

Травма легких – причины, последствия, профилактика.

ИЛИ

Почему у нас в течение последних лет наблюдалось почти пренебрежительное количество VILI ??? (0,17 % от 5200 вентилированных пациентов)

Pavol Török, Peter Čandík,
Katarína Galková

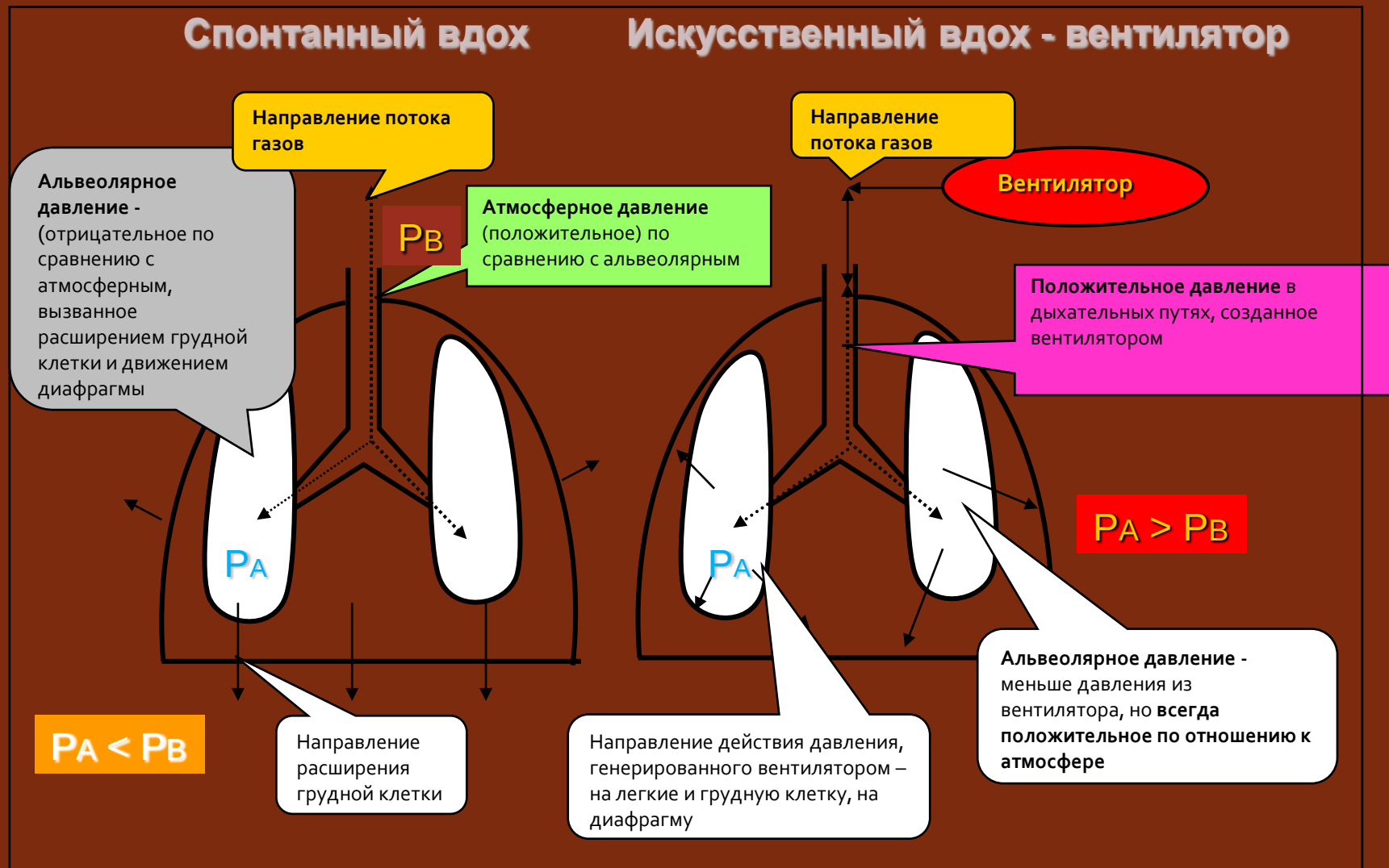
UNIVERZITA PAVLA JOZEFA ŠAFÁRIKA V KOŠICIACH



*Východoslovenský ústav srdcových
a cievnych chorôb, a.s.*



Нефизиологический характер ИВЛ



Структура легочной ткани и действие напряжения и деформации легочной паренхимы.

Напряжение (Stress) определяется как распределение (разделение) внутренних сил, приходящихся на единицу площади, вызванное внешней силой, действующей на конкретный материал (ΔP)

Деформация (Strain) определяется как силой вызванное изменение линейного размера специфического материала, которое превышает его исходную длину или сравнительную величину. (ΔV)

Эластин

Эластиновые волокна могут удлиняться примерно на **1,5 кратное исходной длины.**

Сетевой коллаген

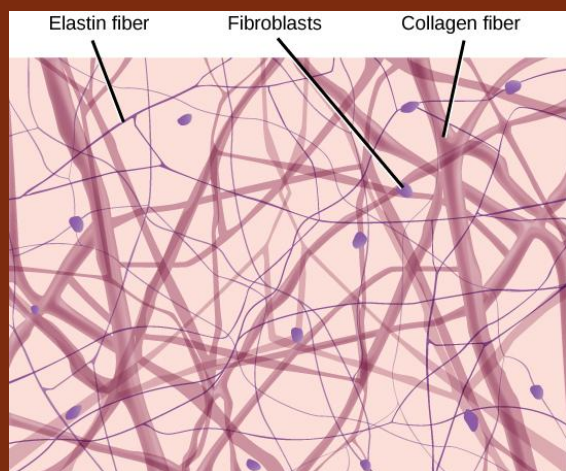
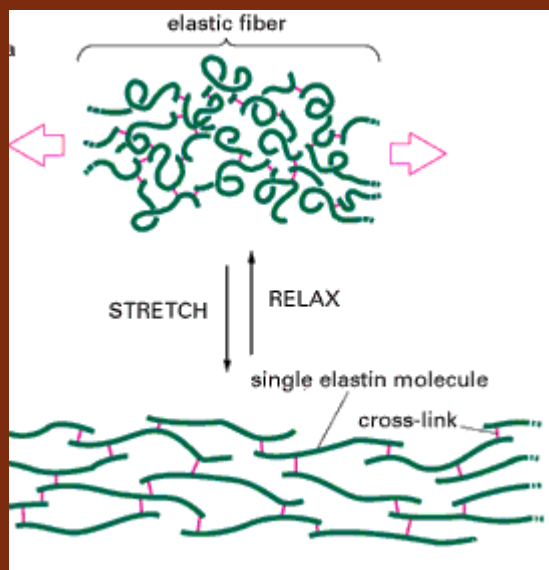
Коллагеновые волокна являются неэластичными и работают в качестве блокатора увеличения структур

