

Проблемы и решения синхронизации в ИВЛ



**О.Е. Сатишур, к.м.н.
г. Минск, Беларусь**

Современные цели МВЛ

- Безопасность
- Адекватный газообмен
- Защита легких

- Комфорт пациента

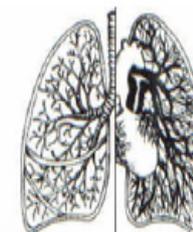
Соответствие работы дыхания аппарата и пациента

- “Быстрое” отлучение

Goals of Ventilation

1. Promote safety (do no harm)

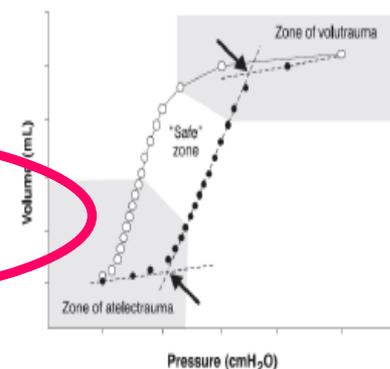
- Provide adequate gas exchange
 - Optimize \dot{V}/Q relation
- Protect the lung
 - Optimize P/V relation



ventilation perfusion

2. Promote patient comfort

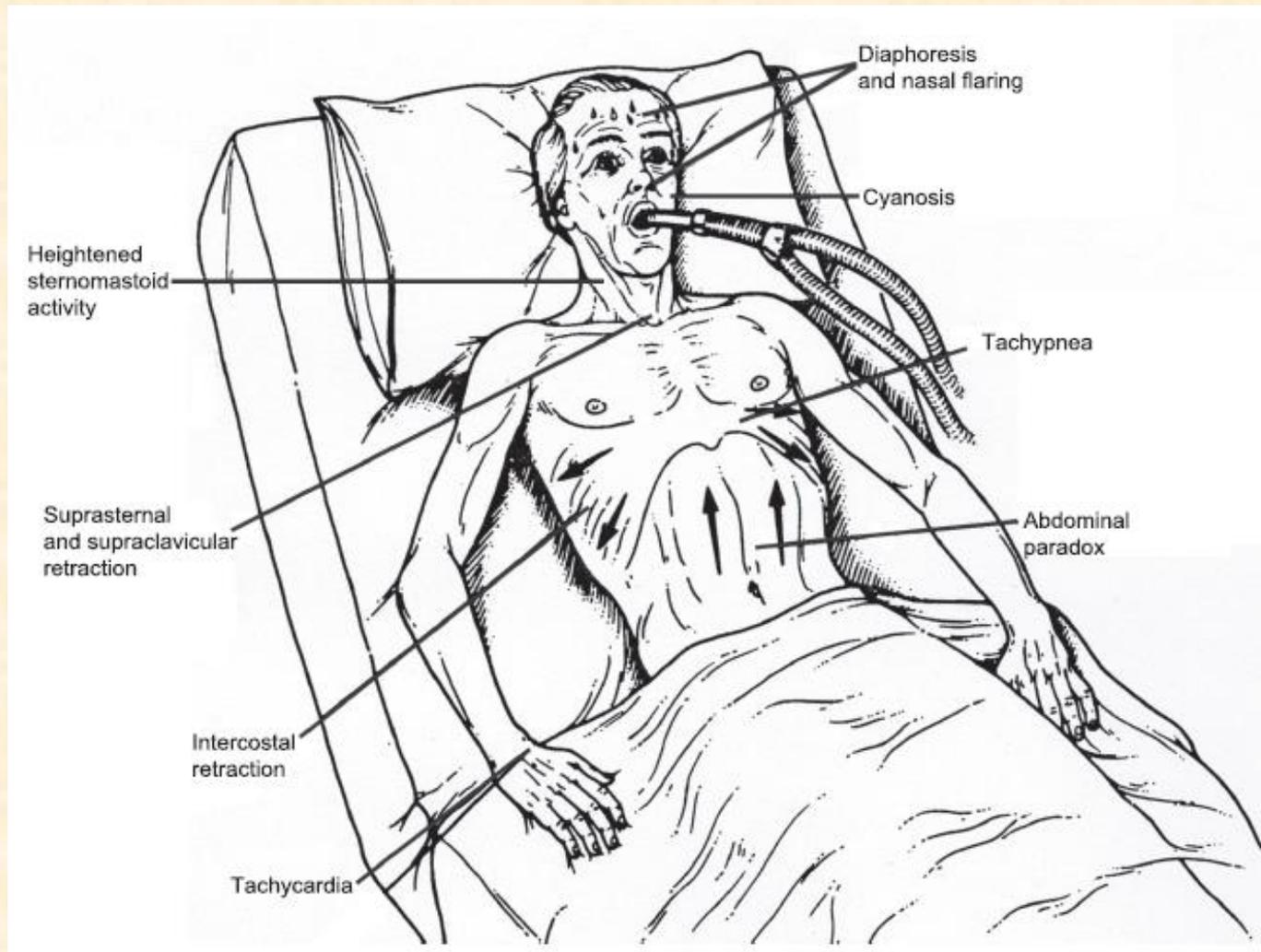
- Optimize WOB_{vent} vs $WOB_{patient}$



3. Liberate as soon as possible

- Optimize weaning experience

Пациент и асинхрония ИВЛ



M.Tobin Principles and practice of Mechanical ventilation, 1st ed, 1994, p. 1192

Асинхрония и длительность ИВЛ

Arnaud W. Thille
Pablo Rodriguez
Belen Cabello
François Lellouche
Laurent Brochard

Patient-ventilator asynchrony during assisted mechanical ventilation

	Asynchrony index < 10% (<i>n</i> = 47)	Asynchrony index ≥ 10% (<i>n</i> = 15)	<i>p</i>
Duration of mechanical ventilation (days; IQR)	7 (3–20)	25 (9–42)	0.005
Duration of mechanical ventilation ≥ 7 days	23 (49%)	13 (87%)	0.01
Tracheostomy	2 (4%)	5 (33%)	0.007
Mortality	15 (32%)	7 (47%)	0.36

A.Thille et al. Int Care Med 2006; 32: 1515.

Асинхрония и смертность

Lluís Blanch
Ana Villagra
Bernat Sales
Jaume Montanya
Umberto Lucangelo

Asynchronies during mechanical ventilation are associated with mortality

Table 2 Relationship between AI and duration of MV, reintubation, tracheostomy, and ICU and hospital mortality by comparing patients AI \leq 10 vs AI $>$ 10 %

	AI \leq 10 % (n = 44)	AI $>$ 10 % (n = 6)	p value
Length of MV (days)	6 [5.0; 15.0]	16 [9.7; 20.0]	0.061
Reintubation	9 (20 %)	0 (0 %)	0.57
Tracheostomy	14 (32 %)	2 (33 %)	0.999
ICU mortality	6 (14 %)	4 (67 %)	0.011*
Hospital mortality	10 (23 %)	4 (67 %)	0.044*

L.Blanch et al. Int Care Med 2015; 41: 633.

Основные группы асинхроний

Asynchrony and Dyspnea

Richard D Branson MSc RRT FAARC, Thomas C Blakeman MSc RRT,
and Bryce RH Robinson MD

- **Триггерные асинхронии** (асинхронии вдоха):
неэффективный вдох, задержка триггирования,
ауто триггирование, двойное триггирование, «обратное
триггирование»)
- **Потоковые асинхронии** (недостаточный / избыточный
уровень инспираторного давления и/или скорости потока)
- **Циклические асинхронии** (асинхронии выдоха):
раннее / позднее переключение с вдоха на выдох

R.Branson et al. *Respir Care* 2013; 58: 973.

Триггерная синхронизация

□ Основа синхронизации -

Достаточная чувствительность
триггера !!!

(снижение триггерного «зубца» на кривой
давления не более чем на 2-3 смН₂O)

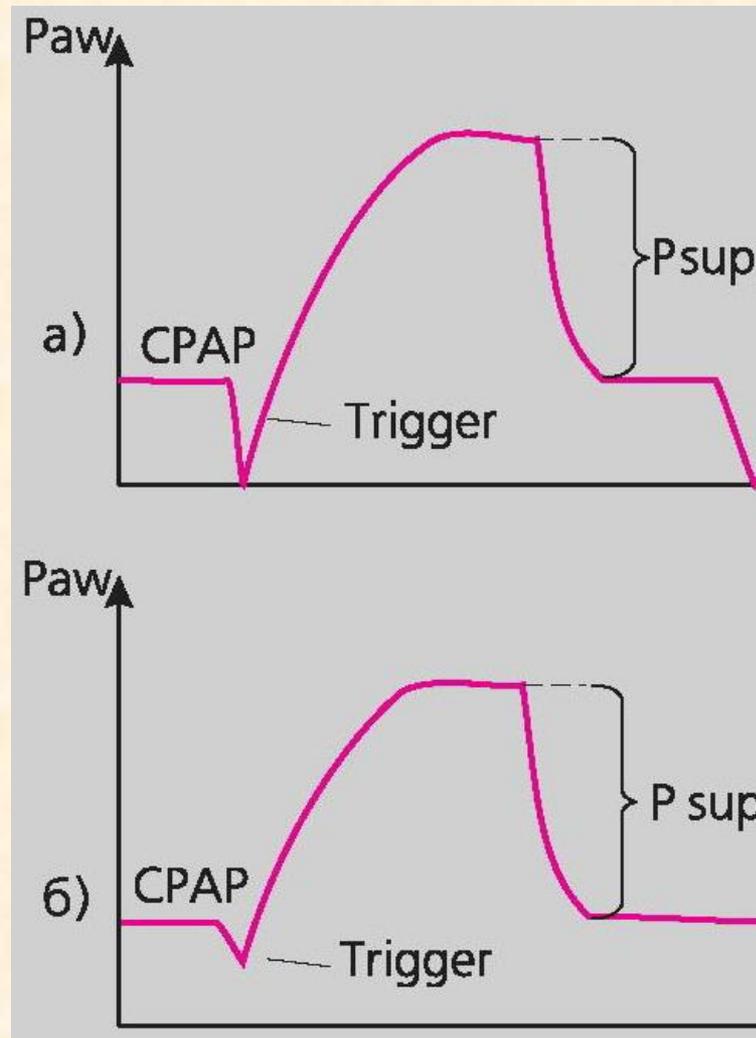
Не допускать отрицательного давления !

Использовать потоковый триггер (для
взрослых 2-3 л/мин)

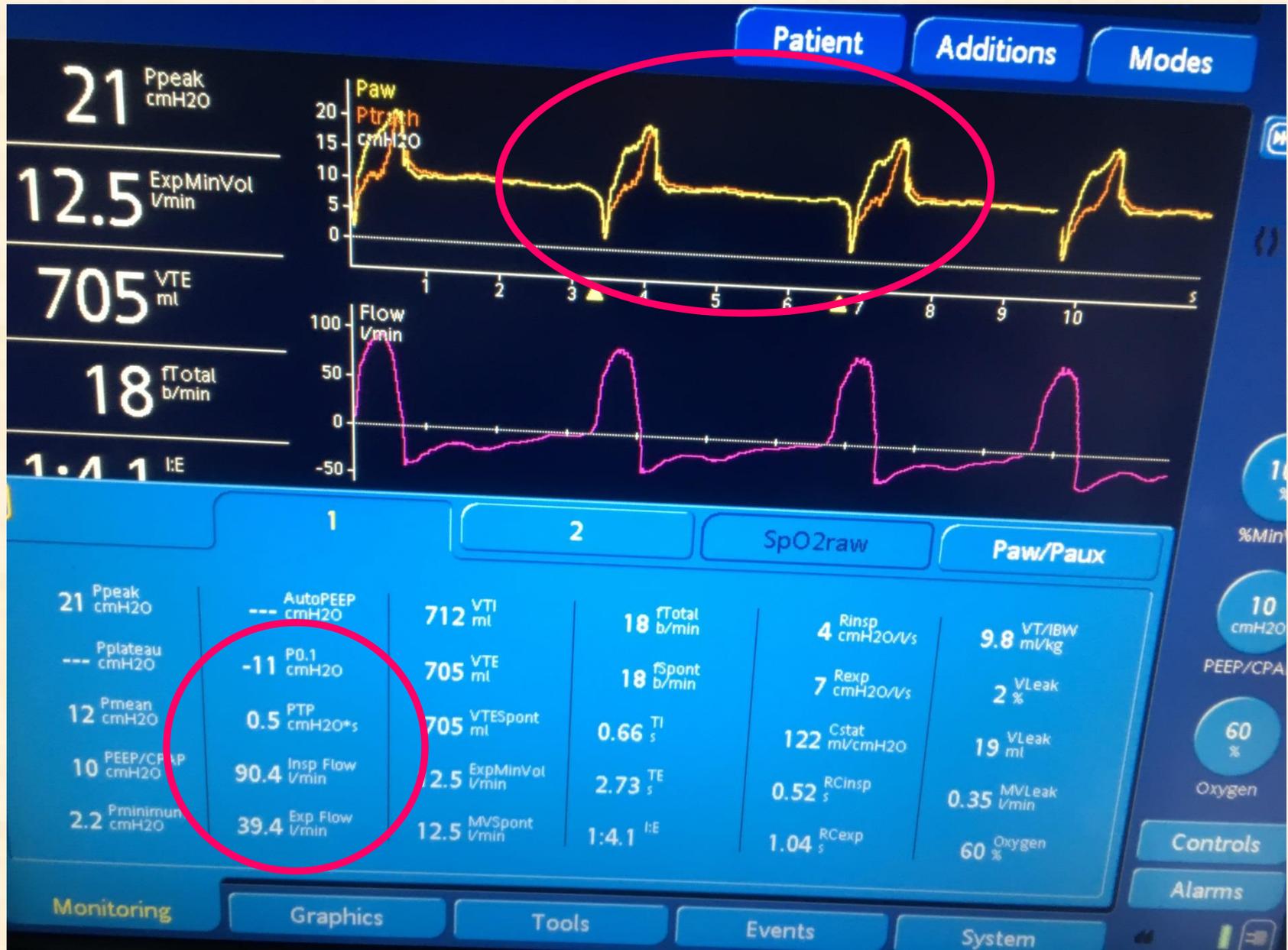
□

Не увеличивать значение триггера
для «тренировки» дыхательных мышц !!!

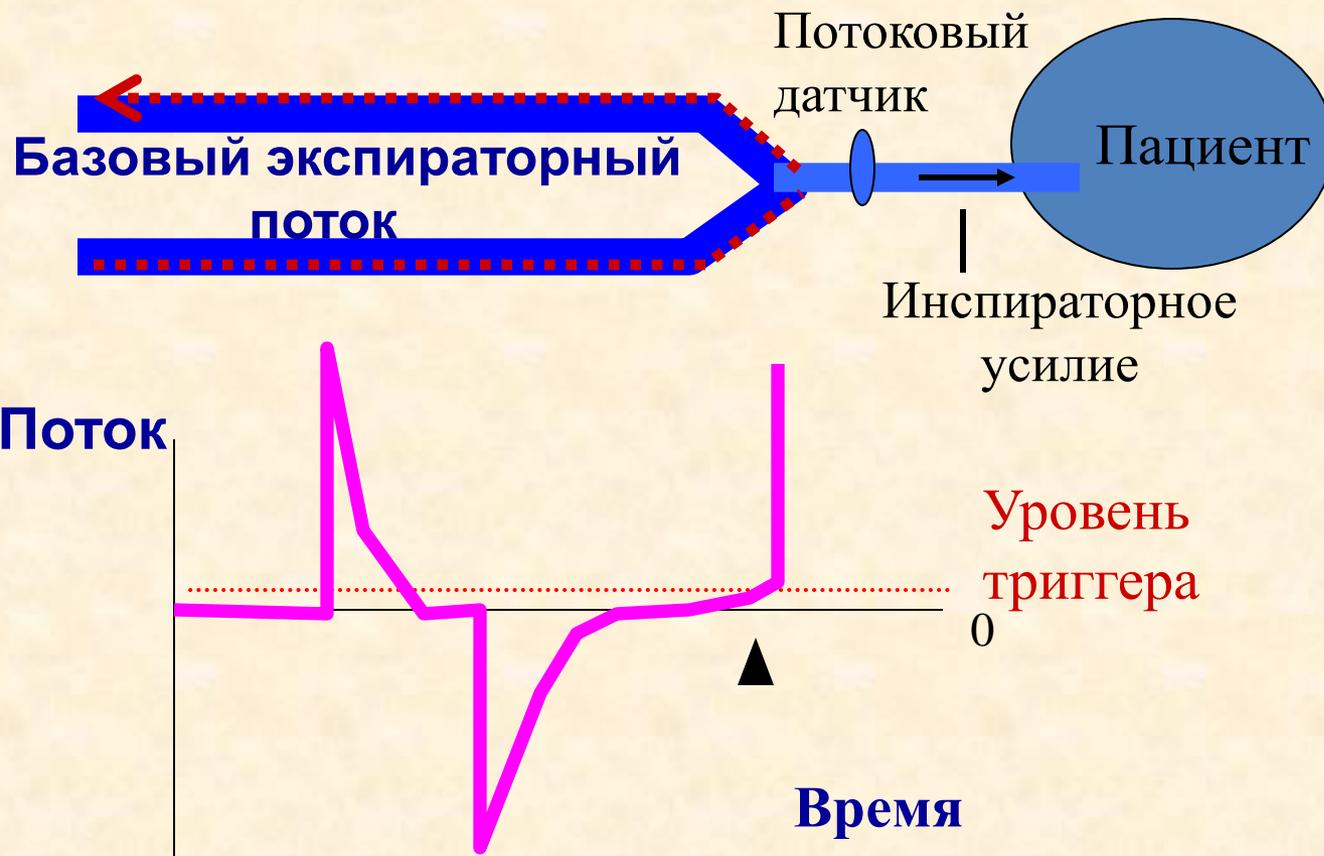
C.Sassoon Respir Care 2011; 56: 39.



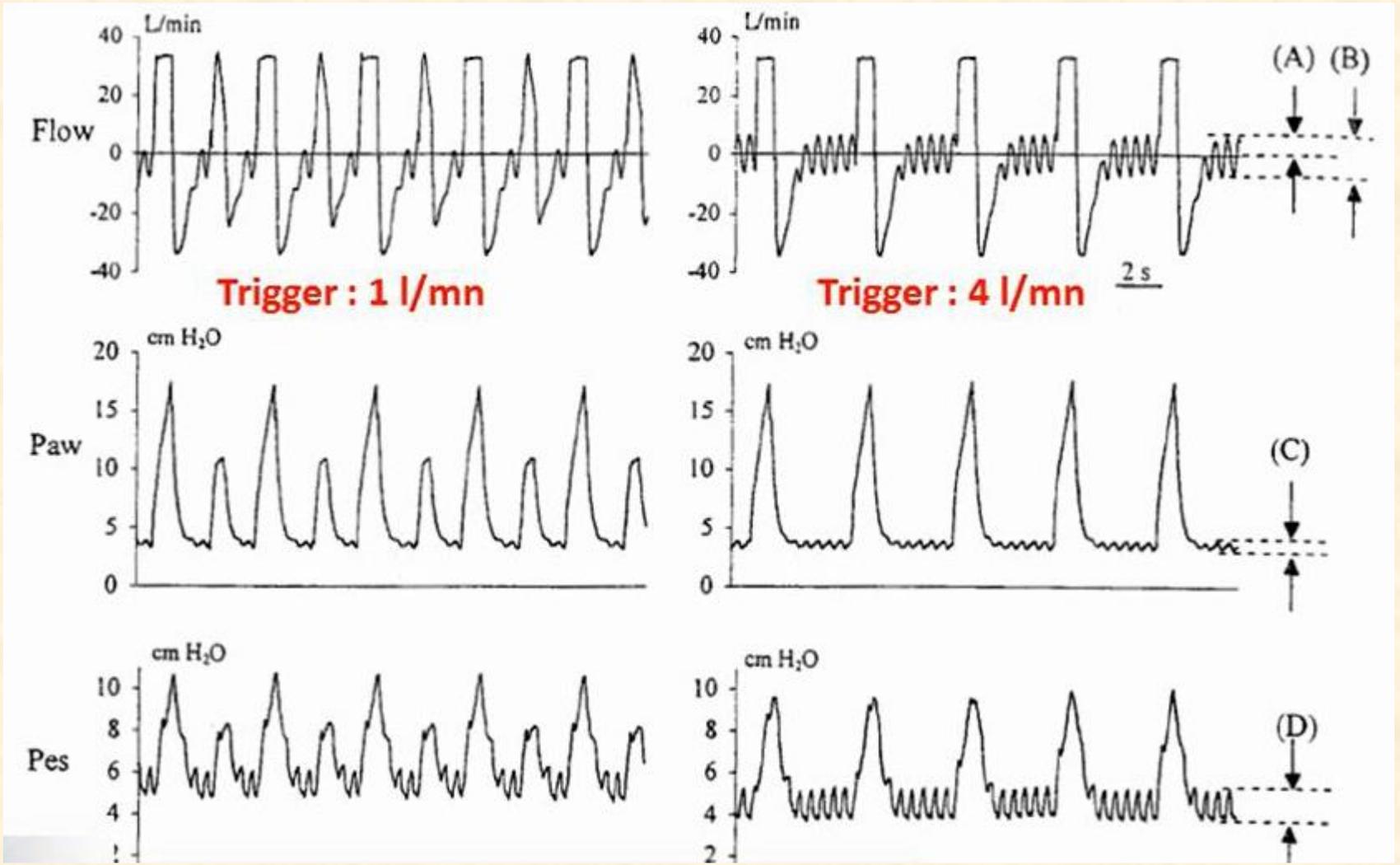
Триггерная синхронизация: индивидуальные особенности



