

СОВРЕМЕННЫЙ МОНИТОРИНГ ГЕМОДИНАМИКИ В АНЕСТЕЗИОЛОГИИ И ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ

Haemodynamic monitoring in anesthesiology and intensive care

М.Ю. Киров

Северный государственный
медицинский университет, Архангельск

Course : 2

Year : 2008

Language : Russian

Country : Russia

City : Arkhangelsk

Weight : 5745 kb

Related text : no



<http://www.feea.net>

ГАРВАРДСКИЙ СТАНДАРТ МОНИТОРИНГА

1) постоянная ЭКГ

2) АД и пульс - каждые 5 мин.

3) вентиляция - минимум 1 из параметров:

- пальпация или наблюдение за дыхательным мешком
- аускультация дыхательных шумов
- капнометрия или капнография
- мониторинг газов крови
- мониторинг выдыхаемого потока газов

4) кровообращение - минимум 1 из параметров:

- пальпация пульса
- аускультация сердечных тонов
- кривая артериального давления
- пульсоплетизмография
- пульсоксиметрия

5) дыхание - аудиосигнал тревоги для контроля дисконнекции дыхательного контура

6) кислород - аудиосигнал тревоги для контроля нижнего предела концентрации на вдохе

7) температура тела

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ МОНИТОРИНГА

- ТОЧНОСТЬ
- НАДЕЖНОСТЬ
- ДИНАМИЧЕСКОЕ НЕПРЕРЫВНОЕ НАБЛЮДЕНИЕ
- КОМПЛЕКСНОСТЬ
- МИНИМАЛЬНЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ
- ПРАКТИЧНОСТЬ
- ЭКОНОМИЧНОСТЬ
- ДОСТУПНОСТЬ ИНФОРМАЦИИ

ЭТАПЫ МОНИТОРИНГА

- ранняя диагностика нарушений
- принятие решения
- своевременная коррекция нарушений

МОНИТОРИНГ КРОВООБРАЩЕНИЯ

- ЭКГ - отведения II, V5, +++ анализ ST
- пульсовая оксиметрия - $\text{SaO}_2 = 95-99\%$
спектрофотометрический метод -
разница в поглощении света HbO_2 и Hb
 SvO_2 , ScvO_2 , rSO_2
- плетизмография

НЕОБХОДИМЫЙ МИНИМУМ МОНИТОРИНГА

- пульсоксиметрия
- неинвазивное измерение АД
- ЭКГ
- температура тела

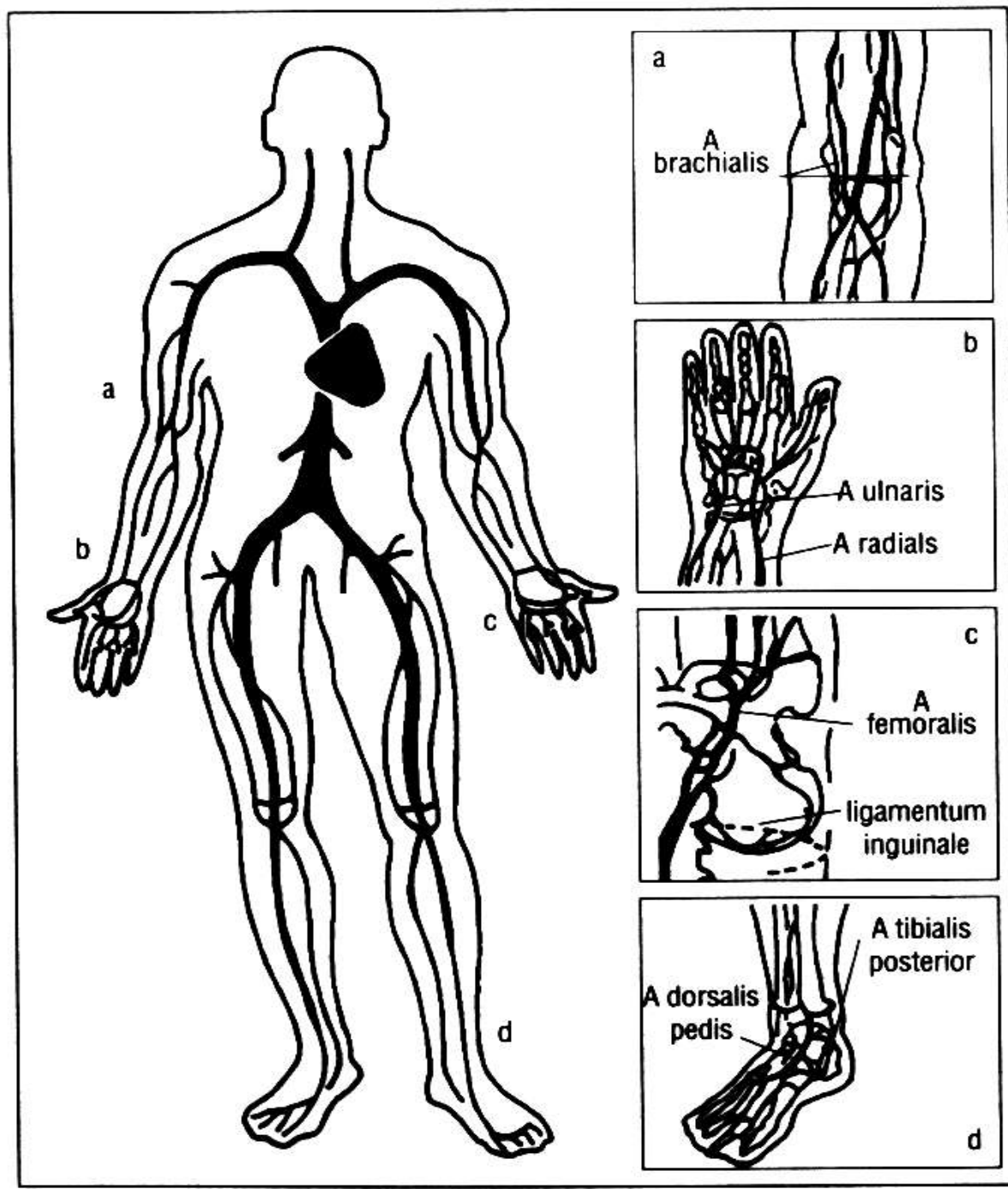
МОНИТОРИНГ КРОВООБРАЩЕНИЯ

- неинвазивное измерение АД – при стабильной гемодинамике
- инвазивное измерение АД

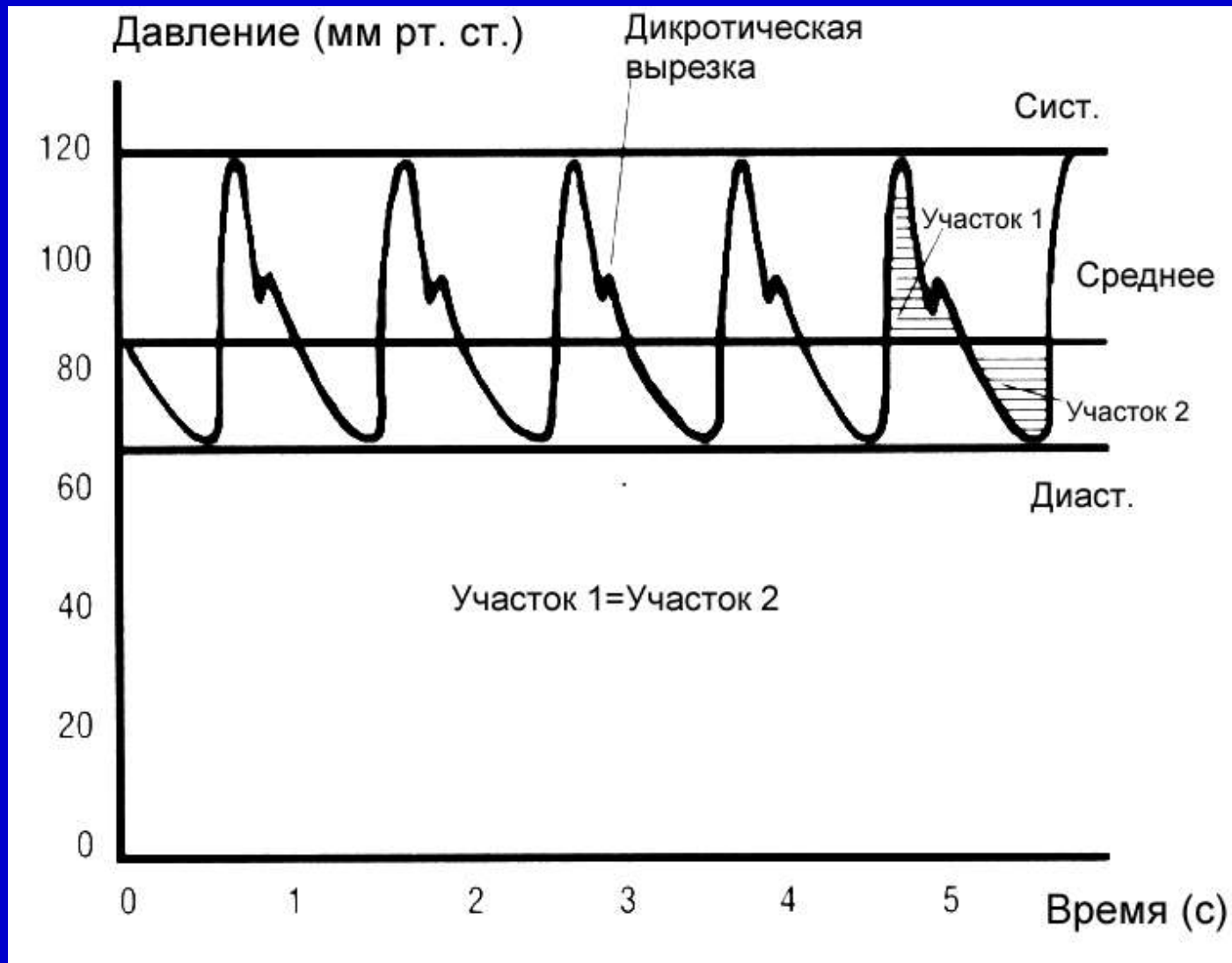
ИНВАЗИВНЫЙ МОНИТОРИНГ АД: ПОКАЗАНИЯ

- 1) Быстрое изменение клинической ситуации у больных, находящихся в критическом состоянии (шок, ОРДС, СЛР и др.)
- 2) Применение вазоактивных препаратов (инотропы, вазопрессоры, вазодилататоры и др.)
- 3) Высокотравматичные вмешательства (кардиохирургия, нейрохирургия, операции на легких и др.)
- 4) Забор крови для анализов (газы крови, общие исследования)

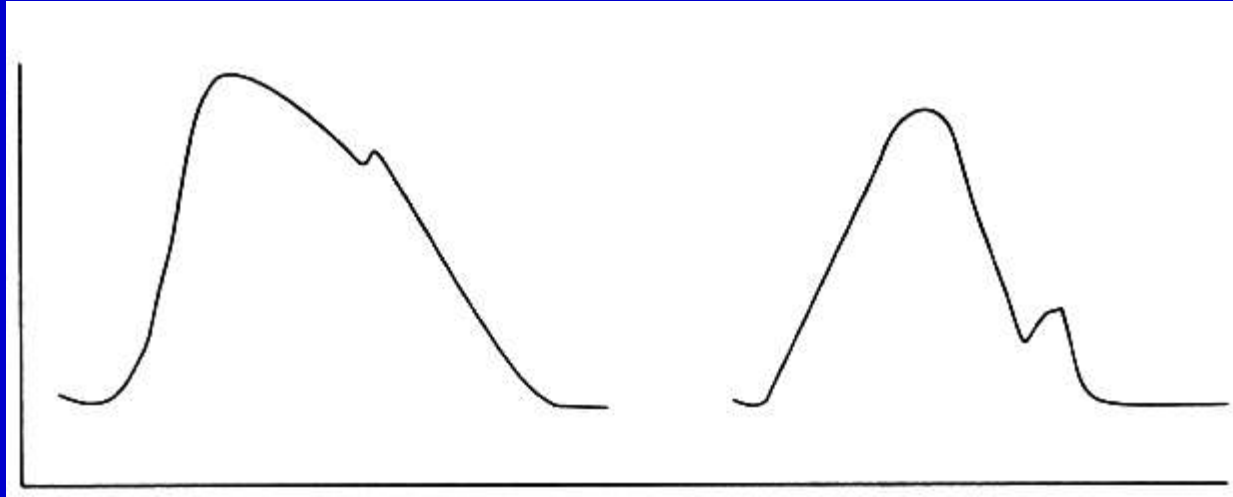
ИНВАЗИВНЫЙ МОНИТОРИНГ АД



ИНВАЗИВНЫЙ МОНИТОРИНГ АД

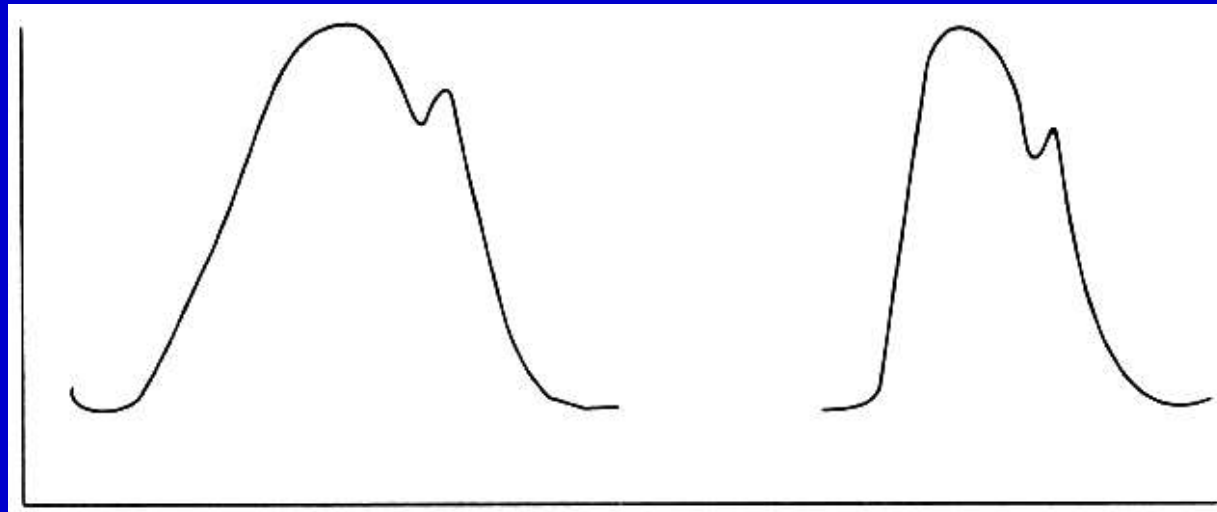


ИНВАЗИВНЫЙ МОНИТОРИНГ АД



Высокое ОПС

Низкое ОПС



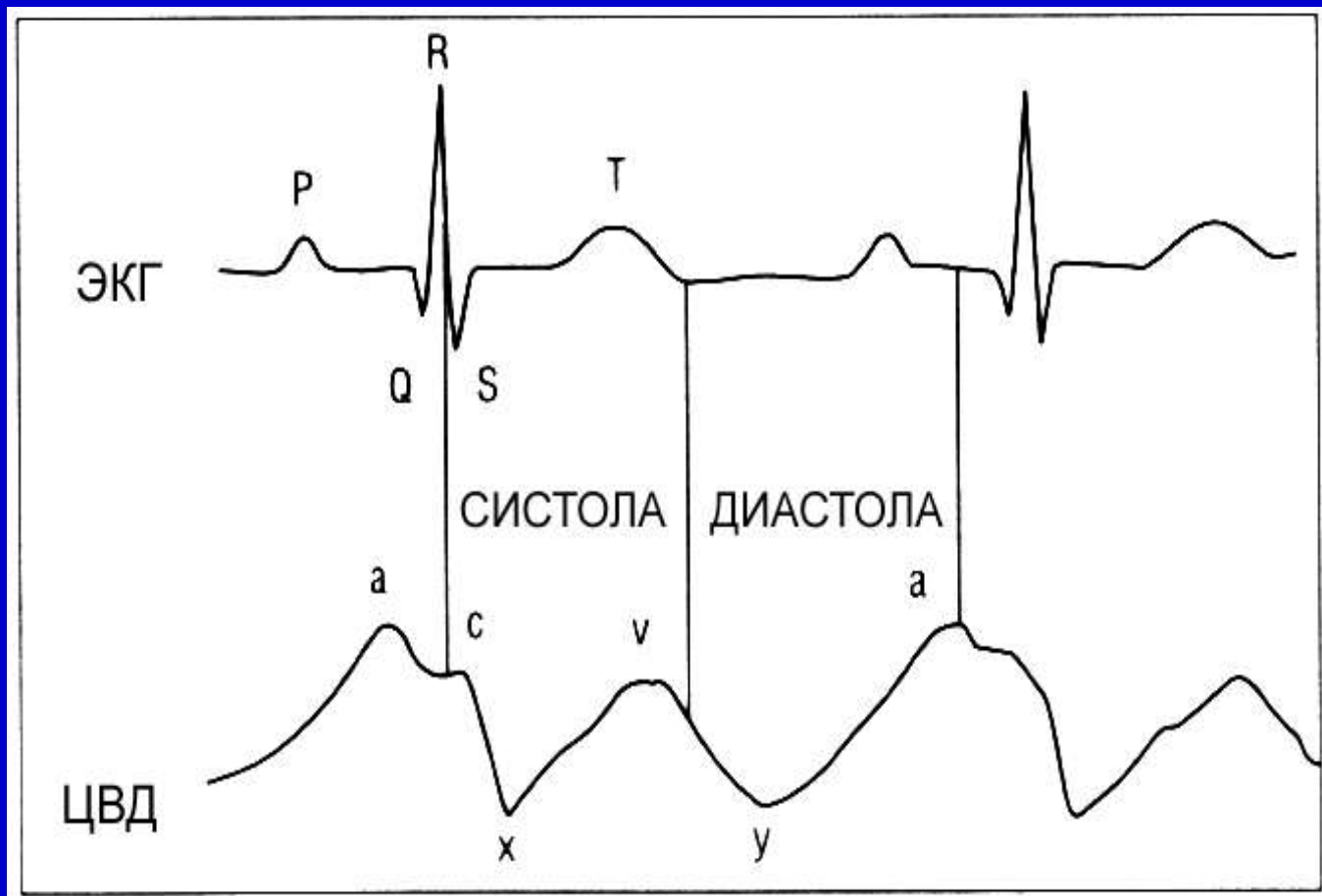
Низкая сократимость Высокая сократимость

ИНВАЗИВНЫЙ МОНИТОРИНГ ЦВД

Показания:

- Гиповолемия
- Шок
- Сердечная недостаточность
- Возможность доступа к центральной вене (инотропы/вазопрессоры, ЭКС, аспирация воздуха, парентеральное питание и т.д.)

ИНВАЗИВНЫЙ МОНИТОРИНГ ЦВД



ПОВЫШЕНИЕ ЦВД

Правожелудочковая недостаточность, пороки сердца, гиперволемиа, тромбоэмболия легочной артерии, легочная гипертензия, тампонада сердца, увеличение внутригрудного давления (ИВЛ, гемо- и пневмоторакс, ХОБЛ), повышение внутрибрюшного давления (беременность, асцит и др.), повышение сосудистого тонуса (увеличение симпатической стимуляции, вазопрессоры)

СНИЖЕНИЕ ЦВД

Гиповолемиа (кровотечение, полиурия и др.),
системная вазодилатация (септический
шок, передозировка вазодилататоров,
дисфункция симпатической нервной
системы), региональная анестезия

ИНФУЗИОННАЯ
ТЕРАПИЯ

ПРИМЕНЕНИЕ
СИМПАТОМИ-
МЕТИКОВ

ИВЛ
(С ПДКВ)

РДСВ/ ОСТРОЕ ПОВ-
РЕЖДЕНИЕ ЛЕГКИХ

ПАЦИЕНТ
ОРИТ

ШОК И ПОВЫШЕНИЕ
ПРОНИЦАЕМОСТИ

ГЕМОДИНАМИ-
ЧЕСКИЙ
ПРОФИЛЬ (АД, ЧСС
ОПСС, ДЗЛК, ДЛА,
ЛСС)

МОНИТОРИНГ

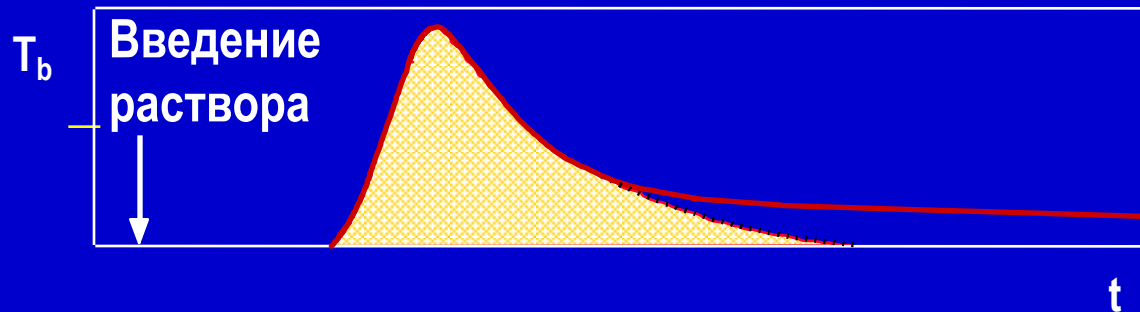
ЛЕГОЧНАЯ ВОДА
(EVLW)
ВНУТРИГРУДНОЙ
ОБЪЕМ КРОВИ
(ITBV)

?

