



СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МЕДИЧНИЙ ІНСТИТУТ  
КАФЕДРА ФІЗІОЛОГІЇ І ПАТОФІЗІОЛОГІЇ



Опорний конспект лекції з фізіології  
на тему:

Механізми легеневої  
вентиляції

© Гарбузова В.Ю.

# Етапи дихання

**1 етап:** Вентиляція легень

**2 етап:** Дифузія газів через альвеолярно-капілярну мембрану

Зовнішнє  
дихання

**3 етап:** Транспорт газів кров'ю

**4 етап:** Дифузія газів через гемато-паренхіматозні бар'єри

**5 етап:** Внутрішнє дихання (тканинне, клітинне)

# Шляхи транспорту газів

## Конвекція

транспорт газів на великі відстані

використовується в 1 і 3 етапах дихання

рушійна сила – градієнт тиску газів

з затратою енергії

## Дифузія

транспорт газів на невеликі відстані

використовується в 2 і 4 етапах дихання

рушійна сила – градієнт концентрації газів

без затрат енергії

# Будова фізіологічної системи дихання



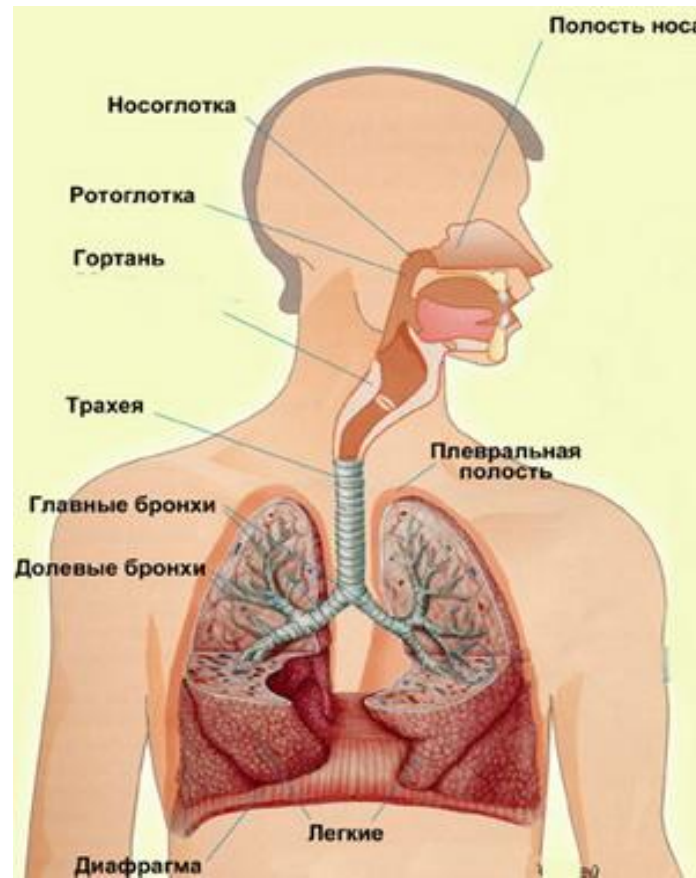
## Виконавчі органи

- грудна клітка;
- дихальні м'язи;
- плевральна порожнина;
- легені;
- повітроносні шляхи.



## Апарат регуляції

- саморегуляція;
- нервова регуляція;
- гуморальна регуляція.



# Функції ФСД

## *Дихальні функції:*

- Забезпечення газового гомеостазу організму.
- Підтримка кислотно-основної рівноваги.
- Підтримка температурного гомеостазу.

## *Недихальні функції:*

Метаболічна функція.

Захисна функція.

