

I Московский Международный  
Симпозиум по Нейрореанимации

# Безопасность и адекватность ИВЛ в интенсивной терапии

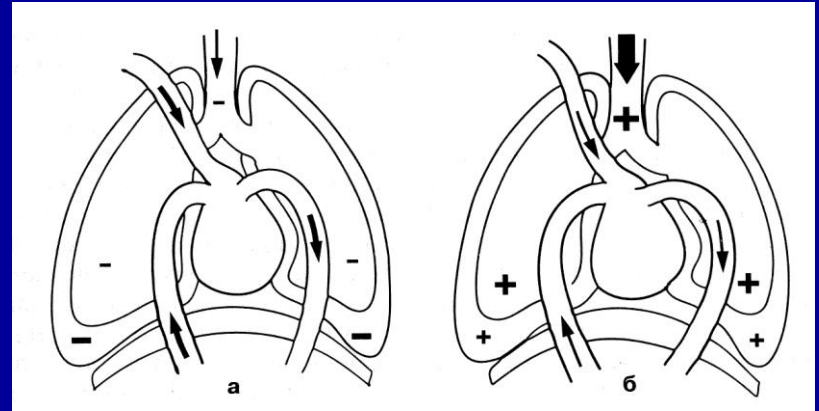
**В.Л.Кассиль**

*Москва, 26 мая, 2012 год*

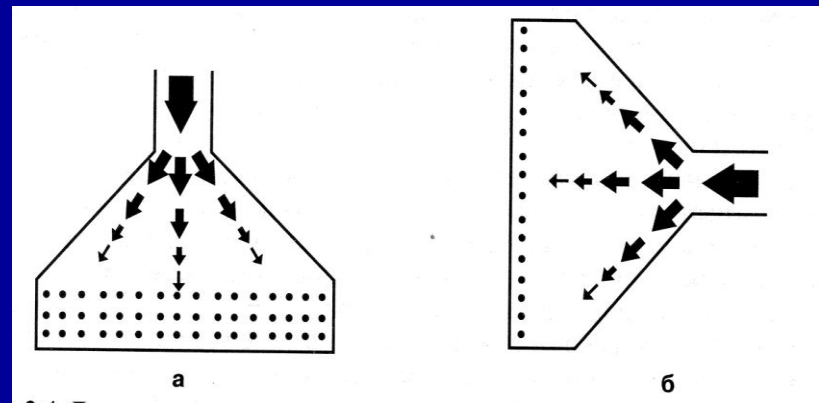
# Безопасность респираторной поддержки (вредные эффекты ИВЛ)

# Вредные эффекты механической вентиляции легких

- Влияние на центральную гемодинамику  
(Werko L., 1947; Maloney J.V., 1954 и многие др.)



- Влияние на распределение газа в легких – усиливает нарушение равномерности вентиляции ( $V_A/Q_s$ )  
(Зильбер А.П., 1984; Sykes M.K., 1991 и др.)



- Вызывает перерастяжение **альвеол (!!!)**

# Респиратор-ассоциированные повреждения легких (VALI) (Pinhu L. et al., 2003)

## Баротравма

- $P_{\text{пик}} > 40$ ,  $P_{\text{плат}} > 35$

## Волюмотравма

- $V_T > 11-12$  мл/кг

## Ателектотравма

- $V_T < 5-6$  мл/кг, низкое ПДКВ,  $F_{\text{I}}\text{O}_2 > 0,8$

## Биотравма

- выброс провоспалительных цитокинов,  
повреждение сурфактанта при перерастяжении  
альвеол

# Факторы риска развития респиратор-ассоциированных повреждений легких

(по J.J.Marini, A.P.Wheeler, 1997)

- Применение  $F_{I}O_2 > 0,6$  в течение более 6–8 ч.
- Систематическое повышение  $P_{пик} > 40$  и  $P_{плат} > 35$  см вод.ст.
- Большая амплитуда колебания давления в дыхательных путях.
- Задержка бронхиального секрета.
- Нарушения распределения воздуха в легких.
- Потребность в большом минутном объеме дыхания.
- Абсцедирующая пневмония.
- Молодой возраст.

