

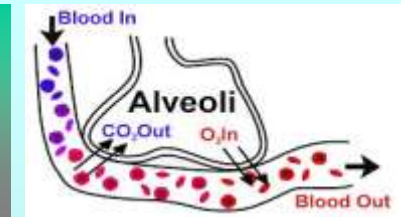
# Ключові параметри безпеки пацієнта при проведенні механічної вентиляції

**М.М. Пилипенко**

доцент кафедри  
анестезіології та інтенсивної терапії НМАПО  
ім. П.Л. Шупика



# Значення дихання та механічної вентиляції (МВ) легень



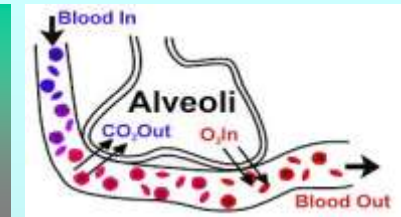
**И поднялся (Илия) и лёг над ребёнком, и приложил свои уста к его устам... Четвёртая книга Царств Глава 4**



**Греки вірили, що діафрагма є місцем мешкання душі**

**«В ряде текстов Гомера диафрагма воспринимается как Психея – душа»  
«Дальнейшее перемещение души в диафрагму...»**

# Значення дихання та механічної вентиляції (МВ) легень



## Факти:

Людина без їжі може прожити тижні і місяці

Людина без води може прожити від декількох днів до декількох неділь

Здорова людина без дихання може прожити декілька хв.

(треновані ниряльники не втрачають свідомості до 10 хв.)

Людина у ВІТ ???

## Передумови:

МВ забезпечує підтримку або протезування функції зовнішнього дихання і є одним з найбільш ефективних засобів ІТ

Неадекватне встановлення параметрів МВ, або ускладнення під час її проведення можуть нести в собі цілий ряд ризиків

## Мета презентації:

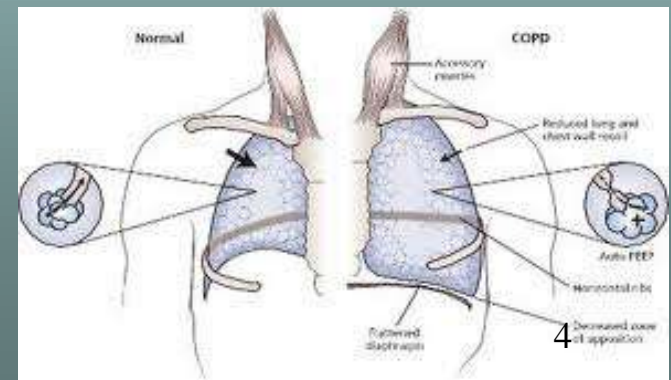
систематизувати найбільш небезпечні та найбільш часті ускладнення та способи їх попередження та корекції

# Класифікація ускладнень які виникають у ПАЦІЄНТА, пов'язаних з респіраторною підтримкою (РП) за ШВИДКІСТЮ НАРОСТАННЯ

Ускладнення ШВЛ, які виникають раптово та швидко  
(протягом хвилин та годин)



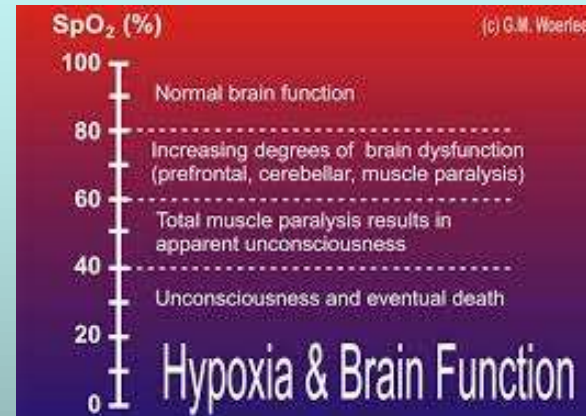
Ускладнення ШВЛ, які наростають/виникають  
поступово (протягом годин та діб) – передусім  
вентилятор асоційоване ушкодження легень



# Класифікація ускладнень які виникають у ПАЦІЄНТА, пов'язаних з респіраторною підтримкою (РП) за ШВИДКІСТЮ НАРОСТАННЯ

Ускладнення ШВЛ, які виникають раптово та швидко (протягом хвилин та годин):

- гіповентиляція (гіперкапнія)
- гіпоксемія
- ушкодження легень при високу тиску в дихальних шляхах (баротравма)



Ускладнення ШВЛ, які наростають/виникають поступово (протягом годин та діб)