Со структуральной точки зрения существуют **две решающих системы волокон**, которые выполняют решающую функцию в легочной ткани.

- Первая начинается на легочной периферии (плевры) и входит глубоко в легочную ткань.
- Вторая начинается в области ворот и она направлена центрипетально в легкие.
- Обе системы встречаются в области альвеол.

3. **Макромолекулы гиалуроновой кислоты и протеогликаны** заполняют пространство между фибриллярными (сетевыми) структурами

- метаболические и регулировочные функции
- уменьшение вязкостного сопротивления движению тканей при дыхании

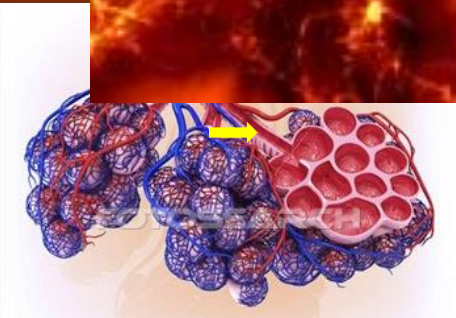


Травма, вызванная ИВЛ I.



азов

ла



Термотравма – быстрое фрикционное действие Q_i

Травма, вызванная ИВЛ VIII.

Энергия, поглощенная легкими в качестве основного фактора травмы

Энергия и работа. I

Энергия, действующая на легочный корпус во время искусственной вентиляции легких, может являться ключевым фактором для повреждения легких вследствие вентиляции (VILI).

Решающим фактором для возникновения повреждения легких вентилятором вследствие вентиляции (VILI) является количество поглощенной энергии в минуту (J/min)

Количество поглощенной энергии = Количеству применяемой энергии

- Потенциал повреждения легких зависит от продолжительности и силы, чем дольше и сильнее, тем больше повреждение (наоборот)
- Продолжительность и сила меньше сила, чем дольше, тем больше повреждение

Но существуют доказательства, что VILI (**Ventilator Induced Lung Injury**) - это не только повреждение при управляемой/вспомогательной ИВЛ, но это может быть повреждение легких также при спонтанной вентиляции, и мы его могли бы назвать **«ВЕНТИЛЯЦИЕЙ ВЫЗВАННОЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ ЛЕГКИХ»**.

Согласно закону о сохранении энергии она не может пропасть, она может только изменить свой вид (механическая в тепловую, электрическая в механическую.....)

Общую энергию, абсорбированную в легких во время одного искусственного вдоха, можно выразить в джоулях.

Травма, вызванная ИВЛ IX.

