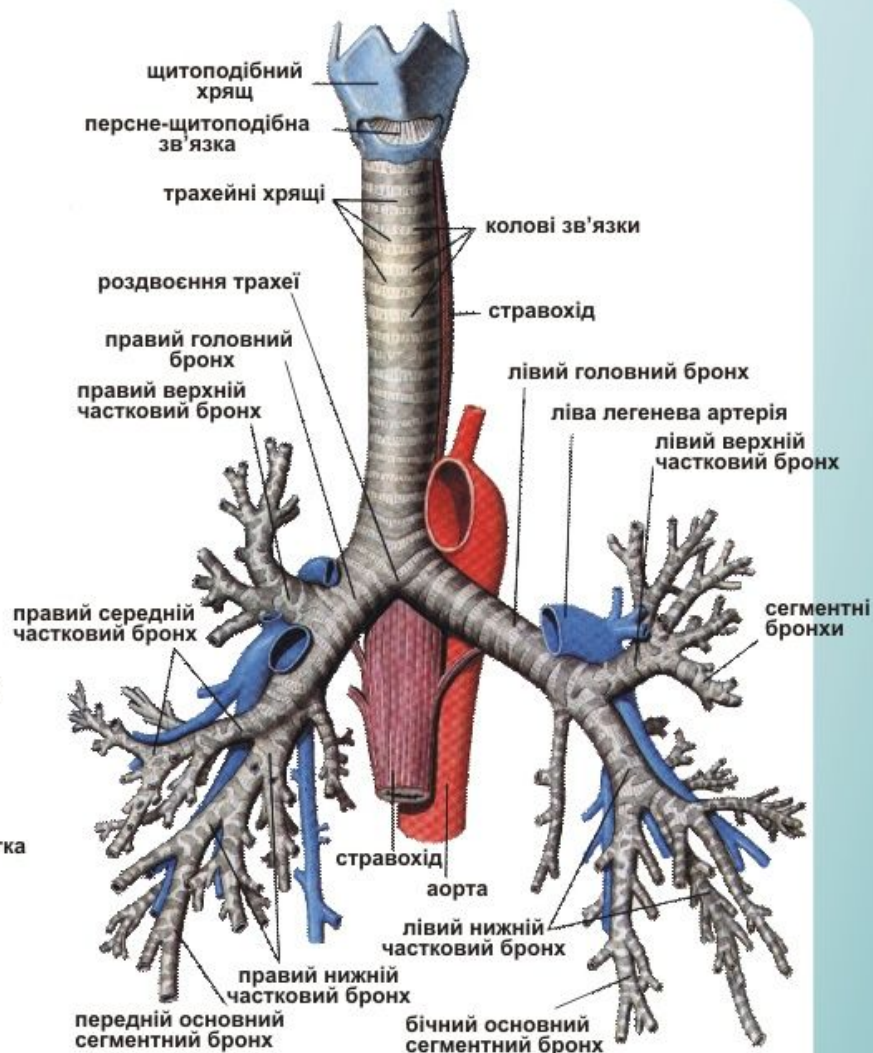
- **Система дихання** - комплекс структур, які беруть участь у газообміні, і механізми їх регуляції.
- Сумарним показником активності дихальної системи є **споживання кисню (СК)** за 1 хв. У дорослої людини у стані спокою СК становить близько 3,5 мл (хв/кг).



# Дихальна система



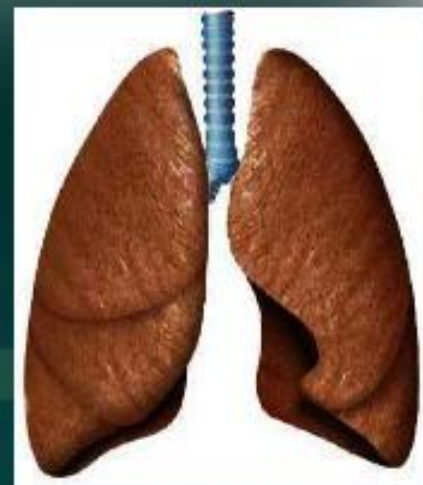
Гортань, трахея, легені



Бронхіальне дерево



# ДИХАННЯ включає



## Зовнішнє:

доставка кисню від легень  
до тканин і винесення  
вуглекислого газу  
від тканин до легень

## Внутрішнє:

окислювальні процеси  
в клітинах, внаслідок  
яких виділяється енергія  
для життєдіяльності

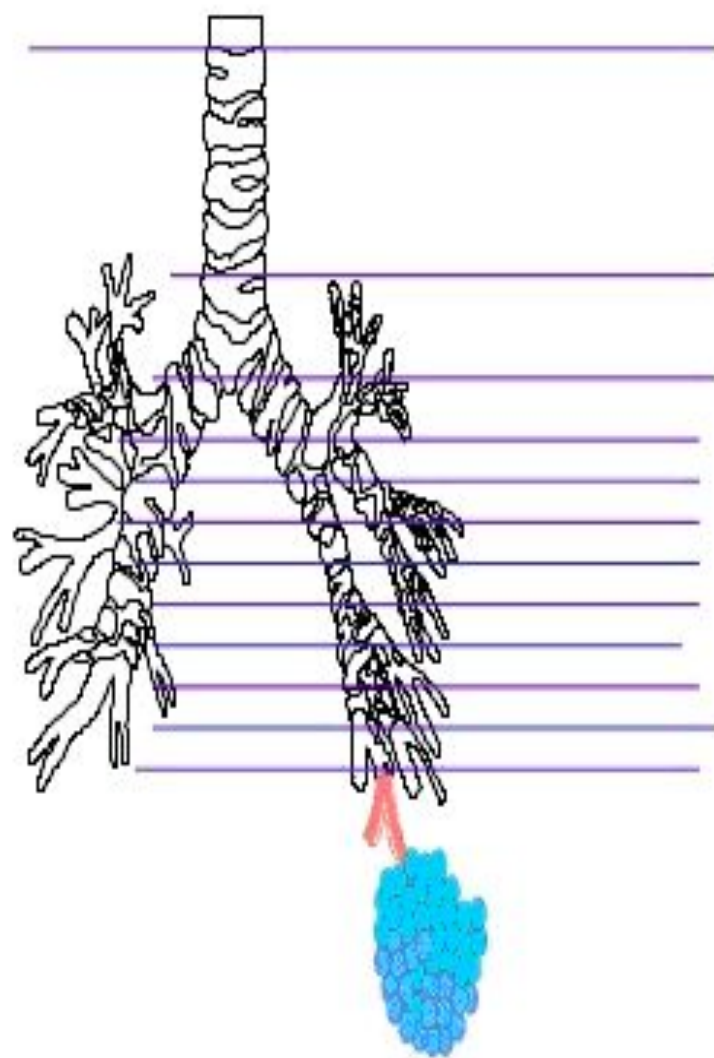
Перенесення  
газів  
кров'ю



# Зони дихальних шляхів

- Кондуктивна (провідна),
- Транзиторна (перехідна),
- Дихальна.
- Із загального об'єму легень провідна зона займає близько 150 мл, транзиторна – близько 1500 мл.