# Класифікація ускладнень які виникають у ПАЦІЄНТА, пов'язаних з респіраторною підтримкою (РП) за ШВИДКІСТЮ НАРОСТАННЯ

**Ускладнення ШВЛ, які виникають раптово та швидко  
(протягом хвилин та годин):**

- гіповентиляція (гіперкапнія)
- гіпоксемія
- ушкодження легень при високу тиску в дихальних шляхах (баротравма)

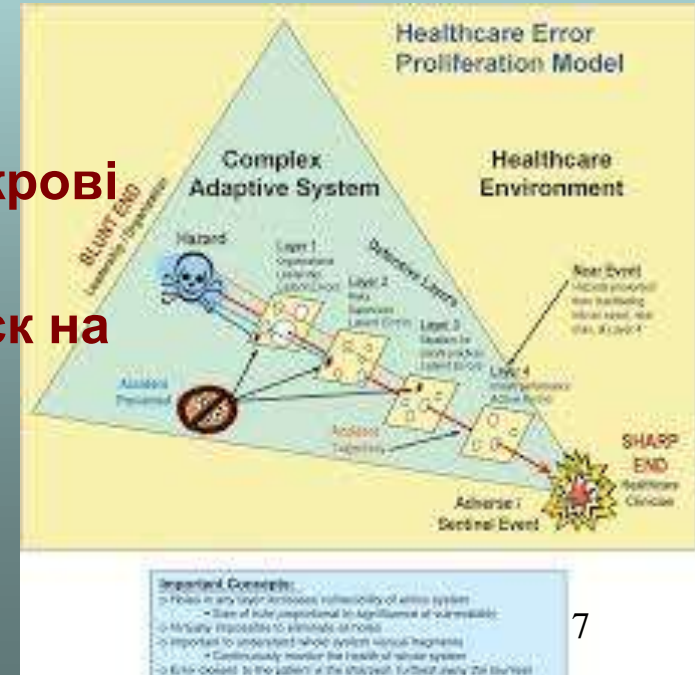
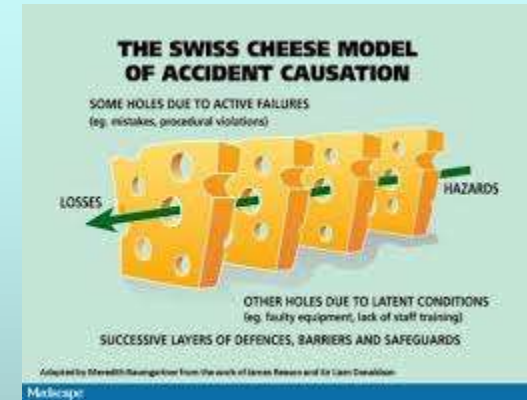
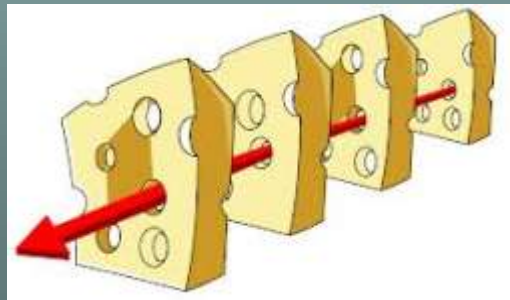
**Ускладнення ШВЛ, які наростають/виникають поступово  
(протягом годин та діб):**

- перерозтягнення легень високим об'ємом (волюмотравма, біотравма)
- спадіння альвеол (ателектотравма, біотравма)
- гіпоксемія
- ауто-ПТКВ та газові пастки
- ушкоджуюча дія високих концентрацій кисню
- висушування та охолодження трахео-бронхіального дерева
- ускладнення від ЕТТ чи трахеостоми
- інфекції дихальних шляхів і нозокоміальна пневмонія

# Модель швейцарського сиру: ускладнення трапляються коли поєднуються декілька факторів

Наприклад:

1. Пацієнт вентилюється на респіраторі без контролю ДО на видиху, в режимі з контролем за об'ємом
2. У пацієнта виникають витіки поза манжеткою ЕТТ
3. У пацієнта неефективне самостійне дихання
4. Моніторинг EtCO<sub>2</sub> та газового складу крові не проводиться
5. Персонал не зреагував на низький тиск на манометрі



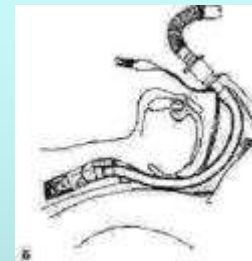




# Класифікація ускладнень, пов'язаних з респіраторною підтримкою (РП) за ПРИЧИНОЮ ВИНИКНЕННЯ

## Ускладнення пов'язані з дихальним контуром та ЕТТ:

- розгерметизація дихального контуру
- обструкція дихального контуру



## Ускладнення пов'язані з технічними причинами (респіратора):

- механічна поломка респіратора
- збій програмного забезпечення респіратора
- знеструмлення апарату
- втрата тиску в системі подачі стиснених газів



