

# Класичні та новітні стратегії підтримки самостійного дихання під час проведення подовженої респіраторної підтримки

**М.М. Пилипенко**

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



# Історія штучної вентиляції легень

1907 – перший респіратор

1930ті-1950-ті кирасні респіратори, залізні легені

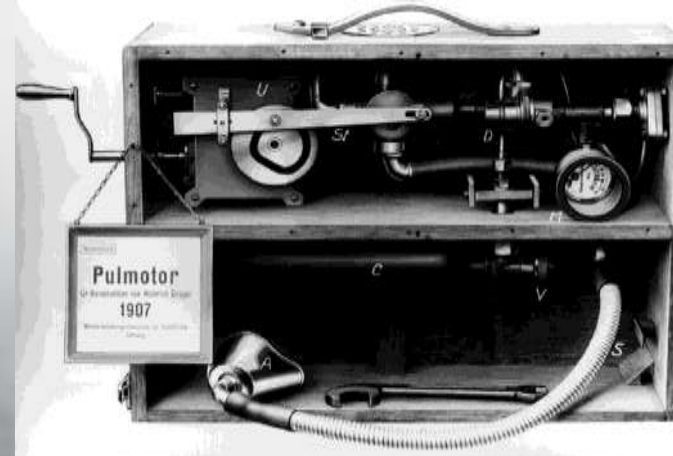
1940ті-1960-ті «військові» респіратори з контролем за тиском

1958 – по теперішній час – стаціонарні вентилятори з контролем за об'ємом

1970-ті – по теперішній – стаціонарні вентилятори з контролем за тиском

1970-ті – по теперішній – режими допоміжної вентиляції

1980-ті – по теперішній по «інтелектуальні» режими допоміжної вентиляції



# Історичні аспекти впровадження режимів вентиляції в нашій країні

**Традиційна вентиляція (об'єм-контрольована ШВЛ – VCV) – починаючи з РО-1, Фаза (сеанси спонтанного дихання при від'єднанні від респіратору)**

**Сценарії «традиційної вентиляції»:**

- **Пацієнт без свідомості і дихає апарат (в режимі гіпервентиляції)**
- **Пацієнт в свідомості, але підлаштовується**
  - ✓ дихаєм, не дихаєм, не дихаєм, не-дихаєм...
- **Дихає і апарат і пацієнт**
  - ✓ гіпервентиляція і/чи тіотентал, ардуран, ардуан...
  - ✓ ну і нехай собі дихає: «Мы сделали все, что мы делаем в таких случаях»



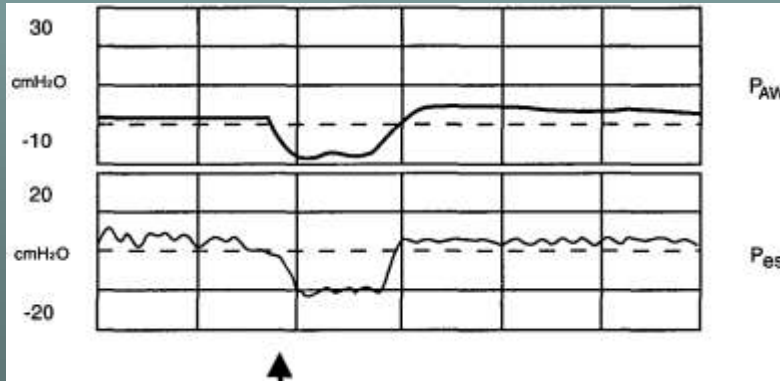
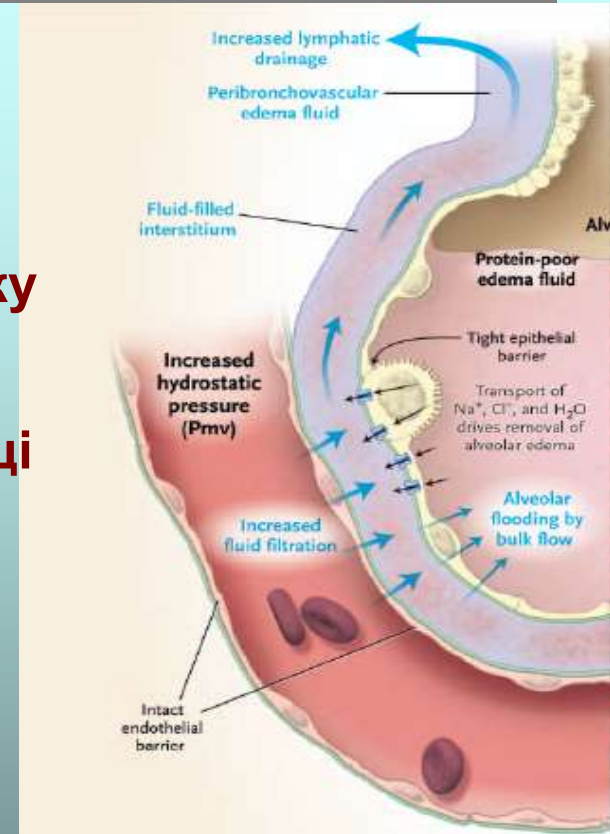
# Ефекти самостійного дихання під час ШВЛ: «піддихування»

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

# Історичні аспекти впровадження режимів вентиляції в нашій країні

**Об'єм-контрольована вентиляція з тригером вдиху (A+CMV) – починаючи з РО-6, Фаза 8**

**High flow CPAP (SB+BiF) – починаючи з Фаза 8**

- полегшувався лише вдих;

**Високочастотна вентиляція - починаючи з Фаза 5, Спірон 601**

- на фоні спонтанного дихання (частіше при відлученні);

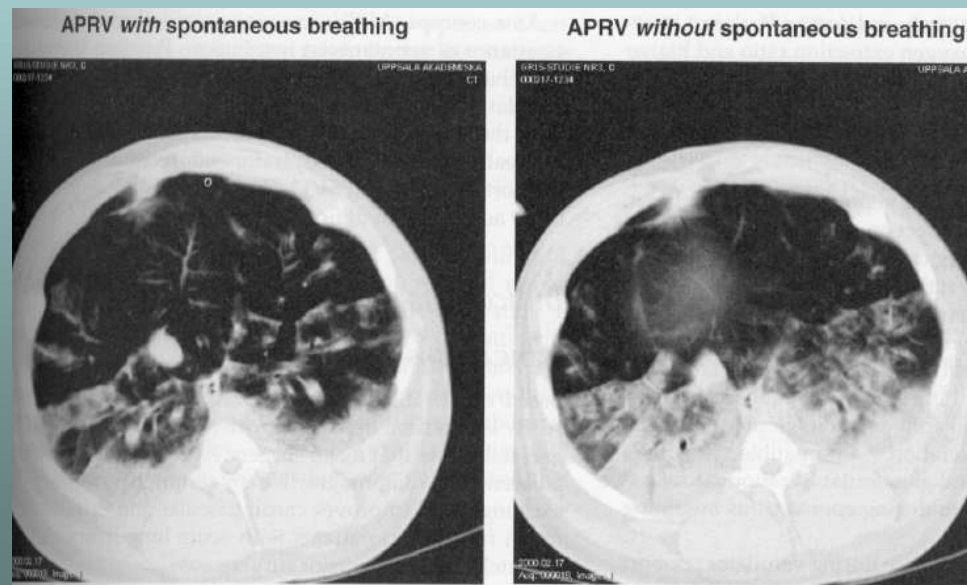
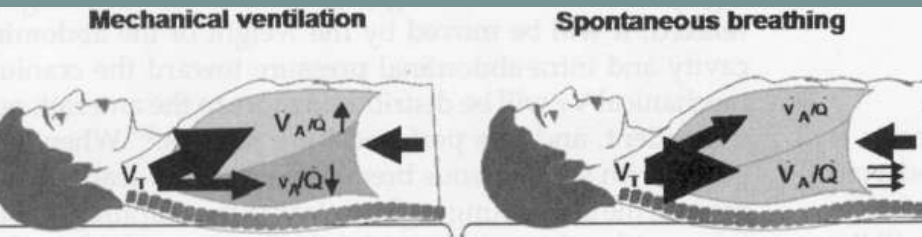
**PCV/PSV и т.д. - стали доступними в імпорتنих респіраторях середнього класу починаючи з 1990-х**