ПОВЫШЕНИЕ
ВЫЖИВАЕМОСТИ
СНИЖЕНИЕ
ЧАСТОТЫ
ОСЛОЖНЕНИЙ

ИНВАЗИВНЫЙ МОНИТОРИНГ КРОВООБРАЩЕНИЯ

- Катетеризация легочной артерии -
препульмональная термодилюция
 - ДЛА сист., диаст., сред., ДЗЛА, СВ
 - + расчетные гемодинамические параметры - ОПС, ЛСС, УО, ИУРЛЖ, ИУРПЖ, DO_2 , VO_2
 - + возможен постоянный мониторинг СВ и функции правого желудочка



Метод Stewart-Hamilton

$$CO_{TDa} = \frac{(T_b - T_i) \cdot V_i \cdot K}{\int \Delta T_b \cdot dt}$$

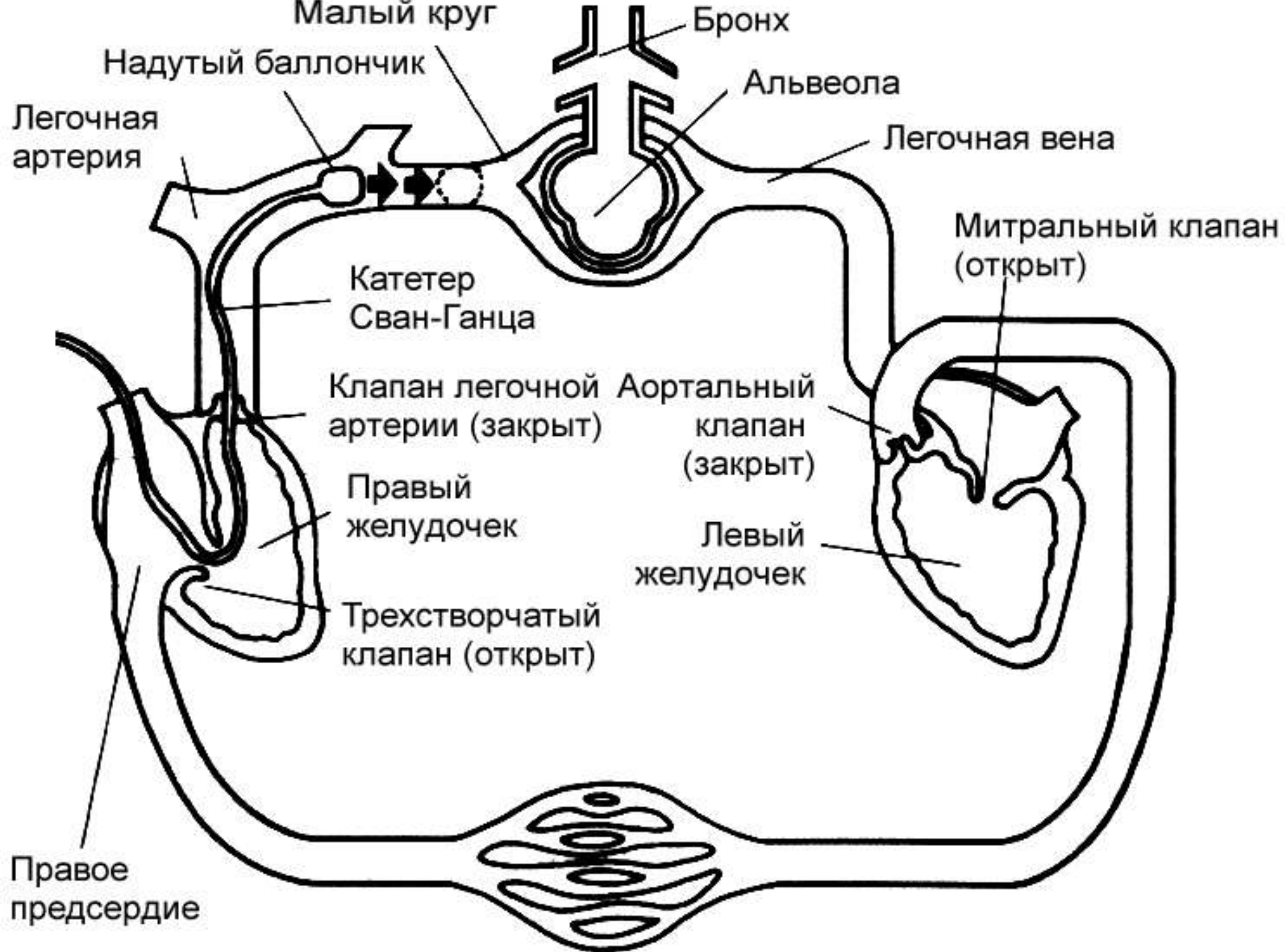
T_b = Температура крови

T_i = Температура раствора (инъектата)

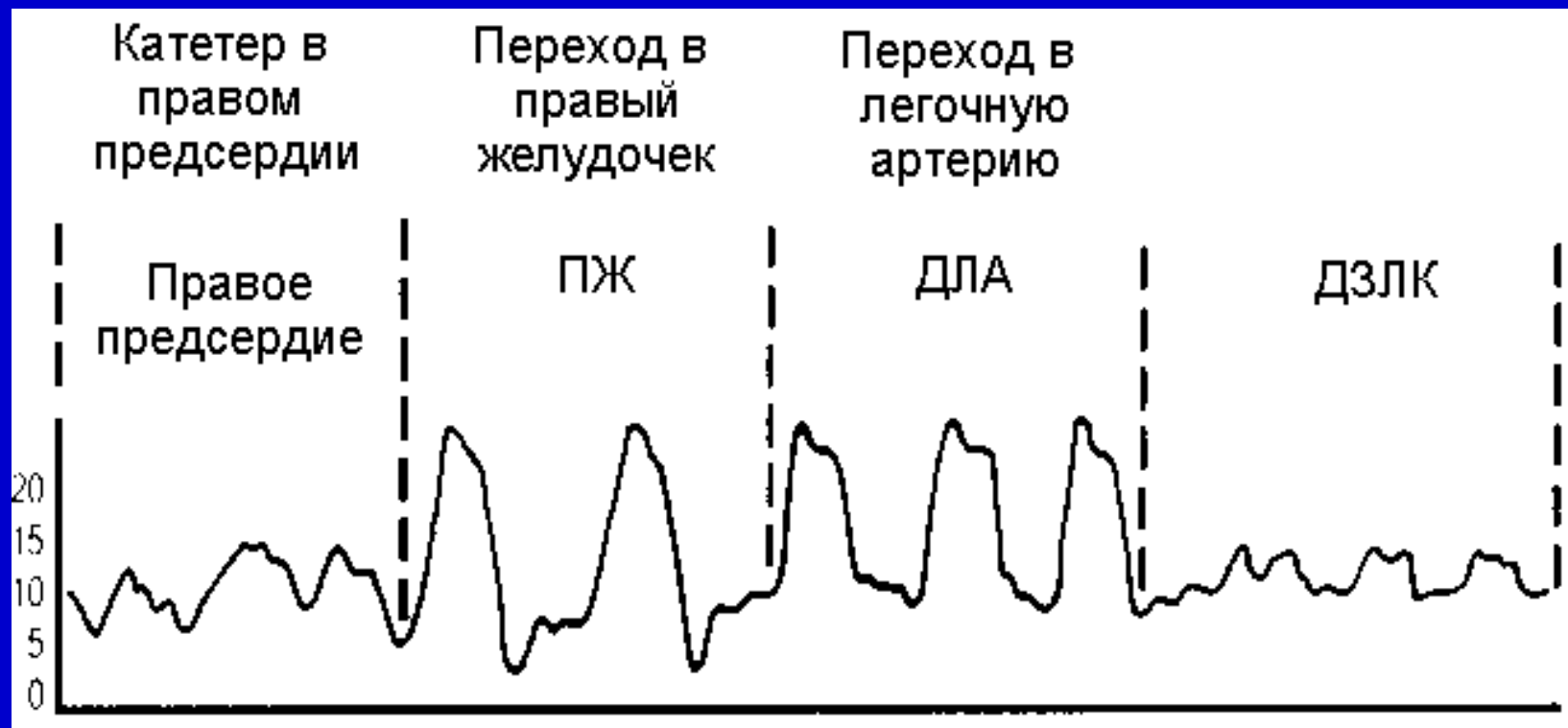
V_i = Объем раствора

$d T_b \cdot dt$ = Площадь под кривой термодилуции

K = Константа коррекции (зависит от веса и температуры)



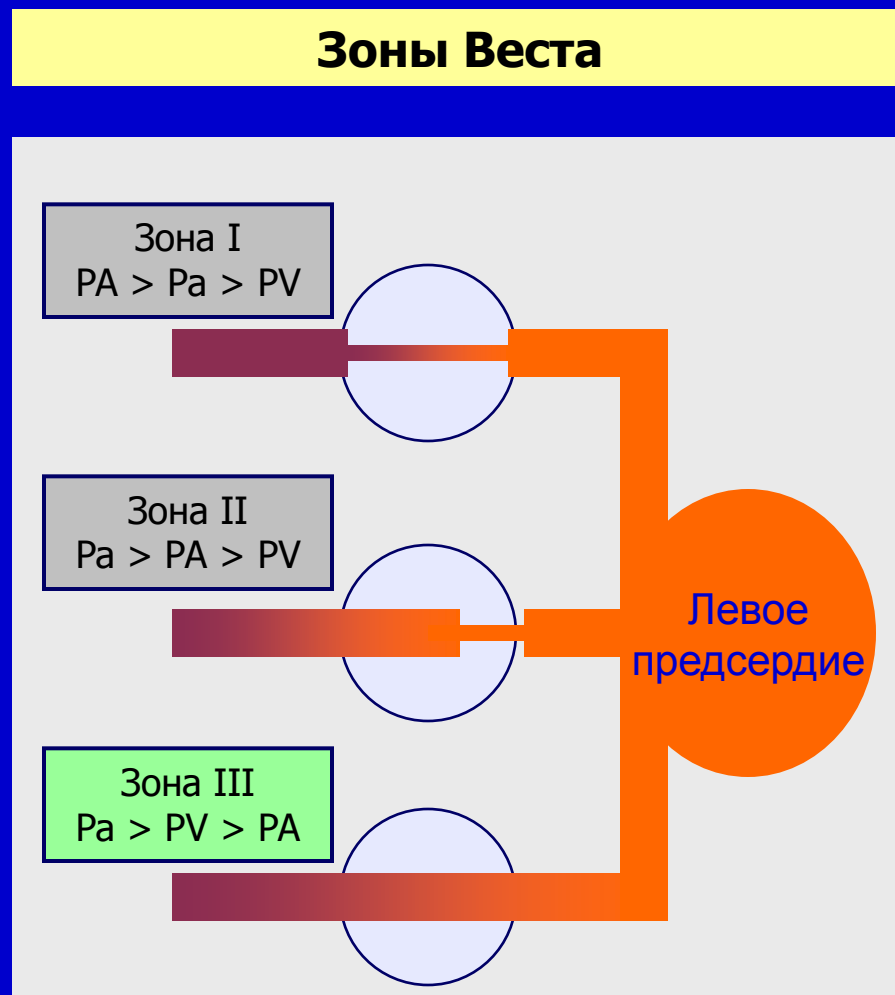
Изменение формы кривой давления при установке катетера Сван-Ганца



Катетеризация легочной артерии: факторы, влияющие на измерения

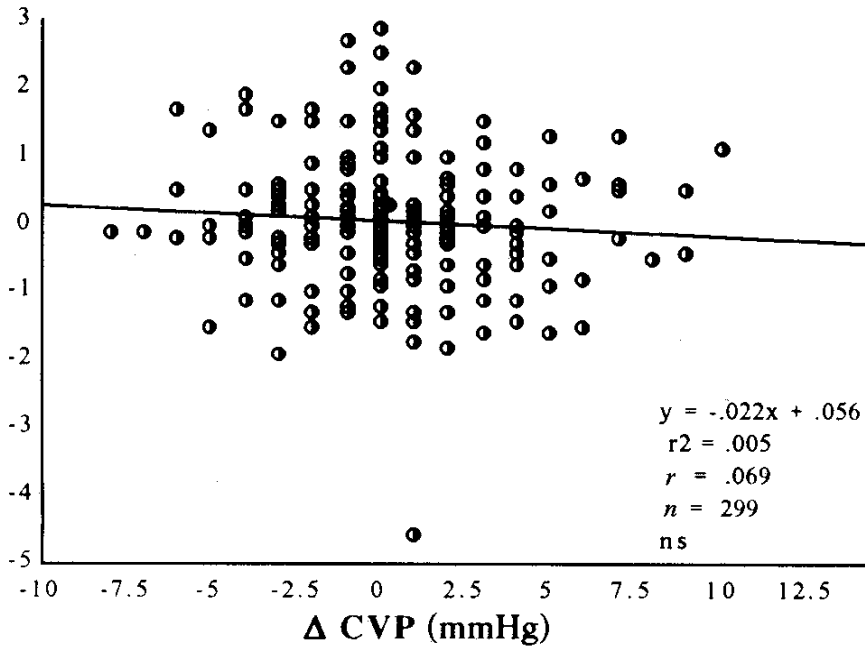
- Положение катетера (зоны Веста)
- Податливость желудочков
- ДЗЛК не является хорошим предиктором волемического статуса
- Подъем ДЗЛК при ПДКВ > 10 см H₂O

Давление – это не объем

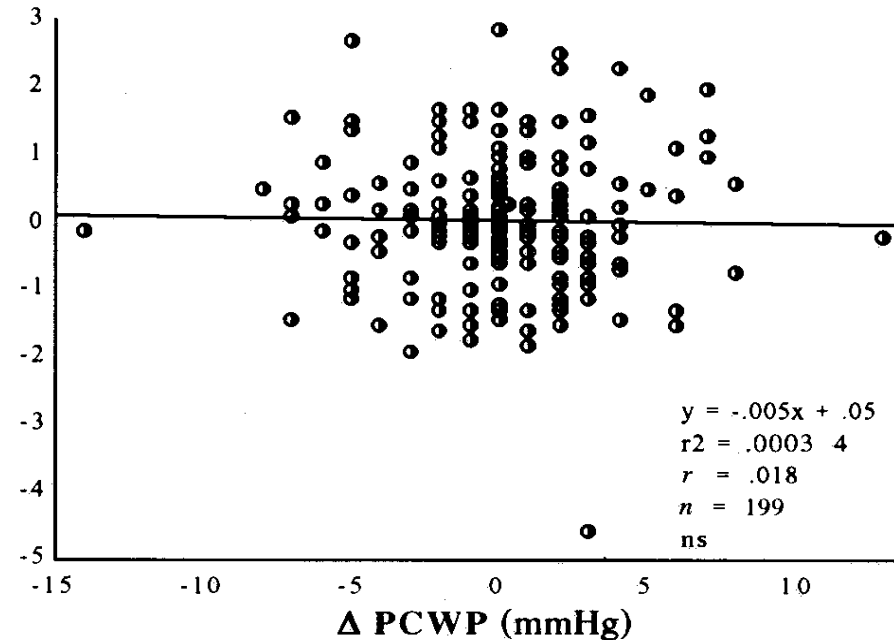


Давления как показатель преднагрузки

ΔCI (l/min·m²)



ΔCI (l/min·m²)



Massimo Antonelli
Mitchell Levy
Peter J. D. Andrews
Jean Chastre
Leonard D. Hudson
Constantine Manthous
G. Umberto Meduri
Rui P. Moreno
Christian Putensen
Thomas Stewart
Antoni Torres

Hemodynamic monitoring in shock and implications for management

**International Consensus Conference, Paris, France,
27–28 April 2006**

**15. We do not recommend the routine use of the pulmonary artery catheter for patients in shock.
Level 1; QoE high (A)**

The NEW ENGLAND JOURNAL *of* MEDICINE

ESTABLISHED IN 1812

MAY 25, 2006

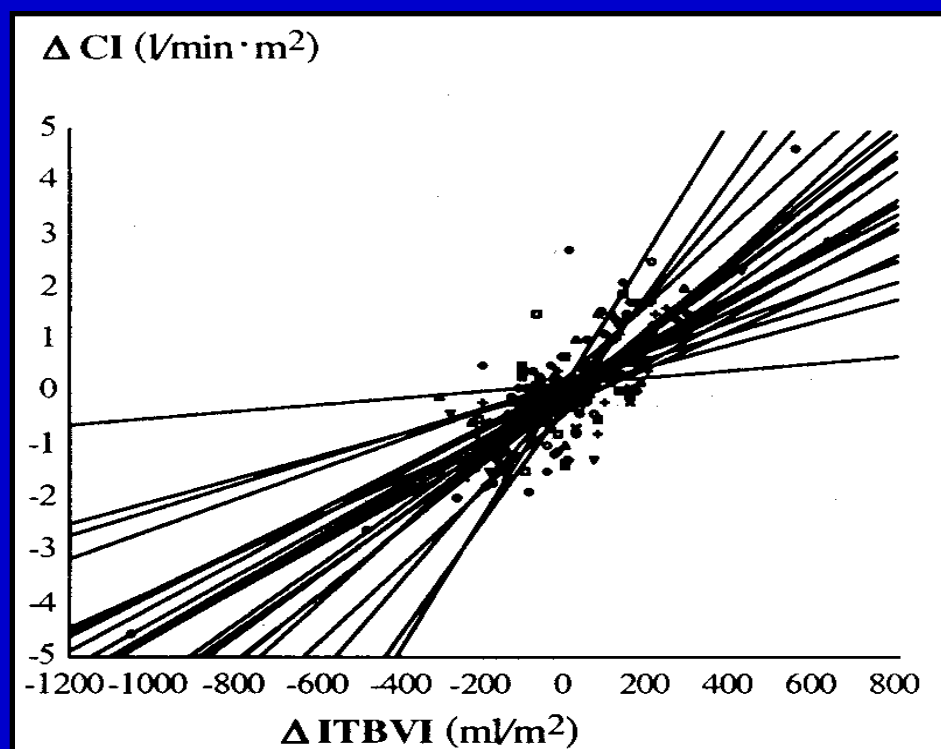
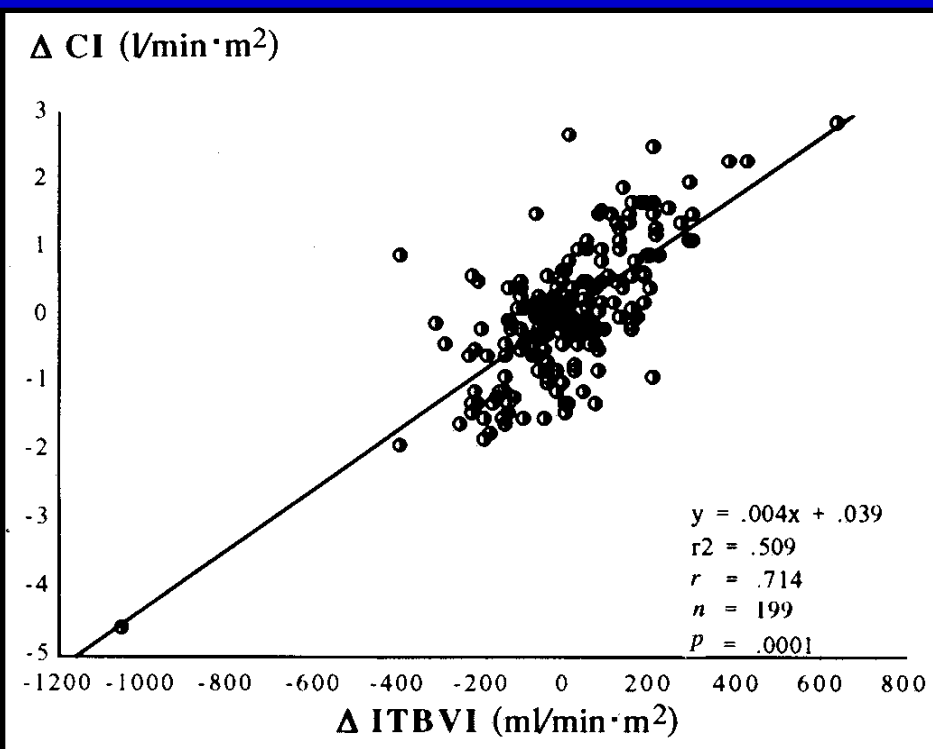
VOL. 354 NO. 21

Pulmonary-Artery versus Central Venous Catheter to Guide Treatment of Acute Lung Injury

The National Heart, Lung, and Blood Institute Acute Respiratory Distress Syndrome
(ARDS) Clinical Trials Network*

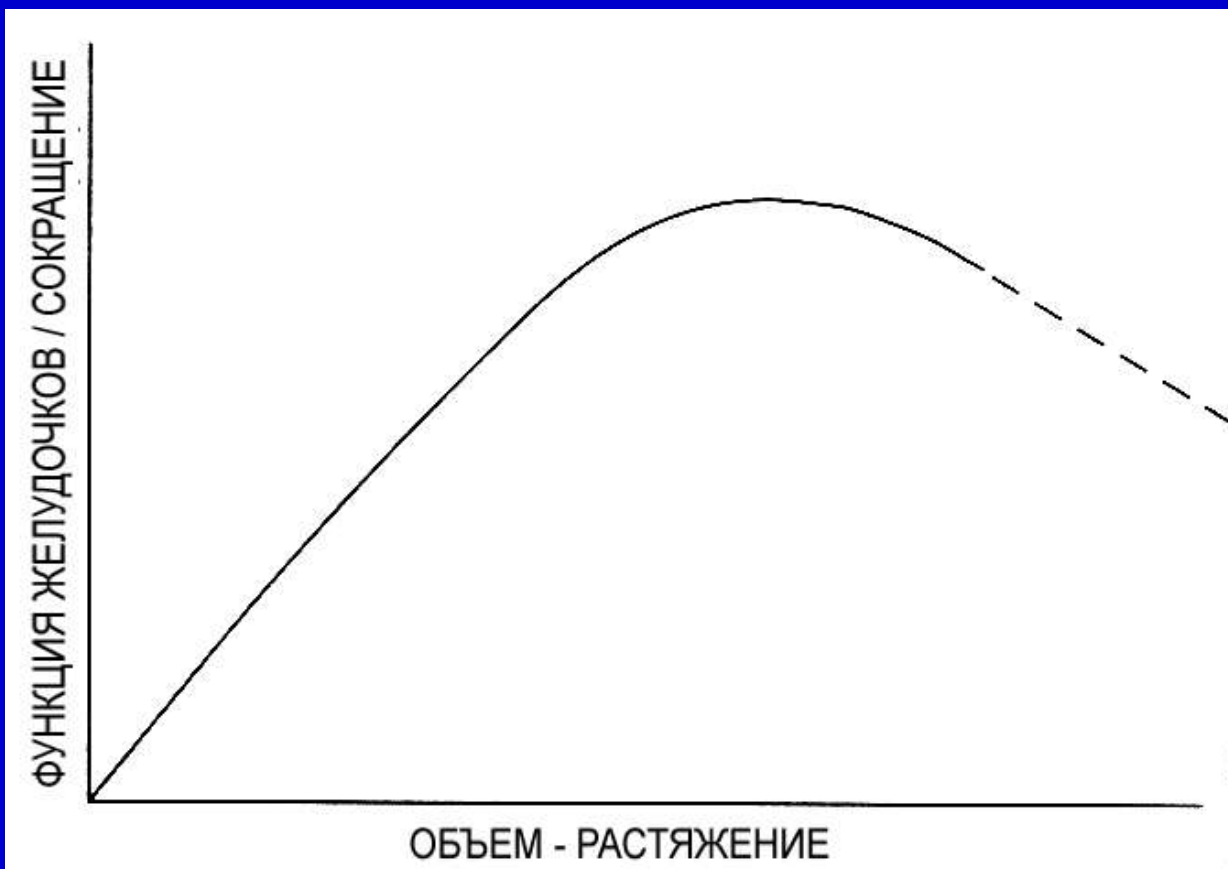
- Катетер Сван-Ганца – нет улучшения исхода по сравнению с использованием ЦВД

Внутригрудной объем крови как показатель преднагрузки



Lichtwarck-Aschoff et al, Intensive Care Med 18: 142-147, 1992

Закон Франка-Старлинга: чем больше растяжение мышечных волокон, тем сильнее сокращение миокарда