Энергия, поглощенная легкими

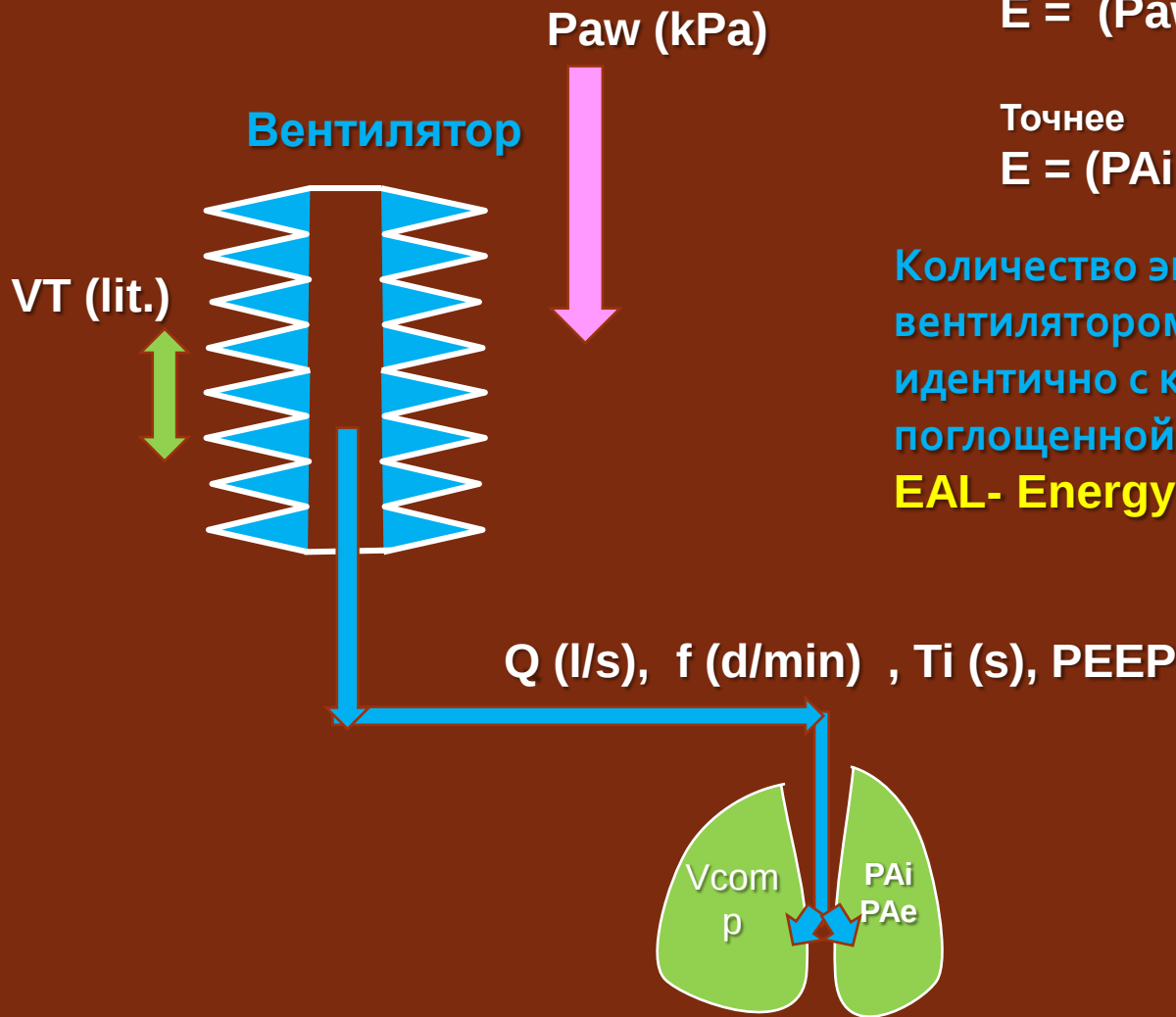
$$E = (P_{aw} - PEEP) * V_T * f$$

Точнее

$$E = (P_{Ai} - P_{Ae}) * V_T * f$$

Количество энергии, генерированной вентилятором во время инспирiums идентично с количеством энергии, поглощенной легкими.

EAL- Energy Absorbed by Lungs



Закон сохранения энергии в физике говорит о том, что в изолированной физической системе общая энергия является неизменной, т.е. не является функцией от времени. По другому – энергия не возникает и не исчезает, но она только меняется из одного вида энергии в другой, или в другие энергии. (википедия)

Травма, вызванная ИВЛ Х.

Энергия, поглощенная легкими в качестве основного фактора травмы

Джоуль является физической единицей работы. Работу можно определить как силу, необходимую для перемещения объекта на определенное расстояние.

Давление это сила (Newton/m²)

Объем можно выразить в (m³)

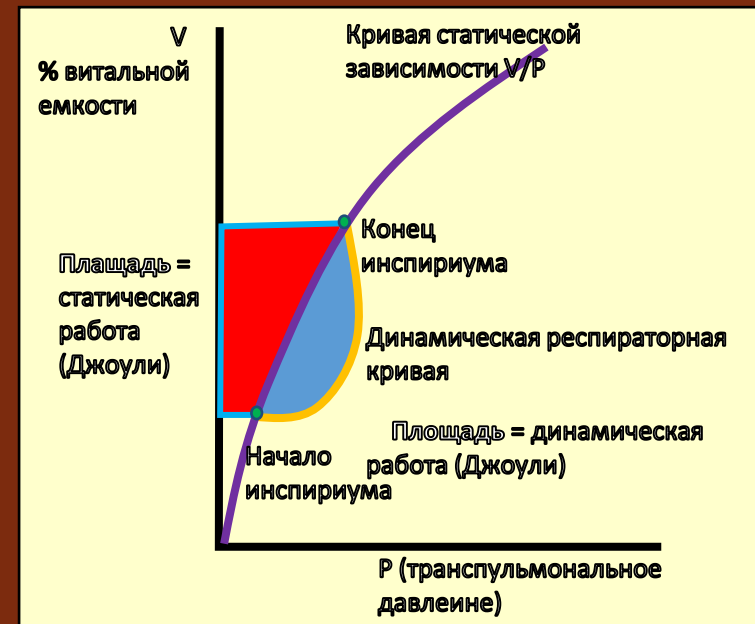
Потом $E = N/m^2 * m^3 = Nm = P * V$

Т.е. принципиально действует, что **сила, действующая в данном пространстве, является давлением (P)** и перемещаемый **объем (V)** – это **объект, который сила передвигает.**

Работу в легких можно графически изобразить в виде ограниченной области кривой давление-объем. В принципе, в легких существуют два вида проводимой работы – статическая и динамическая.

Статическая работа – это сила, необходимая для сохранения объема.

Динамическая – для преодоления сопротивления потоку газов, но, главным образом, растягивающимся тканям (например, сдвигу волокон и клеток друг через друга, и преодоления вязкостного сопротивления).



Травма, вызванная ИВЛ ХІ.

Энергия, поглощенная легкими в качестве основного фактора травмы

Центром внимания в профилактике VILI являются:

Минимизация дыхательного объема и давления

Минимизация инспираторного потока!!!

Дыхательная частота

Температура

Было определено, что скорость инспираторного потока, частота дыхания и даже температура становятся выразительными ко-медиаторами VILI.

На основании приведенного можно сказать, что величина динамической работы, аппликованной в легкие, может являться принципиальным фактором для повреждения легких.

Cressoni и соавторы предложили обобщающую гипотезу – механической энергии – которая включает в себя действие статической и динамической энергий, аппликованной в легкие с течением времени.

На свиной модели было доказано, что величина механической энергии, аппликованной в легкие, прямо ответственна за возникновение VILI.