# Щадящий режим ИВЛ

*(L.Gattinoni, 1987; K.G.Hickling, 1992; Kasparek R.M., 1996)*

- Управляемое давление:  $P_{\text{пик}} < 40$  см вод.ст.;  $P_{\text{плат}} < 35$  см вод.ст.
- $V_T \sim 5\text{--}7$  мл/кг (350–490 мл при массе тела 70 кг)
- Допустимая гиперкапния (но pH не ниже 7,2)
- $F_{\text{I}}\text{O}_2$  достаточная для поддержания  $\text{SpO}_2 > 90\%$
- $T_I:T_E = 1:1$  и более (для введения большего  $V_T$  при ограниченном  $P_{\text{пик}}$ )

*Показан при установлении диагноза ОРДС*

*[Lachmann B., 1992]*

*Показан только при  $\text{PaO}_2/F_{\text{I}}\text{O}_2 < 120$  и  $C < 35\text{--}40$  мл/см вод.ст.*

*[Николаенко Э.М., 1995]*

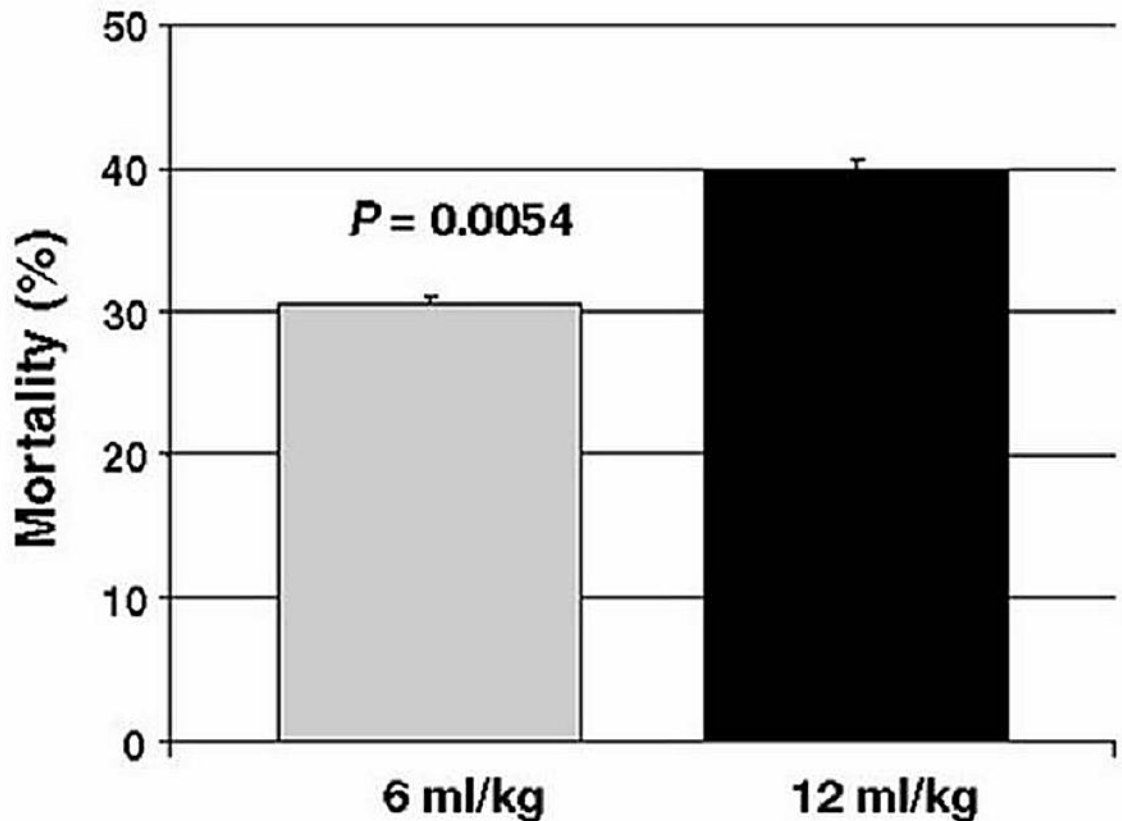
*“К сожалению, при низких дыхательных объемах пациенты намного менее стабильны и у них ниже дыхательный комфорт, чем при высоких дыхательных объемах.”*