# Ефекти самостійного дихання під час респираторної підтримки

При адекватній підтримці самостійного дихання:

- поліпшуються вентиляційно-перфузійні співвідношення в «залежних» ділянках легень, ↓ ателектазування, ↑ ФЗЄ, ↑  $P_{aO_2}/F_{iO_2}$
- ↓  $P_{пик}$  і  $P_{плато}$
- попереджається атрофія дихальних м'язів
- ↑ венозне повернення
- полегшується і пришвидшується відлучення від респиратору



# Стратегічні питання з приводу підтримки самостійного дихання

**Чи можна звести до мінімуму негативні прояви самостійного дихання – скористатись його перевагами?**

- **Як ліпше зменшити роботу самостійного дихання пацієнта з задишкою без проведення йому гіпервентиляції?**
- **Якщо у хворого збільшився об'єм спонтанного дихання – як змінити респіраторну підтримку?**
- **Скільки параметрів апарат та пацієнт можуть вибрати самостійно – без участі лікаря?**

# Методи підтримки спонтанного дихання

## Допоміжно-контрольована вентиляція (VCV, PCV)

- пацієнт запускає дихання, а респіратор його контролює

## Синхронізована перемежована примусова вентиляція (SIMV, P-SIMV)

- пацієнт *періодично* запускає контрольоване дихання

## Підтримка тиском (PS, PSV, Psupport)

- пацієнт запускає дихання, респіратор підтримує його, а пацієнт визначає коли його завершити

## Підтримка об'ємом (VS, A/C PRVC, PRVC-CMV, VTPS)

## Пропорційна вентиляція (PAV)

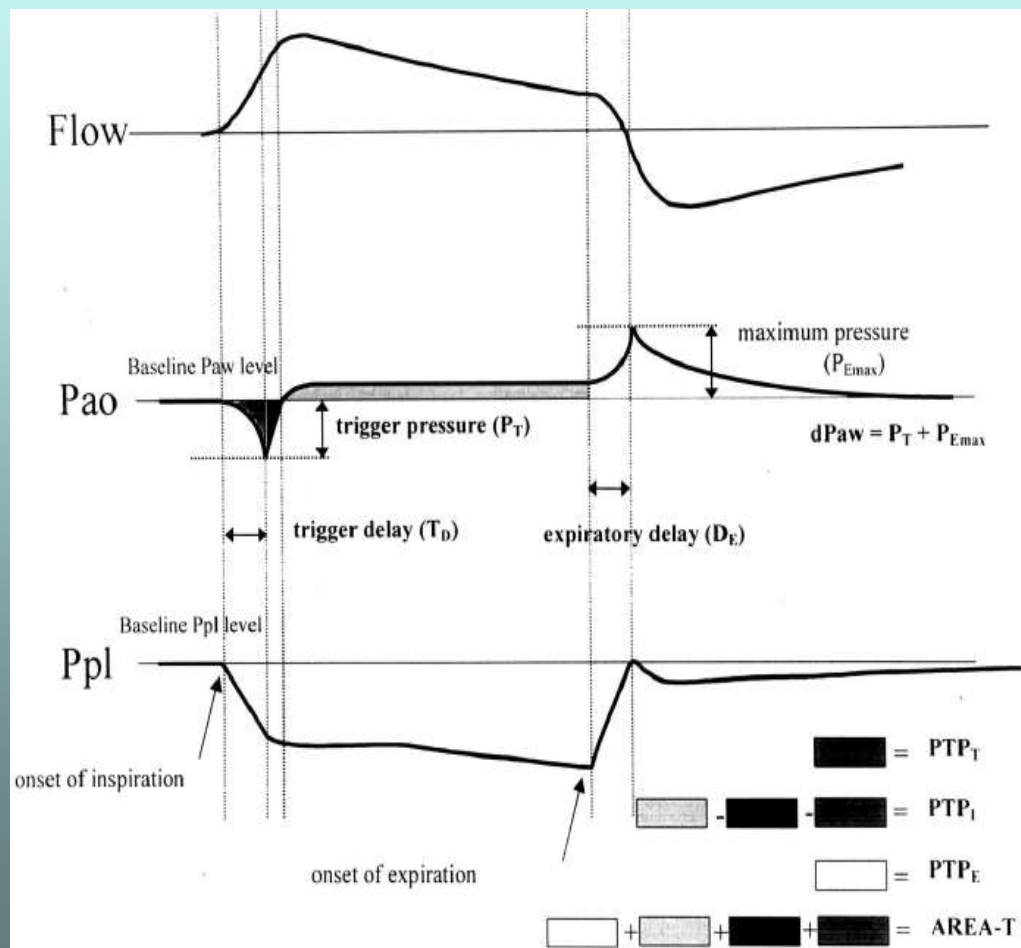
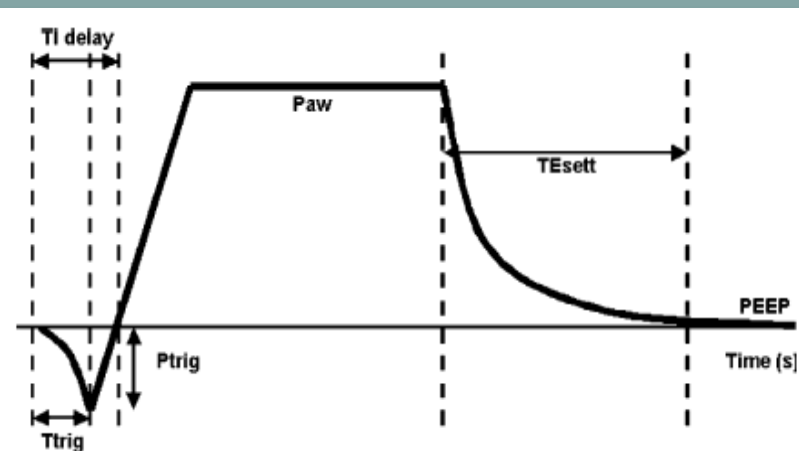
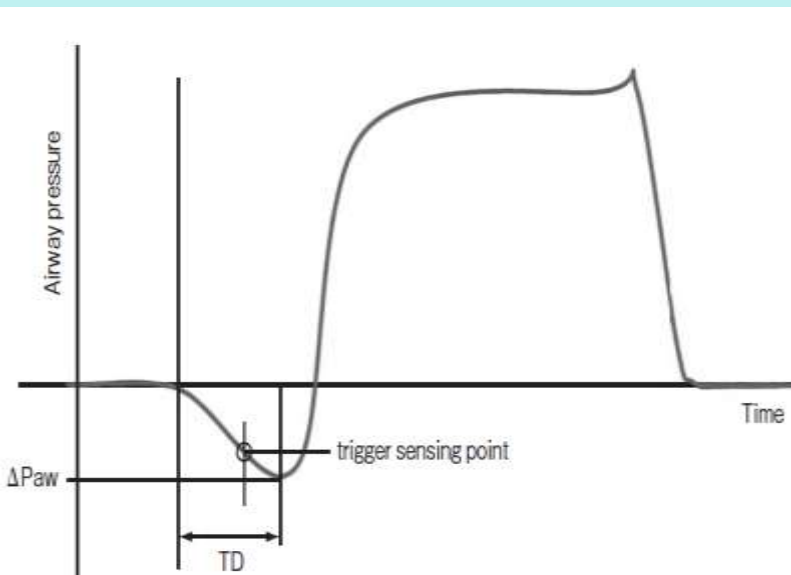
## Адаптивна вентиляція (ASV)