## Ускладнення пов'язані з швидким чи раптовим погіршенням механіки легень пацієнта:

- пневмоторакс, бронхоспазм, виражене психомоторне збудження

## Ускладнення пов'язані з медперсоналом:

- вибір некоректних параметрів вентиляції
- вибір некоректних параметрів тривоги і обмежень
- неадекватний моніторинг під час проведення РП
- невчасна реакція параметрів тривоги



# Гіповентиляція – основна причина ускладнень ШВЛ, які виникають раптово та швидко (протягом хвилин та годин)

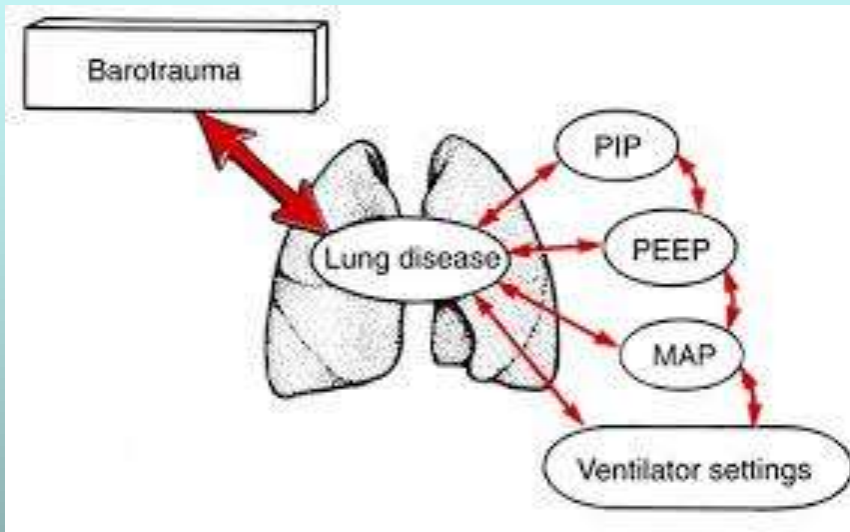
Причини гіповентиляції	Заходи попередження та корекції
Механічна поломка респіратора	Сервіс кожні 5 тис. год. роботи Списання чи заміна турбіни ч/з 20 тис. год.
Збій програмного забезпечення респіратора	Система безпеки та перезавантаження ОЦП – whachdog. Оновлення ПО. Сервіс.
Знеструмлення апарату	Потужна батарея. Виключення в стані відкритих клапанів.
Втрата тиску в системі подачі стиснених газів	Генерація тривоги високого пріоритету. Наявність резервних компресорів. Спроможність апаратів працювати при тиску < 2 атм.
Розгерметизація дихального контуру	Генерація тривоги високого пріоритету. Витіки частково компенсуються в режимі за тиском.
Обструкція дихального контуру, раптове ↓↓↓комплаїнсу	Генерація тривоги високого пріоритету. Обструкція частково компенсуються в режимі за об'ємом.
Вибір некоректних режимів, параметрів вентиляції та величин обмеження тиску	Система підтвердження вибору екстримальних параметрів. Генерація інших тривог. В майбутньому - система порад та підказок.

# Тяжка гіпоксія теж може бути причиною ускладнень ШВЛ, які виникають раптово та швидко (протягом хвилин та годин)

Причини тяжкої гіпоксії у пацієнтів з $\downarrow\downarrow\downarrow PaO_2/FiO_2$	Заходи попередження та корекції
Виражена гіповентиляція при низькому $FiO_2$	Див. попередній слайд.
Втрата тиску подачі кисню до респіратора	Система тривоги по тиску кисню на вході. Наявність в турбінних апаратах системи подачі кисню низького тиску. Наявність у відділенні кисневого концентратора.
Неможливість ігналяції $O_2$ при транспортуванні хворих і на $Ro$ , КТ/МРТ процедурах	Забезпечення балонами стисненого кисню. Оснащення Проведення “розводки кисню” до рентгенологічних відділень та КТ/МРТ.
Неможливість використання ПТКВ при транспортуванні і на МРТ	Забезпечення транспортними апаратами з ПТКВ, та МРТ відділень спеціальними аферомагнітними МРТ сумісними-апаратами.

