

# Интраоперационный мониторинг

Грицан А.И.

Кафедра анестезиологии и реаниматологии  
ИПО КрасГМУ

# Шкалы в практике анестезиолога-реаниматолога

# Виды шкал оценки тяжести

- Acute Physiology Age Chronic Health Evaluation (APACHE)II, APACHE III
- SAPS, SAPS II
- SOFA
- Шкала ком Глазго
- Шкала ком Глазго-Питтсбург
- Aldrete

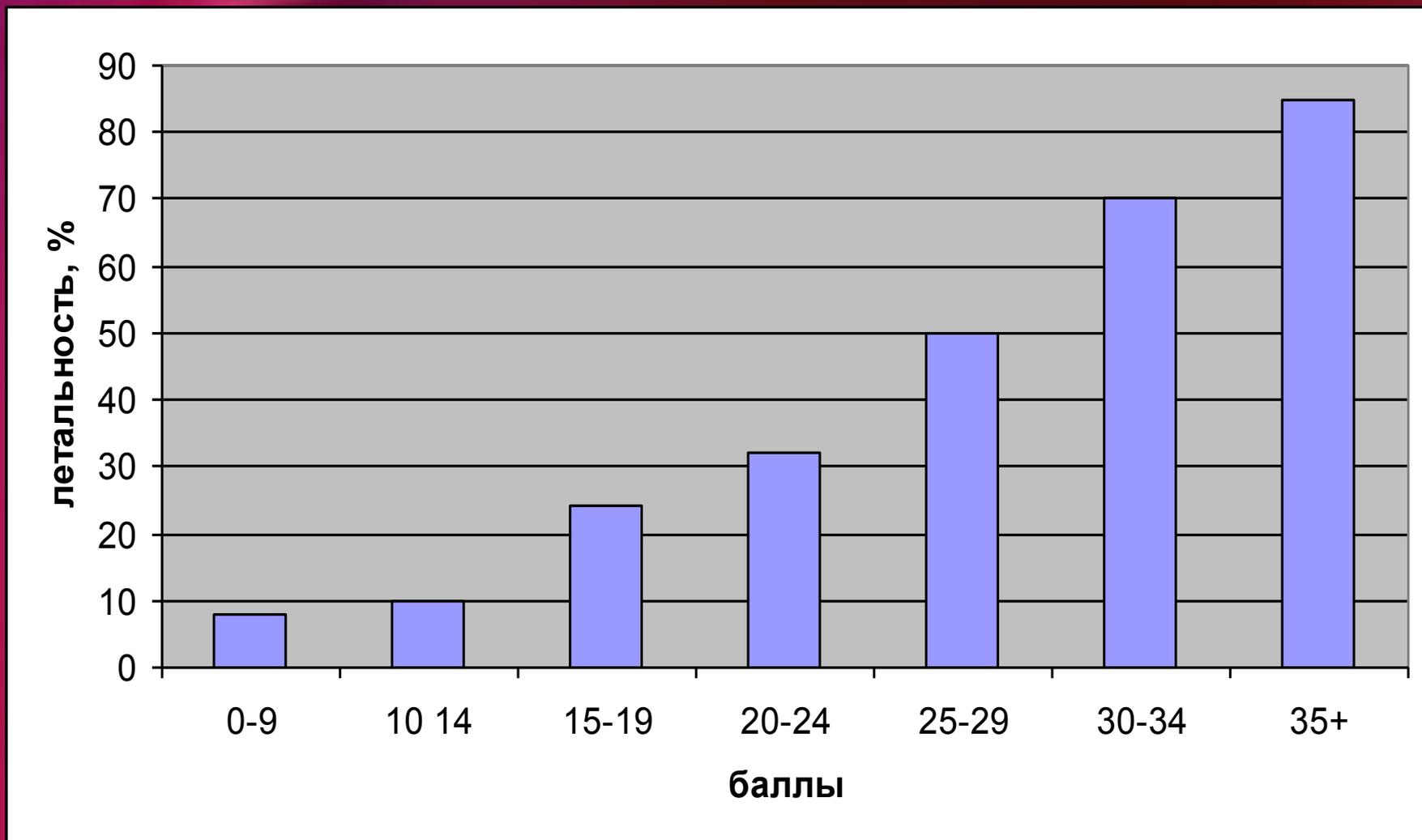
# Для чего нужны шкалы?

- Объективизация состояния больного
- Более раннее использование методов ИТ
- Прогнозирование исхода заболевания
- Оценка эффективности технологий, используемых в ОАР
- Юридическая защита врача
- Повышение уровня знаний

# АРАСНЕ II (1)

- Экстренная оценка физиологических функций (ЭОФФ) осуществляется по 12 показателям, полученным в первые 24 часа нахождения больного в отделении реанимации и интенсивной терапии. Наибольшее отклонение от нормы каждого показателя, выраженное в баллах, суммируют для получения балльной оценки тяжести состояния пациента
- Значение возраста оценивают по шестибалльной шкале
- Значение сопутствующих заболеваний оценивают по 5 дополнительным критериям в зависимости от вовлечения основных систем организма

# АРАСНЕ II (2)



# New Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) (1)

Новая упрощенная шкала острых физиологических реакций это пересмотр старой шкалы SAPS. Она используется для оценки пациентов отделения реанимации и интенсивной терапии и по данным этой оценки для предсказания смертности, основываясь на пятнадцати показателях

параметры	Simplified Acute Physiology Score II						Балл
Возраст	< 40 0	40-59 7	60-69 12	70-74 15	75-7 9 16	≥80 18	/__/_/
ЧСС	< 40 11	40-69 2	70-119 0	120-159 4	160 7		/__/_/
Сист АД mmHg	< 70 13	70-99 5	100-199 0	≥200 2			/__/_/
Температура тела, °C (°F)	< 39° ( 102.2°) 0	≥ 39° (≥ 102.2°) 3					/__/_/
Только при ИВЛ или НИВЛ PaO <sub>2</sub> mmHg / FiO <sub>2</sub>	< 100 11	100-199 9	≥ 200 6				/__/_/
Диурез , л/24сут	< 0.500 11	0.500-0.9 99 4	≥1.000 0				/__/_/
Мочевина , mmol/litre	< 10.0 0	10.0-29.9 6	≥30.0 10				/__/_/
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> / liter	<1.0 12	1.0-19.9 0	≥20.0 3				/__/_/

K <sup>+</sup> , mmol/litre	< 3.0 3	3.0-4.9 0	≥5.0 3				/ _ / _ /
Na <sup>+</sup> , mmol/litre	< 125 5	125-144 0	≥145 1				/ _ / _ /
Бикарбонат, mmol/litre	< 15 6	15-19 3	≥20 0				/ _ / _ /
Билирубин, μmol/ litre (mg/liter)	< 68.4 (< 4.0) 0	68.4-102.5 (4.0-5.9) 4	≥102.6 (≥6.0) 9				/ _ / _ /
Glasgow Coma Score	<6 26	6-8 13	9-10 7	11-13 5	14-15 0		/ _ / _ /
Сопутствующая патология	Metastati с cancer 9	Hematologi с malignancy 10	СПИД 17				/ _ / _ /
Причина госпитализации в ОРИТ	Планова я операция 0	Пациент нехирурги ческого профиля 6	Неотложн ая хирургичес -кая операция 8				/ _ / _ /
						<b>Всего</b>	

# The Sepsis-related Organ Failure Assessment (SOFA) Score

## (1)

- Описание:
- Шкала обследования при органной недостаточности связанной с сепсисом применяется для оценки полиорганной недостаточности при интенсивной терапии пациентов с сепсисом. Она предназначена для простого подсчёта и интерпретации последовательности осложнений у критических пациентов для предсказания исхода. Шкала была разработана Рабочей группой по проблемам, связанным с сепсисом Европейского общества Интенсивной терапии

# The Sepsis-related Organ Failure Assessment (SOFA) Score

## (2)

- Оценка производится по следующим параметрам:
- $P_{aO_2}/FIO_2$
- Количество тромбоцитов
- Биллирубин сыворотки
- Артериальное давление
- Оценка тяжести комы по Глазго
- Креатинин сыворотки или диурез

# The Sepsis-related Organ Failure Assessment (SOFA) Score

## (3)

SOFA индекс равен сумме всех шести показателей.

- Интерпретация:
- Минимальное значение – 0.
- Максимальное значение – 24.
- Чем выше один показатель, тем больше недостаточность оцениваемой системы. Чем выше индекс в целом – тем больше полиорганная недостаточность.

### Показатели смертности при оценке по SOFA

Система:	0	1	2	3	4
• Дыхательная	20%	27%	32%	46%	64%
• Сердечно-сосудистая	22%	32%	55%	55%	55%
• Свёртывающая	35%	35%	35%	64%	64%
• Центральная нервная	26%	35%	46%	56%	70%
• Печень	32%	34%	50%	53%	56%
• Почки	25%	40%	46%	56%	64%

# Шкала Глазго-Питсбург (1)

Исследование	Результат	Баллы
Открывание глаз	Произвольное	4
	На крик	3
	На боль	2
	Отсутствует	1
Двигательные р-ции	Выполняет по команде	6
	Отводит конечность	4
	Аномальное сгибание	2
	Отсутствует	1

# Шкала Глазго-Питсбург (2)

Исследование	Результат	Баллы
Речь	Правильная	5
	Спонтанная	4
	Бессвязные крики	2
	Отсутствует	1
Реакция зрачков на свет	Нормальная	5
	Замедленная	4
	Неравномерная	3
	Анизокария	2
	Отсутствует	1

# Шкала Глазго-Питсбург (3)

Исследование	Результат	Баллы
Реакция ЧМН	Сохранены	5
	Отсутствует ресничный р-ф	4
	Отсутствует роговичный р-ф	3
	Отсутствует окулоэнцефальный р-ф	2
	Отсутствует р-ф с бифуркации трахеи	1
Судороги	Отсутствуют	5
	Локальные	4
	Генерализованные приходящие	3
	Генерализованные непрерыв.	2
	Полное расслабление	1

# Шкала Глазго-Питсбург (4)

Исследование	Результат	Баллы
Спонтанное дыхание	Нормальное	5
	Периодически нормальное, патологическое	4
	Центральная гипервентиляция	3
	Аритмичное дыхание, гиповентиляция	2
	Гиповентиляция	1

7 баллов – смерть мозга, 8-9 баллов – запредельная кома, 10-14 – кома III, 15-18 – кома II, 19-22 – кома I, 35 - норма

# Шкала Aldrete

(1) - клиническая системная шкала оценки состояния больных для определения показаний к переводу из операционной

Признак	Критерии	Баллы
Активность	Способность перемещать 4 конечности	2
	Способность перемещать 2 конечности	1
	Неспособность перемещать конечности	0
Дыхание	Способность глубоко дышать и кашлять	2
	Ограничение дыхания – хорошая проходимость дыхательных путей	1
	Апноэ - обструкция	0