*Вентиляція з двома фазами*  
*Високочастотна вентиляція*



# Допоміжна вентиляція: що можна бачити на кривій тиску та потоку

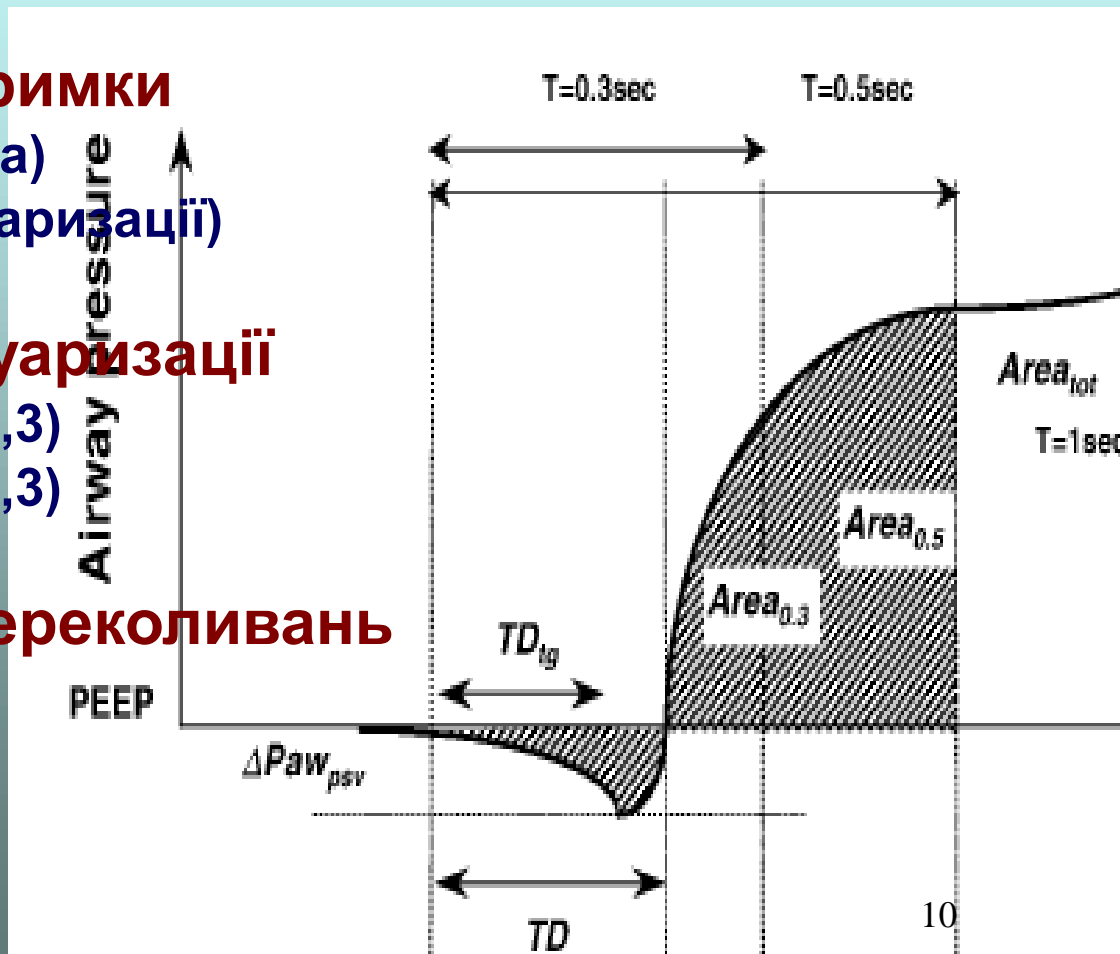
- показники, які характеризують роботи дихання на вдиху;
- показники, які характеризують ауто-ПТКВ та роботу на видиху;



# Що насправді визначає клас респіратора та якість допоміжної вентиляції

## Загально визнані критерії “адекватності” інспіраторного потоку:

- **короткі періоди затримки**
  - ✓ TD (затримка тригера)
  - ✓ PD (затримка прешуаризації)
- **високі цифри прешуаризації**
  - ✓ за перші 0,3 с (PPT<sub>0,3</sub>)
  - ✓ за перші 0,5 с (PPT<sub>0,5</sub>)
- **незначний рівень переколювань**
  - ✓ P<sub>peak</sub> - P<sub>cont</sub>

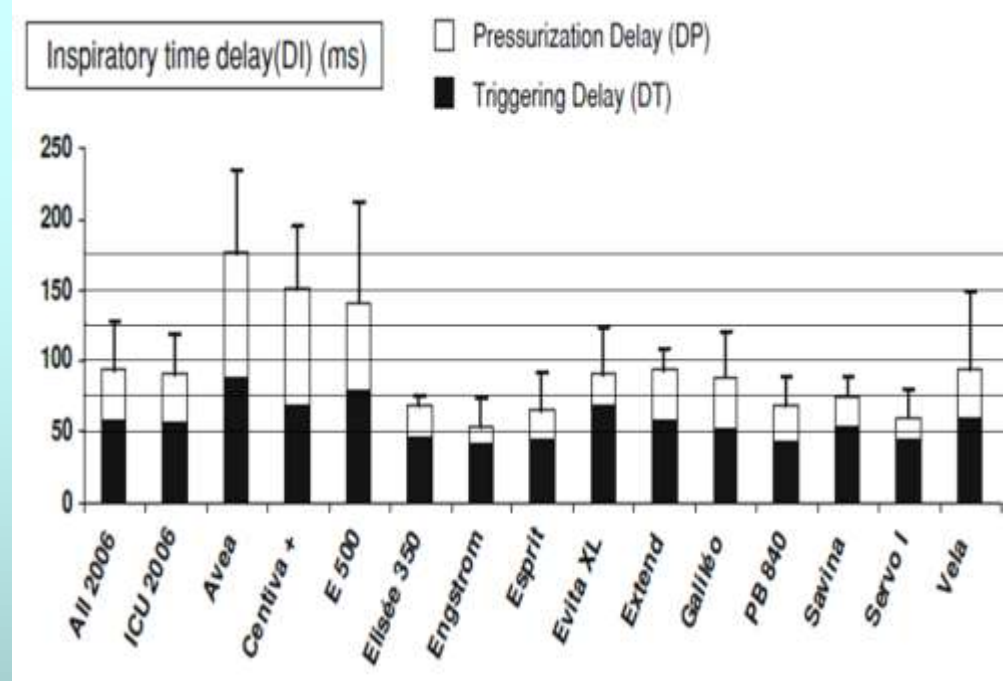


# Респіратори регулярно тестують незалежні експерти

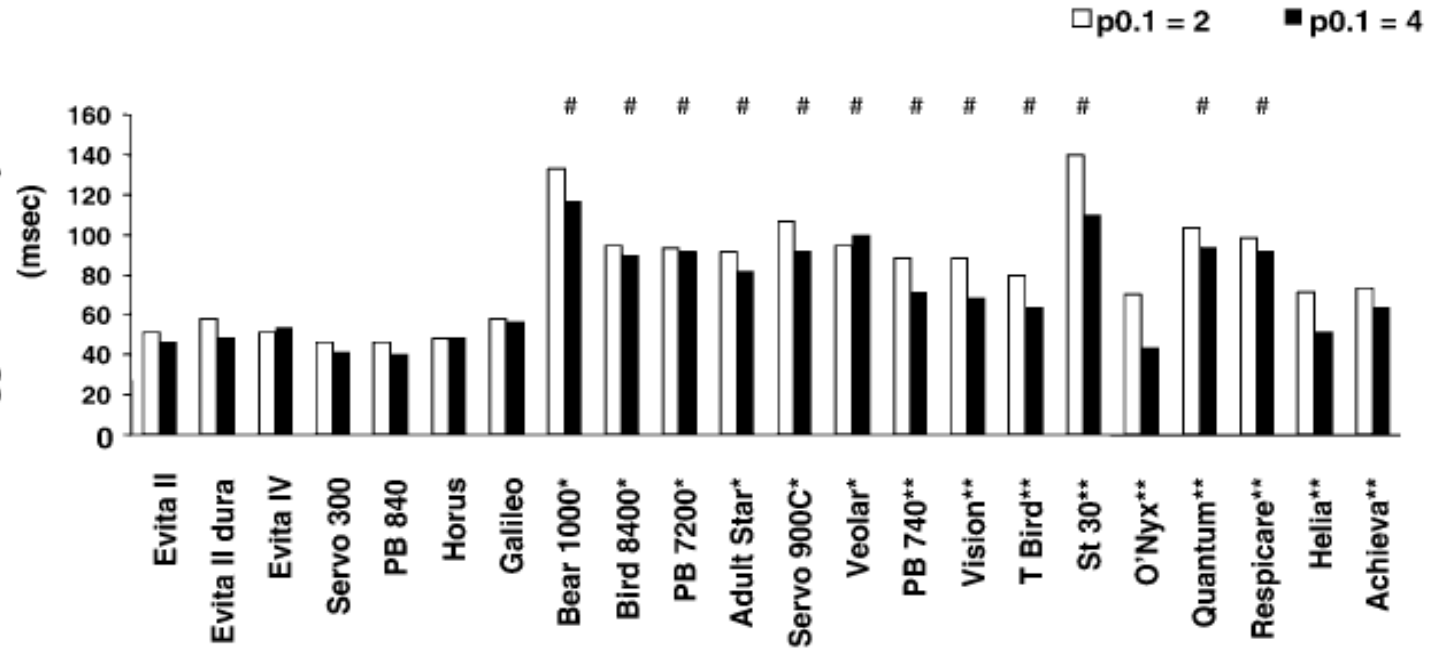
По показникам:

- затримка триггера, TD
- затримка прешуаризації, PD (з ПТКВ 0 та 5 см вод. ст.)

Richard, ICM 2002; Thille AW, ICM 2009

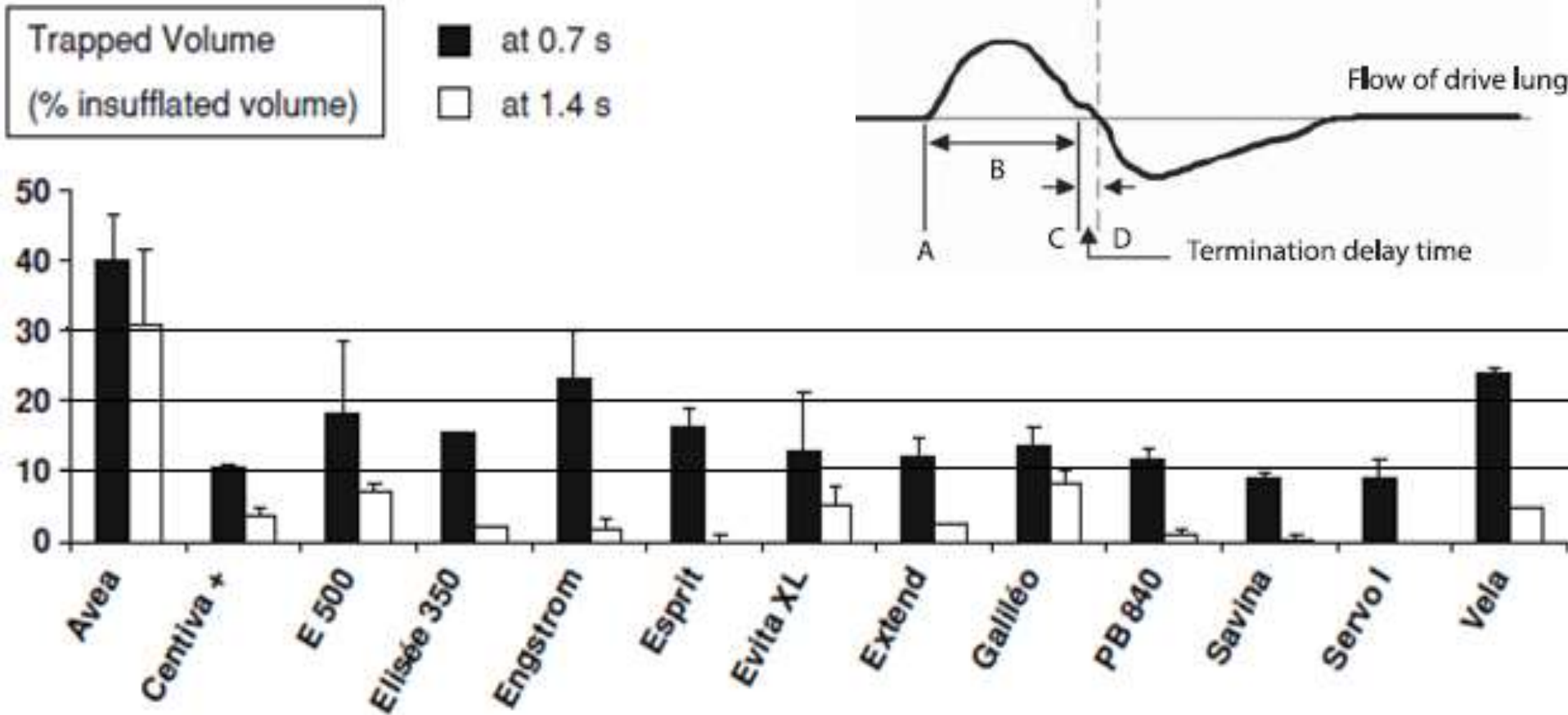
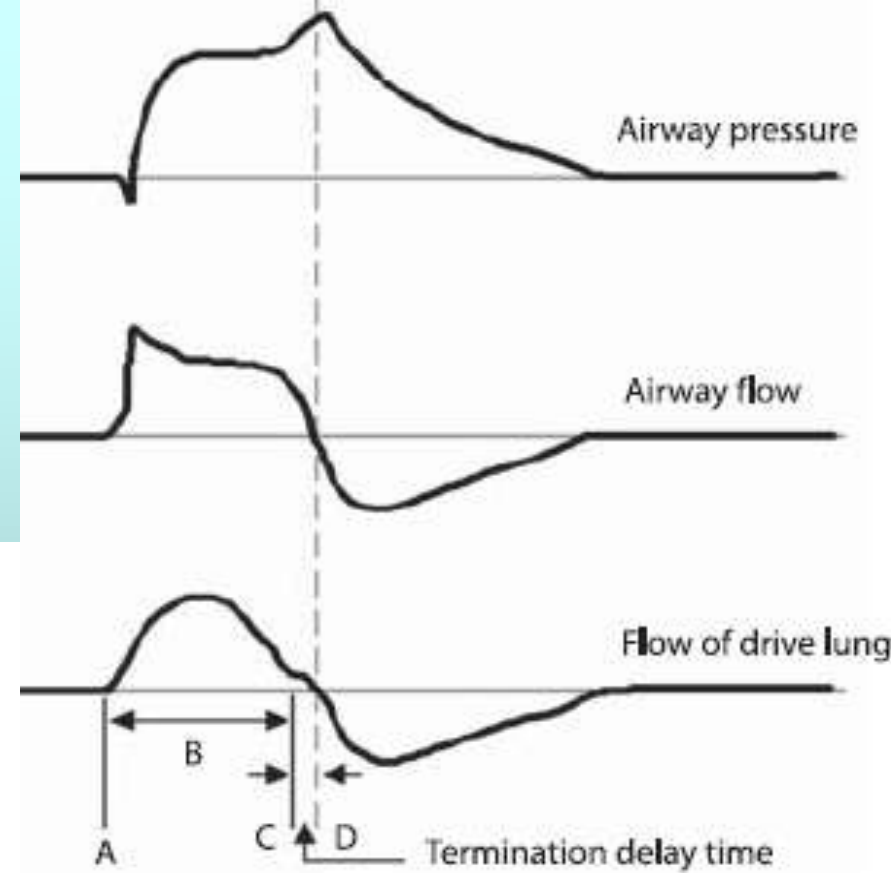


Trigger time delay at PEEP (msec)



# Що таке «легкий видих»

- час затримки на видиху;
- об'єм затримки газу;
- максимальний тиск в наприкінці вдишу.



# Публікації порівняльного тестування респіраторів в різних режимах

Чому при виборі автомобіля чи телефону враховують результати тестувань, а при виборі респіратору – ні?