Неодмінною умовою ефективної діагностики гіпоксемії та контролю її корекції є проведення пульсоксиметрії

**Тяжка баротравма може ускладнитись розвитком пневмоторакса та зниженням серцевого викиду – ускладнень ШВЛ, які виникають раптово та швидко**



**Причини баротравми:**

- **високий альвеолярний та транспульмональний тиск**
- **тривалий час дії високого тиску**
- **попередньо ушкоджені легені**

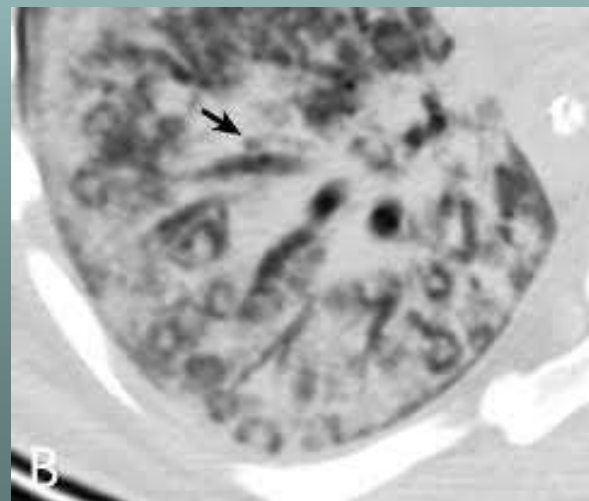
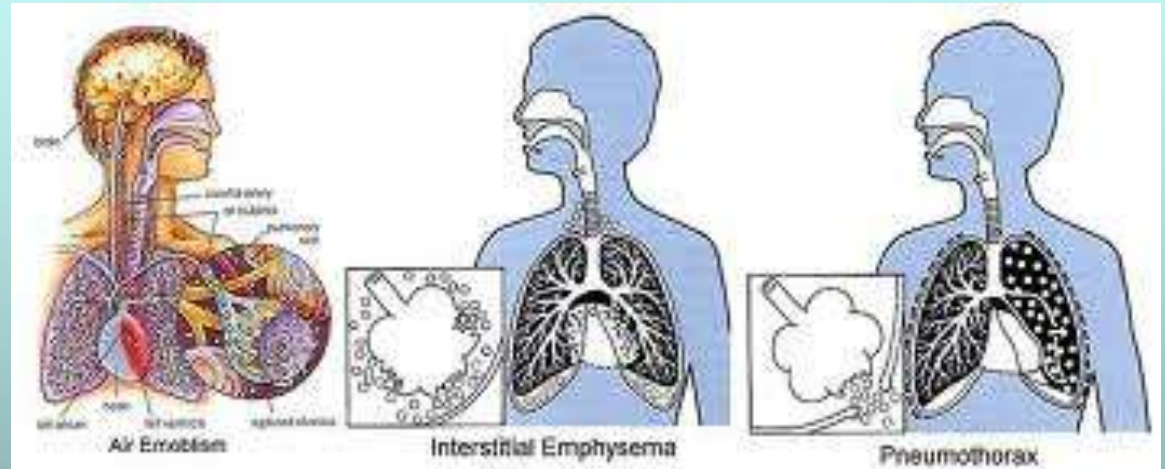
**Попередження баротравми:**

- **↓ ДО**
- **адаптація до респіратора**
- **обмеження пікового тиску на вдиху**
- **попередження спадіння легень**

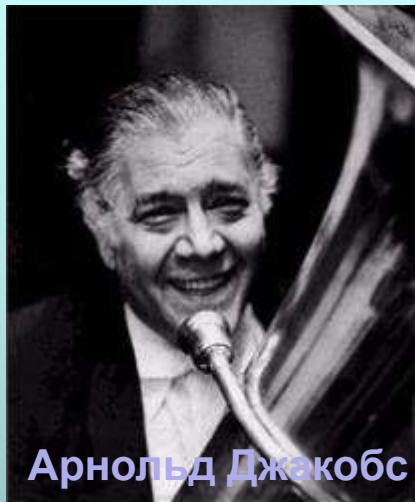


# Який тиск в дихальних шляхах/альвеолах протягом 1-2 с **НЕОДМІННО** призводить до баротравми неушкоджених легень при проведенні ШВЛ?

1. 30 см вод. ст.?
2. 35 см вод. ст.?
3. 40 см вод. ст.?
4. 45 см вод. ст.?
5. 50 см вод. ст.?
6. 55 см вод. ст.?
7. 60 см вод. ст.?
8. 100 см вод. ст.?