# Шкала Aldrete

(2)

Признак	Критерии	Баллы
Кровообращение	АДсист $< \pm 20\%$ до операц. уровня	2
	АДсист $= \pm 20-50\%$ до операц. уровня	1
	АДсист $> \pm 50\%$ до операц. уровня	0
Сознание	Пробудился (ответы на вопросы)	2
	Разбудим (при окрике)	1
	Не откликается	0
Цвет кожи	Розовый	2
	Бледный, сероватый, желтушный, пятнистый	1
	Цианотичный	0

# Шкала Aldrete

(3)

- Перевод больного из операционной при 8-10 баллов
- Примечания: - учитываются так же
- Стабильность жизненных функций
- Отсутствие кровотечения
- Присутствие гортанного рефлекса
- Ориентация пациента во времени и месте
- Способность к сохранению безопасного положения

# Мониторинг в анестезиолого-реанимационной практике

# Определение

Мониторинг – это взятие на контроль функций и процессов, выявление отклонений, предсказание опасностей и предупреждение осложнений

# Степень сложности мониторинга

- Непрерывный контроль
- Непрерывный контроль с сигнализацией
- Непрерывный контроль с сигнализацией + подсказка о возможном физиологическом механизме нарушения и предпочтительных мерах
- Непрерывный контроль с сигнализацией + решение + включение приборов для устранения нарушения

# Технология мониторинга

- Инвазивность и неинвазивность методов
- Точность и скорость оценки
- Комплексность оценки

## ГАРВАРДСКИЙ МИНИМАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ МОНИТОРИНГА (1985)

**Постоянное присутствие анестезиолога или анестезиста**

Контроль АД и ЧСС не реже 1 раза в 5 мин<sup>1</sup>

**Постоянный мониторинг ЭКГ<sup>1</sup>**

**Непрерывное наблюдение:**

За дыханием:

- пальпация или визуальный контроль дыхательного мешка
- аускультация дыхательных шумов
- мониторинг выдыхаемого газа ( $P_{ET}CO_2$ ) или
- мониторинг выдыхаемого потока

За кровообращением:

- пальпация пульса
- аускультация тонов сердца
- прямое монитирование кривой АД
- пульсоксиметрия или
- ультразвуковой мониторинг пульсовой волны

Очевидно, что могут оказаться неизбежными короткие перерывы в непрерывном наблюдении.

**Мониторинг герметизма дыхательного контура**

**Анализатор/сигнализатор концентрации кислорода в контуре**

**Возможность измерить температуру тела**

---

<sup>1</sup> – в исключительных ситуациях ответственный анестезиолог может пренебречь данным требованием, обосновав это в примечании к карте анестезии.

# Стандарт мониторинга

- Анестезиолог или сестра анестезист должны постоянно находиться в операционной пока проводится общая или регионарная анестезия.
- Измерение АД и пульса не реже, чем 1 раз в 5 минут.
- Каждому больному непрерывно проводится ЭКГ контроль от начала введения в анестезию
- Мониторинг вентиляции и кровообращения:
  - вентиляция (ЧДД, аускультация экскурсия грудной клетки, дыхательная кривая, параметры ИВЛ ( $V_t$ , MV, PIP, PEEP,  $T_i$ ,  $I_E$ , Flow, Clt, Raw, PetCO<sub>2</sub>)),
  - кровообращение (пальпация пульса, контроль кривой внутриартериального давления, плетизмография или пульсоксиметрия, ЦВД)
    - Контроль нарушения герметичности дыхательного контура + алармы
    - Контроль концентрации кислорода ( $F_iO_2$ ) с нижним и верхним алармами + газы крови
    - Динамический контроль температуры пациента и диуреза

# Мониторинг анестетиков позволяет предотвратить:

- Гипоксическую гипоксию
- Передозировку анестетиков
- Непреднамеренное пробуждение
- Ошибки заполнения испарителя
- Ошибки подключения газов
- Необходим при закрытом контуре!

# Пульсоксиметрия (1)

- Это простой неинвазивный метод мониторинга процентного содержания в крови гемоглобина, насыщенного кислородом
- Основа метода – измерение поглощения цвета определенной длины волны гемоглобином крови

## Пульсоксиметрия (2)

- Точность максимальная при  $SpO_2 = 70-100\%$  ( $\pm 2\%$ )

Проблемы при измерении:

- Снижение периферического пульсирующего кровотока вследствие периферической вазоконстрикции – ослабление сигнала
- Венозный застой
- Яркий свет в помещении, диатермокоагуляция и озноб

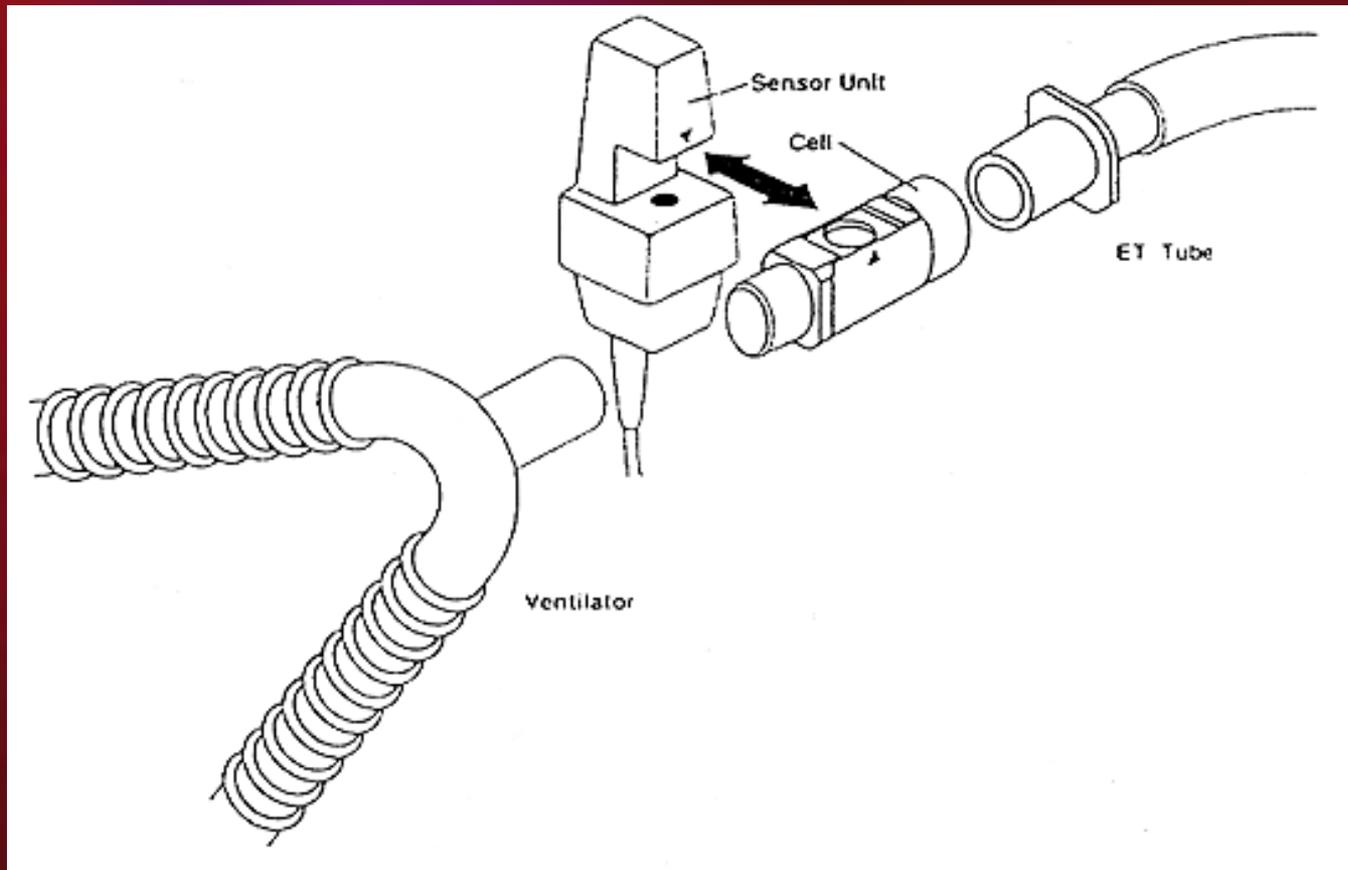
## Пульсоксиметрия (3)

- Не в состоянии дифференцировать различные формы гемоглобина
- При внутривенном введении метиленового синего – кратковременное снижение сатурации
- Наличие лака на ногтях

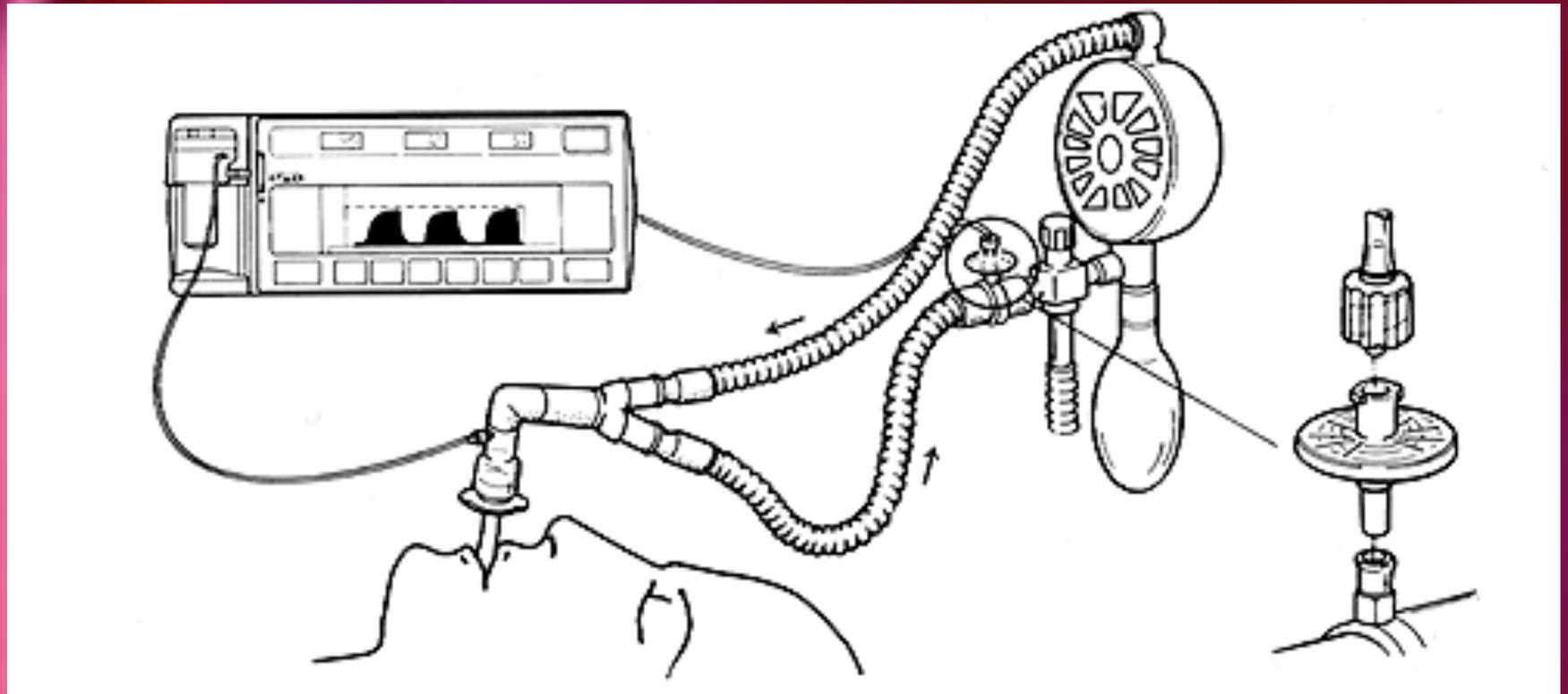
# Капнография (терминология)