Транспульмональная термодилуция

PiCCO plus

Центральный венозный катетер

Порт датчика температуры вводимого раствора

Соединительный кабель

Кабель сенсора температуры вводимого раствора

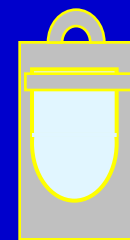
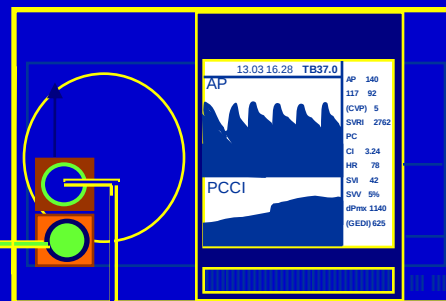
Соединительный кабель трансдюсера

Одноразовый трансдюсер давления PULSION

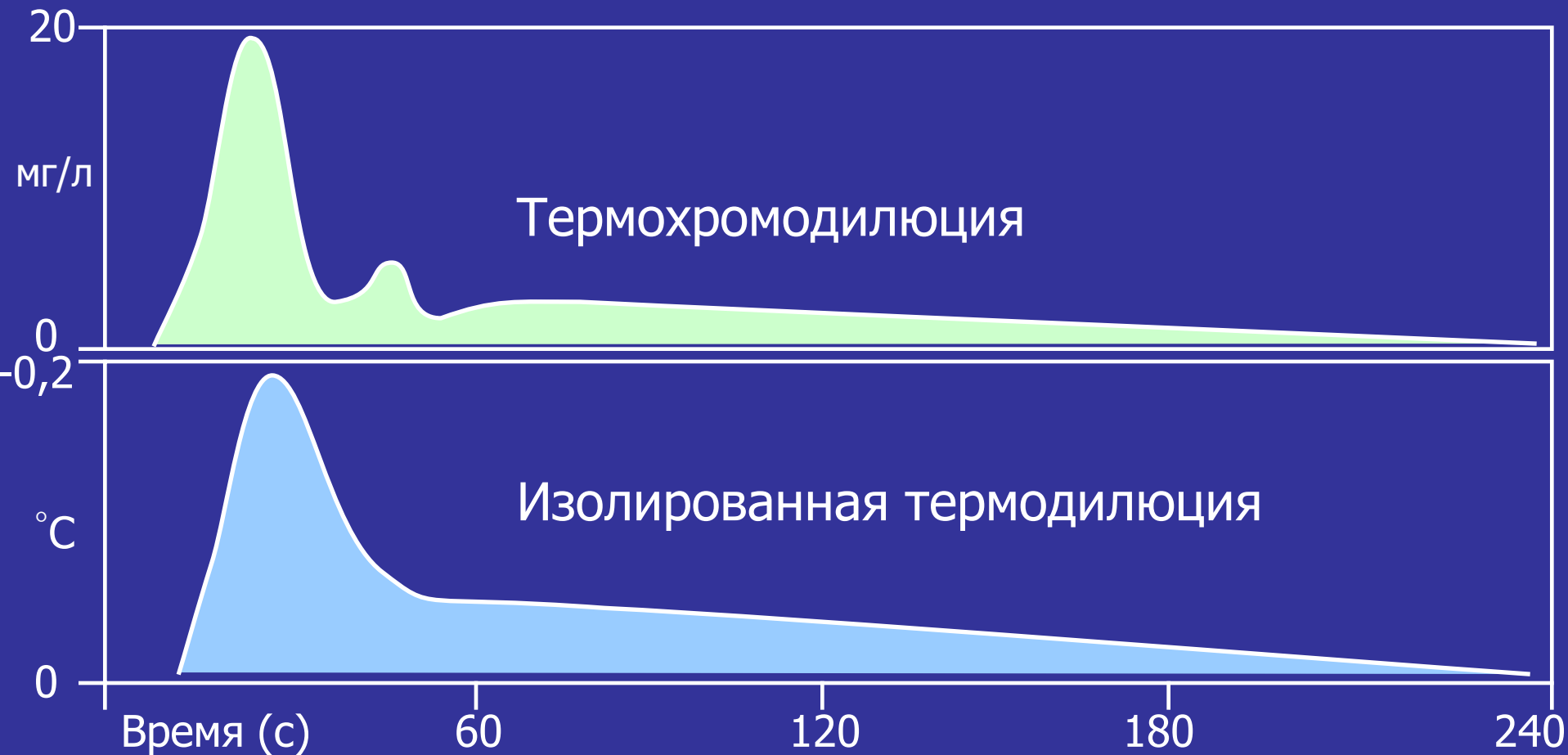
Артериальный термодилуционный катетер

Доп. кабель адаптера

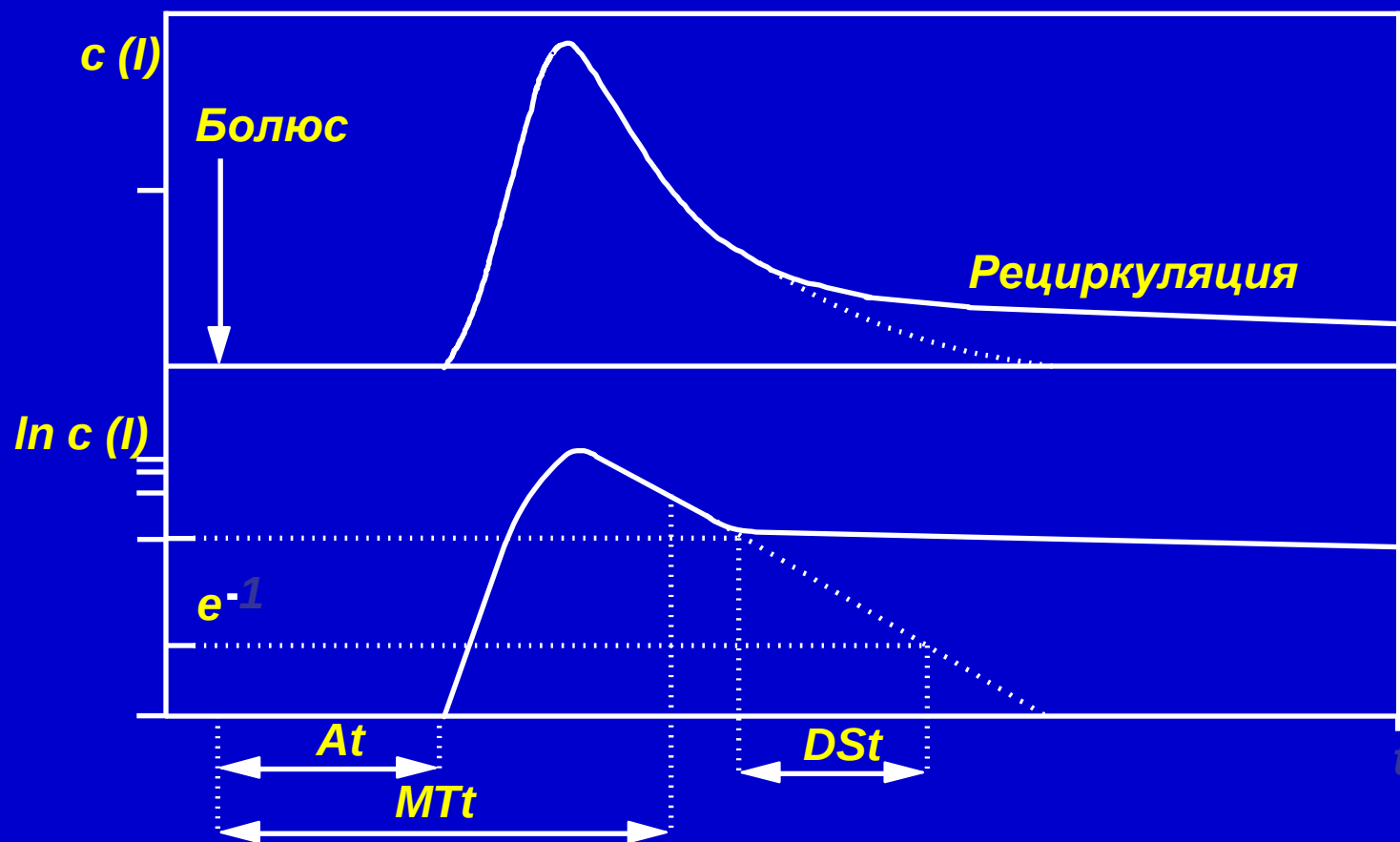
Кабель синхронизации с прикроватным монитором



Термохромодилюция и изолированная термодилуция



Принципы волюметрического мониторинга



MTt: Среднее время прохождения:
 $\frac{1}{2}$ индикатора проходит детектор

DSt: Длительность наклона кривой:
время экспоненциального убывания ТД
кривой

Сравнение сердечного выброса, измеренного с помощью стандартной и транспульмональной термодилуции

Автор	<i>n</i> (пациенты / измерения) разница $\pm$ SD	$CO_{TDa} - CO_{TDpa}$	<i>r</i>
von Spiegel et al, 1996 Anaesthesist 45 (11)	21 / 48	- 4.7 $\pm$ 1.5%	0.97
Mc Luckie et al, 1996 Acta Paediatr 85	9 / ?	0.19 $\pm$ 0.21 l/min/m ²	
Goedje et al, 1998 Chest 113 (4)	30 / 150	0.16 $\pm$ 0.31 l/min/m ²	0.96
Goedje et al, 1998 Thorac Cardiovasc Surg 46	30 / 810	0.26 $\pm$ 0.7 l/min	0.96
Zöllner et al, 1998 Anaesthesist 47 (11)	18 / 160	0.03 $\pm$ 1.04 l/min	0.91
Goedje et al, 1999 Crit Care Med 27 (11)	24 / 216	-0.29 $\pm$ 0.66 l/min	0.93
Sakka et al, 1999 Intensive Care Med 25	37 / 449	0.68 $\pm$ 0.62 l/min	0.97
Sakka et al, 2000 J Cardiothorac Vasc Anesth 14 (2)	12 / 51	0.73 $\pm$ 0.38 l/min	0.98
Bindels et al, 2000 Crit Care 4	45 / 283	0.49 $\pm$ 0.45 l/min/m ²	0.95
Holm et al, 2001 Burns 27	23 / 218	0.32 $\pm$ 0.29 l/min	0.98

Расчет объемов

$$\text{ВГТО (ITTV)} = \text{CB} * \text{MTt}_{\text{TDa}}$$

$$\text{ЛТО (PTV)} = \text{CB} * \text{DSt}_{\text{TDa}}$$

➔ $\text{ГКДО} = \text{ВГТО} - \text{ЛТО}$

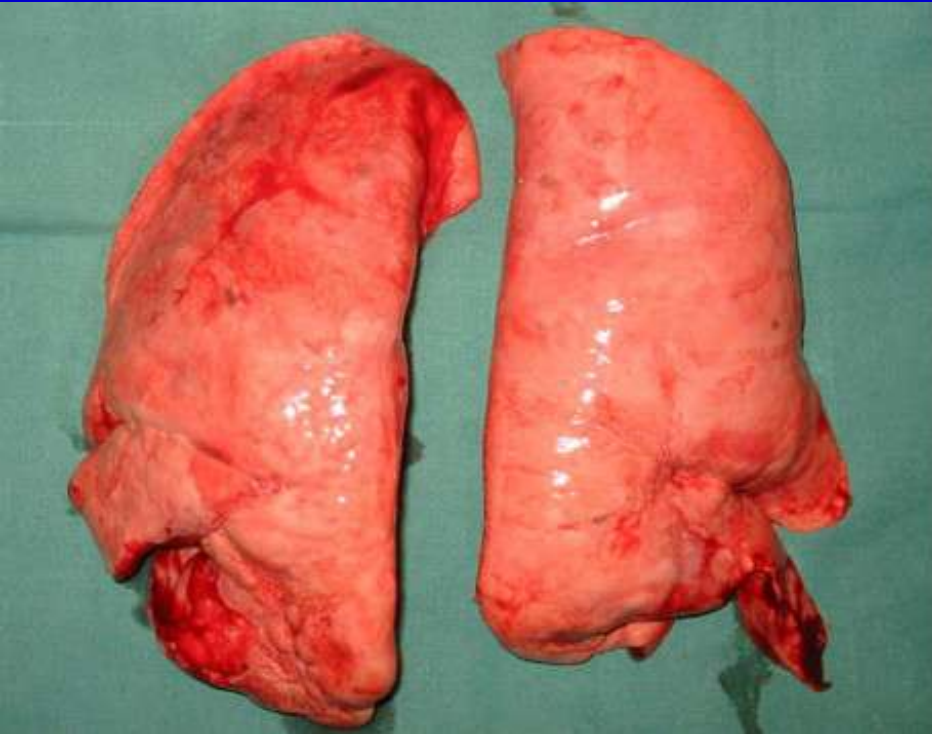
➔ $\text{ВГОК} = 1.25 * \text{ГКДО}$

➔ $\text{ВСВЛ} = \text{ВГТО} - \text{ВГОК}$

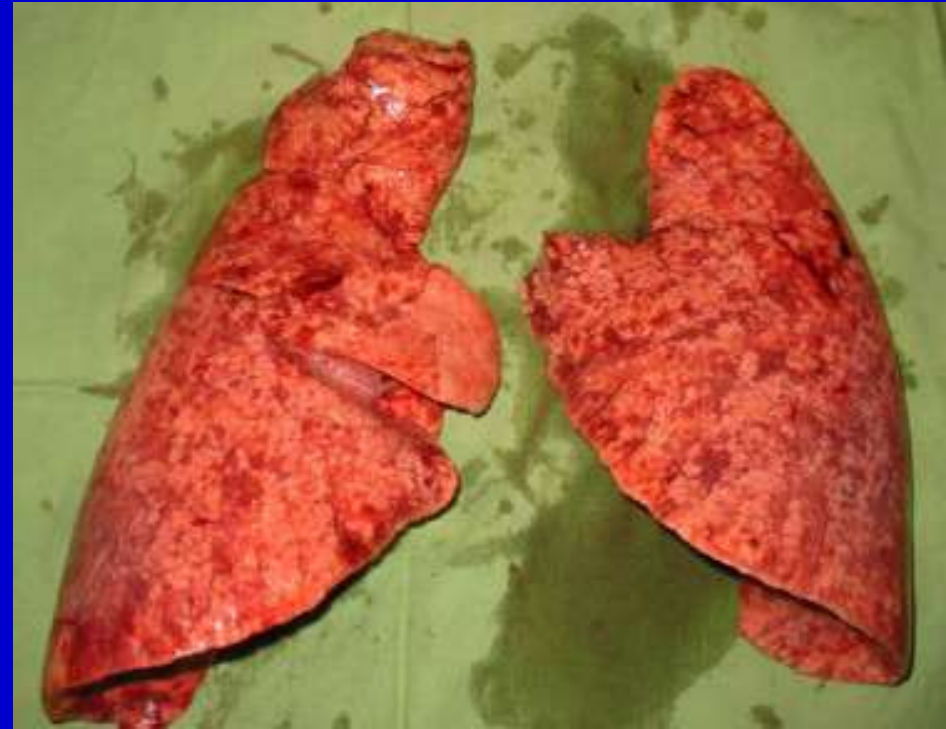




Результаты (ОПЛ): отек легких после LPS и олеиновой кислоты



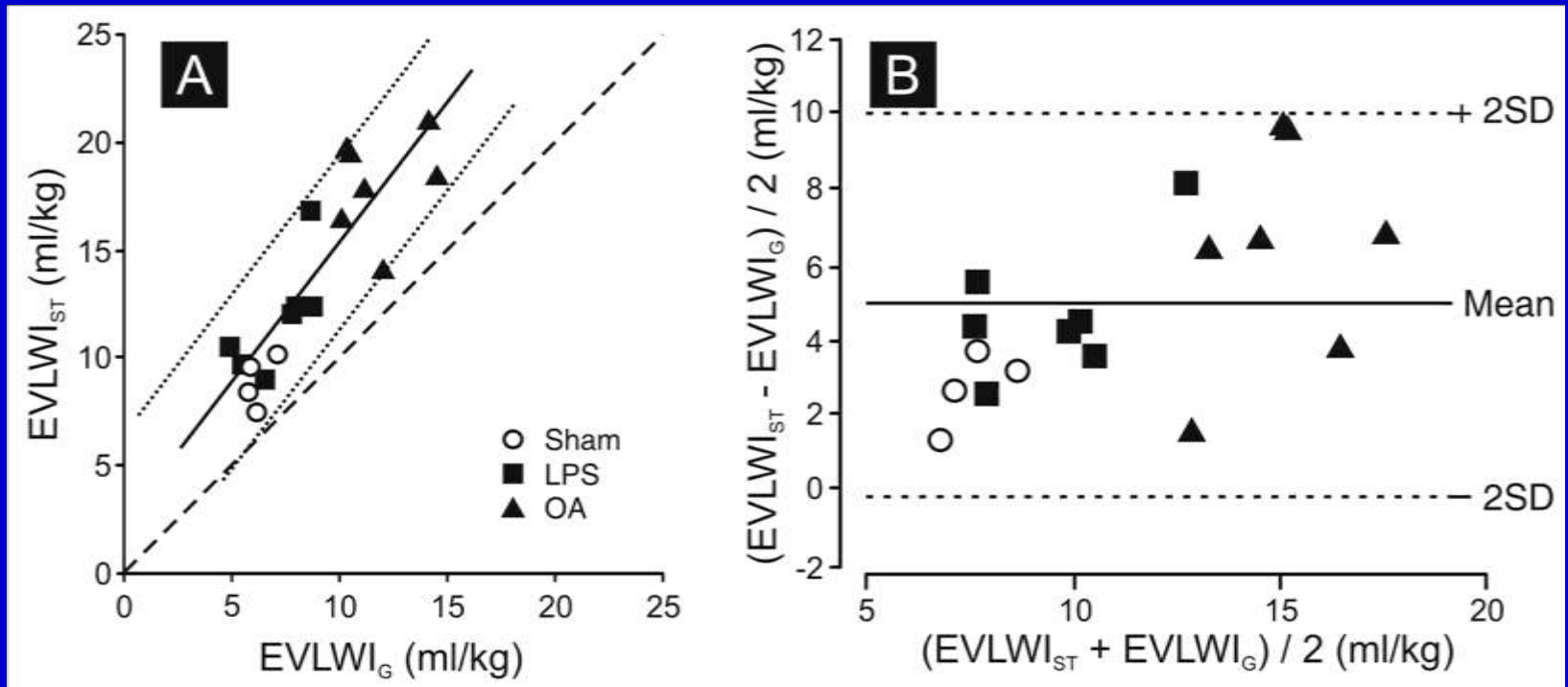
LPS



Олеиновая кислота

Измерение ВСВЛ с помощью транспульмональной термодилуции (ST) и гравиметрии (G) при ОПЛ

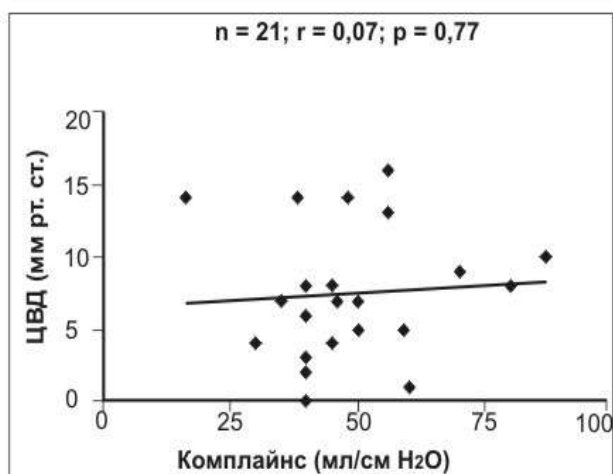
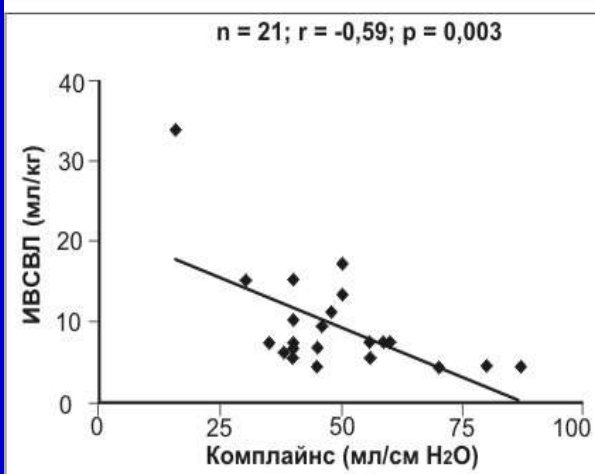
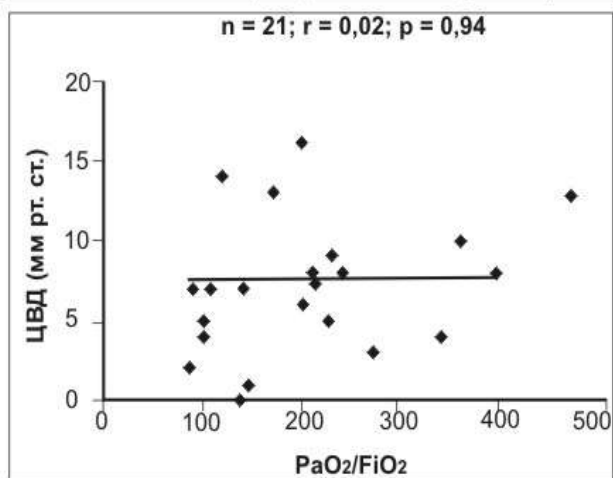
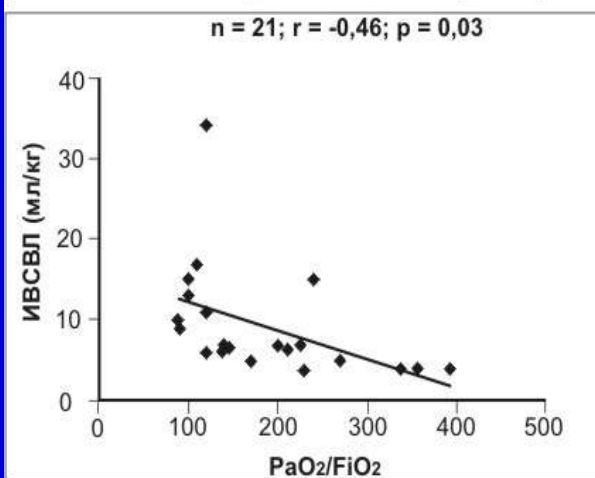
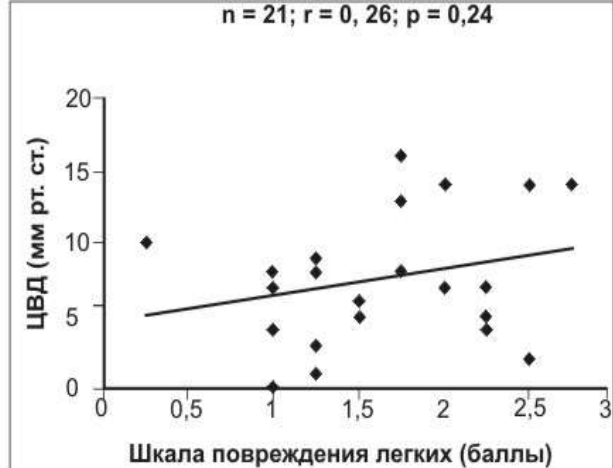
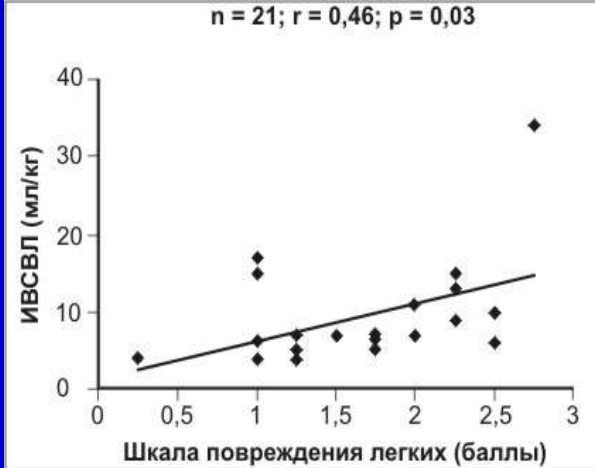
Kirov MY et al. Crit Care 2004;8:R451-R458

