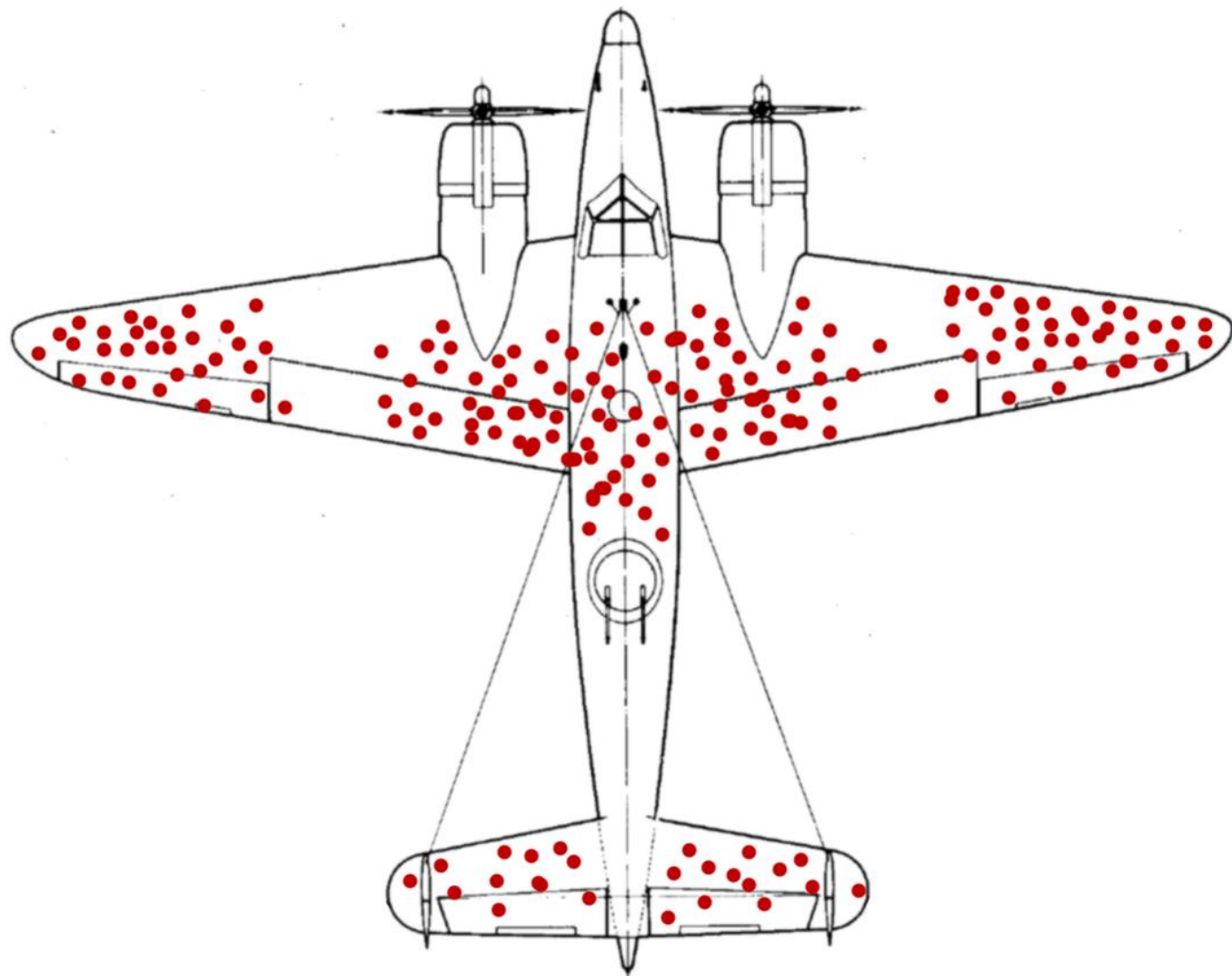




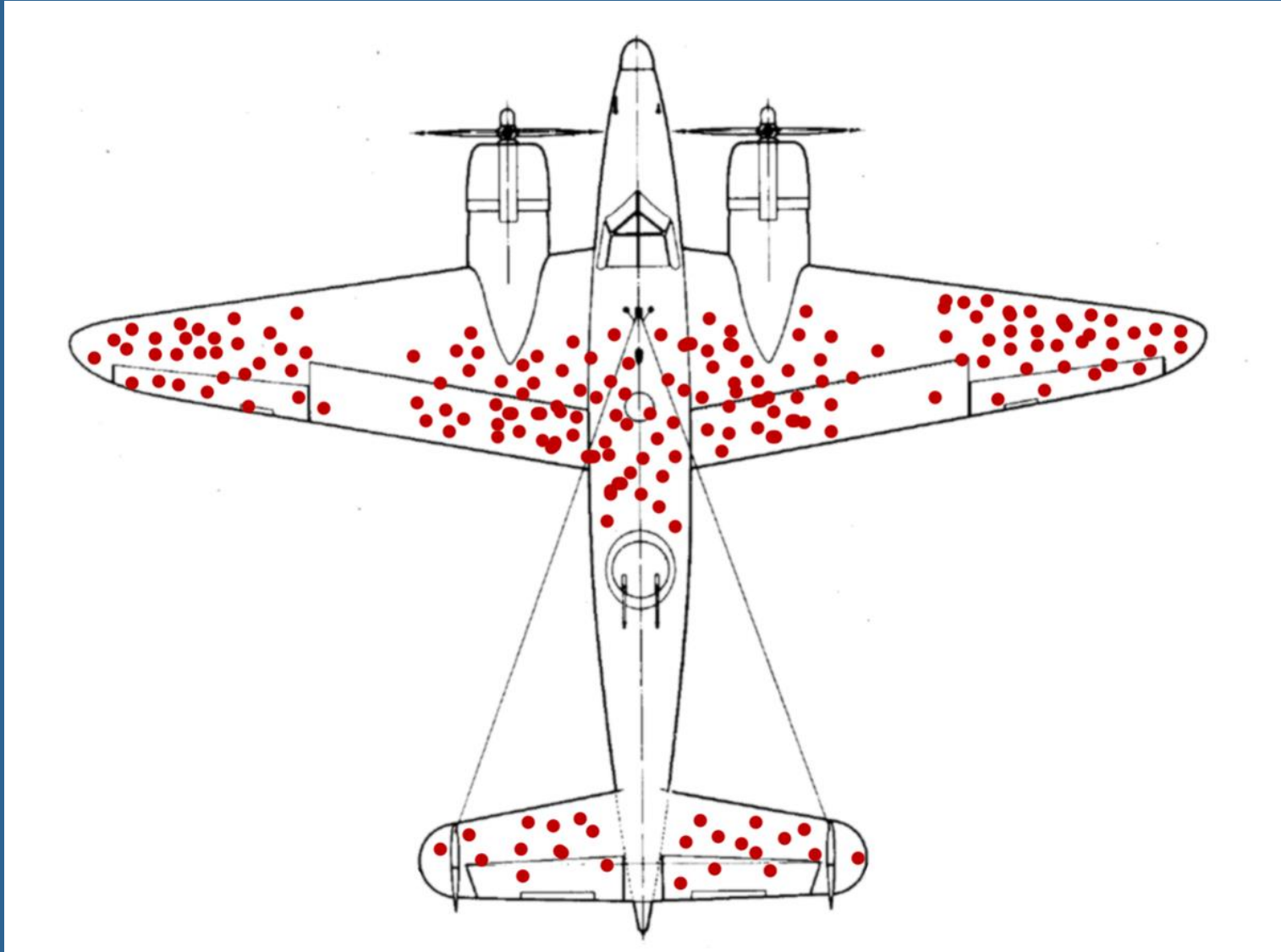
ИВЛ при бронхиальной обструкции:

на примере ингаляционной травмы

Брыгин Павел Александрович



Систематическая ошибка выживших



Абрахам Вальд

Дыхательные нарушения

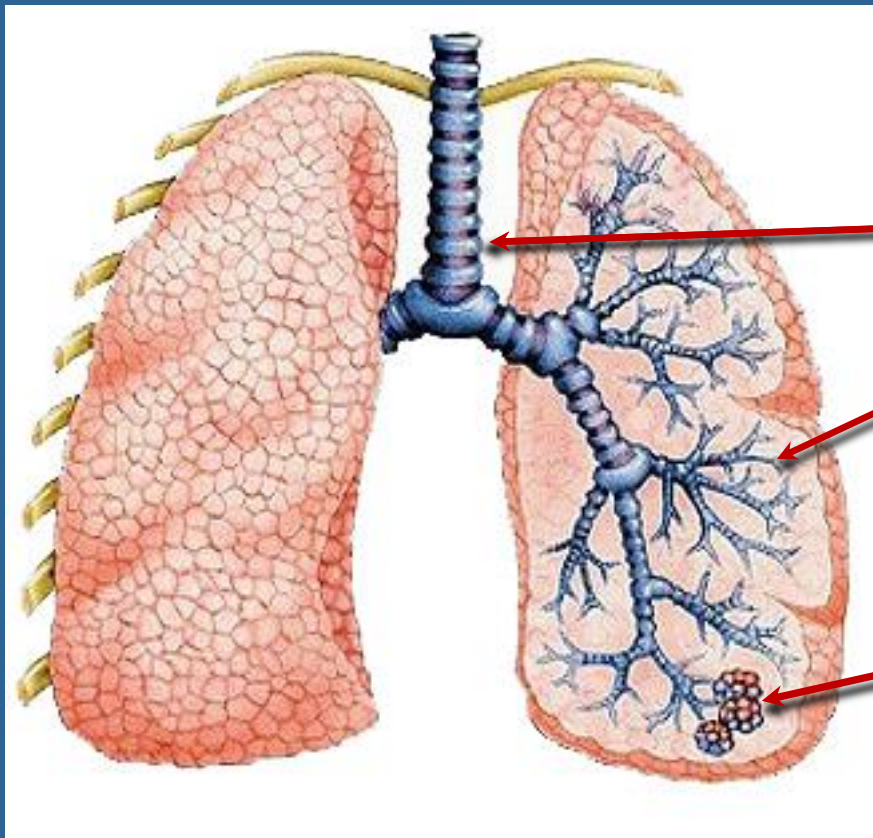
1. Внелегочные

Esc

2. Легочные

Обструктивные

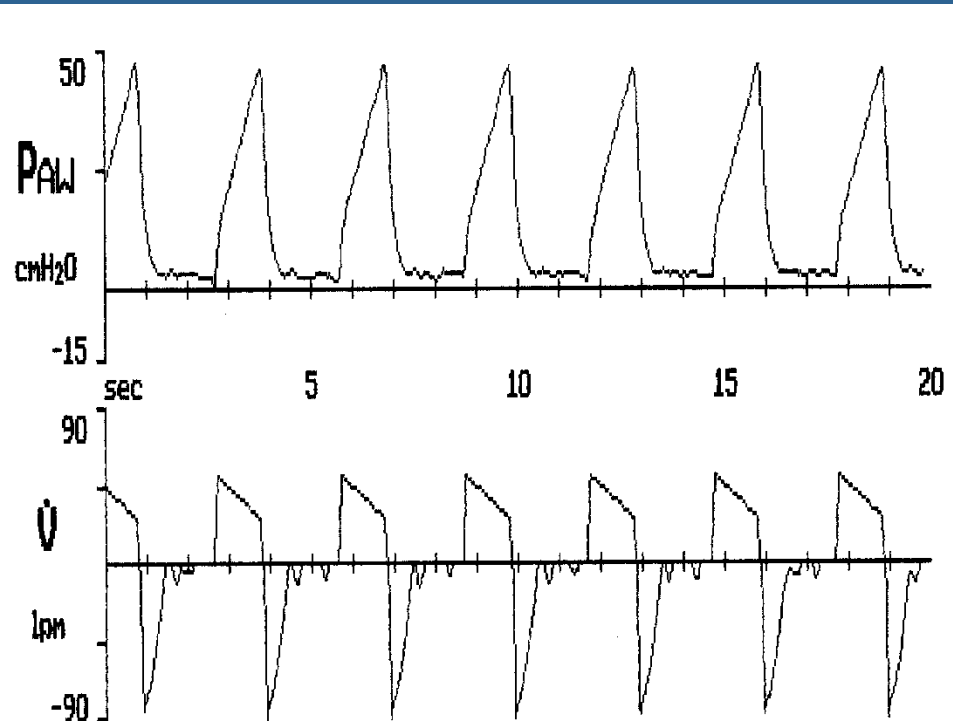
Паренхиматозные



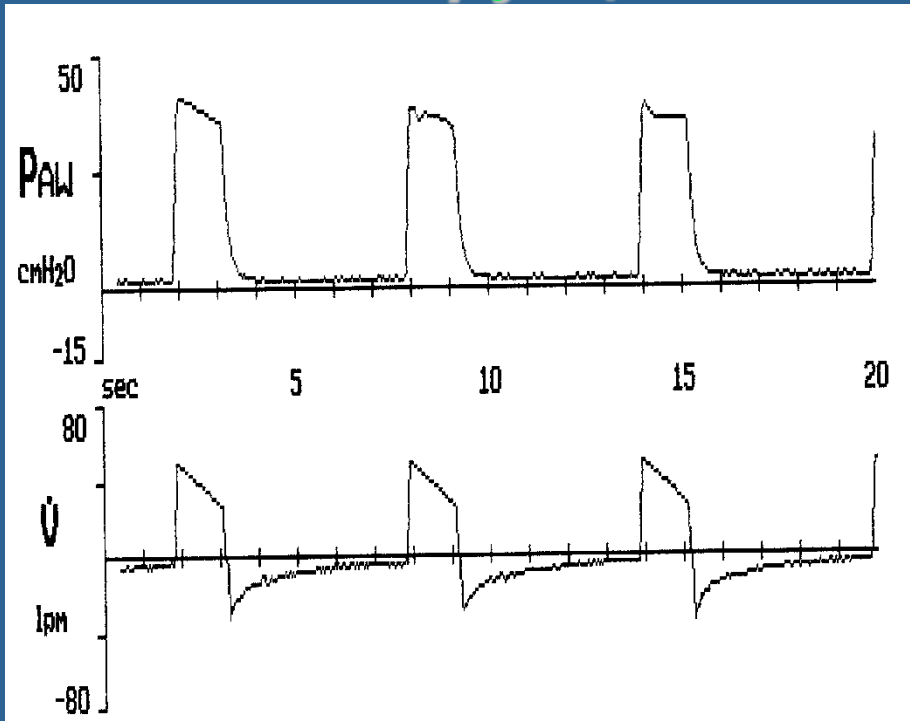
Оптимальные режимы ИВЛ

ОРДС

Обструкция



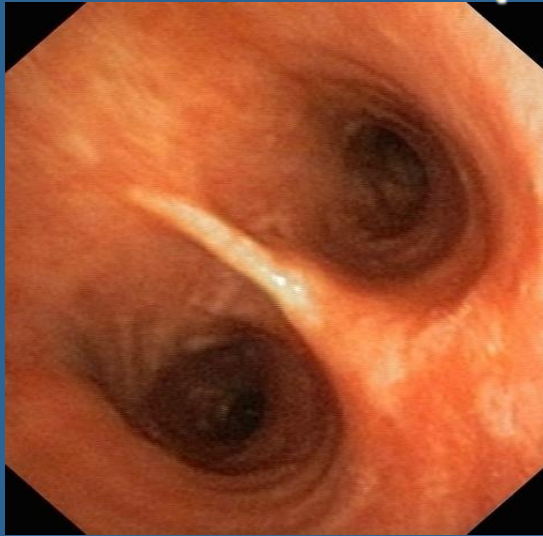
Vt 550 ml f 21 в МИН



Vt 850 ml f 10 в 1 МИН

Эндоскопическая картина ингаляционной травмы

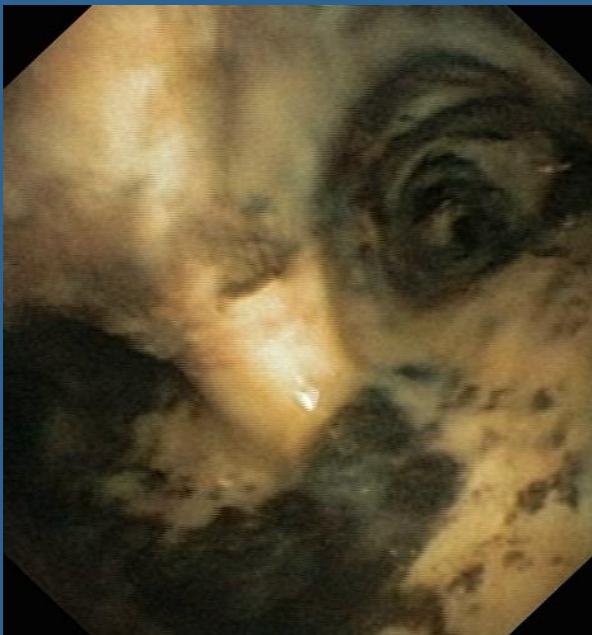
1 ст.



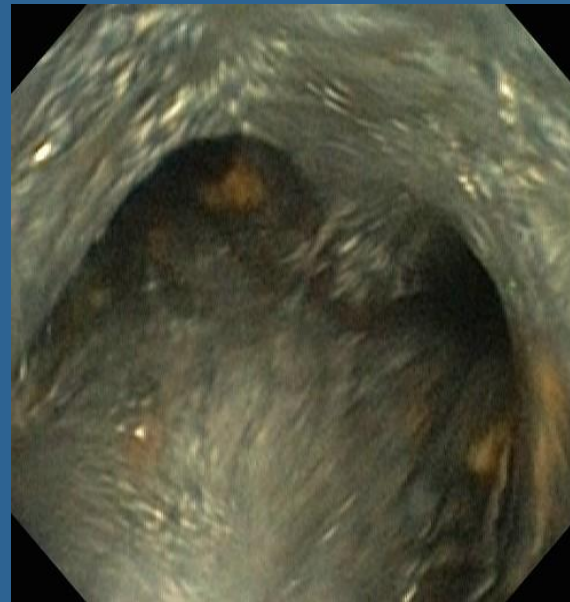
2 ст.



3 ст.

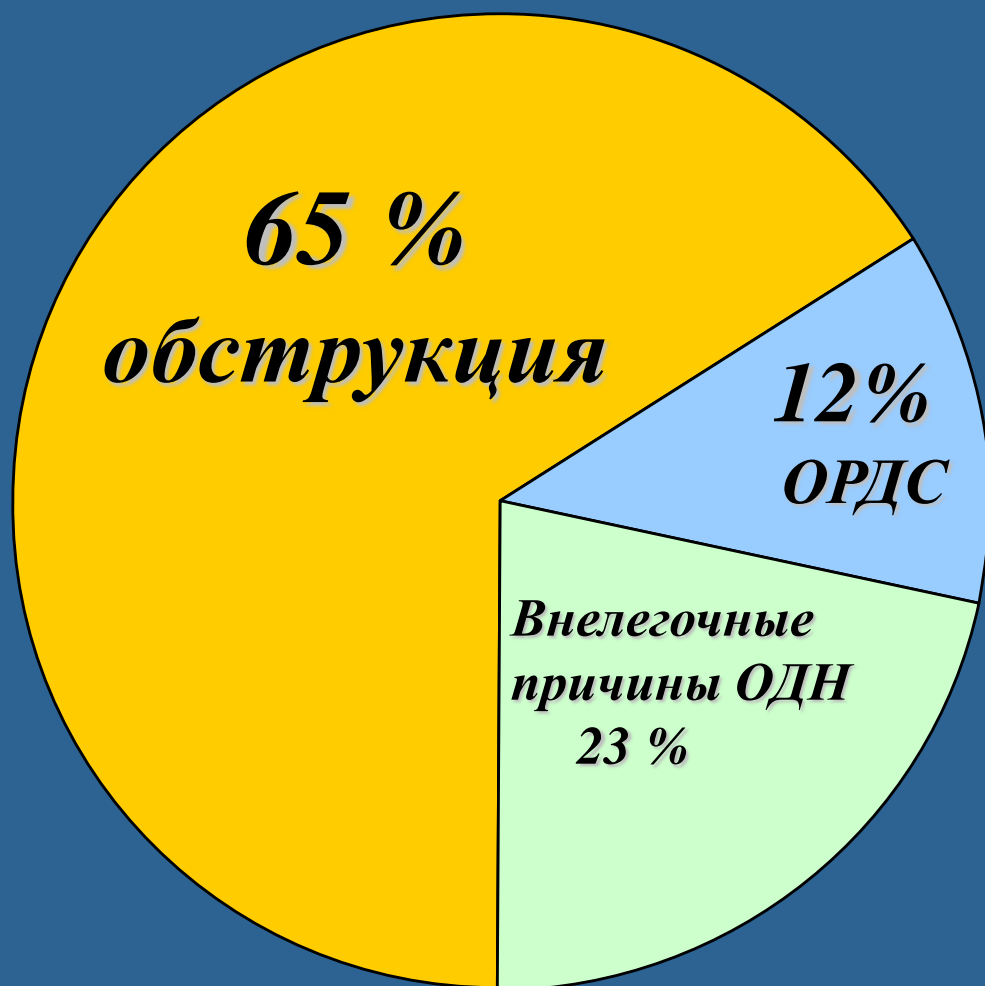


4 ст.





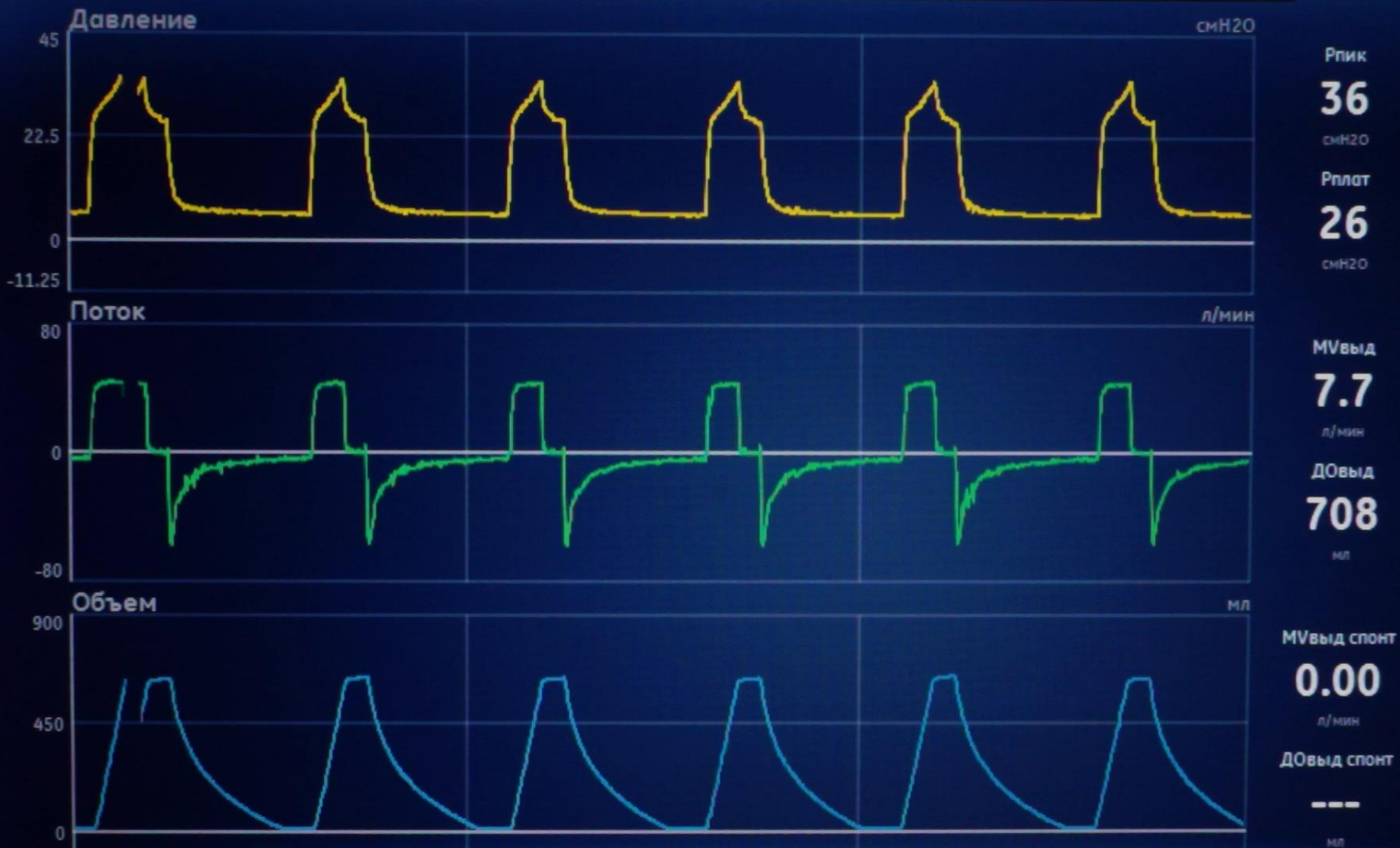
Варианты респираторных нарушений у больных с ингаляционной травмой



- Обструкция дыхательных путей
- Паренхиматозная легочная недостаточность
- Нарушения функции легких не обнаружено