- Капнометрия – измерение концентрации углекислого газа в газовой смеси
- Капнометр – прибор для измерения концентрации углекислого газа в газовой смеси
- Капнограф – прибор, отображающий на экране в виде графика результаты измерения концентрации углекислого газа

# Капнометрия в дыхательном потоке (mainstream analysis).



# Капнометрия вне дыхательного потока (sidestream analysis)



# Капнография

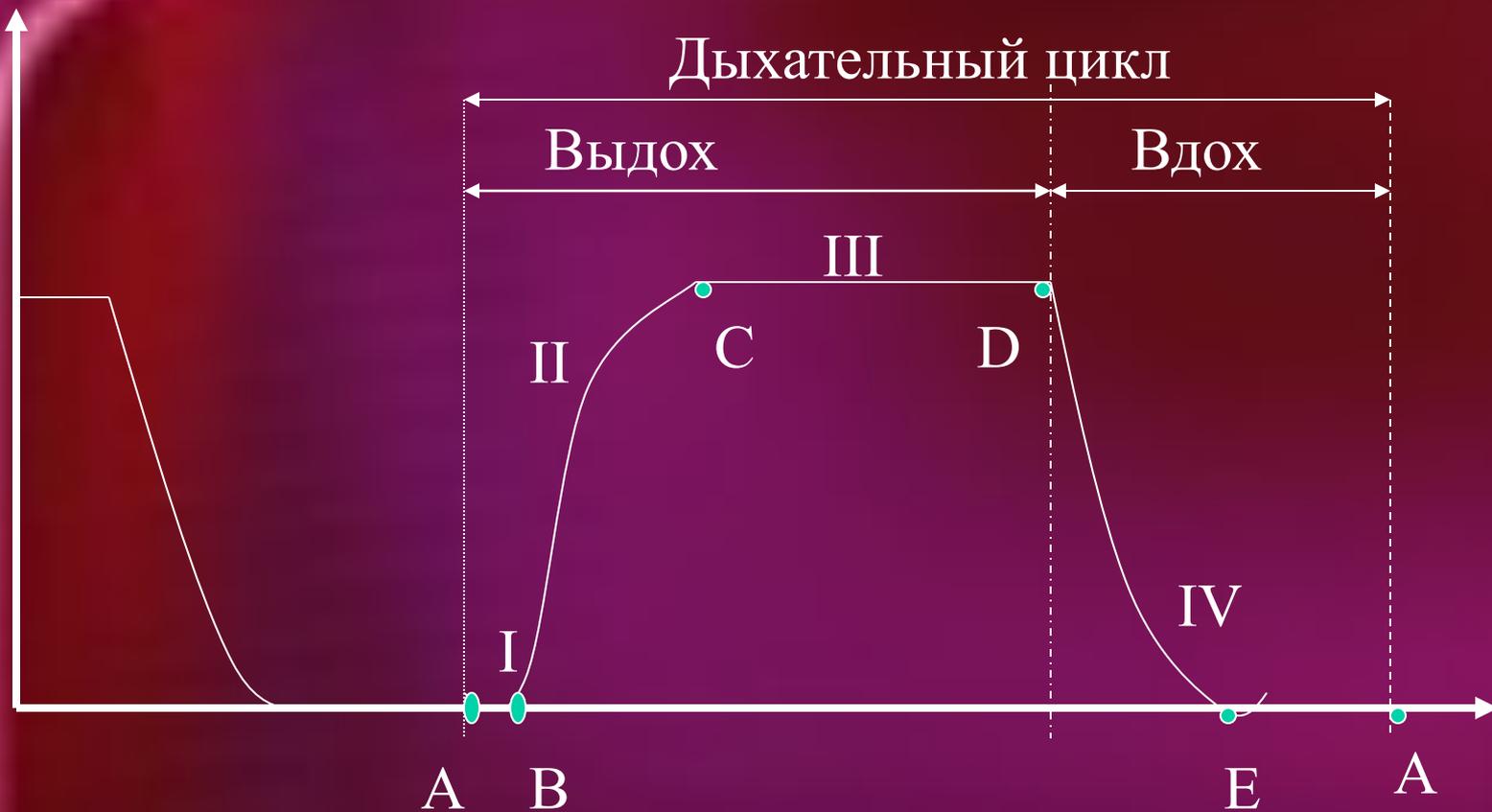
Проблемы при измерении:

- Переполнение магистрали конденсатом
- Переполнение водосборника – заброс жидкости в измерительную камеру – выход прибора из строя

# Диагностическая ценность капнографии

- Парциальное давление или объемная концентрация  $\text{CO}_2$  в конечной порции выдыхаемого газа
- Частота спонтанного дыхания или ИВЛ
- Парциальное давление или объемная концентрация во вдыхаемом газе
- Форма капнограммы

# Фазы капнограммы (1)



## Фазы капнограммы (2)

- Участок АВ (I фаза) – начало выдоха – концентрация  $\text{CO}_2 = 0$
- Участок ВС (II фаза) – быстрый подъем концентрации  $\text{CO}_2$  в выдыхаемом газе (норма – крутой подъем, замедленный выдох и выраженная асинхронность опорожнения легких – пологий)
- CD – альвеолярное плато (III фаза) –  $D = \text{PetCO}_2$

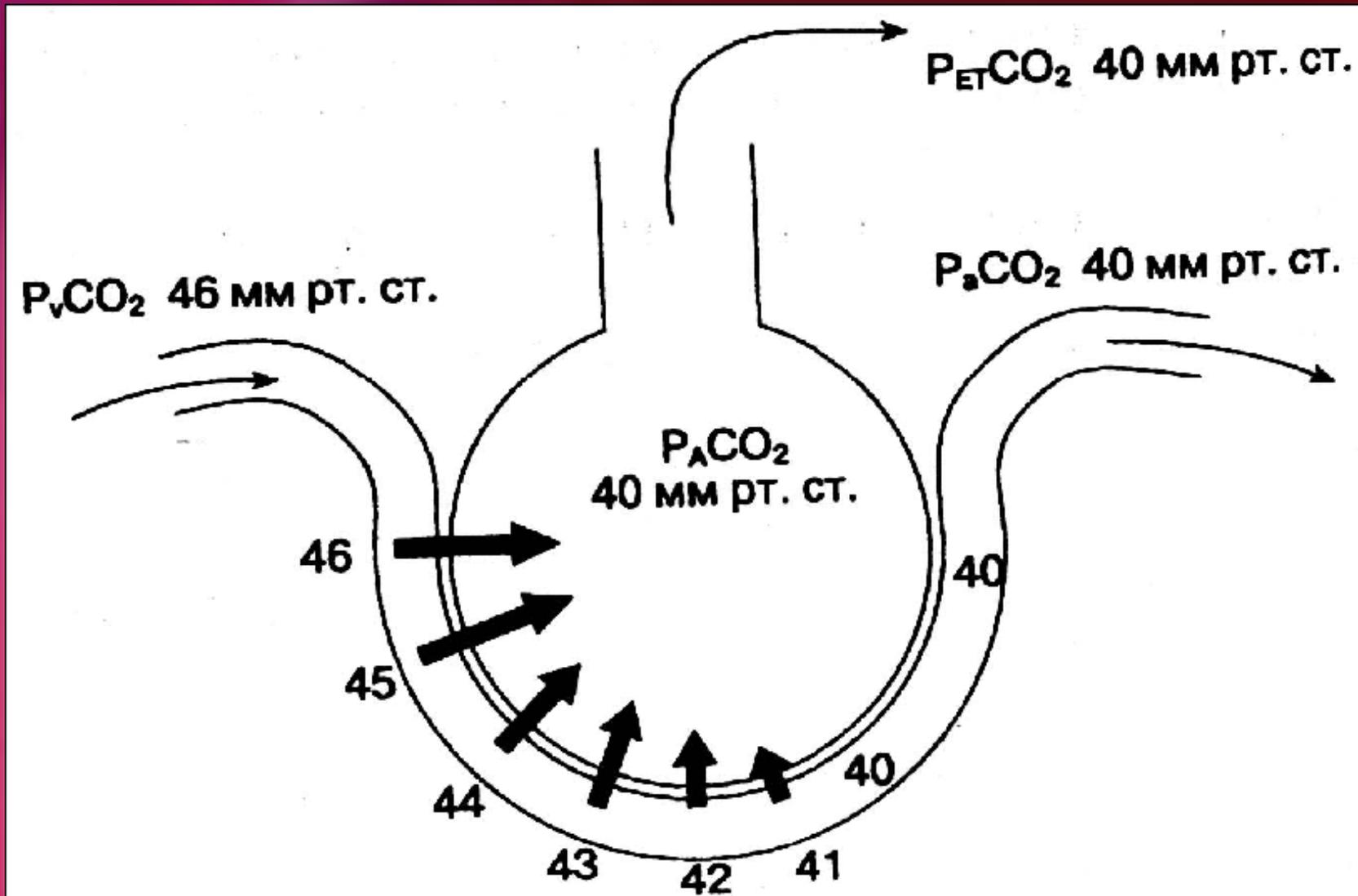
# Нормокапния

$P_{et}CO_2$  — 36-43 мм рт. ст.