*[Netwotk. New Eng. J. Med.— 2000.— Vol. 342.— P. 1301–1308]*

# ОПЛ: респираторная поддержка

Martin GS et al. *Intensive Care Med* 2001;27  
NIH ARDS Network. *NEJM* 2000;342:1301-1308

Применение  
стратегии низкого  
ДО у 861 больных с  
ОРДС: снижение  
риска летальности  
на 22%



# Критика стратегии малых дыхательных объемов

Haitsma J.J., Lachman B. Minerva Anesthesiol.-  
2006.- Vol. 72.- P. 117-132

**В группе 12 ml/kg частота вентиляции была  
14-16 в мин**

**В группе 6 ml/kg частота вентиляции была  
26-30 в мин (для увеличения МОД и снижения  
PaCO<sub>2</sub>). При этом у больных возникало не  
учитываемое внутреннее ПДКВ, которое не могло  
не отразиться на результатах.**



# ИВЛ с малыми $V_T$ не снижает летальность при ОРДС

- *Проценко Д.Н. и соавт. // Анестезиология и реаниматол., 2006, № 6, 42-47.*
- *Rubinfeld G.D et al. // Crit Care Med, 2004, 32, 1289-1293*
- *Steinberg K.R., Kacmarek R.M. // Respir Care, 2007, 53, 556-557*
- *Tomicic F.V. et al. // Rev Med Chil, 2007, 135, 307-316*
- *Young M.P. et al. // Crit Care Med, 2004, 32, 1260-1265*

# Противопоказания к «допустимой гиперкапнии»

- Внутричерепная гипертензия.
- Снижение сократительной функции миокарда
- Сосудистая нестабильность, снижение артериального давления
- Легочно-артериальная гипертензия
- Тяжелый метаболический ацидоз
- Использование бета-блокаторов

*«Допустимая гиперкапния» требует глубокой седации или миорелаксации*

# Методы уменьшения степени «допустимой» гиперкапнии

1. Экстракорпоральная элиминация  $\text{CO}_2$  (extracorporeal  $\text{CO}_2$  removal – ECCO<sub>2</sub>R)
2. Внутритрахеальная вентиляция (intra-tracheal pulmonary ventilation – ITPV), промывание мертвого пространства струей кислорода во время выдоха через катетер в трахее.
3. Увеличение МОД за счет частоты.