Потоковый триггер: базовый экспираторный поток



Триггерные асинхронии: Ауто триггирование



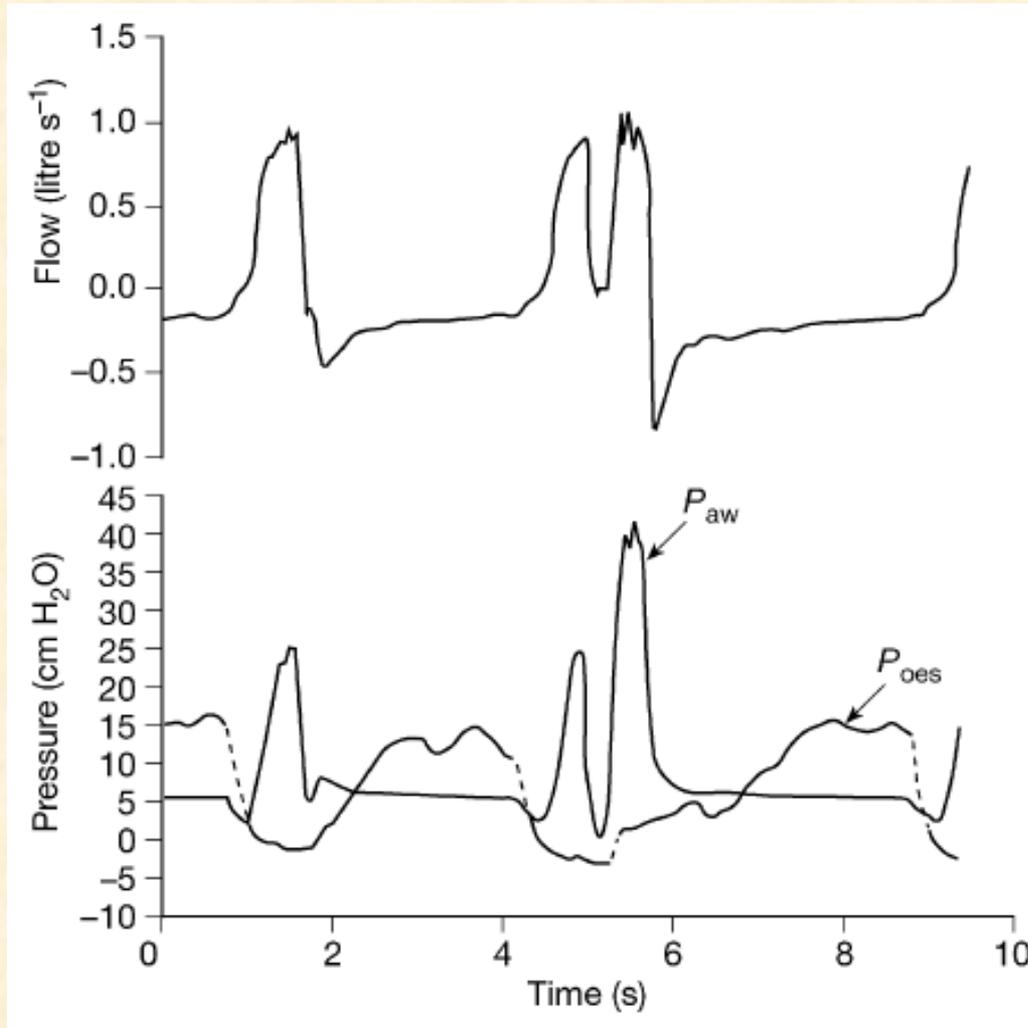
Аутоотриггирование: проблема и решение

Проблема: частые аппаратные вдохи вне связи с попыткой вдоха пациента

Основные причины: 1) слишком чувствительный триггер;
2) утечка из контура
3) Вода в шлангах контура

Решение: 1) отрегулировать (загрубить) триггер
2) Герметизация контура
3) Удаление воды из шлангов

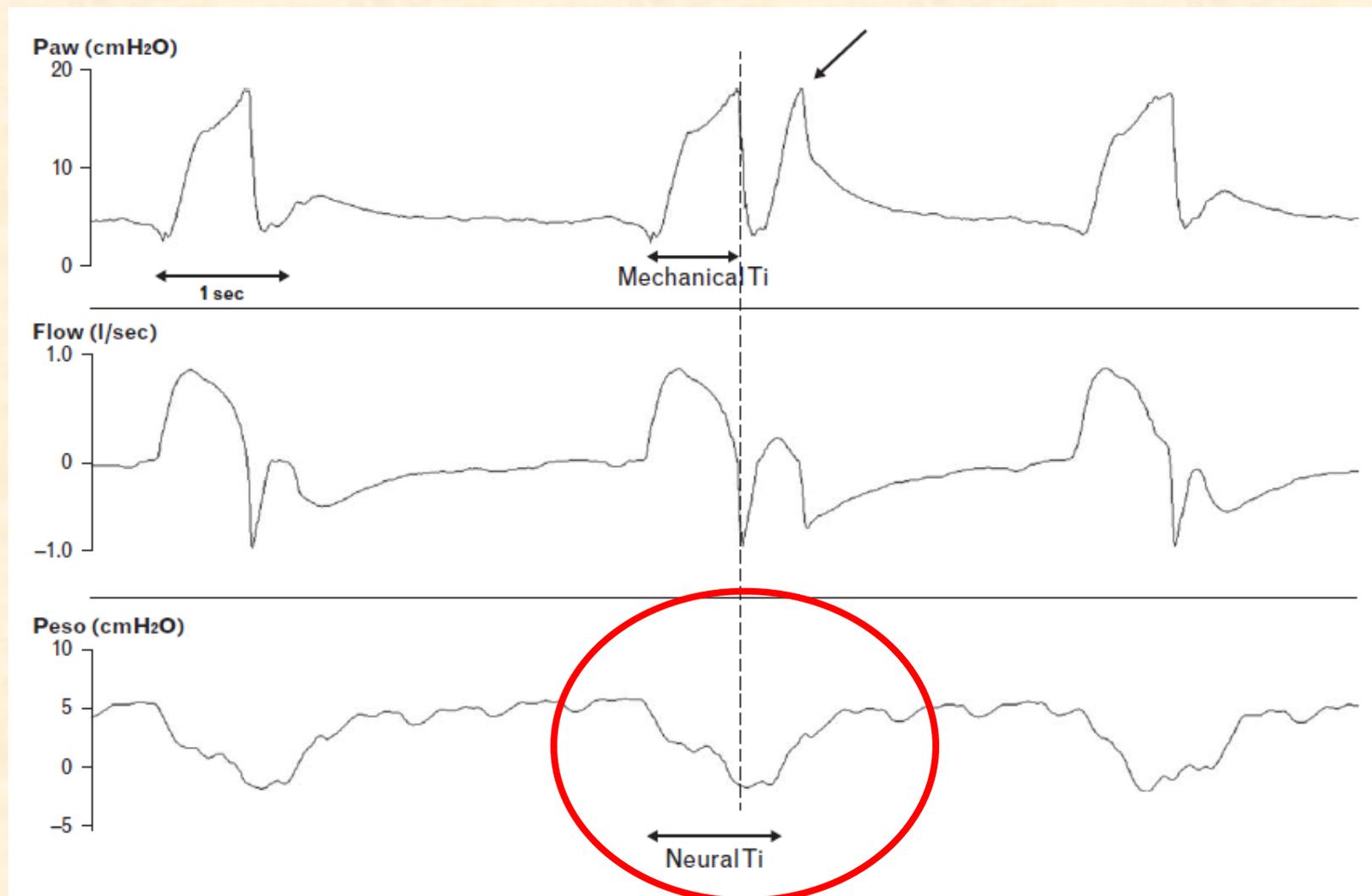
Триггерные асинхронии: двойное триггирование



E.Kondili Br J Anesth 2003; 91: 106

D.Georgopoulos Int Care Med 2006; 32-34

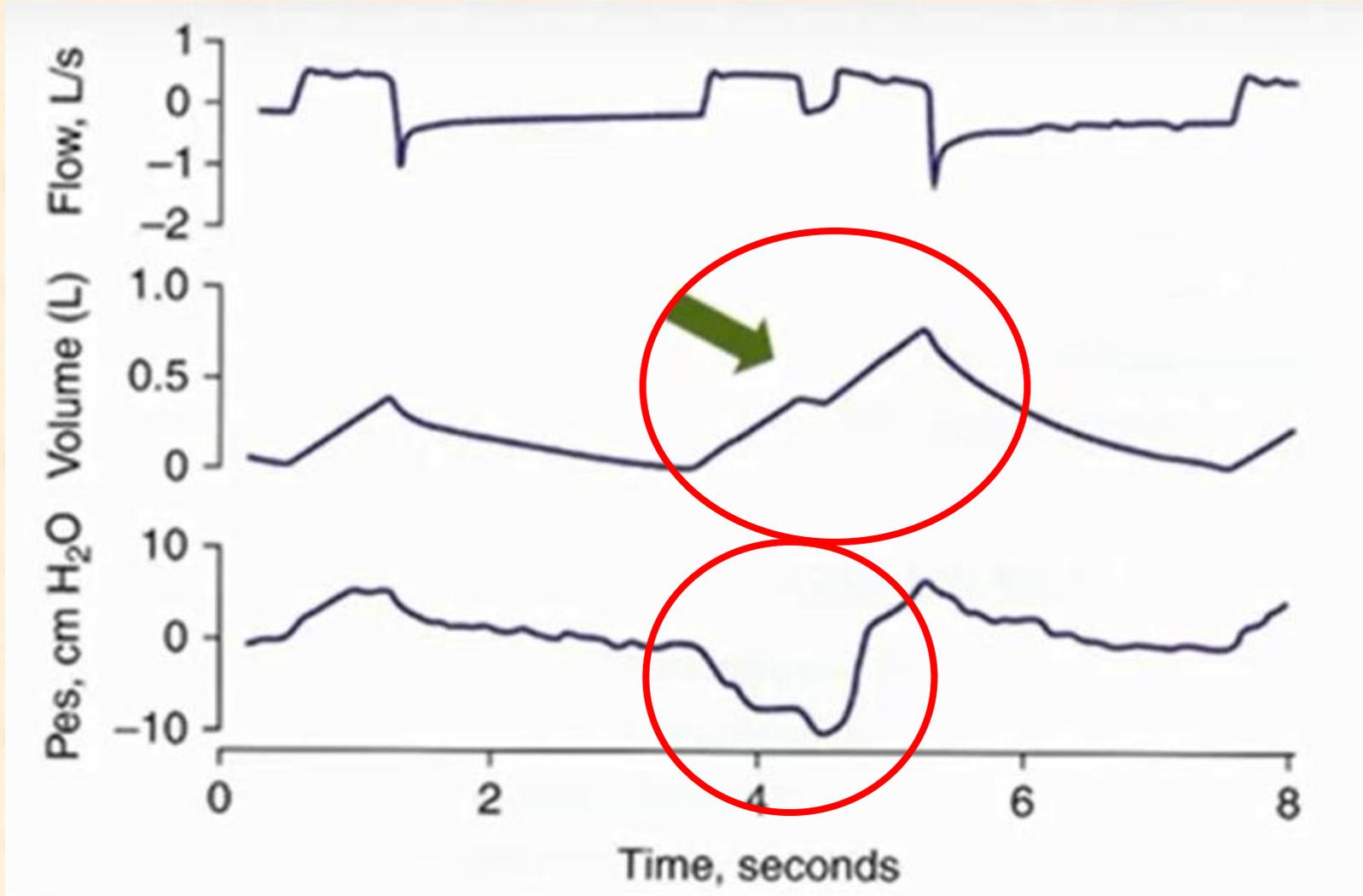
Триггерные асинхронии: двойное триггирование



Двойное триггирование



Двойное триггирование – опасность избыточного ДО и транспульмонарного давления



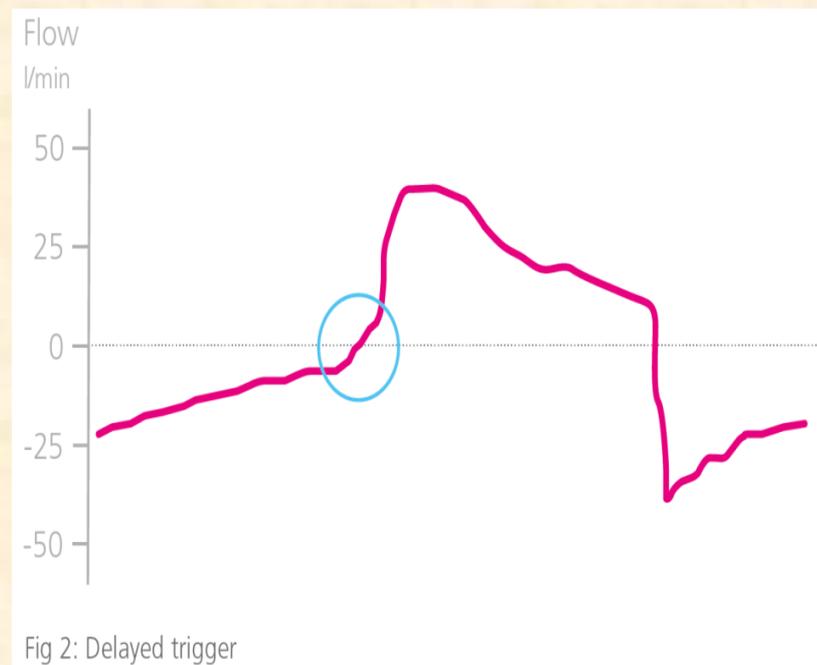
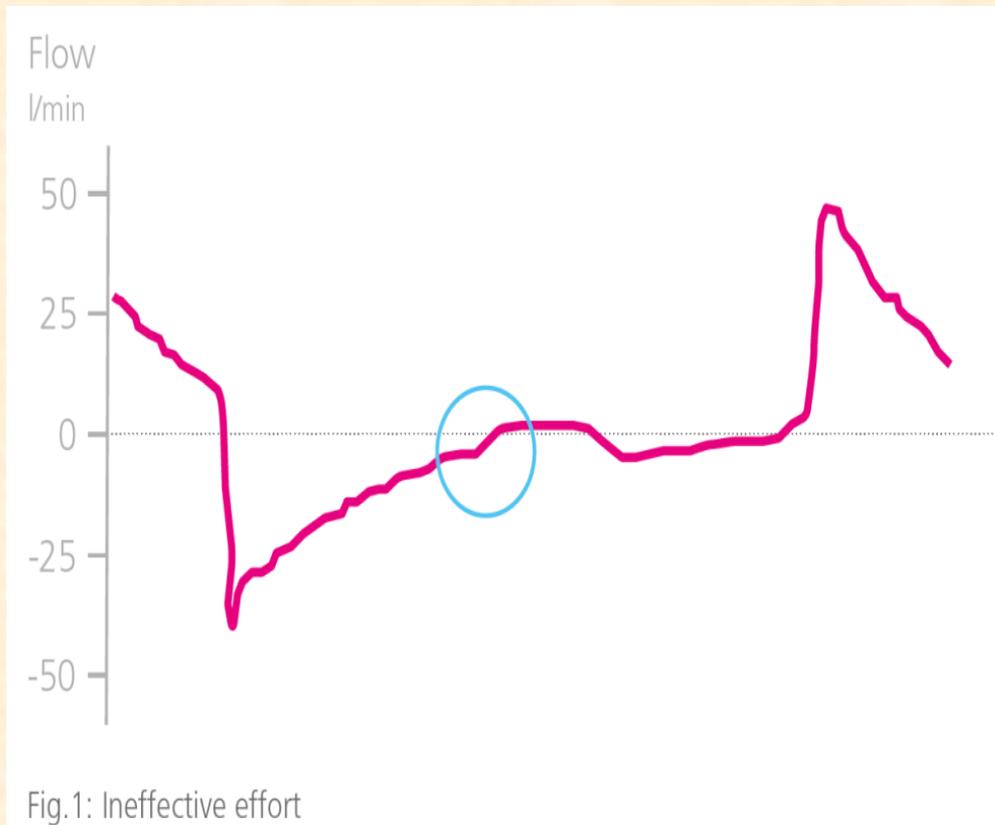
Двойное триггирование: проблема и решение

Проблема: инспираторная попытка пациента, не дожидаясь окончания аппаратного вдоха

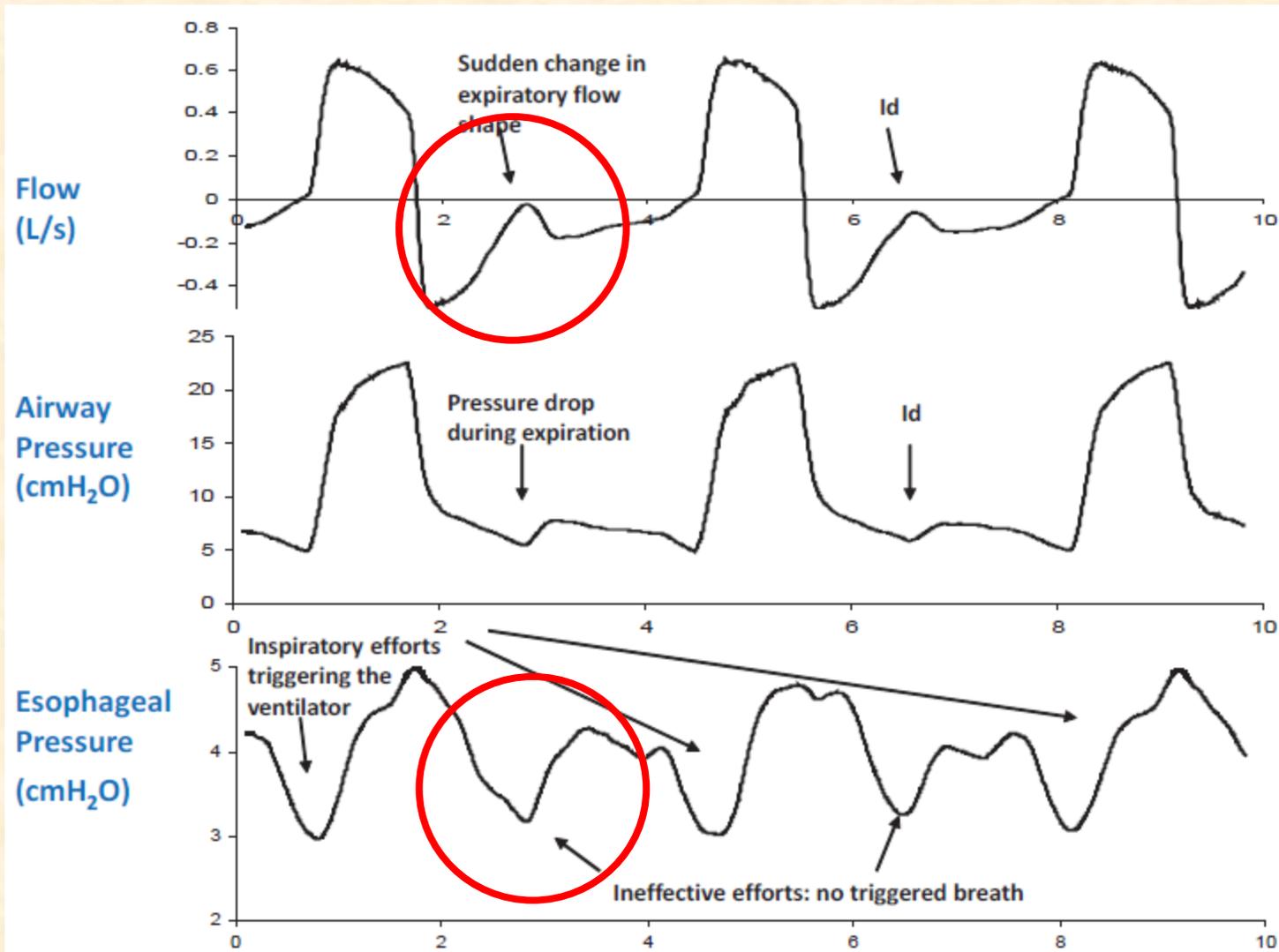
Основные причины: 1) недостаточные параметры ИВЛ;
2) короткое время аппаратного вдоха;
3) Патологические ритмы дыхания ?

Решение: 1) увеличение поддержки ($P_{\text{contr}} \uparrow$, $P_{\text{support}} \uparrow$;
2) Увеличить время вдоха ($T_i \uparrow$, $ETS \downarrow$)
3) Седация ?