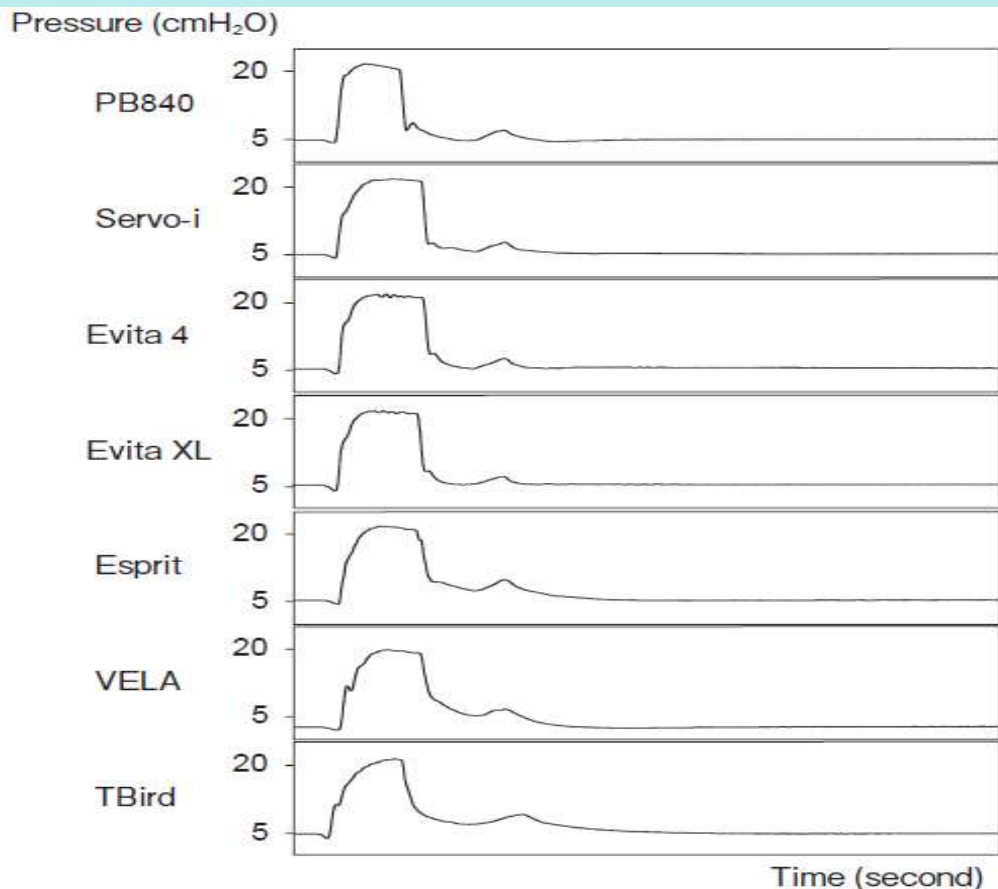


Fig. 3. Airway pressure *versus* time waveforms for all ventilators evaluated at 80 l/min peak flow. Pao = airway opening pressure.

# Вкрай важливе питання при проведенні респіраторної підтримки

Якщо у хворого збільшився об'єм самостійного вдиху – як змінити респіраторну підтримку?

Респіраторну підтримку варто:

- залишити без змін (A/CMV, A/PCV, **PSV**)
- зменшити тому що хворий більшу частину необхідної вентиляції виконує сам (**VS, VTPS**)
- збільшити, тому що у хворого збільшились дихальні потреби і в нього «нехватка повітря» (**PAV**)

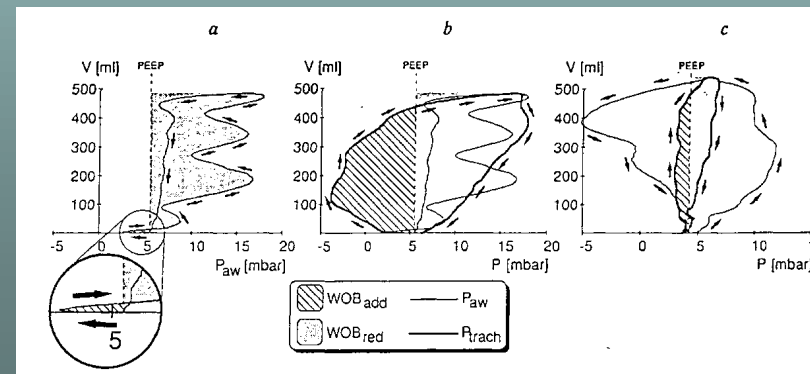
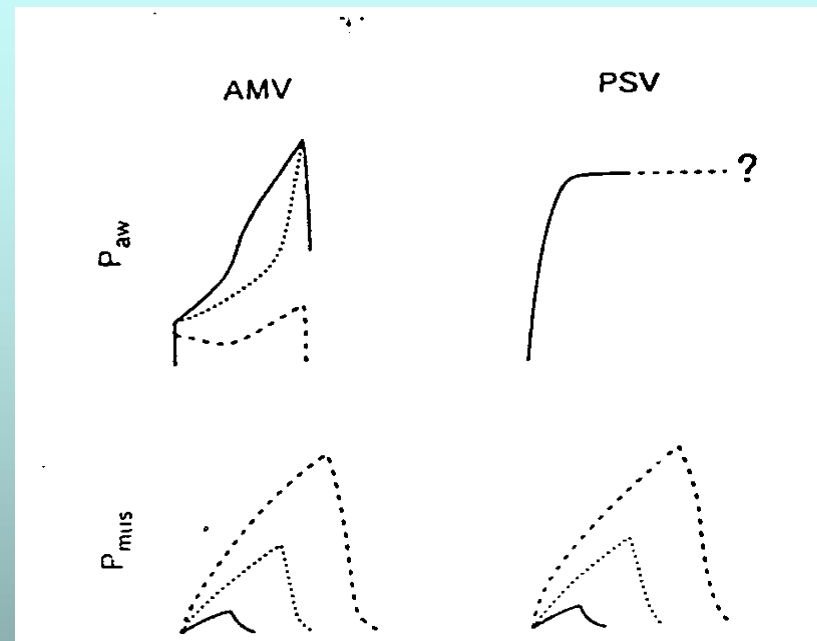


# Респіраторна підтримка в «традиційних режимах» (A/CMV, A/PCV, PSV)

Якщо у хворого збільшується об'єм самостійного вдиху (ДО):

- робота респілятора змінюється мало
- робота дихання пацієнта може збільшуватися непропорційно збільшенню ДО

Резистивний опір ЕТТ - величина нелінійна і залежить від швидкості інспіраторного потоку  
При інтенсивному дихальному зусиллі вона збільшується більше ніж в арифметичній прогресії



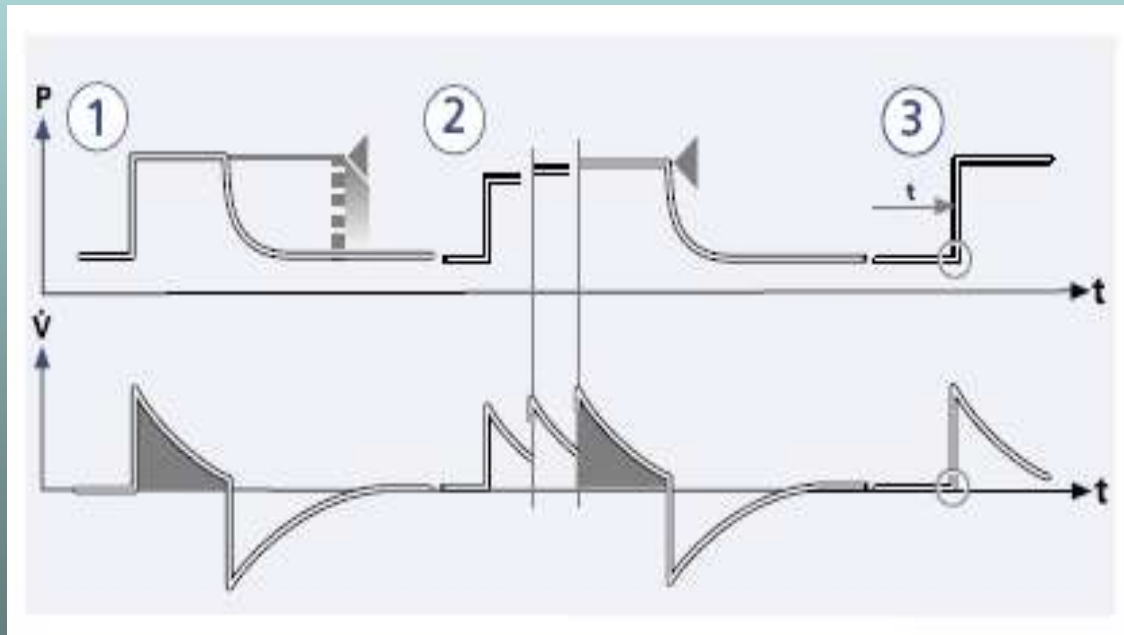
# Респираторна підтримка подвійним контролем тиску і цільового об'єму (PRVC, VS, VTPS, AutoFlow)

Аппарат подает предустановленный ДО, а давление регулируется с тем, чтобы его подать, не достигая 5 см до установленного верхнего предела давления.