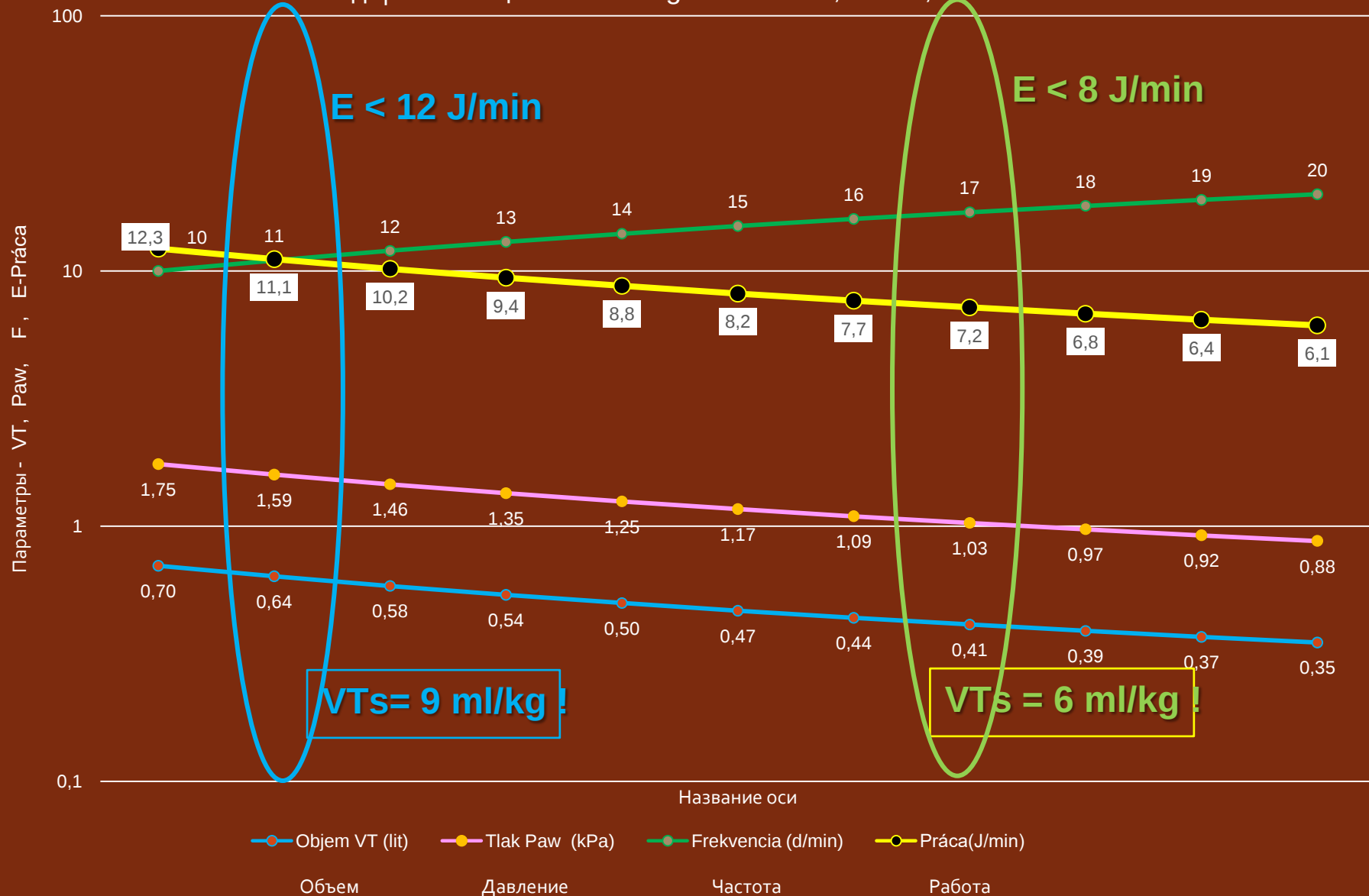
Доказано, что критическое значение аппликованной энергии составляет

12 Joule/min.

Травма, вызванная ИВЛ XII.

Энергия, поглощенная легкими – симуляция нормальных легких.

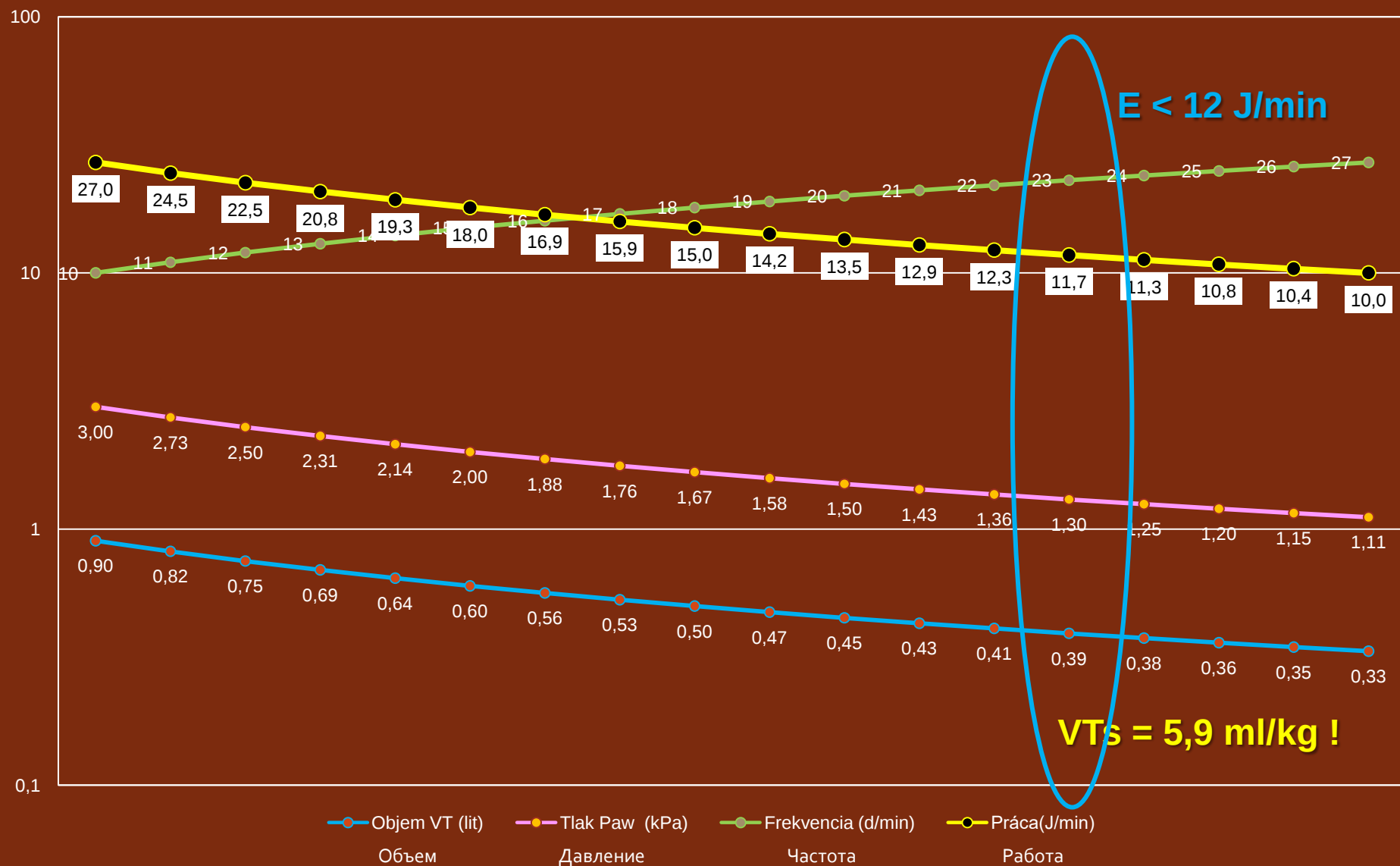
Здоровый пациент H=70 kg MV=7l/min, Cst=0,4 l/kPa