# Принцип “открытых легких”

*Lachman B., 2003*

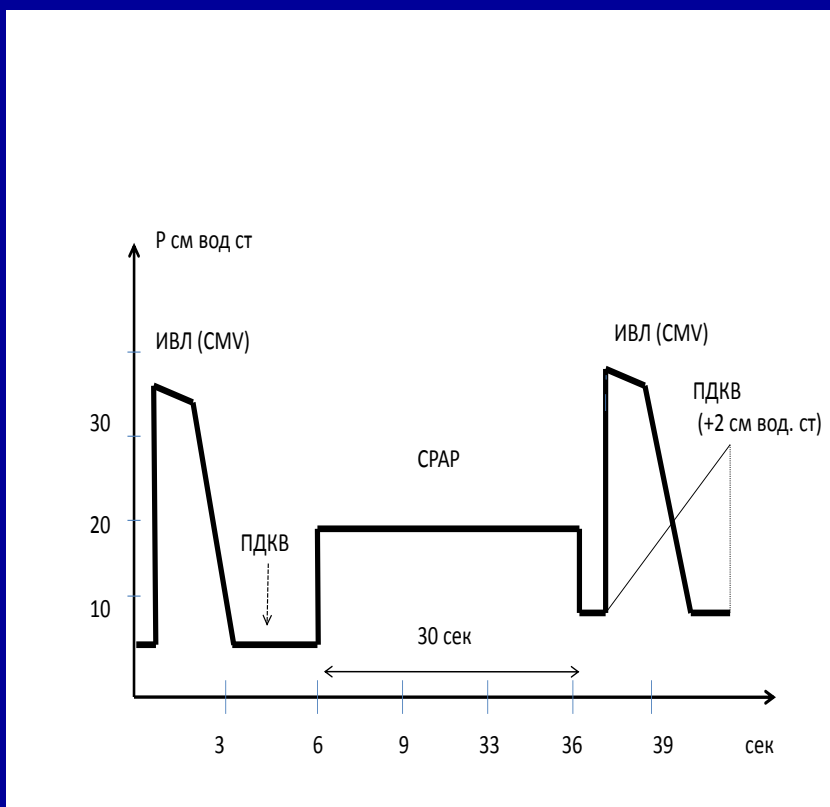
*(методы мобилизации альвеол)*

1. Раскрыть нестабильные альвеолы.
2. Сохранить их открытыми.
3. Поддерживать оптимальный газообмен при возможно наименьшей амплитуде давления и возможно наименьшем среднем давлении в дыхательных путях.

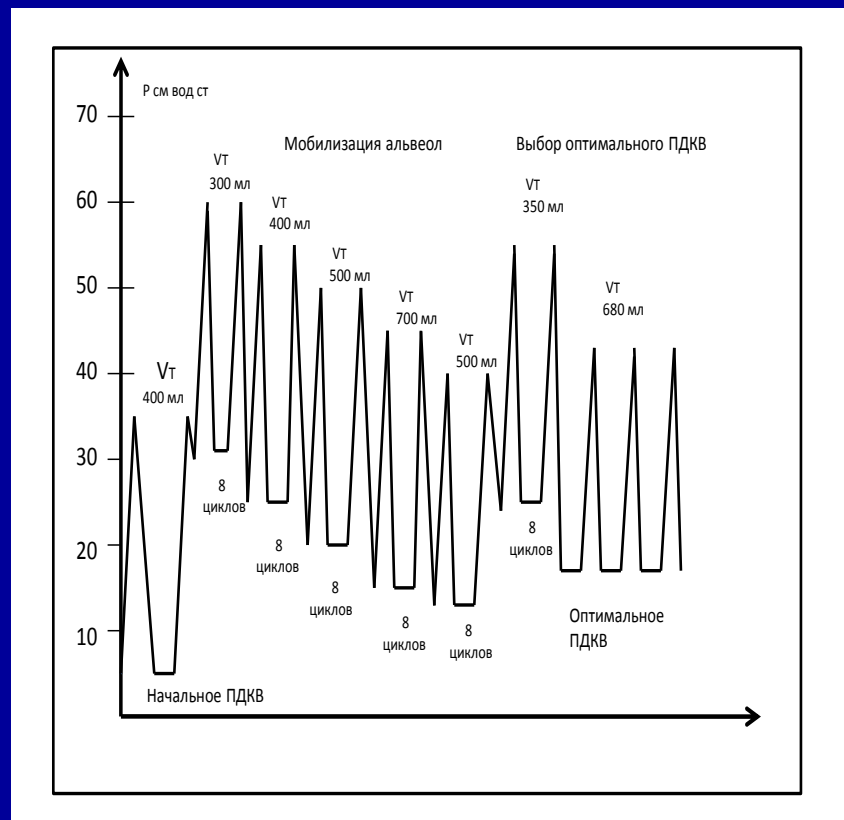
*P<sub>ср</sub> не ниже 24 см вод.ст. [Pinsky M.R., 2003]*

# Методики проведения приемов мобилизации альвеол. (по Ю.Ю.Сапичевой, 2012)

## «Щадящая» методика



## «Агрессивная» методика.



Динамика показателей в результате устранения гипоксемии  
 путем повышения  $F_I O_2$  (группа сравнения n=45;  
 тяжесть по АРАСНЕ-2  $9,0 \pm 2,0$  баллов)

Параметры	6 часов	12 часов	24 часа
	после поступления в отделение реанимации		
$P_a O_2 / F_I O_2$	$178 \pm 25,8$	$186 \pm 17,8$	$207 \pm 13,2$
$F_I O_2$	$0,80 \pm 0,02$	$0,70 \pm 0,03$	$0,65 \pm 0,01$
$SpO_2$ %	$90 \pm 1,2$	$92 \pm 2,6$	$94 \pm 1,7$
ПДКВ СМ ВОД. СТ.	$7,3 \pm 1,8$	$7,3 \pm 1,8$	$7,3 \pm 1,8$