Уровень инспираторного давления *постоянный на протяжении каждого дыхания.*

*С каждым новым вдохом он автоматически адаптируется (увеличивается или уменьшается), с тем, чтобы дать нужный ДО в соответствии с механическими свойствами легких.*

*Чем больше дышит пациент в этом дыхании, тем меньше дышит аппарат в следующем дыхании*



# Респіраторна підтримка в адаптивних режимах PSV з гарантованим ДО (PRVC, VS, VTPS, AutoFlow)

Якщо у хворого збільшується ДО:

- робота респіатора суттєво зменшується
- робота дихання пацієнта суттєво збільшується

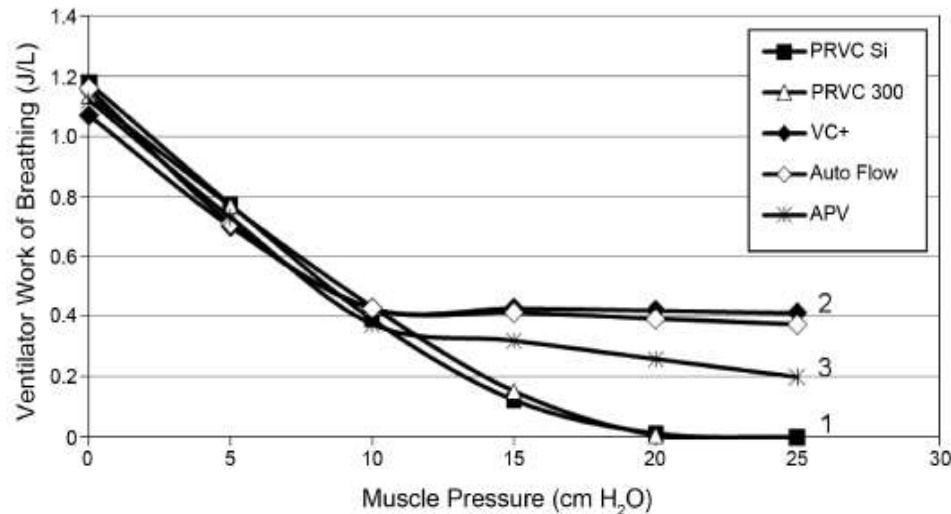


Fig. 2. Work-of-breathing patterns. Ventilator work of breathing versus patient effort (muscle pressure). As patient effort increased, the adaptive-pressure-control algorithms had 3 distinct control patterns. PRVC = Pressure-Regulated Volume Control on the Sie-

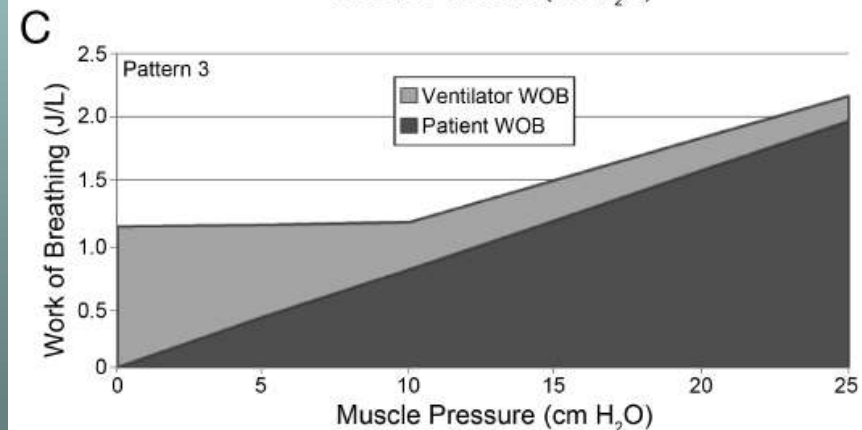
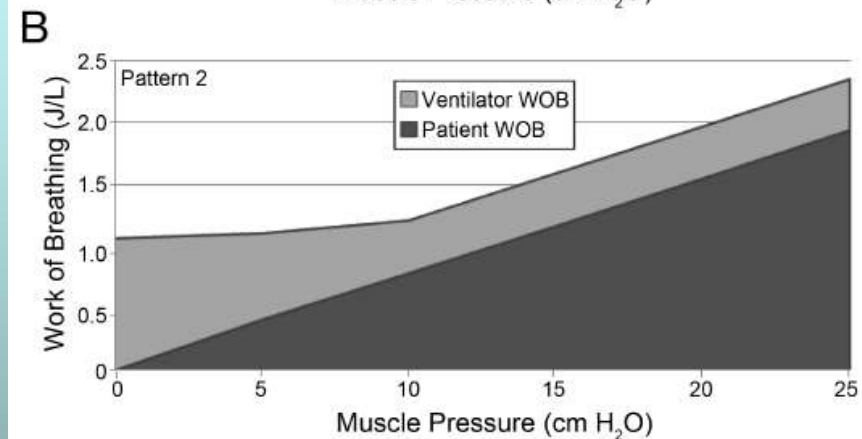
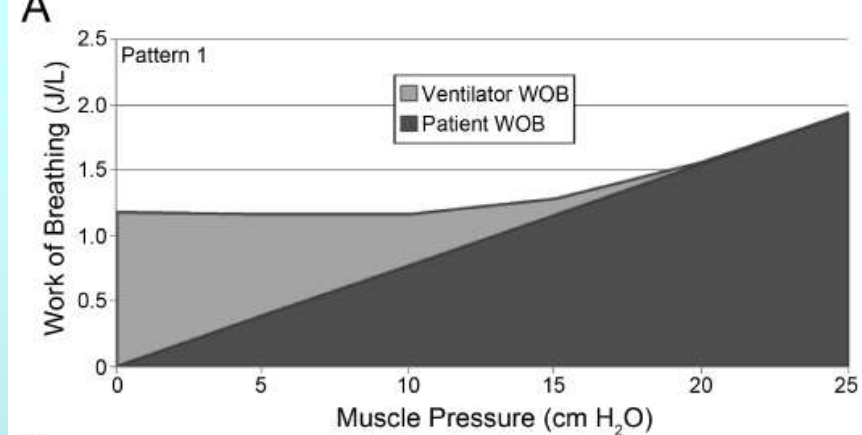
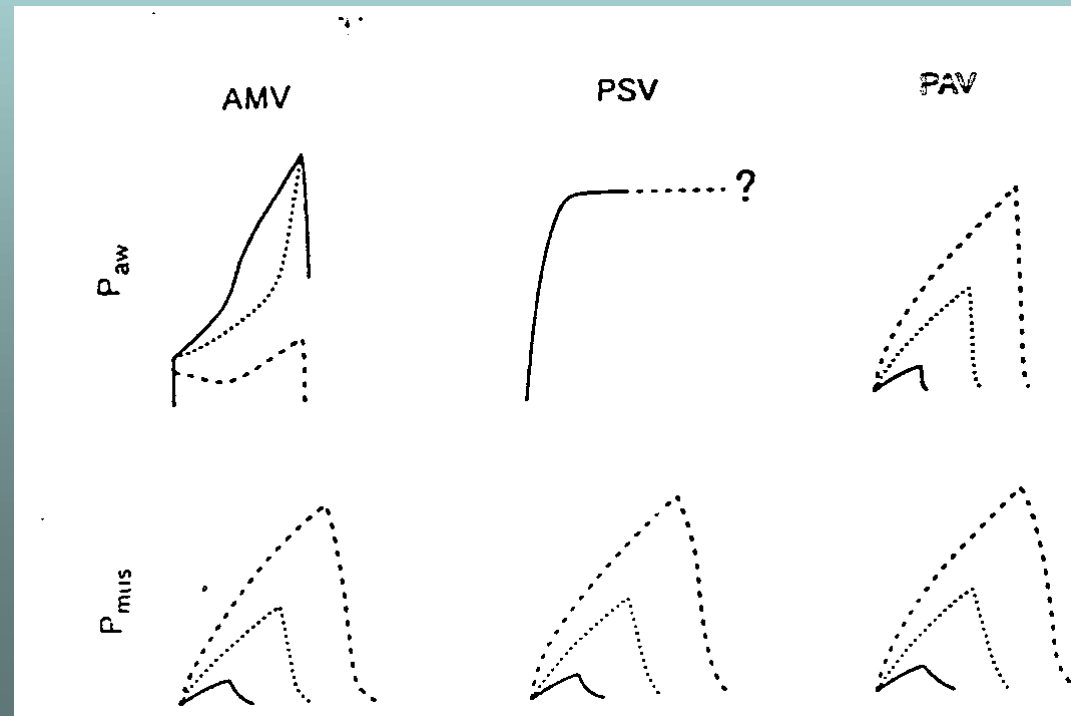