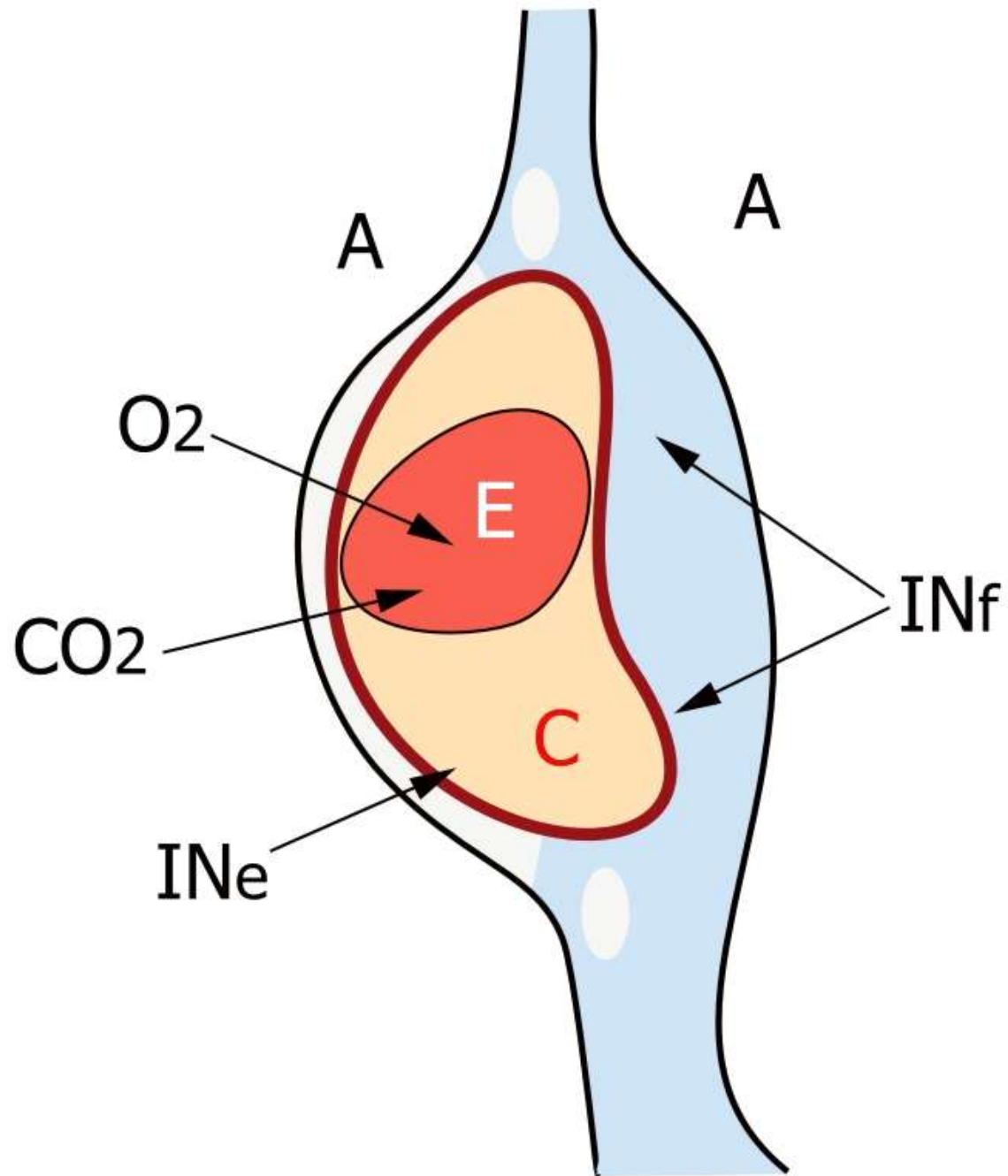


$$EVLWI_{ST} = 1.30 \times EVLWI_G + 2.32$$

Разница = 4.9 мл/кг, SD = 2.5 мл/кг

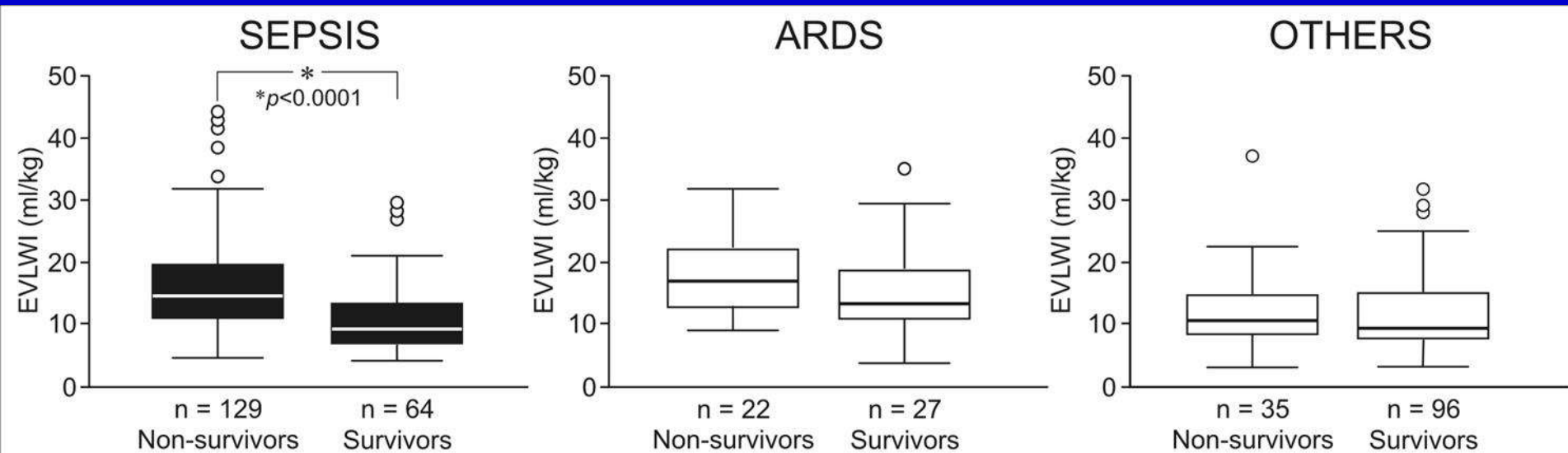
(n = 18, r = 0.85, p < 0.0001)





Внесосудистая вода легких (ВСВЛ) в реаниматологии

Sakka SG et al. Chest 2002;122:2080-2086



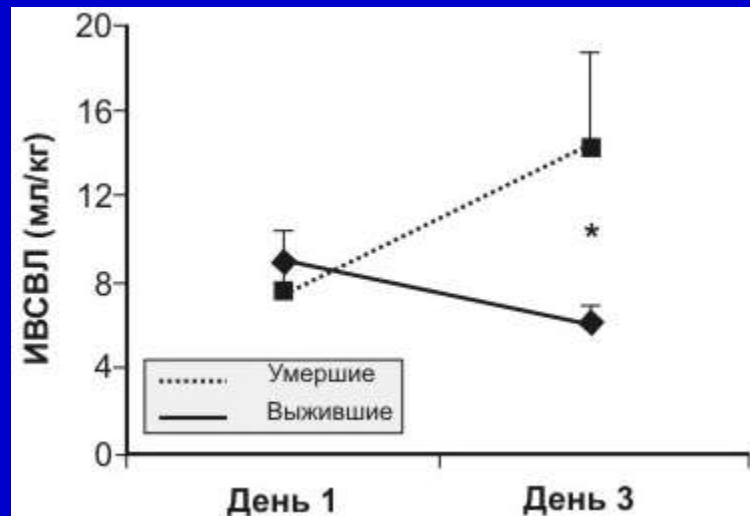
ВСВЛ и прогноз при сепсисе и ОПЛ

Киров М.Ю. и соавт. Анестезиология и реаниматология 2003;4:41-45

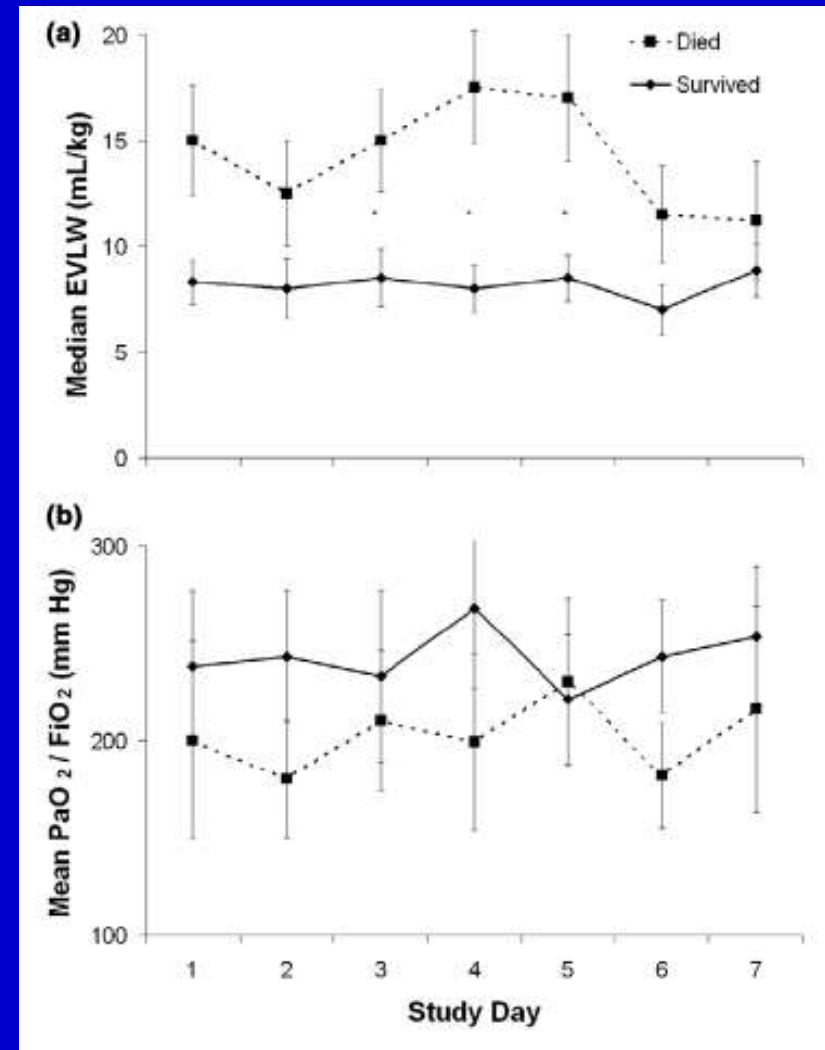
Kirov MY et al. Yearbook of Intensive Care Medicine 2005; 449-460

Martin GS et al. Crit Care 2005;9:R74-R82

Kuzkov VV et al. Crit Care Med 2006;34:1647-1653



Повышение ВСВЛ –
у 60-80% больных с тяжелым
сепсисом (ОПЛ и шок)
При прямом ОПЛ – повышение
ВСВЛ у 95% больных, при
непрямом – 50%



ВСВЛ и предсказанная масса тела

Philips CR et al. Crit Care Med 2008;36:69-73

Berkowitz DM et al. Crit Care Med 2008;36:1803-1809

Расчет ВСВЛ по
предсказанной
массе тела
повышает точность
оценки отека

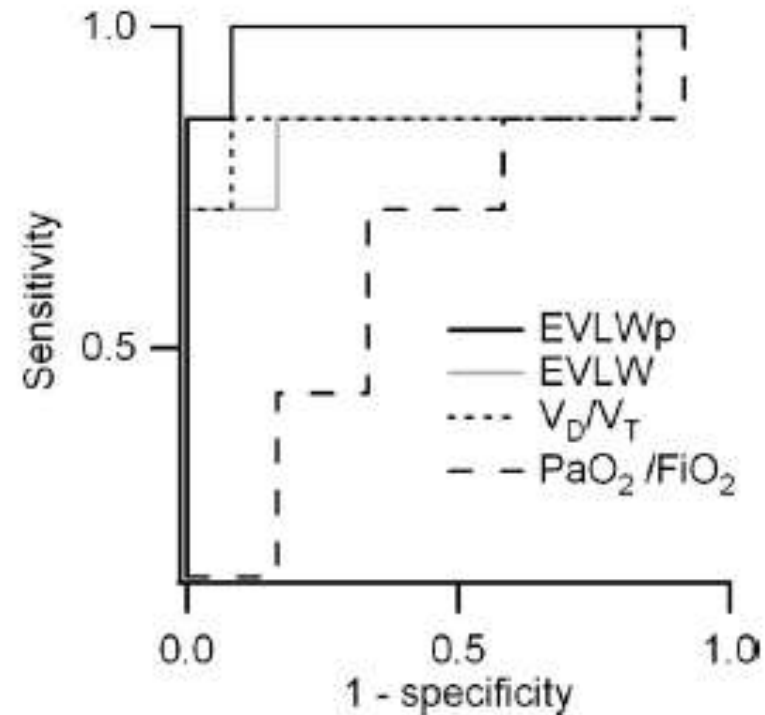
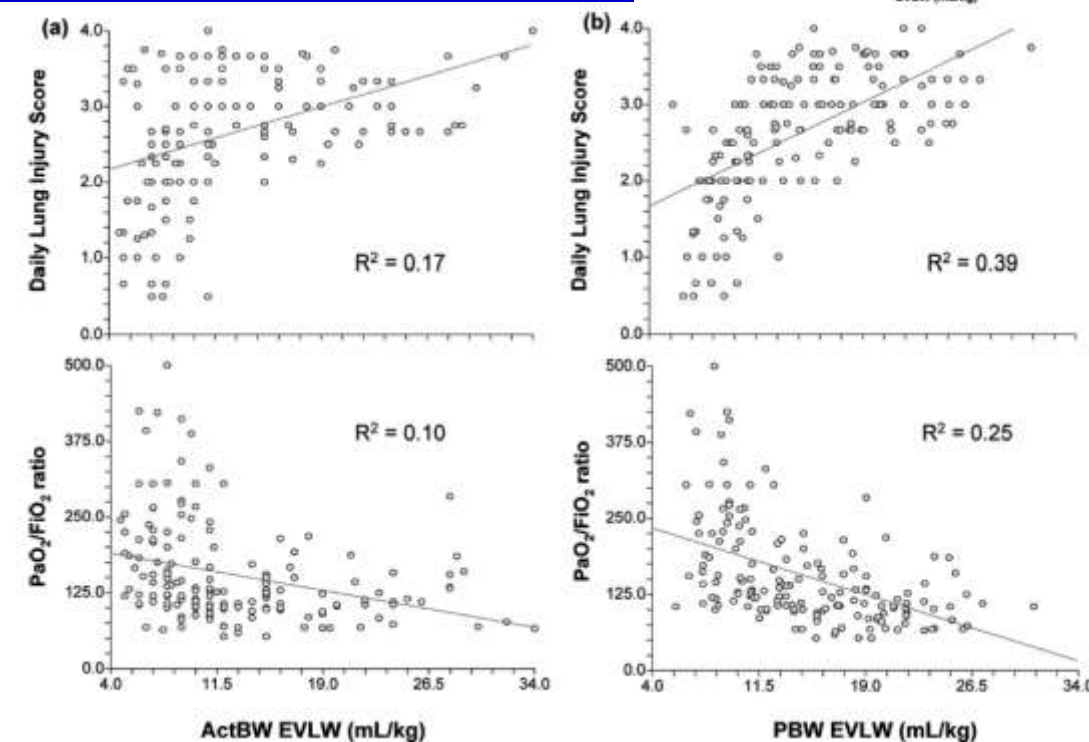
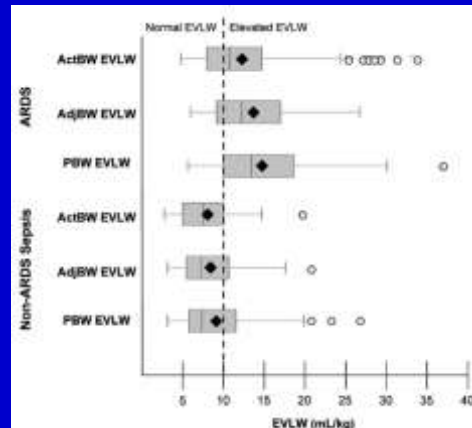


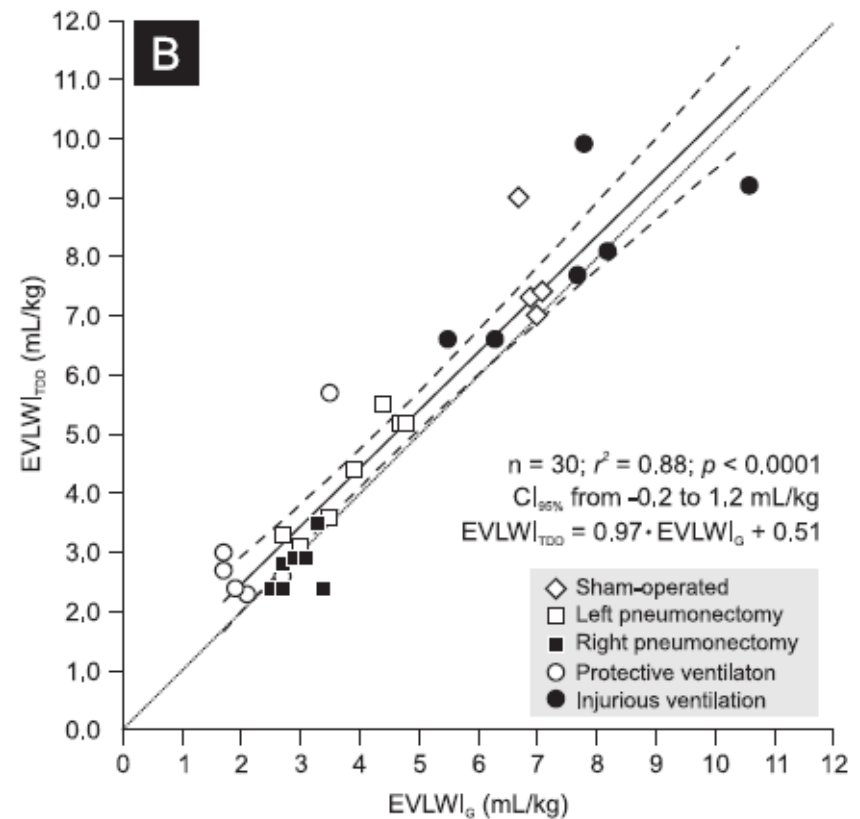
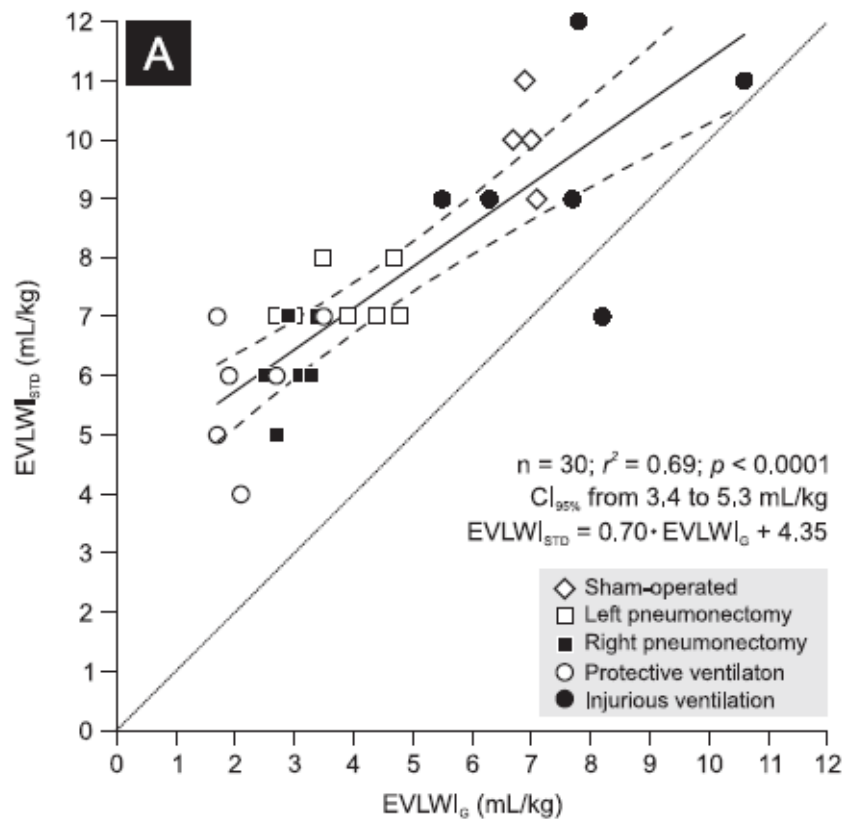
Figure 3. Receiver operator characteristic curves for extravascular lung water indexed to predicted body weight (EVLWp), dead space-tidal volume fraction (V_D/V_T), extravascular lung water (EVLW), and PaO_2/FiO_2 for mortality with sensitivity vs. 1-specificity for identification of nonsurvivors. The areas under the curves were 0.988 ± 0.019 , 0.869 ± 0.112 , 0.851 ± 0.113 , and 0.643 ± 0.137 for EVLWp, V_D/V_T , EVLW, and PaO_2/FiO_2 , respectively.