Динамика показателей в результате применения “щадящей” методики мобилизации альвеол (n=37; тяжесть - 11,7±2,3 баллов)

Параметры	До мобилизации альвеол	На высоте мобилизации альвеол	После мобилизации альвеол
PaO <sub>2</sub> /F <sub>I</sub> O <sub>2</sub>	217,7±15,2	-----	288,8±17,78*
SpO <sub>2</sub> (%)	90,5±0,7	88,5±1,2	96,5±0,4*,**
F <sub>I</sub> O <sub>2</sub>	0,65±0,03	0,65±0,03	0,47±0,02*,**
ПДКВ (см вод. ст.)	5	20	7,2±1,8*,**
PaCO <sub>2</sub>	38,4±1,3	-----	33,5±1,7*
АД сист. (мм рт. ст.)	158,2±18,7	121,2±2,7*	133,9±2,2**
АД диаст. (мм рт. ст.)	71,0±1,8	59,0±1,8*	52,3±1,4**
ЧСС	108,8±2,6	67,0±1,3*	92,0±1,3 *,**

\* – p < 0,05 по сравнению с периодом до мобилизации.

\*\* – p < 0,05 по сравнению с периодом на высоте мобилизации.

Динамика основных параметров состояния больных в процессе и после проведения «агрессивного» приема мобилизации альвеол.  
(n=27; тяжесть по АРАСНЕ-2 -  $21 \pm 1,3$  баллов)

Исследуемые параметры	До мобилизации	На высоте мобилизации	После мобилизации
$PaO_2/F_{IO_2}$	$167,47 \pm 12,41$	-----	$265,17 \pm 11,6^*$
$SpO_2$ (%)	$91,8 \pm 0,5$	$87,7 \pm 0,4^*$	$97,1 \pm 0,5^{*,**}$
$F_{IO_2}$	$0,58 \pm 0,06$	$0,58 \pm 0,06$	$0,47 \pm 0,04$
$PaCO_2$ (мм рт. ст.)	$32,4 \pm 1,1$	-----	$30,5 \pm 1,2$
$V_T$ (мл)	$415,7 \pm 68,2$	$215,2 \pm 27,5^{*,**}$	$665,5 \pm 20,8^*$
Растяжимость легких (мл/см вод. ст.)	$29,1 \pm 2,8$	-----	$44,2 \pm 4,8^*$
$P_{reak}$ (см вод. ст.)	$28,2 \pm 1,9$	$56,3 \pm 4,6^*$	$31,3 \pm 1,7^{**}$
ПДКВ (см вод.ст.)	$7,0 \pm 1,0$	35	$12,0 \pm 3,0^{*,**}$

\* –  $p < 0,05$  по сравнению с параметрами до приема мобилизации альвеол;

\*\* –  $p < 0,05$  по сравнению с параметрами на высоте приема мобилизации альвеол.



**Изменение параметров центральной гемодинамики у больных  
в процессе и после проведения «агрессивного» приема мобилизации альвеол**

<b>Исследуемые параметры</b>	<b>До мобилизации</b>	<b>На высоте мобилизации</b>	<b>После мобилизации</b>
АД ср (мм рт. ст.)	87,0±5,1	75,1±8,6	80,4±6,5
ЧСС (уд. в мин)	101,0±2,2	60,2±3,48*	91,3±3,0*, **
Сердечный индекс (л/мин/м <sup>2</sup> )	4,23±0,25	3,5±0,42	4,2±0,22
Индекс транспорта O <sub>2</sub> (мл/мин/м <sup>2</sup> )	628,0±47,2	-----	987,0±47,0*
ИГКДО (мл/м <sup>2</sup> )	798,87±35,1	654±49,8*	734,93±51,1
ИВГОК (мл/м <sup>2</sup> )	892,64±53,16	778±57,9*	873±51,5
ИВСВЛ (мл/кг)	9,7±0,78	10,1±1,15	9,2±0,77
ССС (дин×сек×см <sup>-5</sup> )	674±47,2	957±80,9	831±58,78*

\* – p < 0,05 по сравнению с параметрами до приема мобилизации альвеол;

\*\* – p < 0,05 по сравнению с параметрами на высоте приема мобилизации альвеол.