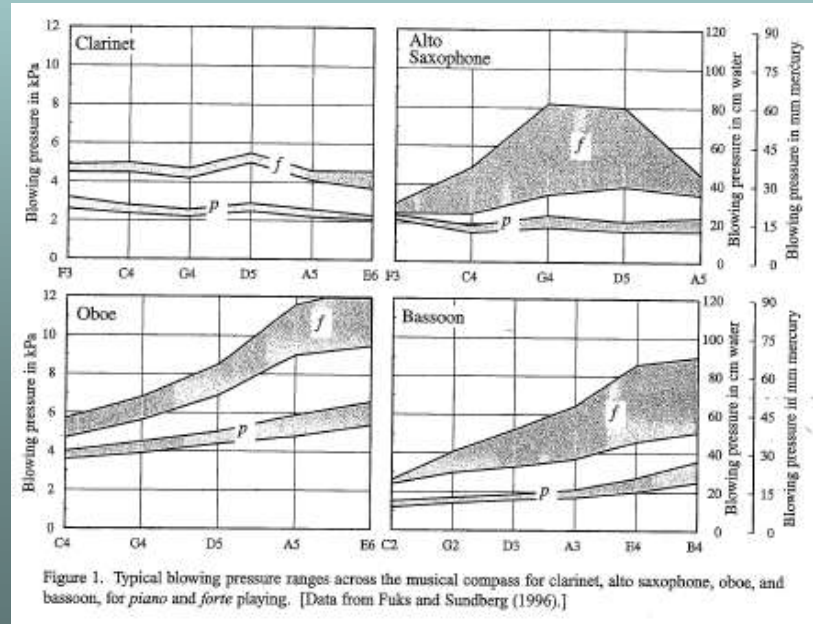
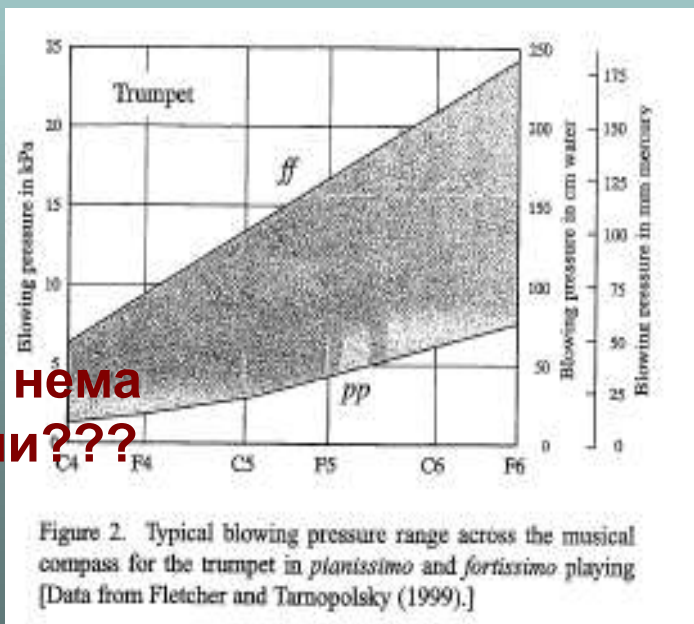


# Який тиск в дихальних шляхах протягом концерту переносять трубачі?



- саксофон – 80 см вод. ст.
- фагот – 90 см вод. ст.
- гобое – 120 см вод. ст.
- труба (трампет) – до 120 см вод. ст. (!)

Чому у них нема баротравми???