Травма, вызванная ИВЛ XII.

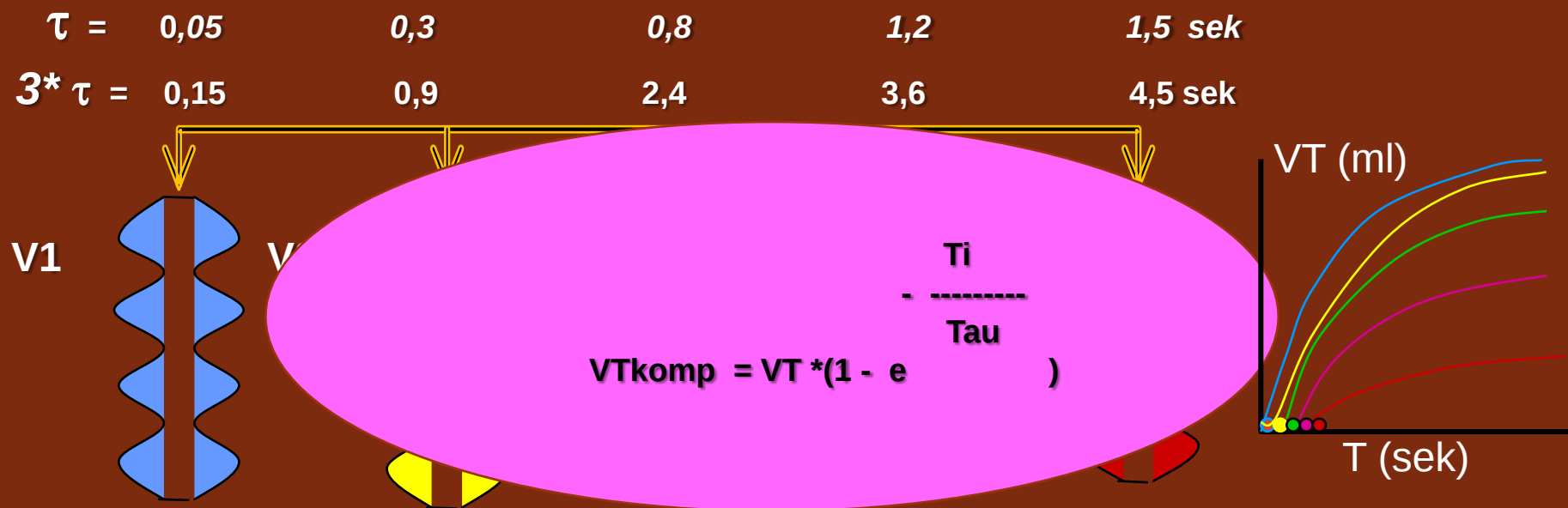
Энергия, поглощенная легкими - пример симуляции ARDS

Пациент с поврежденными легкими H=70 kg, MV = 9 l/min, Cst = 0,3 l/kPa.



Травма, вызванная ИВЛ XII.

Энергия, поглощенная легкими - неомогенные легкие



По отдельным компартаментам, т.е. 1/5 легких

$T_i = 1,5 \text{ sek}$ $f = 20 \text{ d/min}$
 $T_e = 2,5 \text{ sek}$ $MV = 8 \text{ l/min}$

$VT_1 = 220 \text{ ml} = 15,5 \text{ ml/kg}$	$EAL \approx 33 \text{ J/min}$
$VT_2 = 100 \text{ ml} = 6,25 \text{ ml/kg}$	$EAL \approx 13 \text{ J/min}$
$VT_3 = 50 \text{ ml} = 3,1 \text{ ml/kg}$	$EAL \approx 8 \text{ J/min}$
$VT_4 = 25 \text{ ml} = 1,5 \text{ ml/kg}$	$EAL \approx 2 \text{ J/min}$
$VT_5 = 15 \text{ ml} = 1,0 \text{ ml/kg}$	$EAL \approx 1 \text{ J/min}$

В среднем за все легкие

$C_{st} = 300 \text{ ml/kPa}$ $\Delta P = 1,33 \text{ kPa}$
 $T_i = 1,5 \text{ sek}$ $f = 20 \text{ d/min}$
 $T_e = 2,5 \text{ sek}$ $MV = 8 \text{ l/min}$
 $VT = 400 \text{ ml} = 5,0 \text{ ml/kg}$

$EAL = 11 \text{ J/min}$

ОТЛИЧНО ???

Профилактика большой EAL (energy absorbed by lungs).