Адекватность ИВЛ

# Адекватность – чему?

I. Нашим теоретическим представлениям?

II. Вентиляторным потребностям конкретного больного?

# Наши теоретические представления

1.  $P_aCO_2$  35–42 (36–44) мм рт.ст. – выбор ДО и МОД
2.  $SrO_2 > 95 (> 90) \%$  – выбор  $F_I O_2$  и ПДКВ
3. Транспорт  $O_2$  550–650 мл/мин/м<sup>2</sup> – выбор ДО,  $T_I:T_E$  и ПДКВ
4. Растяжимость легких  $> 50$  мл/см вод.ст. – выбор ДО,  $T_I:T_E$  и ПДКВ
5. Предохранение от VALI – стратегия “малых ДО (5–7 мл/кг ИММ), “допустимая гиперкапния”
6. Состояние гемодинамики (СИ, АД, ЧСС)

# **Соответствие вентиляторным потребностям больного**

**Самый надежный способ –  
выбрать параметры, при  
которых у больного возникает  
“дыхательный комфорт”!**

**Надо адаптировать респиратор к  
больному, а не наоборот!**

# Причины плохой адаптации больного к респиратору

- Недостаточный МОД – 52 %.
- Реакция на трубку, боль – 16,6 %.
- Нарушение проходимости бронхов – 12 %.
- Нарушения легочного кровообращения – 8 %.
- ОСН, пневмоторакс, нарушения периферического кровообращения, метаболический ацидоз – 6,5 %.
- Панкреонекроз, перитонит – 4,1 %.
- Технические неисправности – 0,8 %.

# Почему надежным критерием не может быть $P_aCO_2$ ? (клинические соображения)

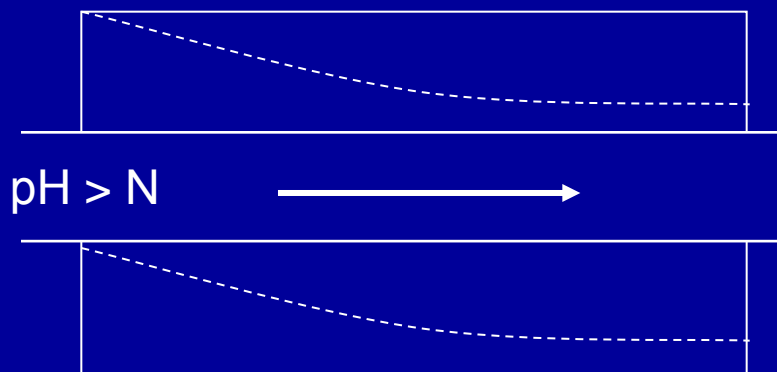
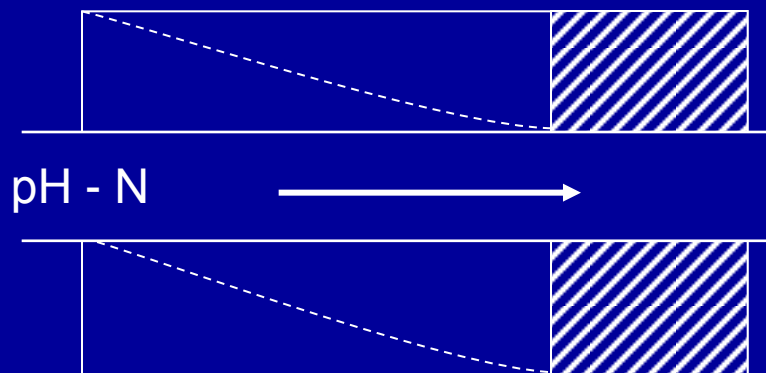
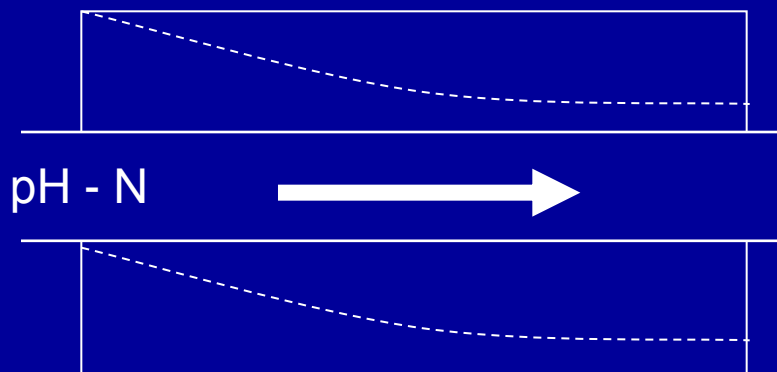
Больные лучше переносят гипервентиляцию, чем нормо- и гиповентиляцию.