# Ризик баротравми залежить від тиску, який розтягує альвеоли, тобто транспульмонального тиску

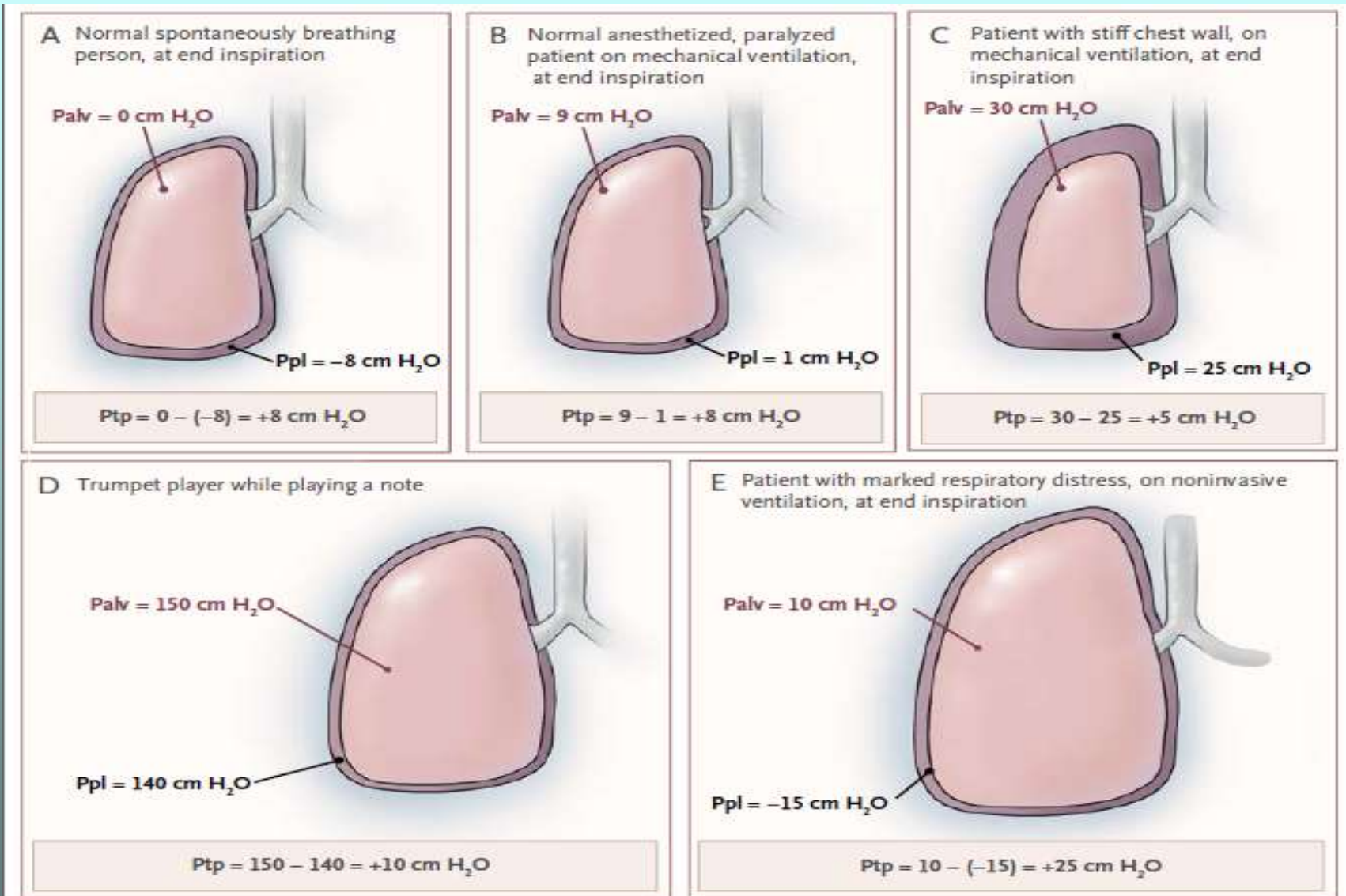


Figure 1. Intrathoracic Pressures and Lung Stretching.

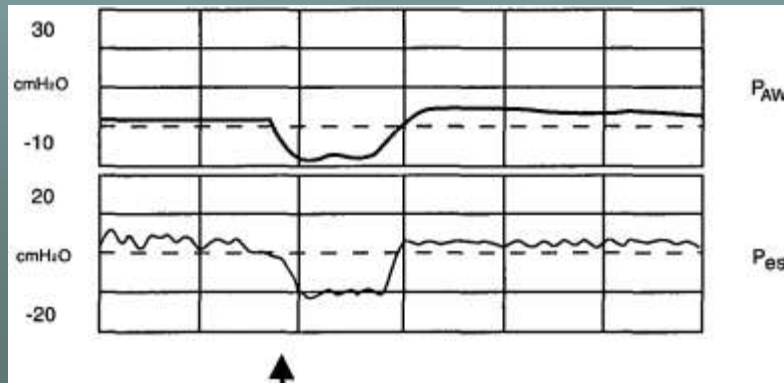
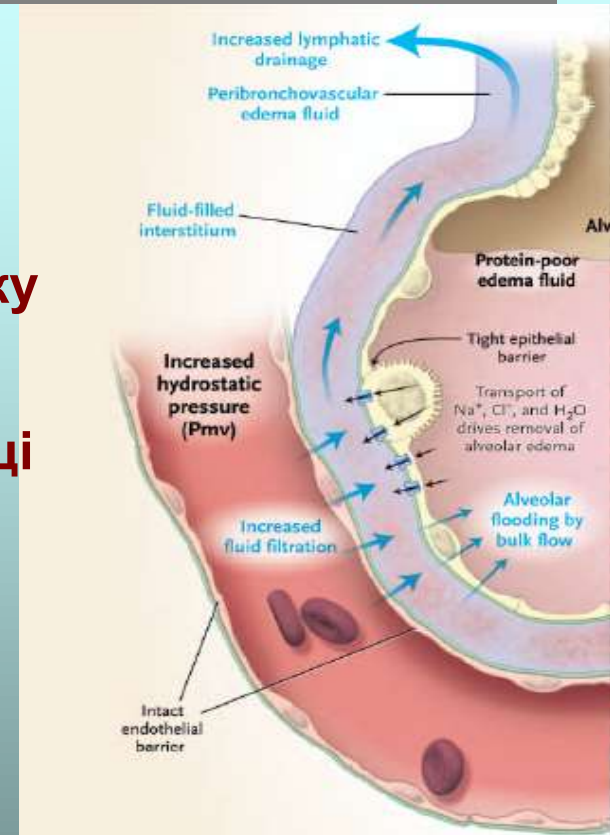
# Ефекти самостійного дихання під час ШВЛ: «піддихування»

При «піддихуванні» в плеврі та в альвеолах виникає негативний тиск від -1 до -20 см вод. ст.