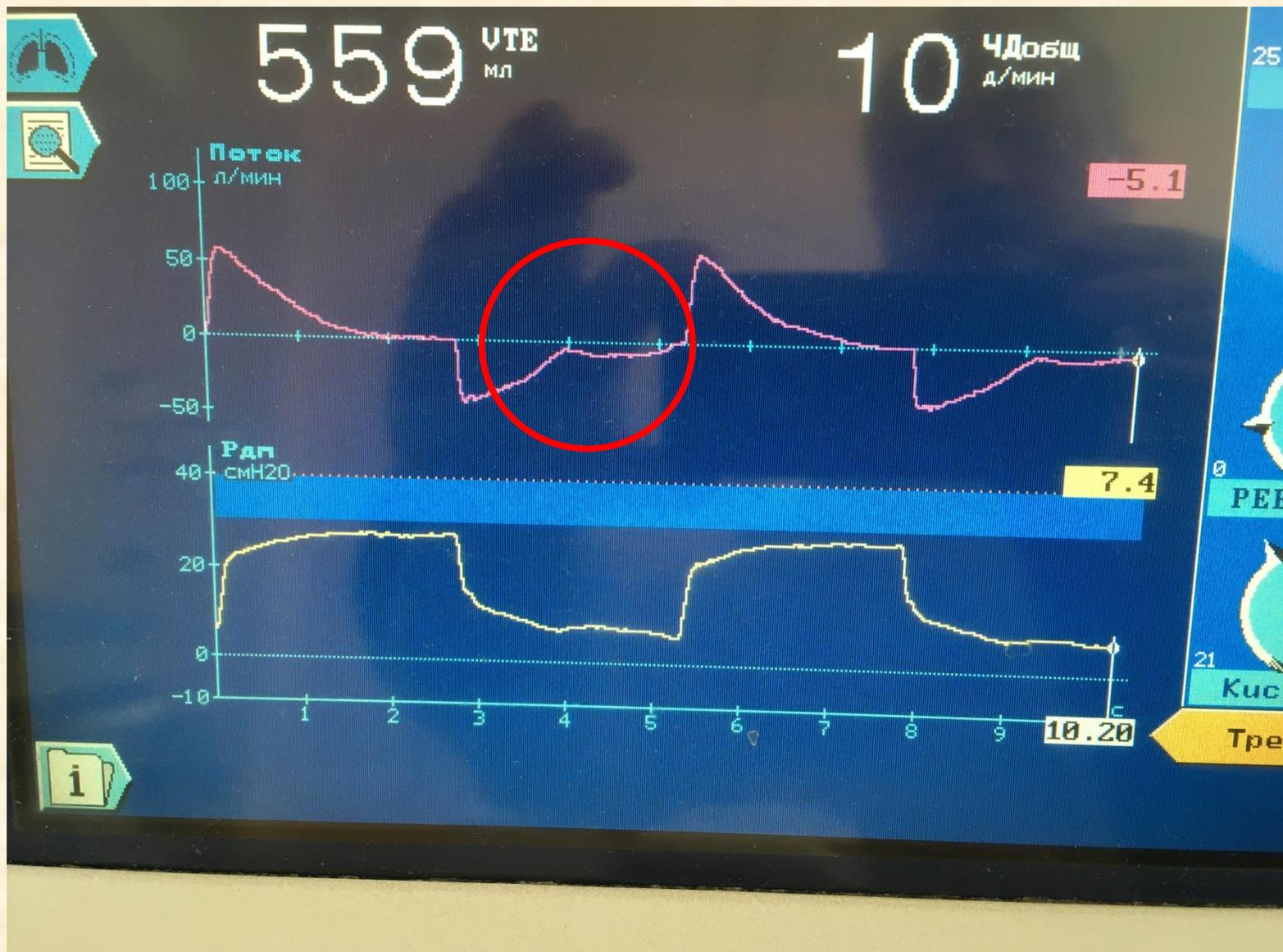
Триггерные асинхронии: неэффективный вдох, задержка триггирования



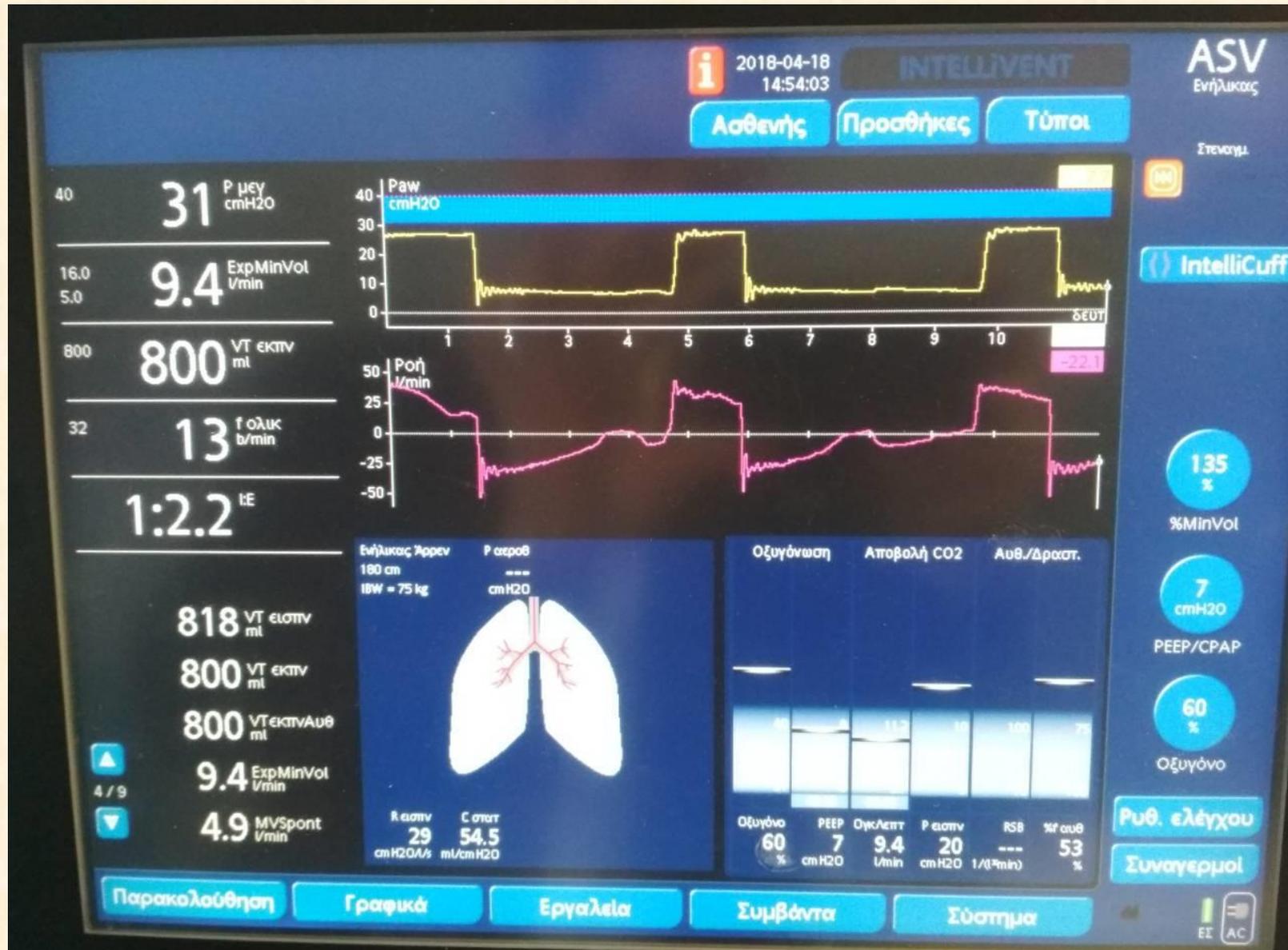
Неэффективное триггирование



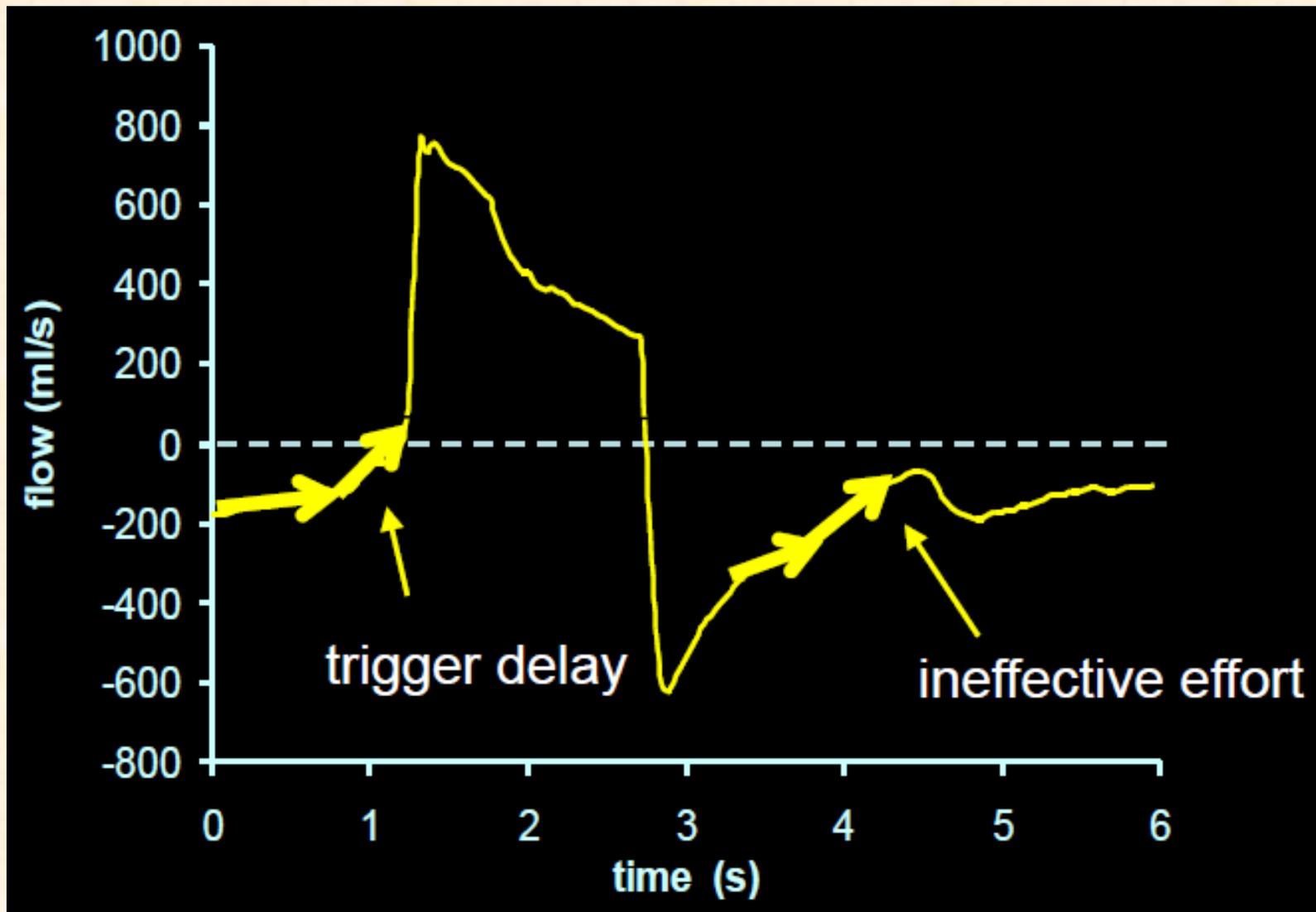
Неэффективные вдохи



Неэффективные вдохи на фоне autoPEEP

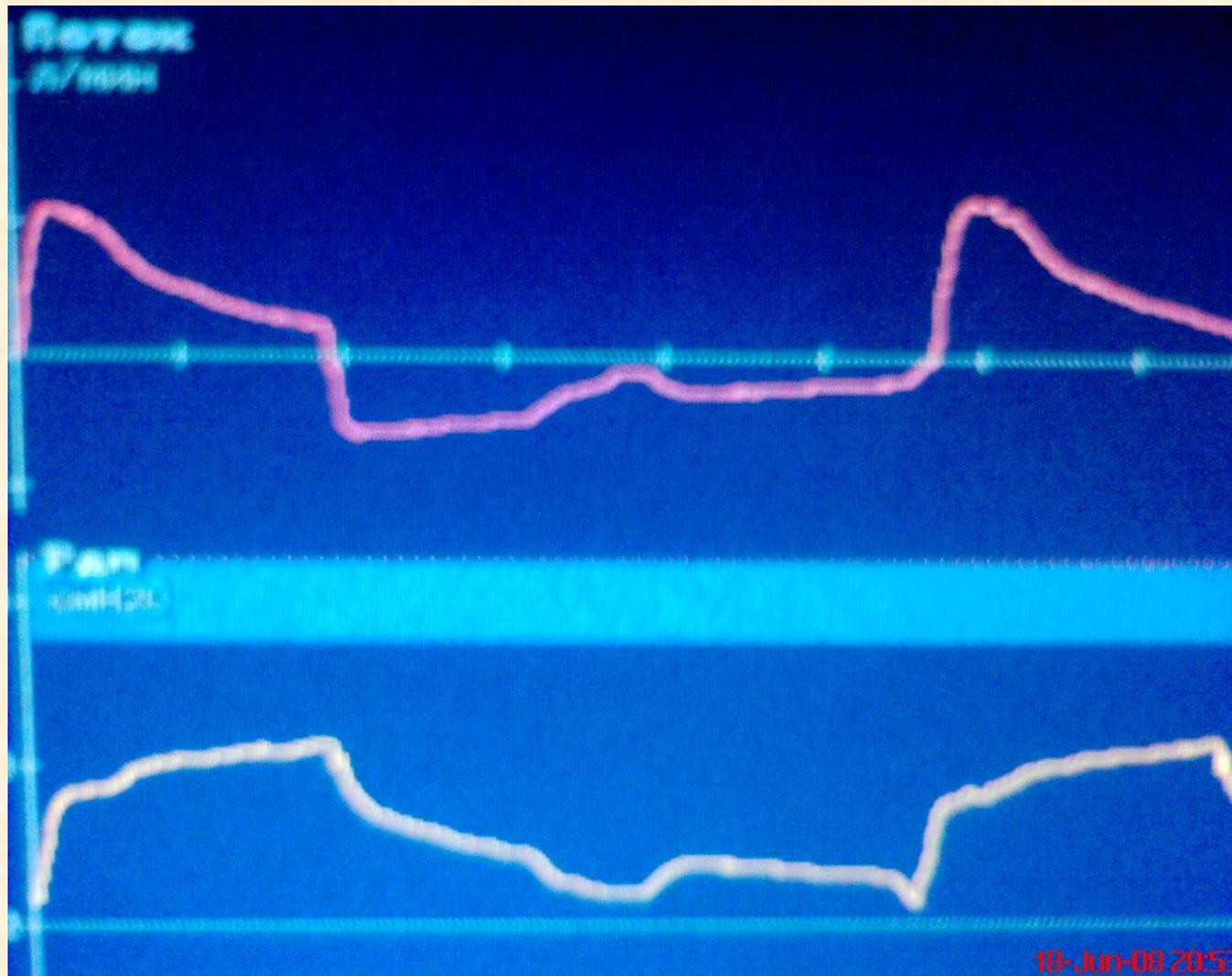


Задержка триггирования и неэффективные вдохи при autoPEEP

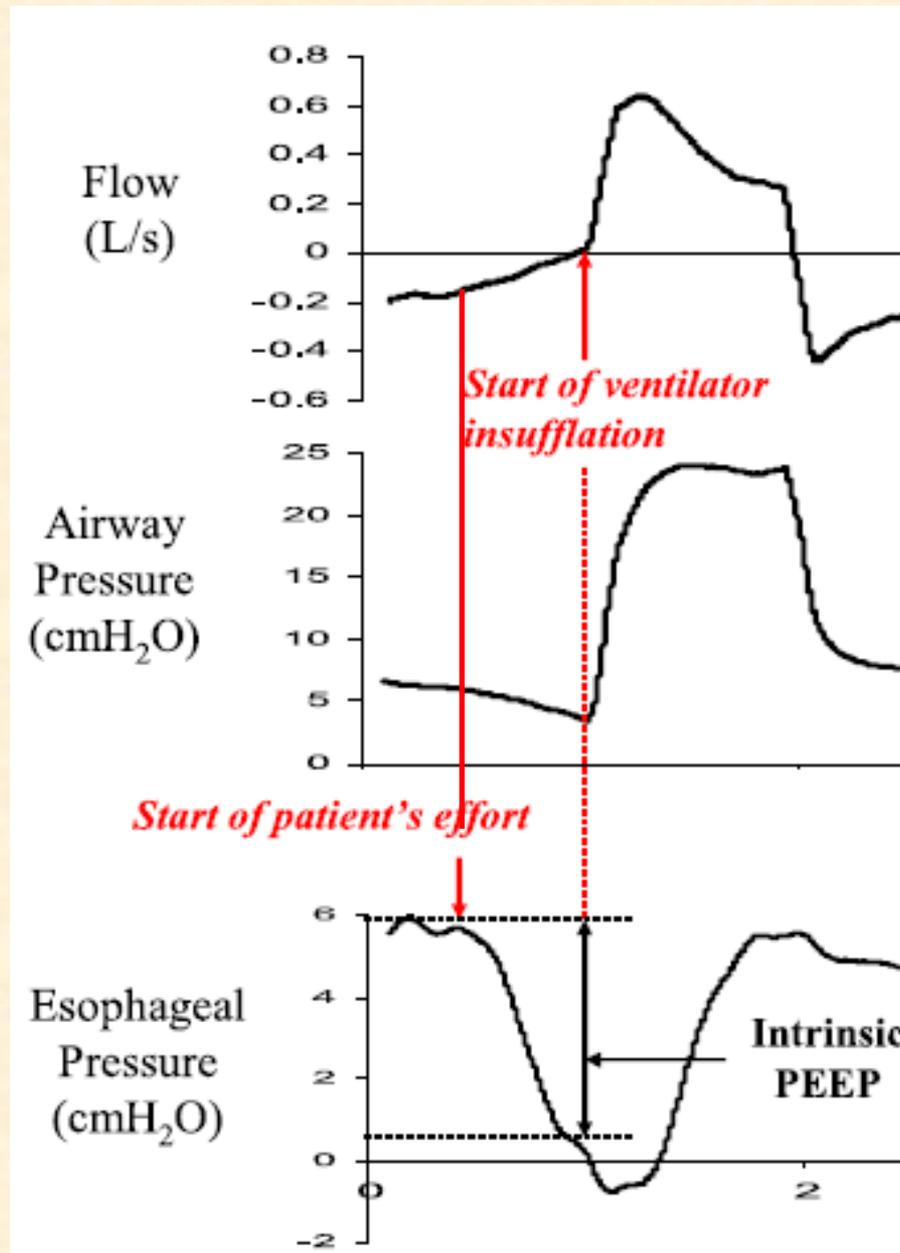


из презентации F. Mojoli ESICM 2016

autoPEEP: неэффективные вдохи, задержка триггирования



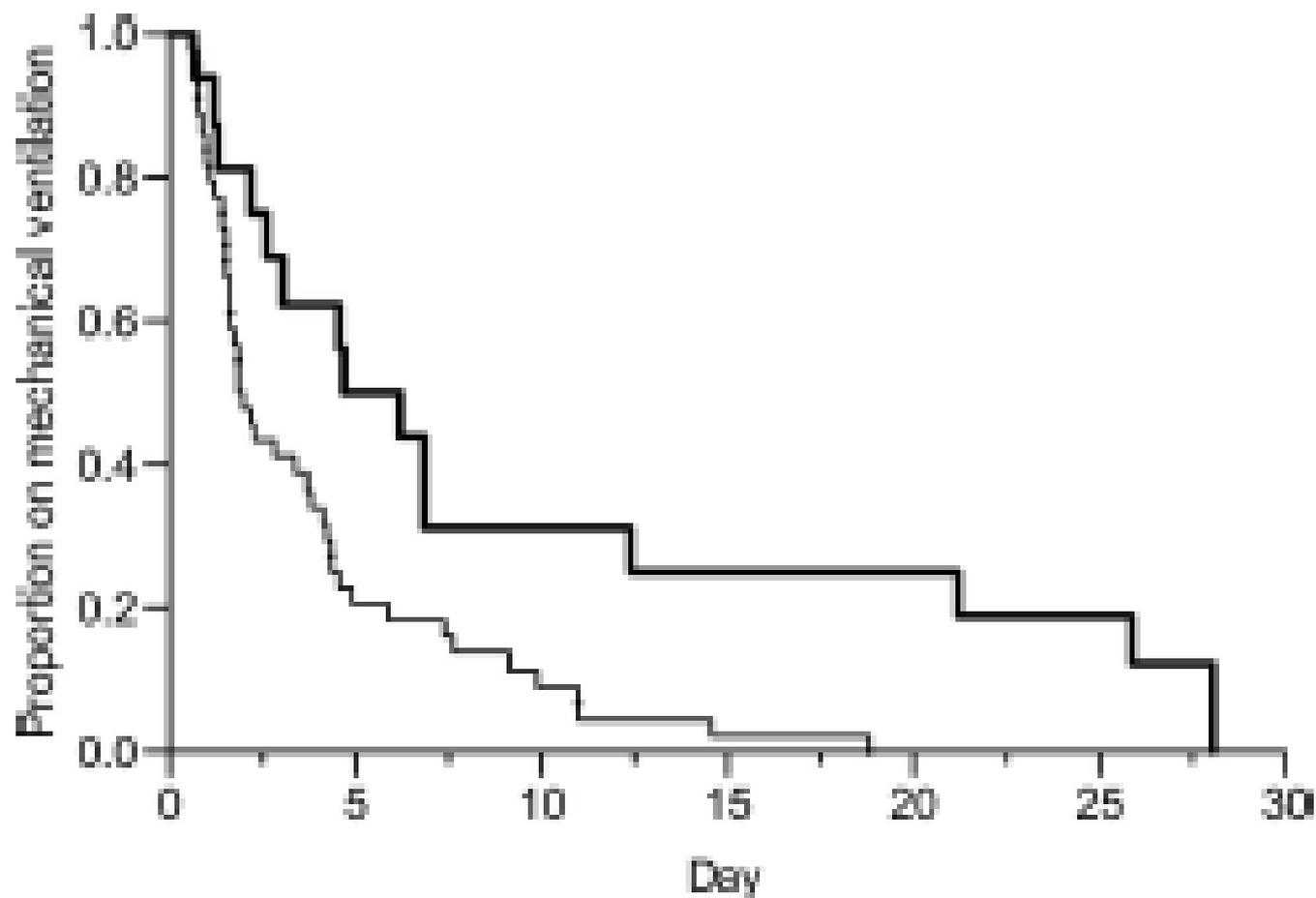
autoPEEP: проблема синхронизации вдоха



A.Thille et al. Int Care
Med 2008; 34: 1477

L.Brochard ESICM 2014

Неэффективные вдохи и длительность ИВЛ



IT I > 10%

IT I < 10%

n = 60

IT I = Ineffective Triggering Index

De Witt et al. Crit Care Med 2009; 37: 2740.

Неэффективные вдохи: корреляция с большим временем ИВЛ, временем в ОРИТ и в стационаре

	Ineffective Triggering Index ≥10% n = 16	Ineffective Triggering Index <10% n = 44	Chi-Square	p	
Duration of mechanical ventilation, days, median; 95% CI	6, 2.2; 12.4	2, 1.6; 3.8	7.6	.007	←
28-day ventilator-free survival, days, median; interquartile range)	21, 0.0; 24.5	25, 18.9; 26.5	5.7	.02	←
Reintubation, n, %	1, 6%	4, 9%	^a	.70	
Tracheostomy, n, %	1, 6%	3, 7%	^a	.92	
ICU length of stay, days, median; 95% CI	8, 3.0; 27.3	4, 2.3; 5.3	6.1	.01	
Intensive care unit mortality, n, %	4, 25%	6, 14%	1.0	.31	
Hospital length of stay, days, median; 95% CI	21, 7.5; 49.1	8, 4.9; 13.9	4.9	.03	←
Hospital mortality, n, %	5, 31%	9, 20%	0.7	.39	
Home discharge, n, %	7, 44%	32, 73%	4.2	.04	
Discharge location, n home/rehabilitation or nursing facility/died, %	6, 38%/5, 31%/5, 31%	33, 75%/2, 5%/9, 20%	^a	.005	

Неэффективный вдох: проблема и решение

Проблема: инспираторная попытка пациента не сопровождается аппаратной поддержкой

Основные причины: 1) недостаточная чувствительность триггера;

2) autoPEEP;

3) Избыточное Psupport (?)

4) Слабая попытка вдоха (седация ?)

Решение: 1) увеличение чувствительности триггера;

2) Борьба с autoPEEP

3) Снизить избыточное Psupport (?)

4) Снизить (прекратить) седацию ?

5) Увеличить PEEP ?