Энергия, поглощенная легкими, т.е. почему у нас малое количество случаев с VILI

Последние 4 года – ВСЕ ВРАЧИ, начиная с анестезии, соблюдают принципы протективной вентиляции

Оптимизируем ИВЛ также у пациентов со здоровыми или минимально поврежденными легкими

У негомогенности дистрибьюции газов применяем PMLV и оптимизацию по частоте/объему с целью снижения EAL и минимизации PAi (пиковое альвеолярное давление) и VT

N = 30	Параметр	SD
Масса (kg)	79,07	12,52
Рост (cm)	166,37	6,81
Возраст (годы)	63,17	10,08

LIS (Lung Injury Score)	0,95
Pps basic (cm H2O)	10,10
Pps optimal (cm H2O)	7,77
VT basic (ml)	483,94
VT optimal(ml)	377,91
f basic (c*min-1)	14,57
f optimal (c*min-1)	21,43
EAL basic (Joule)	7,18
EAL optimal (Joule)	5,32

Основные задачи врача при управлении протективной ИВЛ I.

Или протективность с самого начала

В принципе, существуют две фазы основной настройки ИВЛ и оптимизации настройки

Ни настройка, ни оптимизация – это не одноразовые мероприятия!!!!

ЭТО НАСТРАИВАНИЕ – текущее

1. **Основная настройка параметров** – при подключении к вентилятору
(о пациенте и его легких мы ничего не знаем, но мы знаем, что они в порядке)

2. Пациента мы уже вентилируем, легкие повреждены (или здоровые) – **оптимизируем настройку параметров** с целью уменьшить травму легких.
(нам надо настроить как можно больше протективность уже во время ИВЛ и при патологических изменениях - в динамике заболевания)

Настройка вентилятора при подключении к ИВЛ во время анестезии, транспортировки, первое подключение пациента (слегка поврежденные или здоровые легкие)

-VTs (ml/kg) = 6 ml/kg

-Paw max = до 25 cm H₂O, или как можно меньше

-PEEP = 0,8 – 1 cm H₂O на 10 kg веса – IBV

-f (c/min) = сса f = **INT(22- вес (kg) / 17)** (весом понимай IBV)

-MV (lit/min) = сса **вес (kg) * 0,1** (весом понимай IBV)

- Qi (lit/min) = сса 1 lit/min /kg IBV (min 20 max 100 l/min) нормальный пациент
=60l/min



Мониторите хотя бы ETCO₂ и SpO₂ и начните НАСТРАИВАТЬ и ДУМАТЬ.

Основные задачи врача при управлении протективной ИВЛ II. Или протективность и основные рассмотрения

1. Обеспечить максимально возможную обменную площадь для газов и также объем дыхательных газов, т.е. V_A
2. Аппликовать дыхательные газы к поверхности альвеол
3. Обеспечить доставку кислорода к тканям

ОСНОВНЫЕ ЦЕЛИ протективной ИВЛ

1. Цель = обеспечить доставку O₂ в митохондрии всех тканей (SaO₂ + Hb + CO + дистрибьюция перфузии)

- 2. Цель = минимизировать**
(как это только возможно) любую травму легких.

8. Концентрацию **O2** настроить на та... составляло не менее 80 но не более 160 mmHg

В нашем понятии протективная ИВЛ обозначает: индивидуализированную и оптимальную настройку параметров вентиляции для конкретного пациента в данном времени и существующем состоянии его организма, главным образом, механических и функциональных свойств комплекса легкие-вентилятор, и также системы кровообращения.

Что делать, если я уже протективно вентилирую?

Если вы использовали все подходы, указанные в предшествующем слайде, у вас еще в наличии следующие:

Оптимизация энергии, поглощенной легкими !!!

Снижение температуры
Избежание баротравмы
Оптимизация Q_i (если вы минимизовали «тепловой ущерб» паренхимы легких)

И наконец, после диагностики негетерогенности дистрибуции газов перейти на другой, для негетерогенных легких на много меньше травмирующий «тонкий recruitment», позволяющий режим ИВЛ, именно программированную многоуровневую вентиляцию с переменным $V, f, P = PMLV$ (Programmed Multilevel / multifrequency ventilation)

Большинство поправок и оптимизаций ИВЛ исходит из оценки (реального измерения) постоянной времени TAU комплекса: Легкие – вентилятор и из мониторинга центральной гемодинамики (CO) и из нее выведенных параметров и также параметров доставки O_2 в организм.

Суммирующее подведение итогов

1. Уже в течение анестезии настраивайте строго протективные параметры ИВЛ.
2. Осторожно по отношению с концентрацией O₂.
3. Если вы проводите анестезию и вентиляцию у пациента с поврежденными легкими, необходимо учитывать это повреждение.
4. После операции продолжайте строго протективную ИВЛ.
5. У пациентов, вентилированных по другим причинам (Травма, пневмония, KPR, ARDS.....) учитывайте неомогенность дистрибьюции газов и ее потенциальное действие на травму легких, несмотря на стремление протективно настроить параметры
6. Внимание на высокий РЕЕР – в некоторых случаях он может быть более вредным чем полезным
7. У гипервентилированного пациента вспомогательной вентиляцией или NIV, можно легкие повредить больше, чем вы думаете
8. Мониторирование легочной механики, параметров волюметрической капнографии, транспортировки O₂ и гемодинамики, являются у критически больных эссенциальными
9. Принимание решений на основе фактов (данных) является научным, но надо применять также другие чувства

Случается и в хороших семьях, или

Что может вызвать сочетание:

- Молодой врач
 - Предельный пациент
 - Ухудшающийся респираторный отказ
 - Вера в NIV – «ведь она всегда помогает»
 - Невнимательность из-за занятости
 - Молодая неопытная медсестра
-
- Но, просто – совпадение случайностей и почти фатальный процесс

KAIM

V LAHU

LC

Пациент подключен к NIV при помощи маски
из-за респираторной недостаточности
Как можно «испортить легкие» при помощи NIV в течение 6 часов.
MV=20 l/min f=31 d/min, Paw= 12 cm H₂O, PEEP= 6 cm H₂O