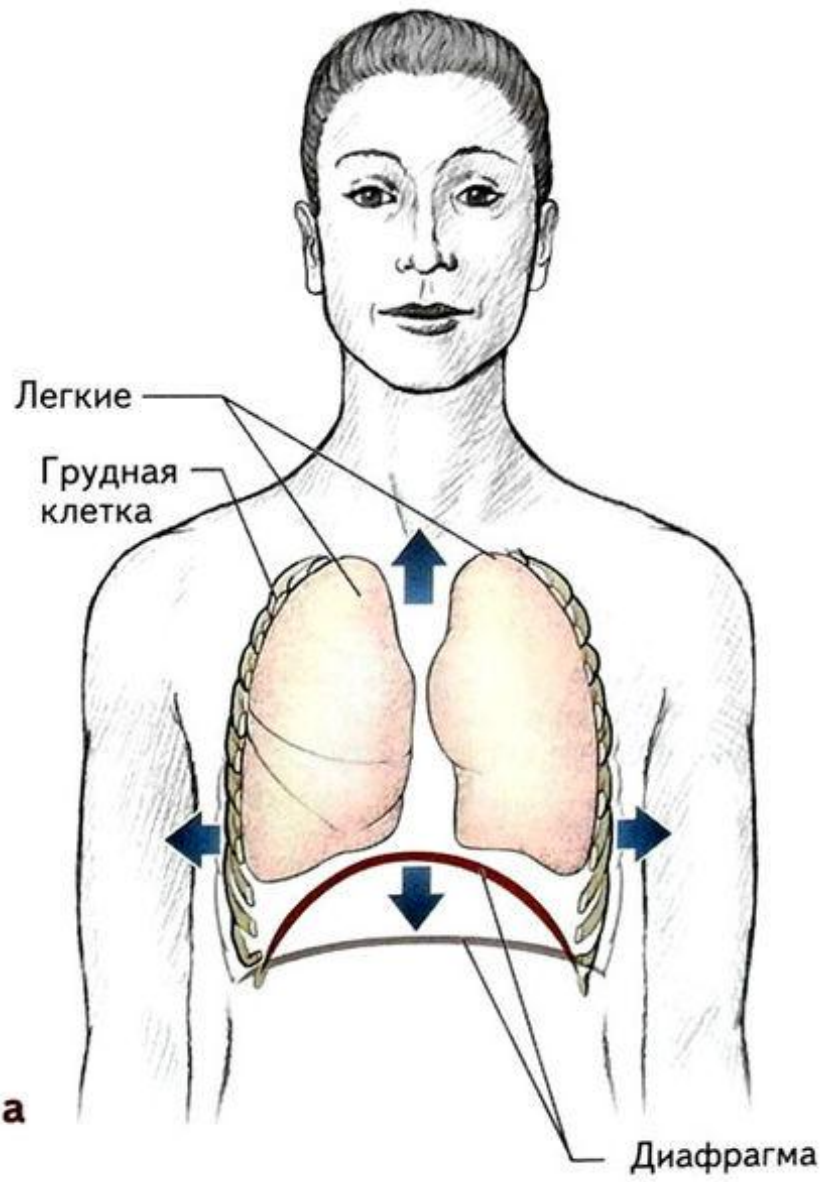
Участь в утворенні звуків (фонації).

# Функціональна характеристика структурних елементів ФСД

- *Роль грудної клітки*

утворює грудну порожнину, яка містить легені і захищає їх від ушкодження.

за рахунок рухливості грудна клітка дозволяє змінювати об'єм грудної порожнини (при збільшенні об'єму грудної клітки відбувається вдих, при зменшенні - видих).



# ***Типи дихання***

***Грудний (реберний) тип***

***Черевний (діафрагмальний) тип***

***Змішаний тип***



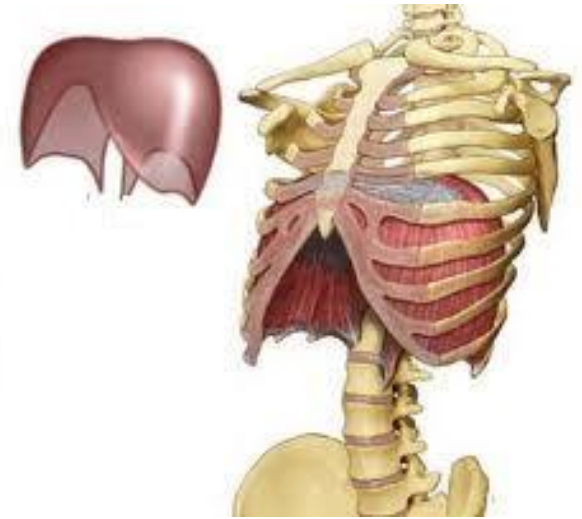
- Роль дихальних м'язів

забезпечують активні зміни об'єму грудної порожнини.

## ► Типи дихальних м'язів

### М'язи вдиху (інспіраторні)

- Основні :** - діафрагма (phrenicum);  
- зовнішні міжреберні;  
- внутрішні міжхрящеві;  
**Додаткові:** - великий і малий грудний м'яз;  
- ступінчатий м'яз;  
- грудинноключичнососцевидний м'яз;  
- трапецевидний м'яз;  
- ромбовидний м'яз;  
- м'яз, що піднімає лопатку.

