

# ИНТРАОПЕРАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ

**И.В. Вартанова**

НИИ АГ им. Д.О.Отта, г. Санкт-Петербург

Непрерывное наблюдение  
(мониторинг) –  
основа безопасности во время  
анестезии.

# Цели мониторинга

- Определение соответствия эффекта принимаемых мер (обезболивание, гипноз, миорелаксация, параметры вентиляции, инфузионная терапия и др.) заданному оптимальному уровню.
- Своевременная регистрация изменений состояния, связанных с операцией, анестезией или основными или сопутствующими заболеваниями пациента.

# СТАНДАРТНЫЙ МОНИТОРИНГ

1. Постоянное присутствие анестезиологического персонала в операционной рядом с больным.
2. Контроль оксигенации (пульсоксиметрия, анализ содержания кислорода во вдыхаемой газовой смеси).
3. Мониторинг вентиляции (капнометрия, волюметрия, тревожная сигнализация разгерметизации дыхательного контура).
4. Контроль кровообращения (постоянный мониторинг ЭКГ, неинвазивное измерение АД и ЧСС не реже 1 раза в 5 мин).
5. Термометрия.

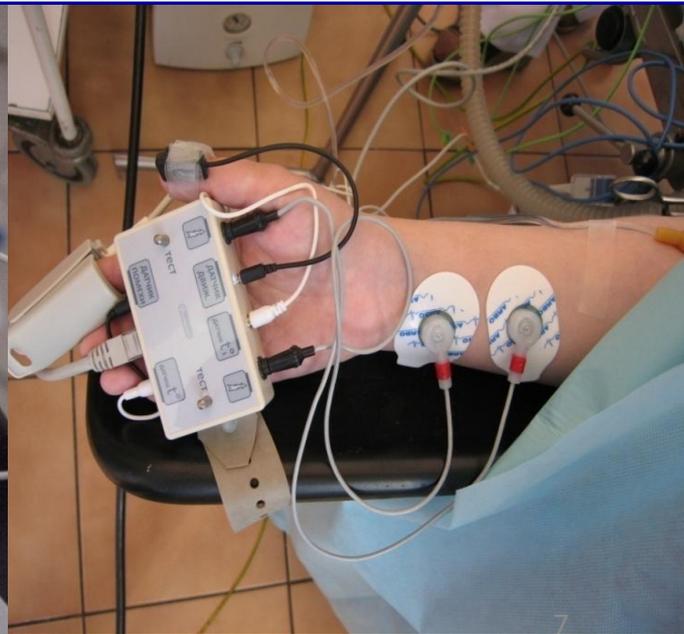
- **Стандартный мониторинг необходимо выполнять независимо от вида анестезии и операции!**
- общая анестезия с интубацией трахеи и ИВЛ;
- общая анестезия с сохранением спонтанного дыхания;
- регионарная анестезия;
- седация;
- наблюдение за пациентом во время выполнения малоинвазивных вмешательств.

# Мониторинг во время анестезии

- Рекомендуется мониторировать вдыхаемую концентрацию кислорода с помощью оборудования, оснащенного сигнализацией тревоги в случае низкой концентрации кислорода
- Строго рекомендуется постоянное использование **пульсоксиметра**.
- Постоянно контролировать проходимость дыхательных путей и адекватность вентиляции по меньшей мере путем наблюдения и аускультации.
- Строго рекомендуются непрерывный мониторинг и отображение на экране ЧСС с помощью пульсоксиметра, рекомендуется электрокардиография и доступность дефибриллятора.
- Рекомендуется непрерывный мониторинг с применением **капнографа**.
- АД следует определять как минимум каждые **5 мин** или

# Мониторинг во время анестезии

При использовании миорелаксантов **рекомендуется** применять стимулятор периферических нервов