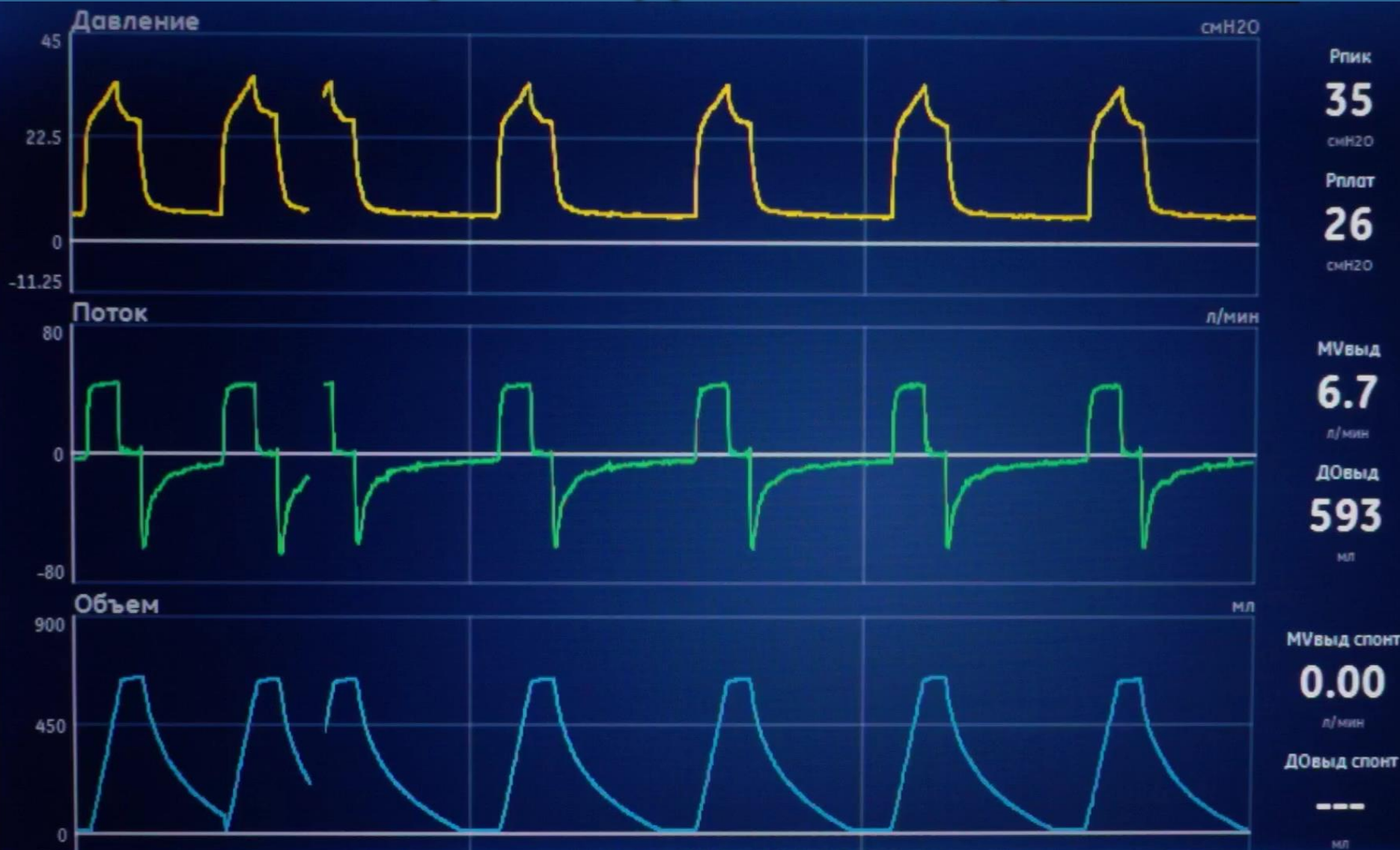


Типичная картина графического мониторинга при ингаляционной травме

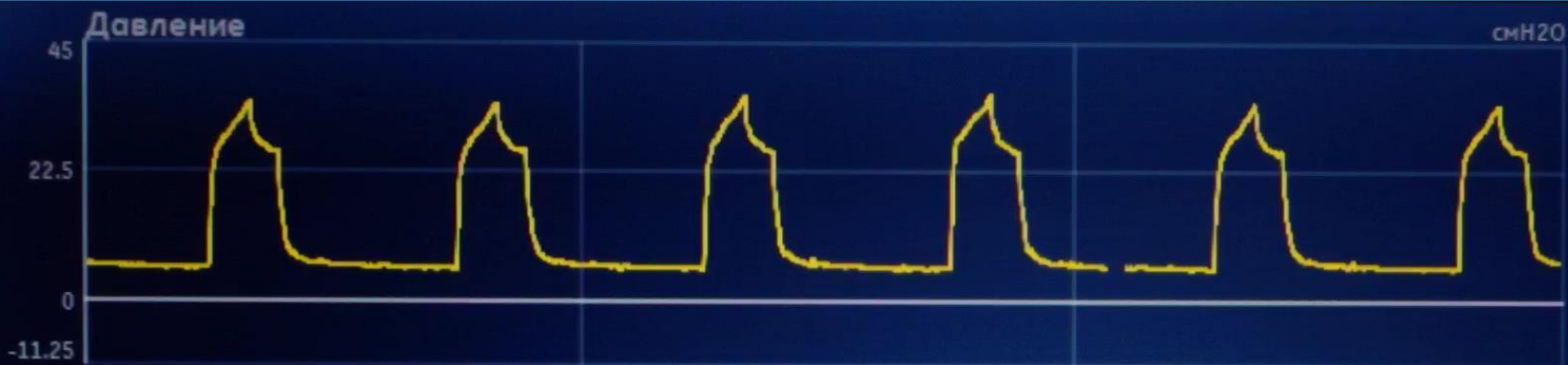




Ошибочное увеличение частоты дыхания при обнаружении гиперкапнии



Обнаружение auto PEEP



Рплат

26

смH₂O



МVвыд

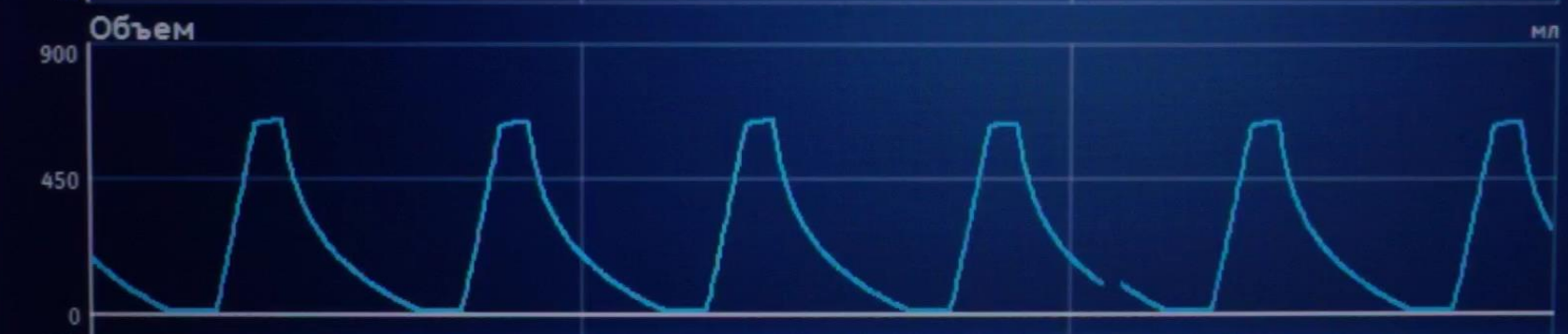
7.8

л/мин

ДOвыд

705

мл



МVвыд спонт

0.00

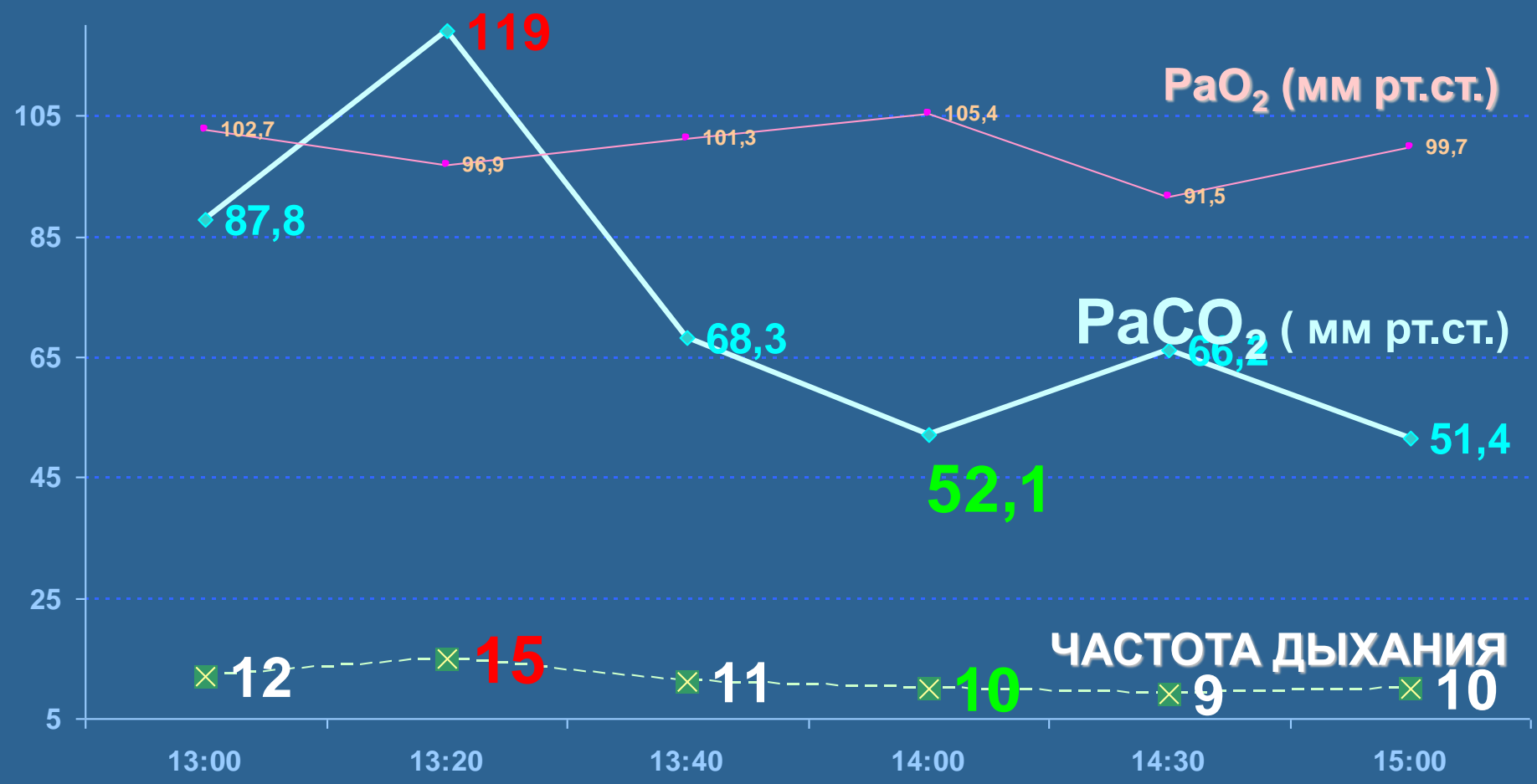
л/мин

ДOвыд спонт

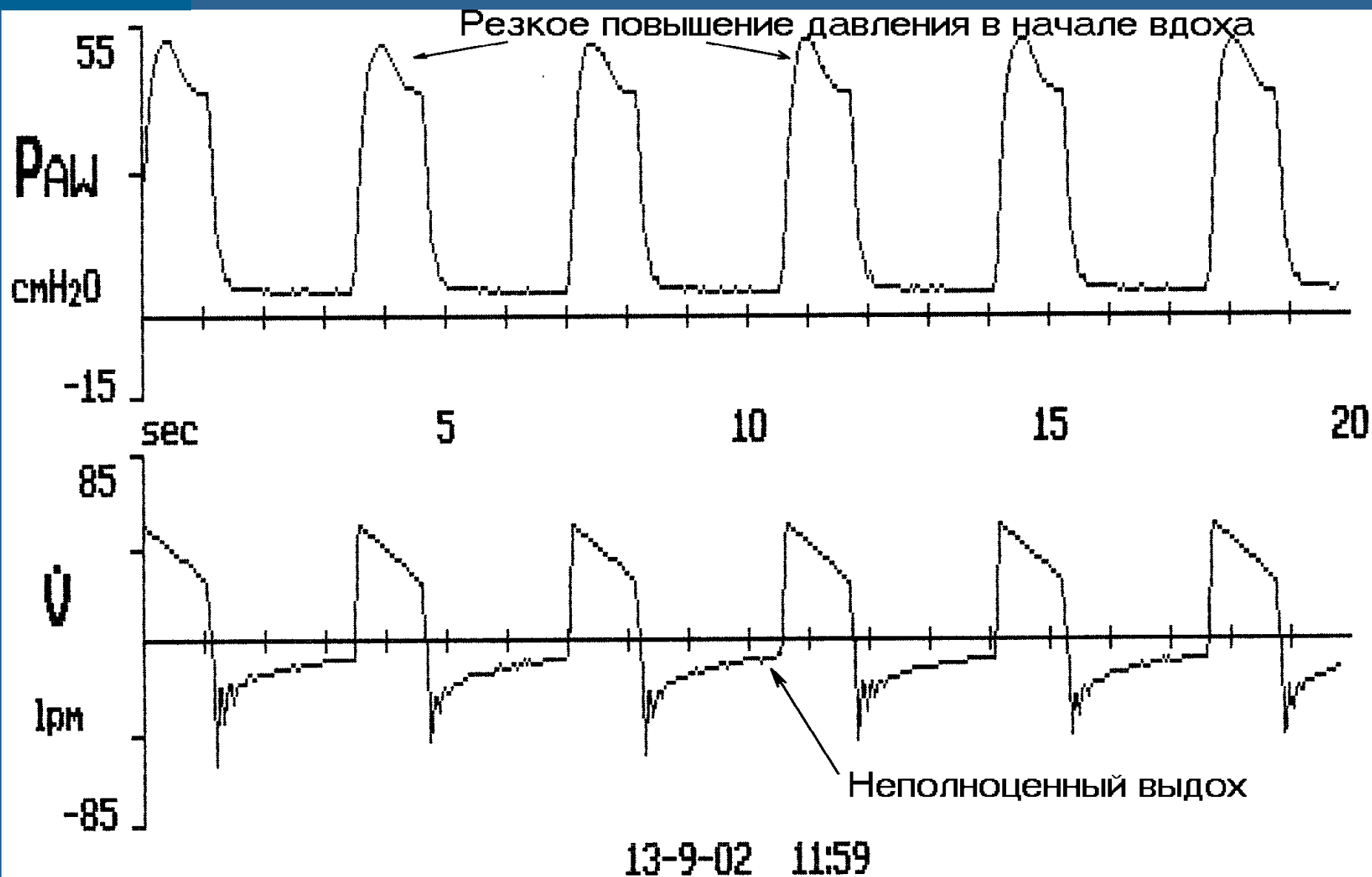
мл



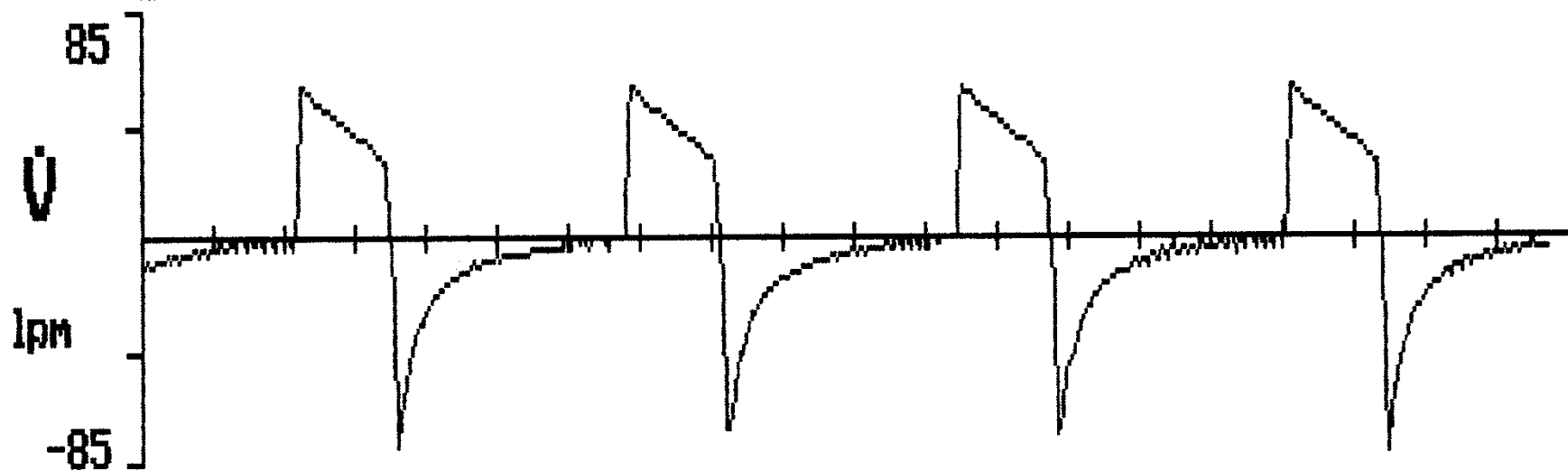