При нормальном атмосферном давлении (760 мм рт. ст.) этому парциальному давлению углекислого газа соответствует концентрация  $F_{ET}CO_2 = 4,7-5,7 \%$

- (1 Vol % = 7,6 мм рт. ст)

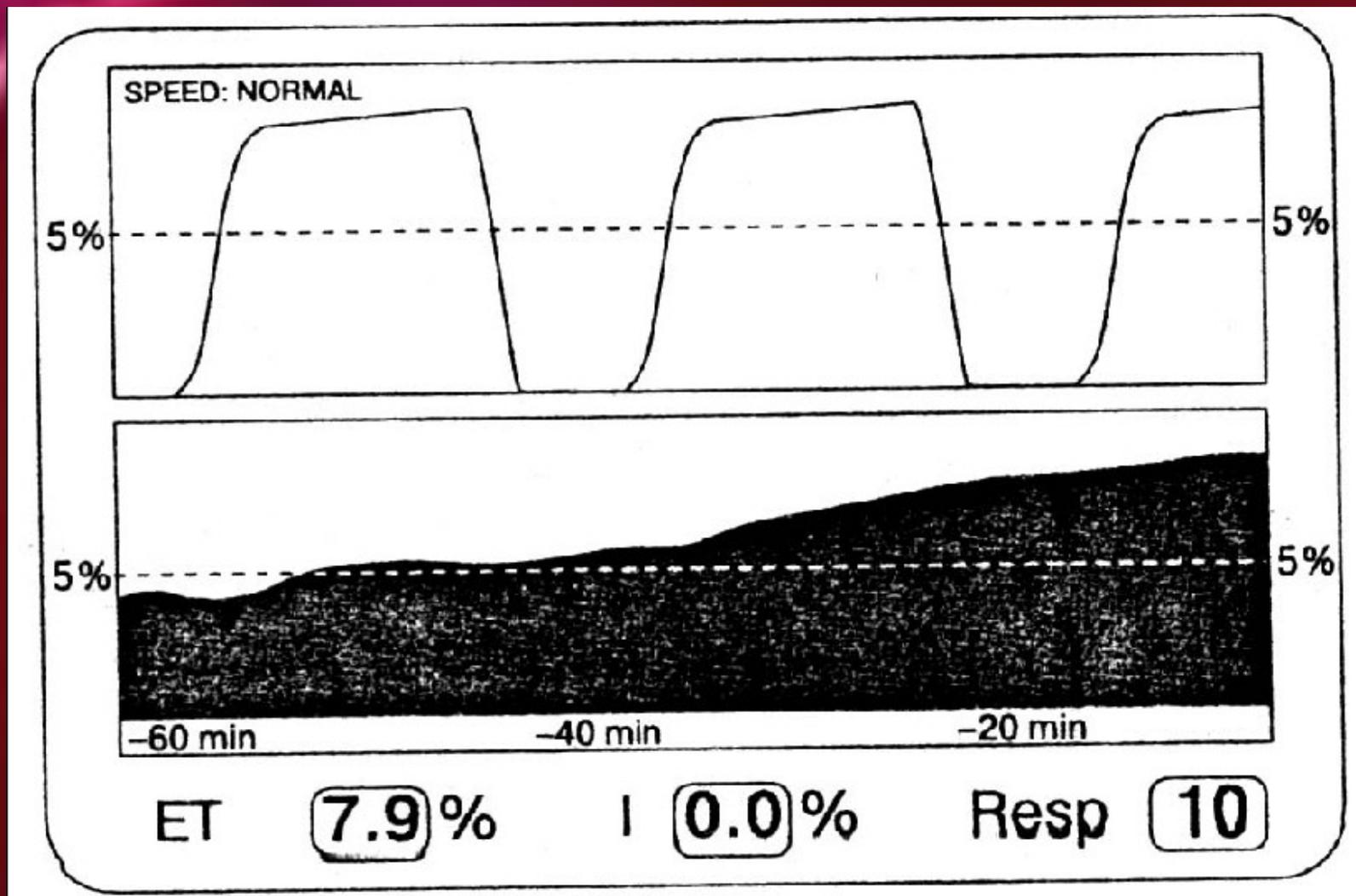
# Диффузия $\text{CO}_2$ из капилляров в альвеолы



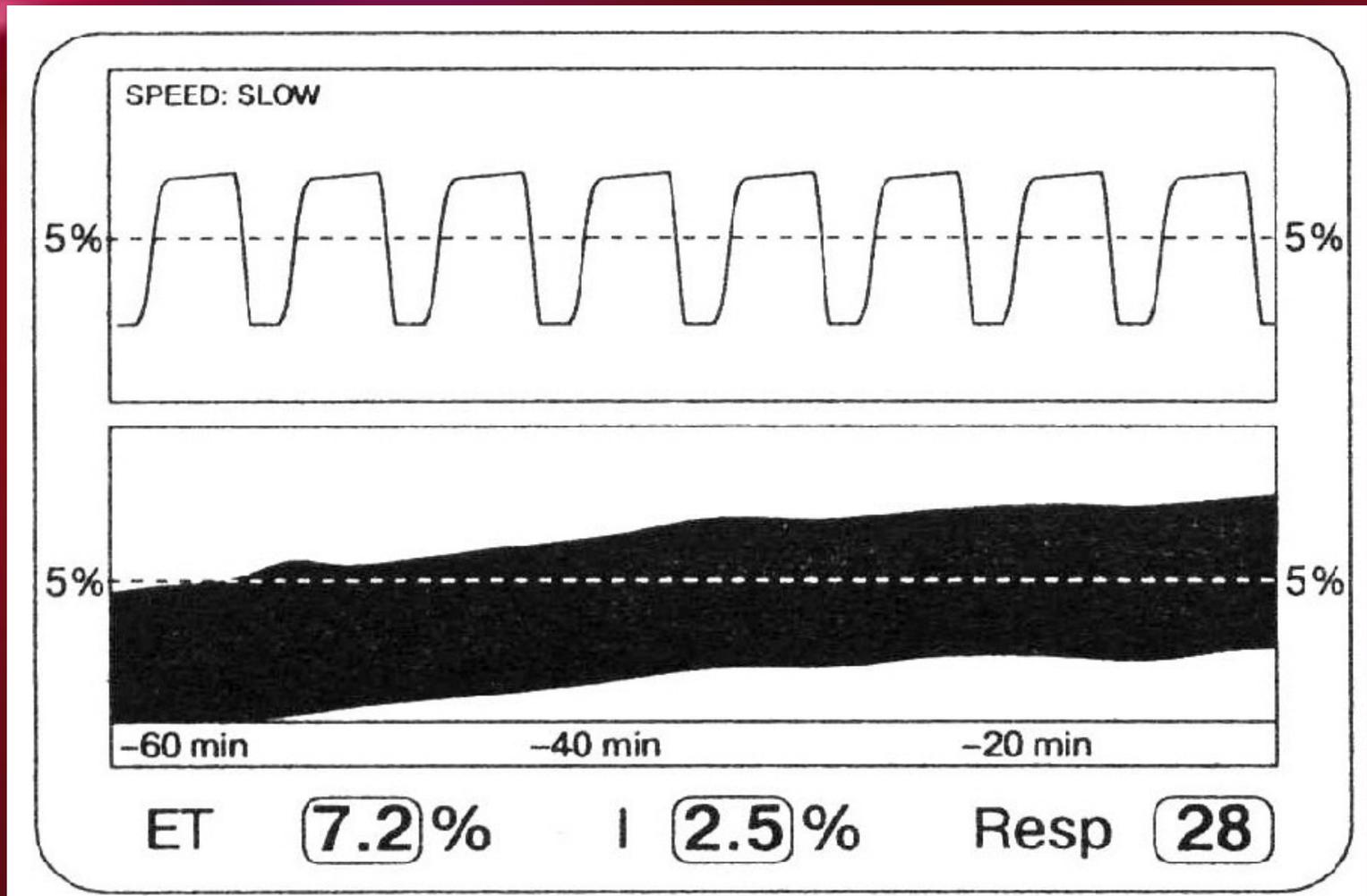
# *Причины повышения $P_{ET}CO_2$*

- Несоответствие вентиляции легких и метаболической продукции  $CO_2$  (угнетение дыхательного центра, слабость дыхательной мускулатуры, резкое возрастание дыхательного сопротивления, частичная разгерметизация системы "пациент-респиратор", неадекватная ИВЛ)
- Рециркуляция выдыхаемого газа в контуре наркозного аппарата.

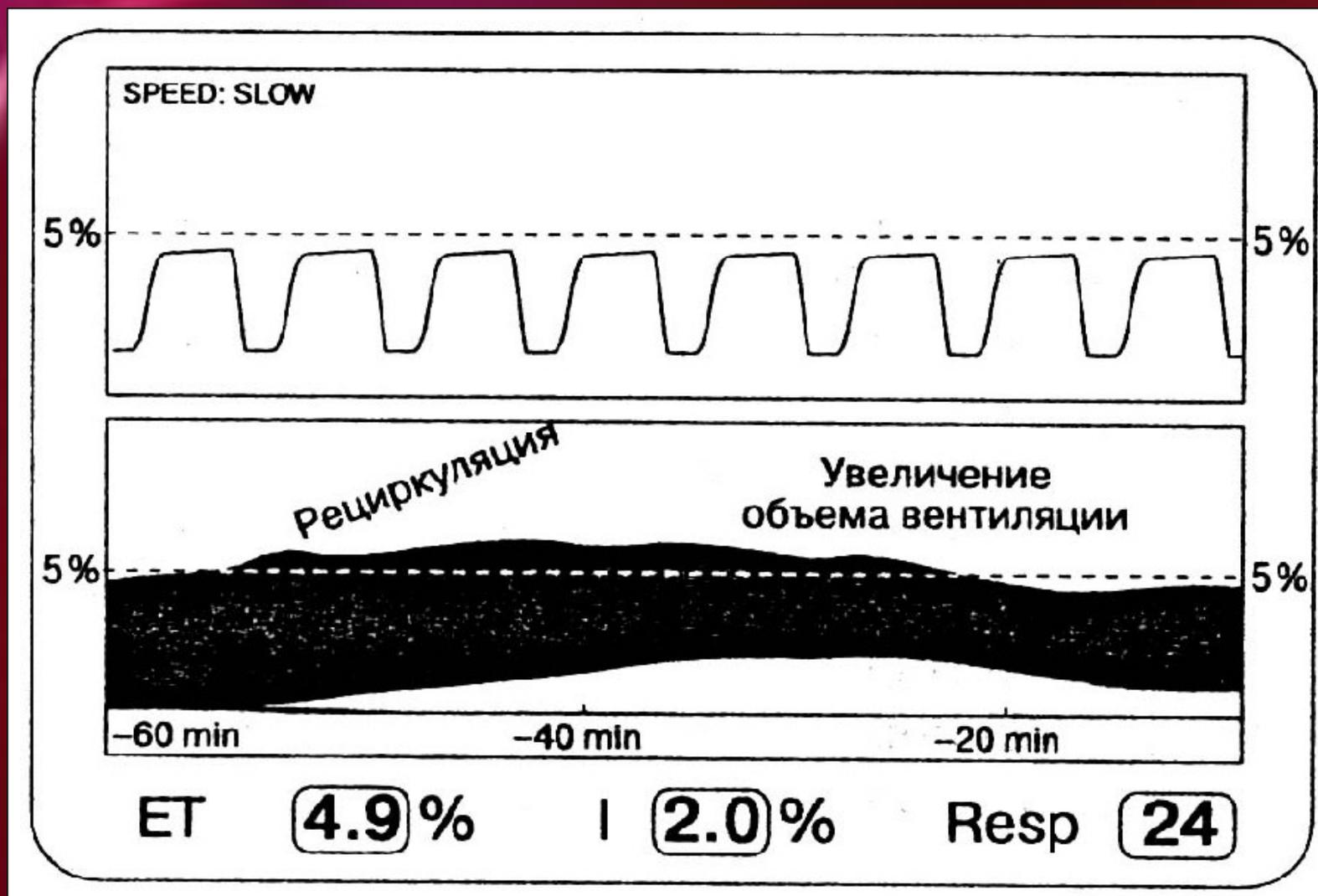
# Капнография при внезапном снижении минутной вентиляции