# Мониторинг во время анестезии

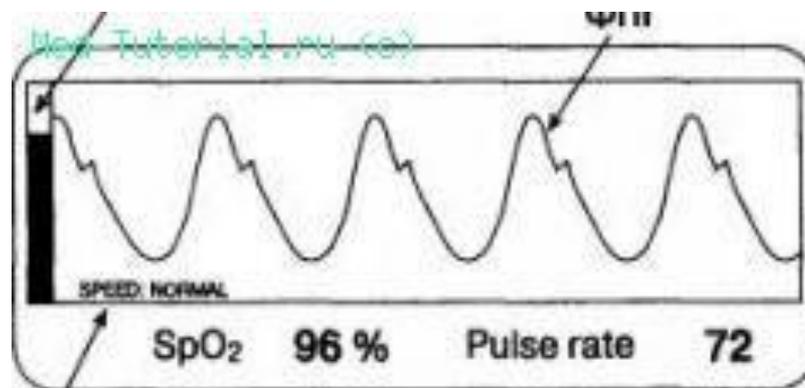
- Рекомендуются наличие и использование возможности непрерывного измерения температуры с помощью электронных датчиков
- Доступные звуковые сигналы и звуковые тревоги (с правильно настроенными пределами) следует держать постоянно включенными с громкостью, достаточной для их слышимости во всей операционной.
- Все пациенты имеют право на **предотвращение и утоление послеоперационной боли** с использованием соответствующих доступных медикаментов и методик, поэтому такие меры строго рекомендуются. Первоначально ответственность за эту задачу обычно берёт на себя специалист, проводивший анестезию!

# Объем мониторинга

1. Влияют - состояние пациента, объем предстоящего вмешательства.
2. Причины расширения объема интраоперационного мониторинга:
  - наличие необходимости дополнительного анализа соматического статуса пациента, более точной объективизации отдельных параметров (прямое инвазивное измерение АД, сердечного и минутного выброса различными методами, динамического анализа ST-сегмента, применения прекардиальной доплерографии);
  - необходимость в ряде случаев применения специфических методов мониторинга, используемых для оценки состояния центральной нервной системы: электрофизиологические исследования, измерение внутричерепного давления (ВЧД) и мозгового кровотока.
3. Решение о качественном и количественном объеме мониторинга принимается в каждом конкретном случае индивидуально.

# Пульсоксиметрия

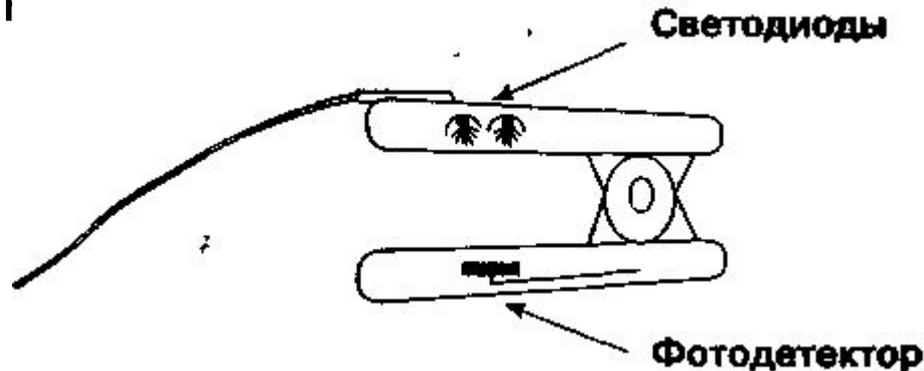
- Определение насыщения крови кислородом (%) и частоты пульса.
- Графически – определение формы пульсовой волны (плетизмограмма).
- Сочетание принципов спектрофотометрии и плетизмографии.



масштаб экрана

# Пульсоксиметрия

- В основе метода – изменение абсорбции света при пульсации артерий.
- Оксигемоглобин максимально поглощает инфракрасный свет (940 нм).
- Дезоксигемоглобин – красный (660 нм).
- По соотношению поглощений волн различной длины определяется относительная концентрация оксигемоглобина.



- **Нормальными значениями является диапазон 96-100%.**
- Важно знать исходное состояние пациента до анестезии.
- О гипоксемии свидетельствует снижение SpO<sub>2</sub> ниже **92%**.

# Артефакты

## пульсоксиметрии

- Нарушения микроциркуляции (холод, гиповолемия).
- Движения в области датчика.
- Наличие лака на ногтях.
- Яркий свет, попадающий на датчик.
- Если датчик слишком сильно сдавливает палец или мочку уха, пульсация артериального кровотока способна передаваться на вены. Пульсоксиметр не отличает пульсацию артерий от пульсации вен, а потому начинает включать в расчет абсорбцию света венозной кровью, занижая результат.
- Занижение  $SpO_2$  может происходить и при выраженной вазодилатации, недостаточности трикуспидального клапана, при острой дилатации правого желудочка, например при массивной ТЭЛА, в момент кашля, а также если датчик находится значительно ниже уровня сердца.