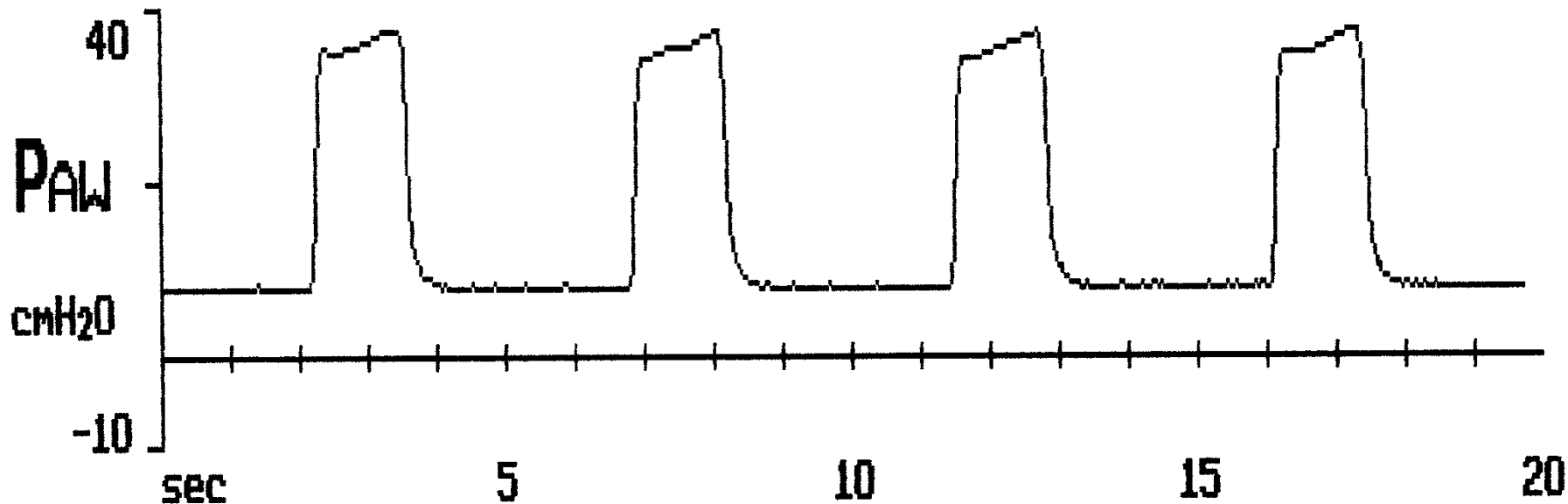
Критическая гиперкапния при ингаляционной травме



Явная обструкция дыхательных путей

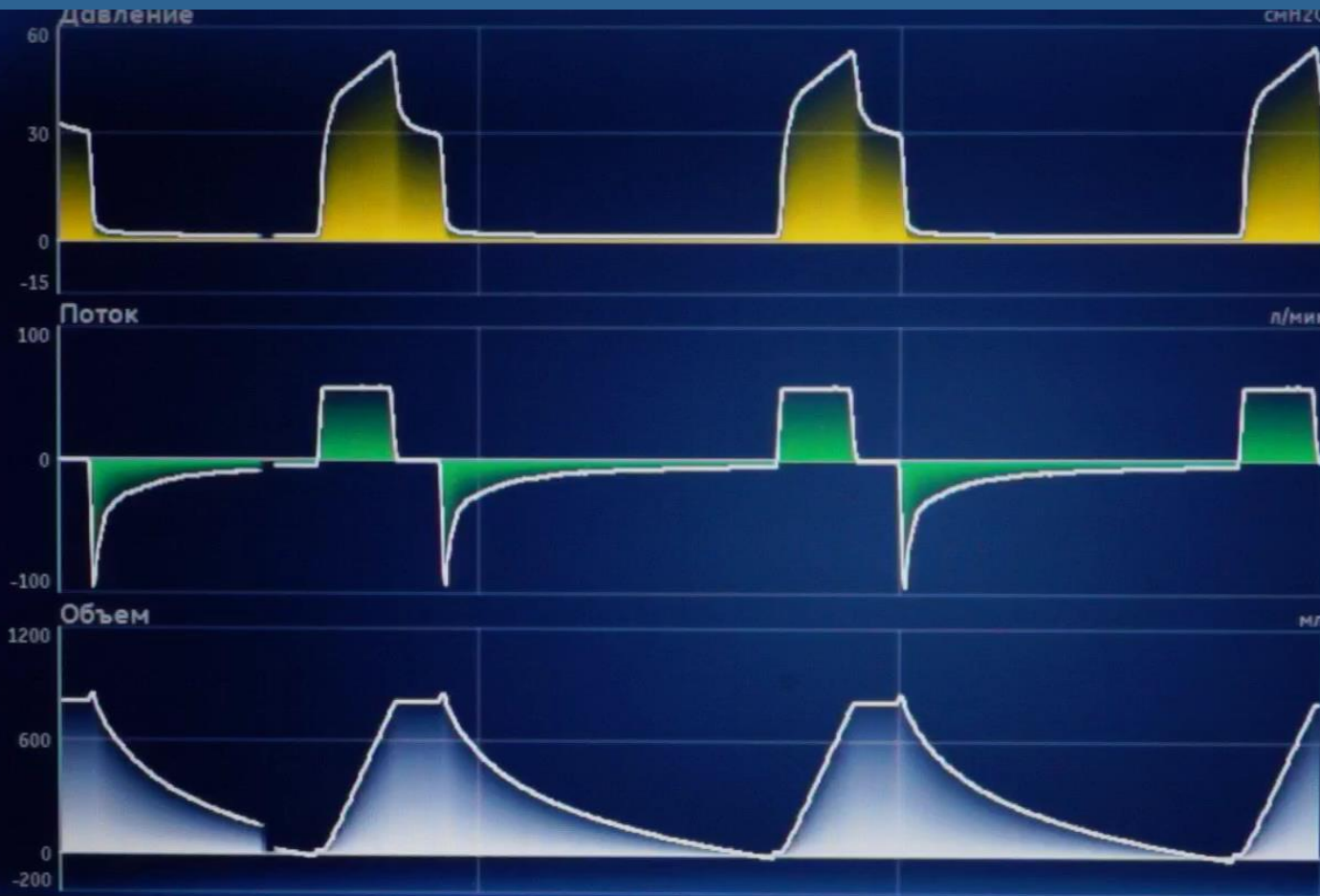


Скрытая обструкция



26-8-02 12:22

Вентиляция обструкции Volume Control



Рпик	59	PEEPe	1	Вык
54	4	1	Вык	
cmH ₂ O		cmH ₂ O		Вык
Рплат		Рсред		
31		11		
cmH ₂ O		cmH ₂ O		
Утечка % 0				
MVвыд	24	ЧД	10	Вык
8.9	2.0	10	Вык	
л/мин		л/мин		Вык
DOвыд		FiO2	35	41
886	Вык	35	29	
мл	Вык	%		
MVвыд спонт		ЧД спонт		
0.00		0		
л/мин		л/мин		
DOвыд спонт				