A.Thille et al. Int Care Med 2008; 34: 1477

D.Georgopoulos et al. Int Care Med 2006; 32: 34

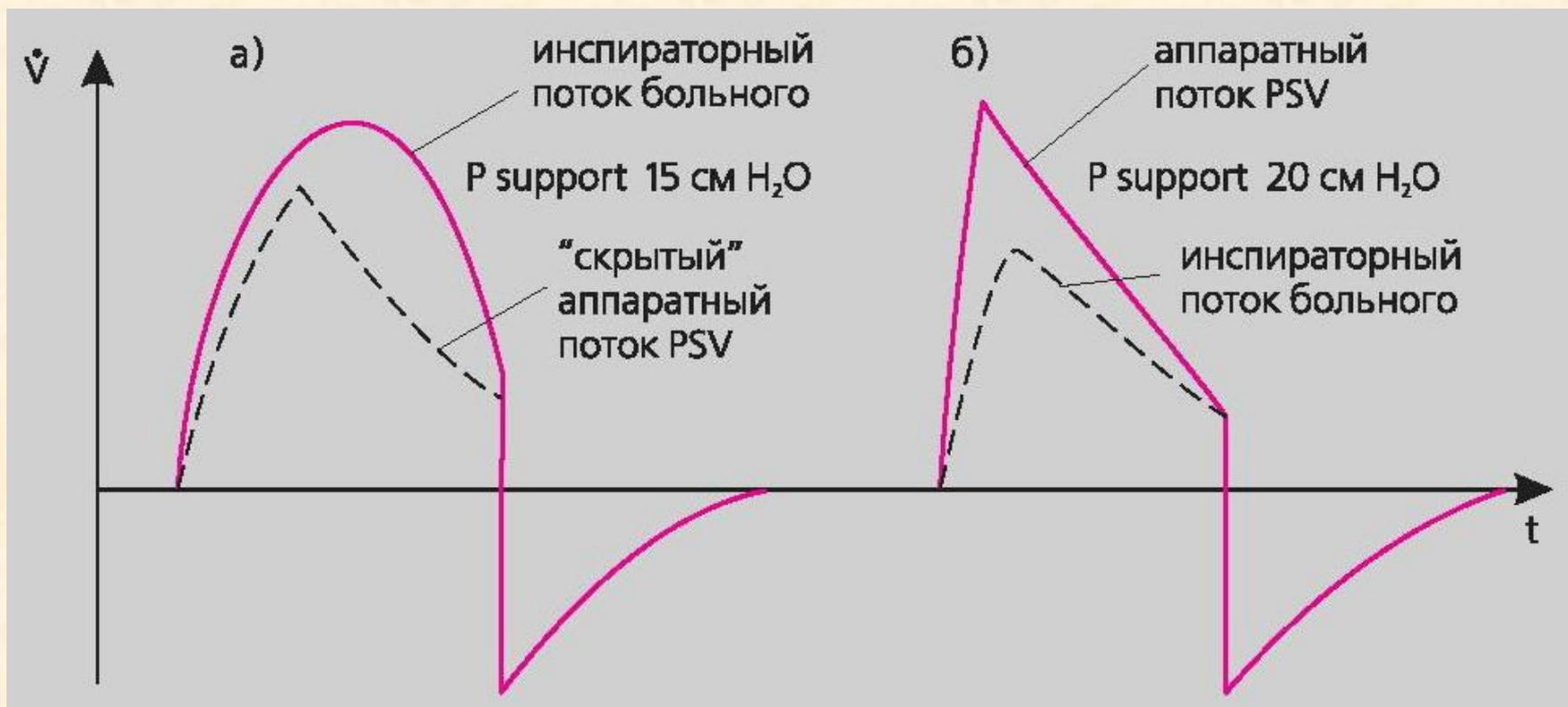
Купирование (уменьшение) autoPEEP: возможные решения

- Пройодимость дыхательных путей (санация, бронхидалентирующая терапия.....)
- Удлинение времени выдоха ($T_i \downarrow$, ЧДапп \downarrow , PSV - увеличение ETS)
- Увеличение внешнего PEEP
- Купирование спонтанного тахипное

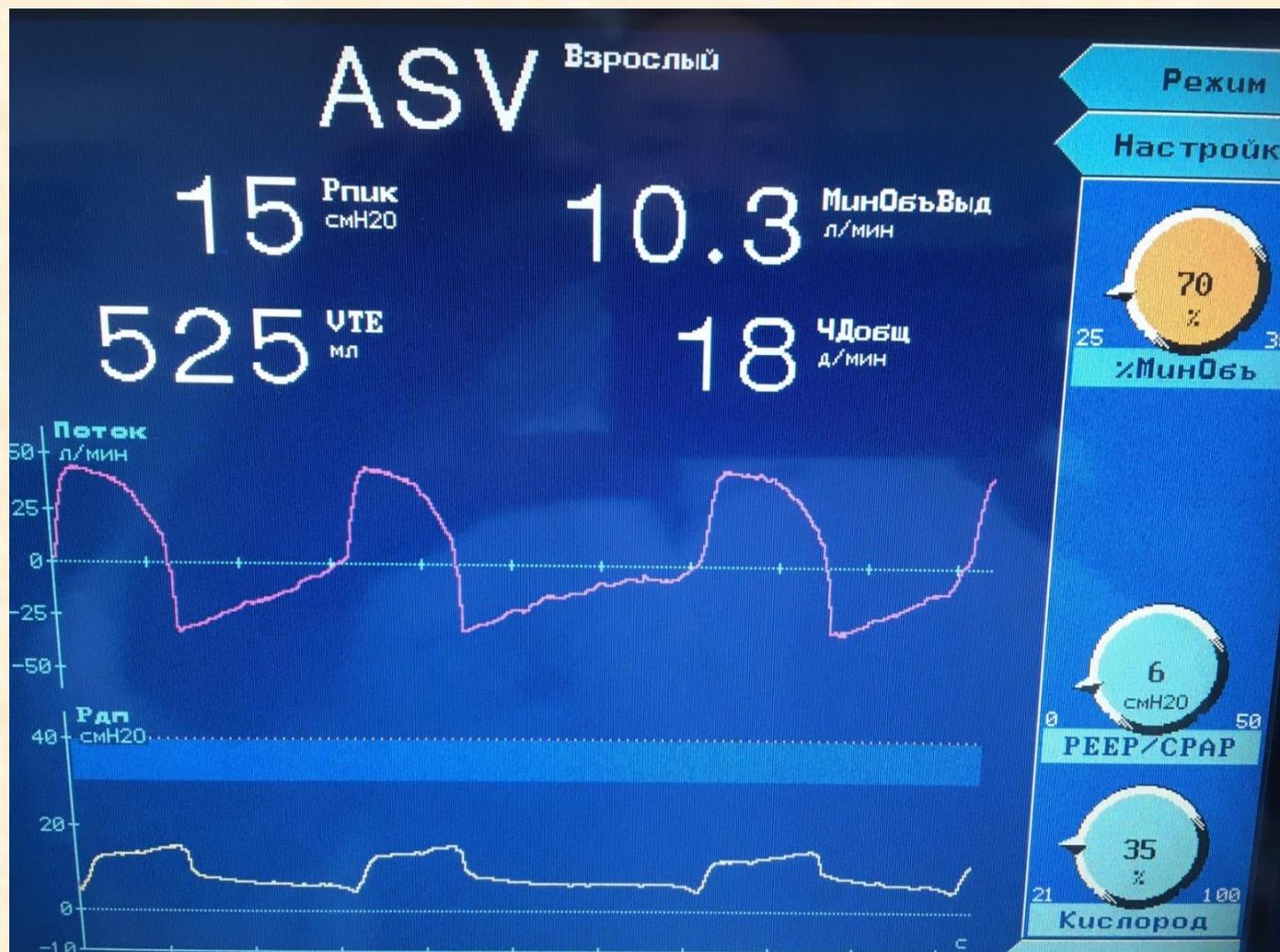
Потоковая асинхрония: недостаточный уровень поддержки давлением

Оценка уровня P_{support} по графику потока

Для удовлетворительной синхронизации нужен достаточный уровень поддерживающего давления !!!



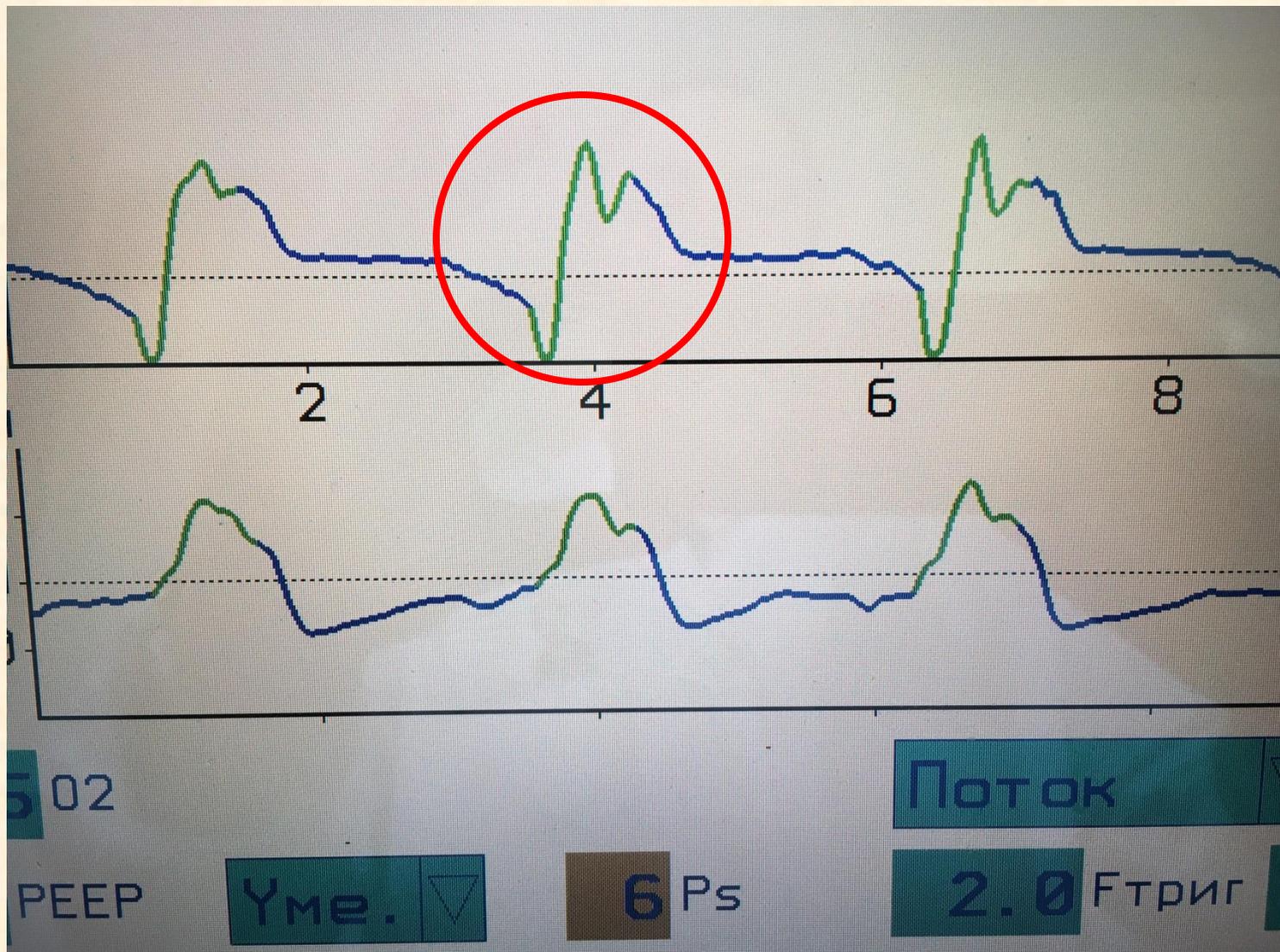
Относительно «низкая» поддержка давлением:
«выпуклая» кривая потока на вдохе



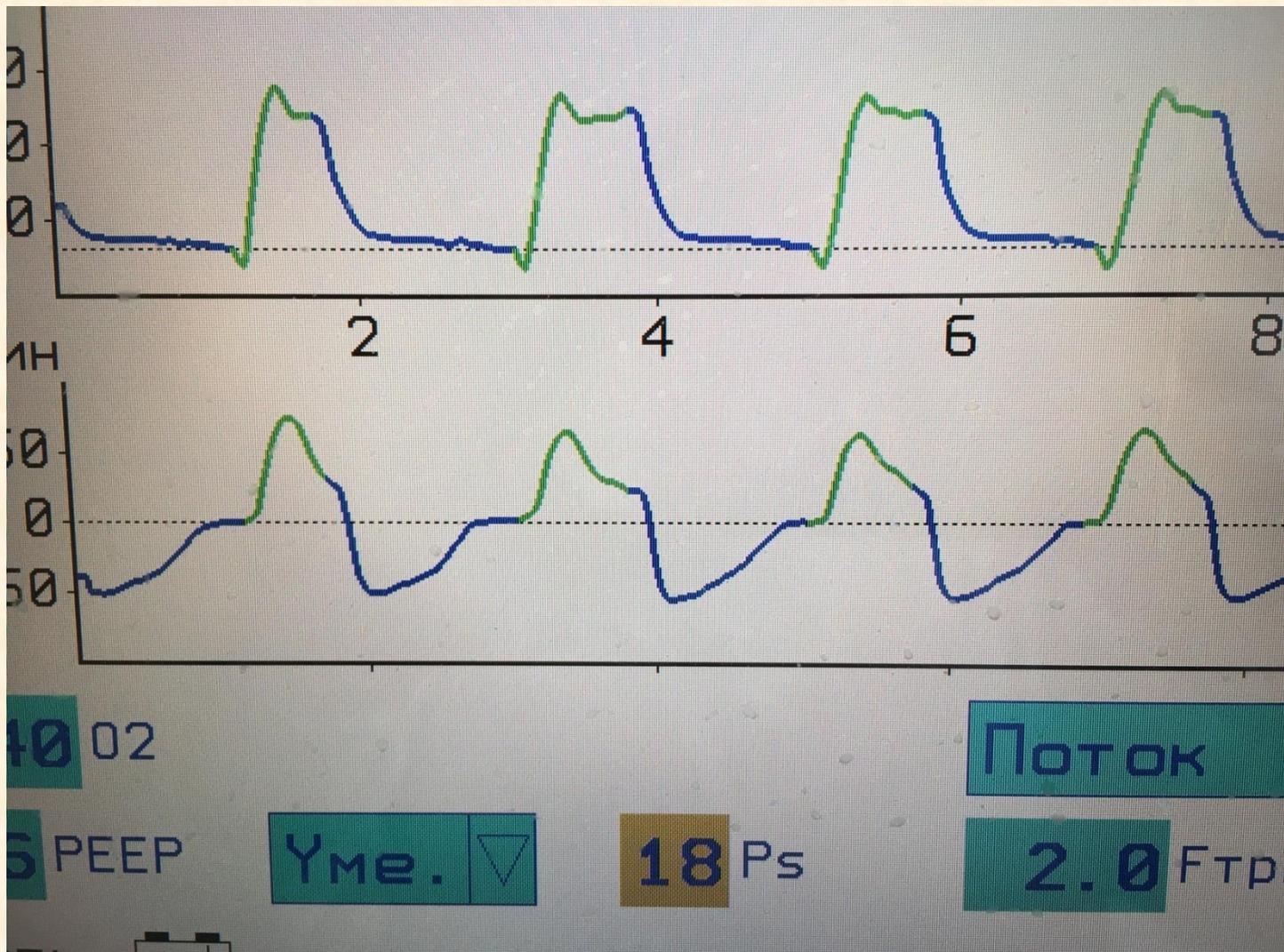
Увеличение поддержки давлением: «классическая» кривая потока на вдохе



Потоковая асинхрония: Кривая давления при низком $P_{support}$



Кривая давления при увеличении Psupport



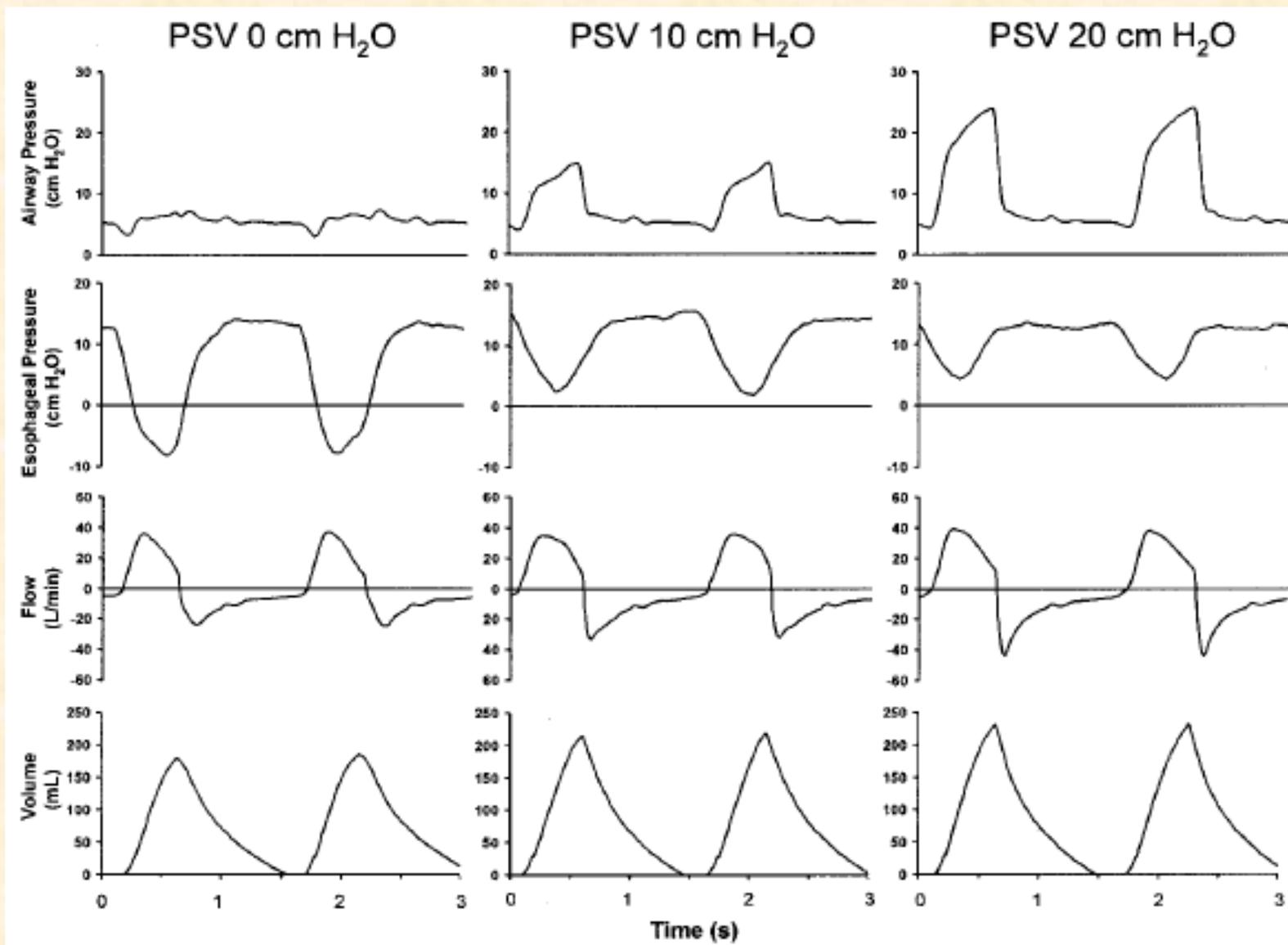
Уровень P_{support}: когда увеличение помогает