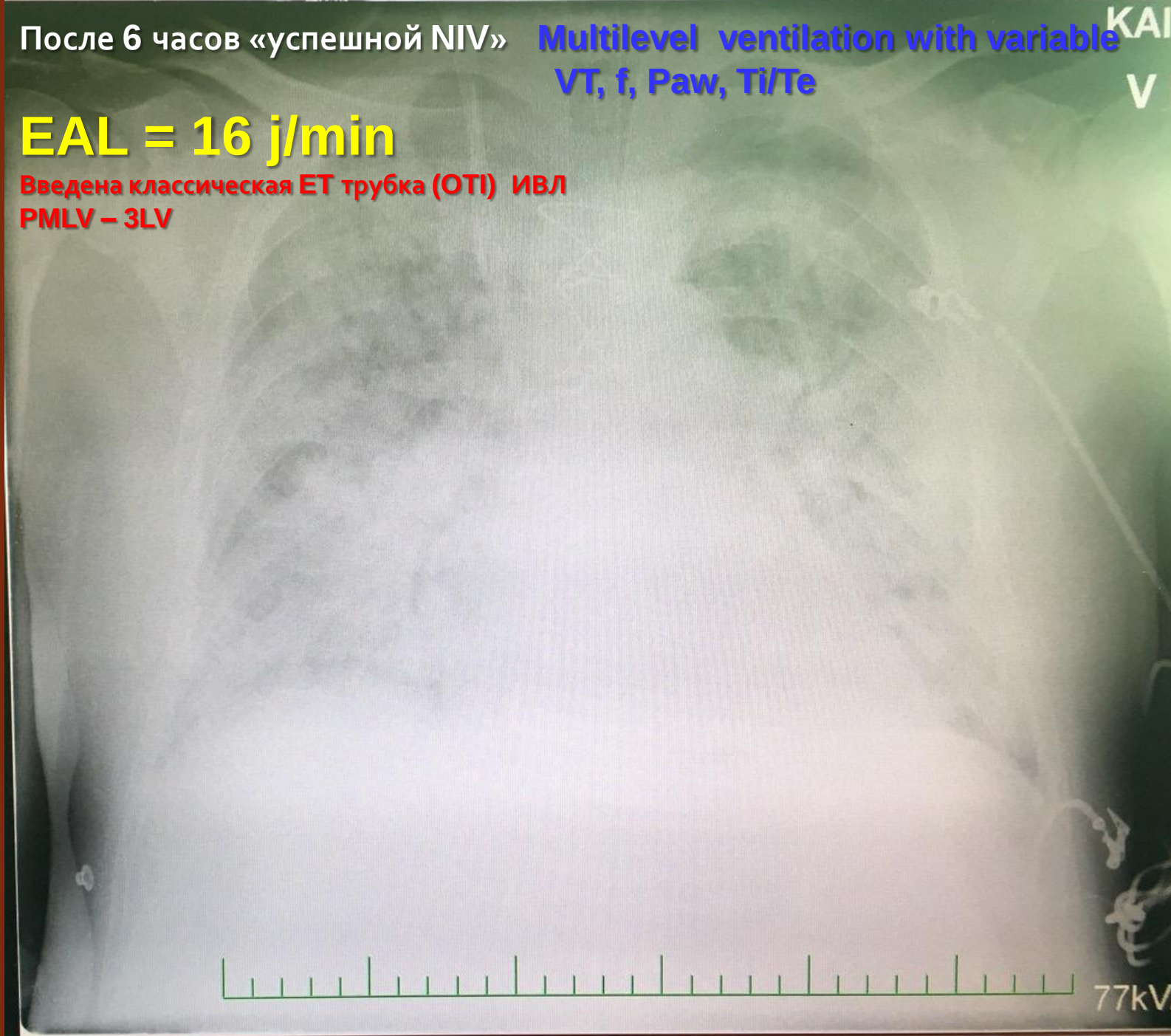
EAL = 26 j/min

77kV/8mAs

После 6 часов «успешной NIV» Multilevel ventilation with variable
VT, f, Paw, Ti/Te