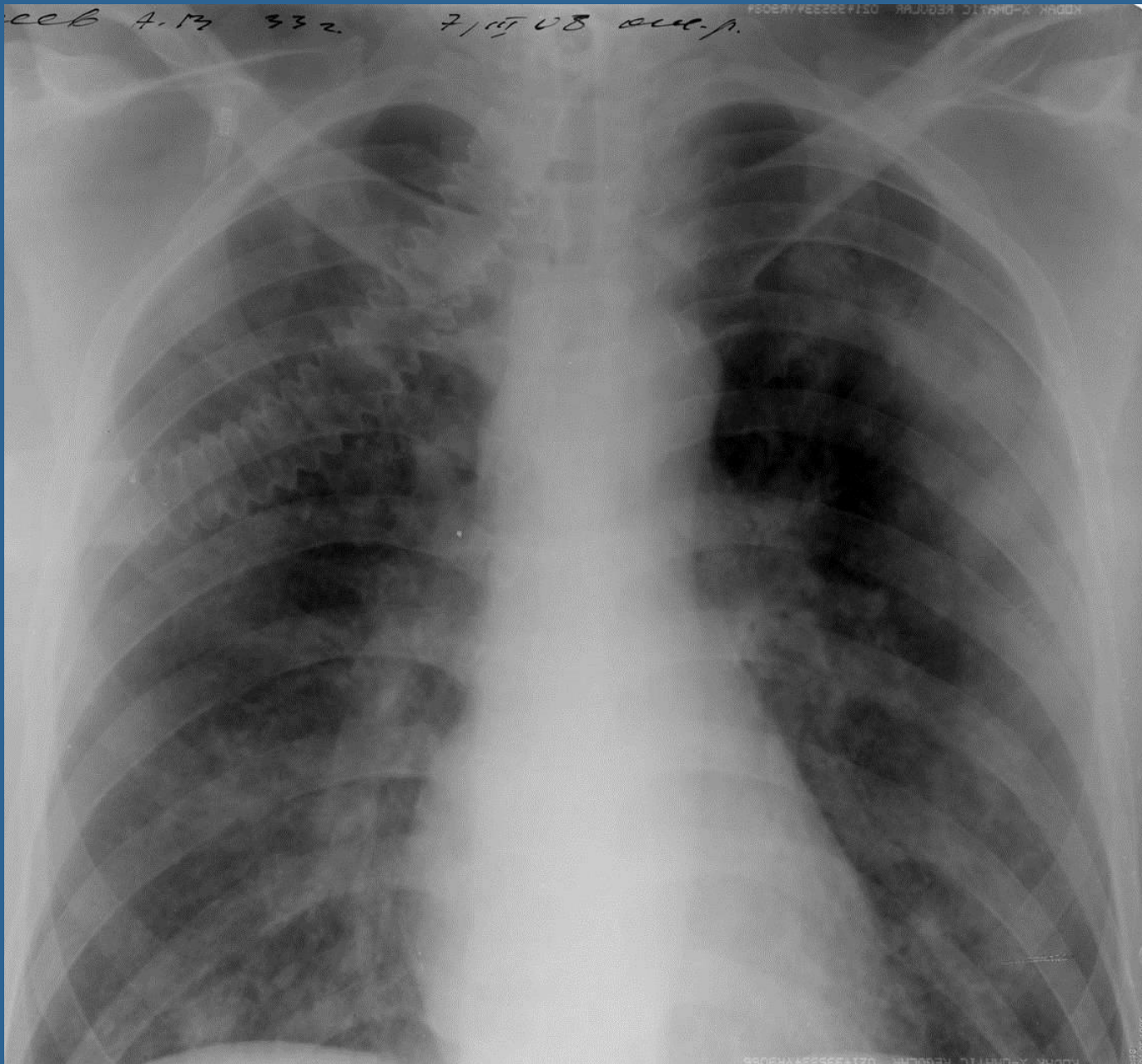
мл				



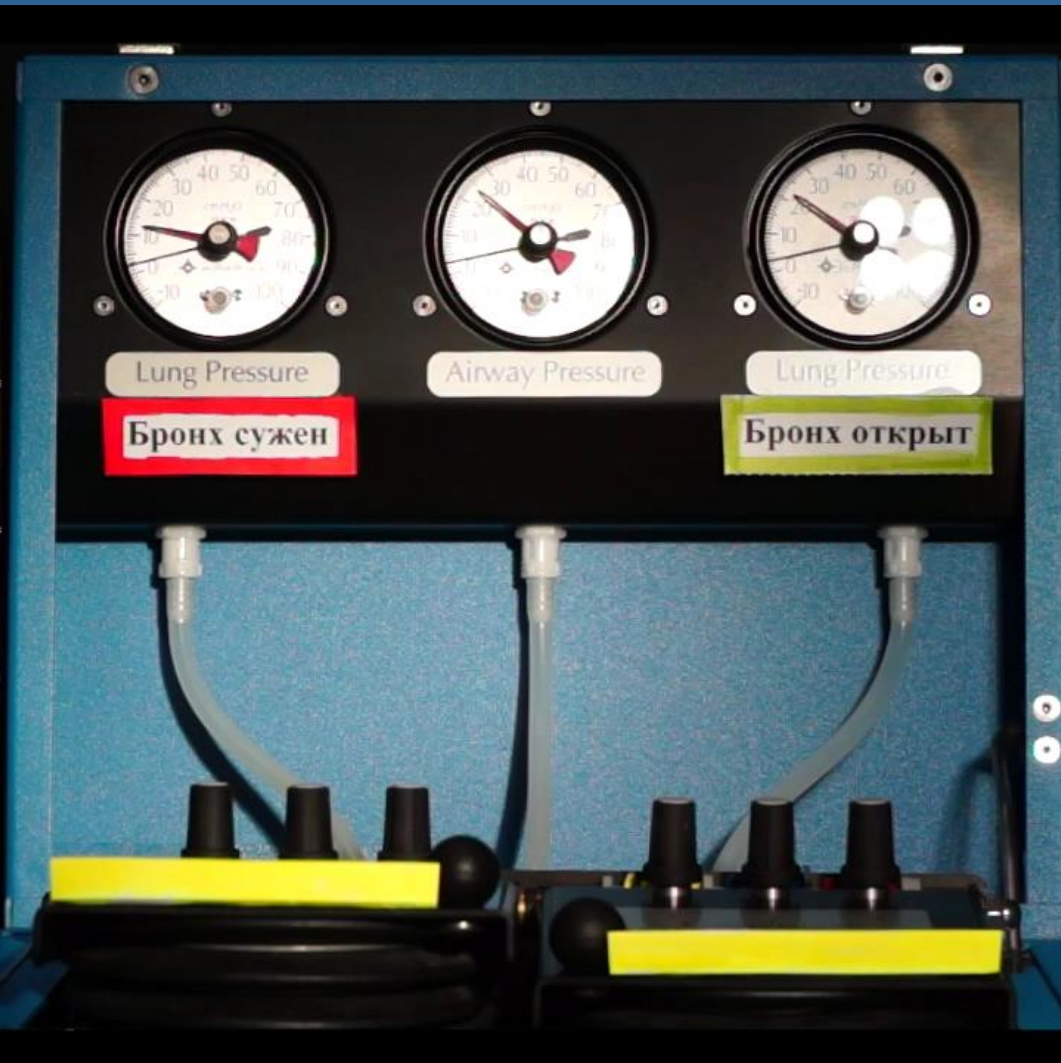
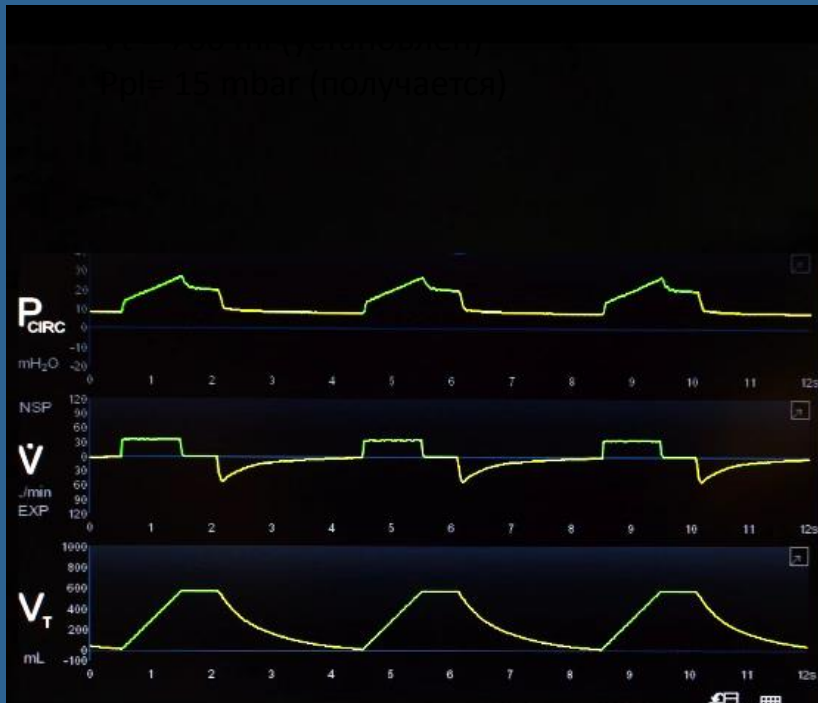
14:54

Текущий режим	FiO2	ДО	Частота	Твдох	PEEP	PS	ОЖИДАНИЕ
SIMV VC	35	850	10	1.6	Выкл	12	ОЖИДАНИЕ
	%	мл	/мин	с	cmH ₂ O	cmH ₂ O	

Гетерогенность изменений в легких



Неравномерная вентиляция при Volume Control ventilation



Равномерная вентиляция при Pressure Control ventilation

$P_{\text{пик}} = 15 \text{ mbar}$
 $V_t = 700 \text{ ml}$ (получается)



Lung Pressure

Бронх сужен



Airway Pressure



Lung Pressure

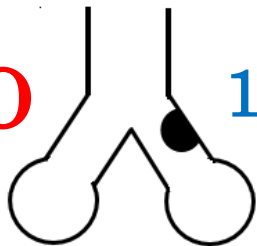
Бронх открыт



Сравнение распределения воздуха в легких при VC и PC

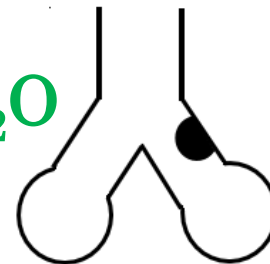
Volume Control
Вдох

23 cmH₂O 12 cmH₂O



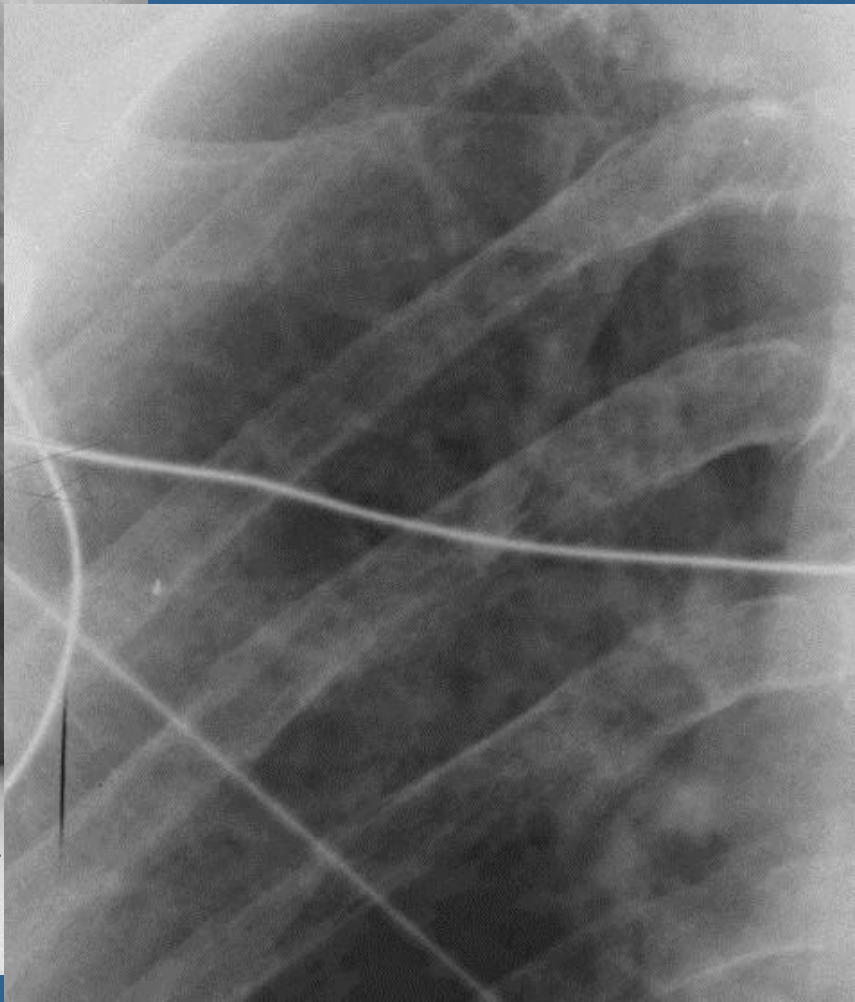
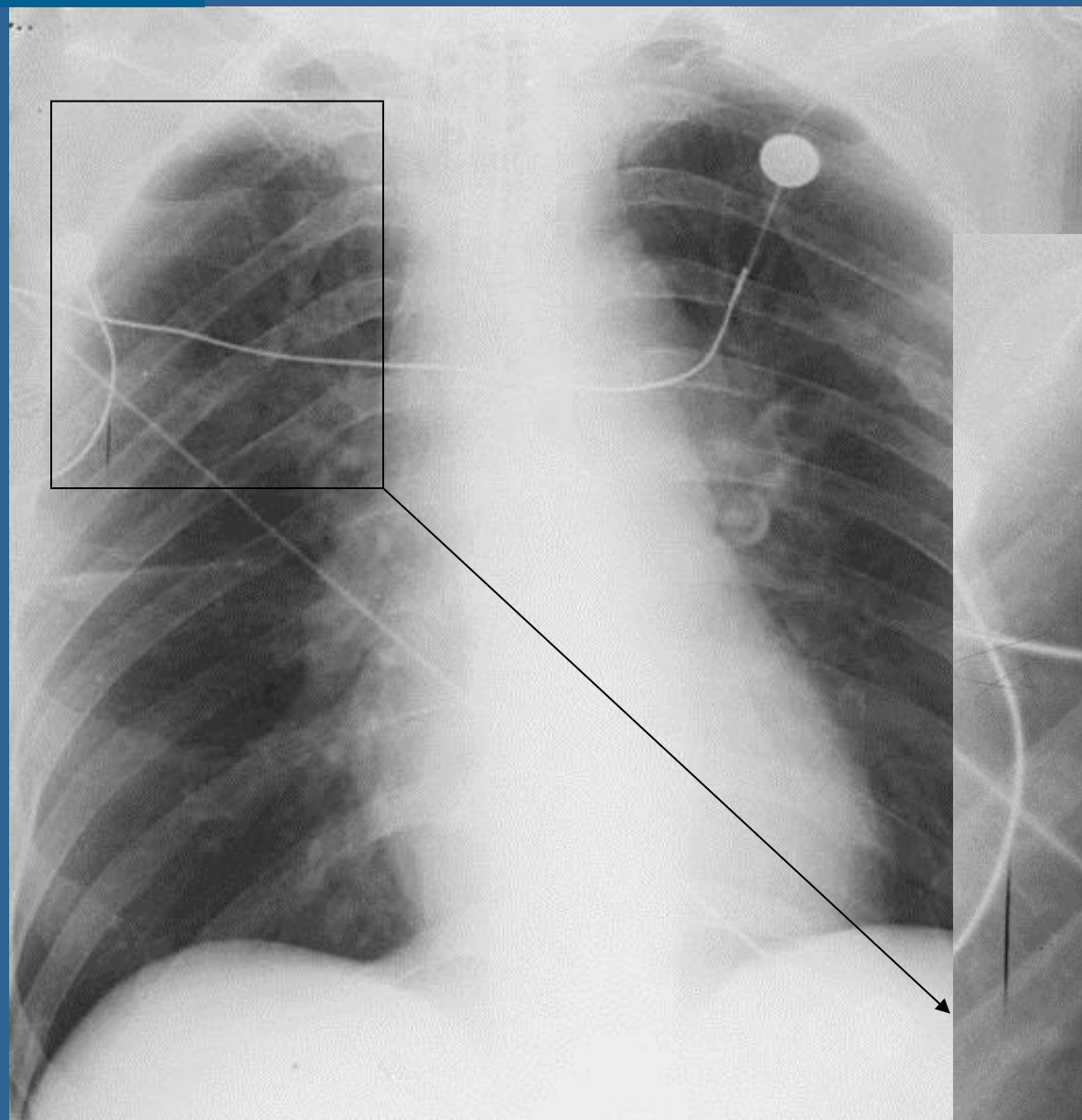
Pressure Control
Вдох

13 cmH₂O 13 cmH₂O



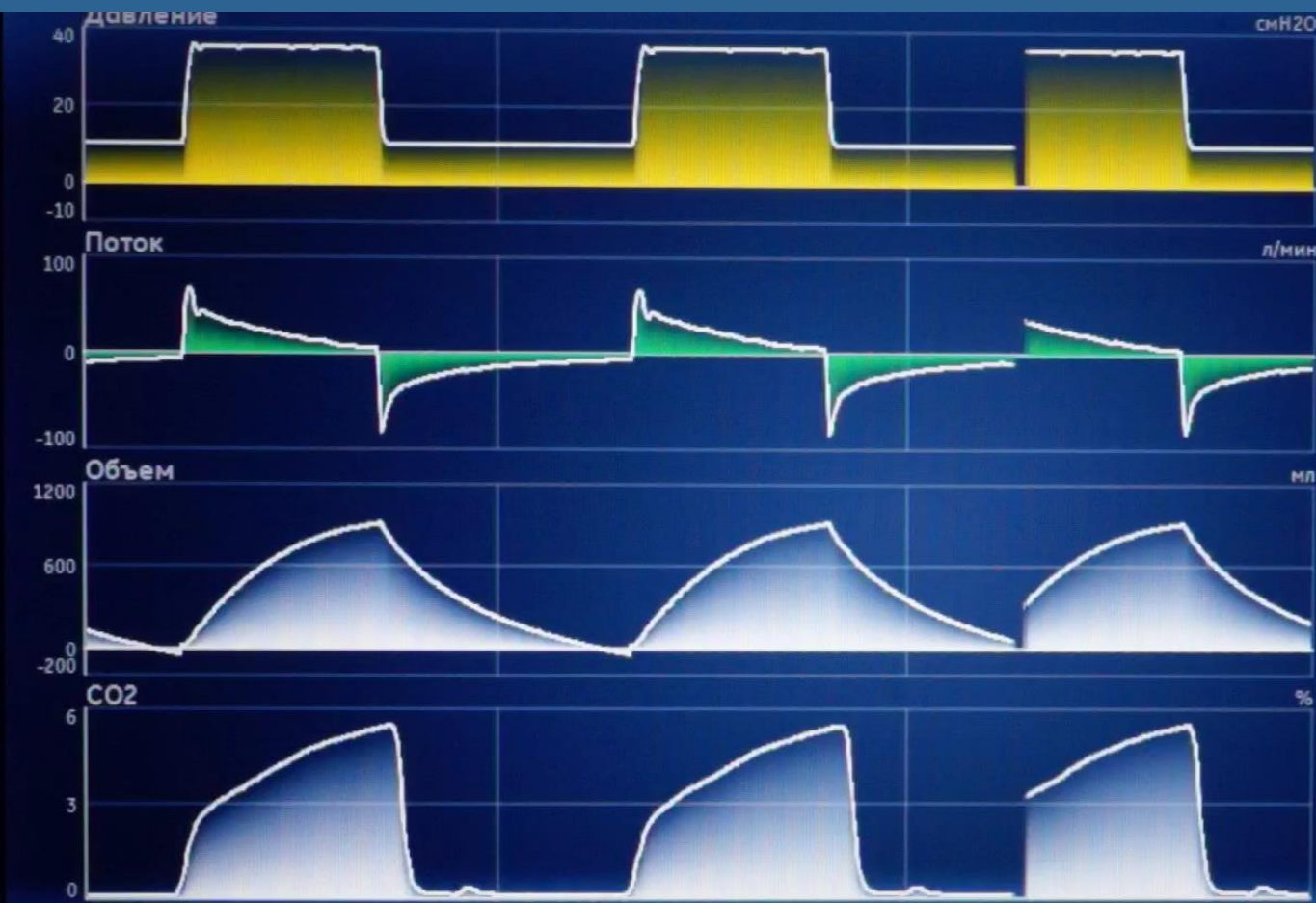
Перераздувание участков легких с формированием рентгенологической картины «тутовых ягод»