ВСВЛ при пневмонэктомии

Kuzkov VV et al. Crit Care Med 2007;35:1550-1559

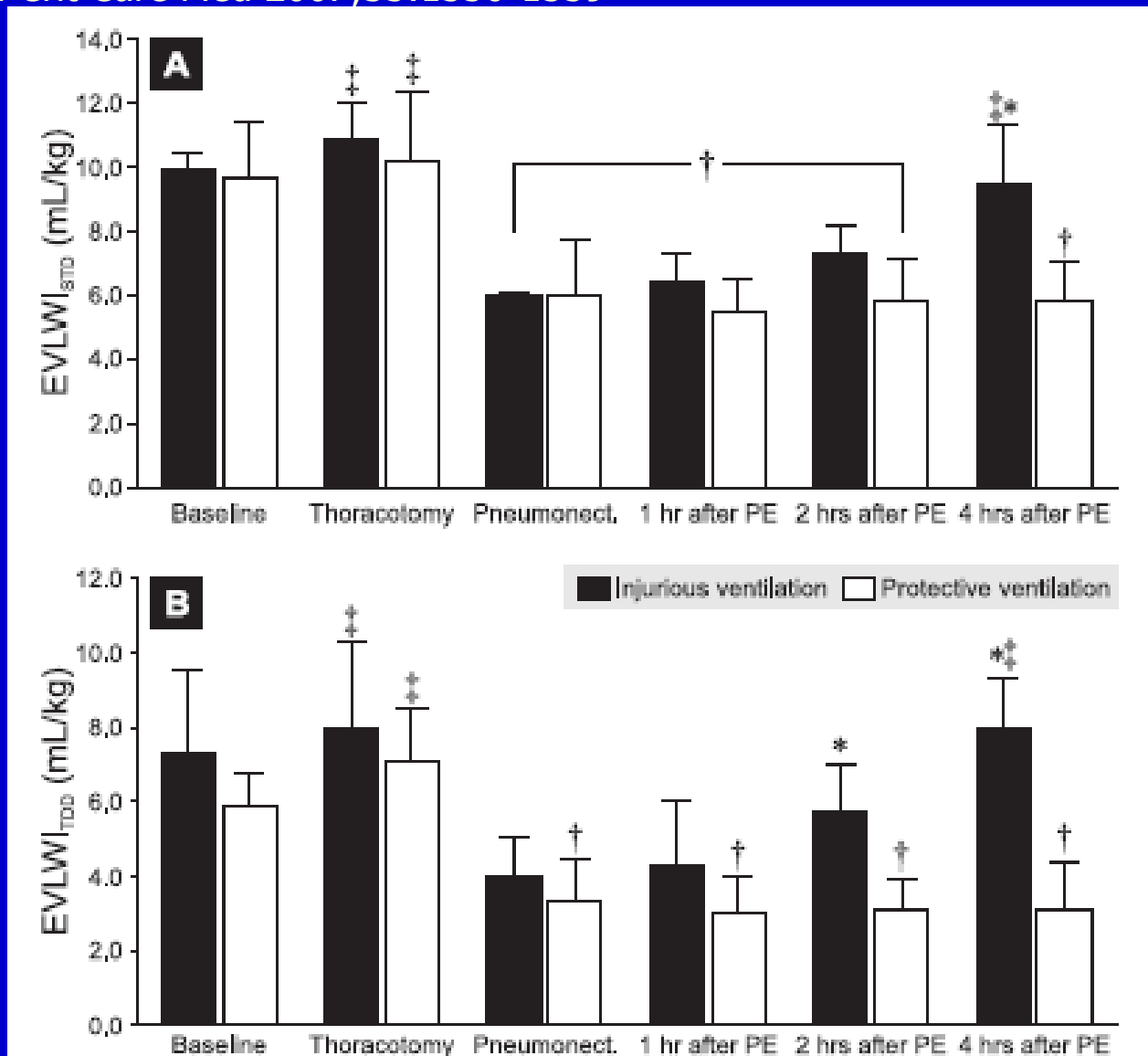
Термодилуция ($\text{ВСВЛ}_{\text{ТД}}$)

Термохромодилуция ($\text{ВСВЛ}_{\text{ТХД}}$)



ВСВЛ при пневмонэктомии и вентилятор-индуцированном ОПЛ в модели на овцах

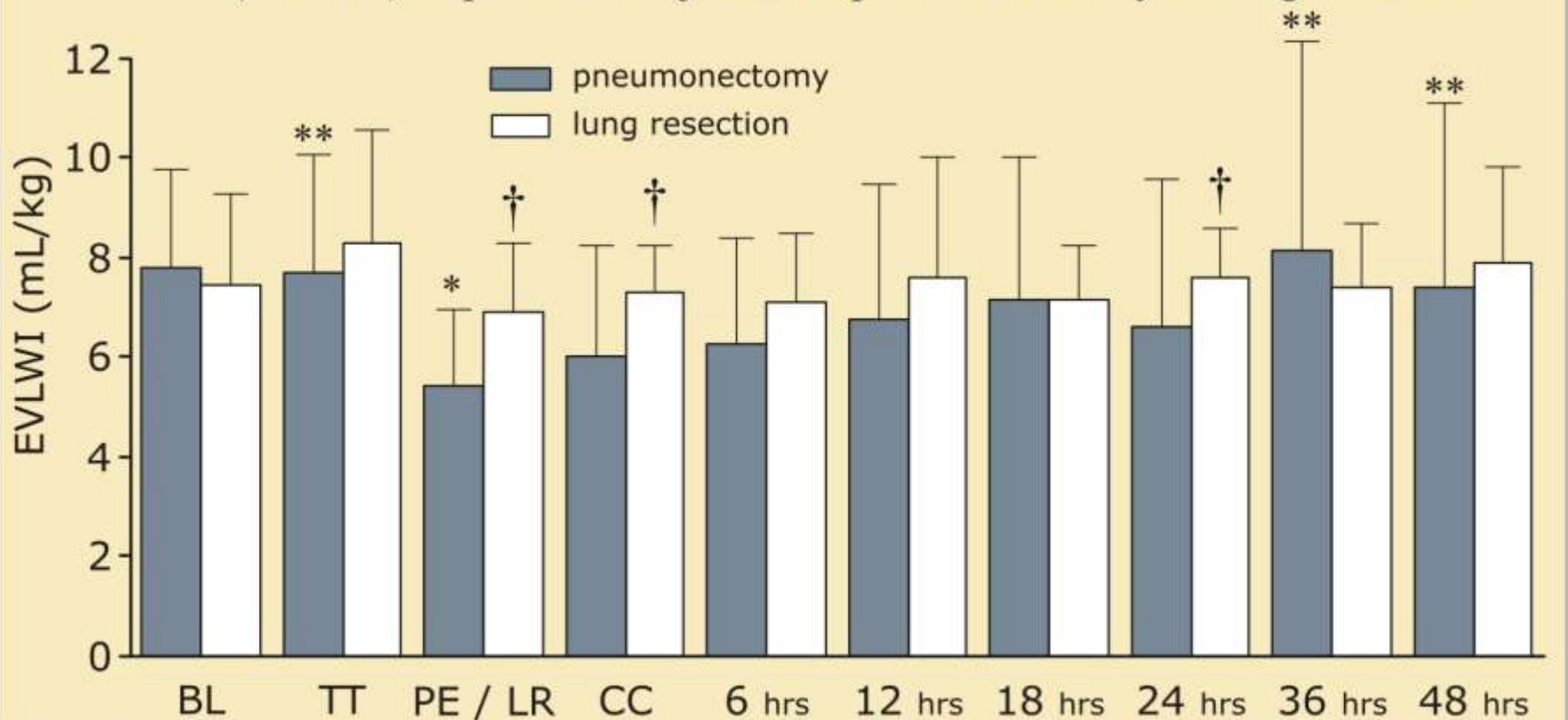
Kuzkov VV et al. Crit Care Med 2007;35:1550-1559



ВСВЛ при пневмонэктомии и резекции легких

Kuzkov VV et al. Acta Anaesth Scand 2007; 51 (suppl. 118): 10

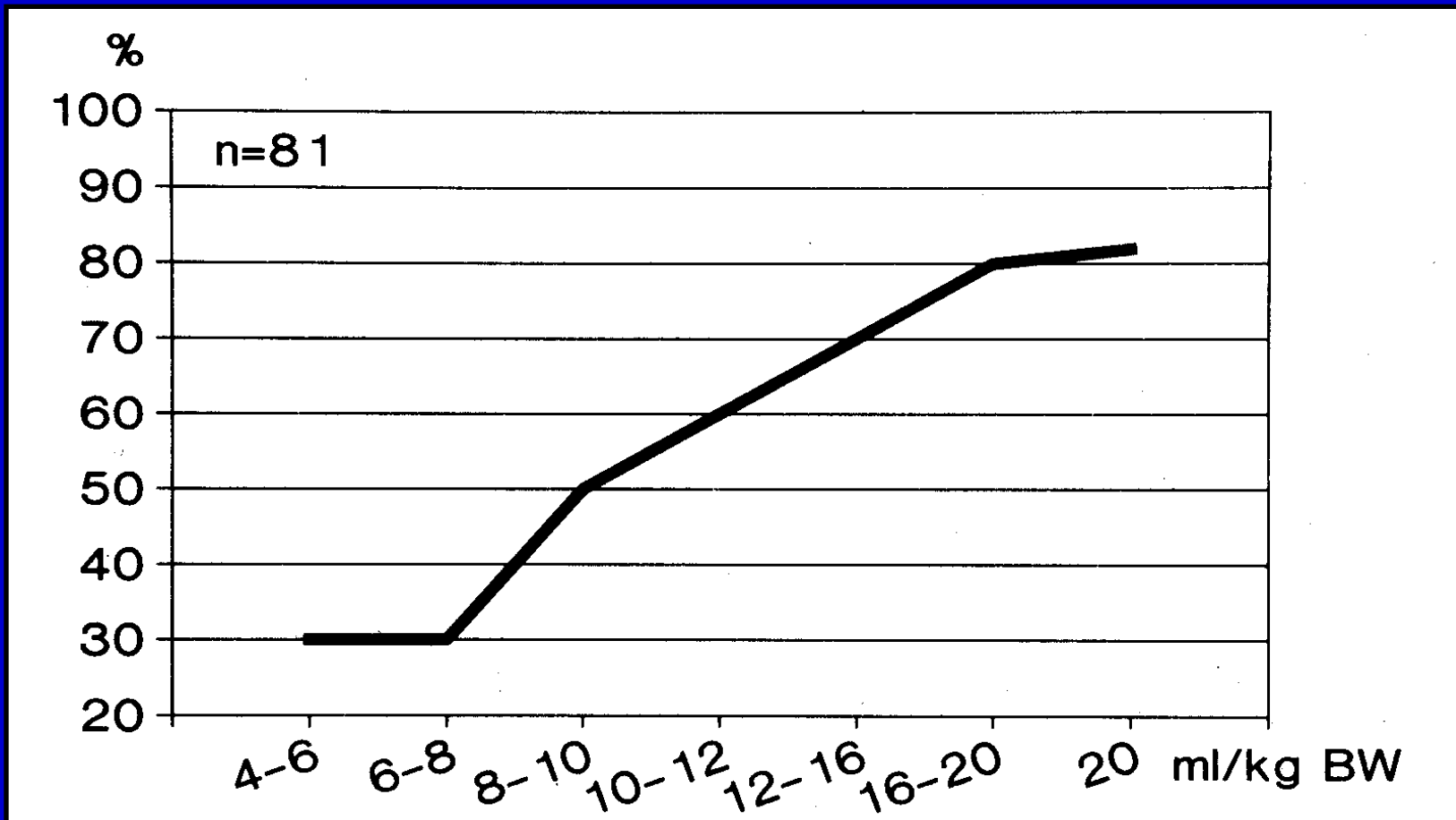
Figure 2. Intra- and postoperative changes in extravascular lung water index (EVLWI) in patients subjected to pneumonectomy or lung resection



BL, baseline (after induction of anesthesia); TT, thoracotomy; PE/LR, pneumonectomy or lung resection; CC, chest closure; 6 hrs, 6 hours postoperatively; 12 hrs, 12 hours postoperatively; 18 hrs, 18 hours postoperatively; 24 hrs, 24 hours postoperatively; 36 hrs, 36 hours postoperatively; 48 hrs, 48 hours postoperatively.

* $p < 0.05$ compared with baseline within group; ** $p < 0.05$ compared with PE/LR within group; † $p < 0.05$ between the groups

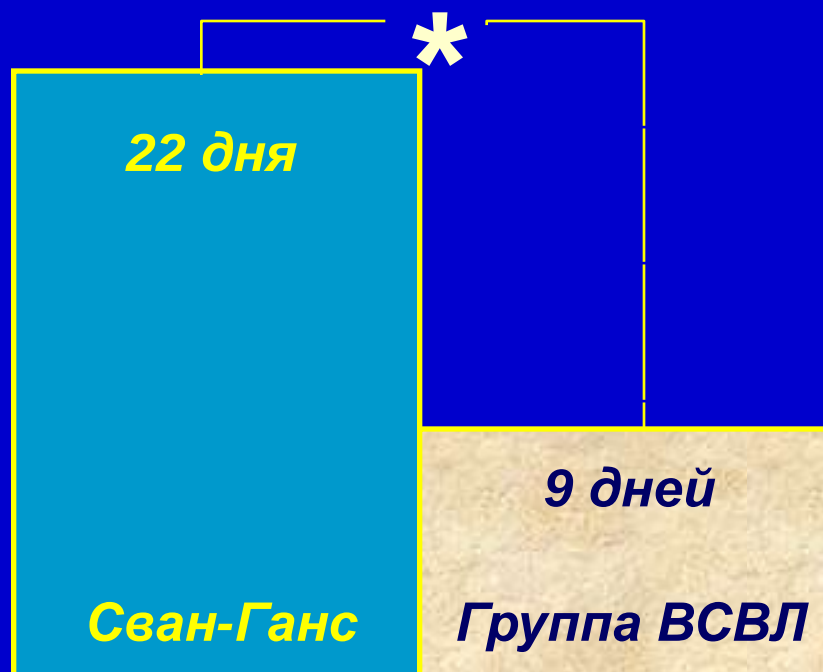
Внесосудистая вода легких (мл/кг) и летальность (%)



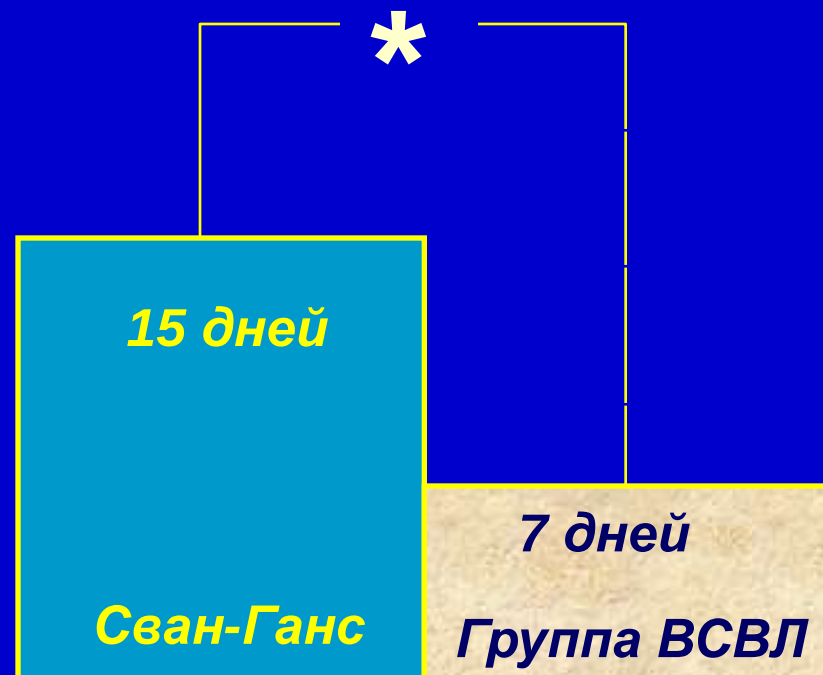
*Sturm, In: Practical Applications of Fiber optics in Critical Care Monitoring,
Springer Verlag Berlin - Heidelberg - New York 1990, pp 129-139*

ЗНАЧЕНИЕ МОНИТОРИНГА ВСВЛ

n=101



Продолжительность ИВЛ

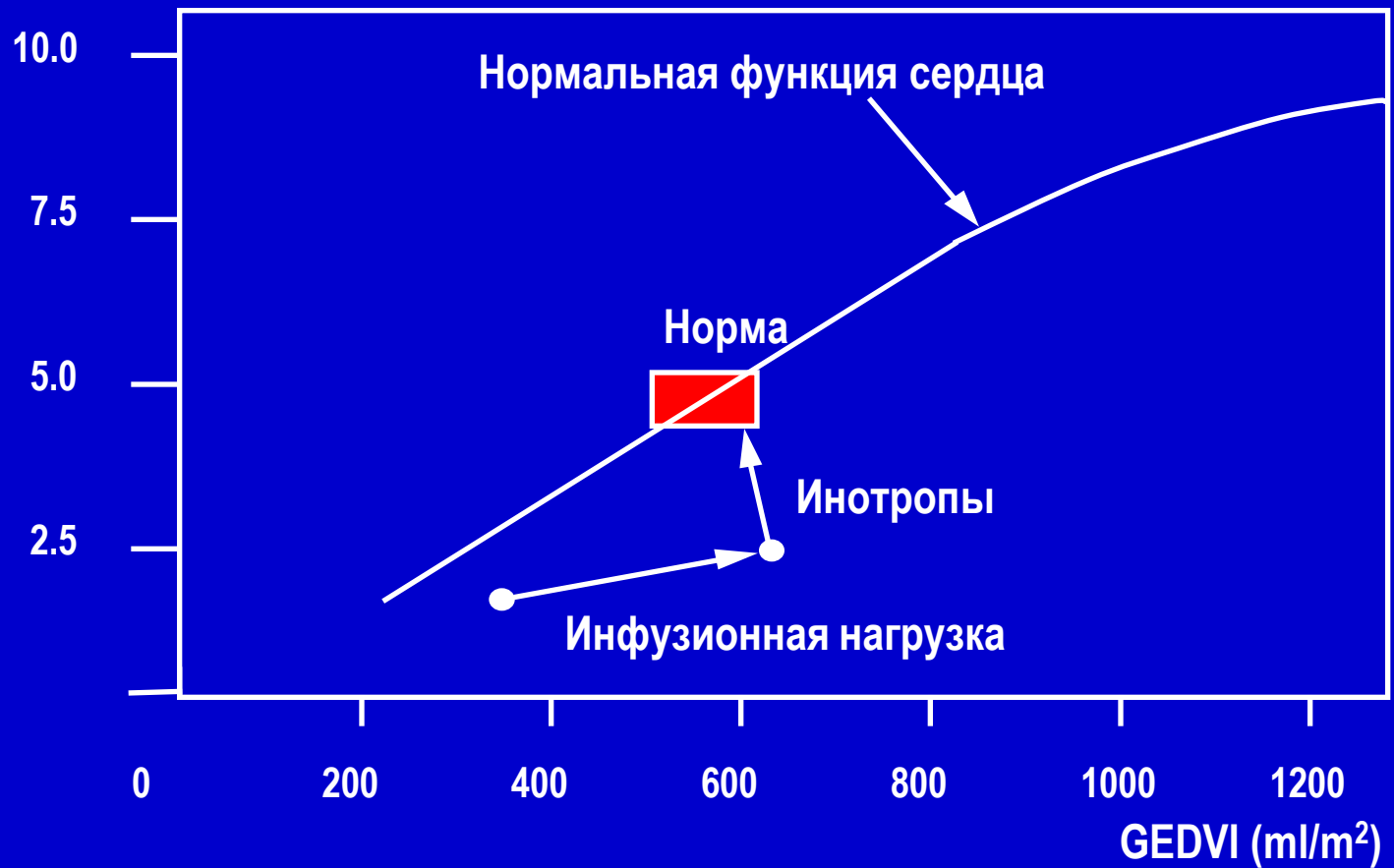


Длительность нахождения в ОИТ

Mitchell et al, *Am Rev Resp Dis* 1992;145:990-998

Индекс функции сердца

CI (l/min/m²)



$$CFI = CI / GEDVI$$

$$ИФС = СИ / ИГКДО$$

Параметры транспульмональной термодилуции

$$GEF = \frac{4 \times SV}{GEDV}$$

$$\text{Глобальная фракция изгнания (ГФИ)} = \frac{4 \times УО}{ГКДО}$$

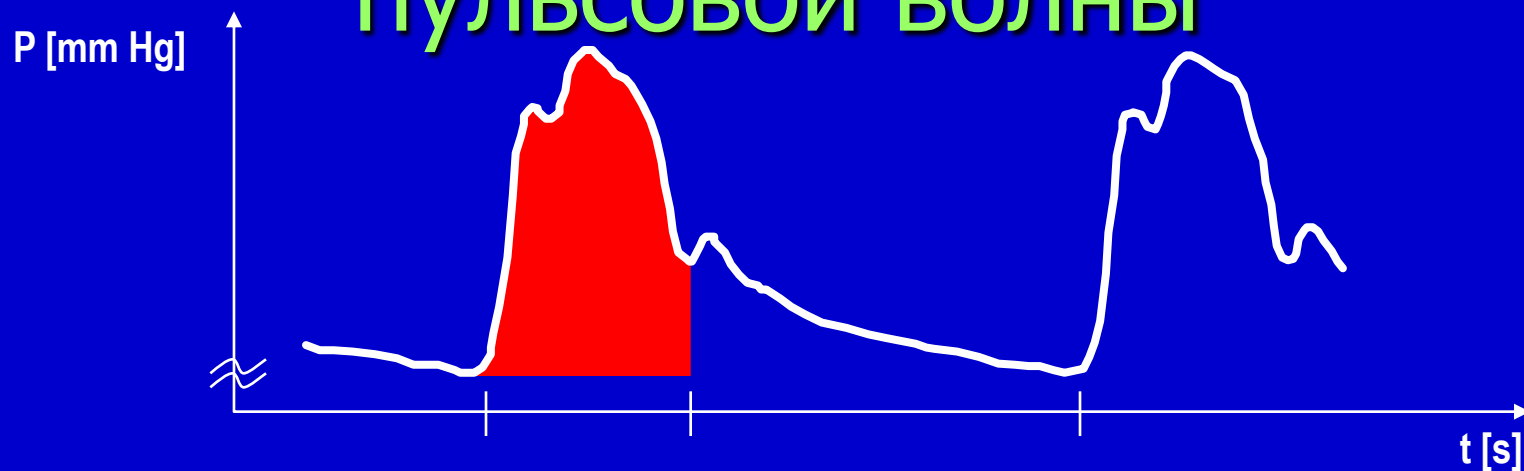
$$PVPI = \frac{EVLW}{PBV}$$

$$\text{Индекс проницаемости сосудов легких (ИПСЛ)} = \frac{ВСВЛ}{ЛОК}$$

ИНВАЗИВНЫЙ МОНИТОРИНГ КРОВООБРАЩЕНИЯ

- Непрерывный мониторинг сердечного выброса на основе анализа пульсовой волны – PiCCO, LidCO, Edwards Lifesciences (Vigileo), в том числе с предшествующей калибровкой на основе термодилуции – PiCCO, Edwards Lifesciences (Vigilance)

Анализ контура пульсовой волны



$$CCO = cal \cdot HR \cdot \int_{\text{Systole}} \left(\frac{P(t)}{SVR} + C(p) \cdot \frac{dP}{dt} \right) dt$$