## ЗОНИ ТРАХЕОБРОНХІАЛЬНОГО ДЕРЕВА



Генерації бронхів

Кондуктивна зона 1-16 покоління

Конвекційний обмін газів

Транзиторна зона 17-23 покоління

Конвекційний обмін

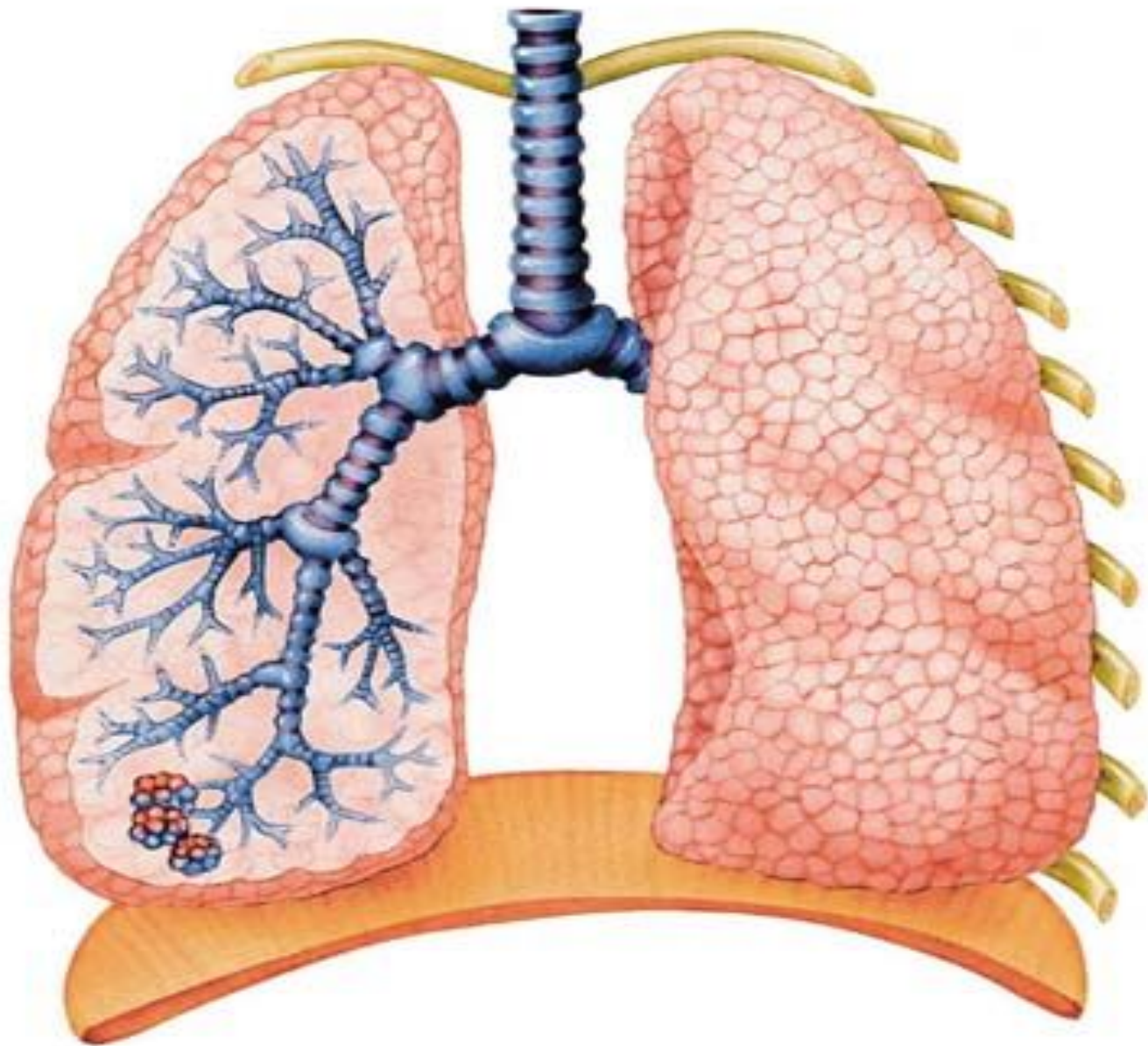
Респіраторна зона 23

Перфузія

# Функції дихальних шляхів:

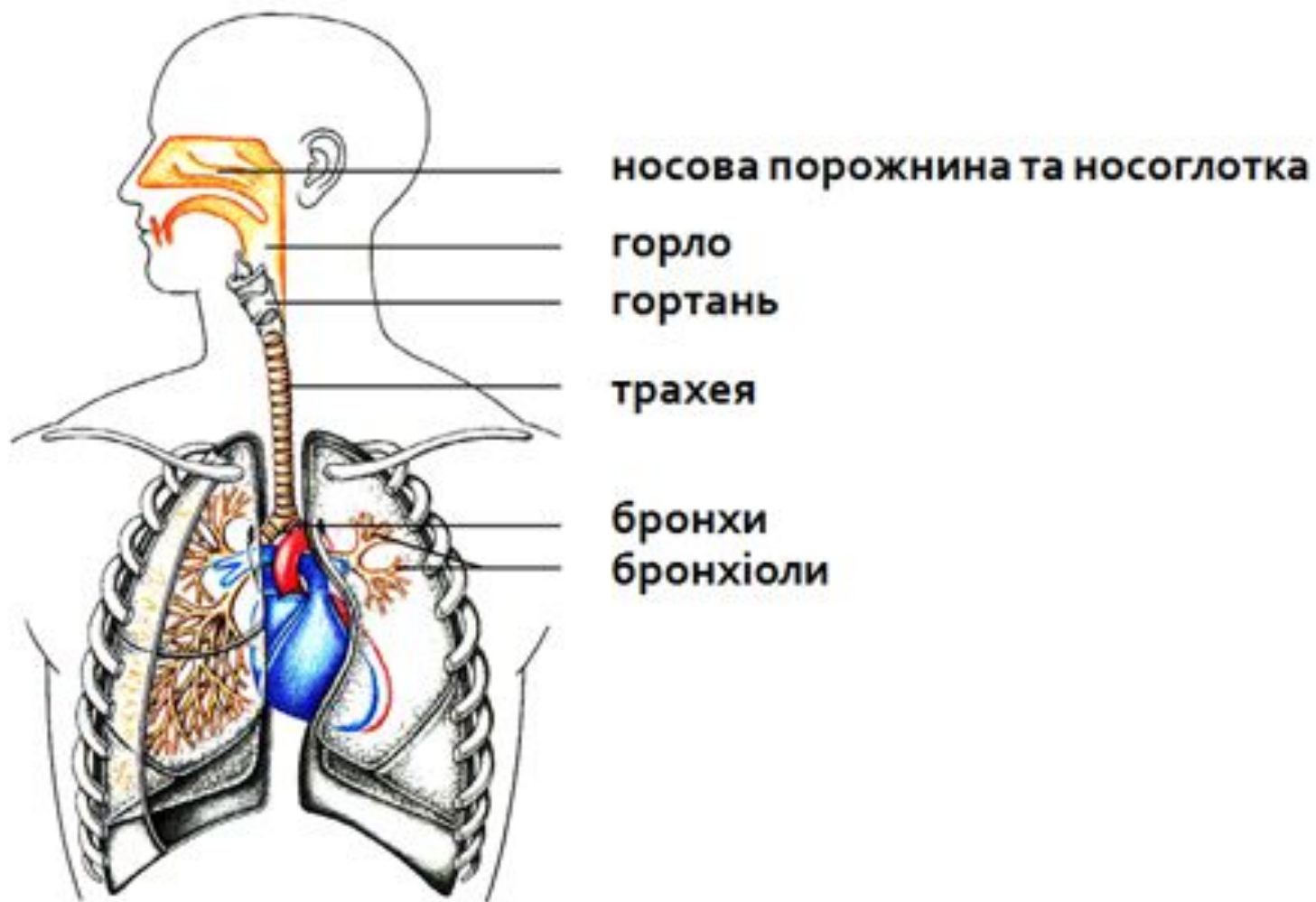
- Механізми забезпечення “кондиціонування” повітря:
  - 1. *Зігрівання.*
  - 2. *Зволоження.*
  - 3. *Очищення повітря.*







# Верхні дихальні шляхи



## АЛЬВЕОЛИ: ДИХАЛЬНІ МІХУРЦІ

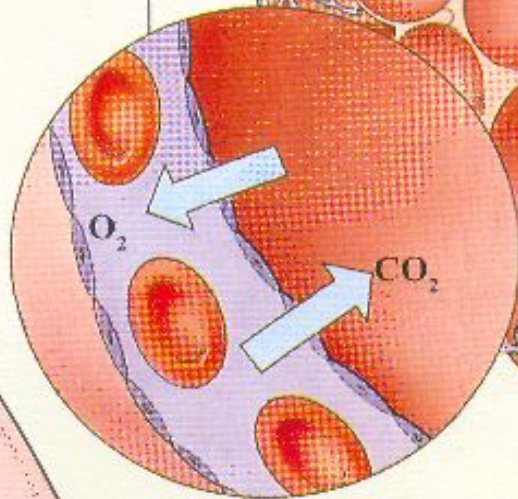
Дихальні міхурці легень, що зветься альвеолами, мають еластичні тонкі стінки і наповнюються повітрям через респіраторні бронхіоли.

Деякі лейкоцити (макрофаги) постійно присутні на внутрішній поверхні альвеоли; вони захоплюють і перетравлюють бактерії, хімічні й механічні частинки. Якщо у легенях ушкоджена більшість альвеол, поверхня газообміну втрачається і дихання стає неможливим.

Альвеола

Капілярна сітка

Респіраторна  
бронхіола



### Місце газообміну

Кисень переходить у кров через стінку альвеоли шляхом дифузії та потрапляє в оточуючу сітку кровоносних капілярів. Вуглекислий газ, кінцевий продукт обміну, дифундує із крові в альвеолу, звідки видихається.

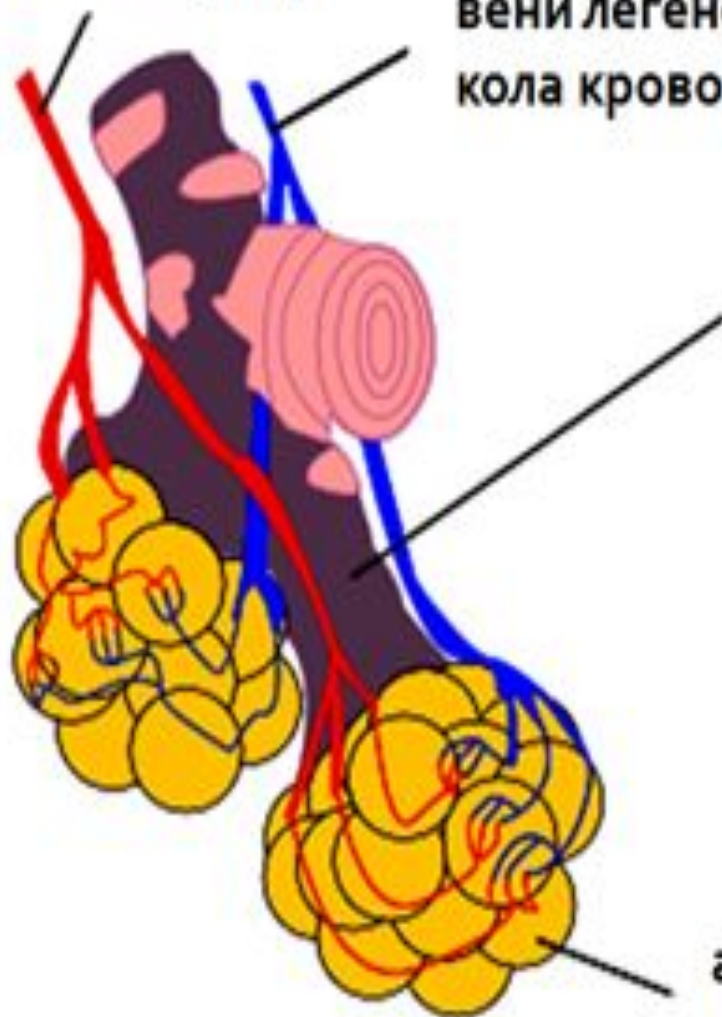


легеневі артерії

вени легеневого  
кола кровообігу

кінцеві  
бронхіоли

альвеолярні  
мішечки



Альвеола та  
легеневі капіляри



# Регуляція просвіту бронхів

- Просвіт внутрішньолегених бронхів залежить:
- по-перше, від еластичної тяги паренхіми легенів,
- по-друге, від тонуусу гладких м'язів бронхів.
- Холенергічні (парасимпатичні) волокна підсилюють скорочення гладких м'язів бронхів.
- адренергічні (симпатичні) діють навпаки, бо в бронхіальних м'язах переважають  $\beta$ -адренорецептори над  $\alpha$ -адренорецепторами.
- Мембрана гладком'язових клітин бронхів чутлива, крім пара- і симпатичних впливів, до цілого ряду біологічно-активних речовин: гістаміну, серотоніну, простагландинів, лейкотрієнів, регуляторних пептидів, кінінів.