(Э.А. Береснева)





Pressure control ventilation при обструкции



Rпик	59	PEEPe	10	Вык
cmH2O	14	cmH2O		Вык
Rплат		Rсред	21	
cmH2O		cmH2O		
MVвыд	24	ЧД	10	Вык
л/мин	2.0	/мин		Вык
DOвыд		FiO2	35	41
мл	Вык	%		29
	Вык			
MVвыд спонт		ЧД спонт	0	
0.00		/мин		
л/мин				
DOвыд спонт				

мл				
EtCO2	8.0	VC02	216	
5.5	Вык	мл/мин		
%				

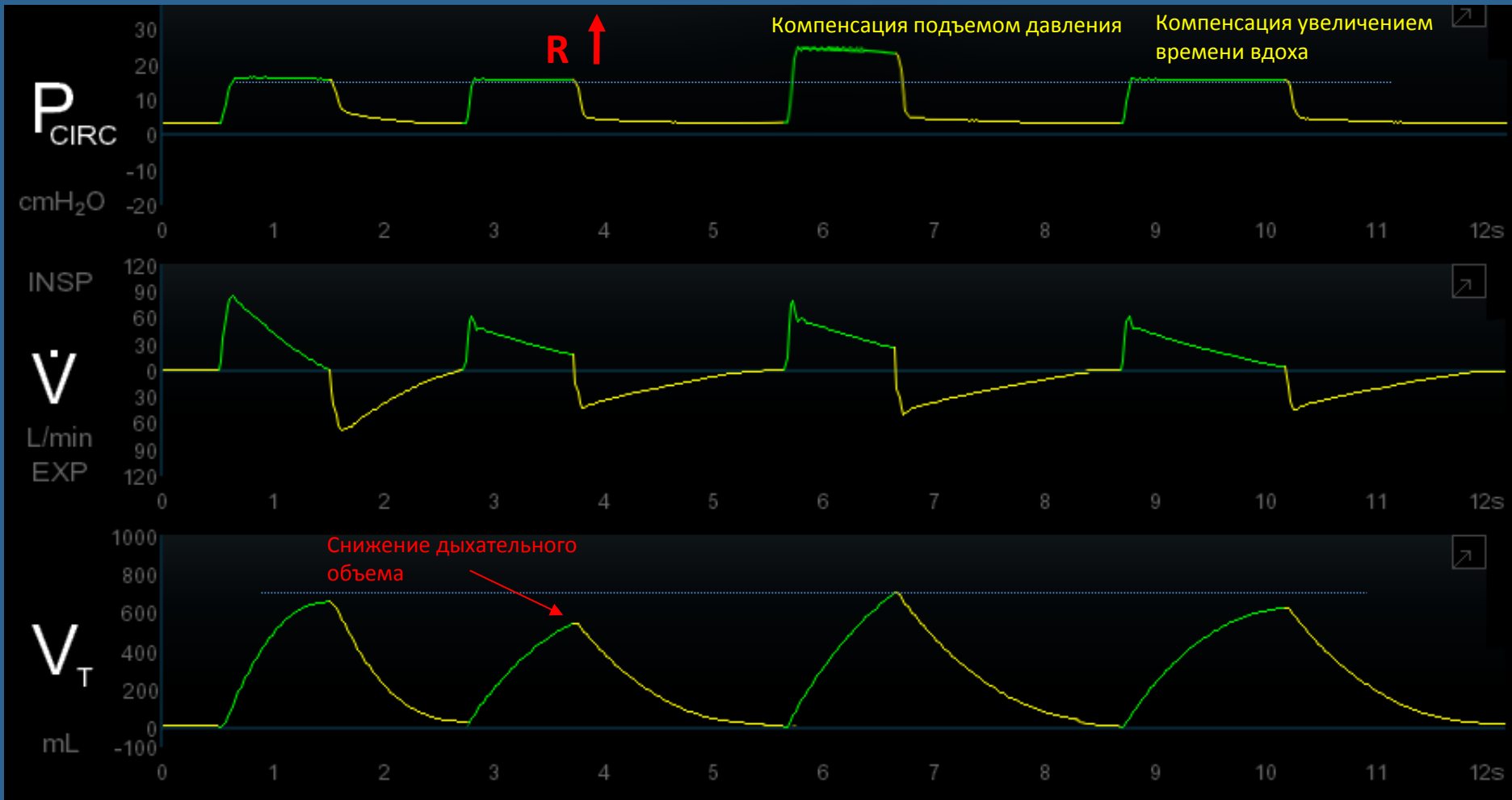
Текущий режим: **SIMV PC**

FiO2	Rвдох	Частота	Твдох	PEEP	PS
35 %	26 cmH2O	10 /мин	2.6 с	10 cmH2O	12 cmH2O

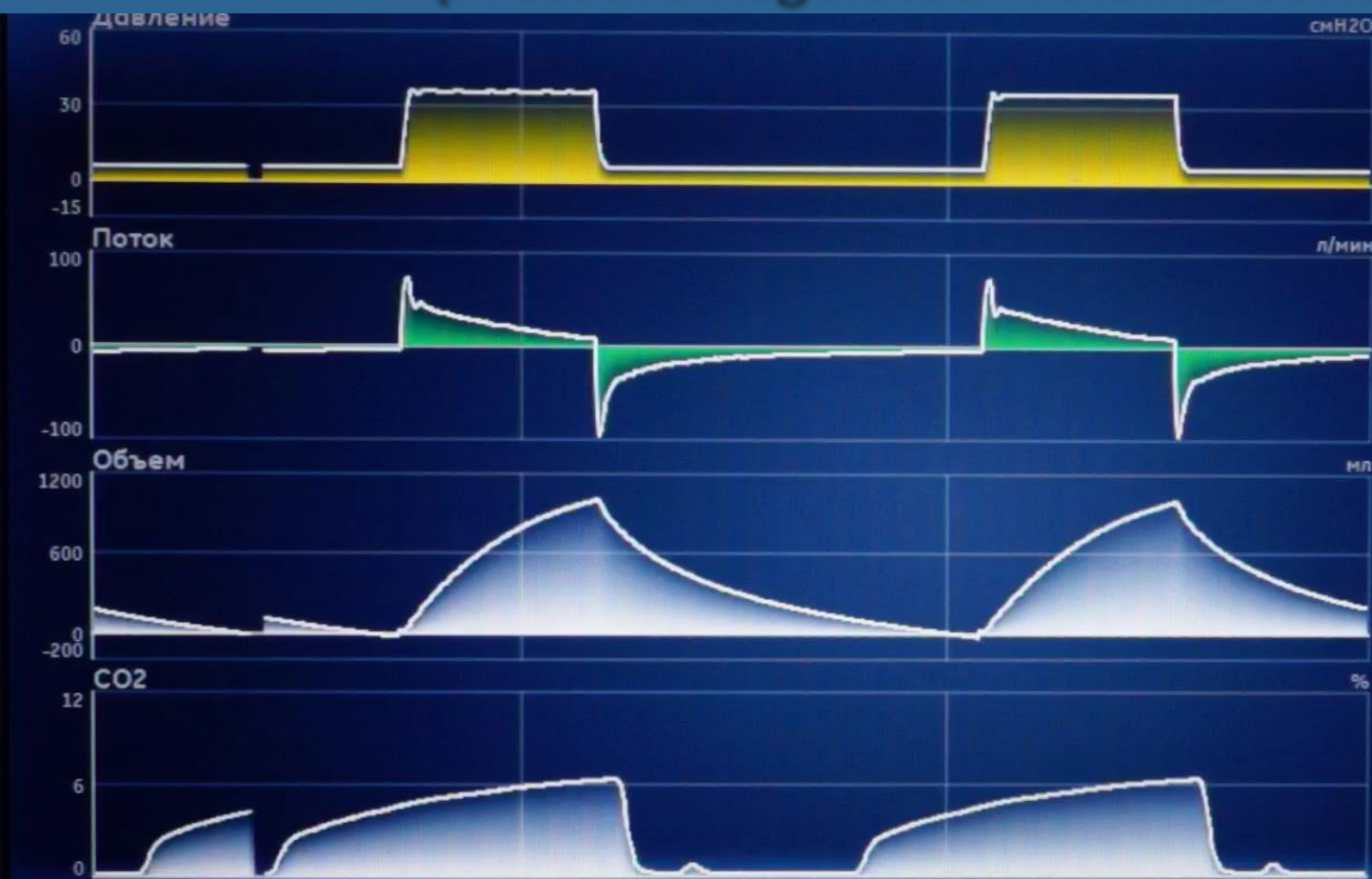
ОЖИДАНИЕ

17:27

Опасность Pressure control ventilation при обструкции дыхательных путей



Вентиляция Dual Control при обструкции (Pressure Regulated Volume Control)



Рпик 37 смH2O	59 9	PEEPe 5 смH2O	Вык Вык
Рплат --- смH2O		Рсред 15 смH2O	
MVвыд 8.5 л/мин	Утечка % 0	ЧД 8 л/мин	Вык Вык
DOвыд 1053 мл	24 2.0	FiO2 35 %	41 29
MVвыд спонт 0.00 л/мин		ЧД спонт 0 л/мин	
DOвыд спонт --- мл			
EtCO2 6.4 %	8.0 Вык	VCO2 213 мл/мин	

Текущий режим: **SIMV PRVC**

FiO2 35 %	DO 1000 мл	Частота 8 /мин	Твдох 2.5 с	PEEP 5 смH2O	PS 12 смH2O
-------------------------------	--------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	---------------------------------

ОЖИДАНИЕ

18:21

Краткое резюме:

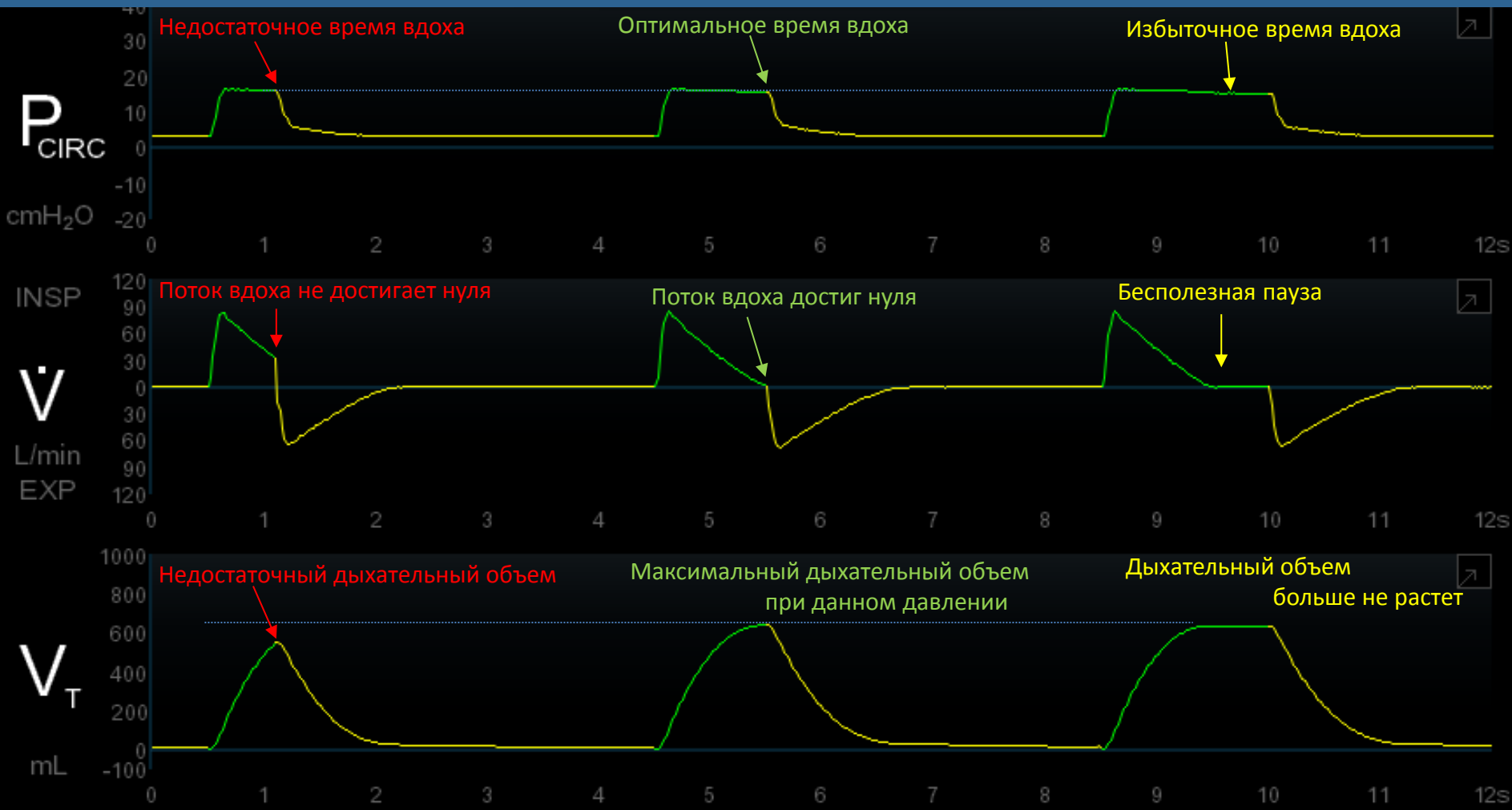
- **Бронхиальная обструкция не всегда легко идентифицируется с помощью графического мониторинга, однако вызывает autoPEEP и гиперкапнию**
- **Рекомендации по ведению на ИВЛ больных с ОРДС не подходят для респираторной поддержки при обструктивной патологии**
- **Обструктивных больных возможно вести на Pressure control ventilation. Таким образом достигается более равномерная вентиляция участков легких с разным сопротивлением дыхательных путей**



2 детских вопроса:

- Как подобрать время вдоха, гарантирующее вентиляцию «медленных участков» ?
- Как подобрать время выдоха, ликвидирующее autoPEEP ?