{
 Фактор
 калибровки,
 определяемый с
 помощью
 термодилуции

{
 ЧСС

{
 Площадь
 под кривой
 давления

{
 Комплаинс
 аорты

{
 Форма
 кривой
 давления

Непрерывный мониторинг сердечного выброса

PiCCOplus и PiCCO2:
СВ и волнометрические
параметры, калибровка



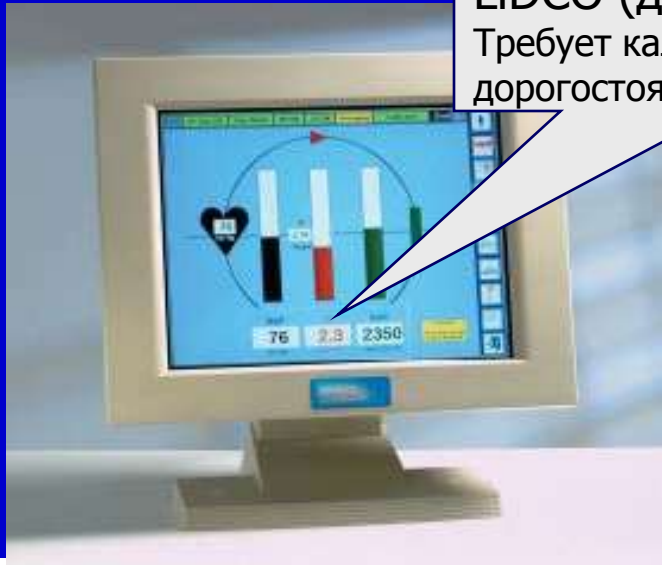
Vigileo: СВ, отсутствие
калибровки



Непрерывный мониторинг сердечного выброса

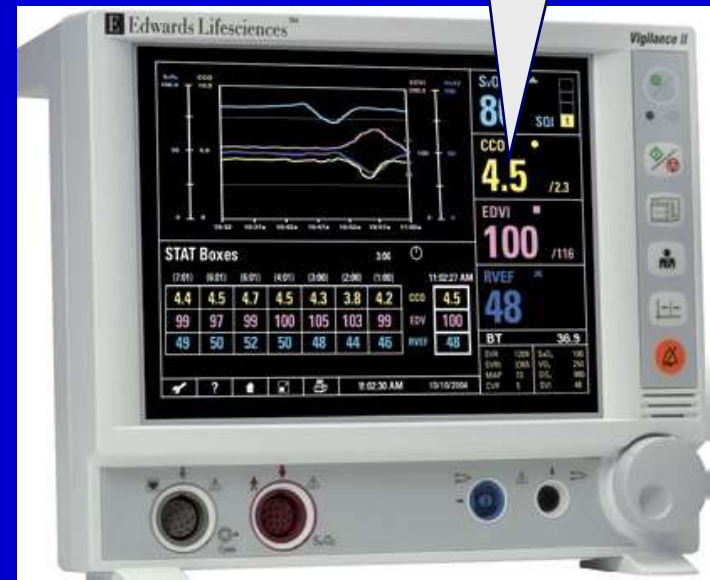
LiDCO (дилуция литием)

Требуется калибровки,
дорогостоящий индикатор



Edwards Vigilance II

Требуется калибровки
Катетер Сван-Ганца



Модули Philips, Draeger,
Schiller

Базируются на технологии PiCCO



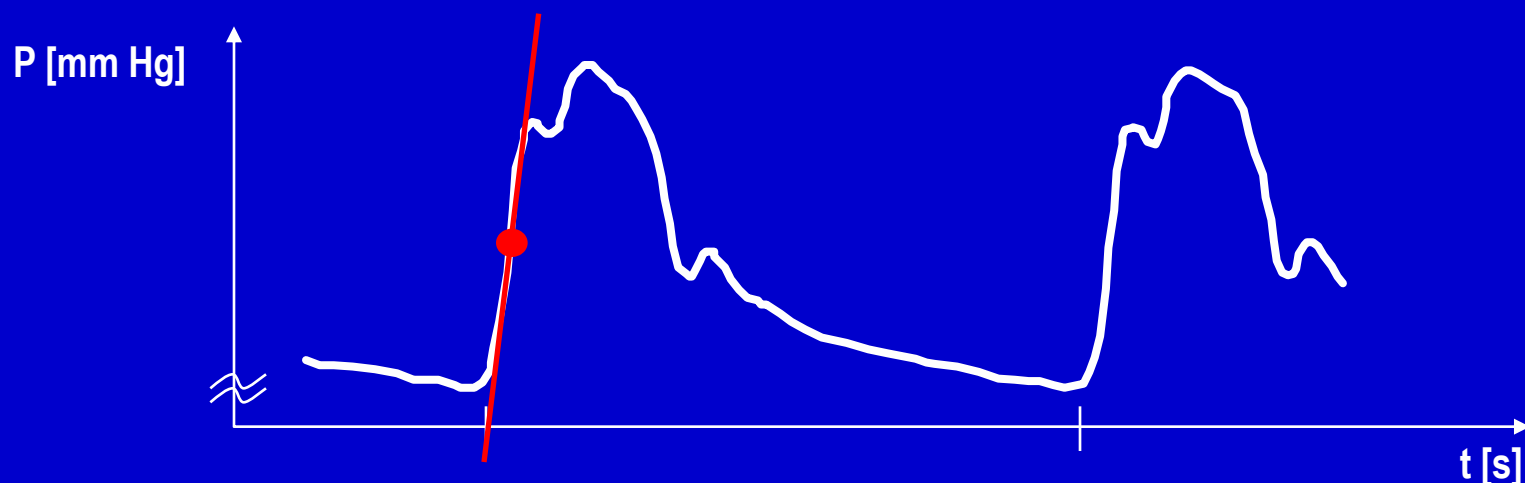
Fig 1



Сравнение сердечного выброса, измеренного с помощью термодилуции и анализа пульсовой волны

Автор	<i>n</i> (пациенты / измерения) Разница $\pm$ SD	<i>PCCO</i> - <i>CO</i>_{TDpa}	<i>r</i>
Goedje et al, 1998 Thorac Cardiovasc Surg 46	30 / 270	0.11 $\pm$ 0.6 l/min	0.91
Goedje et al, 1999 Crit Care Med 27 (11)	24 / 216	0.07 $\pm$ 0.7 l/min/m²	0.92
Buhre et al, 1999 J Cardiothorac Vasc Anesth 13 (4)	12 / 36	0.003 $\pm$ 0.63 l/min	0.94
Goedje et al, 1999 Ann Thorac Surg 68 (4)	20 / 192	-0.1 $\pm$ 0.42 l/min	0.91
Zöllner et al, 2000 J Cardiothorac Vasc Anesth 14 (2)	19 / 76	0.31 $\pm$ 1.25 l/min	0.88
	<i>PCCO</i> - <i>CO</i>_{TDa}		
Gödje et al, 2002* CCM 30 (1)	24 / 517	-0.2 +2.10/-2.50 l/min	

Индекс сократимости левого желудочка



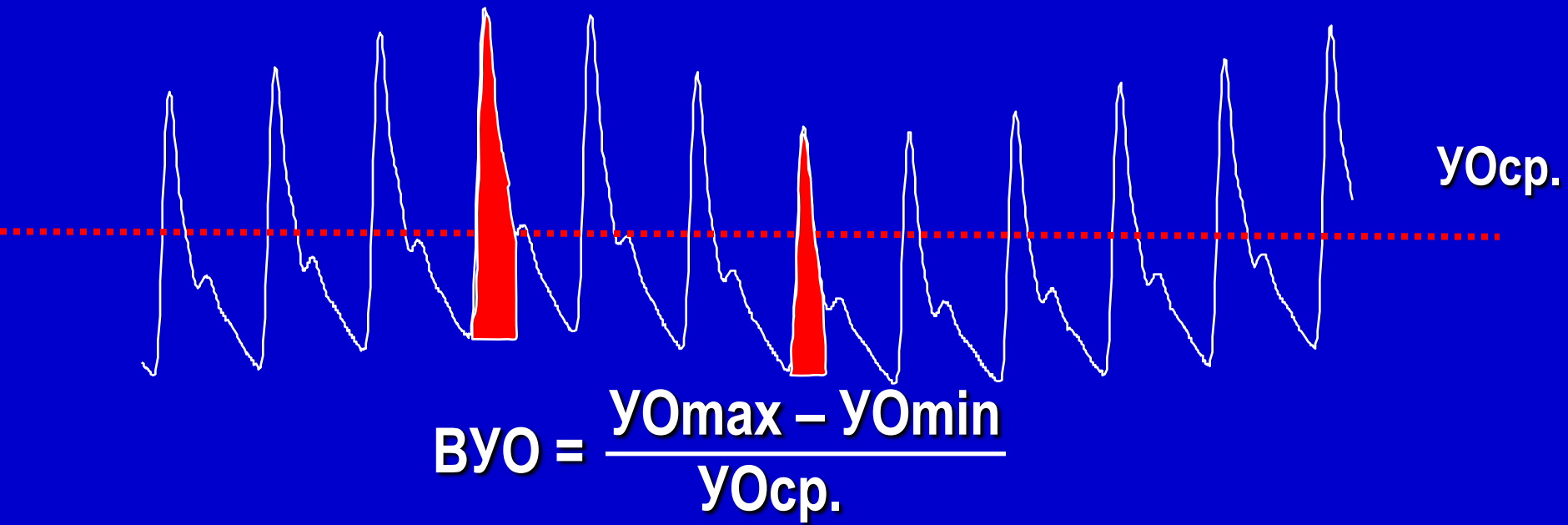
$dP_{mx} = dP/dt_{max}$ артериальной кривой

Определяет скорость сократимости левого желудочка

Вариации ударного объема (ВУО), пульсового давления (ВПД), ЦВД

Michard F et al. *Crit Care* 2007, 11:131

Lopes MR et al. *Crit Care* 2007, 11:R100



- ✓ Оценка восприимчивости к инфузионной нагрузке
- ✓ Инфузионная терапия под контролем ВУО и ВПД улучшает клинический исход, снижает длительность ИВЛ, количество осложнений и период госпитализации в ОРИТ
- ✓ Определение вариаций возможно только на фоне ИВЛ

Нормальные значения показателей

Параметр	Пределы	Единицы
Сократимость		
■ СИ	3.0 – 5.0	л/мин/м ²
■ УИ	40 – 60	мл/м ²
■ ИФС	4.5 – 6.5	1/мин
■ ГФИ	25 – 35	%
■ ЧСС	60 – 90	1/мин
Постнагрузка		
■ ИОПС	1200 – 1800	дин*сек*см ⁻⁵ *м ⁻²
■ АДср.	70 – 90	мм рт. ст.
Преднагрузка и волемический статус		
■ ИГҚДО	680 – 800	мл/м ²
■ ИВГОК	850 – 1000	мл/м ²
■ ВУО	≤ 10	%
■ ИВСВЛ	3.0 – 7.0	мл/кг
■ ИПСЛ	1.0 – 3.0	

Больные высокой категории риска, требующие комплексного мониторинга гемодинамики

Seeling M et al. Euroanesthesia 2008, Refresher Course of Lectures, 17-22.

- Тяжелые заболевания дыхательной и сердечно-сосудистой систем (ХОБЛ, острый коронарный синдром, СН)
- Обширные хирургические вмешательства
- Острая массивная кровопотеря (>2,5 л)
- Возраст >70 лет в сочетании с органной дисфункцией
- Тяжелый сепсис

Больные высокой категории риска, требующие комплексного мониторинга гемодинамики

Seeling M et al. Euroanesthesia 2008, Refresher Course of Lectures, 17-22.

- Дыхательная недостаточность
- Шок
- Острый живот
- ОПН
- Тяжелое поражение периферических сосудов

Основные гемодинамические ориентиры

Hoefl A, Euroanesthesia 2004, Refresher Course of Lectures, 75-78.

- АД сред. > 70 мм рт. ст.
- Сердечный индекс (СИ) > 3 л/мин/м²
- Ударный индекс (УИ) > 40 мл/м²
- Волемический статус

Глобальный конечно-диастолический объем (ГКДО) > 680 мл/м²

Внутригрудной объем крови (ВГОК) > 850 мл/м²

Вариации ударного объема (ВУО) $< 10\%$

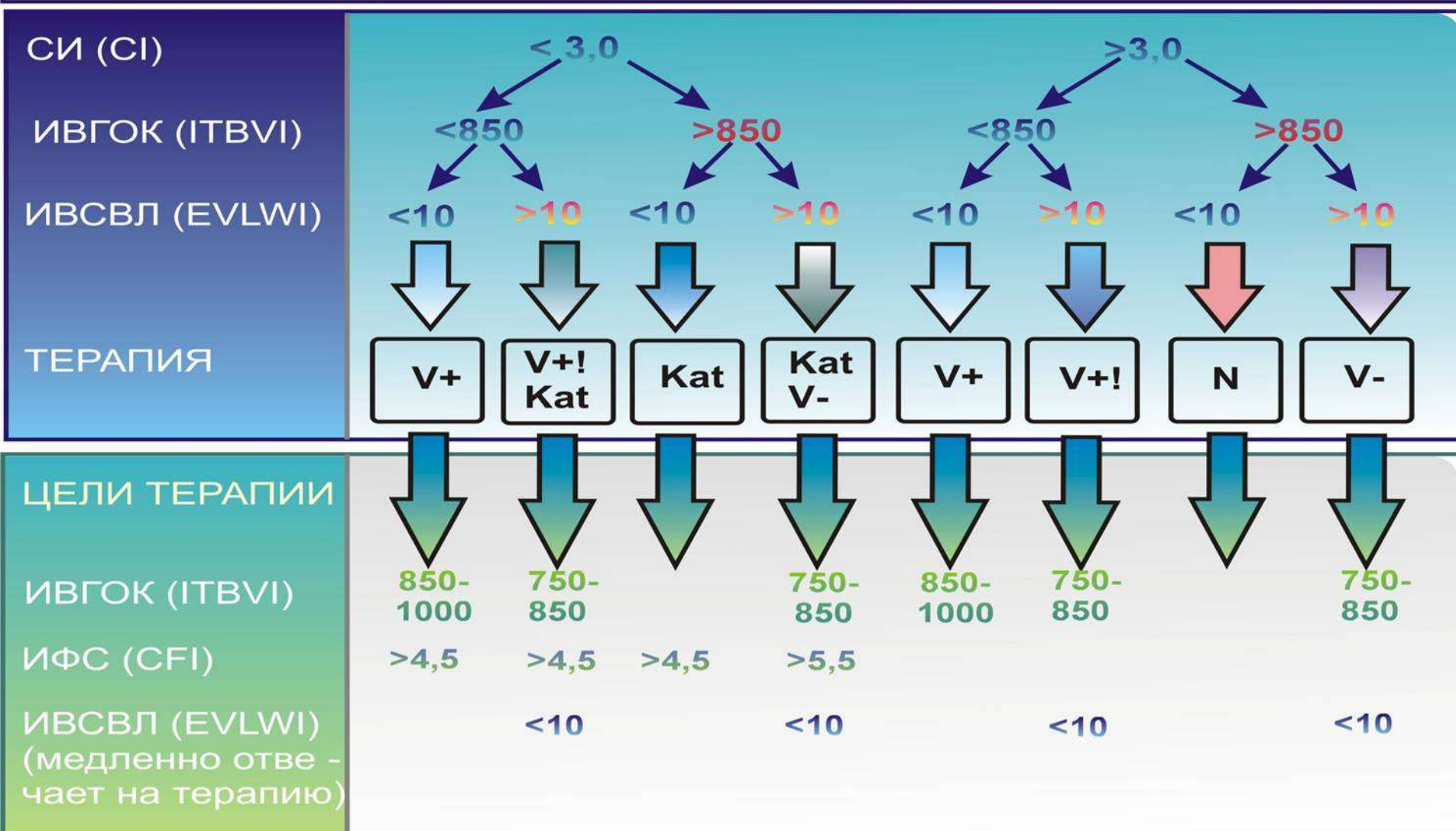
- Внесосудистая вода легких (ВСВЛ) < 7 мл/кг

Подход к целенаправленной терапии на основании мониторинга гемодинамики

Seeling M et al. Euroanesthesia 2008, Refresher Course of Lectures, 17-22.

- Обследование
- Оценка риска и выбор оцениваемых параметров
- Выбор терапии (инфузия, инотропы, вазопрессоры и др.)
- Оценка эффективности терапии

АЛГОРИТМ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ ВОЛЮМЕТРИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ГЕМОДИНАМИКИ

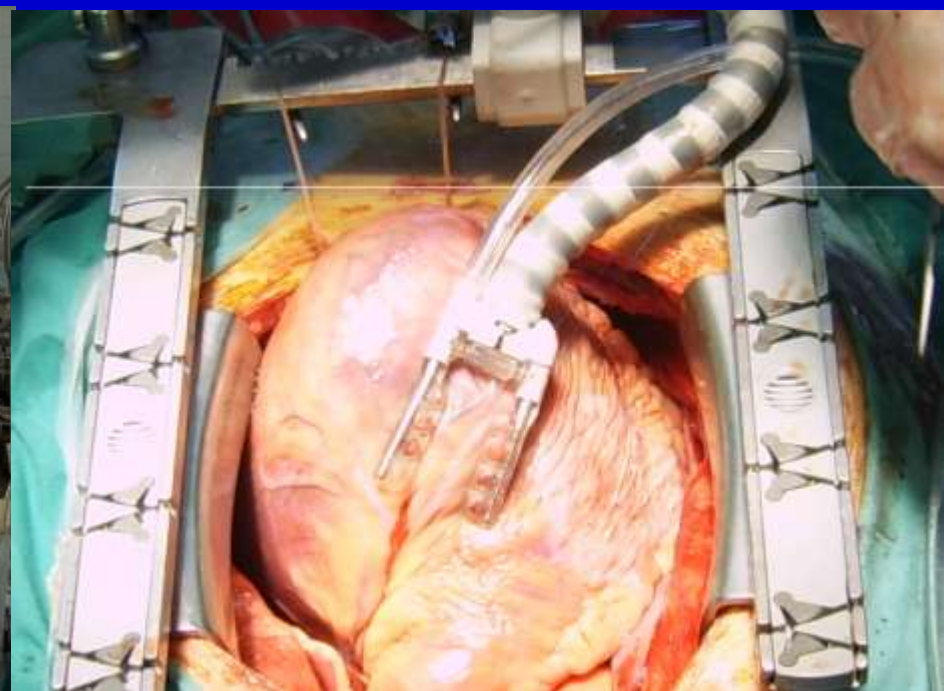


V+ = ИНФУЗИОННАЯ ТЕРАПИЯ
V- = НЕОБХОДИМА ДЕГИДРАТАЦИЯ (ДИУРЕТИКИ)
Kat = ИНОТРОПНАЯ И/ИЛИ ВАЗОПРЕССОРНАЯ ПОДДЕРЖКА
N = СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕРАПИИ НЕ ТРЕБУЕТСЯ (НОРМА)
! = С ОСТОРОЖНОСТЬЮ!

Транспульмональная термодилуция и анализ пульсовой волны: показания

- Шоковые состояния и ПОН
- Острое повреждение легких
- Политравма, ожоги
- Сердечная недостаточность, отек легких
- Торакальная хирургия
- Кардиохирургия и трансплантология

Транспульмональная термодилуция в кардиохирургии



Транспульмональная термодилуция при АКШ на работающем сердце

Ленькин А.И. и соавт. Вестник интенсивной терапии, 2006;1:10-12

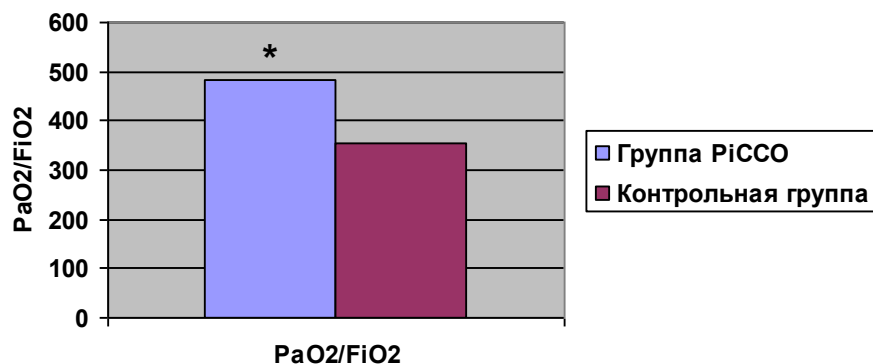
Kirov MY et al. Acta Anaesth Scand 2007;51:426-433

- Обеспечивает адекватный контроль показателей сократимости миокарда, легочного кровообращения и сосудистого тонуса
- Позволяет проводить дифференцированные меры коррекции гемодинамики в периоперационном периоде

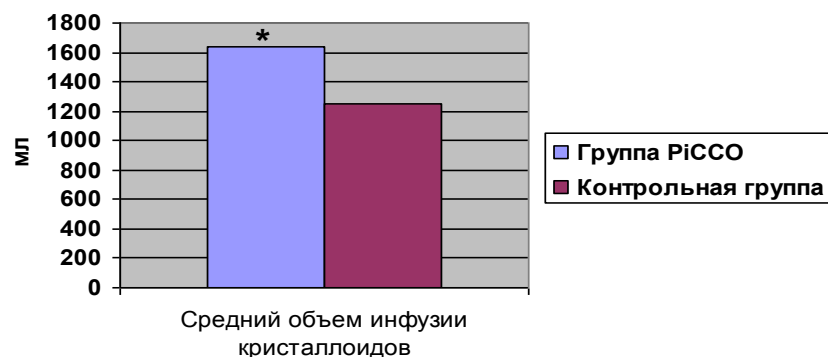
Транспульмональная термодилуция при АКШ на работающем сердце

Ленькин А.И., 2007

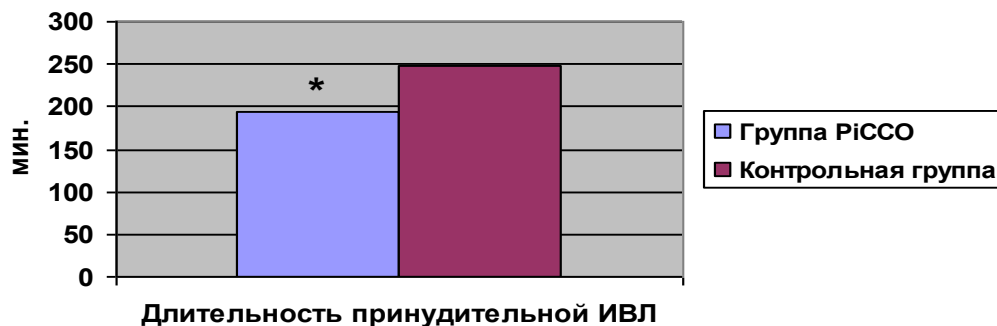
Индекс оксигенации в начале операции



Объем инфузионной терапии в послеоперационном периоде



Длительность послеоперационной искусственной вентиляции легких



Matthias S. G. Goepfert
Daniel A. Reuter
Derya Akyol
Peter Lamm
Erich Kilger
Alwin E. Goetz

Goal-directed fluid management reduces vasopressor and catecholamine use in cardiac surgery patients

Received: 3 November 2005
Accepted: 18 September 2006

© Springer-Verlag 2006

Electronic supplementary material
Supplementary material is available in the online version of this article at <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-006-0404-2> and is accessible for authorized users.