Fig. 3. Total work of breathing is partitioned into patient (dark gray) and ventilator (light gray) work of breathing, according to the 3 patterns observed.

# Респіраторна підтримка в режимі пропорційної допоміжної вентиляції (PAV): апарат дихає як пацієнт

## Концепція PAV :

- пацієнт отримує підтримку пропорційно його ДО і інспіраторному потоку
- чим інтенсивніше зусилля пацієнта, тим вище тиск підтримки, і навпаки.
- максимальне м'язове зусилля повинно співпадати в часі з максимальним тиском апаратної підтримки



# Апарат дихає як пацієнт – серво-контроль (PPS, PAV, PAV+)

Респіратор аналізує дихальне зусилля пацієнта і створює тиск підтримки пропорційно цьому зусиллю (як гідропідсилювач керма)

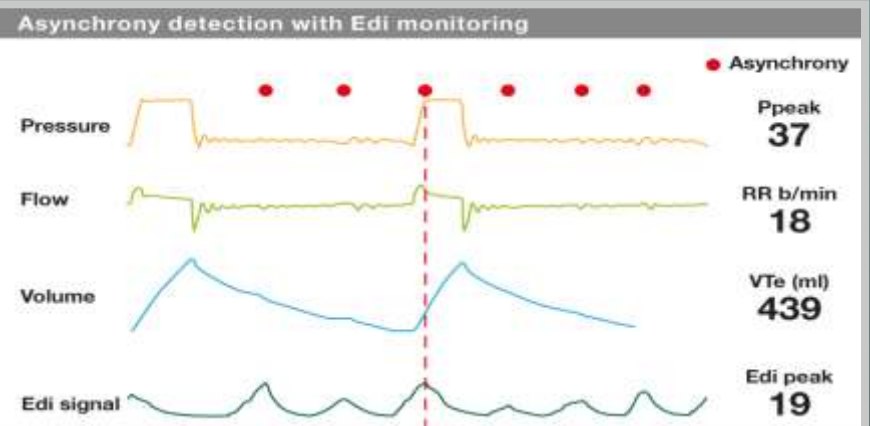
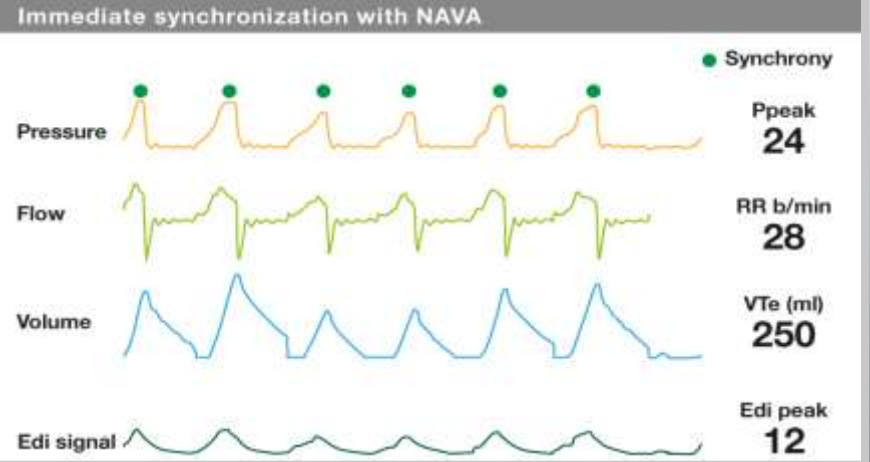
Переваги:

- ↓↓ інспираторної і експираторної роботи пацієнта;
- стимуляція дихального центру;
- ↑↑ відновлення фізіологічного респіраторного драйву.



# Перспективний варіант PAV – нейронально пристосована вентиляторна асистенція (NAVA)

- 😊 **Визначення електричної активності діафрагми – точний і фізіологічний метод моніторингу дихальної активності пацієнта**
- 😞 **Потребує специфічного обладнання**