Подбор времени вдоха при Pressure Control



Постоянная времени

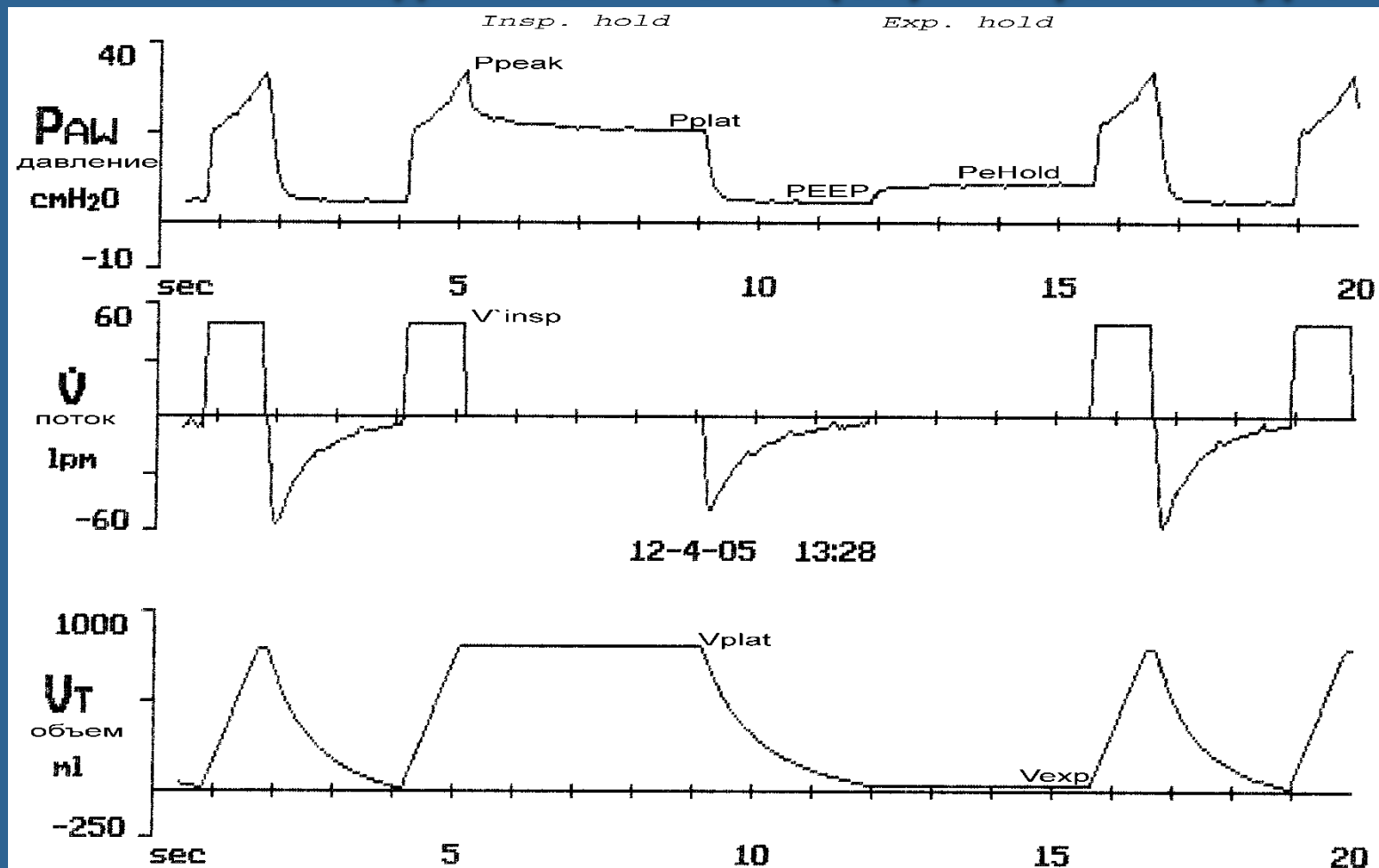
- Характеристика экспоненциального процесса

$$\tau = CR$$

3τ — 95% дыхательного объема

5τ — 99% дыхательного объема

Измерение сопротивления дыхательных путей (R), статической податливости легких (Cst) и «скрытого ПДКВ»

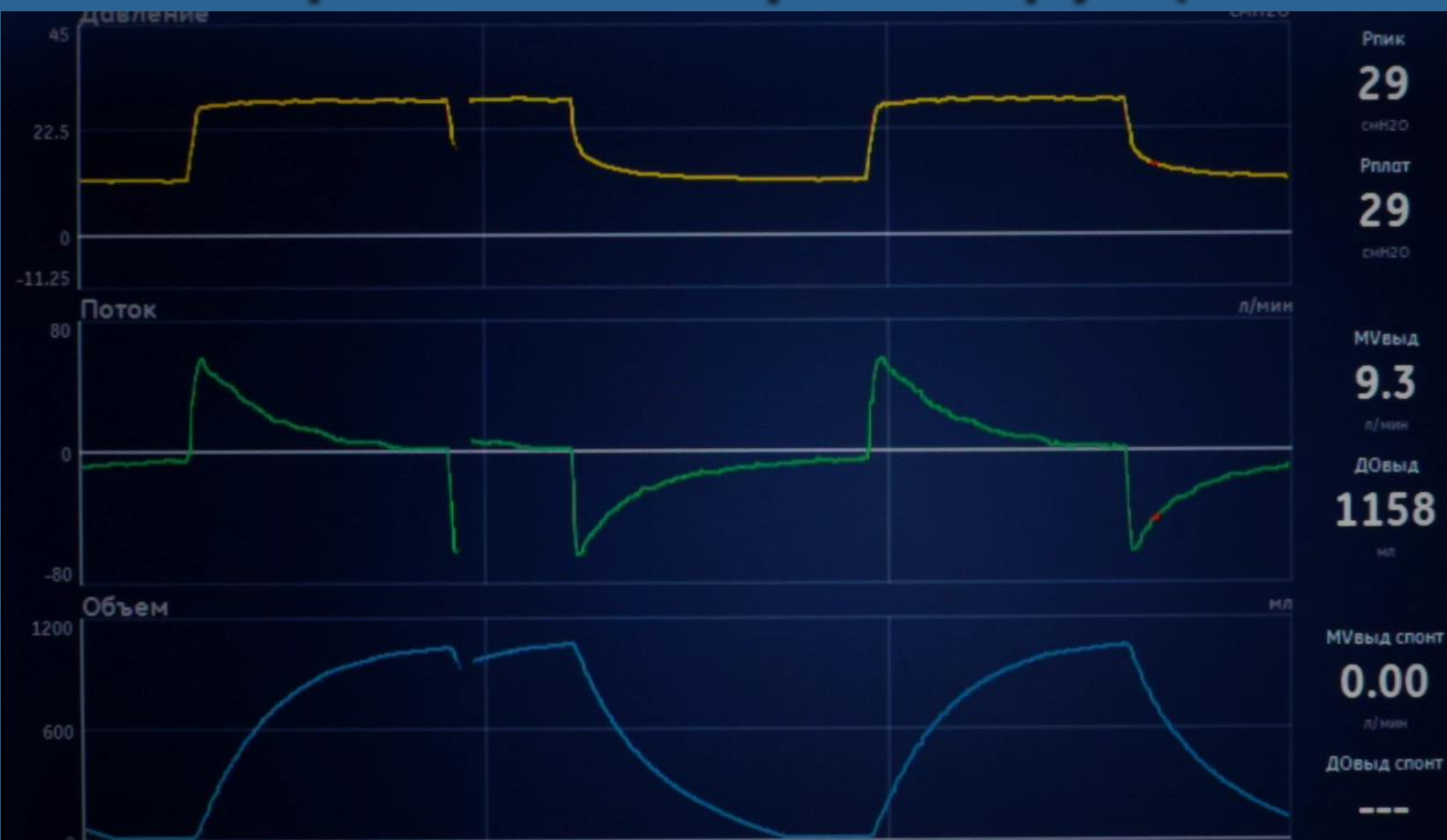


$$R = ((P_{peak} - P_{plat}) / V_{insp}) * 60 \text{ (см вод.ст./л/сек)}$$

$$Cst = (V_{plat} - V_{exp}) / (P_{plat} - P_{eHold}) \text{ (мл/см вод.ст.)}$$

$$autoPEEP = P_{eHold} - PEEP \text{ (см вод.ст.)}$$

Форма потока при обструкции



R = 22
C = 60

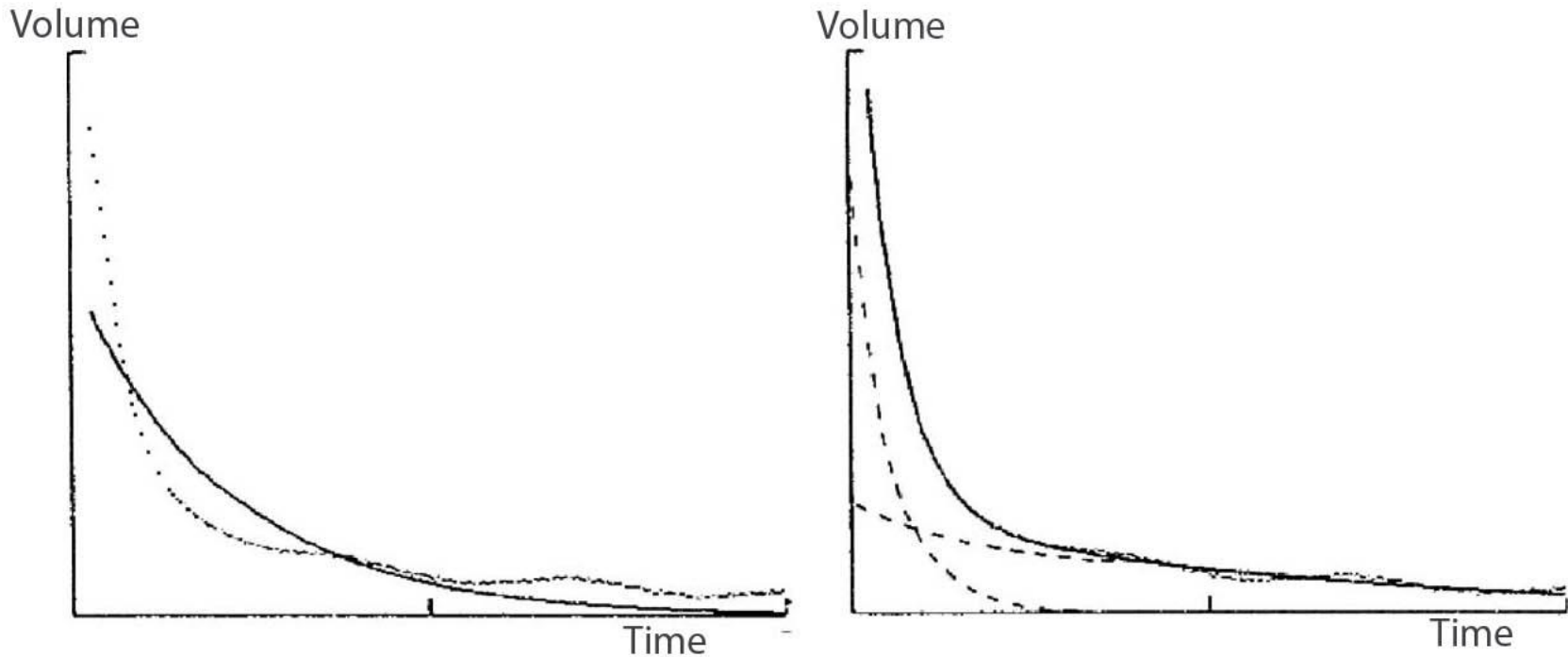
t вдоха = t выдоха = 3τ (4 сек)

Auto PEEP 16 см. H₂O

Поток при обструкции: Экспонента ?



Двухэкспоненциальная модель



Lung Mechanics JASON H. T. BATES 2009

↑
Экспоненты «медленных» и «быстрых»
компарментов накладываются друг на друга

Что лучше ?

Создать условия для наполнения «медленных участков» ?