In the goal-directed therapy (GDT) group hemodynamic management was guided by an algorithm based on GEDVI. Hemodynamic goals were: GEDVI above 640 ml/m^2 , cardiac index above 2.5 l/min/m^2 , and mean arterial pressure above 70 mmHg.

Guiding therapy by an algorithm based on GEDVI leads to a shortened and reduced need for vasopressors, catecholamines, mechanical ventilation, and ICU therapy in patients undergoing cardiac surgery.

ТРАНСПОРТ КИСЛОРОДА

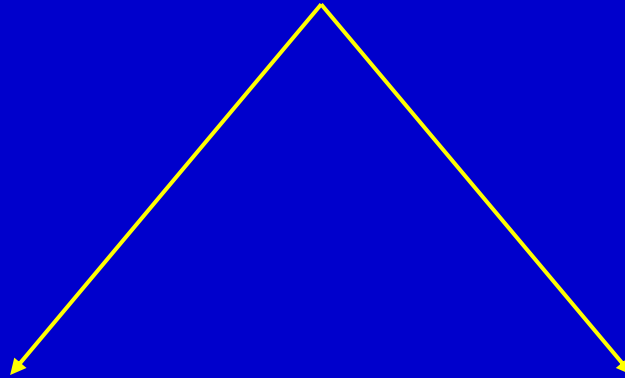
ОСНОВЫ МОНИТОРИНГА

Венозная сатурация (насыщение венозной крови кислородом) – количество кислорода, оставшееся в крови после прохождения ее через капиллярное русло.



МОНИТОРИНГ ВЕНОЗНОЙ САТУРАЦИИ

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

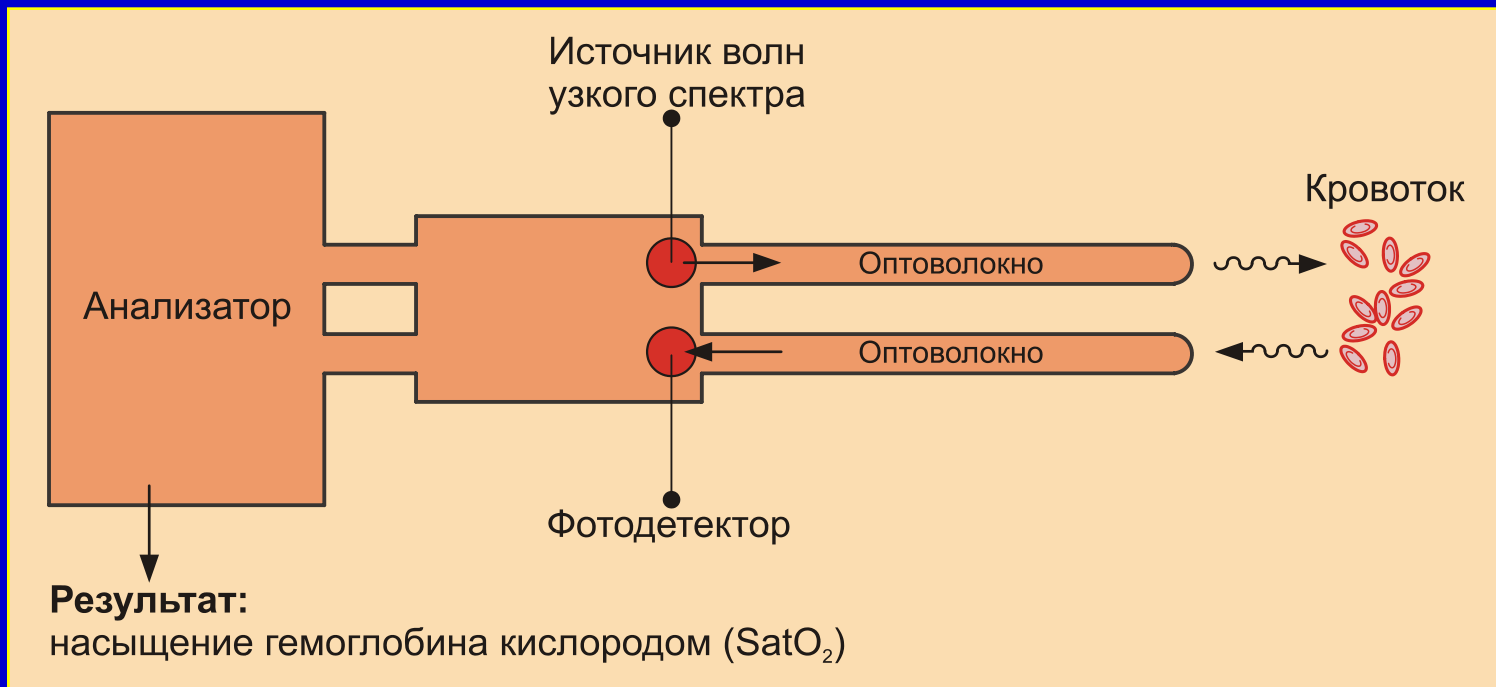


ДИСКРЕТНЫЙ
МЕТОД

НЕПРЕРЫВНЫЙ
МЕТОД

МОНИТОРИНГ ВЕНОЗНОЙ САТУРАЦИИ НЕПРЕРЫВНЫЙ МЕТОД

В основу положен принцип спектрофотометрии, базирующийся на способности оксигенированного и деоксигенированного гемоглобина поглощать и отражать световые волны разной длины.



МОНИТОРИНГ ВЕНОЗНОЙ САТУРАЦИИ

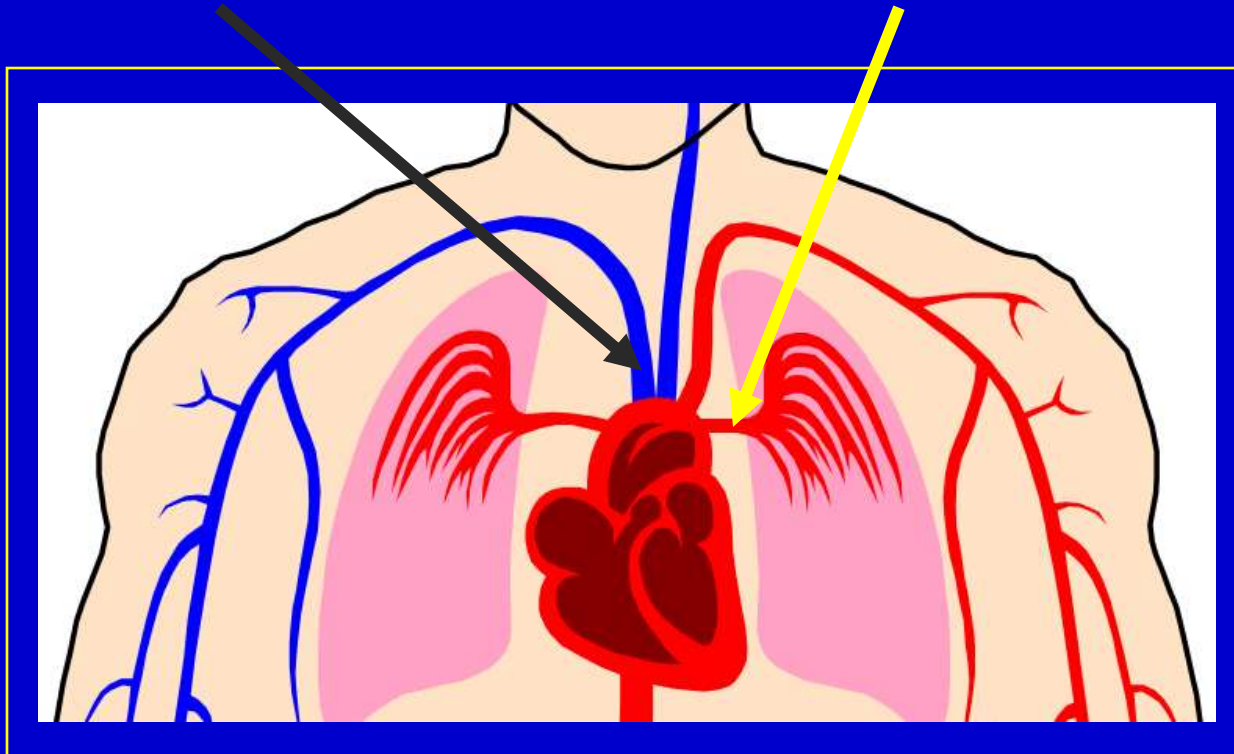
ТОЧКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

ScvO₂ – центральная венозная сатурация

Насыщение гемоглобина венозной крови кислородом в верхней полой вене непосредственно перед правым сердцем.

SvO₂ – смешанная венозная сатурация

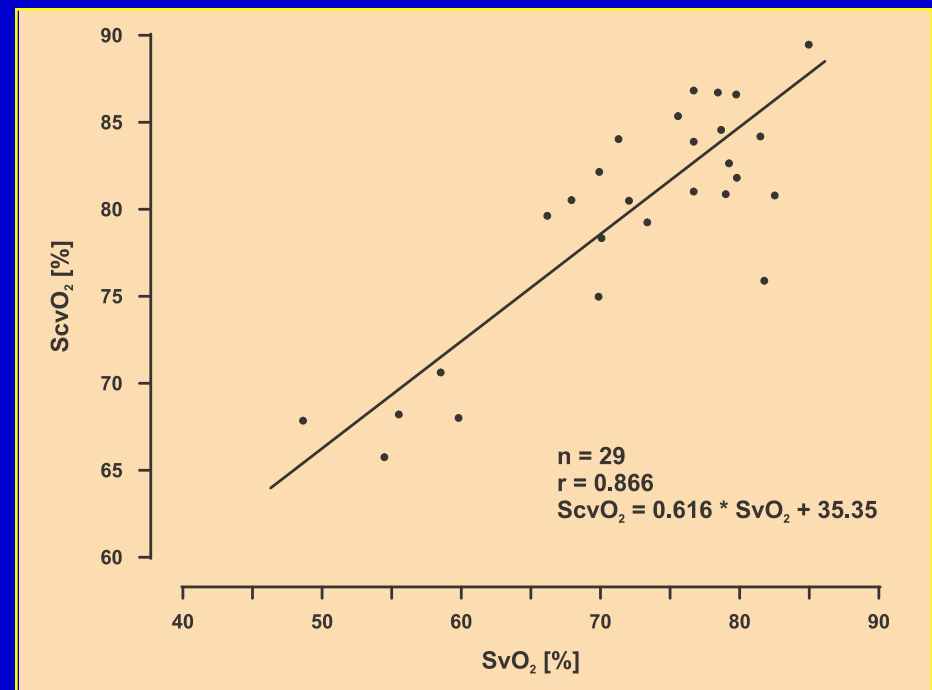
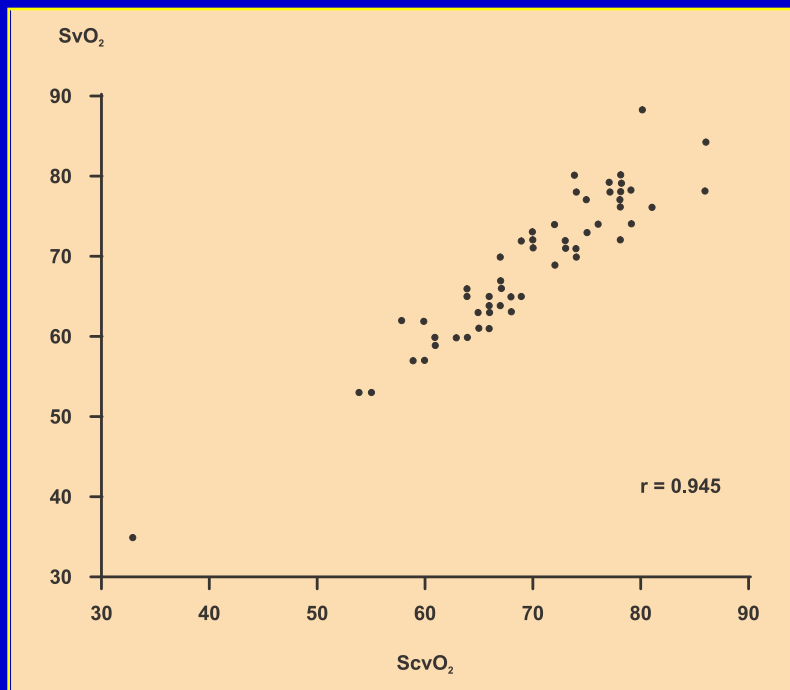
Насыщение гемоглобина венозной крови кислородом в легочной артерии, за правым сердцем.



МОНИТОРИНГ ВЕНОЗНОЙ САТУРАЦИИ

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ SvO_2 и $ScvO_2$

- При стабильной гемодинамике $ScvO_2$ и SvO_2 тесно коррелируют между собой.



Scheinman MM, Brown MA, Rapaport E. Critical assessment of use of central venous oxygen saturation as a mirror of mixed venous oxygen in severely ill cardiac patients. Circulation 1969; 40: 165–172.

Reinhart K, Rudolph T, Bredle DL, et al. Comparison of central-venous to mixed-venous oxygen saturation during changes in oxygen supply/demand. Chest 1989; 95: 1216–1221.

МОНИТОРИНГ ВЕНОЗНОЙ САТУРАЦИИ

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ SvO_2 и $ScvO_2$

- Нестабильность гемодинамики сопровождается уменьшением коэффициента корреляции между SvO_2 и $ScvO_2$, однако сохраняется направленность изменения показателей.



Reinhart K, Kuhn HJ, Hartog C, Bredle DL. Continuous central venous and pulmonary artery oxygen saturation monitoring in the critically ill. Intensive Care Med 2004; 30: 1572–1578.

Dueck MH, Klimek M, Appenrodt S, et al. Trends but not individual values of central venous oxygen saturation agree with mixed venous oxygen saturation during varying hemodynamic conditions. Anesthesiology 2005; 103: 249–257.

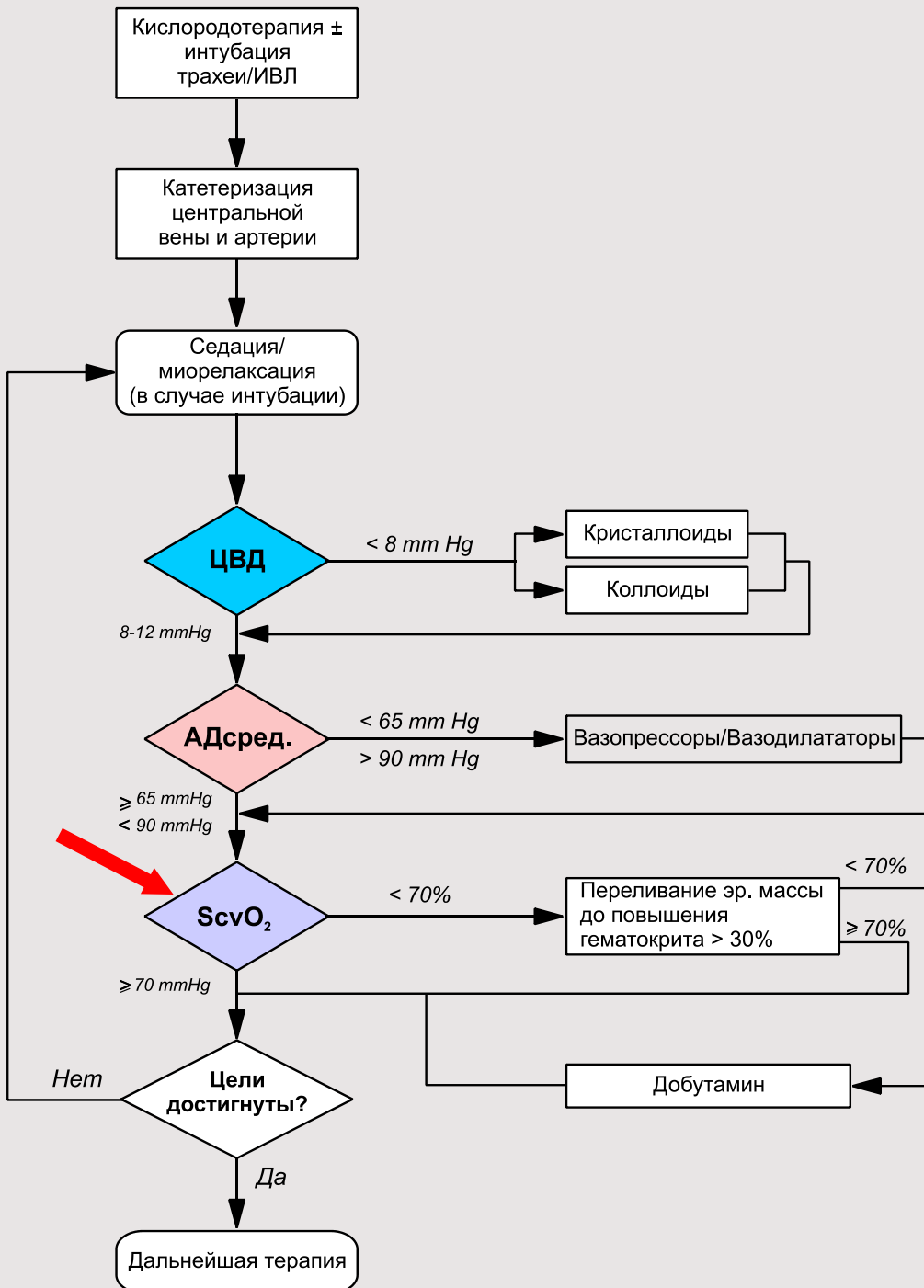
МОНИТОРИНГ ВЕНОЗНОЙ САТУРАЦИИ

- У здоровых людей венозная сатурация варьирует в пределах 70-80%, при ХСН может быть более низкое значение (до 65%) без признаков тканевой гипоксии.
- Летальность экстренно госпитализированных в ОИТ пациентов в 1,7 раза выше при $ScvO_2 < 60\%$.
- Показатели SvO_2 и $ScvO_2$ могут служить одним из критериев нарушения кислородного баланса и быть ориентиром при подборе методов терапии (поддержание $SvO_2 > 65\%$ и $ScvO_2 > 70\%$)

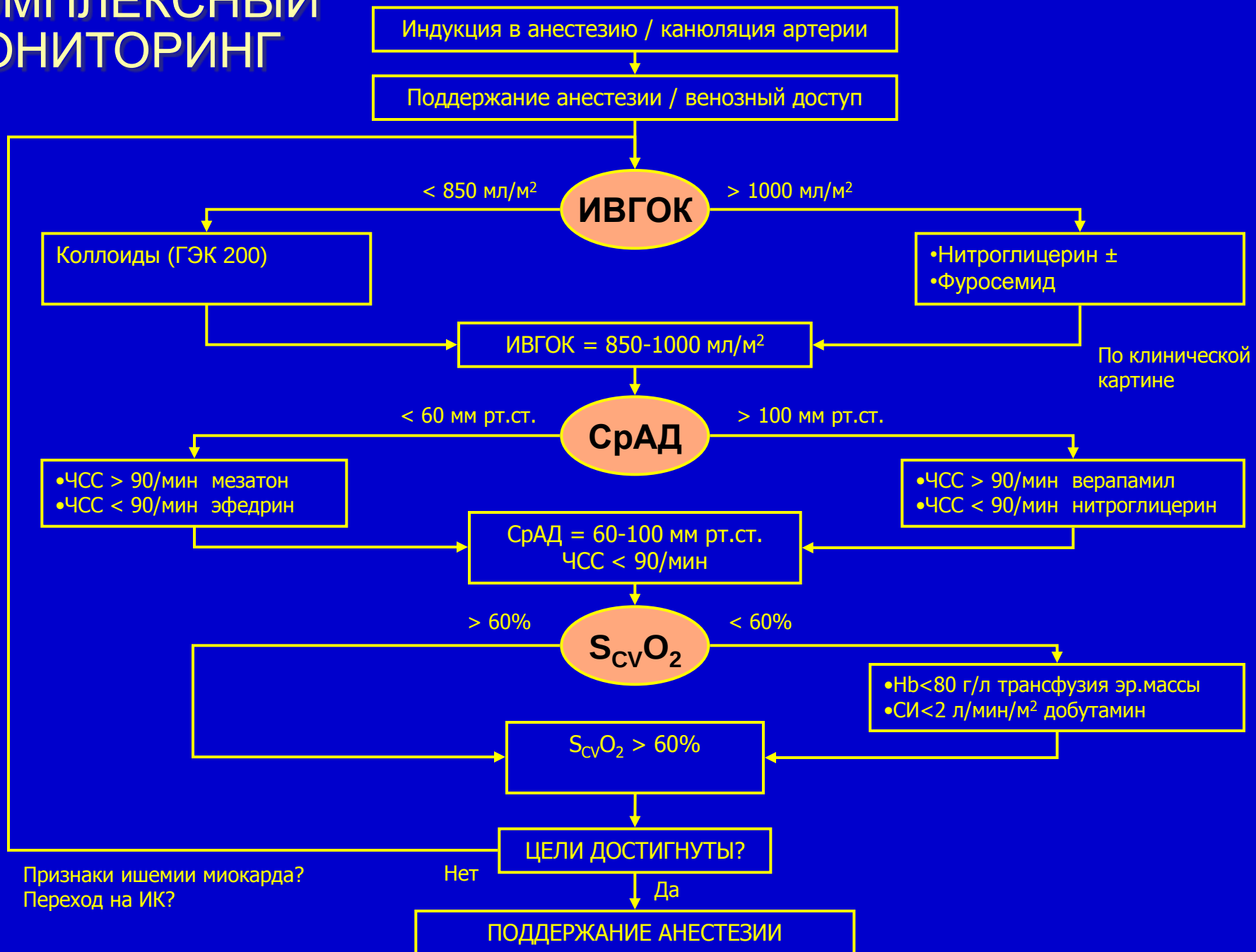
Fathey PJ, Harris K, Vanderwarf C. Clinical experience with continuous monitoring of mixed venous oxygen saturation in respiratory failure. Chest 1984; 86: 748–752.

Bracht H., Hanggi M, Jeker B, et al. Incidence of low central venous oxygen saturation during unplanned admissions in a multidisciplinary ICU. Critical Care 2007, 11: R2.