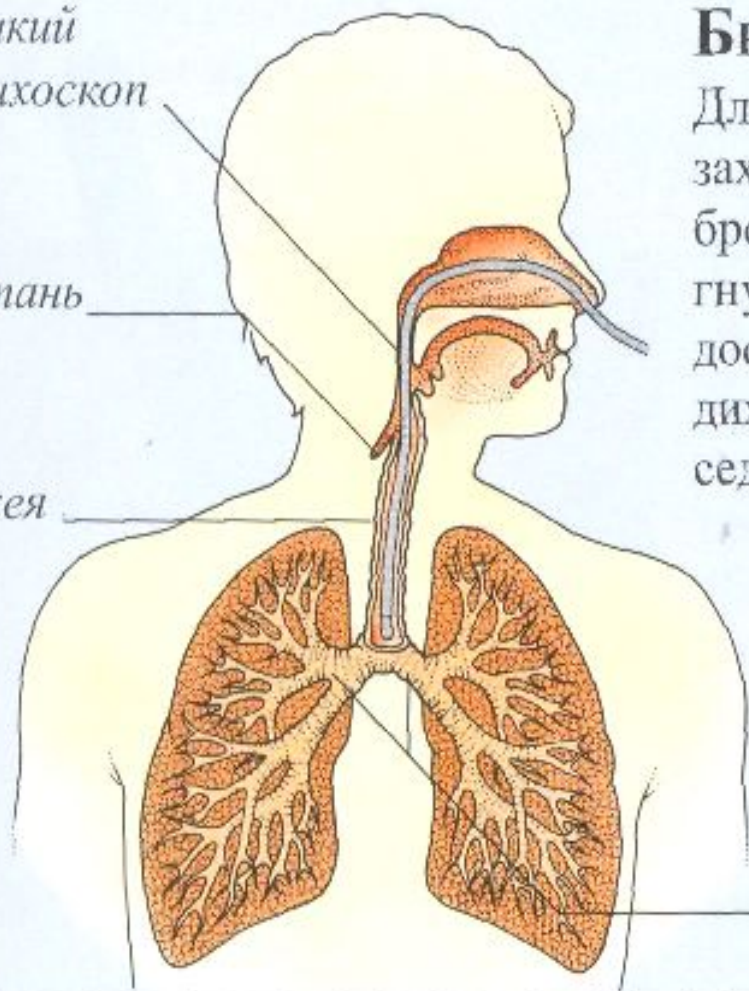


# БРОНХОСКОПІЯ

Гнучкий  
бронхоскоп

Гортань

Трахея



Бронхи

## БРОНХОСКОПІЯ

Для діагностування, а іноді й лікування захворювань легень застосовують бронхоскопію. Бронхоскоп (тверда або гнучка фіброоптична трубка) може досягати дрібних розгалужень дихальних шляхів. Після легкого седативного впливу та місцевого

- знеболення, трубку вставляють у горло, а відтак у бронхи. Через трубку можна взяти шматочок легеневої тканини або виконати хірургічну маніпуляцію.

# Механізм спокійного вдиху

- Вдих (інспірація) відбувається внаслідок збільшення об'єму грудної порожнини в трьох напрямках – вертикальному,
- сагітальному
- і фронтальному.
- Це настає внаслідок підняття ребер і опускання діафрагми
- **Верхні ребра** обертаються майже впоперек і під час їх руху збільшуються, головним чином, **передньо-задні** розміри грудної порожнини. Вісь обертання **нижніх ребер** більш сагітальна і від їх рухів залежать переважно **бічні** розміри грудної порожнини.



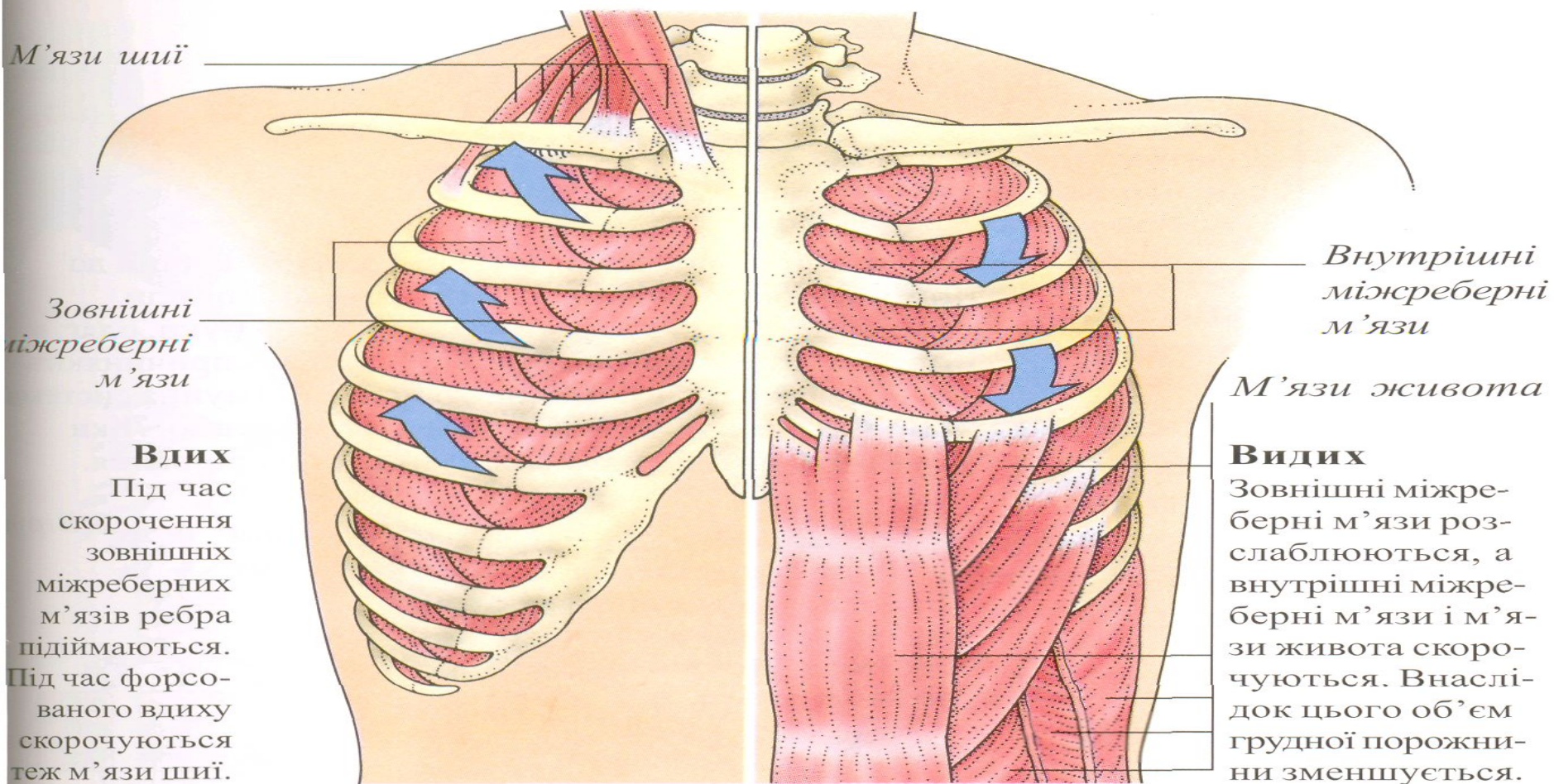
# М'язове забезпечення дихання

- У стані спокою на 4/5 вдих здійснює діафрагма. Скорочення її призводить до сплюснення купола і збільшення вертикальних розмірів грудної порожнини.
- зовнішні і внутрішні міжреберні. При скороченні вони тягнуть обидва ребра одне до одного. Сумарна дія зовнішніх міжреберних м'язів обумовлює загальне піднімання ребер і збільшення сагітального розміру та об'єму грудної клітки. Результат дії сил при скороченні внутрішніх міжреберних м'язів протилежний, тому ребра опускаються. Тому внутрішні міжреберні м'язи є м'язами видиху, а зовнішні – вдиху.



# ВДИХ І ВИДИХ

Рух повітря в легені та в зворотному напрямку зумовлений різницею тиску всередині та зовні тіла. Діафрагма – головний дихальний м'яз. Їй допомагають зовнішні та внутрішні міжреберні м'язи і м'язи живота. Людина вдихає близько 500 мл повітря з частотою 12–17 дихальних ухів на хвилину. Частота та об'єм їх зростають автоматично, як тільки виникає потреба у більшій кількості кисню.



## Вдих

Під час скорочення зовнішніх міжреберних м'язів ребра підіймаються. Під час форсованого вдиху скорочуються теж м'язи шиї.