(длинный вдох-длинный выдох)

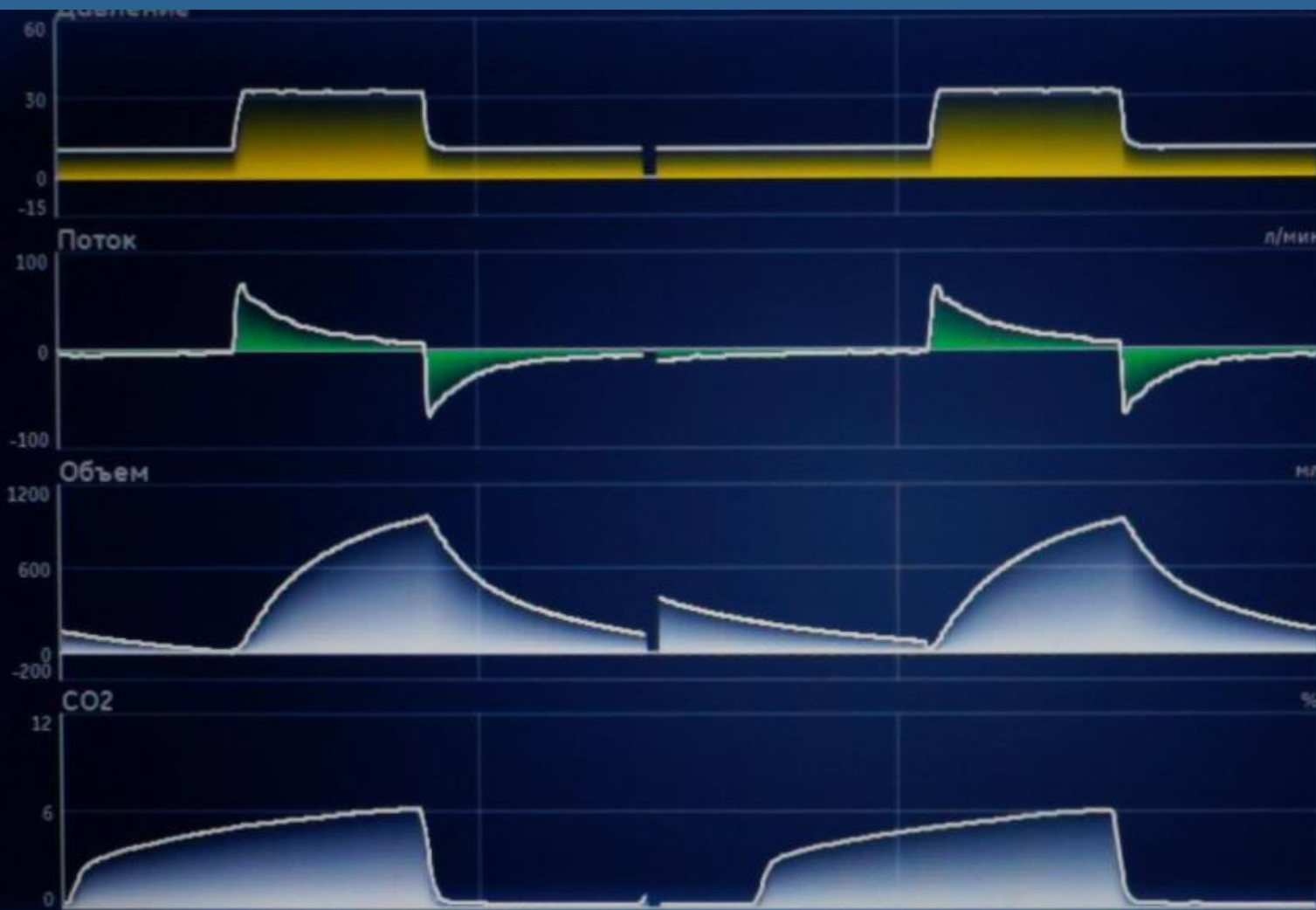
I:E=1:1

Или все возможное время потратить на выдох?

(высокое давление, короткое время вдоха – очень длинный выдох)

I:E=1:4

Выдох 5т auto РЕЕР 16

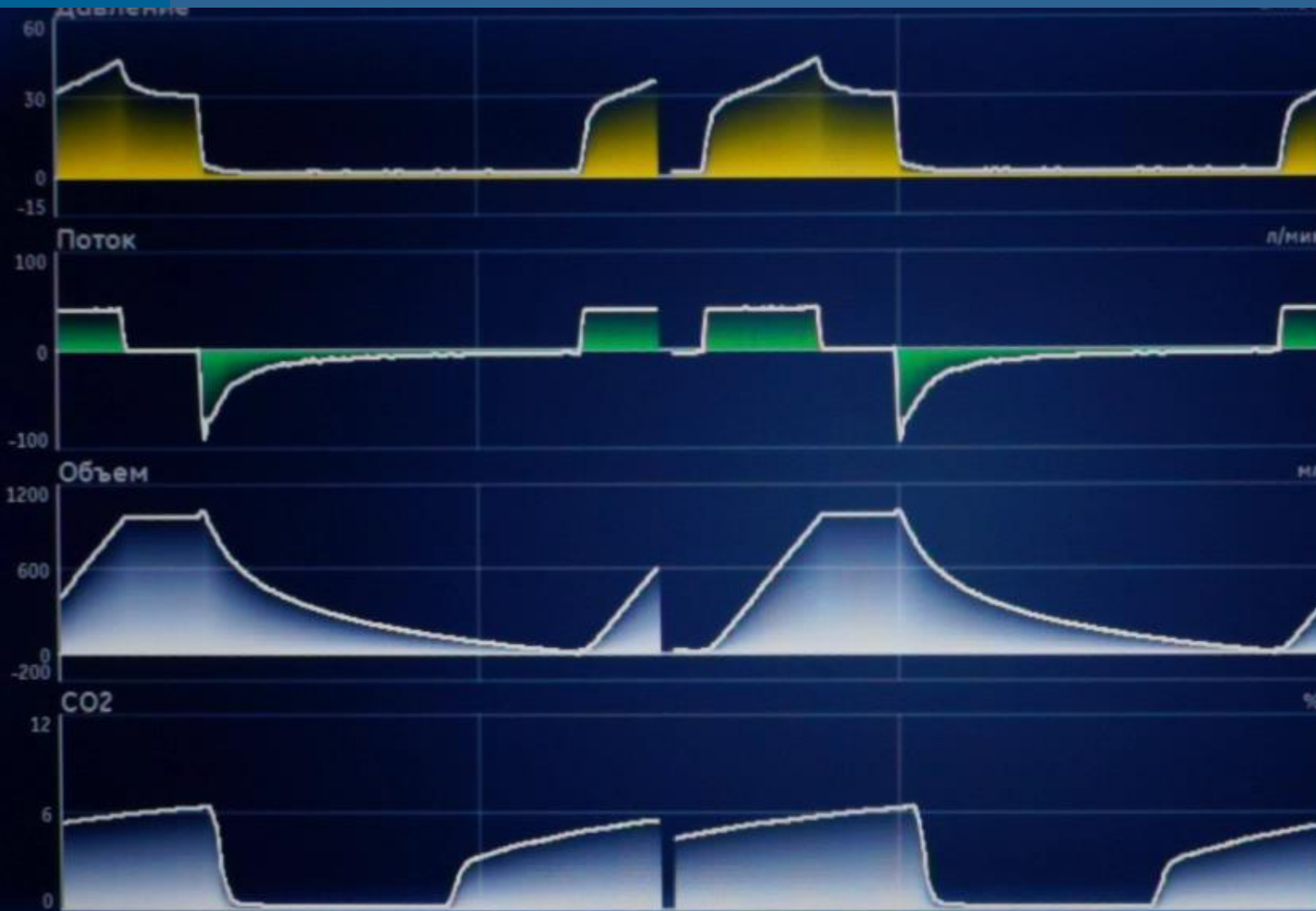


Рпик	59	РЕЕР
33	14	10
сн20		сн20
Рплат		Рсред
---		17
сн20		сн20
Утечка % 0		ЧД
МVвыд	24	8
6.8	2.0	8
л/мин	л/мин	л/мин
DOвыд		FiO2
974	Вык	40
мл	Вык	%
МVвыд спонт		ЧД спонт
0.00		0
л/мин		л/мин
DOвыд спонт		

мл		
EtCO2	8.0	VC02
6.2	Вык	190
%	%	мл/мин

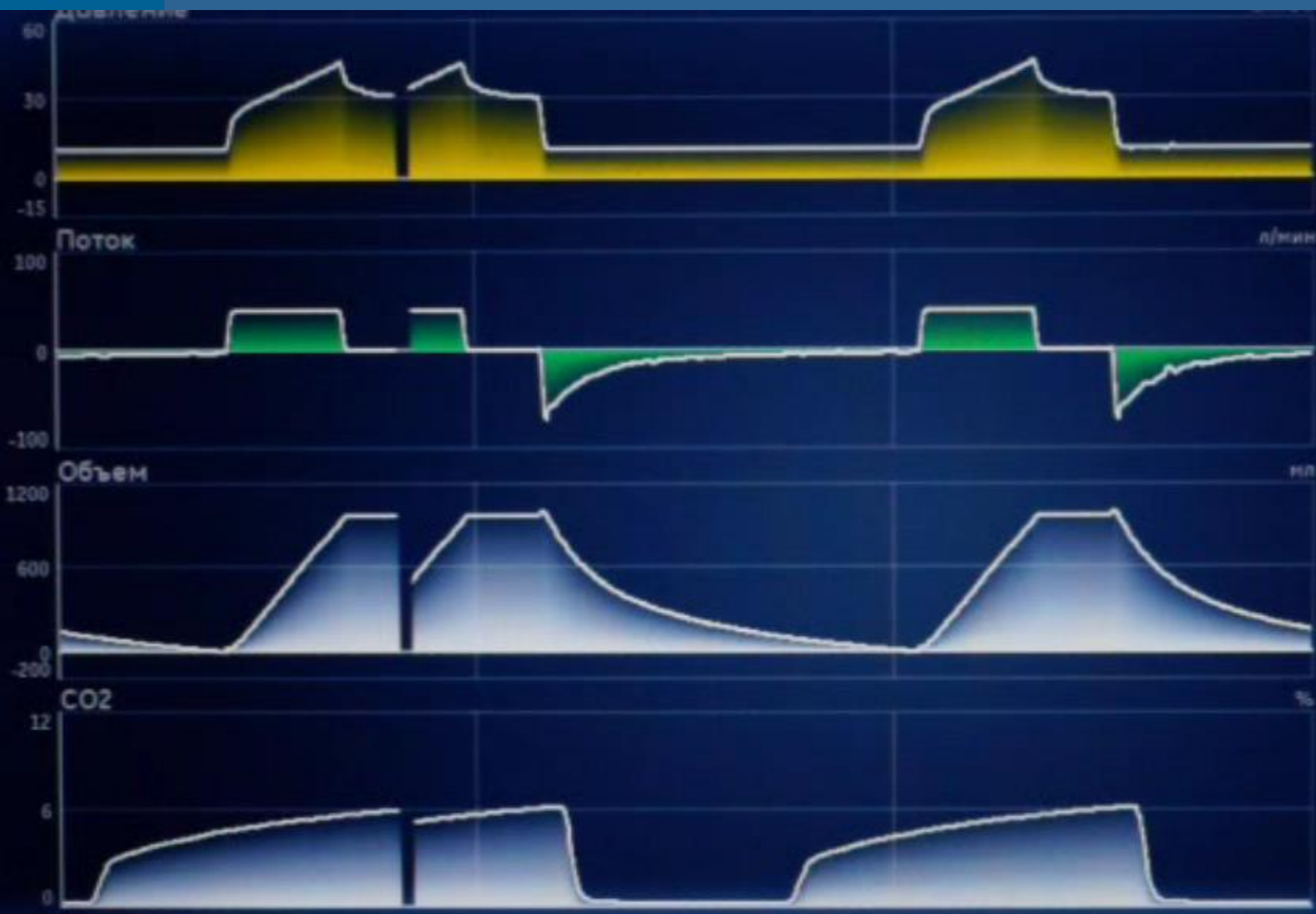


Использовать ли РЕЕР ?



Рлик	45	59
сМН2О		5
Рлат	31	
сМН2О		
МVвыд	8.3	24
л/мин		2.0
DOвыд	1034	Вык
мл		Вык
МVвыд спонт	0.00	
л/мин		
DOвыд спонт	---	
мл		
EtCO2	6.4	8.0
%		Вык

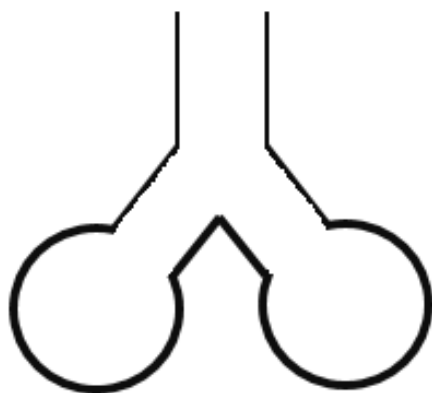
Феномен «PEEP absorber»



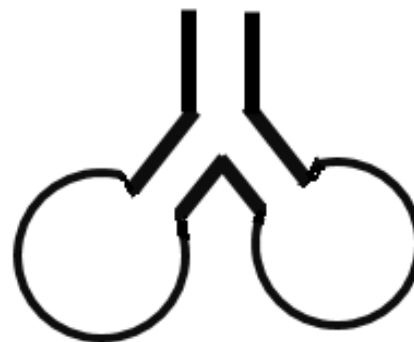
P _{max}	45	59
сн/ДО		14
P _{plat}	31	
сн/ДО		
MVвыд	8.2	24
л/мин		2.0
DOвыд	1030	Вык
мл		Вык
MVвыд спонт	0.00	
л/мин		
DOвыд спонт	---	
мл		
EtCO ₂	6.2	8.0
%		Вык

Разница влияния РЕЕР

ХОБЛ



Бронхиальная астма



Рабочий алгоритм ИВЛ при обструктивном варианте ингаляционной травмы

- Метод вентиляции Pressure Control (BIPAP) или Dual Control (PRVC, VC+, VC auto flow)
- Частота дыхания 8-10 в 1 мин.
- Соотношение вдох-выдох 1:1
- Давление вдоха подбирается под требуемый дыхательный объем
- PEEP = 0

Нерешенные вопросы

- **Зависимость гиперкапнии от autoPEEP ?**
- **Идентификация гетерогенности легких**

Московский НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского



Спасибо за внимание!
Брыгин Павел Александрович
заведующий отделением реанимации для
ожоговых больных

P.BryginA@gmail.com