Мы не знаем какое  $P_aCO_2$  является оптимальным в данный момент у данного больного!

# Почему надежным критерием не может быть $P_aCO_2$ ? (опыт других клиницистов)

- Л.М.Попова (1982–1996). Опыт многолетней ИВЛ (ДО 12–15 мл/кг).
- С.В.Цховребов (1985). Опыт применения больших ДО после кардиохирургических операций.
- M.Cara (1989). Многолетний опыт гипервентиляционной адаптации по материалам Laboratoire d'assistance publique (Париж, Франция).
- U.Strahl (1994). Опыт многолетней ИВЛ с большими ДО (Берлин-Бух, ГДР).





**Почему надежным  
критерием не  
может быть  
 $\text{RaCO}_2$ ?  
(теоретические  
соображения)  
А.Л.Левина, 1989)**

# Существуют ли отрицательные эффекты гипокапнии?

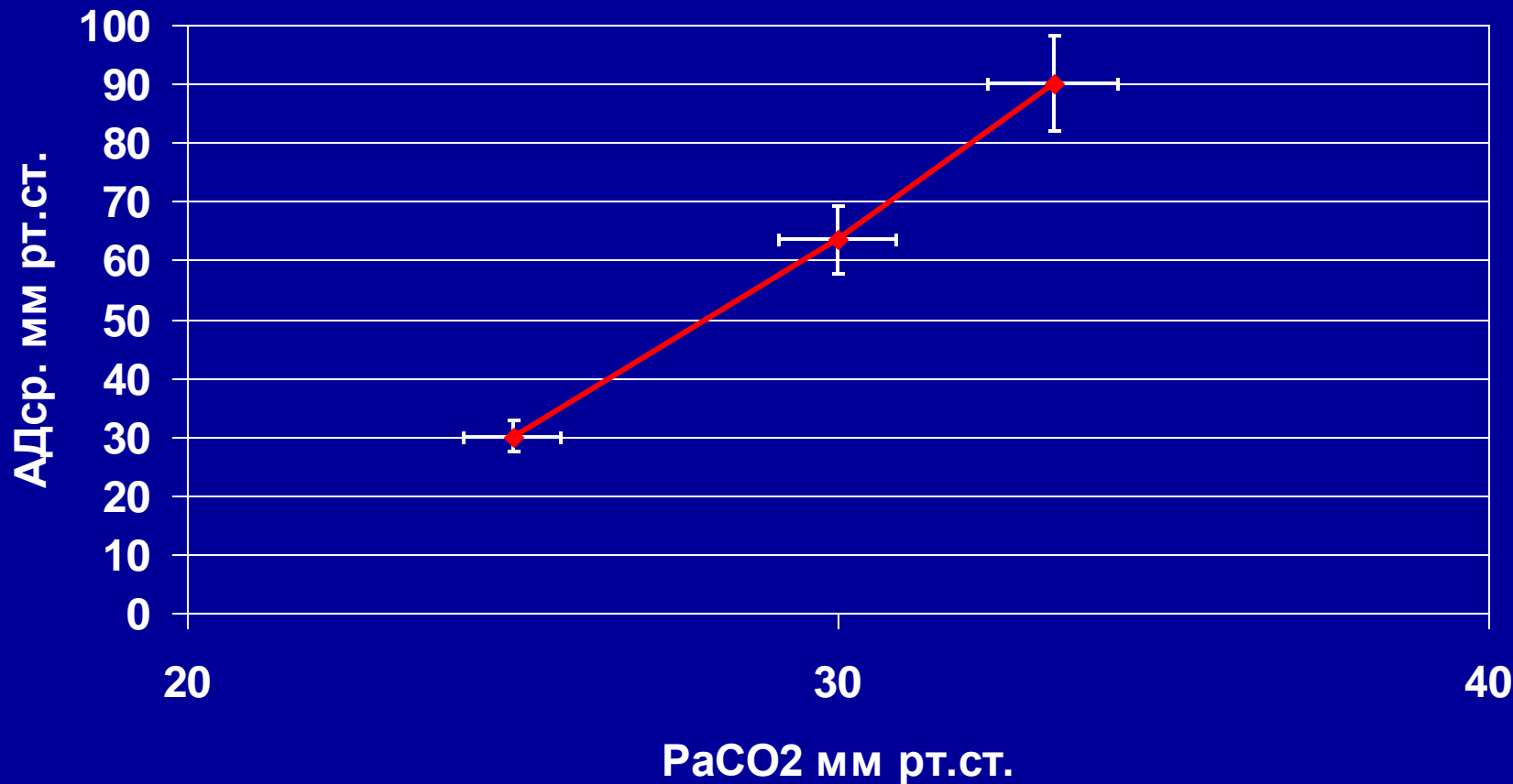
- сдвиг кривой диссоциации  $\text{HbO}_2$  влево;
- спазм мозговых сосудов;
- снижение сердечного выброса.