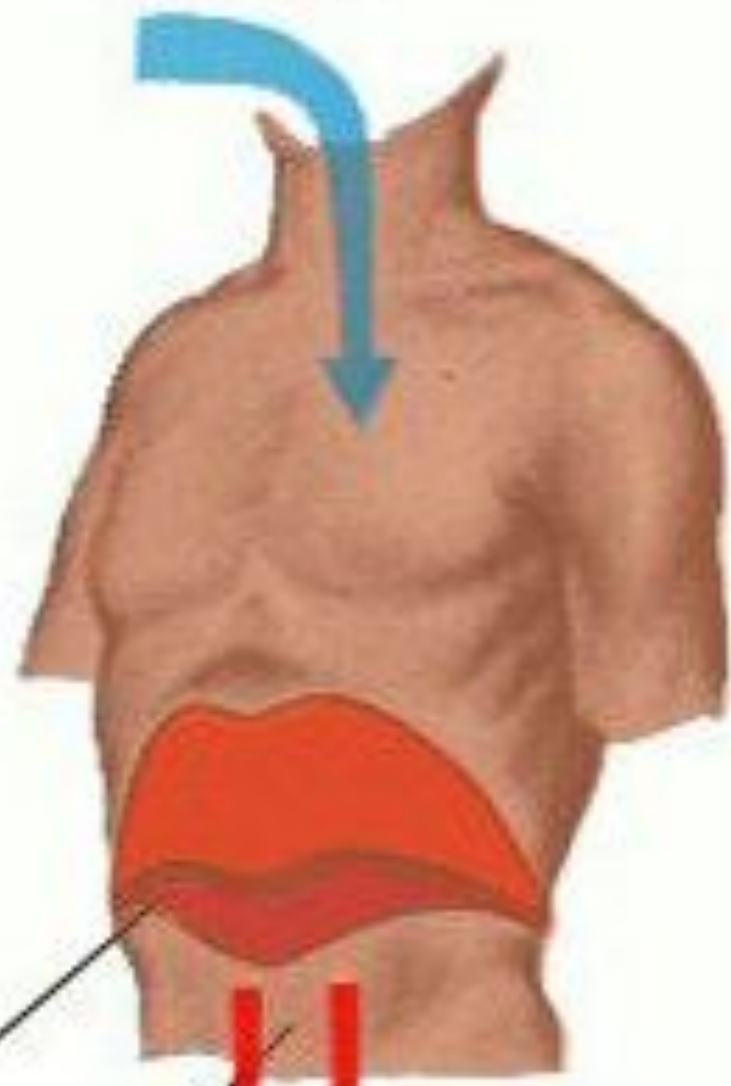
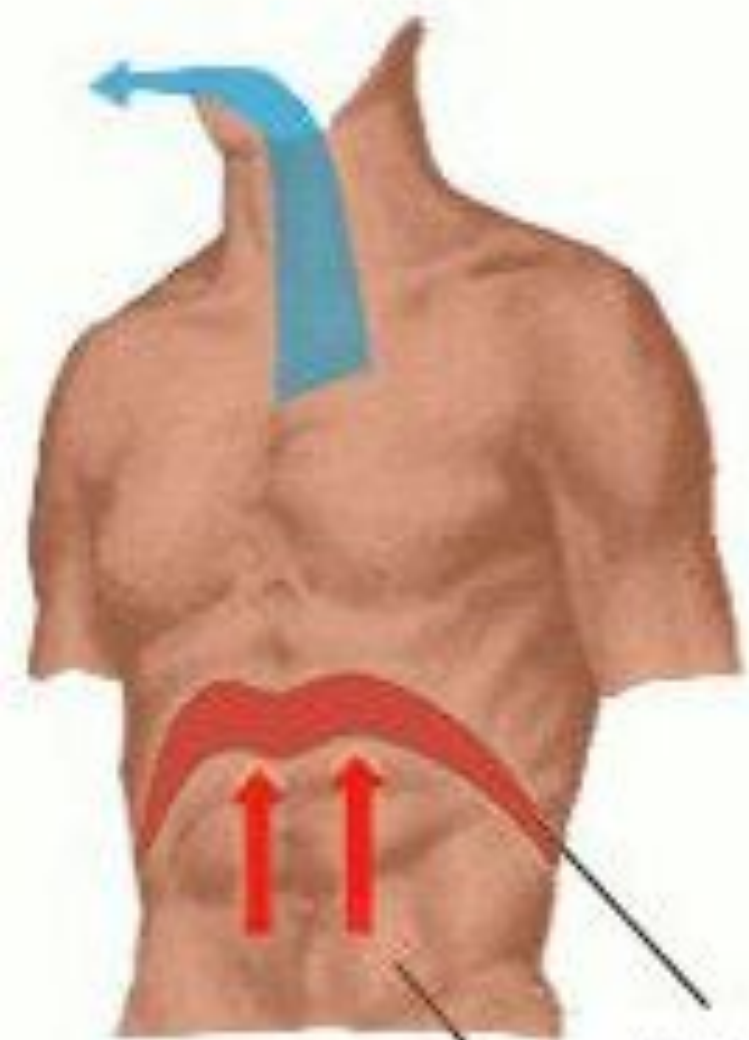
## Видих

Зовнішні міжреберні м'язи розслаблюються, а внутрішні міжреберні м'язи і м'язи живота скорочуються. Внаслідок цього об'єм грудної порожнини зменшується.