# Рециркуляция $\text{CO}_2$ в контуре



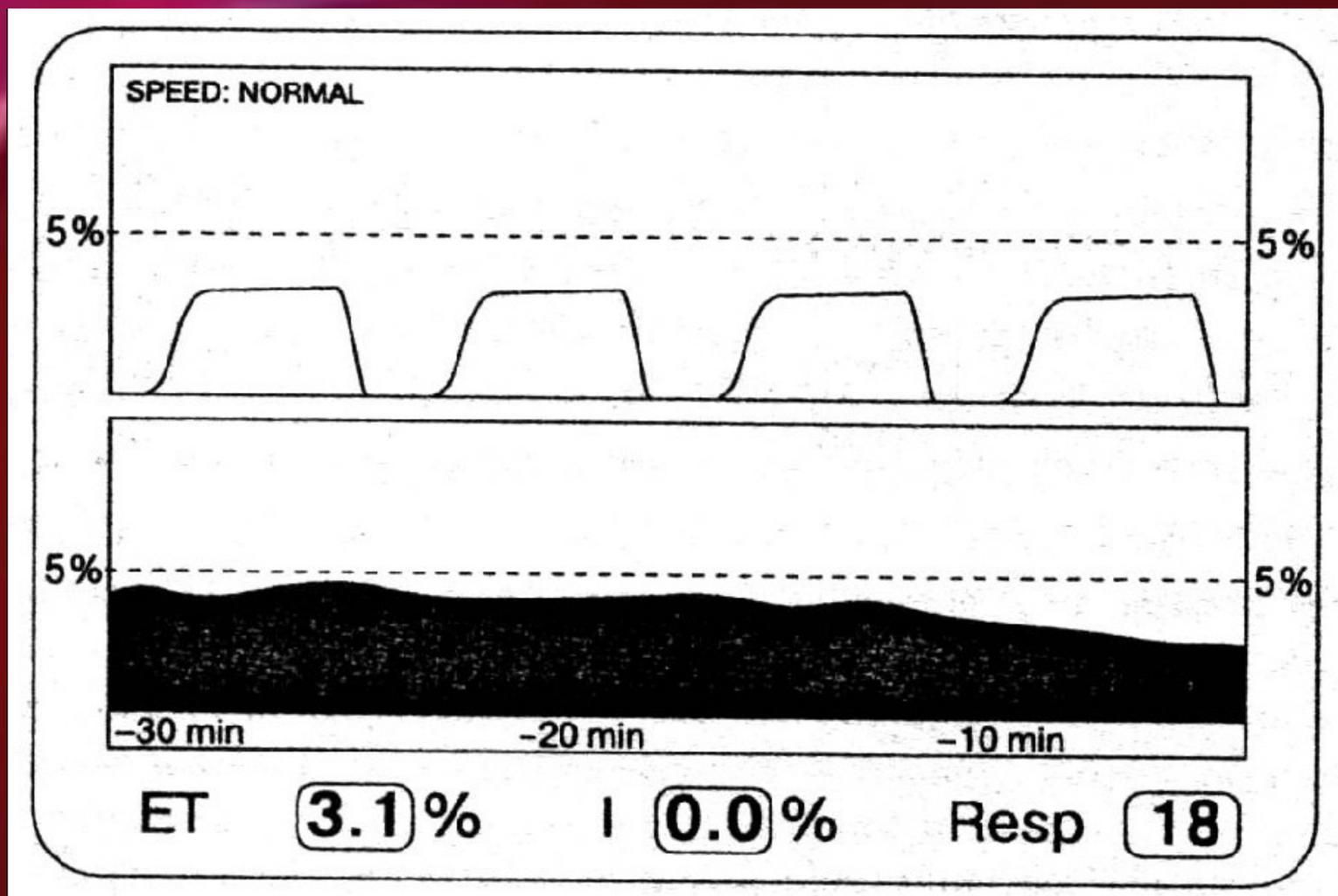
# Устранение рециркуляции CO<sub>2</sub> в контуре



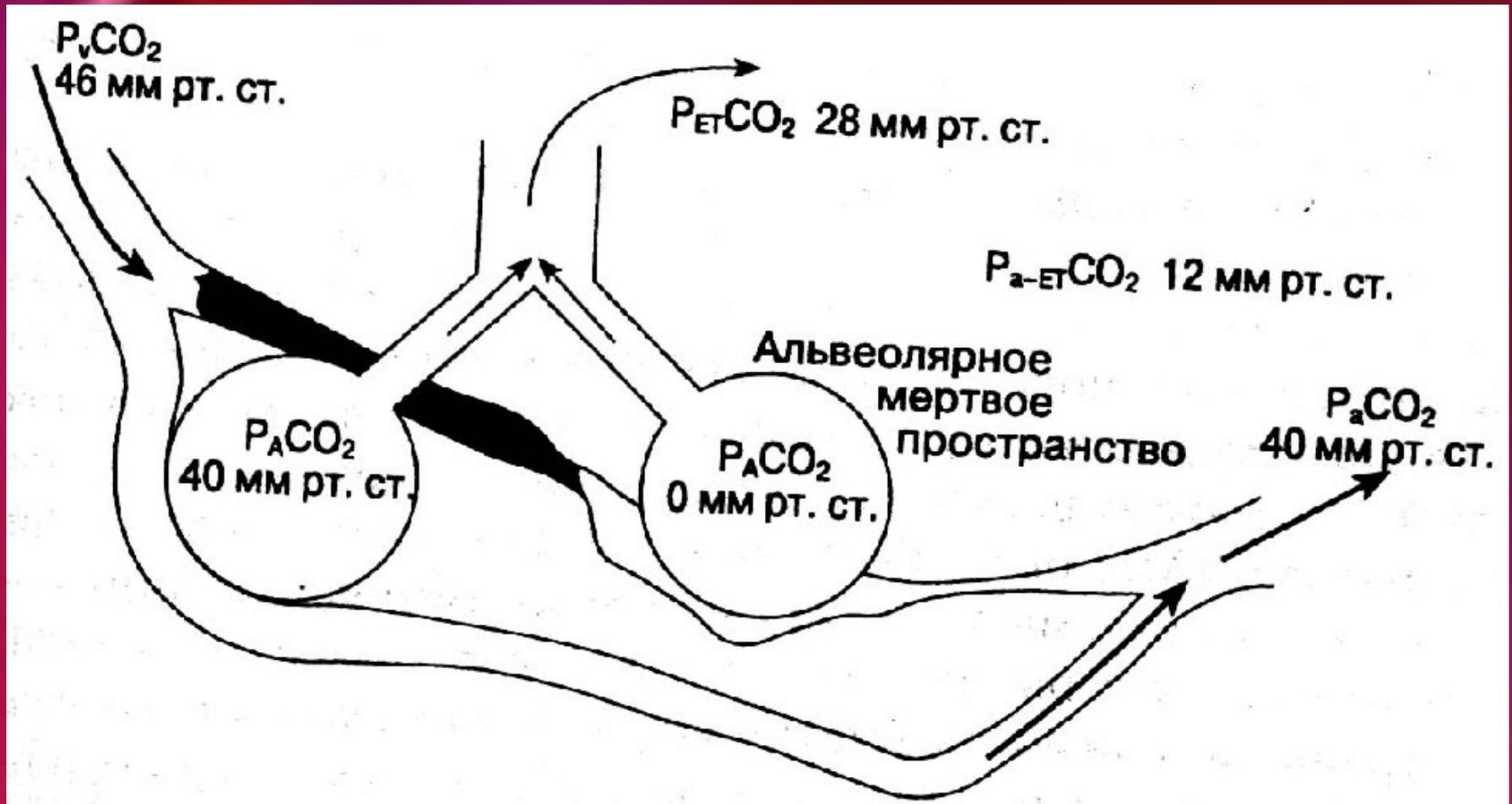
## *Причины снижения $P_{ET}CO_2$*

- *Отсоединение контура*
- *Миграция интубационной трубки в пищевод*
- *Полная обтурация дыхательных путей*
- *Гипервентиляция легких*
- *Ухудшение перфузии альвеол (тромбоэмболия легочной артерии, массивная кровопотеря)*