# Артефакты пульсоксиметрии

- Пульсоксиметр отражает на дисплее уровень сатурации с задержкой в пределах от 10 с до 1,5 мин.
- Время реакции числового дисплея монитора на внезапное изменение сатурации складывается из времени кровотока на участке "сердце-палец" и интервала обновления данных на дисплее.
- В потенциально опасных ситуациях, когда счет идет на секунды, например при трудной интубации трахеи или при аспирации мокроты из трахеобронхиального дерева у тяжелых больных, всегда имейте в виду эту поправку и прекращайте процедуру раньше, чем показания пульсоксиметра достигнут предельно допустимого уровня.

# Аббревиатуры

- SAT - сатурация (насыщение);
- $\text{HbO}_2$  - процентное содержание  $\text{HbO}_2$  от общего количества гемоглобина;
- $\text{SaO}_2$  - насыщение артериальной крови кислородом;
- $\text{SpO}_2$  - насыщение артериальной крови кислородом, измеренное методом пульсоксиметрии.

Последнее обозначение - наиболее употребляемое и самое корректное, поскольку предполагает, что результат измерения зависит от особенностей метода. Например,  $\text{SpO}_2$  при наличии в крови карбоксигемоглобина будет выше истинной величины  $\text{SaO}_2$ , измеренной лабораторным методом.

# Капнометрия

- Капнометрия – определение  $\text{CO}_2$
- Содержание  $\text{CO}_2$  в конце выдоха: в объемных процентах ( $F_{\text{etCO}_2}$ ) (об%) напряжения ( $P_{\text{etCO}_2}$ ) (мм рт. ст.)
- При капнографии – дополнительно отображается кривая изменения содержания  $\text{CO}_2$  в ходе дыхательного цикла.
- Капнография обладает большими диагностическими возможностями.

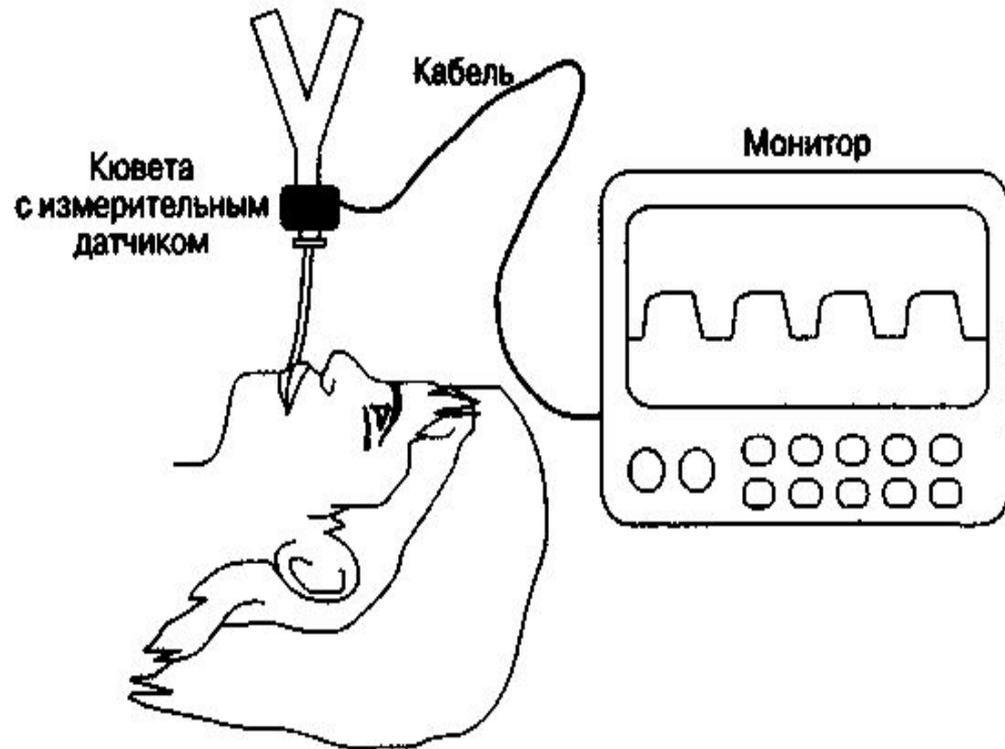
# Капнометрия

Нормальные значения:

- $P_{et}CO_2$  35-45 мм рт. ст.
- $F_{et}CO_2$  4,9-6,4 об%

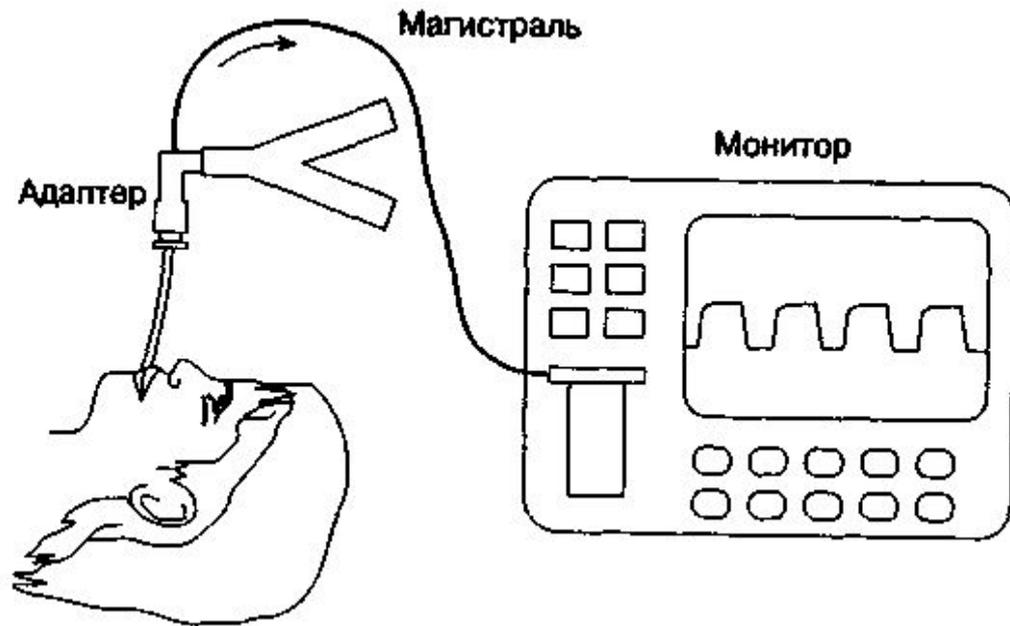
# Типы определения CO<sub>2</sub>:

- **прямого потока (main-stream):**
  - измерительная камера расположена прямо по ходу газового потока непосредственно около эндотрахеальной трубки;
  - не позволяет определить концентрации других газов (O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, анестетики)

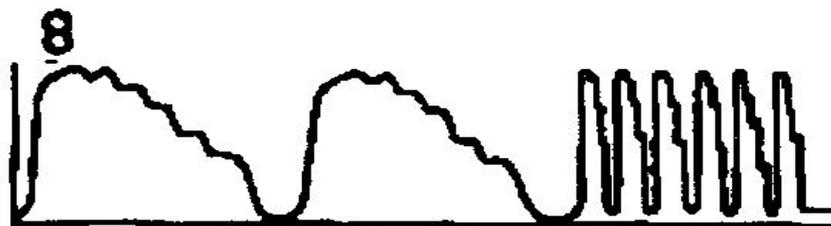
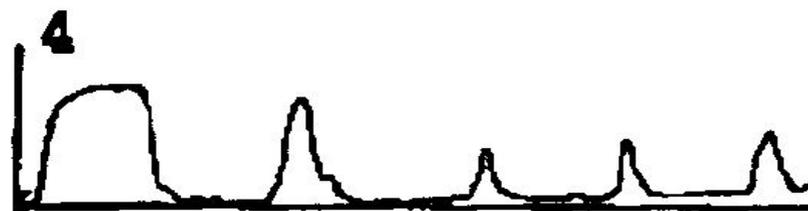
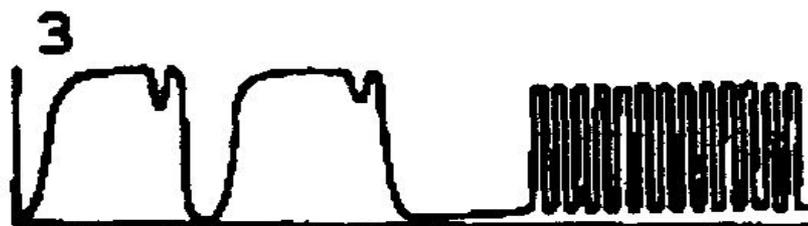