При виникненні в альвеолах негативного тиску змінюються «Старлінгові» тиски в легневих капілярах:

- ↑ фільтраційний тиск в артеріальному кінці капіляра – ↑ фільтрація рідини
- ↓ реабсорбційний тиск в венозному кінці капіляра – ↓ реабсорбція рідини

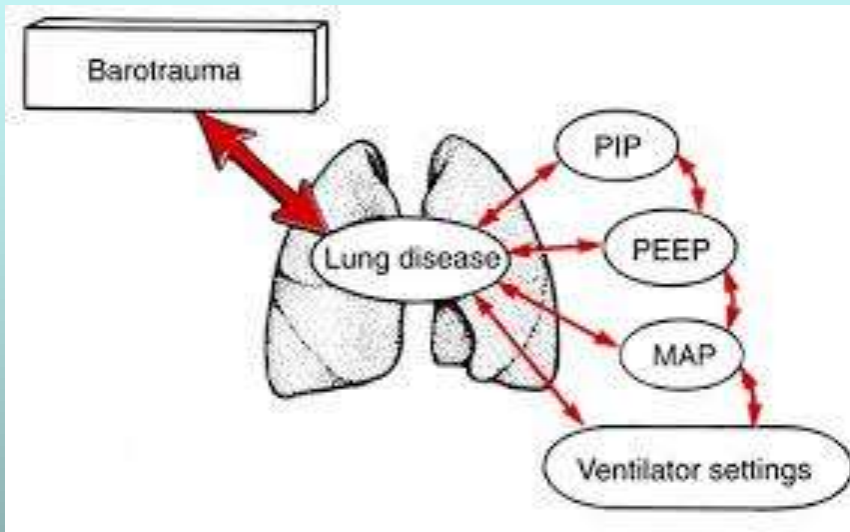
↑ фільтрації + ↓ реабсорбції =  
наростання набряку



Cheng K-C. Ventilation with negative airway pressure induces a cytokine response in isolated mouse lung. *Anesth Analg* 2002;94:1577-82



# Баротравма та волюмотравма – на чому фокус в сучасних дослідженнях вентилятор-асоційованого ушкодження легень?



## Причини баротравми:

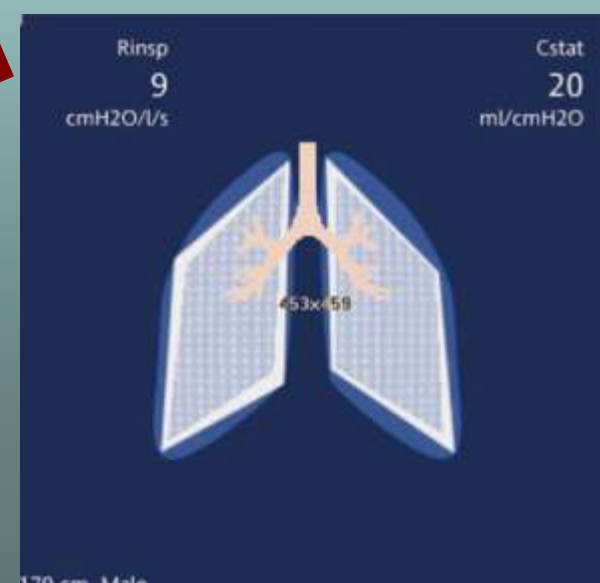
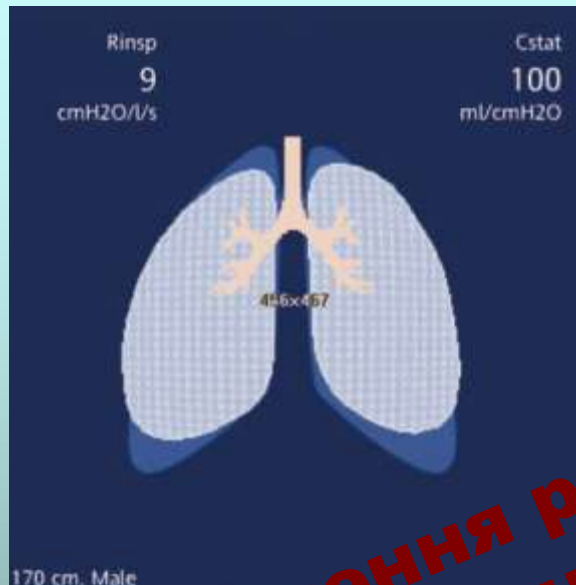
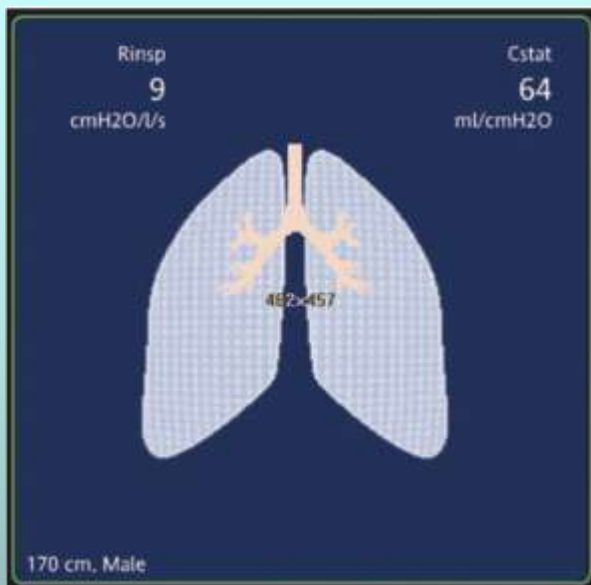
- високий альвеолярний та **ТРАНСПУЛЬМОНАЛЬНИЙ** тиск
- тривалий час дії високого тиску
- попередньо ушкоджені легені