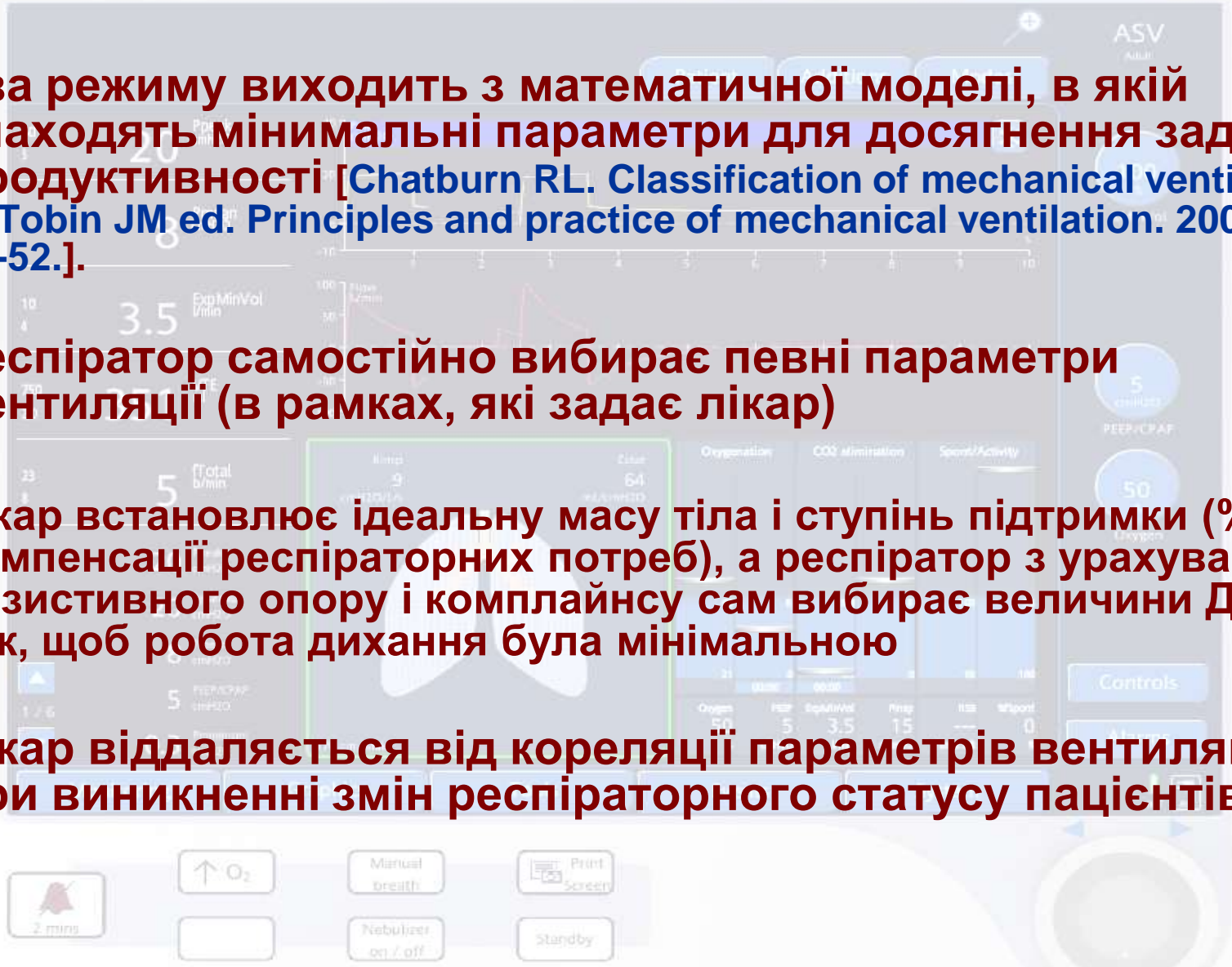




# Робота респіатора по принципу «оптимального контролю»

Назва режиму виходить з математичної моделі, в якій знаходять мінімальні параметри для досягнення заданної продуктивності [Chatburn RL. Classification of mechanical ventilators; in Tobin JM ed. Principles and practice of mechanical ventilation. 2006 pp. 37-52.].

- респіратор самостійно вибирає певні параметри вентиляції (в рамках, які задає лікар)
- лікар встановлює ідеальну масу тіла і ступінь підтримки (% компенсації респіраторних потреб), а респіратор з урахуванням резистивного опору і комплайнсу сам вибирає величини ДО і ЧД так, щоб робота дихання була мінімальною
- лікар віддаляється від кореляції параметрів вентиляції при виникненні змін респіраторного статусу пацієнтів



# Контроль, який базується на знаннях (Knowledge-Base Control)

- в розрахунки з непрямою логікою (fussy logic) закладені ДО, тиск, потік, SpO<sub>2</sub>, ΔSpO<sub>2</sub>, EtCO<sub>2</sub> (метаболический статус), ЧДспонт, ΔЧДспонт, ЧСС, діагноз, статус легень (наявність ХОЗЛ)
- при зміні респіраторних параметрів, параметрів газообміну чи стану серцево-судинної системи респіратор змінює параметри вентиляції (“титрує тиск”) чи вдає пораду відносно їх змін

- респіратор утримує пацієнта в зоні комфорту

Для проведення такого типу вентиляції респіратор повинен бути інтегрований з засобами моніторингу в єдину систему

Алгоритми роботи повинні розроблятися, на результатах якісних експлоративних клінічних досліджень

Важливим етапом впровадження цього режиму повинні бути конформативні дослідження ефективності автоматизованого підходу в порівнянні з традиційними режимами

# Контроль, который базируется на знаниях (Knowledge-Base Control)

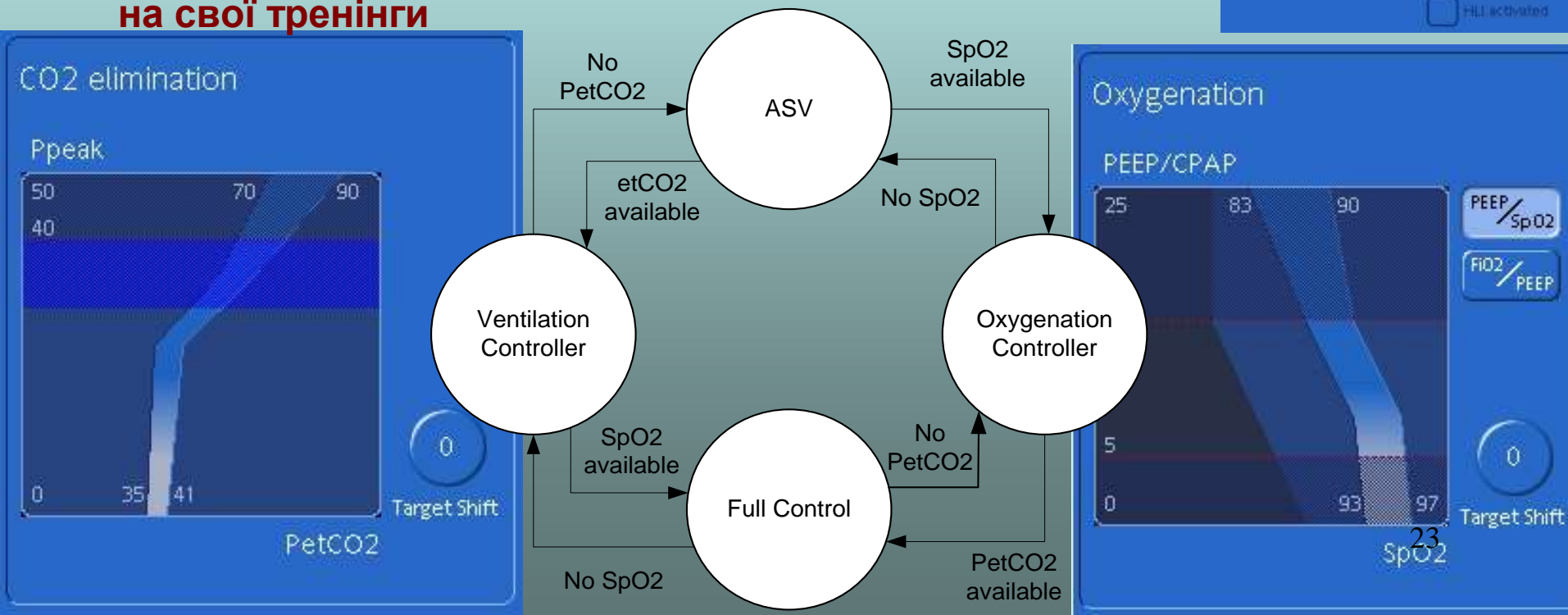
Алгоритмы работы Knowledge-Base Control відходять від fussy logic і стають більш “прозорими”

Зростає доказова база безпеки використання режиму

При використанні Knowledge-Base Control:

☺ робота персоналу полегшується

☹ персонал може звертати менше уваги на пацієнта і на свої тренінги



# Проби зі спонтанним пробудженням (SATs) і проби зів спонтанним диханням (SBTs)

- скорочують тривалість ШВЛ  
(14,7 дн. проти 11,6 дн.;  $p=0,02$ )
- скорочують тривалість лікування у ВІТ  
(9,1 дн. проти 12,9 дн.;  $p=0,01$ )
- знижують відносний ризик смерті  
(0,68, 95% ДІ 0,50 - 0,92;  $p=0,01$ )
- ↑ частоту само-екстубації  
(16 проти 6;  $p=0,03$ )



Efficacy and safety of a paired sedation and ventilator weaning protocol for mechanically ventilated patients in intensive care (Awakening and Breathing Controlled trial): a randomised controlled trial

**Lancet 2008; 371: 126-34**

*Timothy D Girard, John P Kress, Barry D Fuchs, Jason W W Thomason, William D Schweickert, Brenda T Pun, Darren B Taichman, Jan G Dunn, Anne S Pohlman, Paul A Kinniry, James C Jackson, Angelo E Canonico, Richard W Light, Ayumi K Shintani, Jennifer L Thompson, Sharon M Gordon, Jesse B Hall, Robert S Dittus, Gordon R Bernard, E Wesley Ely*

# Респіраторна підтримка сьогодні і завтра

## Сьогодні:

- підлаштувати параметри вентиляції в ручному режимі і звести відлучення за протоколом

## Завтра:

отримати *інструменти*, які дозволять хворим дихати легко і комфортно навіть при тяжких порушеннях функції легень



## Питання для дискусії:

- Будь-який *інструмент* в руках *майстра*...
- Чим краще *інструмент* і чим талановитіше *майстер*
- Кожен майстер повинен вибрати інструменти для себе



## Висновки:

**При підтримці самостійного дихання під час механічної вентиляції існує ряд складностей...**

**Технічний прогрес може допомогти знайти найбільш швидкий шлях...**

**Лікар повинен вибирати не тільки шлях, а і транспорт для руху**

**Складності не повинні зупиняти на шляху...**