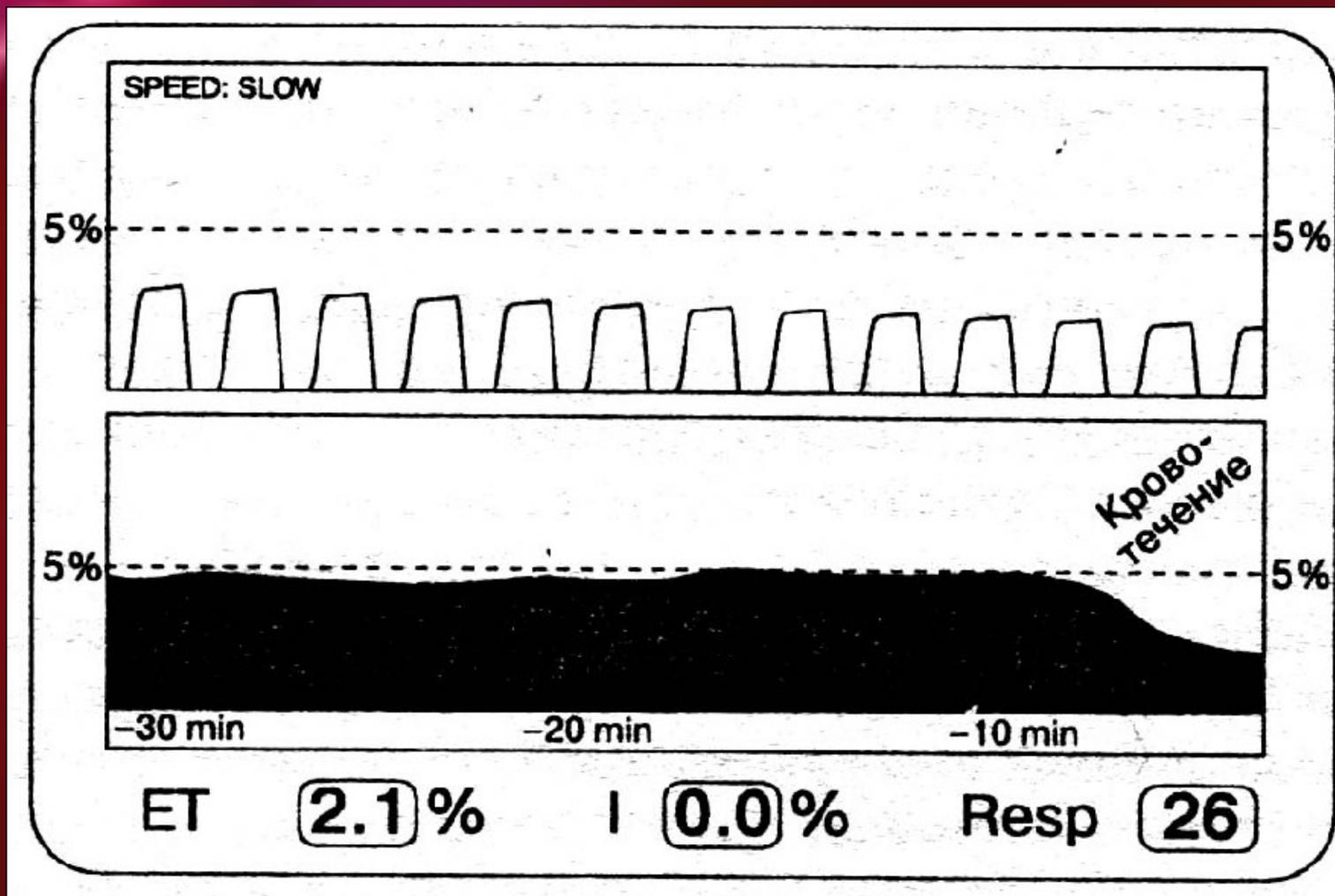
# Капнограмма при гипервентиляции



# Влияние мертвого дыхательного пространства на $P_{etCO_2}$



# Капнограмма при массивном кровотечении



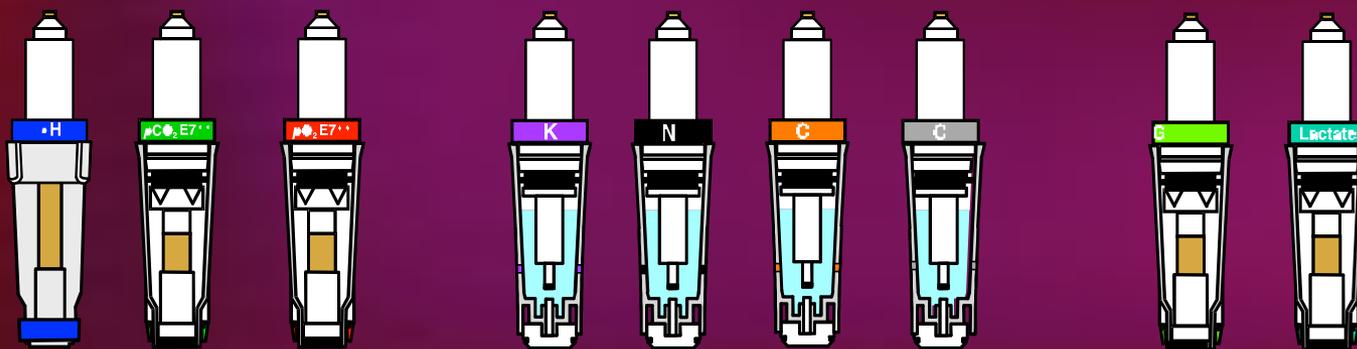
# Анализ газов крови – один из наиболее важных в экспресс диагностике

*“Анализ газов крови и рН оказывает наиболее непосредственное и важное воздействие на лечение больного, чем любое другое лабораторное исследование.”*

NCCLS Document C27-A, Approved Guideline, April 1993.

# Измеряемые параметры

- Газы крови  $pH$ ,  $pCO_2$ ,  $pO_2$
- Оксиметрия  $ctHb$ ,  $sO_2$ ,  $FO_2Hb$ ,  $FCONb$ ,  $FННb$ ,  $FMetHb$ ,  $FНbF$
- Электролиты  $cK^+$ ,  $cNa^+$ ,  $cCa^{2+}$ ,  $cCl^-$
- Метаболиты  $cGlucose$ ,  $cLactate$ ,  $cBilirubin$



# Анализатор для газов крови и электролитов, гемоглобина в цельной крови



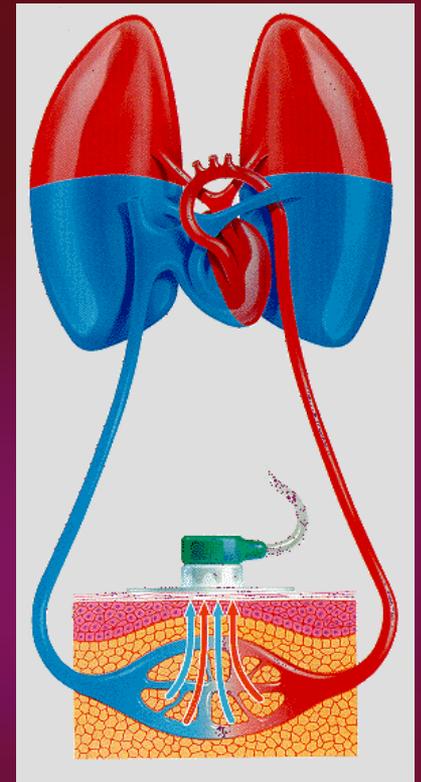
# Кислородный баланс организма

- Поступление кислорода в альвеолы с вдыхаемым газом
- Оксигенация крови в легких
- Транспорт кислорода к органам и тканям
- Экстракция кислорода в тканях
- Сатурация смешанной венозной крови

# Транскутанный мониторинг

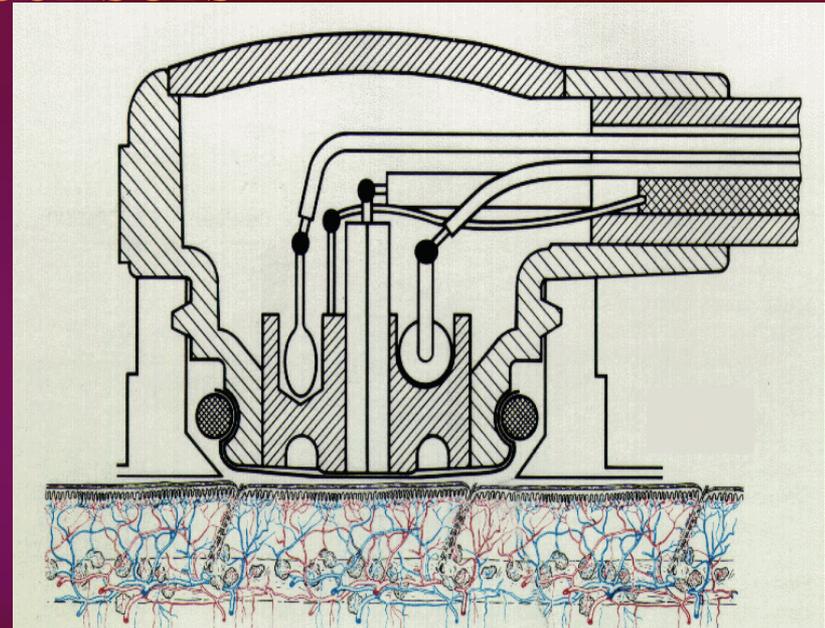
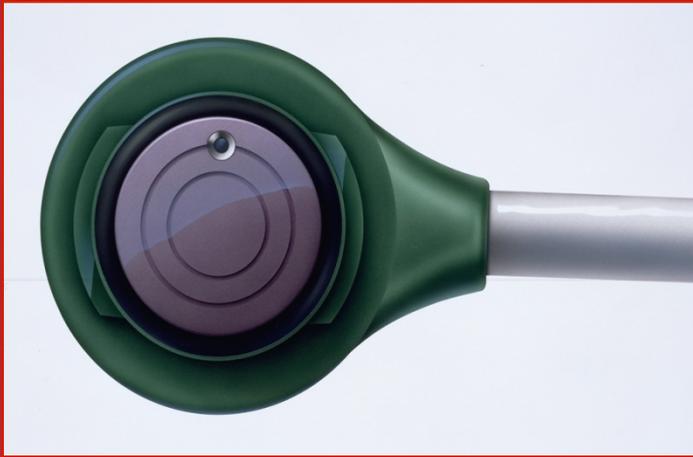
## TC Measuring principles

- The monitoring of gases through the skin
  - Skin is warmed up by the electrode
  - $O_2$  and  $CO_2$  diffuse from capillaries through skin



# Combined $tcpO_2/pCO_2$ Electrode

3 electrodes in one – reference,  $pO_2$  and  $pCO_2$   
heating element  
temperature sensors



# Introducing TCM4



# Оценка респираторного компонента (1)

- $P_{aO_2} = P_{iO_2} - P_{aCO_2} (F_{iO_2} + (1 - F_{iO_2}) \cdot P_z)$ , где  $P_{iO_2} = (P_b - 47 \text{ torr}) \times F_{iO_2}$ ,  $P_z$  - дыхательный коэффициент ( $V_{CO_2} / V_{O_2}$ ) - норма 0,83

$$P_{AO_2} = (P_b - 47) \times F_{iO_2} - P_{aCO_2}$$

- $A_{aDO_2} = P_{AO_2} - P_{aO_2}$
- $Q_s / Q_t = (A_{aDO_2} \times 0,0031) / (A_{aDO_2} \times 0,0031 + 5 \text{ об \%}) \times 100\%$

$$Q_s / Q_t = (A_{aDO_2} \times 0,0031) / (A_{aDO_2} \times 0,0031 + (CaO_2 - CvO_2)) \times 100\% \text{ (норма - 3-7\%)}$$

$$Q_s / Q_t = (100 - SaO_2) / (100 - SvO_2) \times 100\%$$

- $V_a / Q = (8,3 \times RQ \times (CaO_2 - CvO_2)) / P_{aCO_2}$  (норма - 0,8-1,0)
- $V_d / V_t = (P_{aCO_2} - P_{cCO_2}) / P_{aCO_2}$  (норма - 0,3)