## Попередження баротравми:

- ↓ ДО
- **АДАПТАЦІЯ** до респіратора
- обмеження пікового тиску на вдишу
- **ПОПЕРЕДЖЕННЯ СПАДІННЯ** легень

# Визначення і візуалізація параметрів резистивності і комплайнсу



**Щоб корегувати порушення резистивності і комплайнсу необхідно вчасно діагностувати ці порушення**

# Чи залежить напряму безпека пацієнта від вибору режиму вентиляції?

## What About New Modes?



VCV

Режими вентиляції

PCV

VCV

P-SIMV

SIMV

BiPPV

HF VCV

CPAP

PVent

NIV

AdVent

PCVT

Режими вентиляції  
(які реалізовані в більшості  
сучасних респіраторів): єдина  
термінологія ВІДСУТНЯ

Select Ventilation Mode

A/C Pressure Control

SIMV Pressure Control

A/C Volume Control

SIMV Volume Control

A/C PRVC

SIMV PPV

Adaptive Bi-Level

CPAP/STV

Patient

Additions

Modes

P-CMV

(S)CMV

P-SIMV

SIMV

APRV

APVcmv

APVsimv

SPONT

ASV

NIV

Cancel

Confirm

Volume control

SIMV (VCV Control)  
Pressure Support

Pressure control

SIMV (P-SS) Control  
Pressure Support

SIMV (PRVC)

Pressure Support

Pressure Support/CPAP

Volume Support

Ventilator Settings

SIMV

IPPV

BIPAP

CPAP/ASB

APRV

more

Незнання лікарями апаратури і невпевненість у своїх діях – вагома причина зниження безпеки пацієнта

Ventilator Settings

SIMV

IPPV

BIPAP

CPAP/ASB

APRV

more

## Чи залежить напряму безпека пацієнта від вибору режиму вентиляції?

Питання, які будуть відпрацьовуватись на апаратах та добровольцях на Воркшопі “Вибір параметрів вентиляції при виражених порушеннях механіки легень і респіраторного драйву”:

- вибір режимів вентиляції при витіках та частковій розгерметизації контура;
- небезпеки, які несе в собі вентиляція з контролем за тиском при раптовому підвищенні резистивного опору дихальних шляхів чи зниженні комплайнсу;
- умови безпечного проведення вентиляції з контролем за об'ємом при раптовому підвищенні резистивного опору дихальних шляхів чи зниженні комплайнсу;
- Інтелектуальні режими – гарантія підтримки прийнятних параметрів вентиляції у разі раптового підвищення резистивного опору дихальних шляхів чи зниженого комплайнсу.

# Висновки

**Безпека пацієнта, якому проводять РП залежить передусім від:**

- **знання лікарем основних факторів ризику ускладнень;**
- **наявності нього сучасної дихальної апаратури і засобів моніторингу;**
- **наполегливості у вивченні функцій цієї апаратури, які забезпечують контроль за проведенням РП та їх застосуванні;**
- **пильності медперсоналу, наявності командного підходу (у т.ч. з боку керівництва)**

**Поваги (трепетного отношения) лікаря до самого принципу заміни власного дихання пацієнта на штучне допоміжне...**