P_{support}

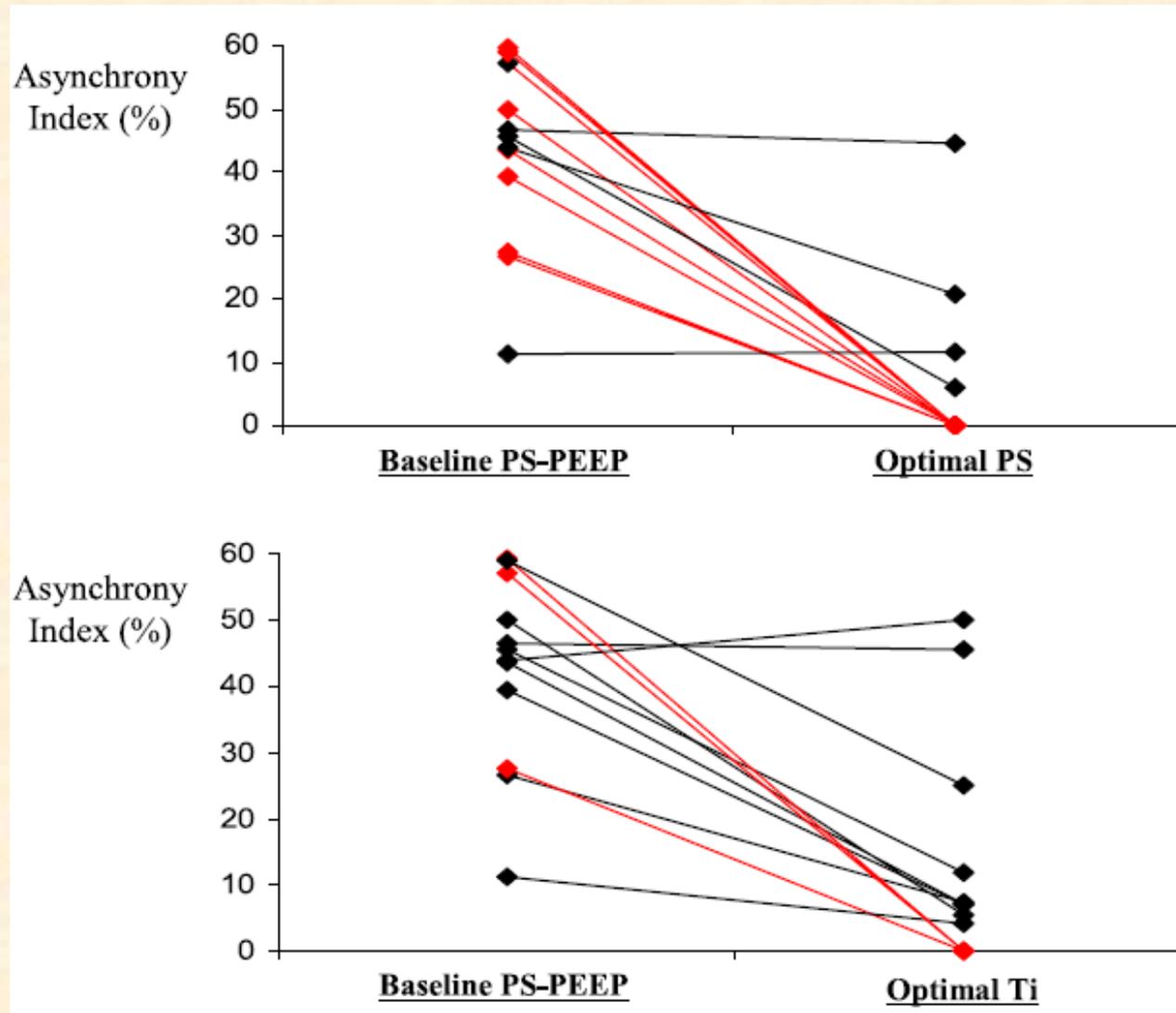
Давление в
пищевод

Поток

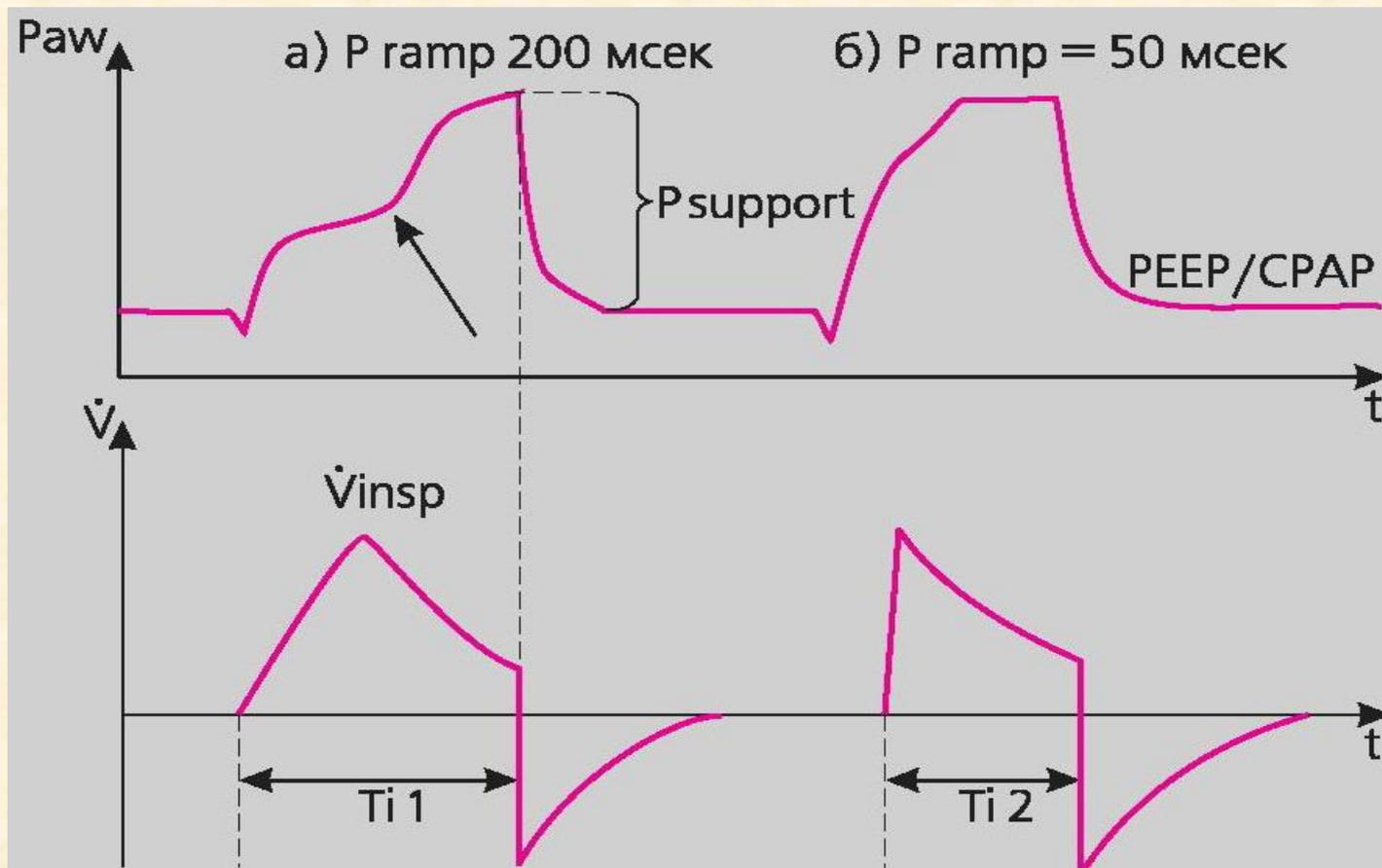
Объем



Оптимизация Psupport и времени вдоха улучшают синхронизацию

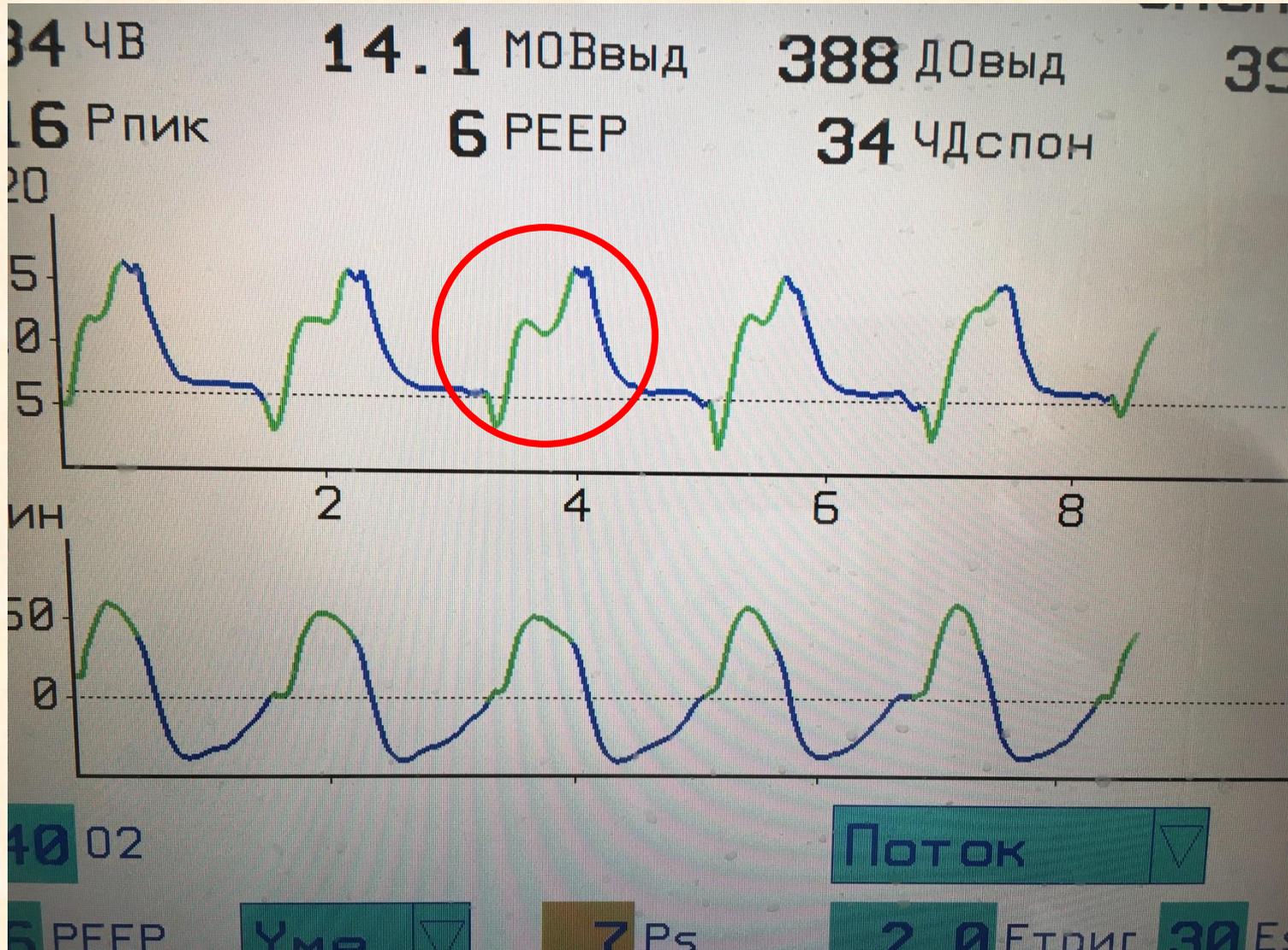


Потоковая асинхрония: недостаточная скорость нарастания давления

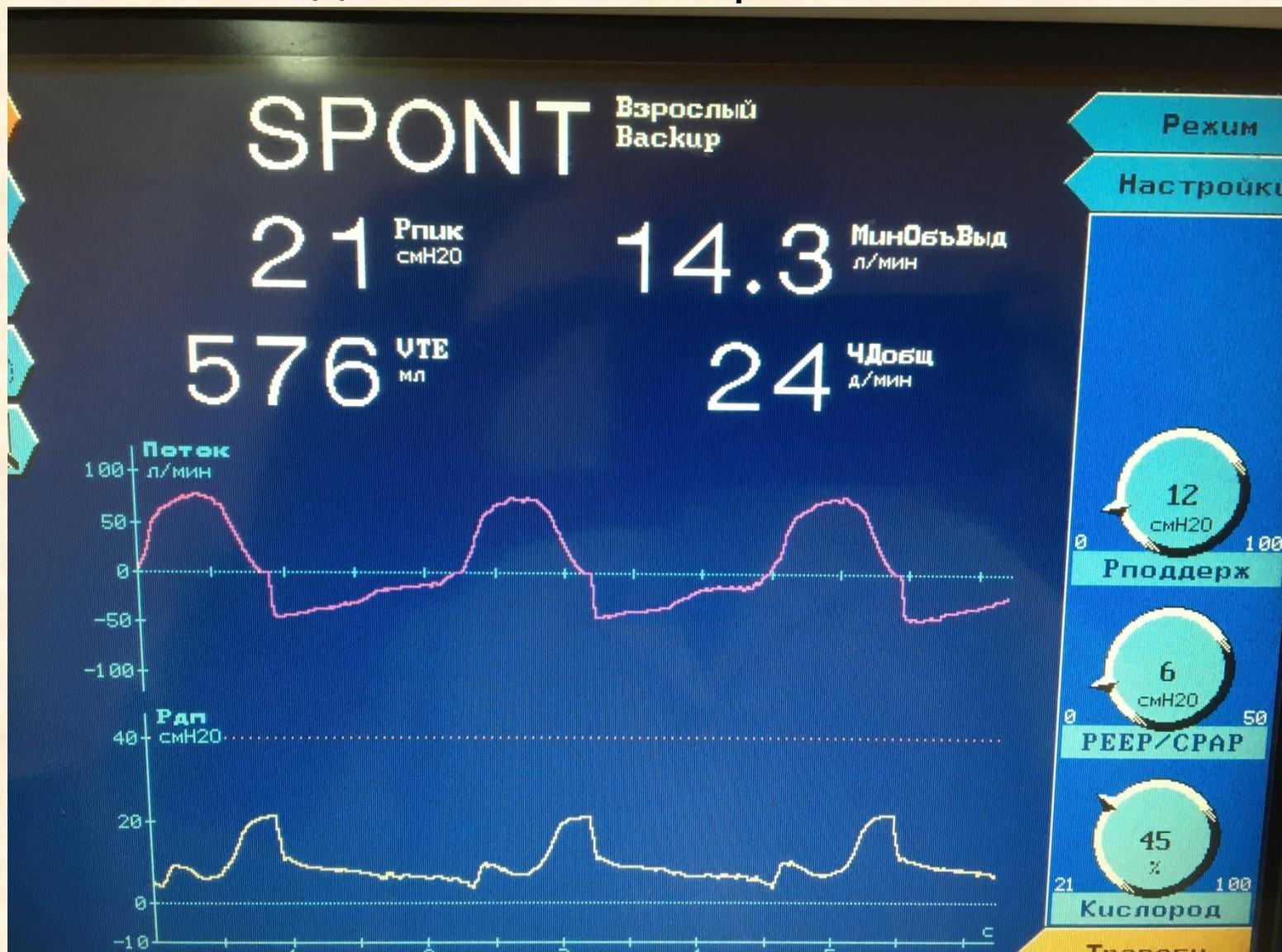


Меньше величина **P ramp** – лучше синхронизация при активных инспираторных попытках

Потоковая асинхрония: кривая давления при низком $P_{support}$ и недостаточной скорости потока



Потоковая асинхрония: кривые давления и потока при недостаточной скорости потока

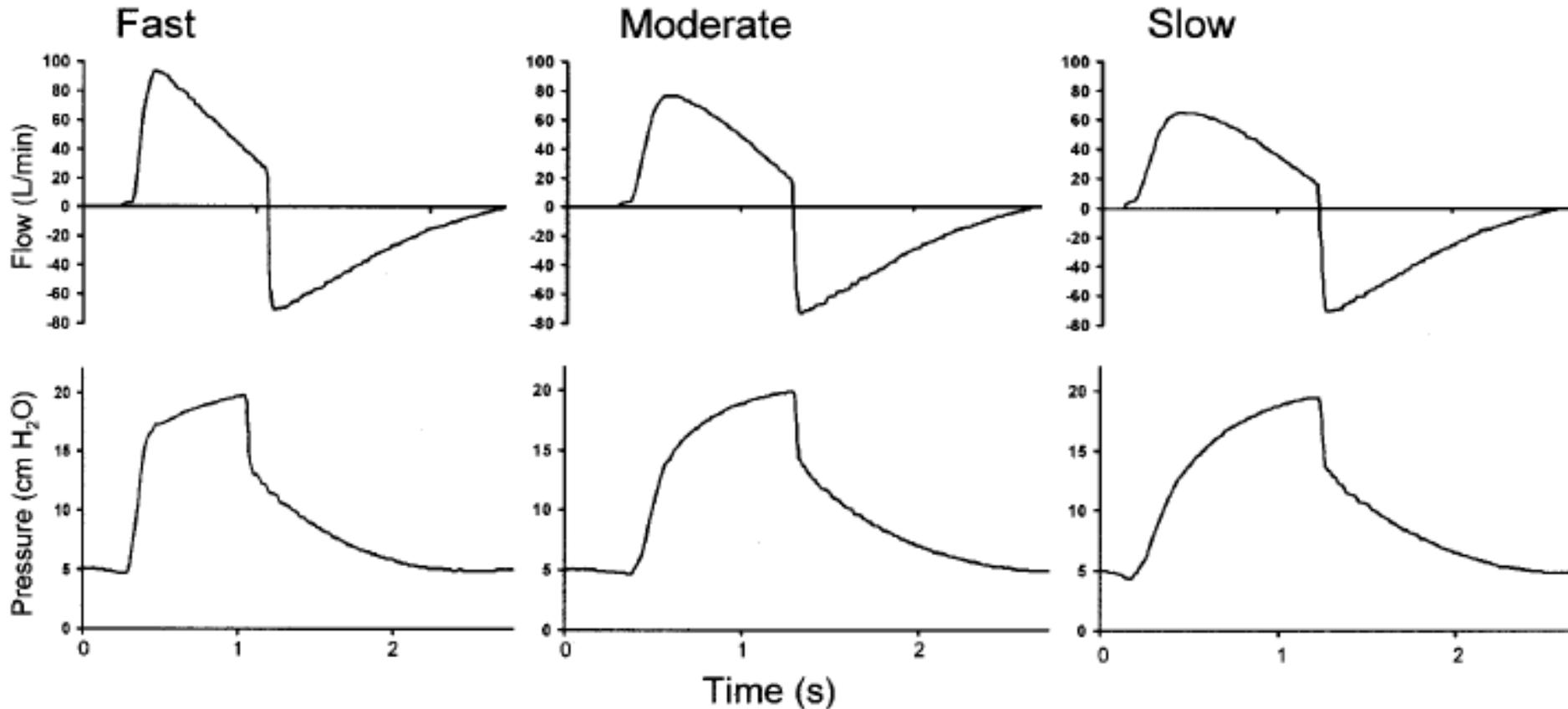


Скорость нарастания давления (Pramp, Rise Time....) и поток

**Быстрый,
Pramp 25-50 msec**

**Средний,
Pramp 75-100 msec**

**Медленный,
Pramp > 100 msec**

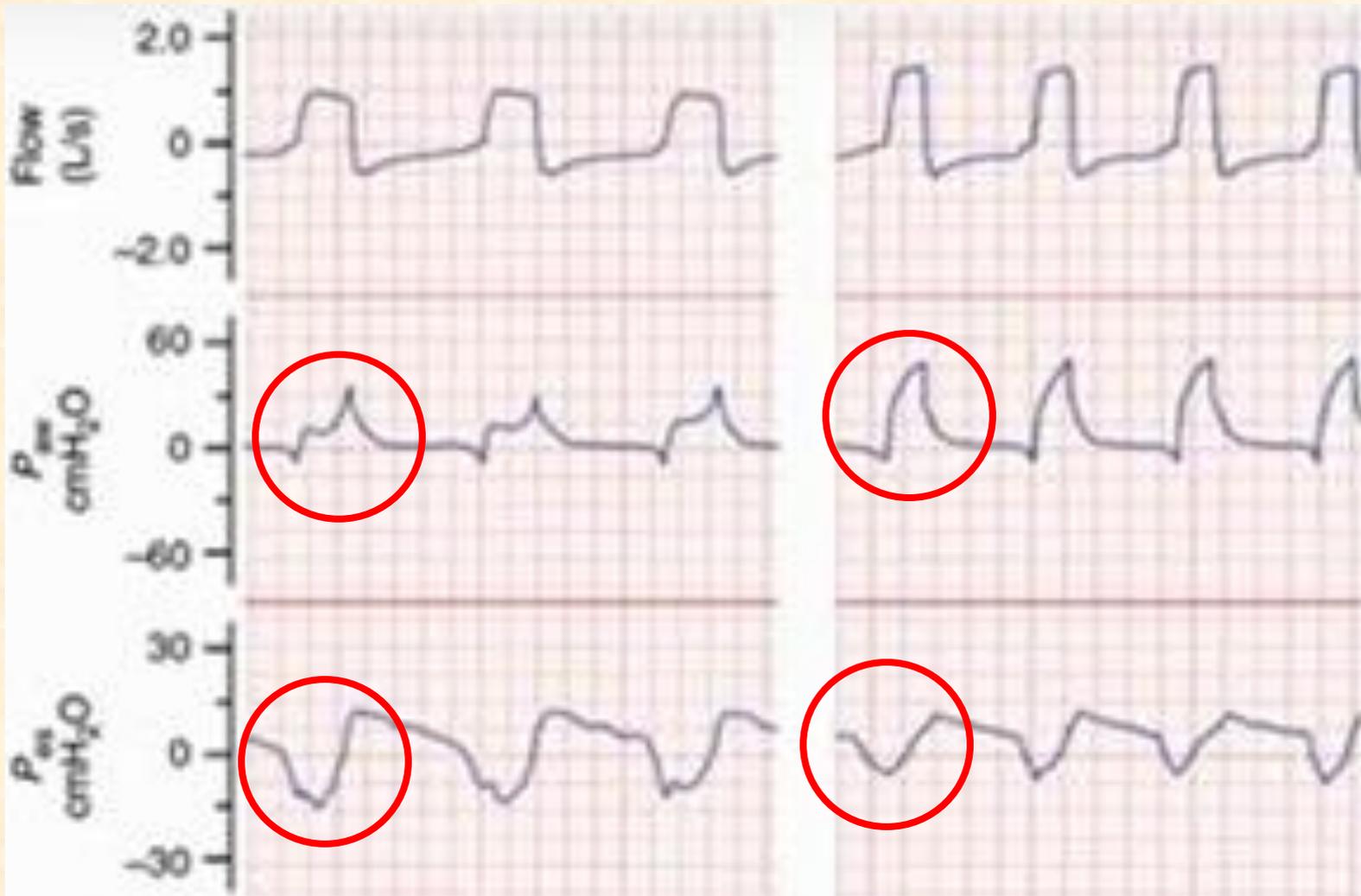


Потоковая синхронизация: увеличение потока

1 л/сек

1.5 л/сек

Поток



Raw

Pes

Потоковые асинхронии (недостаточный поток / давление): проблема и решение

Проблема: несоответствие аппаратной поддержки инспираторной потребности пациента

Основные причины: 1) недостаточный уровень P_{support} ;
2) Недостаточный уровень скорости потока;
3) Избыточное усилие вдоха

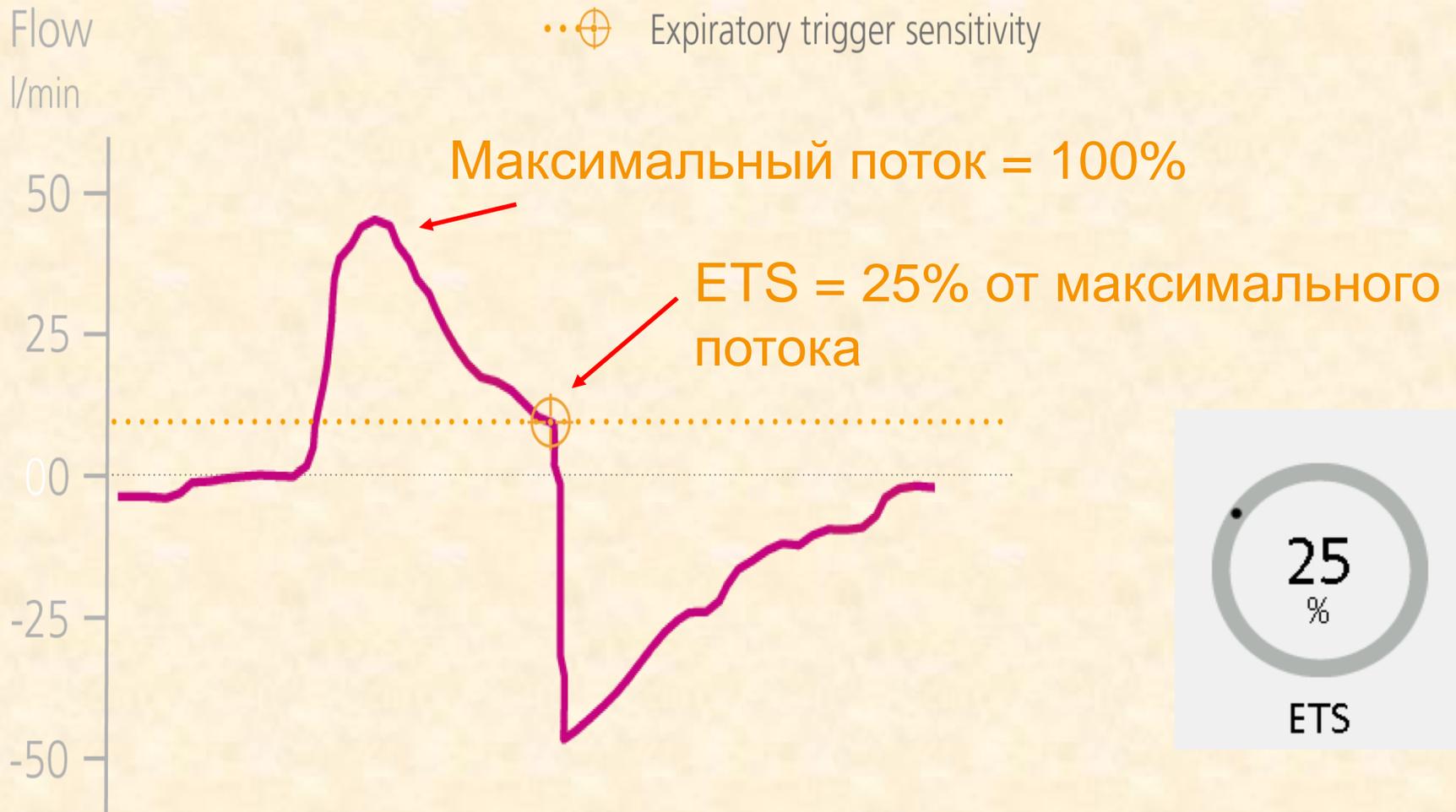
Решение: 1) увеличение поддержки (P_{support});
2) Увеличение скорости потока;
3) Снизить усилие вдоха (седация ? Купирование ацидоза ? Купирование гипертермии ?.....)