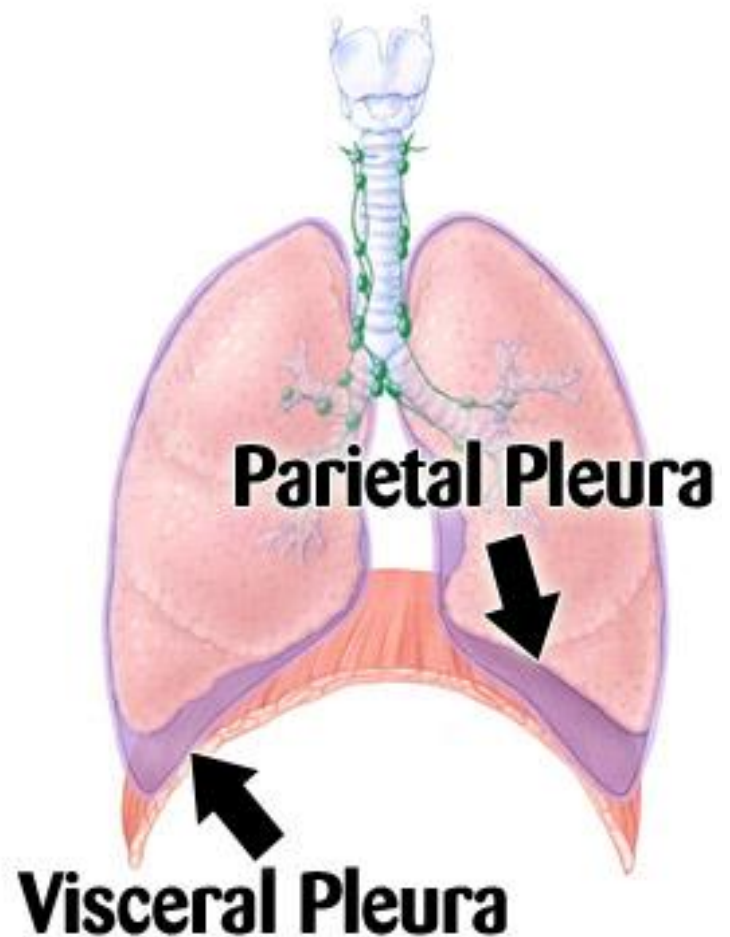


### М'язи видиху (експіраторні)

- Основні:**  
- внутрішні міжреберні;  
**Додаткові:**  
- м'язи живота

## ► Роль плевральної порожнини

Через плевральну порожнину на легені передаються дихальні рухи від грудної клітки. За рахунок герметичності плевральної порожнини між поверхнею легенів і внутрішньою стінкою грудної клітки існує щільний контакт. Тому коли об'єм грудної порожнини збільшується, легені рухаються за грудною кліткою і їх об'єм також зростає.



Плевральний тиск - це різниця між внутрішньоплевральним тиском і атмосферним.

$$P_{\text{плевр}} = P_{\text{вн-плев.}} - P_{\text{атм}}$$

Плевральний тиск залежить від фази дихання:

на вдосі = -6-8 см H<sub>2</sub>O

(при глибокому вдосі до - 12 мм H<sub>2</sub>O).

на видосі = -3-5 см H<sub>2</sub>O.

Негативний плевральний тиск забезпечує розправлений стан альвеол, протидіючи еластичній тязі, яка сприяє їх спаданню.

# Пневмоторакс



- Роль легенів

в них відбувається легенева вентиляція (обмін між зовнішнім середовищем і альвеолярним повітрям) та обмін між альвеолярним повітрям і кров'ю легеневих капілярів.