**Видих**

**Вдих**



**Діафрагма**

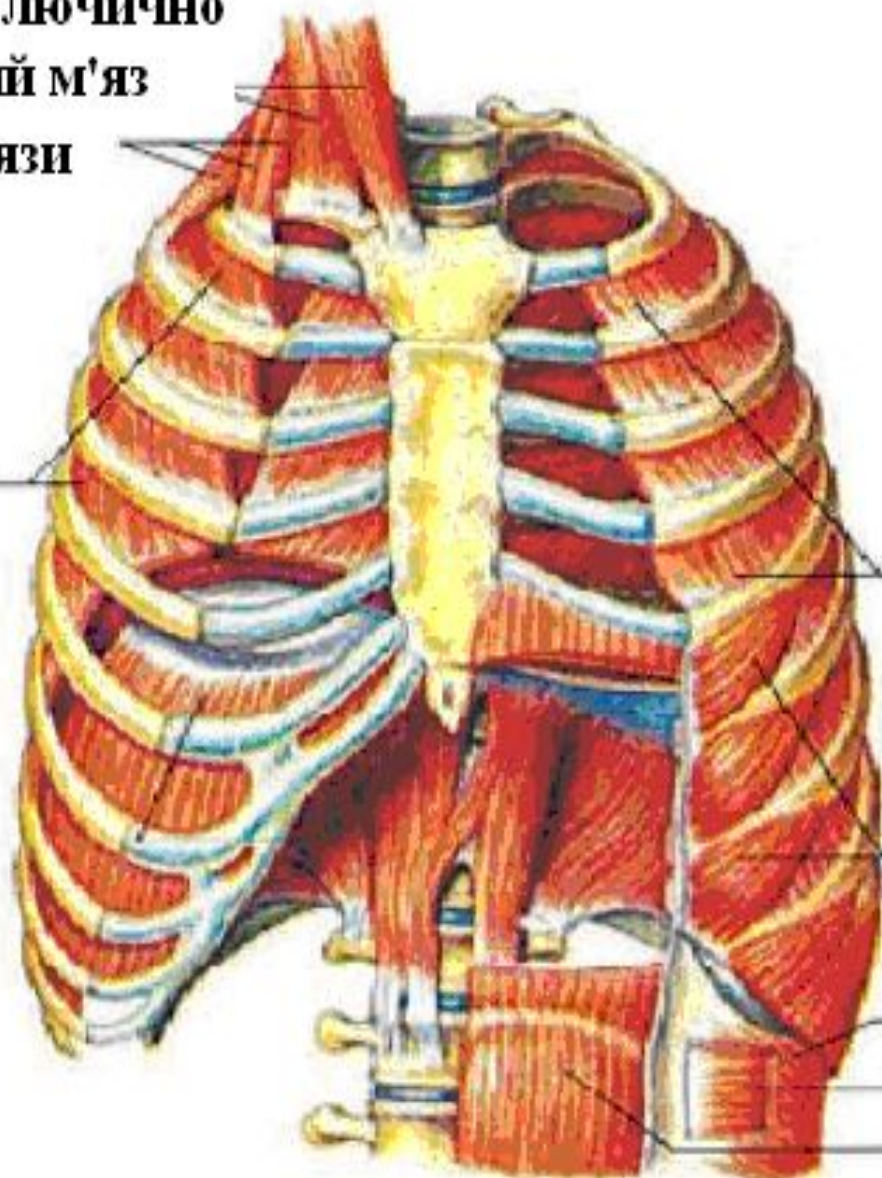
**М'ЯЗИ ВДИХУ  
(ІНСПРАТОРНІ М'ЯЗИ)**

**Грудинно-ключично  
сосковидний м'яз**

**Драбинчасті м'язи**

**Зовнішні  
міжреберні  
м'язи**

**Діафрагма**



**М'ЯЗИ ВИДИХУ  
(ЕКСПРАТОРНІ М'ЯЗИ)**

**Внутрішні  
міжреберні м'язи**

**Зовнішній косий  
м'яз живота**

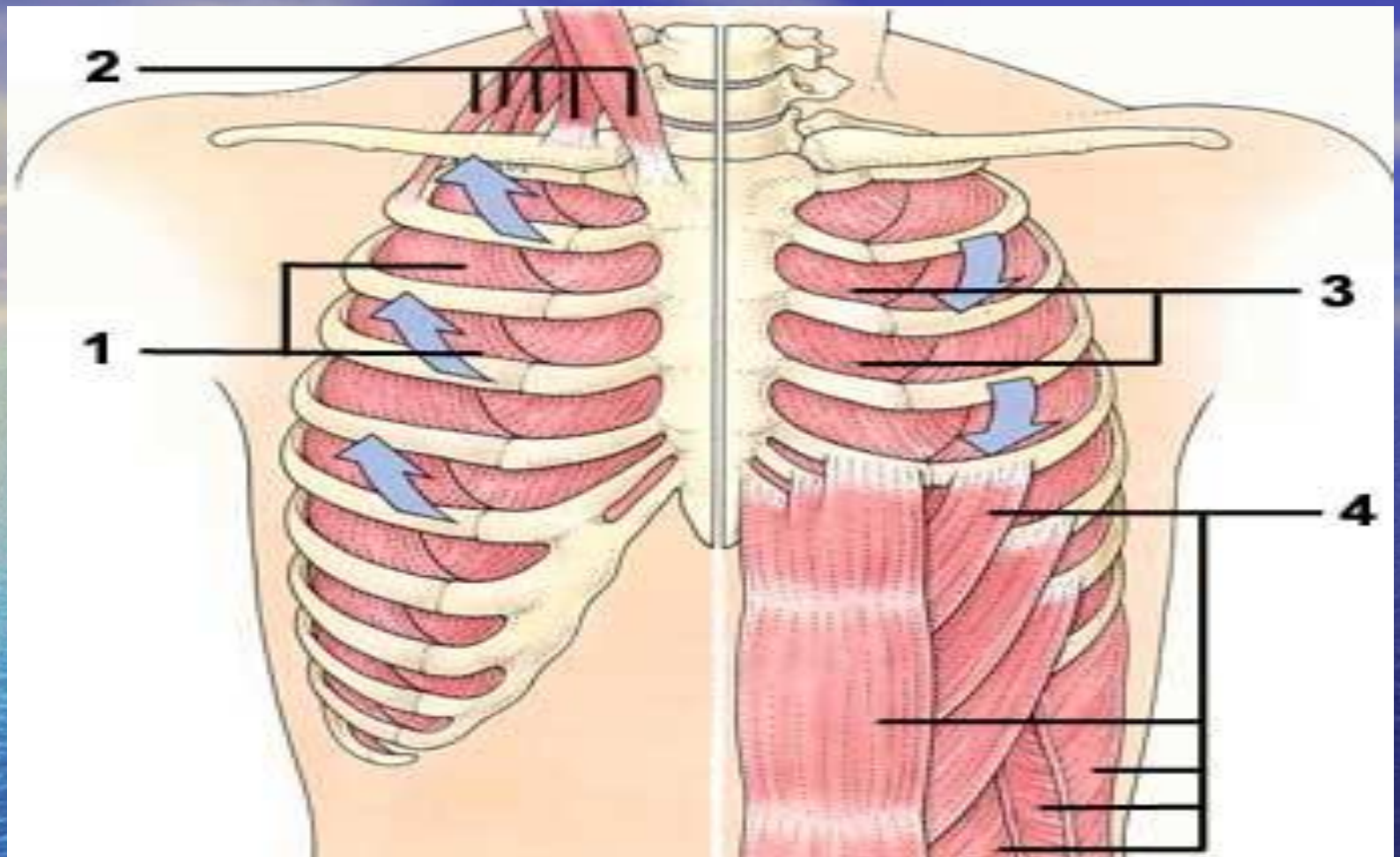
**Внутрішній косий  
м'яз живота**

**Поперечний м.живота  
Прямий м'яз живота**





Механізм дихальних рухів (зміна об'єму грудної клітини) за рахунок діафрагми і м'язів черевного пресу (А) і скорочення зовнішніх міжреберних м'язів (Б) (Зліва модель руху ребер)

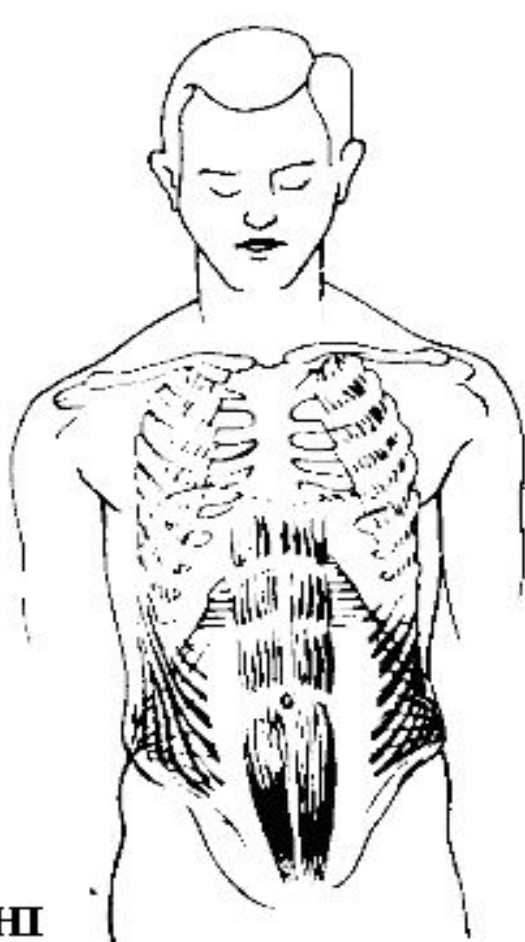


М'язи, що беруть участь у виконанні дихальних рухів:

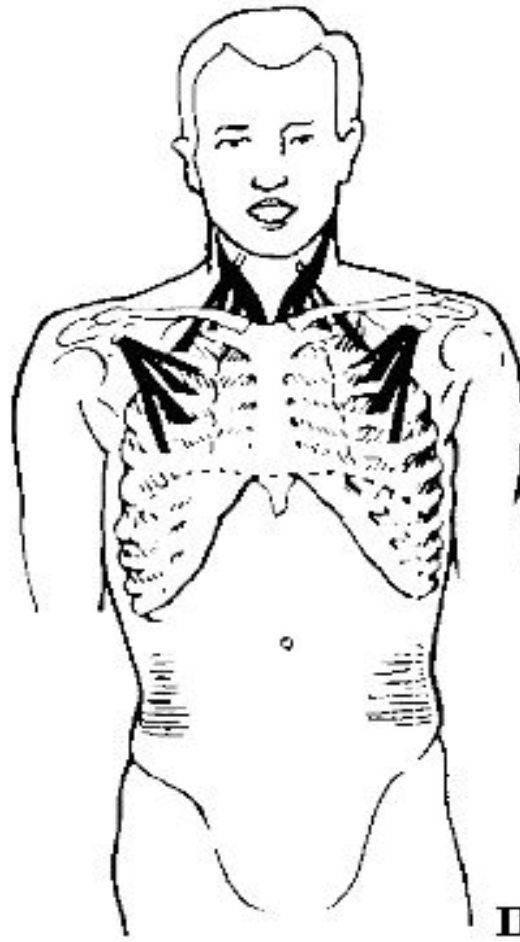
1 — зовнішні міжреберні м'язи; 2 — м'язи шиї; 3 — внутрішні міжреберні м'язи; 4 — м'язи живота.