Потоковая асинхрония:
избыточная скорость потока
(инспираторные зубцы на кривой давления и потока)

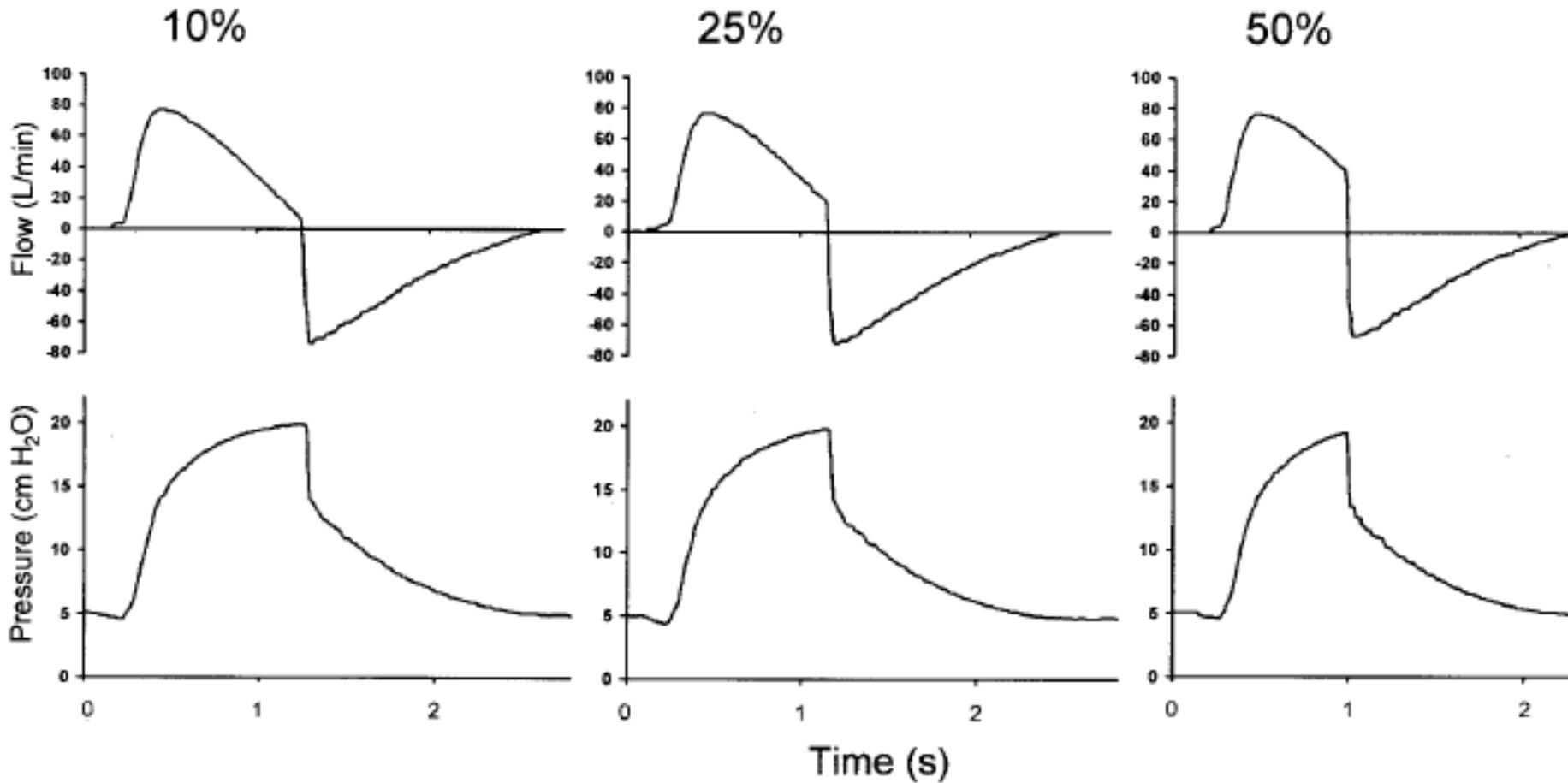


Асинхронии выдоха (циклические)

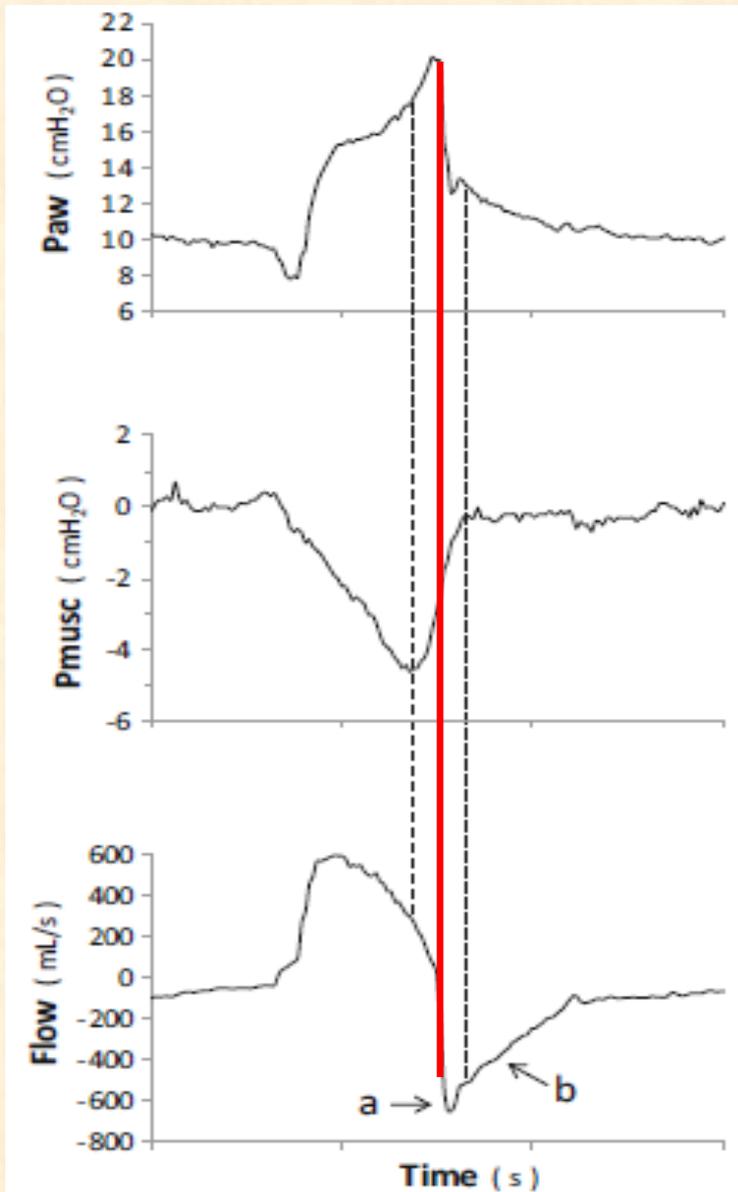
Критерий переключения с вдоха на выдох (экспираторный триггер ETS) при PSV



ИВЛ с поддержкой давлением (PSV): чувствительность экспираторного триггера (ETS)



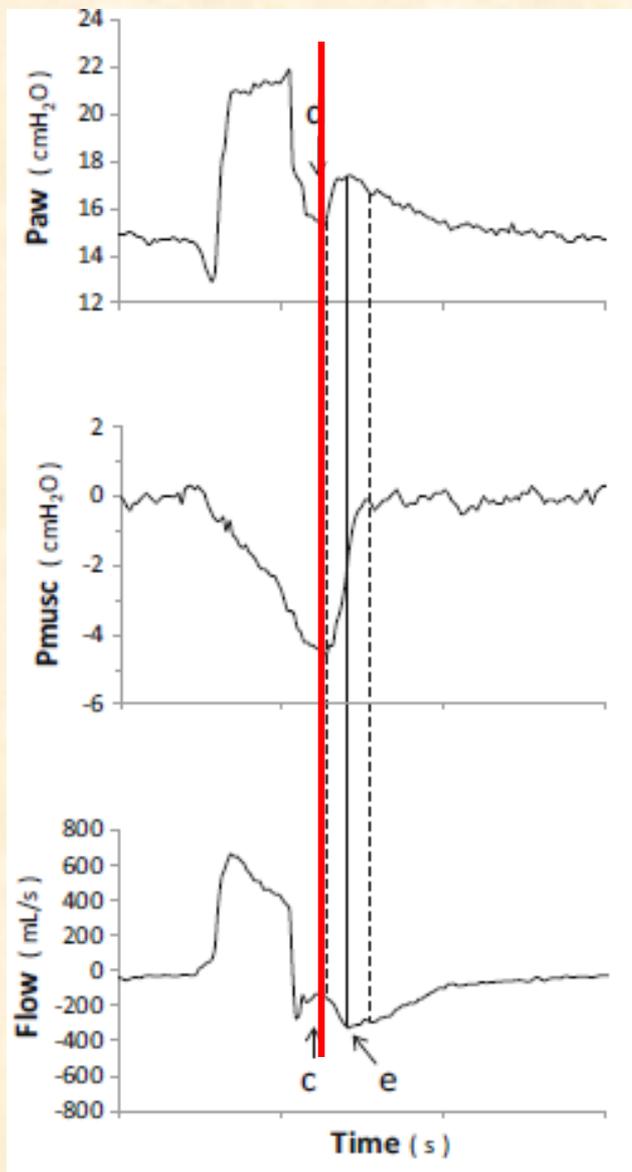
Поддержка давлением: своевременное переключение с вдоха на выдох



Переключение
соответствует
инспираторному усилию

F.Mojoli et al. Int Care Med 2016;
42:914

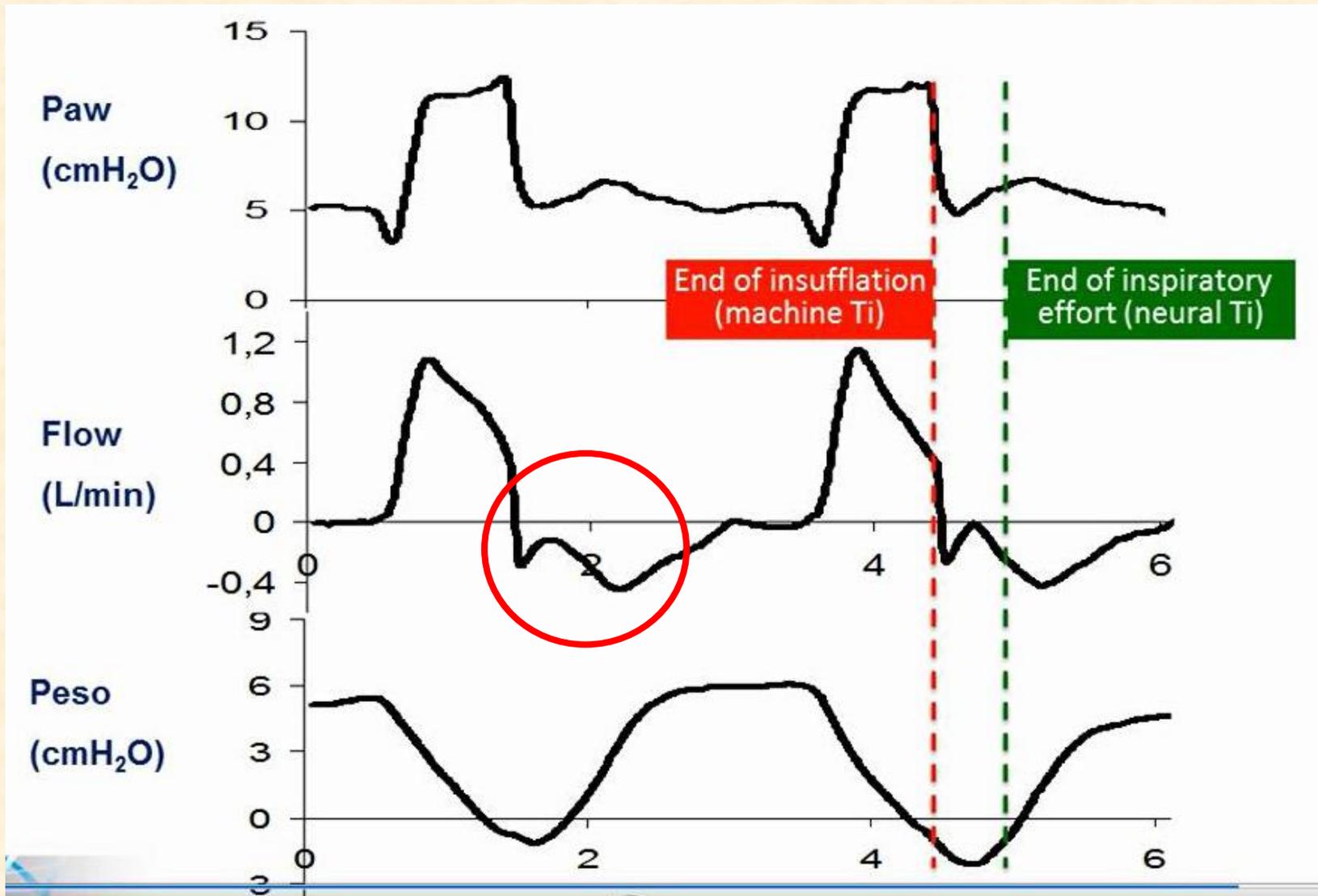
Циклическая асинхрония: Раннее переключение с вдоха на выдох (раннее циклирование)



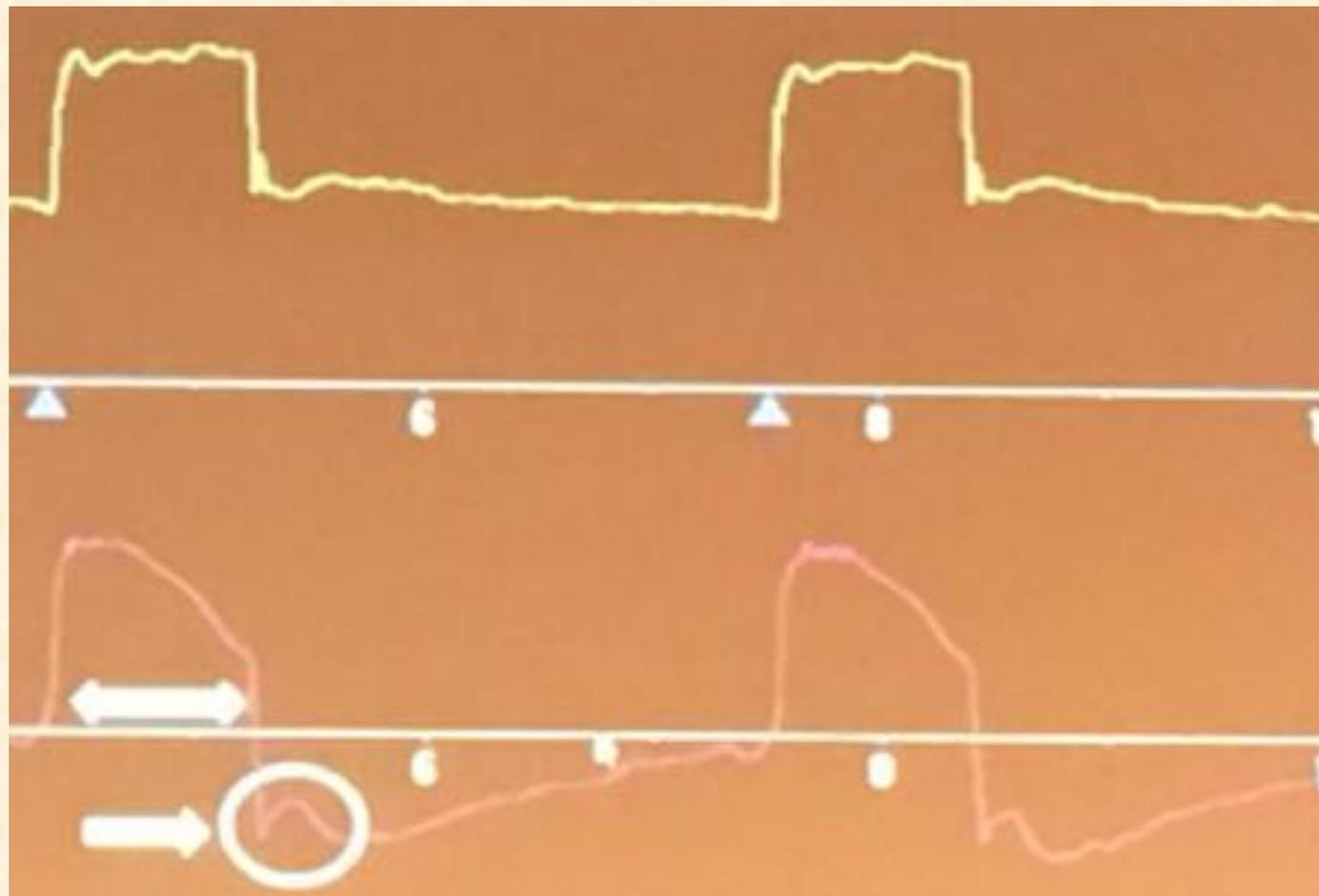
Переключение на выдох
раньше, чем
заканчивается
инспираторное усилие

F.Mojoli et al. Int Care Med 2016;
42:914

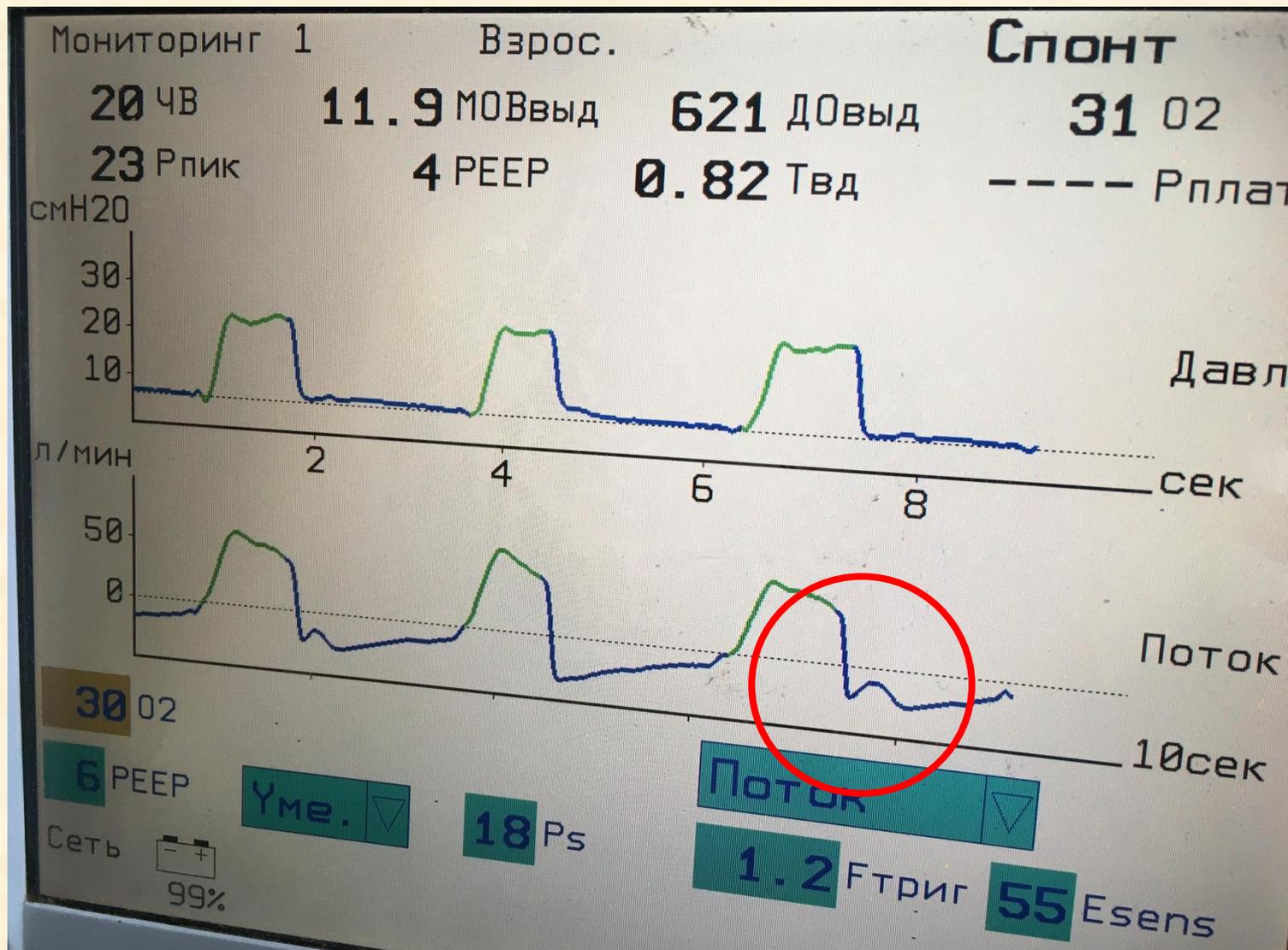
Раннее переключение с вдоха на выдох



Циклические асинхронии: «ранний» аппаратный ВЫДОХ



Раннее циклирование: «ранний» аппаратный выдох (короткое время вдоха)