**Об'єм легенів залежить від дії двох факторів:**

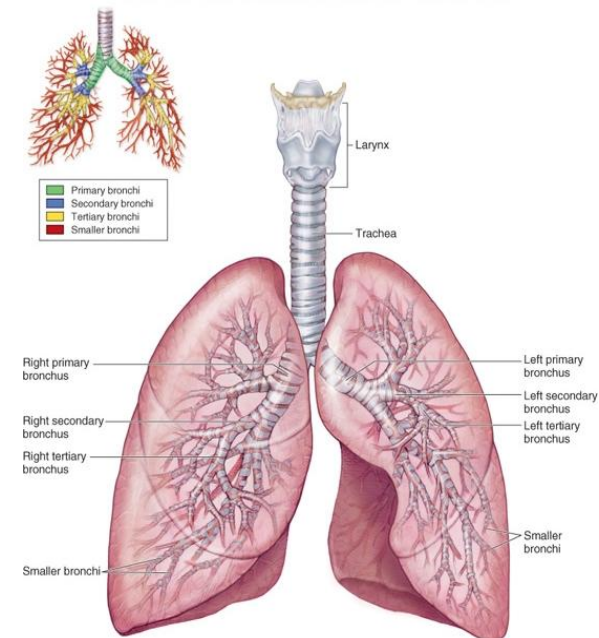
**1. Транспульмональний тиск** – різниця тисків через стінку альвеол.

$$P_{тр.} = P_a - P_{пл.}$$

**2. Еластична тяга легенів**

Складається з 2-ох компонентів:

1. Еластичні властивості легеневої тканини
2. Сили поверхневого натягу рідини, яка вкриває внутрішню поверхню альвеол



**Сурфактанти** - це поверхнево активні речовини. які

синтезуються пневмоцитами II порядку

## Функції сурфактанту :

- 1. Під час вдиху сурфактант забезпечує розправлення альвеол (завдяки йому треба докласти меншу силу, щоб їх розправити) і запобігає їх розриву.***
- 2. Під час видиху запобігає спадінню альвеол, зменшуючи сили поверхневого натягу.***
- 3. Сприяє очищенню альвеол. Сурфактант постійно рухається у напрямку до виходу з альвеол. разом з ним з поверхні альвеол видаляються частки пилу і зруйнований епітелій.***
- 4. Сприяє збереженню сухої поверхні альвеол, що на 50% зменшує випаровування води через легені.***
- 5. Захисна. 10% маси сурфактанта складають білки які активують протимікробні і противірусні механізми легенів, посилюють фагоцитарну активність легеневих макрофагів.***

# ► Роль повітроносних шляхів

**Очищення повітря (захисна функція)**

**Зволоження повітря**

**Зігрівання повітря**

**Участь у фонації**

# Біомеханіка дихання

- Механізм вдиху

Активація інспіраторних нейронів дихального центру



tr. reticulospinalis

Альфа-мотонейрони дихальних м'язів (спиний мозок)



периферичні нерви

Скорочення інспіраторних м'язів



Збільшення об'єму грудної порожнини,  
Збільшення об'єму плевральної порожнини



Зменшення плеврального тиску (-6-8 см H<sub>2</sub>O)



Збільшення транспульмонального тиску



Розтягнення легенів



Збільшення об'єму альвеол,  
Зменшення в них тиску

Тиск у легенях стає меншим за атмосферний

Вдих



# Біомеханіка дихання

- Механізм видиху

Припинення імпульсації інспіраторних нейронів дихального центру

↓  
Гальмування Альфа-мотонейрони дихальних м'язів

↓  
Розслаблення інспіраторних м'язів

↓  
Зменшення об'єму грудної порожнини,  
Зменшення об'єму плевральної порожнини

↓  
Збільшення плеврального тиску (-3-5 см H<sub>2</sub>O)

↓  
Зменшення транспульмонального тиску

↓  
Зменшення об'єму легенів → Збільшення тиску в альвеолах

Тиск у легенях стає більшим за атмосферний

Видих

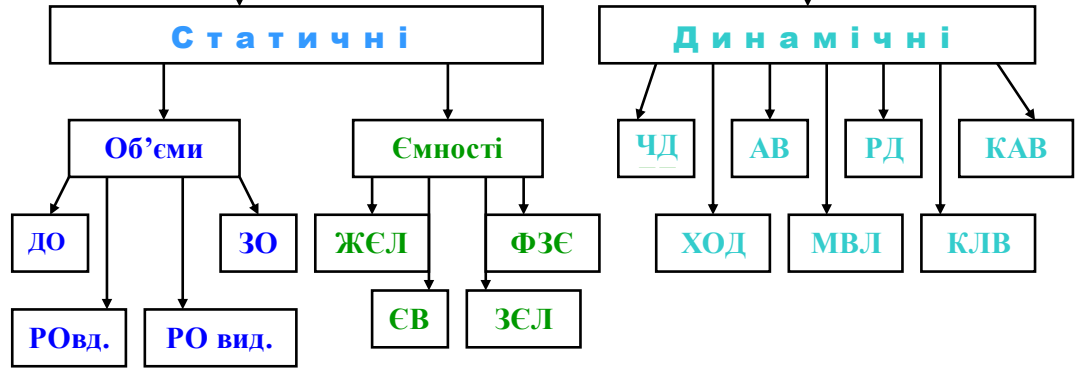
# Методи вивчення функціонального стану дихальної системи