EAL = 16 j/min

Введена классическая ЕТ трубка (ОТ) ИВЛ
PMLV – 3LV

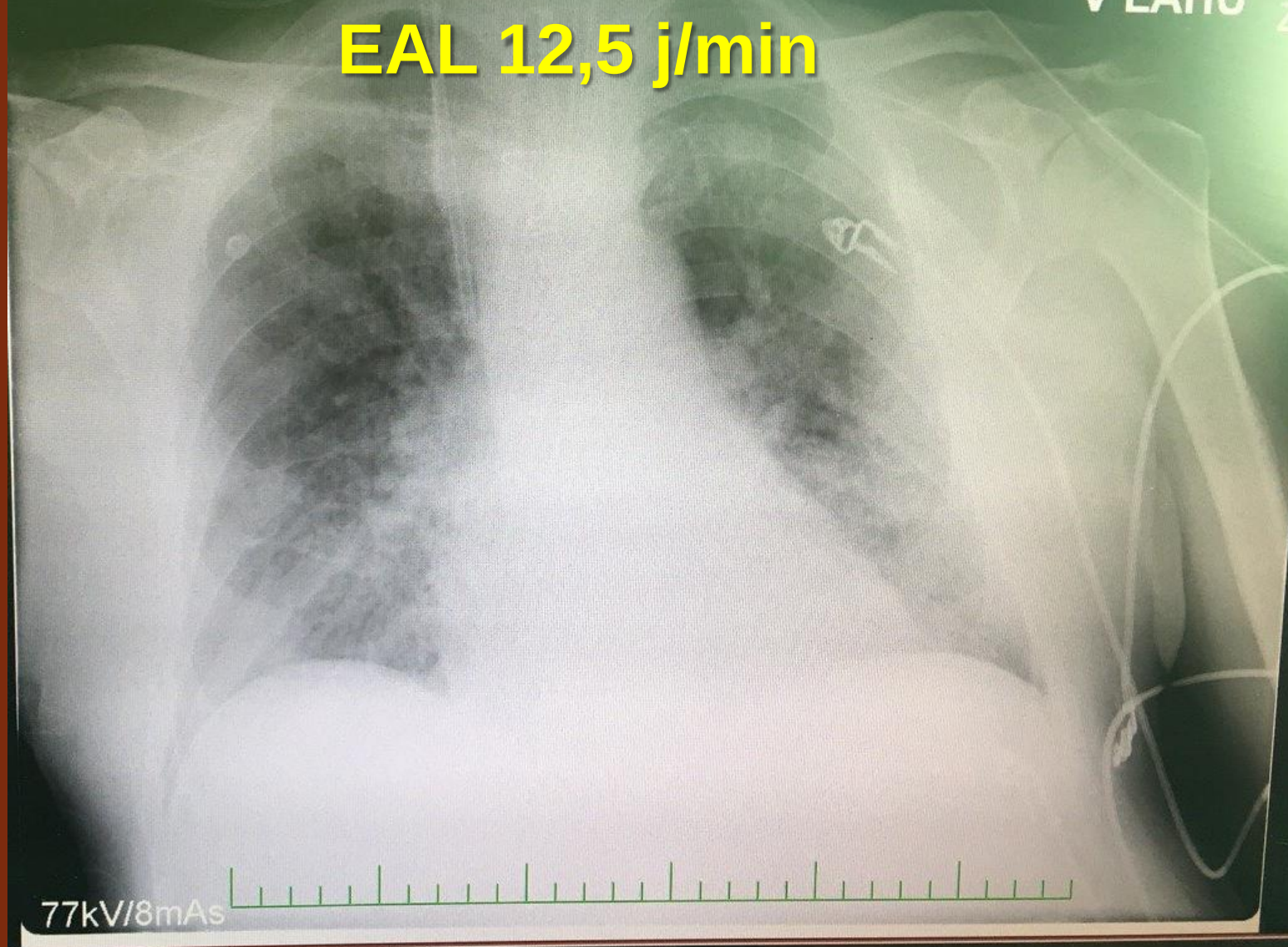


KAIM

PMLV – 48 часов

POLO-
V LAHU

EAL 12,5 j/min



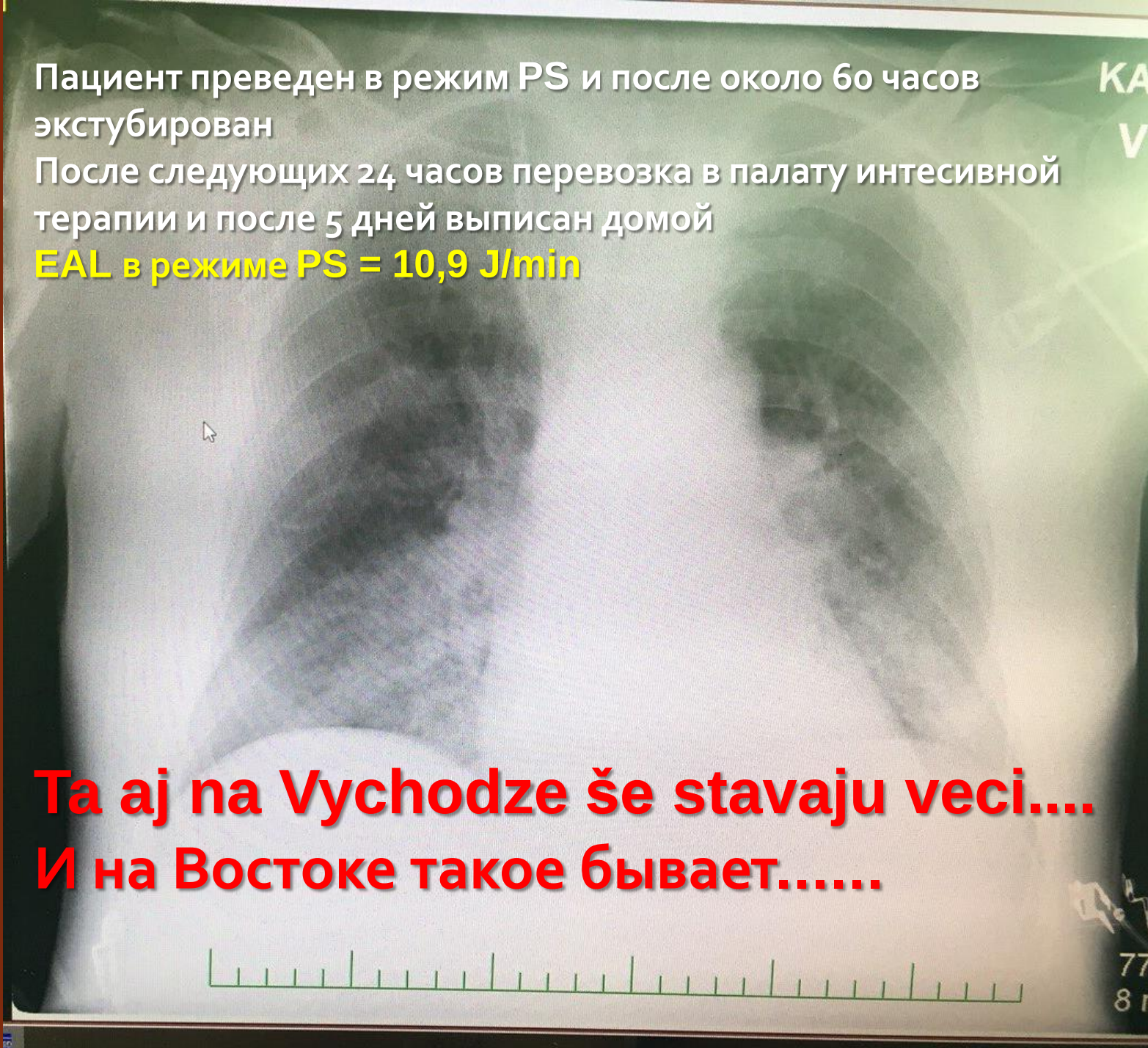
77kV/8mAs

Пациент преведен в режим PS и после около 60 часов экстубирован

После следующих 24 часов перевозка в палату интенсивной терапии и после 5 дней выписан домой

EAL в режиме PS = 10,9 J/min

**Та ај на Vychodze še stavaju veci....
И на Востоке такое бывает.....**



Спасибо за внимание