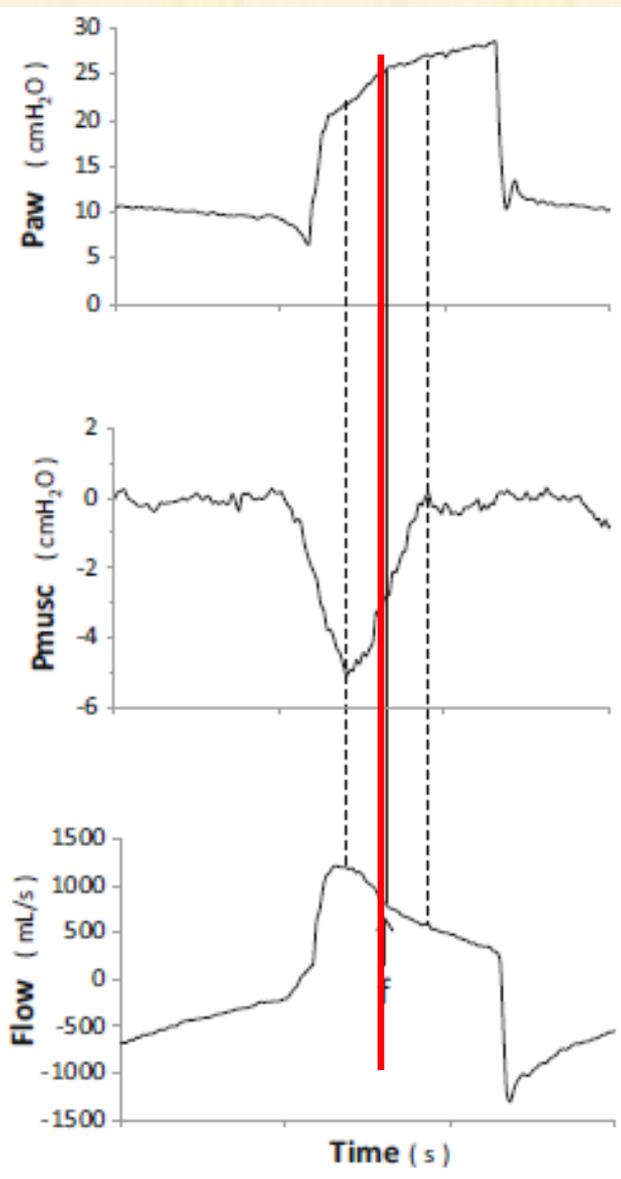
Раннее переключение на выдох (раннее циклирование): проблема и решение

Проблема: аппарат переключается на выдох раньше, чем пациент

Основные причины: 1) слишком короткое аппаратное время вдоха;
2) Избыточная попытка вдоха пациента

Решение: 1) увеличить время вдоха ($T_i \uparrow$)
2) PSV - Уменьшить параметр экспираторного триггера (ETS \downarrow)
3) Снизить инспираторный драйв пациента

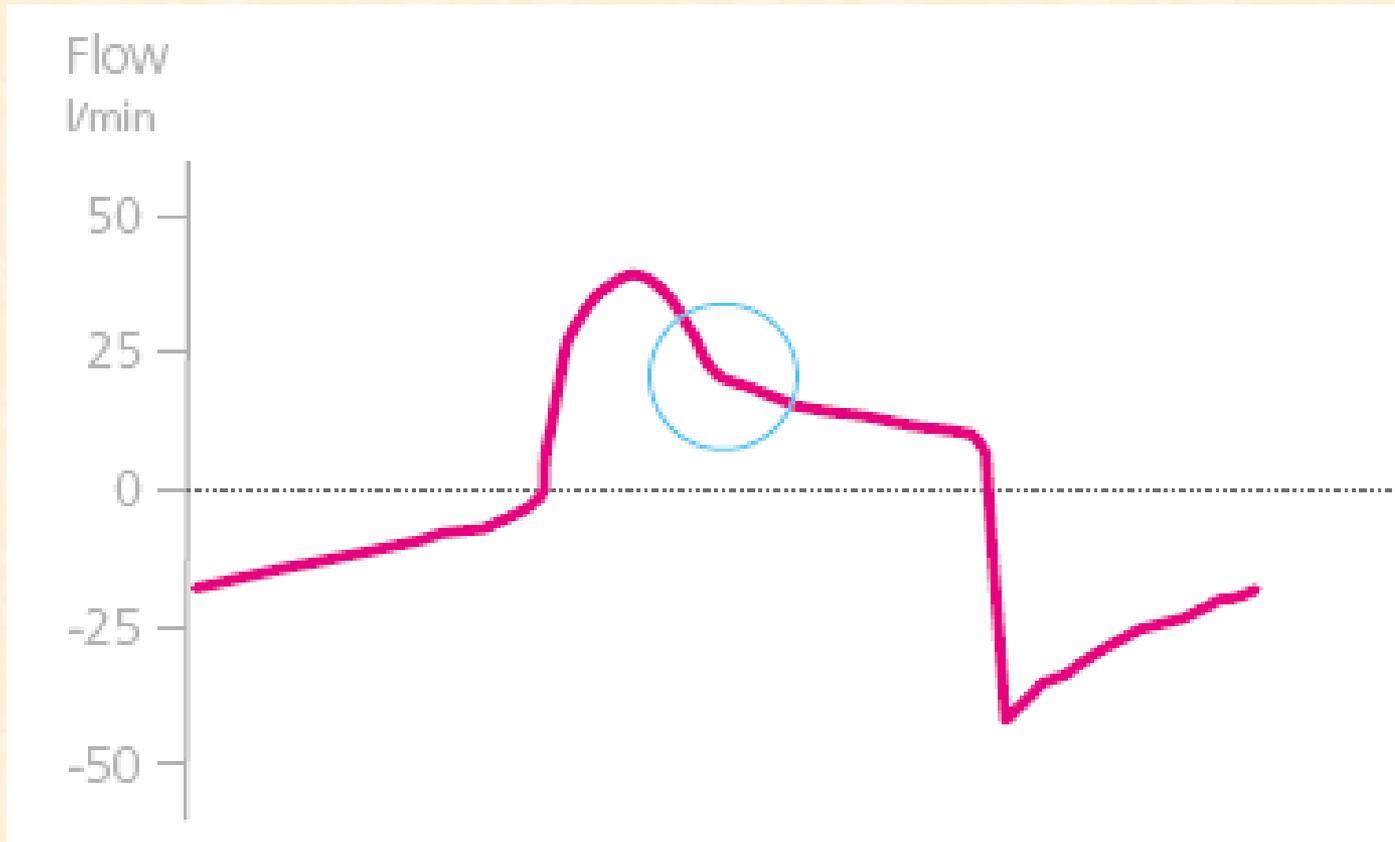
Циклическая асинхрония: Позднее переключение с вдоха на выдох (позднее циклирование)



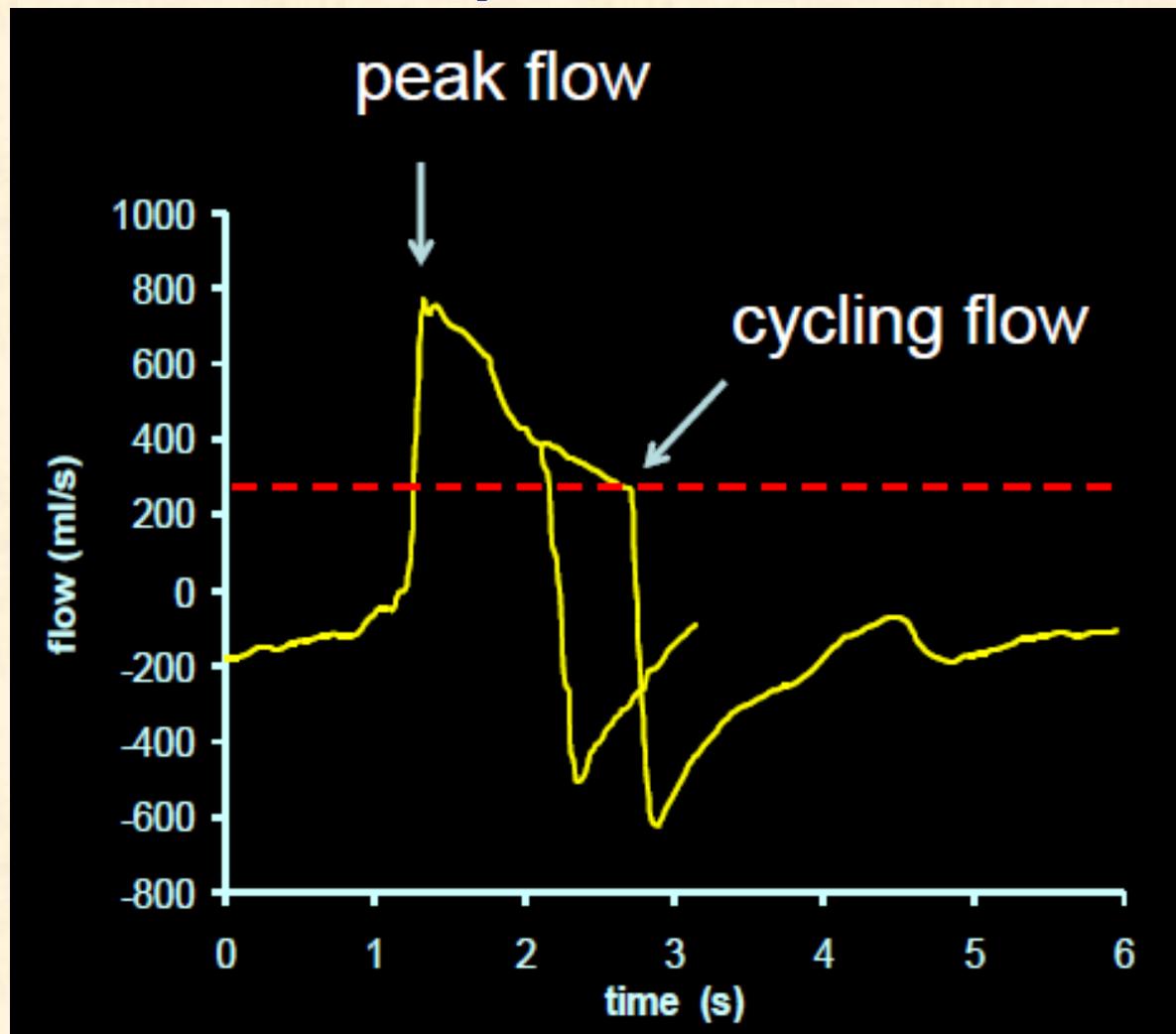
Переключение на выдох
позже окончания
инспираторного усилия

F.Mojoli et al. Int Care Med 2016;
42:914

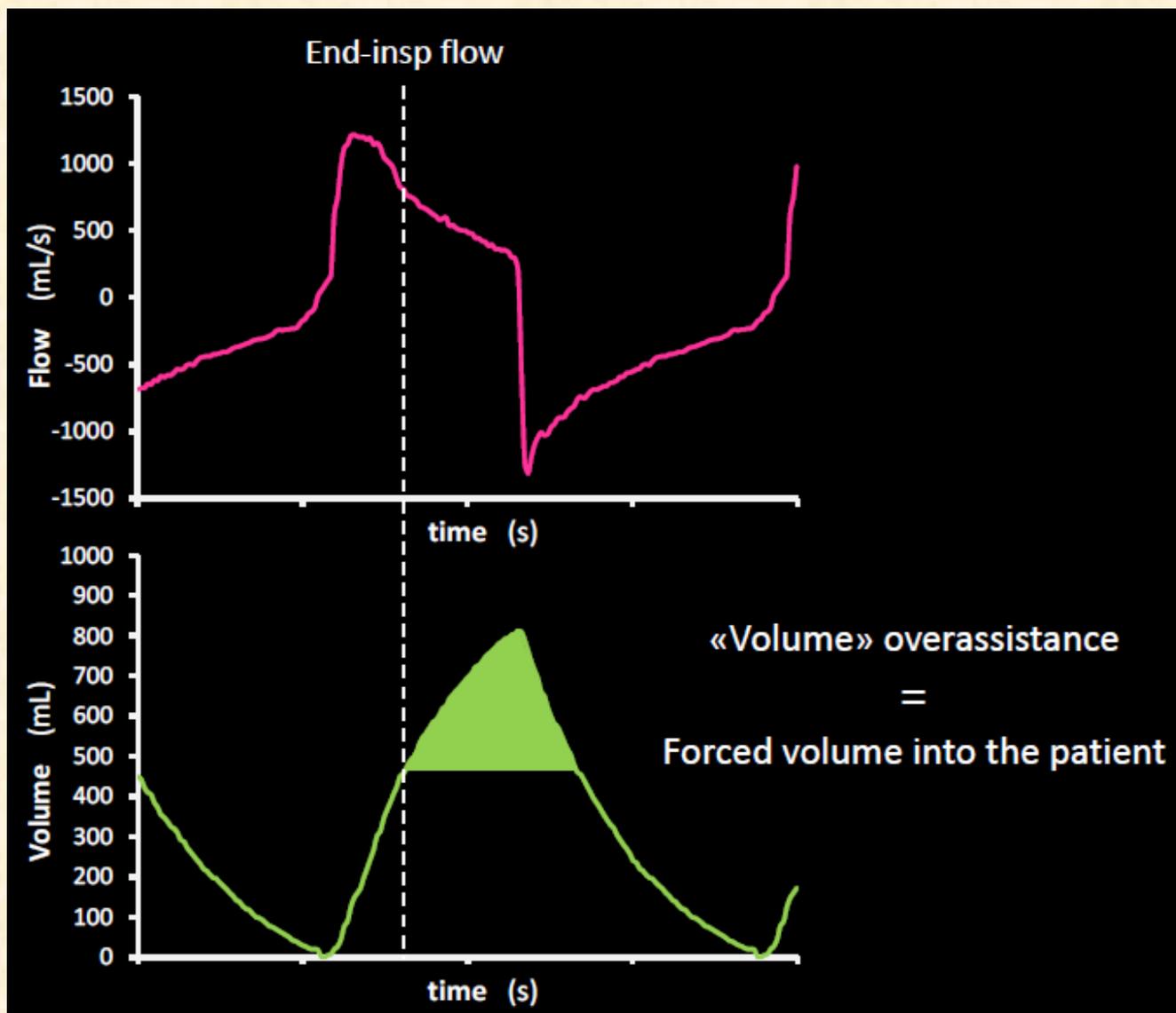
Циклические асинхронии: «поздний» аппаратный выдох



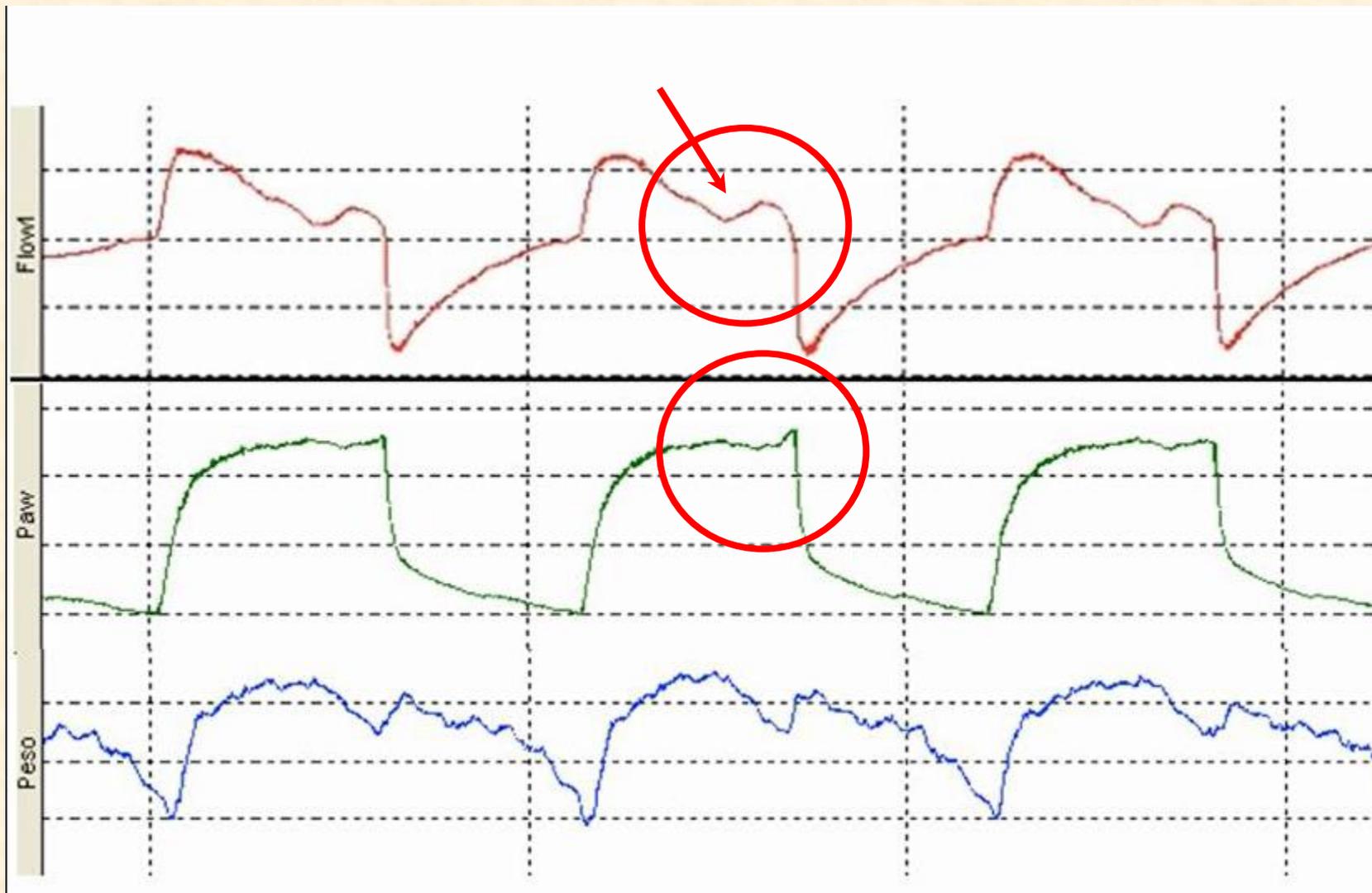
Циклические асинхронии: «поздний» аппаратный выдох



Позднее циклирование: «излишний» ДО



Позднее переключение с вдоха на выдох



Позднее циклирование: неблагоприятные последствия

Позднее циклирование

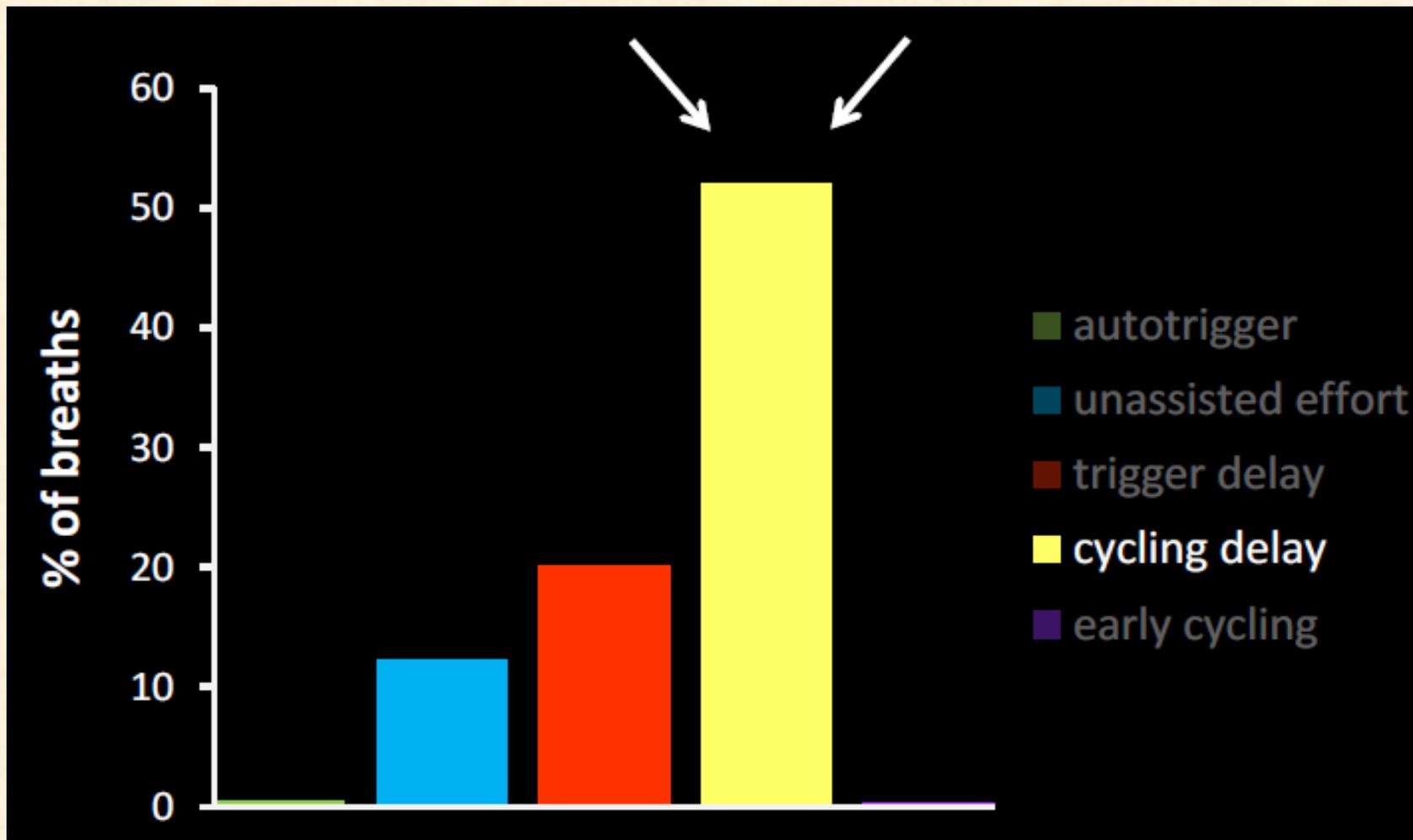
↓ Время выдоха → ↓ Опорожнение легких

↑ Динамическое перерездувание / autoPEEP

↑ Задержка триггирования
↑ Работа дыхания

↑ Неэффективные вдохи
↑ Нагрузка дыхательных мышц

Позднее переключение на выдох (позднее циклирование)
– один из самых частых видов асинхроний (при PSV)