# Типы определения CO<sub>2</sub>:

- **бокового потока (side-stream):**
  - проба газа поступает из дыхательного контура в камеру газоанализатора (обычно постоянный поток со скоростью 50-200 мл/мин).
  - Позволяет (опционально) определять концентрации других газов (O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, анестетики).
  - Необходима установка влагосорбника



# Виды капнограммы

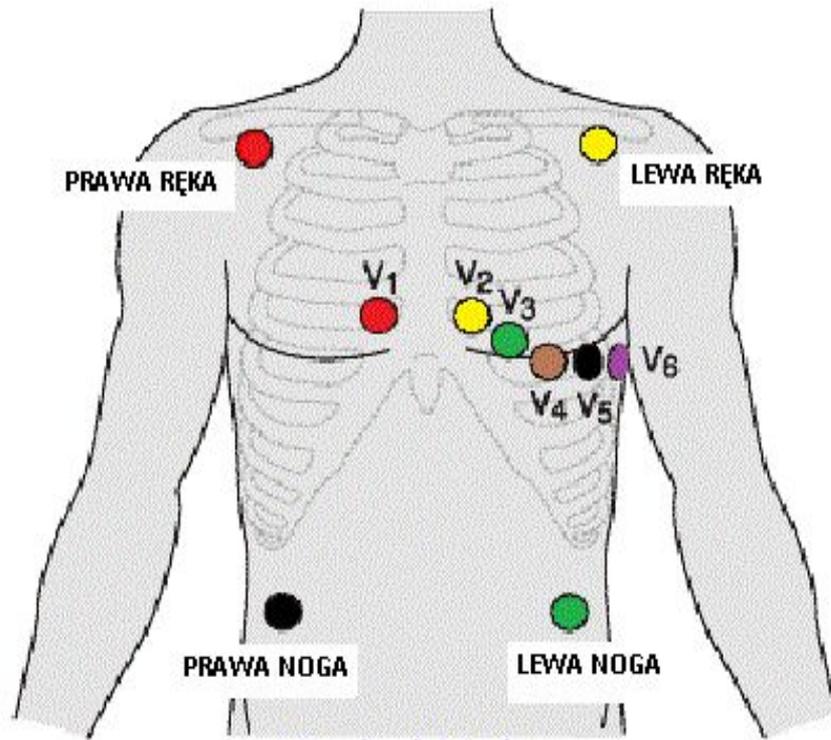


# Кровообращение

- ЭКГ,
- Измерение артериального давления,
- Центрального венозного давления,
- Измерение сердечного выброса.

# Электрокардиография

- обнаружение аритмий;
- определение ишемии миокарда;
- обнаружение нарушений электролитного баланса крови;
- мониторинг функции кардиостимулятора;
- подсчет ЧСС.



Tes darah Lengkap

красный - II межреберье справа,  
желтый - II межреберье слева,  
зеленый – верхушка сердца.

- На мониторе - II отведение.
- Ишемия передней и боковой стенки левого желудочка – модифицированное V5 отведение.

# ЭКГ

- Для улучшения сигнала используют фильтрацию.
- Фильтры могут искажать сегмент ST, что затрудняет диагностику ишемии миокарда.
- Большинство современных мониторов имеют возможность автоматического анализа сегмента ST, анализа нарушений ритма.
- Рекомендуется использовать звуковую сигнализацию ЧСС.