## Оценка респираторного компонента (2)

- $V_a = ((P_c\text{CO}_2 \times V_E) \setminus P_a\text{CO}_2) \times 0,86$ , где  $V_E$  –  $MV$  на выдохе
- $Cl_{t,d} = V_t \setminus (PIP - PEEP)$ , норма – 60-70 мл\смH<sub>2</sub>O
- $Cl_{t,s} = V_t \setminus (P_{plat} - PEEP)$ , норма – 70-100 мл\смH<sub>2</sub>O
- $R_{aw} = (PIP - P_{plat}) \setminus Flow$ , 2-3 смH<sub>2</sub>O\л\с
- $WB = (PIP - 1/2 P_{plat}) \times V_t$  (л)\10, норма – 8-10 Дж\мин
- $P_{0,1\text{ с}}$  - норма –  $1,35 \pm 0,22$  смH<sub>2</sub>O
- $P_{\text{max, in}}$  - норма = 100-120 смH<sub>2</sub>O
- $P_{\text{max, ex}}$  – норма = 180-200 смH<sub>2</sub>O

# Оценка гемического компонента

- $CaO_2 = 1,35 \times Hb \times SaO_2 \setminus 100 + (PaO_2 \times 0,0031)$
- $CvO_2 = 1,35 \times Hb \times SvO_2 \setminus 100 + (PvO_2 \times 0,0031)$
- $a-vDO_2 = CaO_2 - CvO_2$   
(норма – 4-6 мл\100 г)

## Оценка гемодинамического компонента

- $DO_2 = CI \times CaO_2$  (норма – 550-600 мл\мин\м<sup>2</sup>).  
 $DO_2 < 300 \rightarrow$  летальность  $> 50\%$

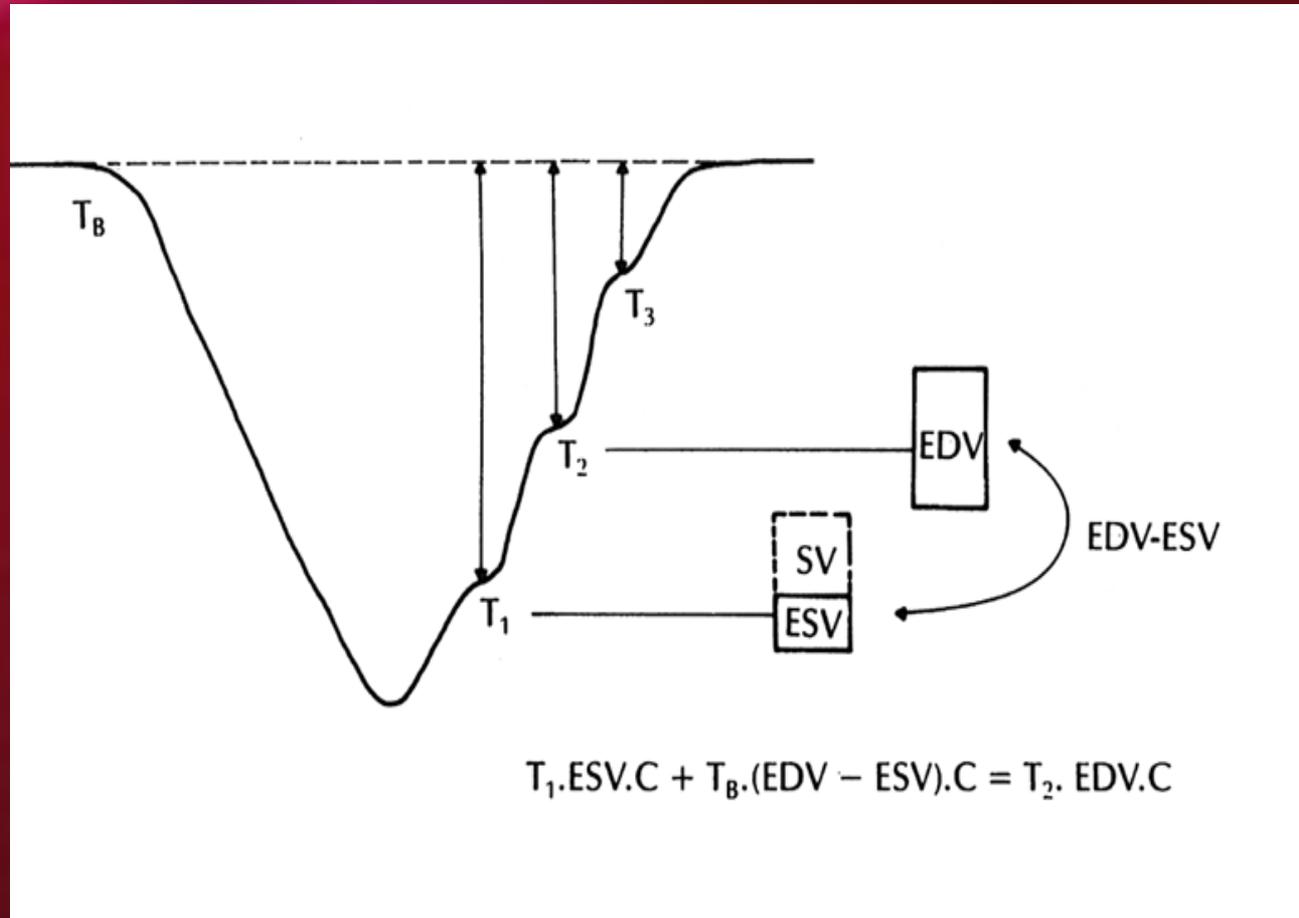
## Оценка тканевого компонента

- $VO_2 = CI \times a-vDO_2$  (норма – 140-160 мл\мин\м<sup>2</sup>,  
 $< 100 \rightarrow$  летальность  $> 70\%$ )
- $ИТЭО_2 = VO_2 \backslash DO_2 \times 100\%$  (норма – 23-27%,  $> 40\%$   
 $\rightarrow$  летальность  $> 50\%$ )
- $DO_2 - 2,5VO_2$  (норма – 160-180 мл\мин\м<sup>2</sup>,  $< 140 \rightarrow$   
летальность  $> 70\%$ )

# Мониторинг кровообращения

- ЭКГ
- ЧСС
- АД
- Пульс
- ЦВД
- Гемодинамический профиль
- Почасовой диурез

# Термодиллюционный метод



# Катетер Swan-Ganz

Наличие оборудования  
Владение методикой катетеризации  
Корректность измерений  
Интерпретация данных

«Кривую одЛА могут распознать  
меньше половины врачей ОИТ»

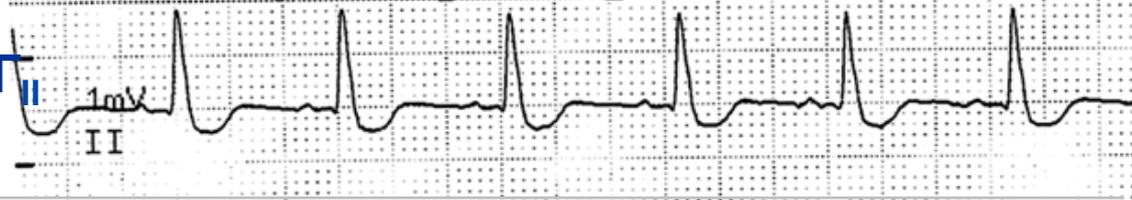
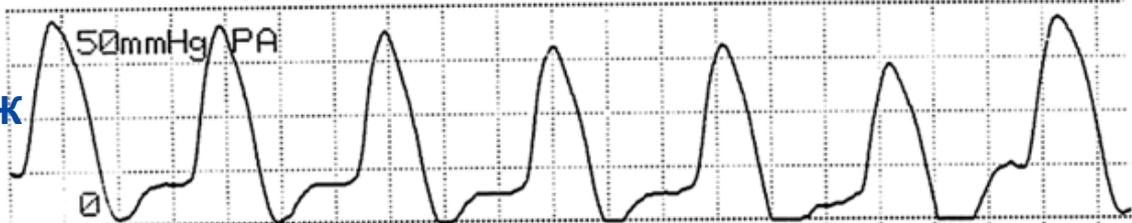
*Pulmonary artery catheter consensus conference. Sept.9, 1997*

Уход  
Инфекция  
Стоимость

20-Nov-2000  
11:32:03

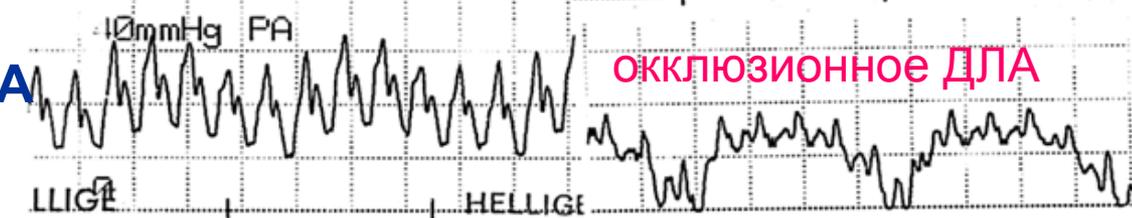
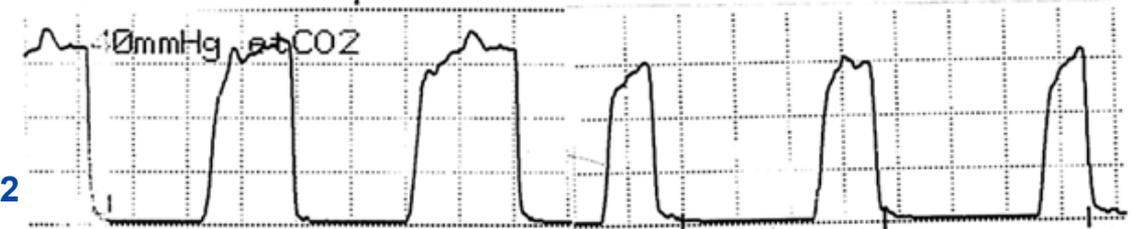
Delay 10 s  
25mm/s