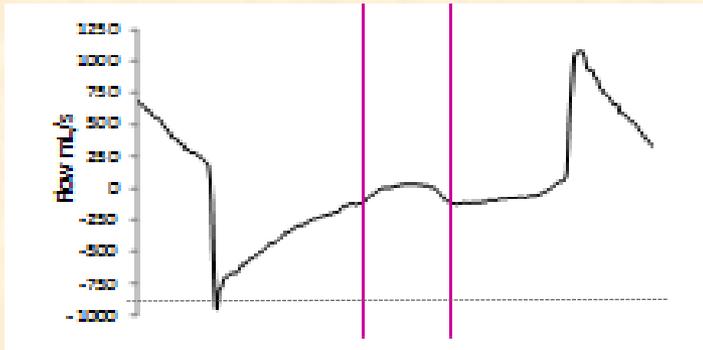


Позднее переключение на выдох (позднее циклирование): проблема и решение

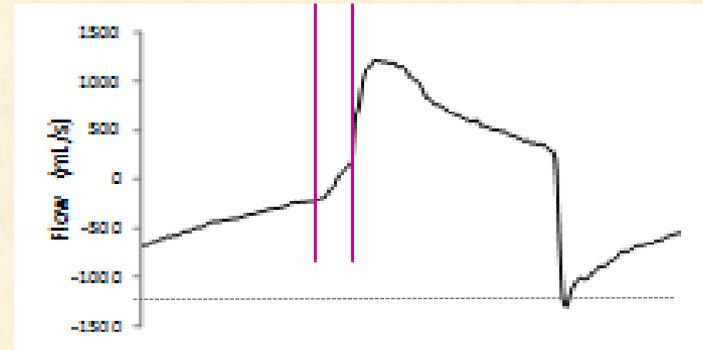
- **Основные причины:** 1) слишком длинное время вдоха;
2) утечки из дыхательного контура
- **Решение:** 1) уменьшить время вдоха ($T_i \downarrow$)
- 2) PSV - Увеличить параметр экспираторного триггера (ETS \uparrow)
- 3) проверить контур на утечки

Асинхронный ИВЛ много, требуется «интеллектуальное решение»

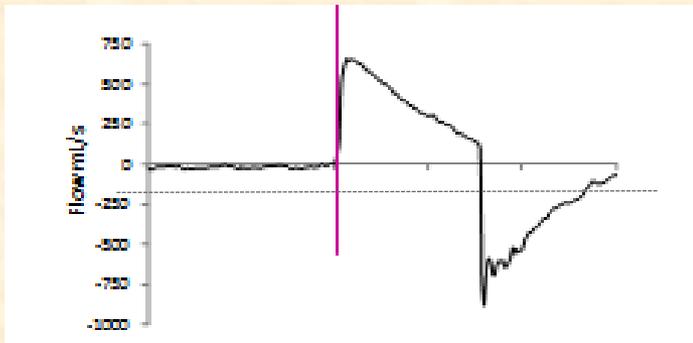
Неэффективный вдох



Задержка триггирования



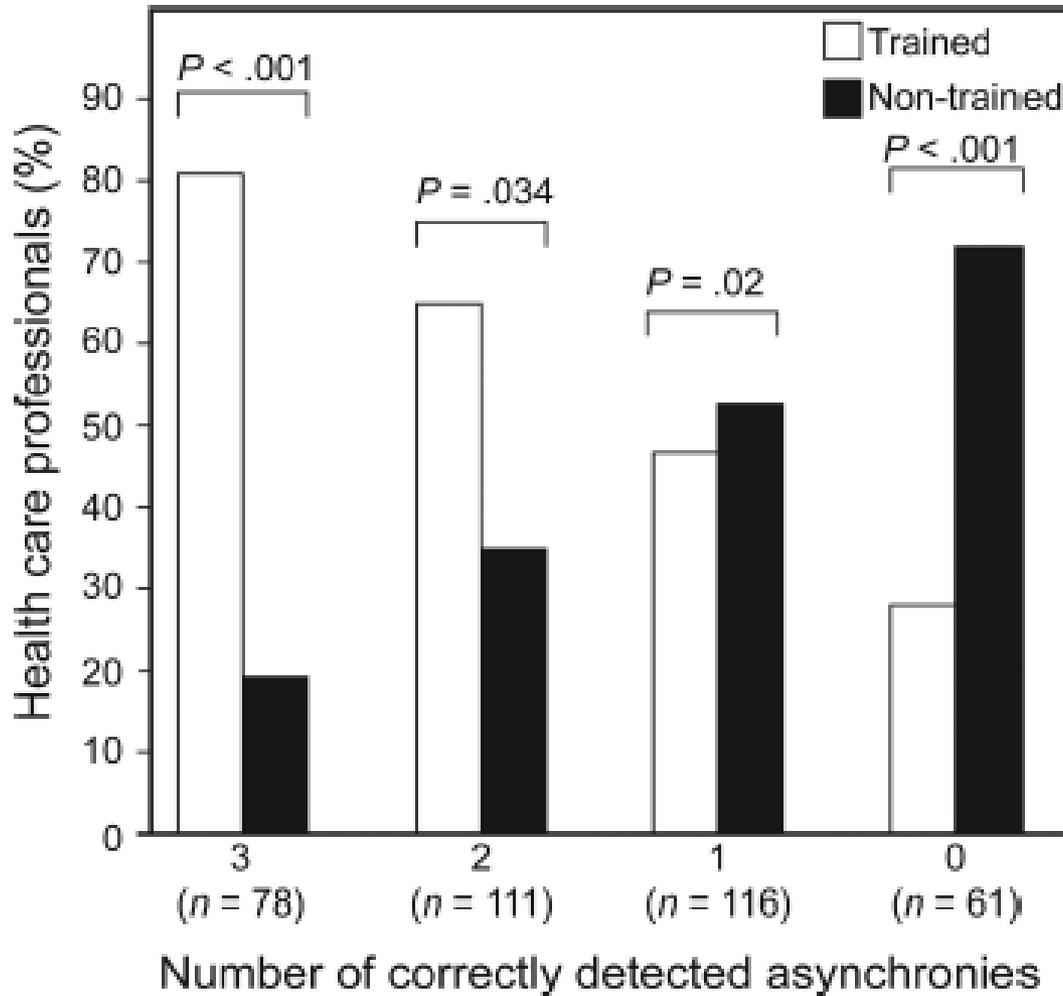
Аутотриггирование



Раннее/позднее переключение на выдох



Диагностика асинхроний специалистами: наблюдение за кривыми



366 специалистов

3 – определили три вида асинхроний

2 – два вида асинхроний

1 – один вид асинхроний

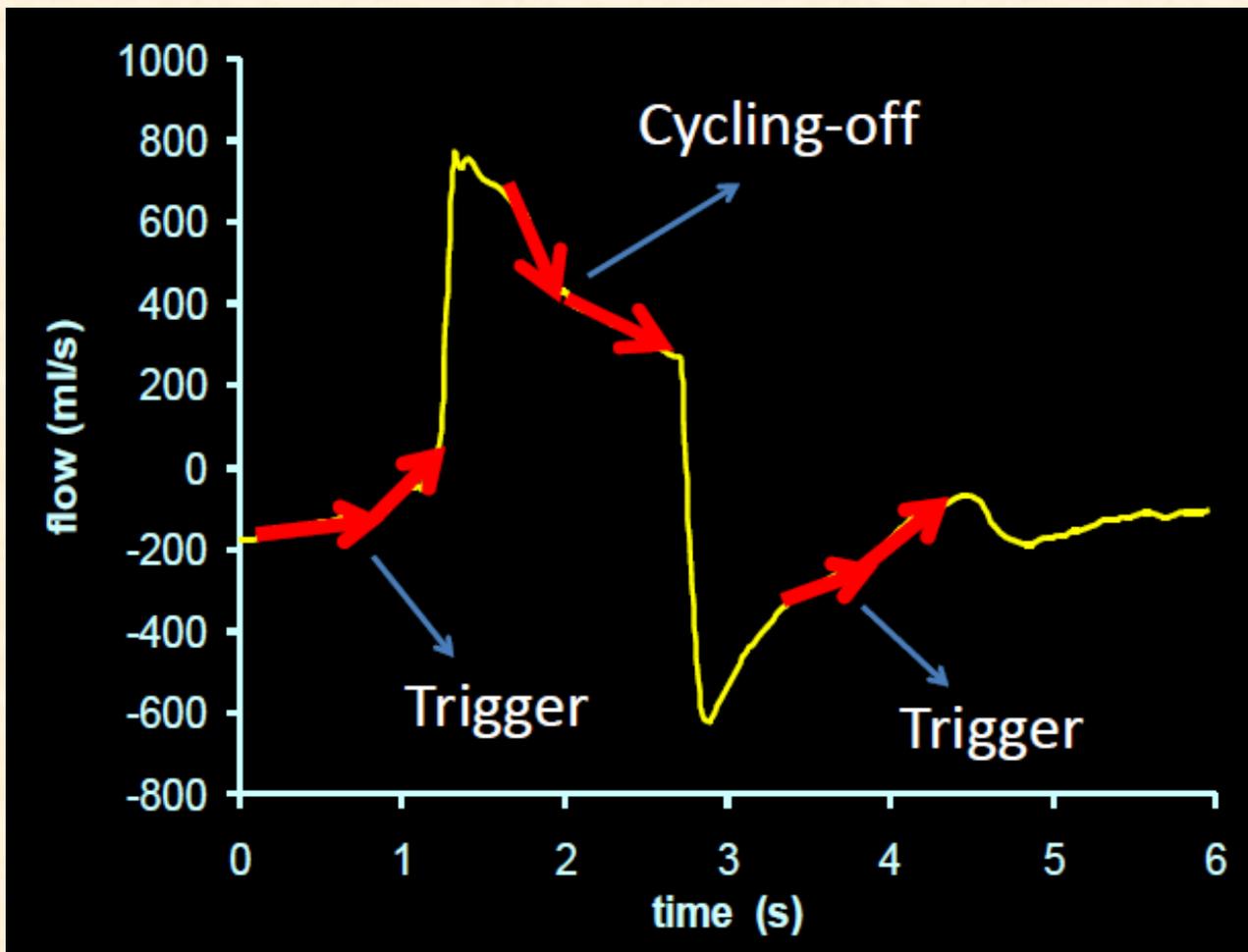
0 – не определили асинхронии

IntelliSync+

Технология экспертной
Синхронизации ИВЛ

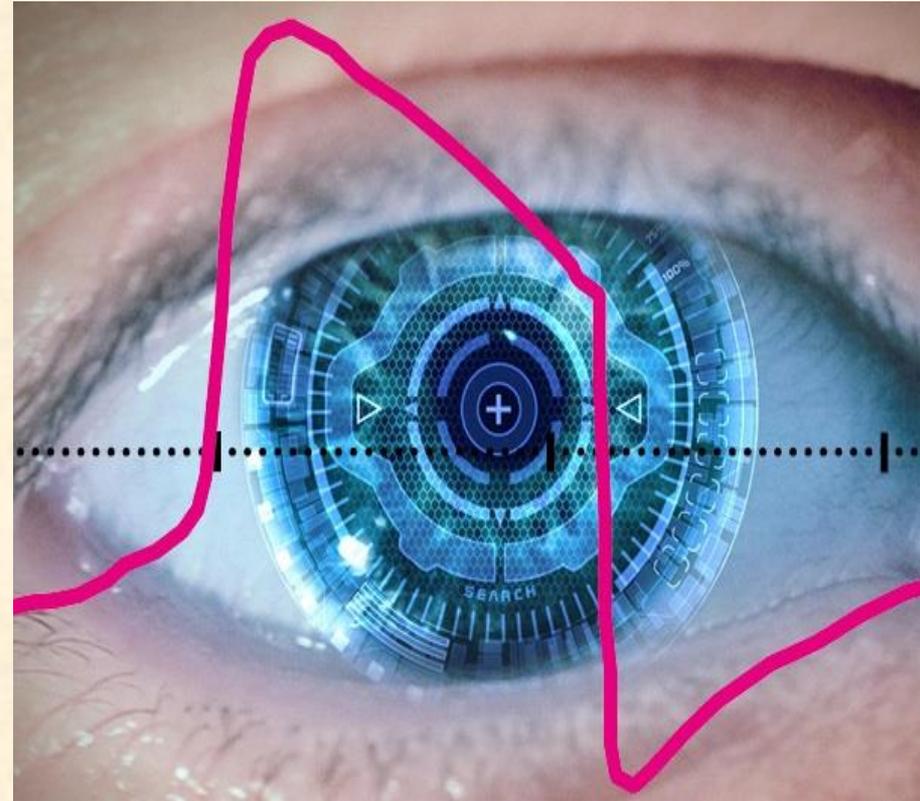


Анализ кривой потока: патогномоничные признаки синхронизации и асинхроний



IntelliSync+: принцип работы

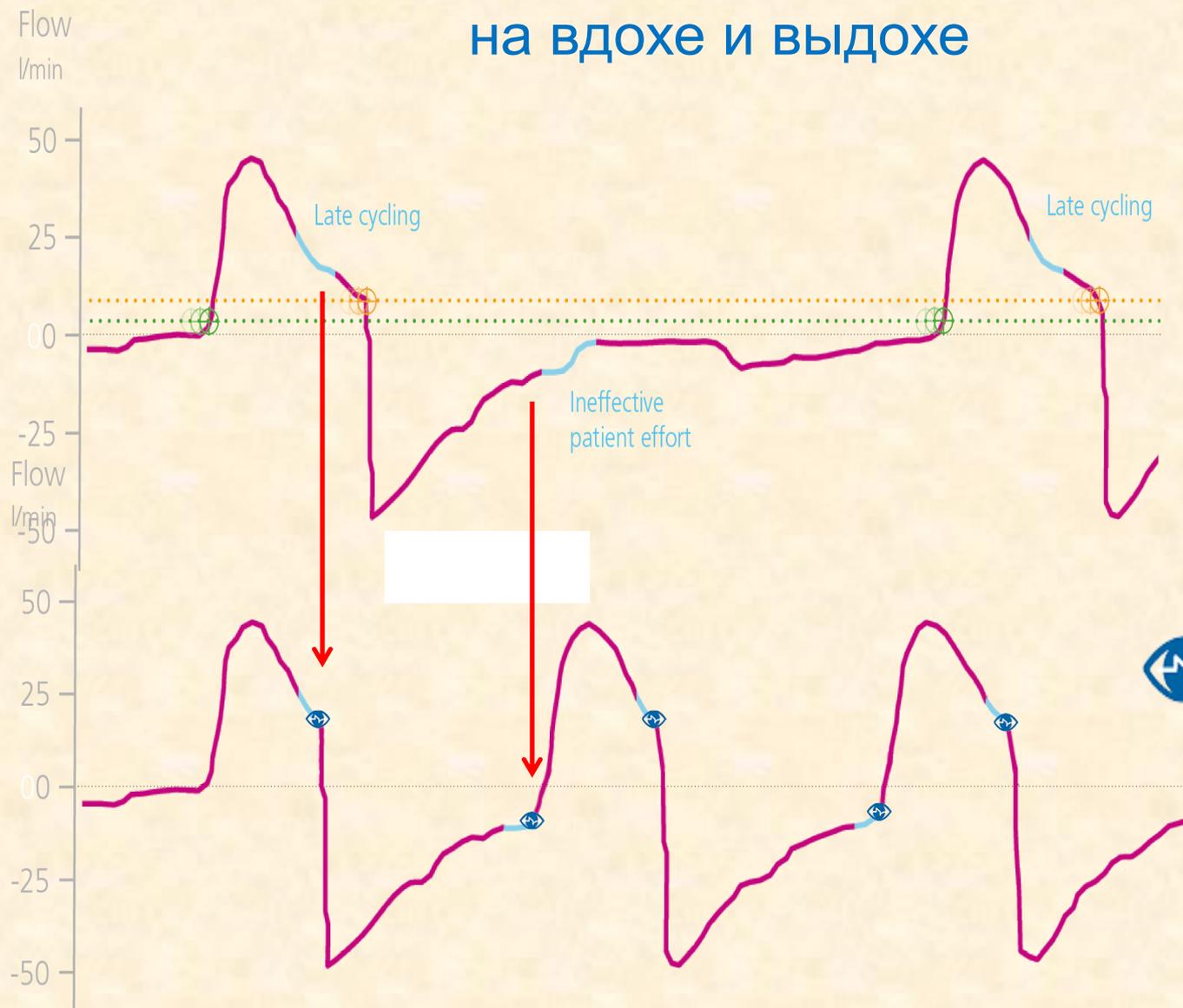
- Постоянно анализирует кривую потока, автоматически распознает попытку вдоха и выдоха пациента
- Автоматизирует синхронизацию при инспираторной и/или экспираторной попытке пациента



Асинхронии вдоха и выдоха



IntelliSync+: автоматическая синхронизация на вдохе и выдохе



Асинхронии: позднее циклирование плюс неэффективные вдохи



IntelliSync+: soddisfacente sincronizzazione

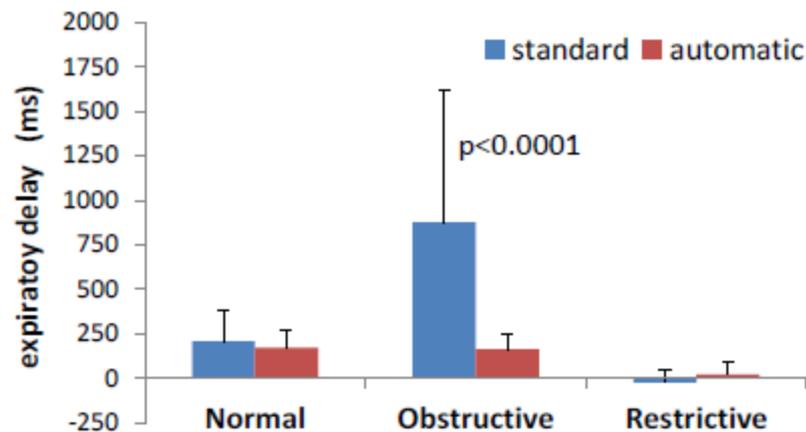


IntelliSync+: преимущество в синхронизации

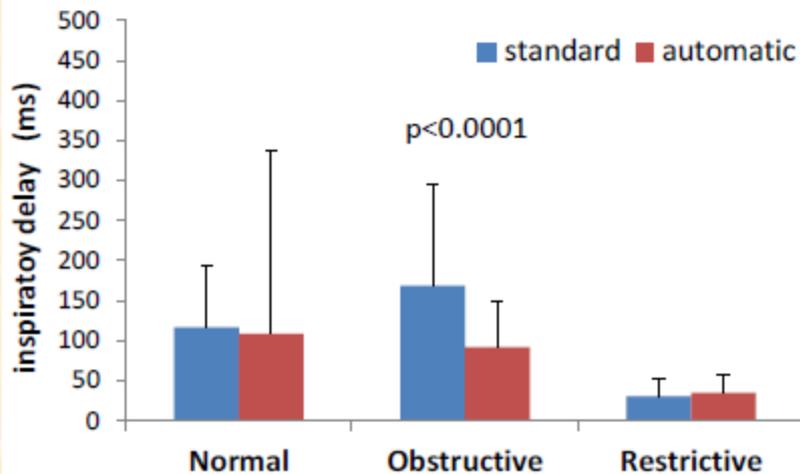


Hamilton C6

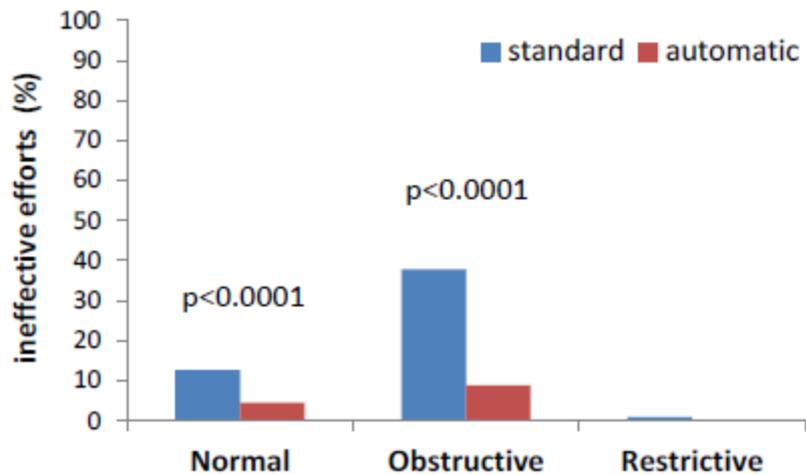
CYCLING DELAY



TRIGGER DELAY



INEFFECTIVE EFFORTS



IntelliSync+: преимущества

- ✓ Работает на вдохе и выдохе, не требуется ручная регулировка инспираторного и/или экспираторного триггера
- ✓ Все режимы
- ✓ Инвазивная и неинвазивная ИВЛ
- ✓ Не зависит от утечек и аутоPEEP
- ✓ Не требует дополнительных датчиков



**Основное правило синхронизации во время
ИВЛ:**

**Синхронизировать аппарат с больным, а не
больного с аппаратом !!!**

(В.Л. Кассиль, 1987, 1997, 2004, 2009, 2013, 2015, 2017)

- Спасибо за внимание !