# Артериальное давление

- Основной метод – автоматическое неинвазивное измерение. Позволяет измерить: систолическое, диастолическое и среднее артериальное давление (в зависимости от метода).
- Катетеризация периферической артерии, чаще лучевой позволяет измерять АД в режиме реального времени.
- **Показания к инвазивному определению АД:** тяжелый шок, рефрактерный к объемной нагрузке, операции на сердце и крупных сосудах, необходимость в частых заборах артериальной крови для анализа.

# Расширенный мониторинг кровообращения

- Инвазивное (прямое) измерение АД.
- Измерение ЦВД.
- Измерение давлений в полостях сердца.
- Катетеризация легочной артерии (катетер Сван-Ганц имеет каналы для измерения давлений (два — в легочной артерии и правом предсердии), термистор (для определения минутного выброса сердца). Последние модификации катетера (Baxter, USA; Abbott, USA) имеют дополнительные каналы: или оптоволоконный, для измерения насыщения смешанной венозной крови кислородом в режиме on line; или термонагреватель — позволяет измерять МОС в режиме on line.
- Определение сердечного выброса.

# Показания к инвазивному мониторингу гемодинамики:

- острая ишемия миокарда,
- тяжелое поражение клапанов сердца,
- кардиогенный шок,
- обширные операции у пациентов с тяжелыми сопутствующими заболеваниями, острый инфаркт миокарда в течение предыдущих 6 месяцев перед операцией,
- острые нарушения моторики стенки левого желудочка (аневризма),
- легочная гипертензия с недостаточностью правого желудочка,
- тяжелый сепсис, септический шок,
- тяжелые ожоги,
- акушерские операции с высоким риском (тяжелый токсикоз, отслойка плаценты),
- тяжелая травма, травматический шок,
- все операции на сердце и крупных сосудах, трансплантации легких и печени.

# Мониторинг температуры тела

- Непрерывно или периодически.
- Измерение наружной температуры может не отражать изменений температуры ядра (нарушение микроциркуляции и применение вазоконстрикторов).

## **Показания:**

- Применение гипотермии и согревания.
- Операции у новорожденных и маленьких детей.
- Операции, сопровождающиеся большими потерями тепла и необходимостью массивной инфузии и трансфузии (большие полостные вмешательства, операции с массивной кровопотерей, обожженные).
- Лихорадящие пациенты.
- Риск злокачественной гипертермии.

# Установка датчика

- Подмышечная впадина. Температура обычно на 0,5 -1 градус ниже температуры тела. Рука должна быть приведена к телу.
- Ректальная температура. Получаемые изменения температуры часто отстают от изменений температуры ядра, особенно во время согревания. Риск повреждения прямой кишки небольшой.
- Назофарингеальная температура – температура задней стенки носоглотки. Риск носового кровотечения. Противопоказан при ЧМТ и назоликворее.
- Пищеводный датчик температуры – отражает температуру ядра. Датчик следует размещать в нижней трети пищевода.
- Измерение температуры крови – термистор на конце катетера в легочной артерии или катетера для

# Дополнительный мониторинг

- Мониторинг ЦНС (ЭЭГ, BIS, AEP)
- Мониторинг тканевой (церебральной) оксигенации

соотношение «риск/польза» и/или  
«стоимость/эффективность»

# Мониторинг глубины анестезии

- Контроль глубины анестезии (избежание поверхностной и чрезмерно глубокой анестезии), особенно во время глубокой миорелаксации.
- Управление анестезией (контроль фазы пробуждения).
- Контроль расхода (экономия) анестетиков.