***Проявляются у здоровых людей при  $P_a\text{CO}_2$  ниже 20–25 мм рт.ст.***

# Гипокапния является нормальным состоянием при:

- болевом синдроме;
- поздних сроках беременности, гестозе;
- декомпенсации ХСН;
- метаболическом ацидозе;
- многих онкологических заболеваниях.

# Связь между средним АД и оптимальным $P_aCO_2$



# Нежелательные эффекты фармакологической адаптации

1. Нет уверенности в адекватности режима ИВЛ вентиляторным потребностям больного.
2. Полное отсутствие самостоятельного дыхания.
3. Полная адинамия.
4. Задержка прекращения респираторной поддержки.
5. Сомнительное качество жизни в последующем.

# Можно ли вообще обойтись без седации?

**НЕТ!**

Что целесообразно использовать?

- Пропофол, дормикум, реланиум – **да**.
- Оксипутират натрия – **нет**.
- Барбитураты - ???

# Адаптация респираторной поддержки к больному облегчается

- 1. При использовании «интеллектуальных» методов ИВЛ (респиратор подстраивается с самостоятельным вдохам больного)

Саморегулирующийся поток (auto-flow, VCV+), ИВЛ с регулируемым объемом и управляемым давлением (Pressure regulated volume controlled ventilation – PRVC) и др.

- 2. При возможно более раннем использовании методов вспомогательной вентиляции легких (ВВЛ).

# Преимущества ВВЛ перед ИВЛ

- мышцы вдоха не все время расслаблены, не развивается дистрофия;
- во время инспираторной попытки давление снижается (благоприятное влияние на центральную гемодинамику);
- нет необходимости в седации и миорелаксации (это противопоказано);
- постепенное увеличение работы дыхания больного облегчает процесс прекращения респираторной поддержки;
- меньше осложнений, чем при ИВЛ (?)



# Критерии возможности перехода от ИВЛ к ВВЛ

- При переходе к ВВЛ пульс учащается не больше чем на 10 уд/мин, среднее АД повышается не больше чем на 10 мм рт.ст.
- Хорошая субъективная переносимость ВВЛ, в инспираторной попытке не участвуют вспомогательные мышцы.
- Частота самостоятельного дыхания в условиях ВВЛ не больше 20 и не меньше 10 в мин.
- Регресс тяжелых патологических процессов в легких.

# Основные принципы современных методов респираторной поддержки

1. Адаптировать респиратор к больному, а не больного к респиратору (уменьшить седацию и избегать миорелаксации).
2. По возможности сохранять самостоятельное дыхание больного, поддерживая, а не препятствуя ему.
3. Проводить респираторную поддержку с минимальным давлением и минимальным принудительным объемом.