BED TIMED  
2MN111A2



marquette HELLIGE

HELLIGE COM

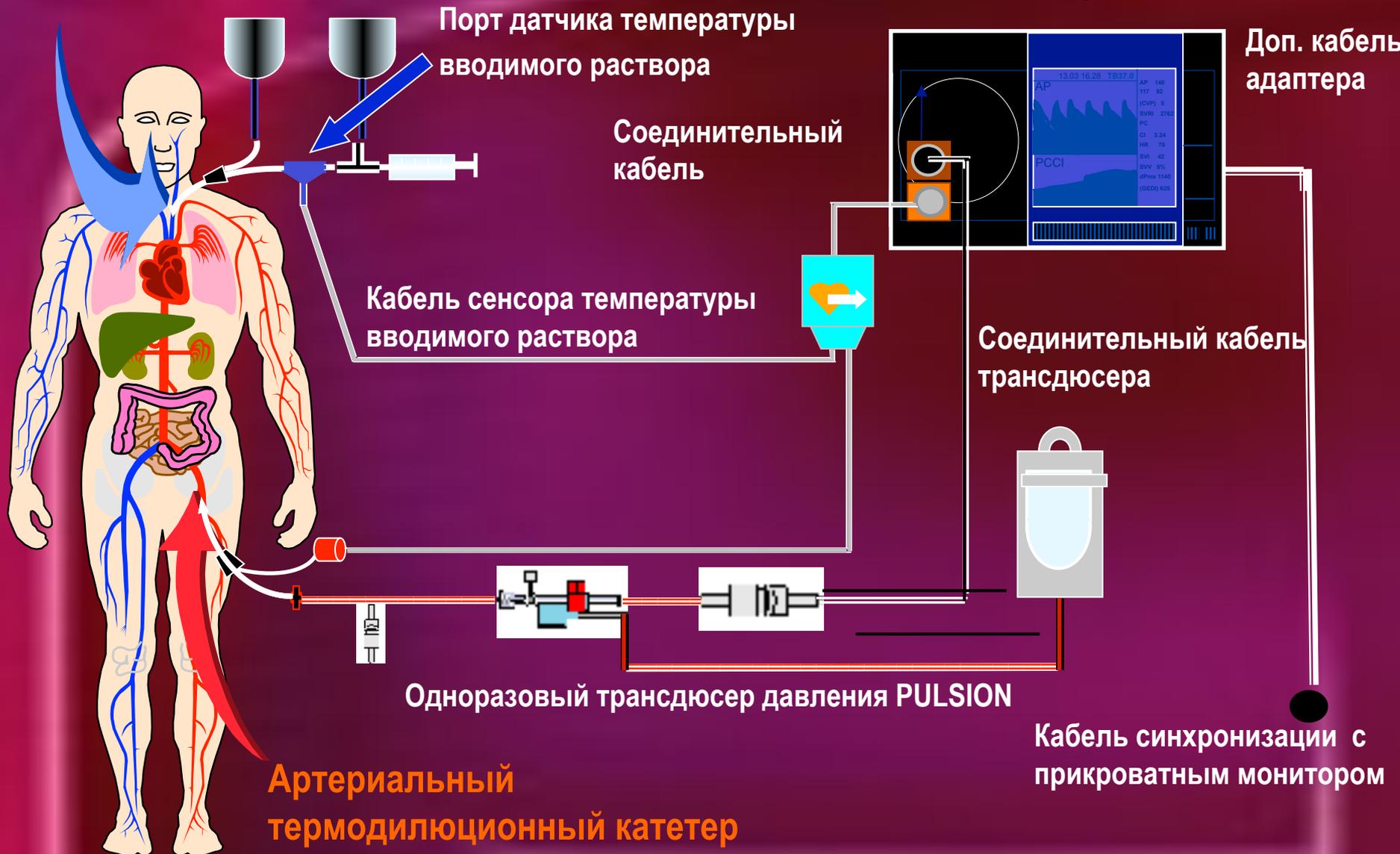


- Д П П
- Д П Ж
- К Д Д П
- Ж
- Д Л А
- о Д Л А
- С В
- К Д О П
- Ж
- К С О П
- Ж
- Ф И Л Ж
- Е пж
- С Л С
- О П С

# Транспульмональная термодилюция

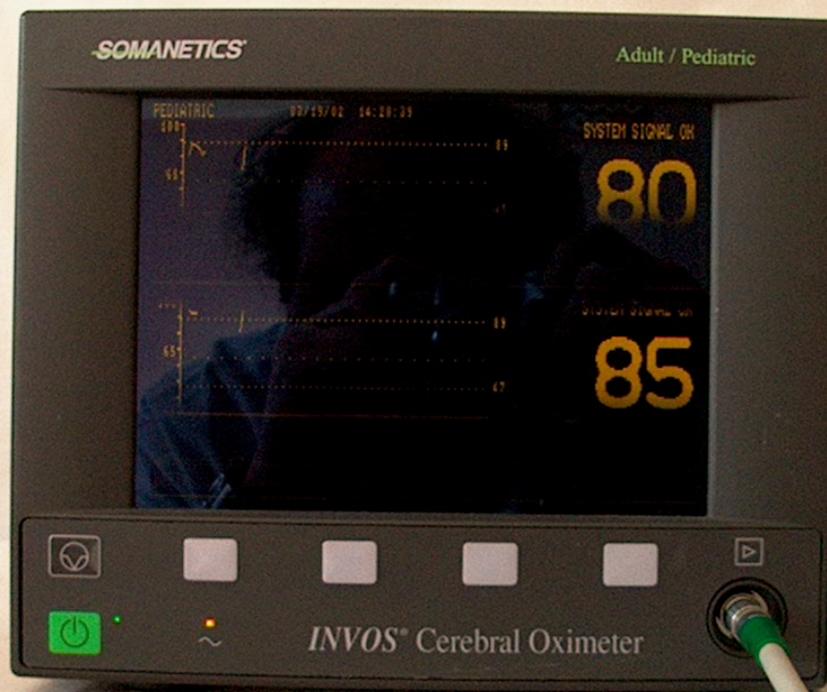
Центральный венозный катетер

PiCCO plus

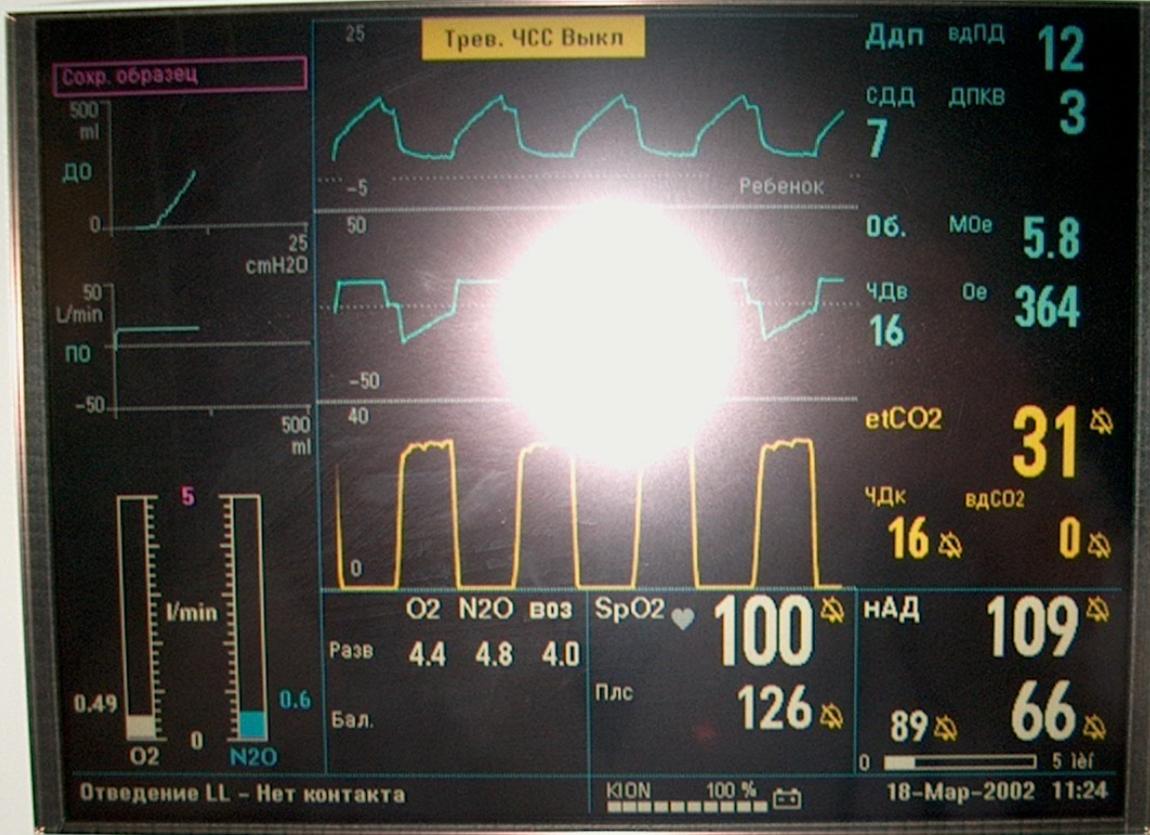


# Мониторинг ЦНС

- ЭЭГ
- Вызванные потенциалы
- Церебральная оксиметрия
- ВЧД
- Мониторинг нейромышечной проводимости
- Биспектральный индекс





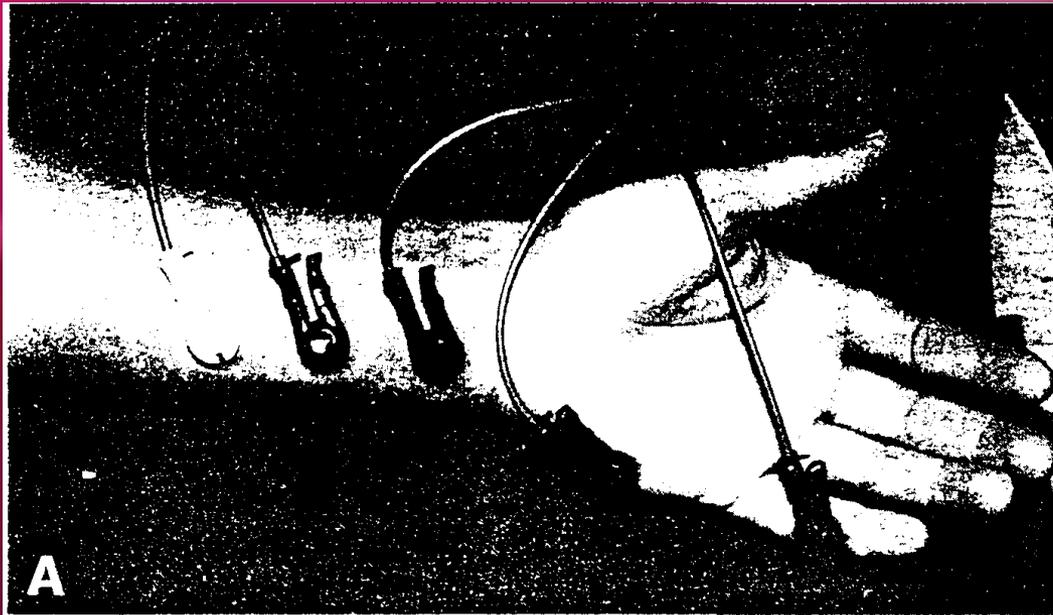


- Пауза звука тревоги
- Запись
- Пре. тревоги
- Печать экрана
- Откл. тревоги
- Старт/Стоп НАД
- Отсчет +
- Обзор
- Справка ?
- Метка |←

Основной экран

Меню

Зарядка аккумулятора



# Другие виды мониторинга

- Лекарственный мониторинг
- Микробиологический мониторинг