# Допоміжні дихальні м'язи



**ЕКСПРАТОРНІ**



**ІНСПРАТОРНІ**

**ВДИХ**

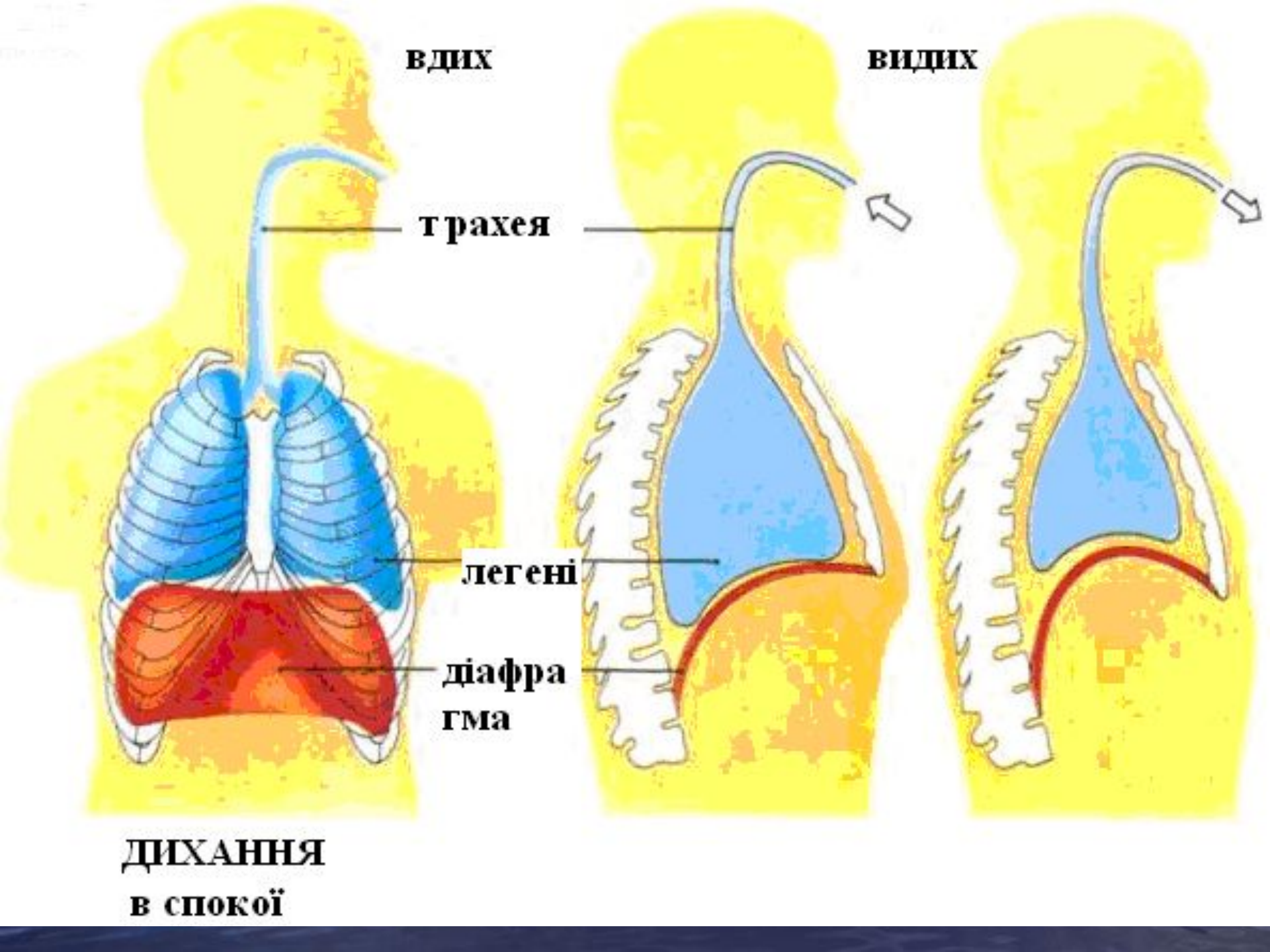
**ВИДИХ**

**трахея**

**легені**

**діафра  
гма**

**ДИХАННЯ  
в спокої**

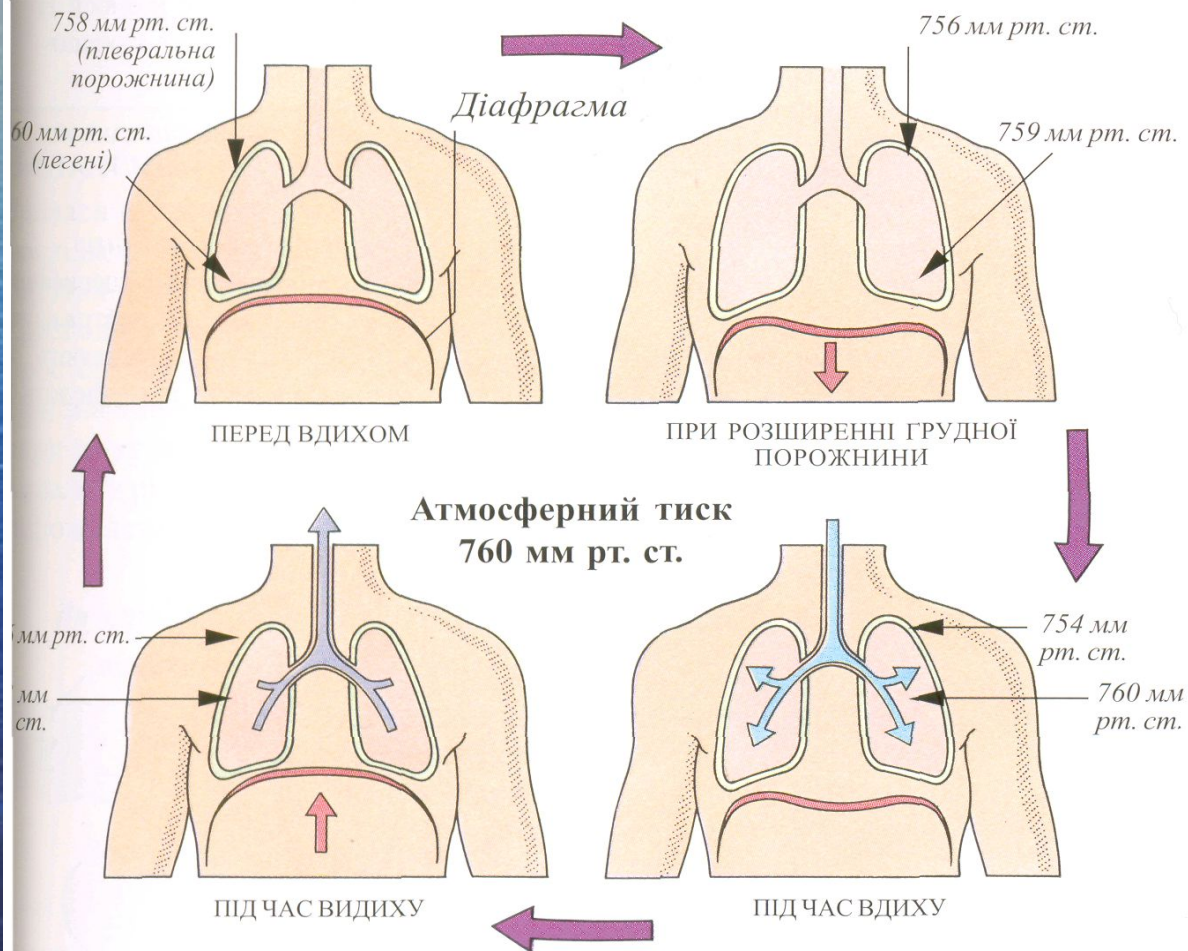




# Тиск у легенях під час дихання

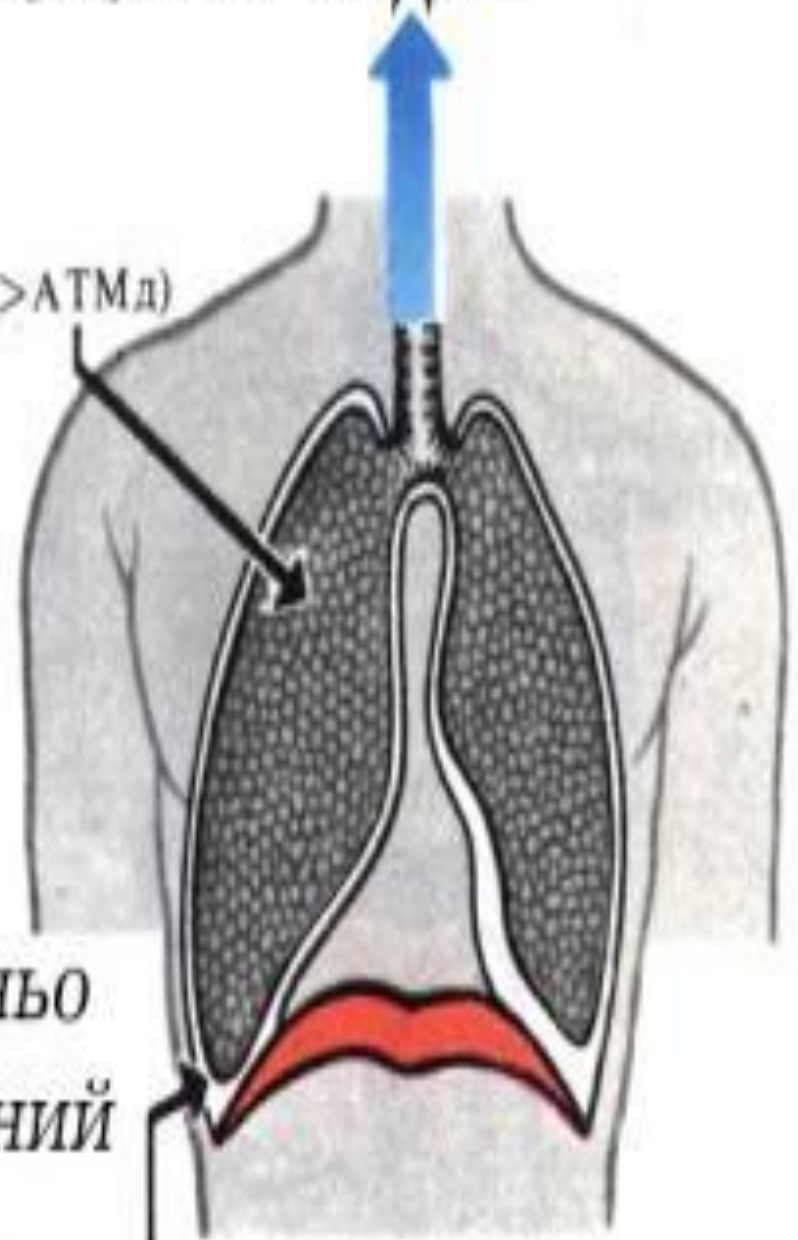
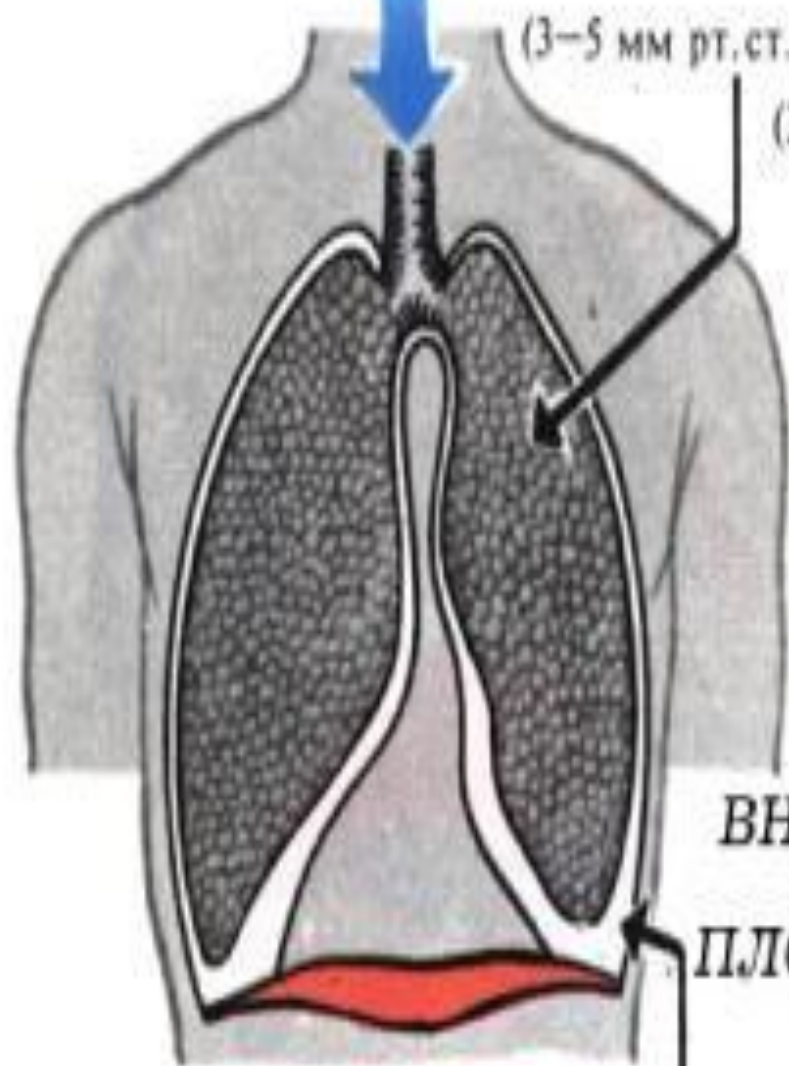
## МІНИ ТИСКУ

Відношення атмосферного тиску становить приблизно 760 мм ртутного стовпа. При скороченні діафрагми об'єм грудної порожнини збільшується і тиск всередині легень та в плевральній порожнині зменшується. Повітря рухається у напрямку нижчого тиску і наповнює легені. При розслабленні діафрагми тиск у грудній порожнині зростає і повітря видихається.