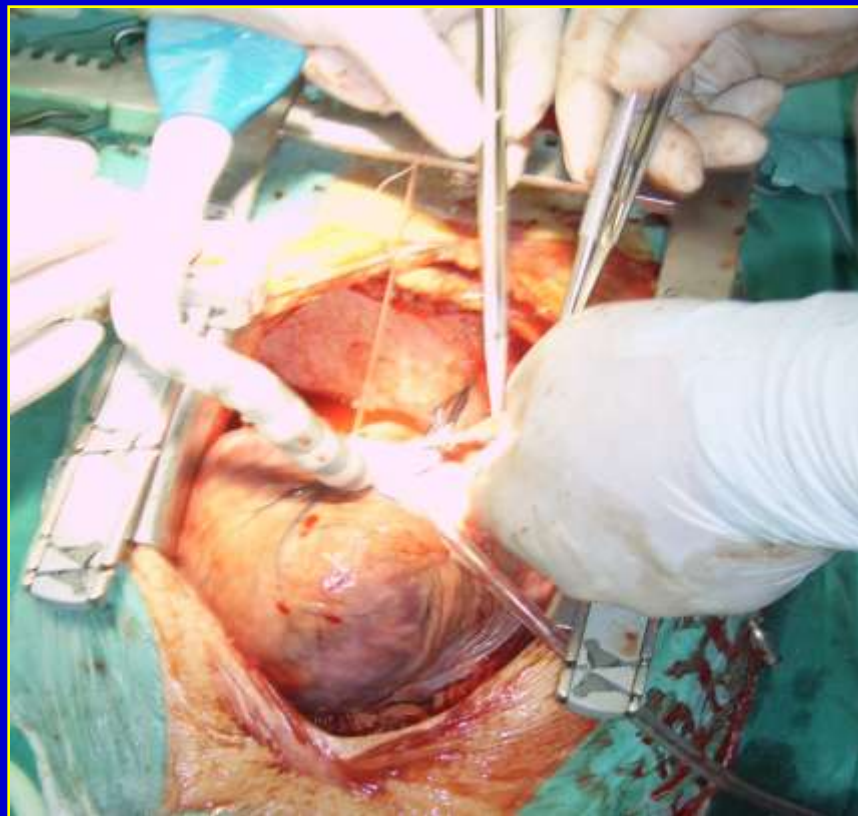
Целенаправленная
ранняя коррекция
гемодинамики при
сепсисе: снижение
летальности с
46,5% до 30,5%



КОМПЛЕКСНЫЙ МОНИТОРИНГ



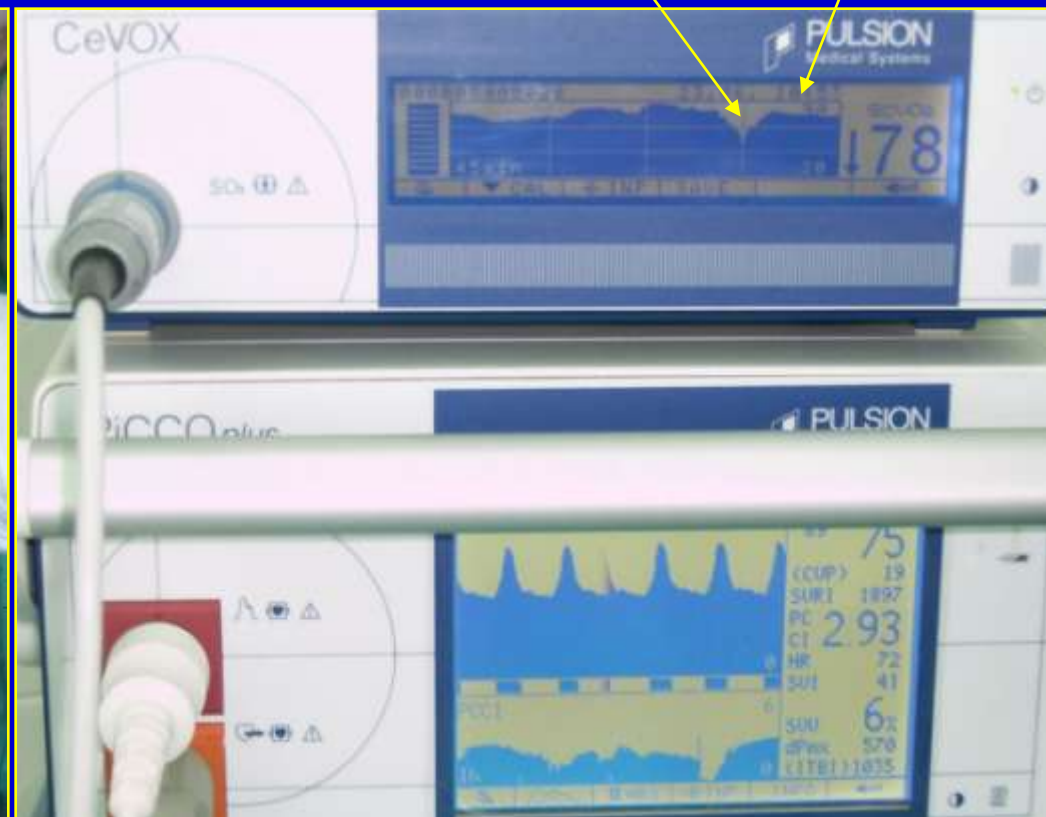
Дислокация сердца



Добутамин

До

После



Мониторинг центральной венозной сатурации в кардиохирургии

Сметкин А.А. и соавт., 2006

Kirov M. et al. Acta Anaesth Scand 2007; 51 (suppl. 118): 9-10.

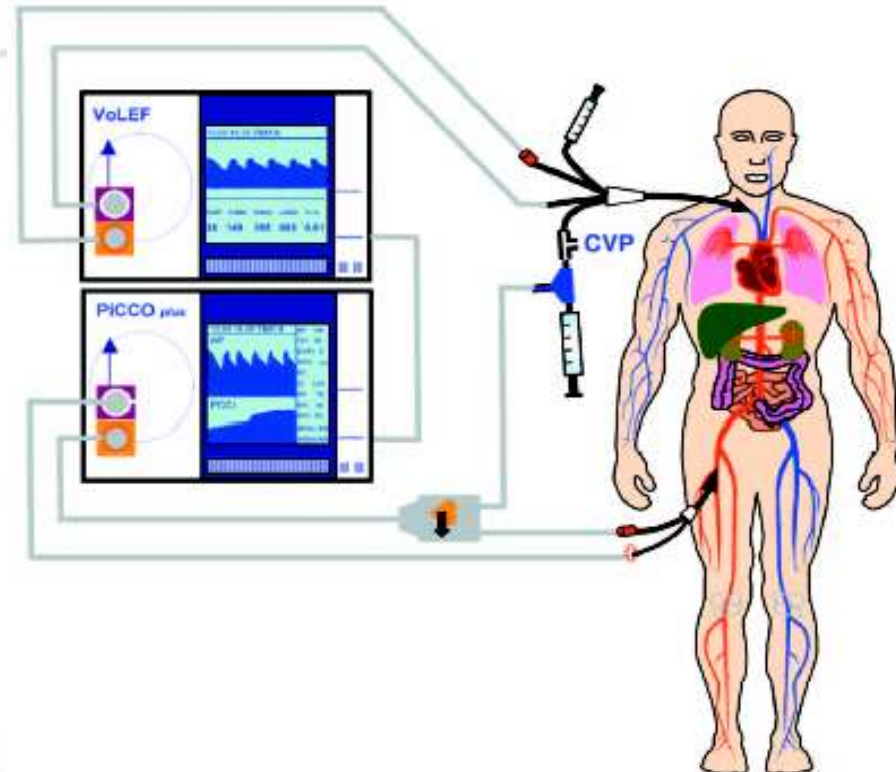
- Непрерывный контроль доставки кислорода и ее своевременная коррекция
- В сочетании с технологией PiCCO позволяет проводить целенаправленную коррекцию гемодинамики
- Уменьшает потребность в вазопрессорах, повышается частота использования коллоидов и добутамина, снижается продолжительность госпитализации

МОНИТОРИНГ ВЕНОЗНОЙ САТУРАЦИИ

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

1. Шок (септический, кардиогенный и т.д.)
2. Тяжелая сочетанная травма
3. Сердечная недостаточность
4. Остановка кровообращения и постреанимационный период
5. Тяжелый сепсис
6. Периоперационный период при обширных оперативных вмешательствах (абдоминальная и торакальная хирургия, кардио-, нейрохирургия и др.)

Новые аспекты волюметрического мониторинга: VoEF – volumetric ejection fraction



Параметры VoIEF

- PAP - давление в легочной артерии
- PCWP - давление заклинивания легочных капилляров
- PVR - легочное сосудистое сопротивление
- RVEF - фракция выброса правого желудочка
- RVEDV - конечно-диастолический объем (КДО) правого желудочка
- RHEDV - КДО правого сердца
- LHEDV - КДО левого сердца
- R/L - отношение КДО правых и левых отделов сердца

Преимущества VoIEF

Киров М.Ю. и соавт. Общая реаниматология, 2005;1(6):70-79.

- Обеспечивает дополнительный мониторинг легочной гемодинамики, КДО и функции правых и левых отделов сердца
- Позволяет осуществлять забор смешанной венозной крови для мониторинга SvO_2

Сочетанное применение транспульмональной и препульмональной термодилюции: показания

Киров М.Ю. и соавт. Общая реаниматология, 2005;1(6):70-79.

- Легочная гипертензия (отек легких, ОРДС, ИВЛ с высоким Рвд. и ПДКВ)
- Правожелудочковая недостаточность
- Кардиохирургические операции высокой степени риска, трансплантация сердца/легких

НЕИНВАЗИВНЫЙ МОНИТОРИНГ КРОВООБРАЩЕНИЯ

- трансторакальная и чреспищеводная
ЭхоКГ - оценка КДО и КСО, ФВ,
диагностика зон дис- и акинезии,
тампонады сердца, клапанной патологии

ПОКАЗАНИЯ К ЧРЕСПИЩЕВОДНОЙ ЭХОКАРДИОГРАФИИ (АСС/АSА)

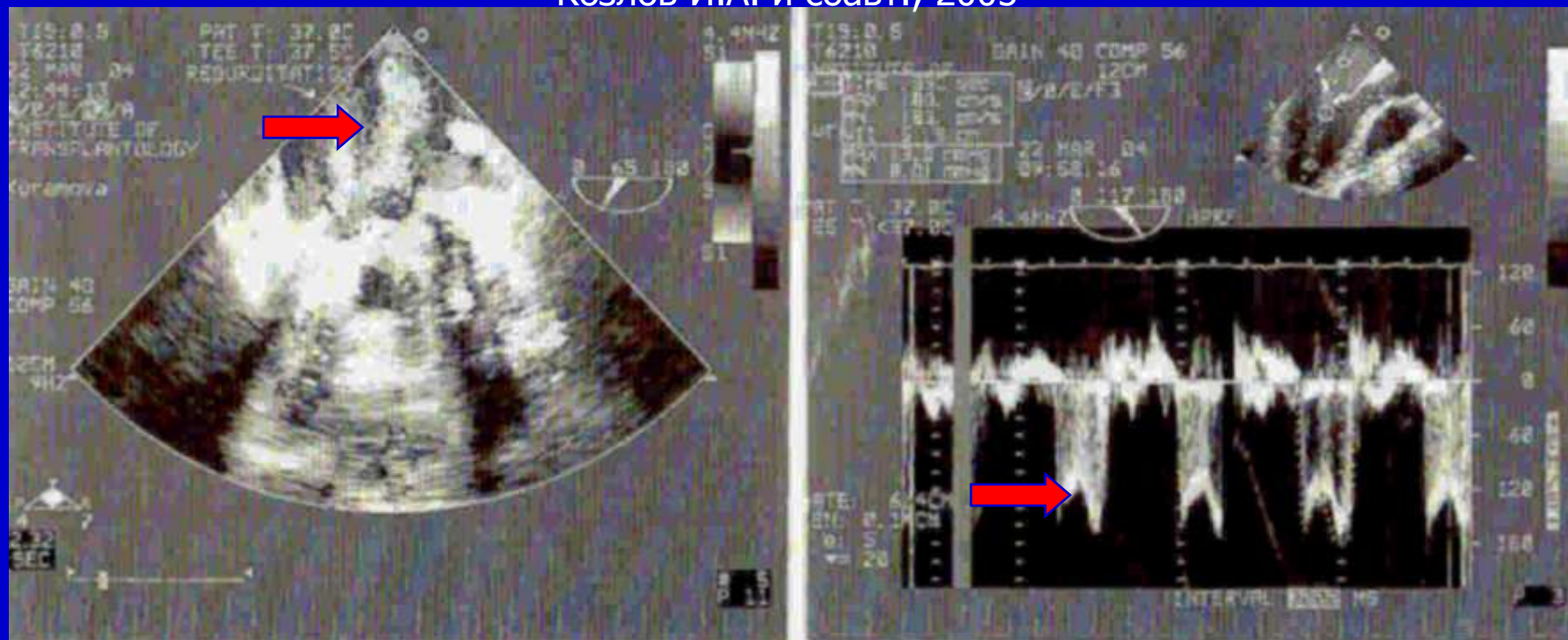
- Оценка нарушений гемодинамики с неясной функцией желудочков
- Операции при патологии клапанов сердца, обструктивной гипертрофической кардиомиопатии и расслоении аорты
- Оценка эффективности протезирования клапанов сердца, требующих применения гомографта или реимплантации коронарных артерий (процедура Росса)

ПОКАЗАНИЯ К ЧРЕСПИЩЕВОДНОЙ ЭХОКАРДИОГРАФИИ (АСС/АSА)

- Операции по поводу врожденных пороков сердца с применением ИК
- Хирургические вмешательства при эндокардите при проблемах с предоперационной диагностикой
- Имплантация внутрисердечных устройств
- Оценка эффективности операций на перикарде

Интраоперационная диагностика дисфункции митрального протеза

Козлов И.А. и соавт., 2005

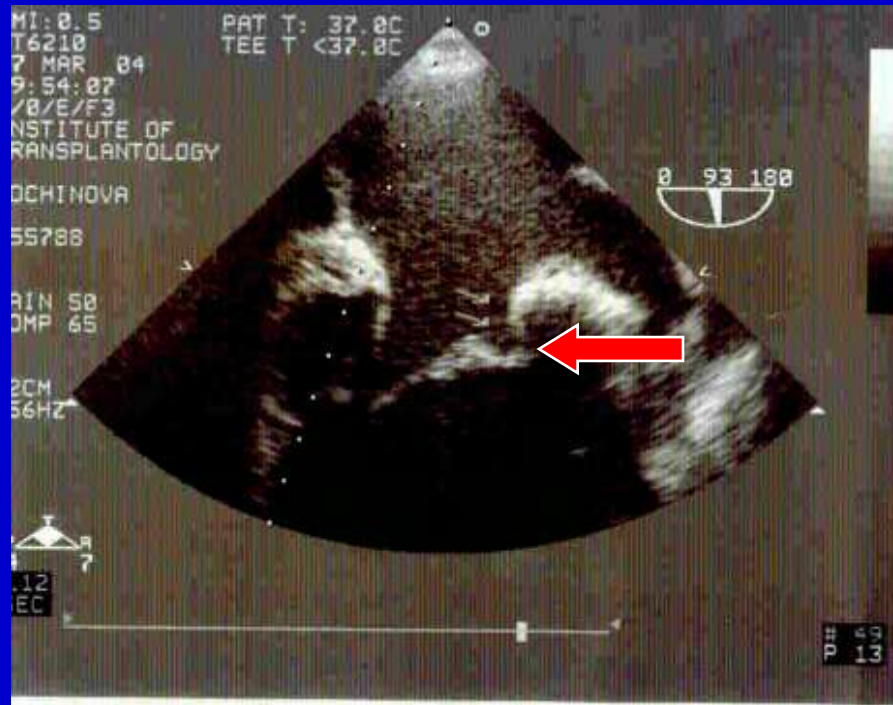


Избыточная
транспротезная
регрurgитация

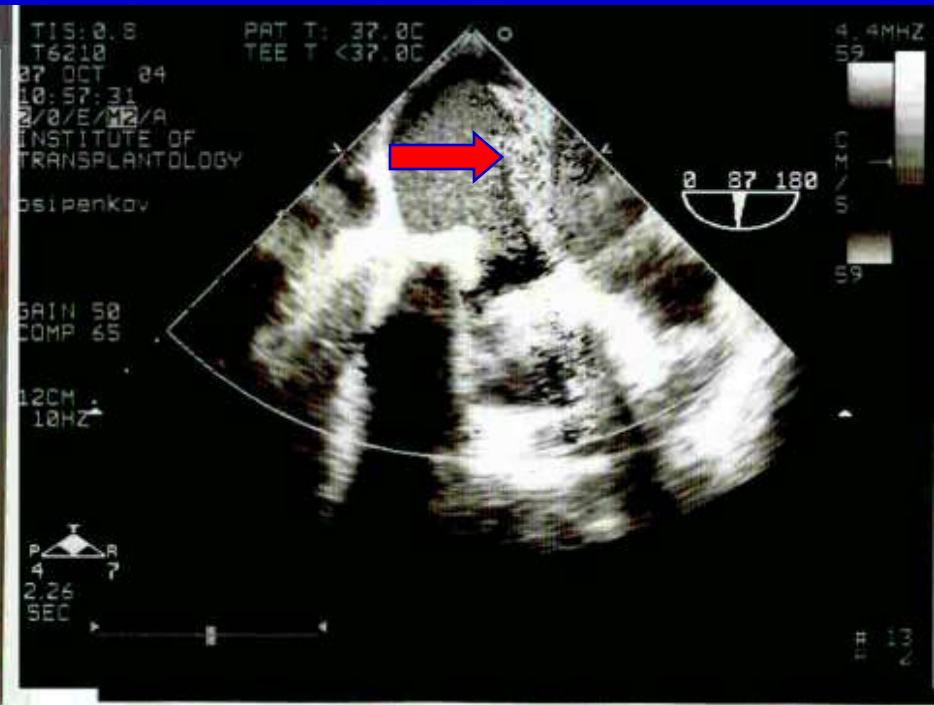
Повышенный
транспротезный
градиент

Интраоперационная диагностика повреждения митрального клапана при закрытой митральной комиссуротомии

Козлов И.А. и соавт., 2005



Разрыв задней створки



Струя регургитации

Отслоение тромба в ушке левого предсердия при закрытой митральной комиссуротомии

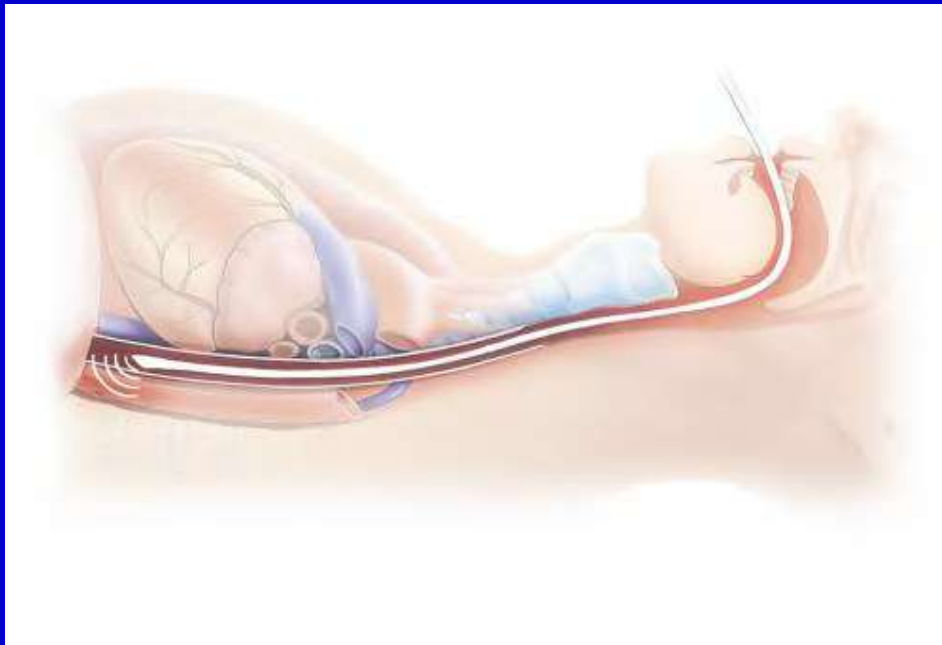
Козлов И.А. и соавт., 2005



НЕИНВАЗИВНЫЙ МОНИТОРИНГ ГЕМОДИНАМИКИ

Malbrain M. et al. Yearbook of Intensive Care and Emergency Medicine 2005
(ed. Vincent J.L.), 2005, pp. 603-631

- Ультразвуковая доплерография: технология Deltex – непрерывная оценка сердечного выброса за счет измерения линейной скорости кровотока в аорте
- Преимущества: неинвазивность и простота
- Недостатки: результаты приблизительны и зависят от положения датчика в пищеводе



НЕИНВАЗИВНЫЙ МОНИТОРИНГ ГЕМОДИНАМИКИ

Malbrain M. et al. Yearbook of Intensive Care and Emergency Medicine 2005
(ed. Vincent J.L.), 2005, pp. 603-631

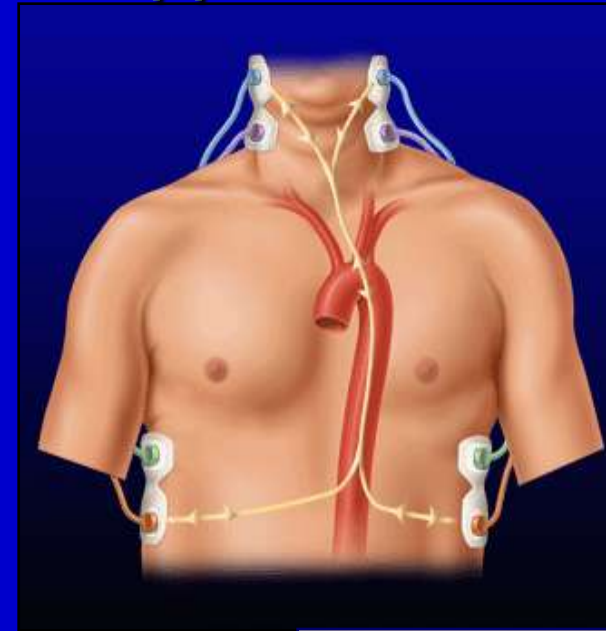
- Измерение СВ с помощью анализа содержания CO_2 в конце выдоха (технология NICO) - непрямой метод Фика
- Преимущества: неинвазивность
- Недостатки: точность ниже, чем у инвазивных методик, зависимость от показателей вентиляции и газообмена



НЕИНВАЗИВНЫЙ МОНИТОРИНГ ГЕМОДИНАМИКИ

Malbrain M. et al. Yearbook of Intensive Care and Emergency Medicine 2005 (ed. Vincent J.L.), 2005, pp. 603-631

- Измерение УО и СВ с помощью биоимпеданса грудной клетки
- Метод чувствителен к электрической интерференции и в значительной мере зависит от правильности наложения электродов
- Точность сомнительна при целом ряде критических состояний (отек легких, плеврит, объемная перегрузка и др.)



МОНИТОРИНГ КРОВООБРАЩЕНИЯ

- Клиническая картина
- Градиент между центральной и периферической температурами - адекватность перфузии
- Диурез - 0,5-1 мл/кг/мин

Выводы

- Показатели, получаемые с помощью современного мониторинга гемодинамики, служат ценным ориентиром при проведении анестезии и в ходе интенсивной терапии критических состояний
- У больных высокой категории риска показан комплексный мониторинг гемодинамики

Выводы

- Мониторинг гемодинамики обладает важным прогностическим значением и, в сочетании с целенаправленной терапией, может улучшить клинический исход
- Для оценки эффективности новых методов мониторинга у различных категорий больных требуются дальнейшие исследования

Проблемы современного мониторинга гемодинамики