Глубина  
анестезии



RE 50  
SE 48

SPI-индекс –  
степень  
НОЦИЦЕПТИВНО  
Й защиты



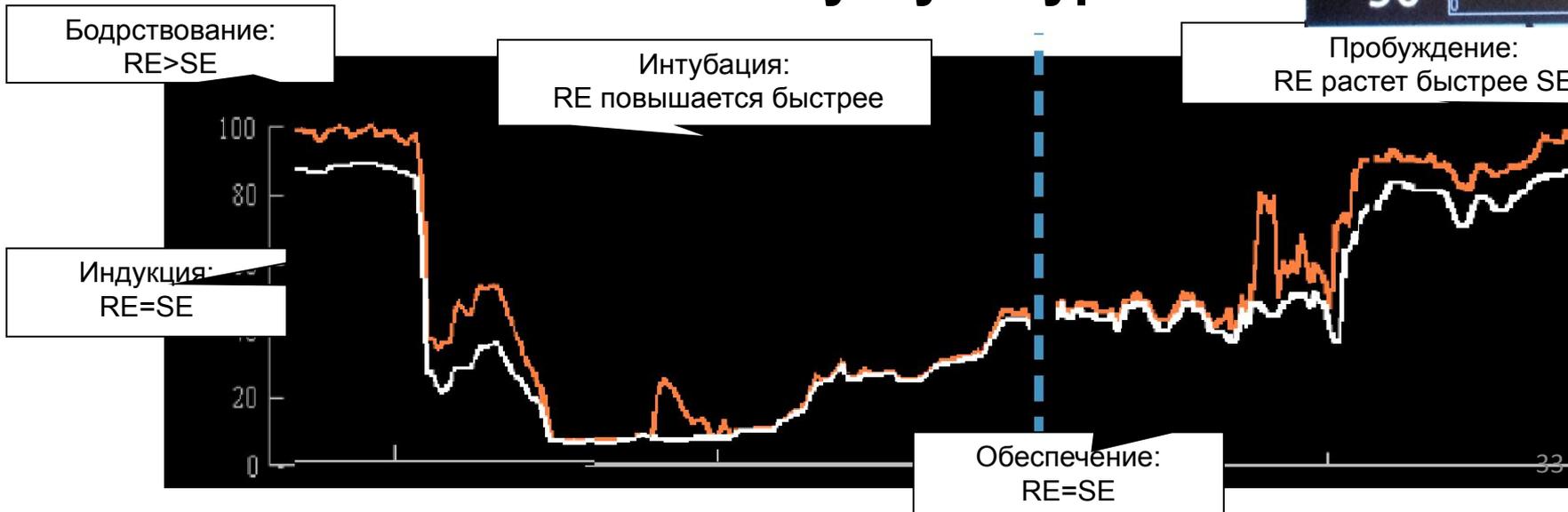
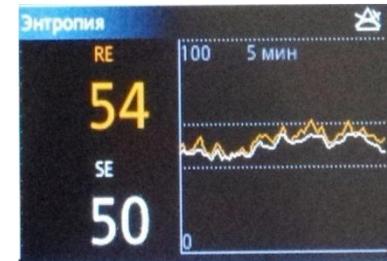
88



Использование аппаратных методов контроля исключает субъективность и облегчает оценку, регистрируя несколько показателей одновременно.

# Энтропия

- ЭЭГ изменяется с нерегулярного на более регулярный ритм при угнетении сознания.
- Энтропия измеряет нерегулярность сигнала в абсолютных значениях.
- Мониторинг энтропии основан на анализе ЭЭГ (SE) и ЭЭГ + фронтальной электромиограммы (RE), учитывающей активность мимической мускулатуры.



# Биспектральный индекс

- Индекс представлен в виде шкалы от 0 – нет активности ЭЭГ до 100 (бодрствование).
- Изменение показателей BIS коррелирует с глубиной анестезии и седации, вызванной большинством анестетиков.
- Значения BIS: - 80-100 – бодрствование, сохранение памяти - 60-80 – седация - 40-60 соответствует состоянию общей анестезии.

# Хирургический плетизмографический индекс (SPI)

- SPI предназначен для мониторинга гемодинамических реакций пациента на **хирургические стимулы и введение анальгетиков во время общей анестезии.**
- Использует оперативные данные пульсоксиметрии, такие как амплитуда пульсовой волны и частота пульса.
- Затрудняют интерпретацию SPI-индекса: установленный кардиостимулятор, использование атропина, гемодинамическая нестабильность.



# Литература

- Клиническая анестезиология. Э. Морган, М.Михаил Книга 1.
- Шурыгин И.А. Мониторинг дыхания: пульсоксиметрия, капнография, оксиметрия
- Кузьков В.В., Киров М.Ю. Инвазивный мониторинг гемодинамики в интенсивной терапии и анестезиологии
- Базовый курс анестезиолога  
[http://far.org.ru/files/Update\\_in\\_Anaesthesia\\_base.pdf](http://far.org.ru/files/Update_in_Anaesthesia_base.pdf)