# ВДИХ ВНУТРІШНЬОЛЕГЕНЕВИЙ ВИДИХ

ТИСК

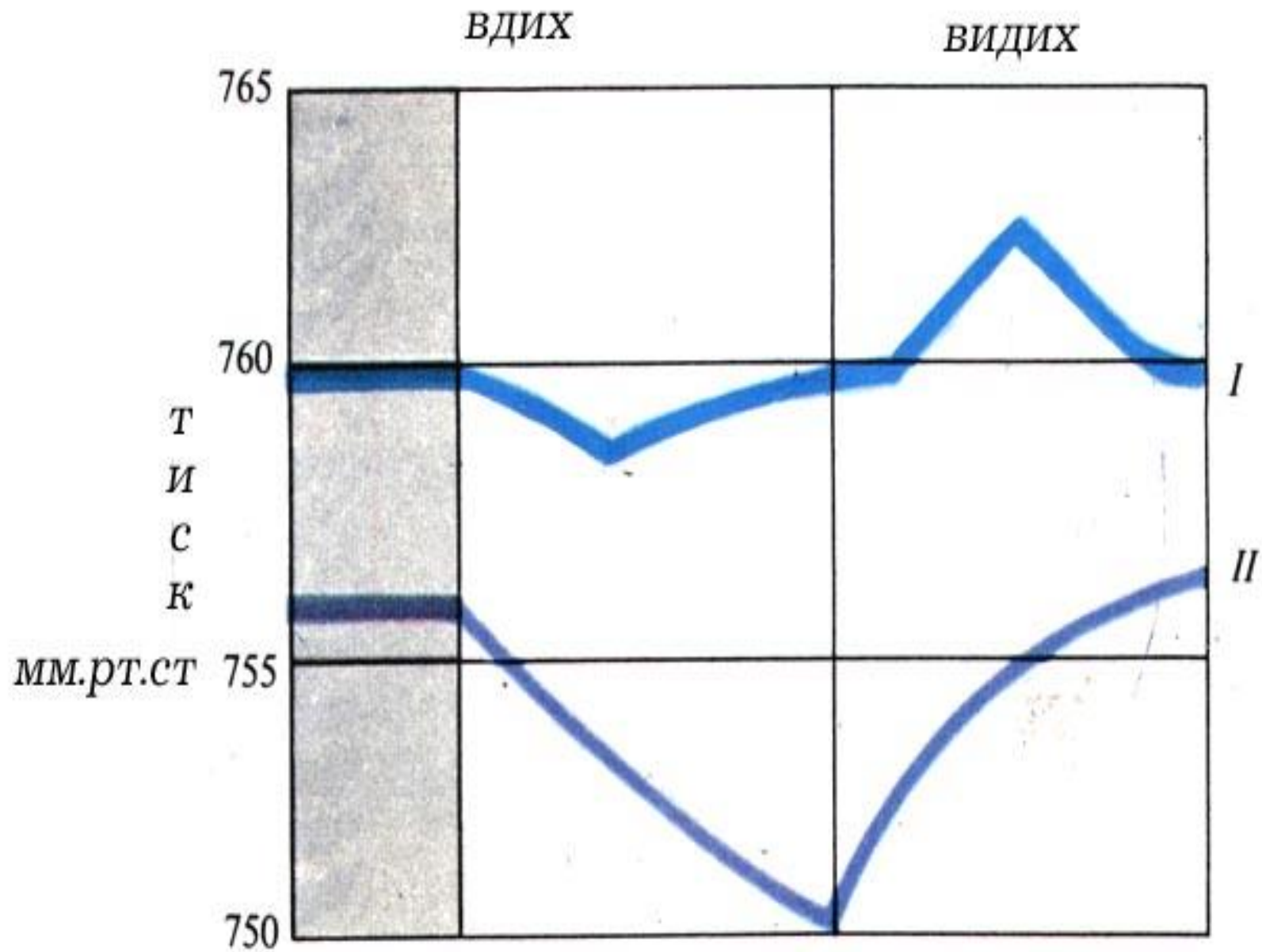


ВНУТРІШНЬО  
ПЛЕВРАЛЬНИЙ  
ТИСК

(4-9 мм рт.ст. < АТМд)

(2-4 мм рт.ст. < АТМд)



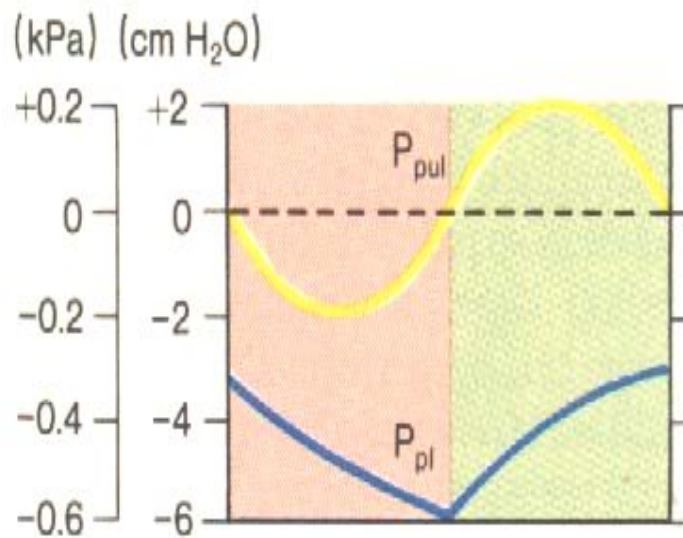
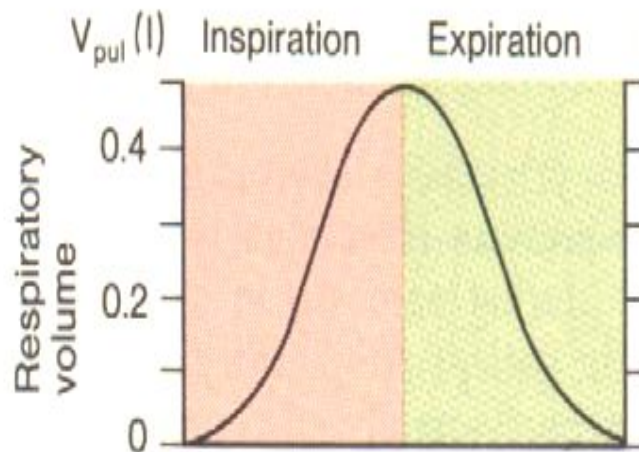
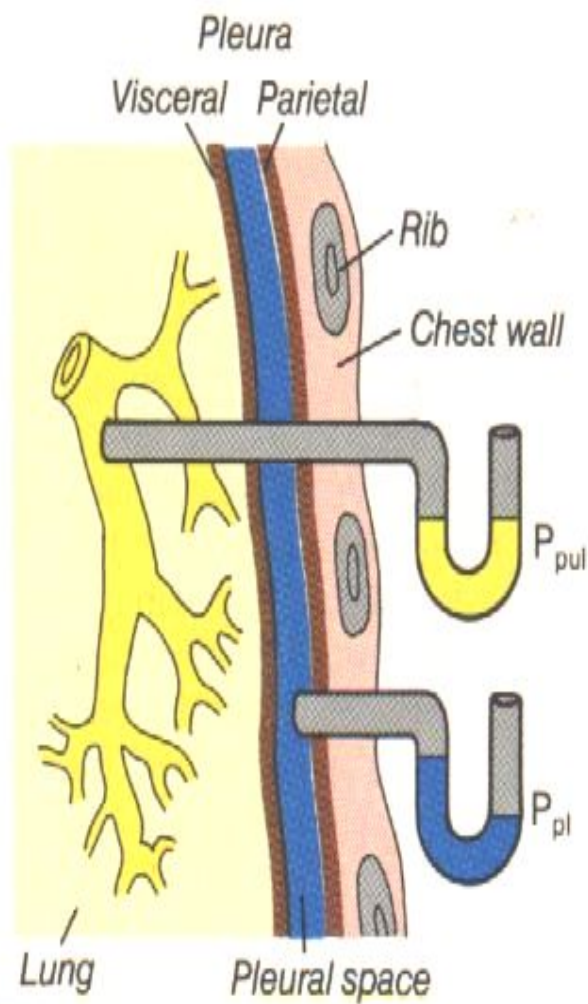


Зміни внутрішньолегеневого (I) і внутрішньоплеврального (II) тиску в процесі дихання

# Тиск у плевральній щілині під час дихання

- Тиск у плевральній щілині під час спокійного вдиху на 4-9 мм рт.ст. менше атмосферного тиску, а під час спокійного видиху на 2-4 мм рт.ст. нижче атмосферного.
- В плевральній щілині тиск нижчий за атмосферний:
- по-перше: грудна клітка – це герметична ємкість.
- По-друге, для легенів характерна еластична тяга, яка обумовлена двома факторам:
  - 1. наявністю сполучних волокон, що обумовлює 1/3 еластичної тяги;
  - 2. поверхневим натягом шару рідини на внутрішній поверхні альвеол, який складає 2/3 еластичної тяги легень.
- По-третє, у створенні негативного тиску в плевральній щілині має значення й те, що плевральні листки мають велику всмоктувальну здатність.





- Вентиляція легень – це процес поновлення повітря під час дихального циклу.
- Розрізняють
- легеневу вентиляцію
- і альвеолярну.



# Оцінка функціонального стану дихальної системи

- Визначають чотири легеневих об'єми.
- 1. Дихальний об'єм (дихальне повітря) – це об'єм повітря, яке у стані спокою вдихається або видихається. У нормі він становить – 0,3-0,8 л (у середньому 0,5 л).
- 2. Резервний об'єм вдиху (додаткове повітря) – це максимальний об'єм повітря, яке можна додатково вдихнути після закінчення спокійного вдиху. У нормі він складає 1,5-2,0 л).
- 3. Резервний об'єм видиху (резервне повітря) – це максимальний об'єм повітря, яке можна додатково видихнути після спокійного видиху. У нормі він дорівнює 1,0-1,5 л).
- 4. Залишковий об'єм (залишкове повітря) – об'єм повітря, яке залишається в легенях після максимального видиху. У нормі він складає 1,0-1,5 л).