1. Спірометрія
2. Спірографія
3. Пневмотахометрія

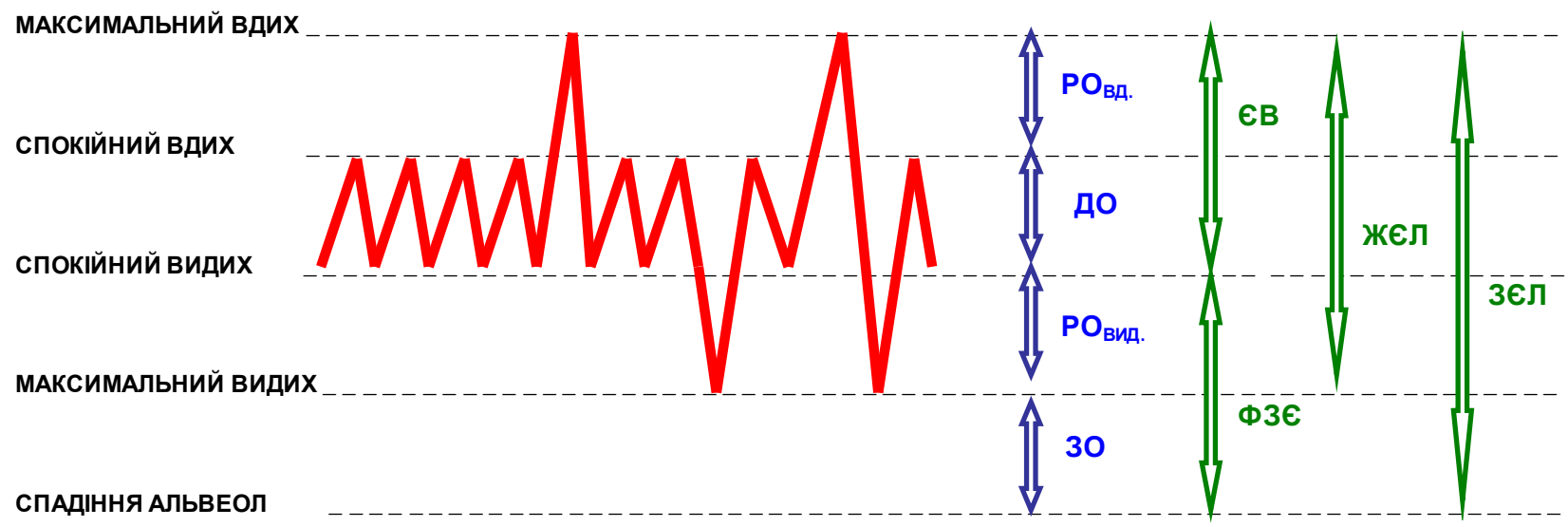
## Спірографія



# ПОКАЗНИКИ ЗОВНІШНЬОГО ДИХАННЯ



## СПІРОГРАМА



# Статичні показники легеневої вентиляції

ДО = 500 мл

ЖЄЛ = 3,5 - 4 л

РОВд. = 2,0 - 2,5 л

ЄВ = 2,0 л

РОВид. = 1,5 л

ФЗЄ = 2,5-3 л

ЗО = 1,0 - 1,5 л

ЗЄЛ = 5 л

## Динамічні показники легеневої вентиляції

- ЧД у дор. = 14 (10-18), у діт.= 20-30, у новонар.= 40-50
- ▶  $\text{ХОД} = \text{ЧД} \cdot \text{ДО} = 7 \text{ л}$
- ▶  $\text{ХАВ} = (\text{ДО} - \text{ОМП}) \cdot \text{ЧД} = 5 \text{ л}$
- ▶ Максимальна вентиляція легень (МВЛ)
- ▶  $\text{РД} = \text{МВЛ} - \text{ХОД}$

# Аналіз отриманих результатів

Показники,  
отримані  
за СПГ  
або СПМ



15 %

**Належні  
показники,  
отримані  
за таблицями  
Харріса-  
Бенедикта**