# Легеневі ємності

- 1. Загальна максимальна ємність легень – кількість повітря, яке вміщається в легенях або сума всіх легеневих об'ємів. У нормі складає 4,5-6,5 л.
- 2. Життєва ємність легень – найбільша кількість повітря, яке можна видихнути після максимального вдиху або сума перших трьох об'ємів. У нормі вона дорівнює: у жінок – 3,0-3,5 л; у чоловіків – 3,5-5,0 л.
- 3. Ємність вдиху – максимальна кількість повітря, яке можна вдихнути після спокійного видиху або сума двох перших об'ємів. У нормі вона - 1,8-2,8 л.
- 4. Функціональна залишкова ємність – кількість повітря, яке міститься в легенях після спокійного видиху або сума двох останніх об'ємів. У нормі - 2,5-3,5 л.



# Життєва ємність легень

- Це важливий показник функціональних можливостей дихального апарату. Абсолютну величину життєвої ємності легень виражають у відсотках до належної життєвої ємності легень. У нормі життєва ємність легень може відхилятися від належної на 15 %.  
Належна життєва ємність легень визначається за формулами:
- для чоловіків  $[27,63 - (0,112 \cdot \text{вік у роках])} \cdot \text{ріст в см}$
- для жінок  $[21,78 - (0,101 \cdot \text{вік у роках])} \cdot \text{ріст в см}$

# Альвеолярна вентиляція

- Альвеолярну вентиляцію складає той об'єм повітря, який поступає в альвеоли легень за одиницю часу.
- Альвеолярна вентиляція =
- $(\text{ДО} - \text{Мертвий простір}) \cdot \text{ЧД}$
- або це є різниця між хвилиним об'ємом дихання та вентиляцією анатомічного мертвого простору.



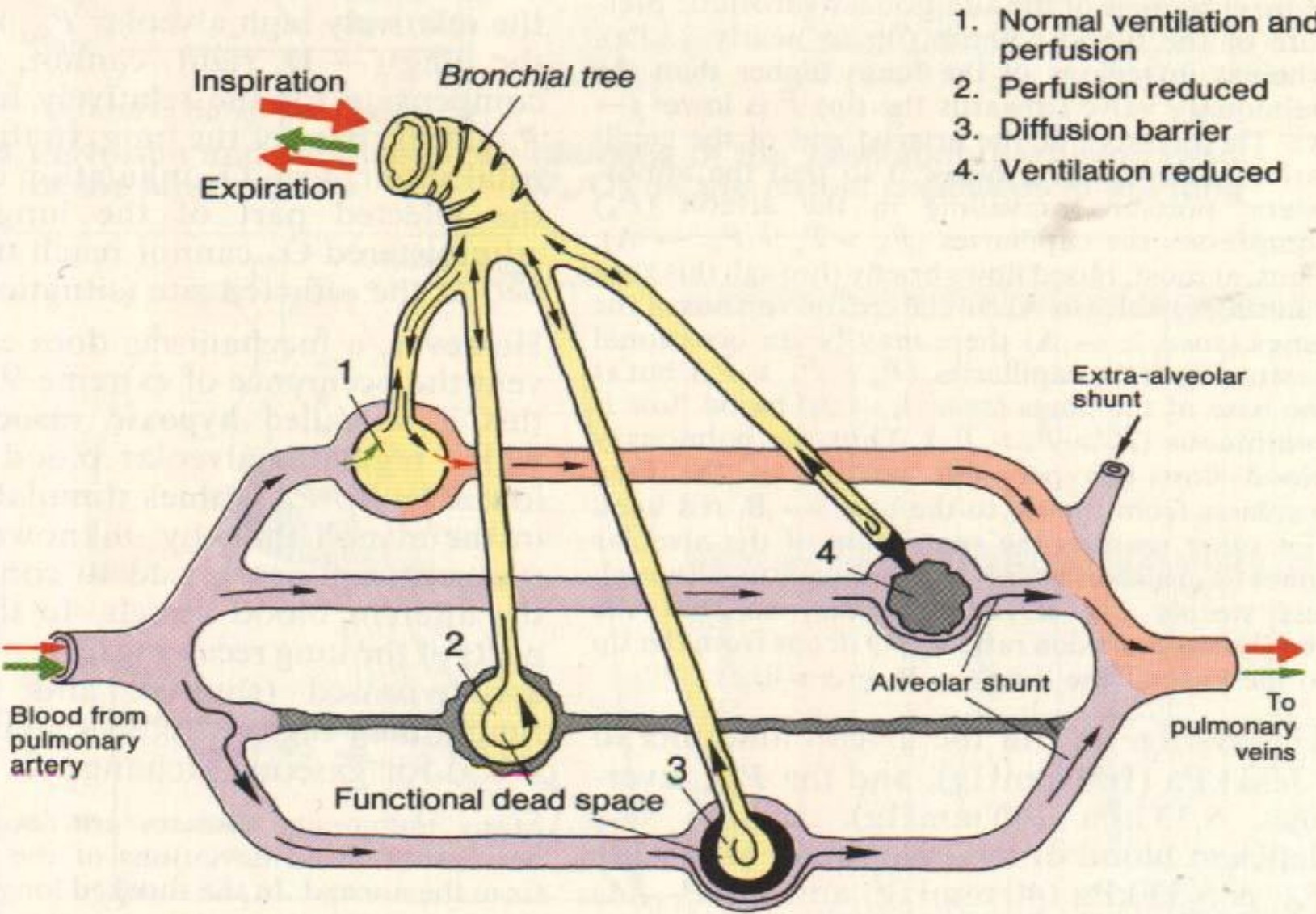
# Вентиляційно-перфузійний коефіцієнт

- Для нормального обміну газів у легеневих альвеолах необхідно, щоб їх вентиляція повітрям була в певному співвідношенні з перфузією їх капілярів кров'ю. В ідеальних умовах на кожен літр протікаючої в легеневих судинах крові за хвилину повинно припадати 0,8 л альвеолярного повітря, тобто так званий вентиляційно-перфузійний коефіцієнт дорівнює 0,8. Проте у здорової людини в стані спокою не всі альвеоли приймають участь у вентиляції, оскільки не всі легеневі капіляри є функціональними.

# Функціональний (фізіологічний) мертвий простір

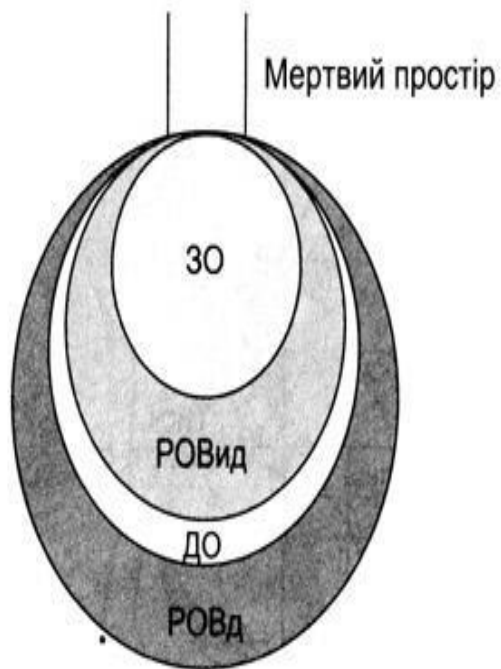
- Під функціональним (фізіологічним) мертвим простором розуміють всі ті ділянки дихальної системи, де газообмін не відбувається. Тобто, до функціонального мертвого простору відносяться повітроносні шляхи (анатомічний мертвий простір), а також альвеоли, які вентилуються, але не перфузуються (альвеолярний мертвий простір). Альвеоли, які перфузуються, але не вентилуються, утворюють альвеолярний артеріовенозний шунт.





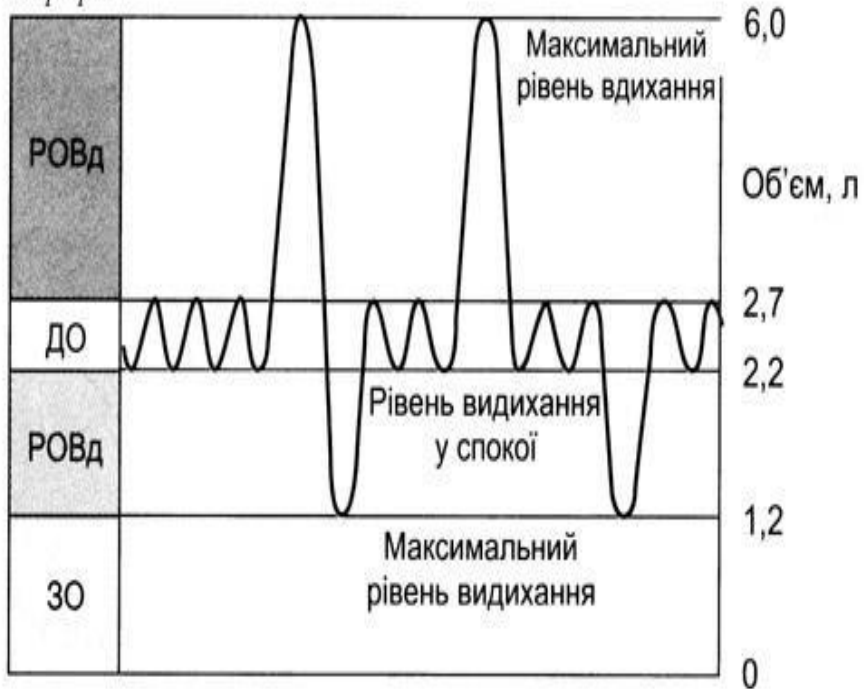
1. Normal ventilation and perfusion
2. Perfusion reduced
3. Diffusion barrier
4. Ventilation reduced

# СПІРОГРАМА



Діаграма показів спірометра у часі

Спірограма



РОВд – резервний об'єм вдихання      ДО – дихальний об'єм  
 РОВид – резервний об'єм видихання      30 – залишковий об'єм



A wide-angle photograph of a sunset or sunrise over a vast, calm blue ocean. The sky is a deep blue with wispy white clouds. The sun is low on the horizon, creating a bright, colorful glow that reflects on the water's surface. The text "ДЯКУЮ ЗА УВАГУ !" is centered in the middle of the image in a white, serif font.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ !