

Мониторинг в интенсивной терапии и анестезиологии...

БелМАПО

Кафедра Детской Анестезиологии и Реаниматологии

Разумович Иван Михайлович

2012

Виды мониторинга:

- * Респираторный.
- * Гемодинамический.
- * Температурный.
- * Нейровизуализационный.
- * Редкие для нас методы.

Респираторный мониторинг.

Респираторный мониторинг.

- * Аускультация
- * Пульсоксиметрия
- * Капнография
- * Газовый мониторинг
- * Мониторинг вентиляции

Респираторный мониторинг.

Аускультация:

- * Присутствие интенсивиста!
- * **Стетоскоп**- универсальный инструмент контроля вентиляции при ошибках в работе оборудования и любой критической ситуации в операционной и палате ИТ.
- * Оцениваем: ДИНАМИКА!

Пульсоксиметрия:



Цель применения:

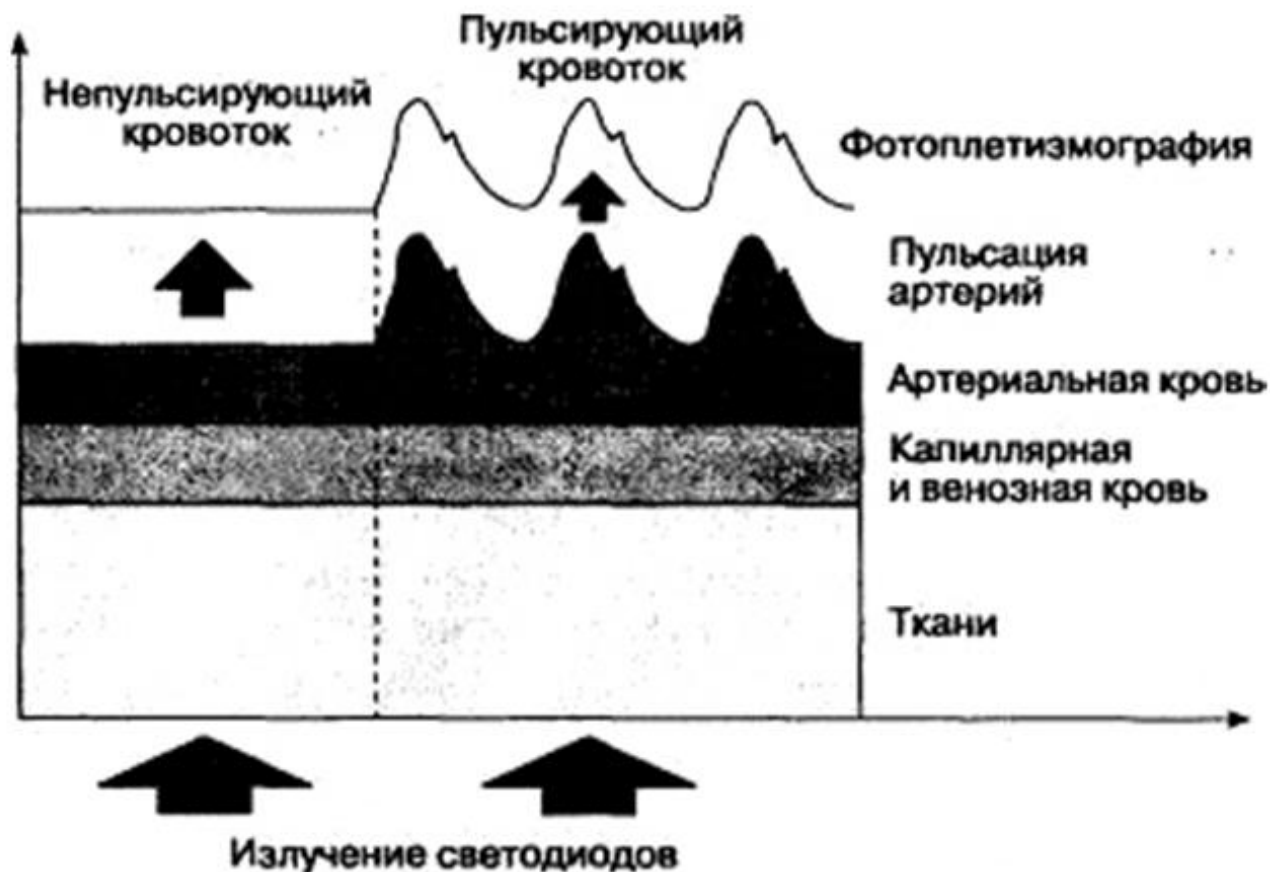
* О первых гемоксиметрах:

"Во многих случаях этот инструмент определял аноксемию, когда пульс, кровяное давление и цвет кожи оставались без изменений".

* Классическое исследование Cote CJ, Rolf N, Liu LM et al. «A single blind study of combined pulse oximetry and capnography in children». Anesthesiology, 1991

Физические основы:

- * 1. светодиод – 2 длины волны (660 and 930 nm), которые поглощаются окси- и дезоксигемоглобином по разному
- 2.



Новое поколение пульсоксиметров:

- * Появились в последние 5-10 лет
- * Большая точность при гипоперфузии.
- * Большая точность при низкой оксигенации.
- * Новые возможности:
 - * total hemoglobin
 - * Оценка перфузии за счет математического анализа плетизмограммы
 - * Правильная SpO₂ в присутствии метHb и карбоксиHb.

Информация, которую мы получаем

1. ЧСС(меняется так же быстро, как на ЭКГ)
2. SpO₂(изменяется в норме за 3-5 с)

допустимая погрешность

- * $\pm 2 \%$ при SpO₂ от 100 до 70 %;
- * $\pm 3 \%$ при SpO₂ от 69 до 50 %.

На точность показаний повлияют:

1. Пульсация в венах –это занижение SpO₂ (вспоминаем принцип работы датчика)

- * выра-женная вазодилатация(шок)
- * недостаточность трикуспидального клапана
- * датчик слишком сильно сдавливает палец
- * датчик много ниже уровня сердца

На точность показаний повлияют:

2. Карбоксигемоглобин (СОНЬ).

Норма- до 1-3 %.

- завышает SpO₂.

3. Метгемоглобин (MetHb).

- занижает SpO₂ (приближает к 85%)

4. Лак для ногтей - обычно не искажает показания.

5. Красители (метиленовый синий)

На точность показаний повлияют:

6. Постороннее электромагнитное излучение (для первых поколений пульсоксиметров или дешевых моделей)
7. Движения пациента (тремор, судороги, двигательное возбуждение)
8. Гипоперфузия!

Оценка качества кривой.



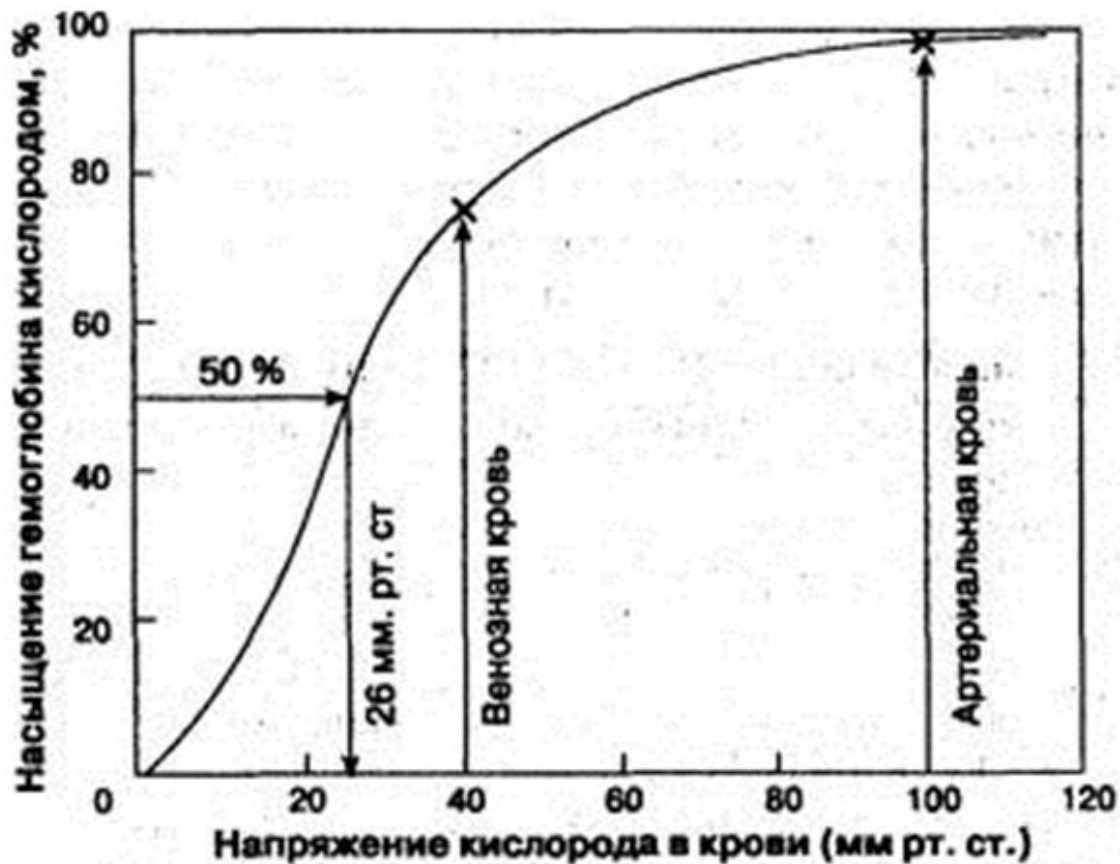
1. есть дикротический зубец
- 2,3,4 – нет ли нельзя оценить

Как проверить пульсоксиметр?

- * На себе
- * Сменить палец, прищепка- на мочку уха.
- * Убедится в отсутствии искаженных волн
- * Подбор размера (**новорожденные**: не пальцы, а вся конечность)
- * В операционной при трудном доступе - два датчика!
- * При любых сомнениях и длительной значимой десатурации – ГАЗЫ КРОВИ!

Интерпретация данных.

Кривая диссоциации оксигемоглобина:



Кривая диссоциации оксигемоглобина:

- * Нормальному уровню P_{aO_2} (92-98 мм рт. ст.) соответствует $S_{,o}$; 94-98 %.
- * Нормальная величина P_{50} равна - около 27 мм рт. ст.
- * Ее уменьшение соответствует сдвигу кривой влево (алкалоз, гипотермия, снижение 2,3-ДФГ)
- * Увеличение — сдвигу вправо (ацидоз, гипертермия и рост 2,3-ДФГ).

Ацидоз:

- * Насыщение гемоглобина кислородом в легких ухудшается (уменьшение SrO_2 при прежнем PaO_2 – относительно безопасно при здоровых легких), но отделение кислорода от оксигемоглобина в капиллярах облегчается!

Алкалоз:

- * Гемоглобин лучше присоединяет к себе кислород в легких (SrO_2 возрастает при прежнем PaO_2) и плохо отдает его тканям.
- * Всем плохо, новорожденным – хорошо (для FHb – она в норме смещена, но ! после трансфузии крови от взрослых возрастает риск гипероксического повреждения сетчатки).

Новорожденные:

- * Недоношенные **до** 31 нед. Первые пару недель от рождения поддерживаем O₂ до 94%
- * Но **после** этого срока – 94-99%
- * Гипероксии избегаем всегда (риск: retinopathy of prematurity, chronic lung disease, infection, and leukemia).
- * При всех мероприятиях SpO₂<99% (реанимация с использованием воздуха так же эффективна и более безопасна, чем 100%O₂, некоторые исследователи рекомендуют 30-40% O₂)

Проблемные дети

- * Cyanotic congenital heart disease (CHD)-
- * Schmitt et al. (сравнение SpO₂ и SaO₂-
напрямую измеряется в артерии при
анализе КЩС)
- * Дают очень близкие результаты при SpO₂
>80%
- * Но при SpO₂ <80%- завышение SpO₂ по
сравнению с артерией на 5.8% в среднем
- * Вывод: отличный тренд-монитор при
cyanotic CHD с SpO₂ >80%.

SpO₂ и гиповолемиа

- * Острая гиповолемиа — самый частый компонент расстройств кровообращения при критических состояниях.

Признаки:

- * Умеренное снижение SpO₂ (при отсутствии легочной патологии)
- * Тахикардия
- * Снижение амплитуды кривой, дыхательные волны
- * Заострение пиков и сглаживание дикротического зубца

Капнография

Капнография

Одно из условий безопасности в операционной, компонент обязательного стандарта мониторинга в операционной и палате ИТ.

Принцип работы: Инфракрасный датчик учитывает изменение концентрации CO_2 .

Виды датчиков: mainstream

+ отсутствие забора газа из контура, быстрый ответ на изменение уровня CO_2 .

- необходима частая калибровка, специальные кюветы, громоздкий датчик, может оказывать давление на ЭТТ



Виды датчиков: sidestream

+ -автоматическая калибровка

-Мультигазовый анализ

-Легкие, маленькие, дешевые кюветы для аспирации газа

- относительно медленный ответ на изменения CO_2

-необходимость аспирации больших объемов дых смеси (до 200 mL/min) – плохо при низком потоке

-Необходимость обезвреживания газовой смеси



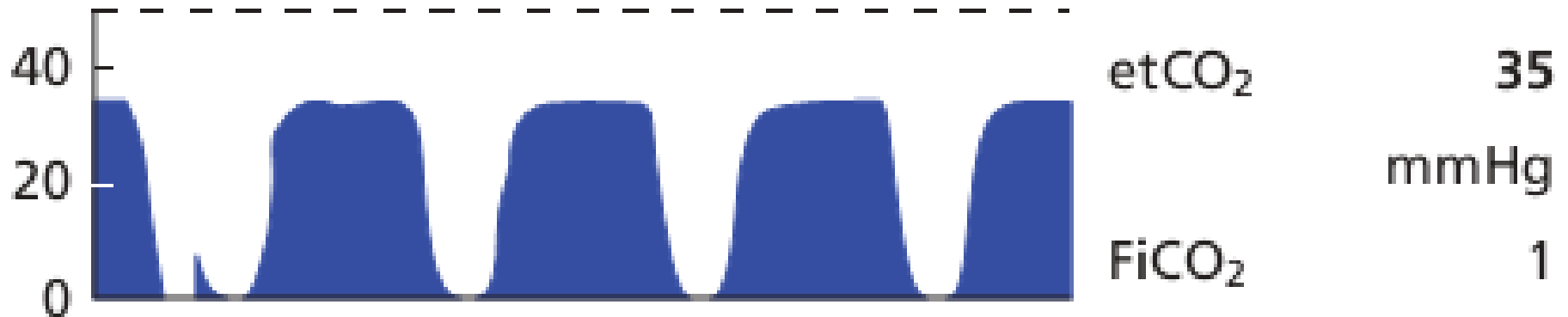
Информация с капнограммы:

- Подтверждение положения интубационной трубки.
- Продленный мониторинг адекватности вентиляции.

Мониторинг во время вентиляции:

- * Капнография- второй после пульсоксиметрии метод по частоте выявления угроз для пациента в операционной и палате ИТ.
- * Цель метода – количественная, объективная достоверная оценка вентиляции
- * ($P_{etCO_2} = 40$ мм. рт.ст)

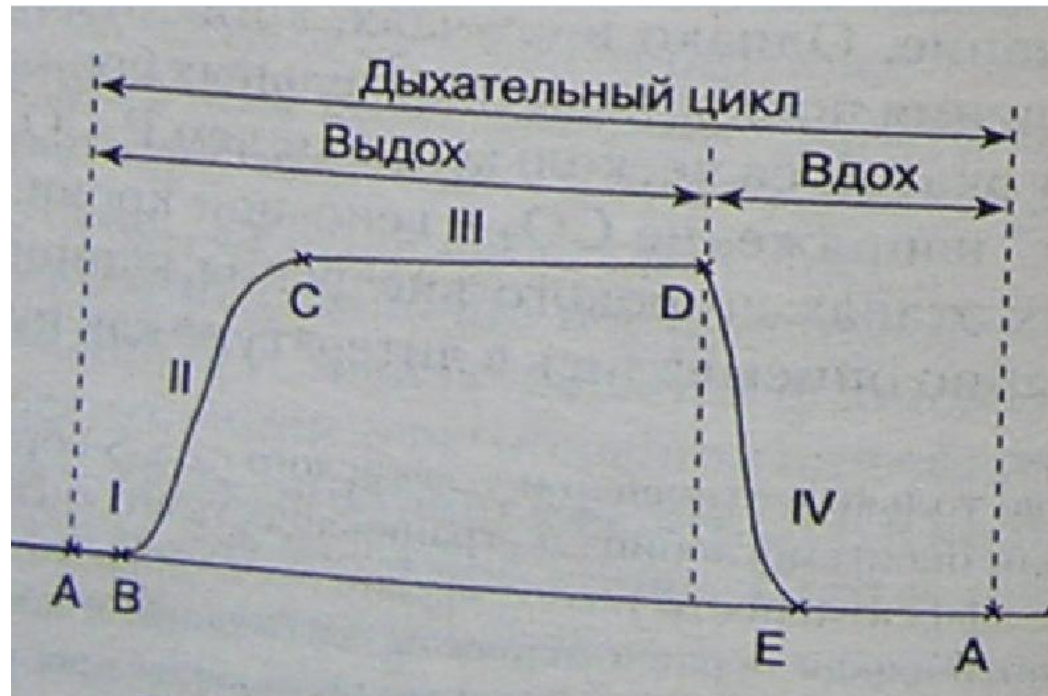
Нормальная капнограмма:



- * 1. быстрый подъем
- * 2. длинное плоское плато с минимальным подъемом
- * 3. быстрое падение до нуля.
- * 4. немедленный переход к следующему вдоху

Что есть что.

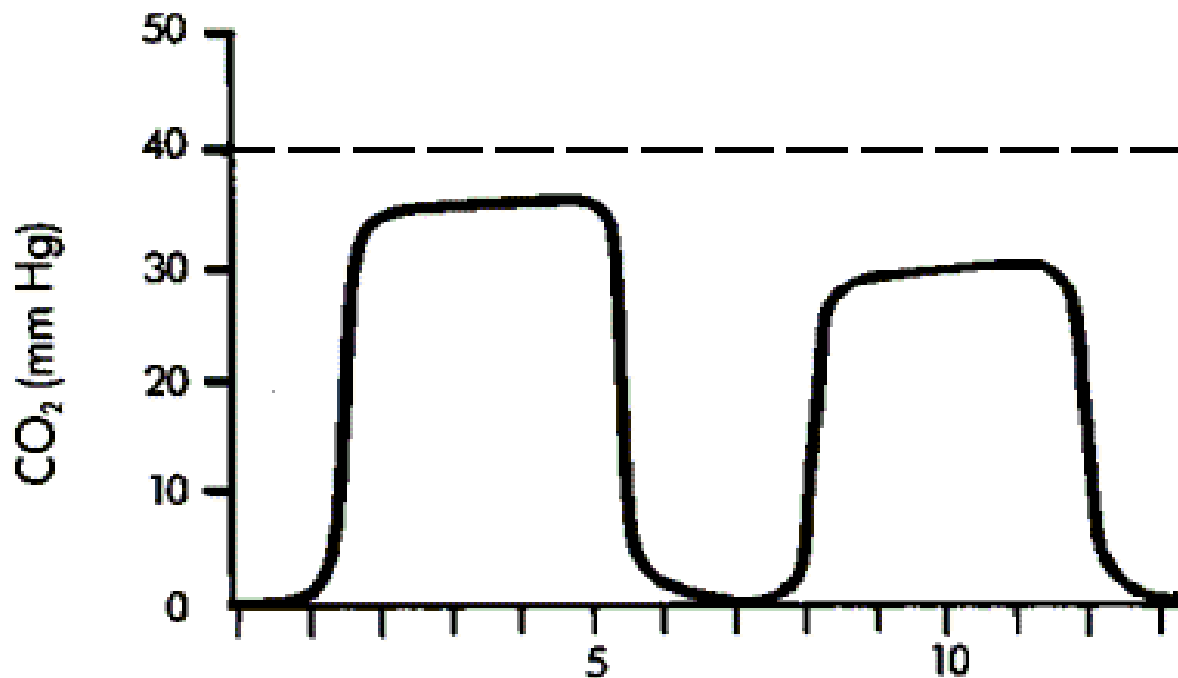
- * АВ- начало выдоха (газ анатомического мертвого пространства)
- * ВС- смешивание газа из альвеол и мертв. простр.
- * CD- альвеолярное плато, газ из албвеол.
- * ДА -вдох



Подтверждение положения интубационной трубки :

«Ложноположительная» капнограмма

(6 вдохов!):



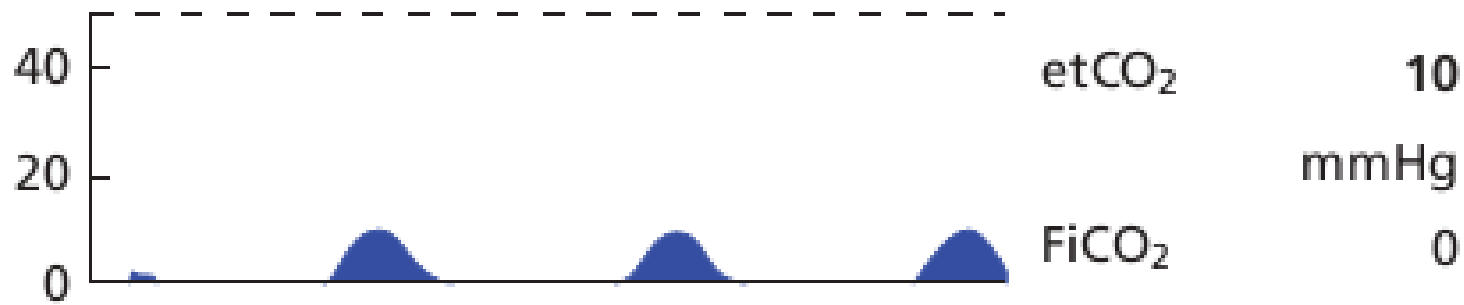
Подтверждение положения интубационной трубки :

«Ложно отрицательные» данные :

- * Остановка кровообращения или критически низкий сердечный выброс.
- * Тяжелая бронхообструкция (взять КЩС)

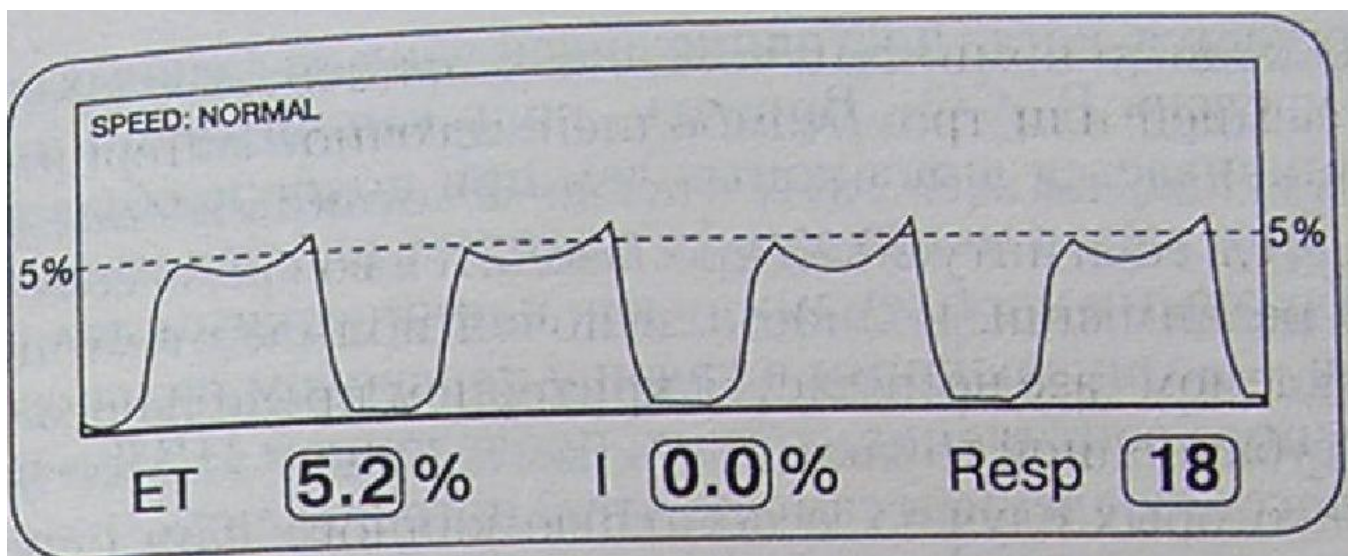
Подтверждение положения интубационной трубки :

- * Большая дистанция между пологими комплексами с малой амплитудой- большая **утечка!**



Подтверждение положения интубационной трубки :

- * Интубация бронха, но не полная(верблюжий горб).



Гиперкапния

- * Респираторный ацидоз
- * Повышенная перфузия мозга
- * Увеличение ЧД за счет стимуляции ДЦ

Гипокапния

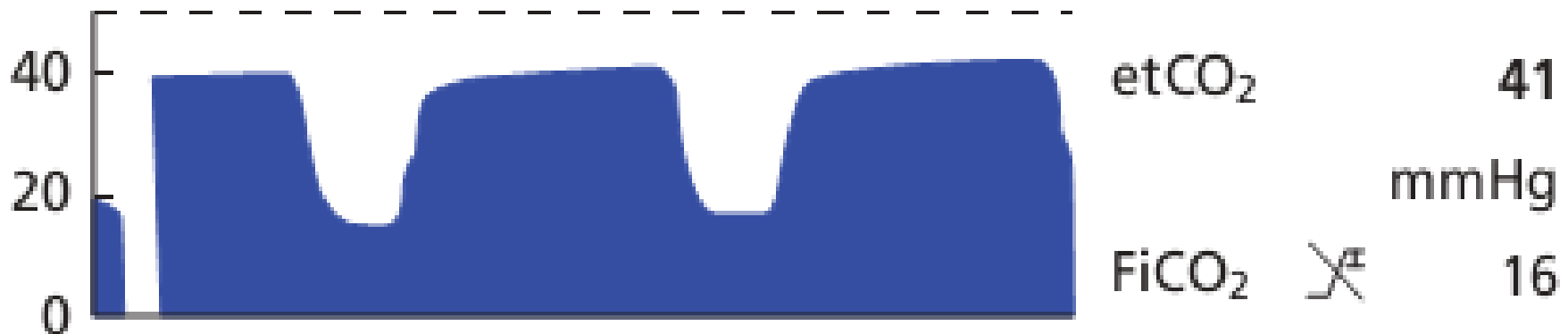
- * Респираторный алкалоз
- * Гипоперфузия мозга
- * Замедленное восстановление спонтанного дыхания.

Мониторинг адекватности вентиляции.

Rebreathing CO₂ (рециркуляция) дыхательной смеси.

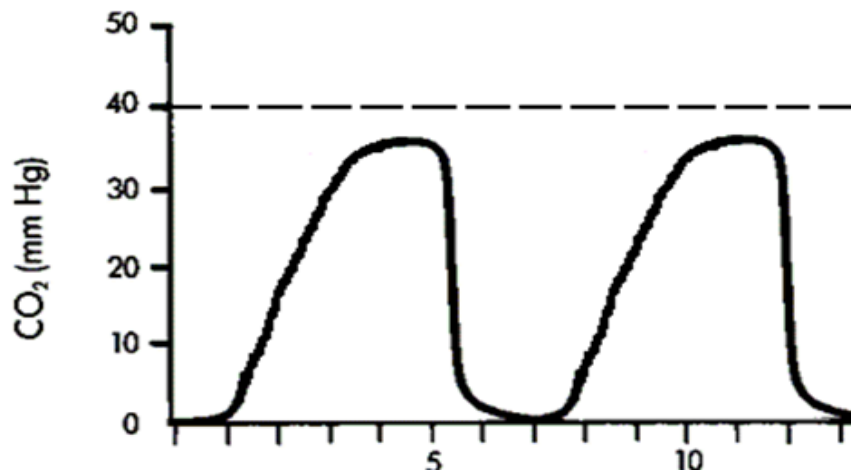
Причины:

- * Проблемы с клапаном выдоха
- * большое мертвое пространство в контуре (увлажнитель или адсорбер – слишком велики для пациента)
- * Недостаточный поток свежего газа при анестезии по низкому потоку.



Мониторинг адекватности вентиляции.

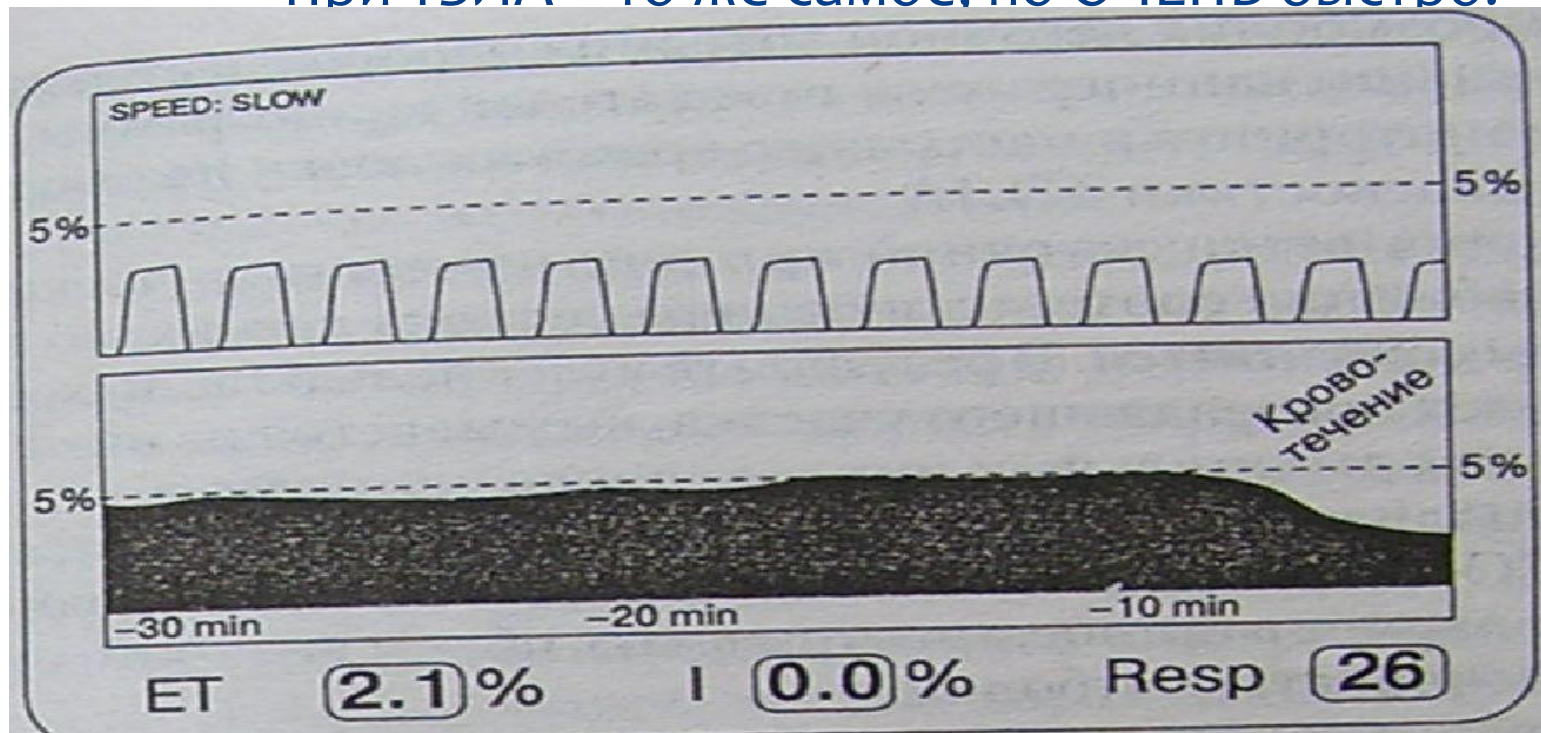
- * Бронхообструкция:
- * Пологий скругленный отрезок выдоха на капнограмме, нельзя выделить точку перехода в плато. etCO_2 – зависит от тяжести обструкции.



Мониторинг адекватности вентиляции.

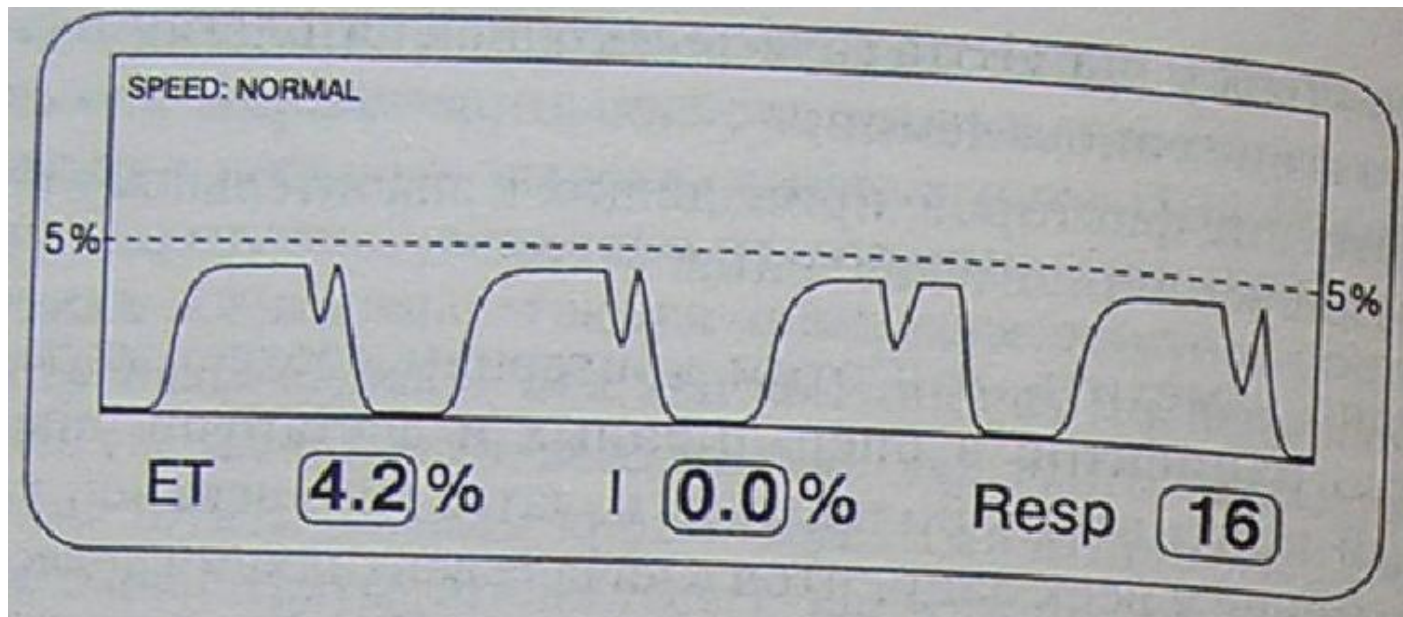
Гиповолемия: Снижение etCO_2 в тренде пропорционально скорости кровопотери или скорости снижения СВ любой этиологии

При ТЭЛА – то же самое, но **ОЧЕНЬ** быстро.



Мониторинг адекватности вентиляции.

Спонтанные вдохи, рассинхронизация с ИВЛ –
отличаем от кардиогенных осцилляций капнограммы.



Гемодинамический мониторинг.

АД

- * Что такое АД для клинициста?
- * Измеряемые компоненты:
- * САД
- * ДАД
- * СрАД(МАР)
- * ПД

АД

- * С физиологической точки зрения АД состоит из 2х основных компонентов- пульсового и среднего(постоянного) давлений – не меняется от аорты до периферических артерий.

Хотя ДАД приблизительно постоянно от аорты до периферии, САД и ПД увеличиваются к периферии у молодых и здоровых.

Главное давление.

- * $СрАД \sim (ЧСС * УО = СВ) * ОПСС + ДППср$

ДППср - среднее давление правого предсердия

Эмпирическое выражение:

- * $СрАД = ДАД + 1/3(САД - ДАД)$

- * $СрАД = (2/3 \times ДАД) + (1/3 \times САД)$

Среднее артериальное давление:

СрАД- жесткая константа для ССС, ЕГО ауторегуляция – КЛЮЧЕВОЙ МОМЕНТ ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ БОЛЬШИНСТВА КРИТИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ .

- * Острое снижение СрАД- приведет к активации компенсаторных механизмов (тахикардия и максимальное поддержание ОПСС за счет веноконстрикции и артериолоконстрикции).
- * Сепсис, получающий седацию – слабее развивает ответ
- * Пациенту больно – будет тахикардия и рост АД, но ДАД не снижено, если снижается – признак кровопотери или гиповолемии другой этиологии.

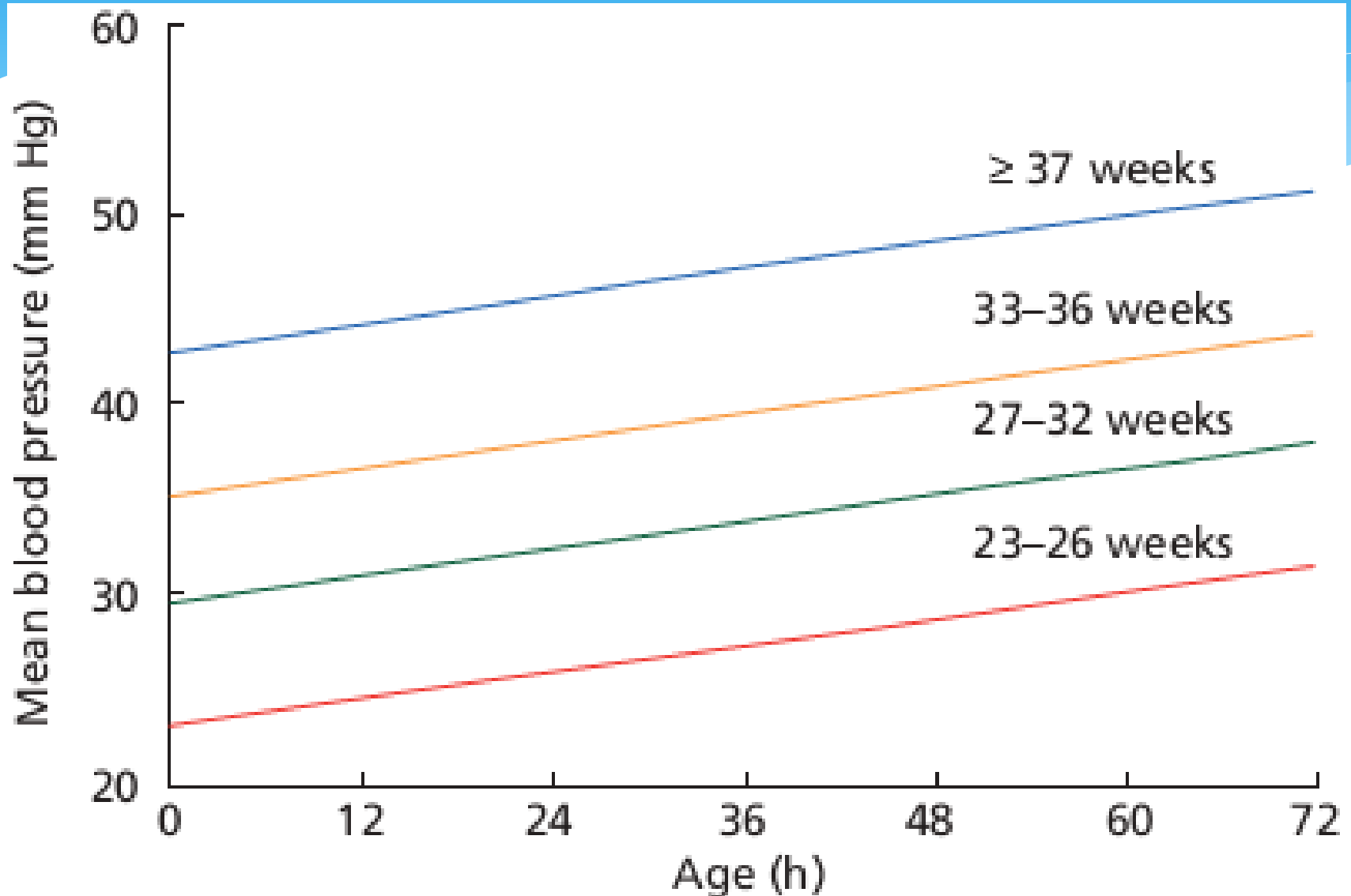
Среднее артериальное давление:

- * Нет конкретной цифры правильного MAP, текущие рекомендации для взрослых **>65 mm Hg**

* Дети:	ЧСС	СрАД	ЧД
	HR	MAP	RR
Newborn	140–160	40–45	40–60
1 year	110–130	45–50	25–35
5 years	90–110	60–70	20–30
10 years	80–100	70–80	15–25
15 years	70–90	80–90	12–18

- * Для отдельных категорий пациентов необходимо более высокое, ориентируемся на дооперационное обследование .
- * Внимание на пациентов с почечной патологией

Новорожденные, СрАД:



Пульсовое давление.

* ПД – не прямое выражение СВ

Ценно наблюдение в динамике.

Пример: У пожилых с АГ –

несмотря на увеличение МАР, ПД снижается –
признак развивающейся сердечной
недостаточности,

то же- при любой острой СН (сепсис, токсины).

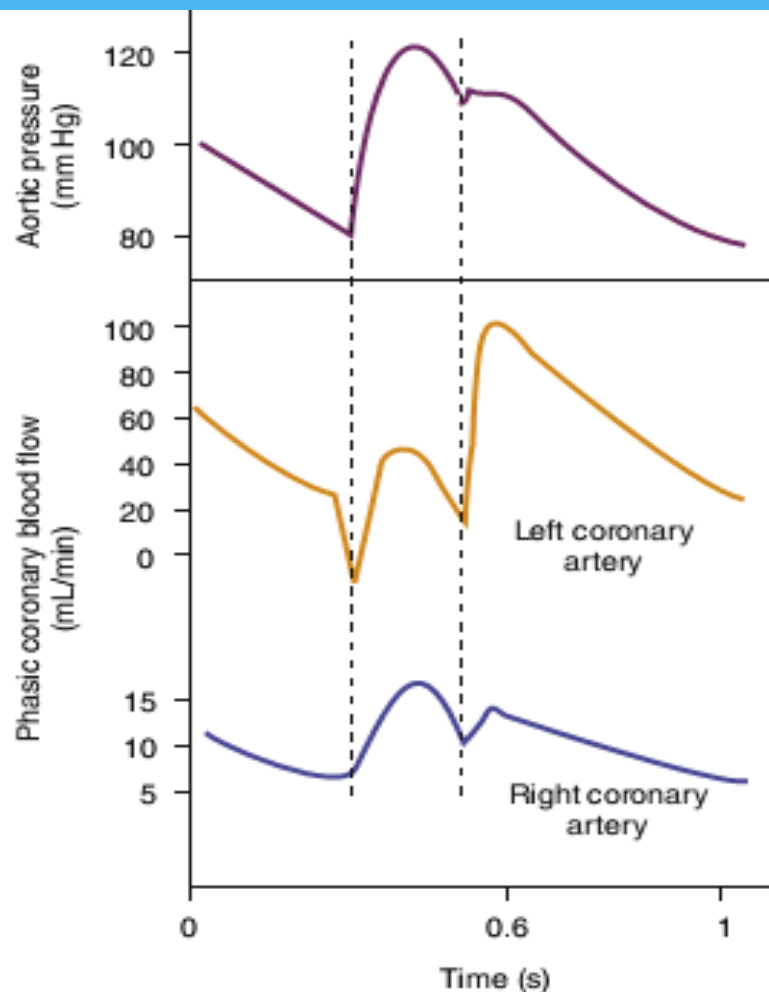
Диастолическое давление

- * ДАД - ОТРАЖЕНИЕ СОСУДИСТОГО ТОНУСА.
- * Типично его снижение при гиповолемии, сепсисе.

- * Повышение- боль, регионарная гипоперфузия(чмт),

- * при снижении - ранний признак угрозы нарушения коронарного кровотока, ОСОБЕННО при высоком САД- потребность в повышенной доставке O₂.

Диастолическое давление



Основная часть перфузии миокарда осуществляется в диастолу.

Figure 20-13. Myocardial blood flow is modulated by ventricular wall tension. Most of the perfusion of the left ventricular myocardium occurs in diastole. (Modified from Beme RM, Levy MN: Cardiovascular physiology, ed 7, St Louis, 1997, Mosby.)

Инвазивное АД:

Рутинный метод мониторинга для критических ситуаций.

Показания:

Гемодинамическая нестабильность требующая

- 7,5 $\mu\text{kg/kg/min}$ дофамина
- Необходимость в частом взятии образцов артериальной крови (например, тяжелый ОРДС)

Инвазивное АД:

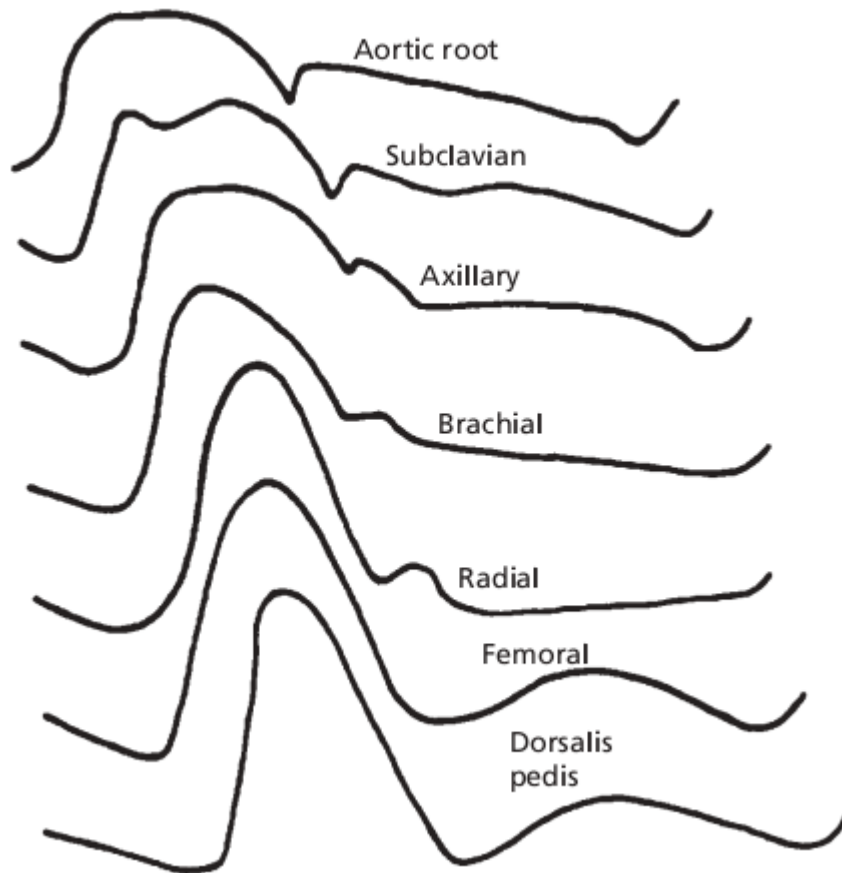
Противопоказания (относительные), абсолютных - нет:

- * Инфекция в месте пункции
- * Тяжелая гипокоагуляция

Одно противопоказание со стороны здравого смысла:

- * нет периферического пульса из-за крайне низкого АД.

Кривая и АД



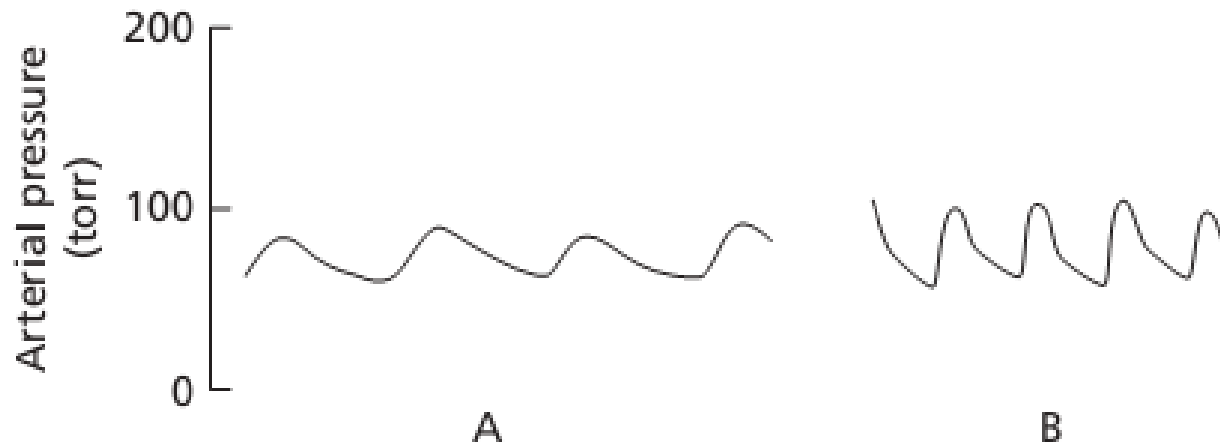
- ✦ АОРТА
- ✦ Подключичная
- ✦ Подмышечная
- ✦ Плечевая
- ✦ Лучевая
- ✦ Бедренная
- ✦ Тыла стопы

Нормальная кривая и АД.



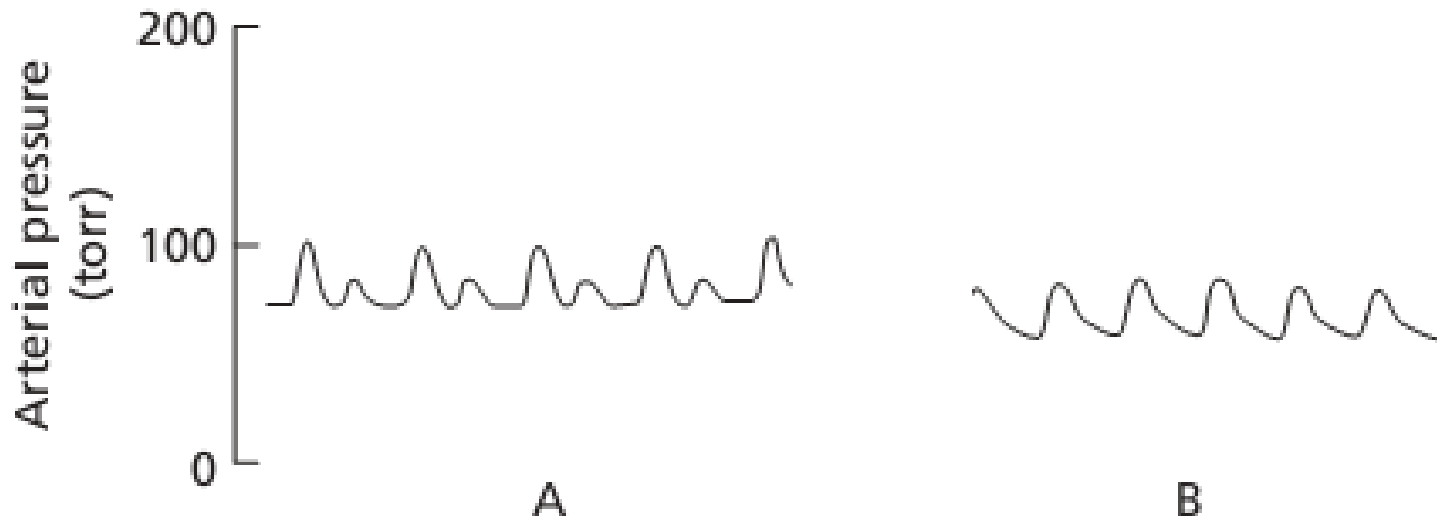
Информация с кривой иАД

- * А) сниженная контрактильность миокарда
- * В) нормальная контрактильность



Информация с кривой иАД

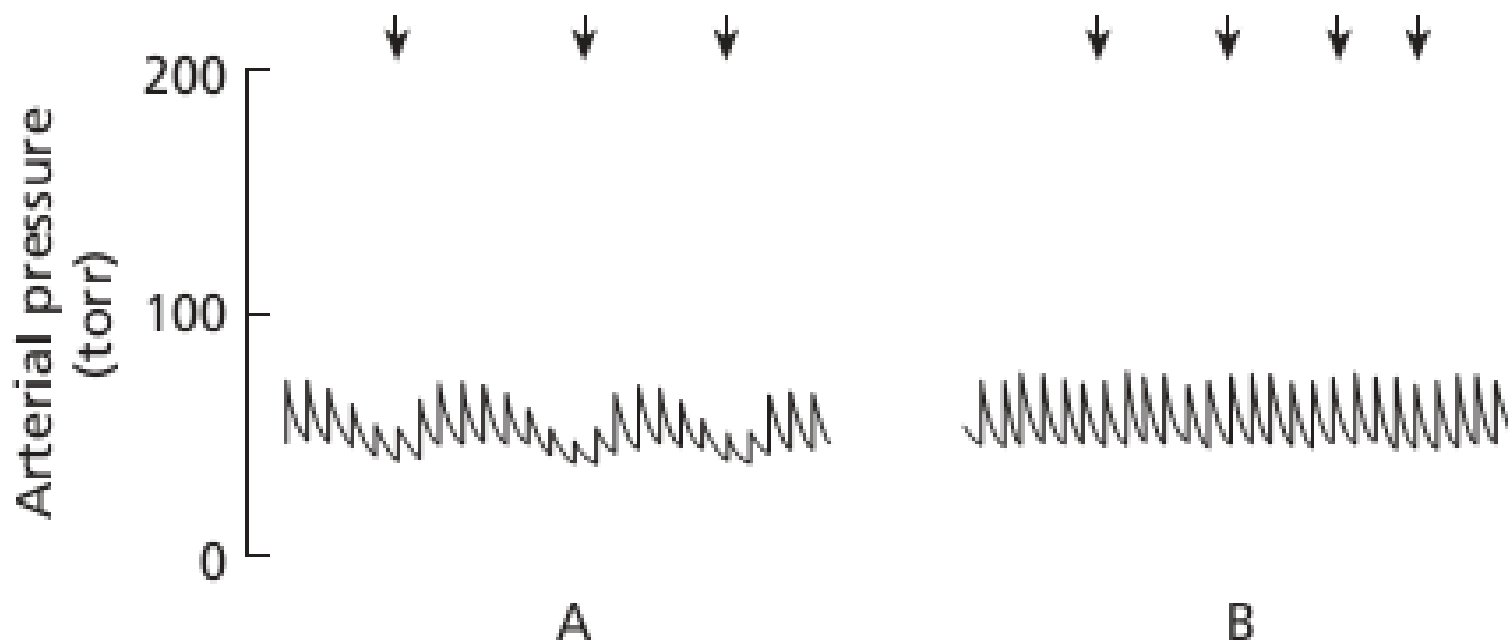
- * А) Низкое системное сосудистое сопротивление
- * В) Нормальное ОПСС



Информация с кривой иАД

- * А) Гиповолемия
- * В) Нормоволемия

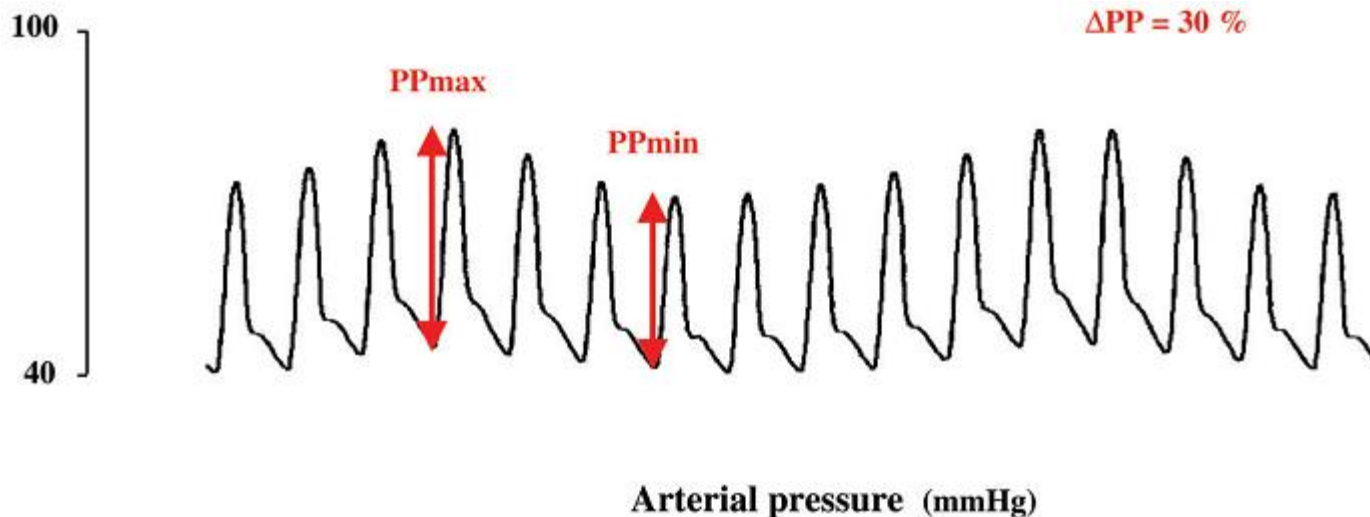
Стрелки- принудительные вдохи (ИВЛ)



Расширенные возможности инвазивного мониторинга гемодинамики.

АД и дыхательный цикл

- * В норме присутствуют колебания ЧСС в соответствии с преднагрузкой (дыхательная аритмия).
- * $\Delta PP = PP_{\max} - PP_{\min}$
- * Магнитуда колебаний АД является маркером гемодинамического ответа миокарда на изменение преднагрузки.



Значение ΔPP .

- * Пациенты на ИВЛ, демонстрирующие явления сепсиса (тяжел перитонит, эмпиема и т.д.) имеют порог ответа на инфузионную нагрузку $\Delta PP = \geq 13\%$ - отвечают восстановлением параметров гемодинамики в ответ на введение объема.
- * Для $\Delta PP < 13\%$ объемная нагрузка будет мало- или неэффективна, вероятна перегрузка жидкостью, восстановления параметров гемодинамики не последует.

Новые методики мониторинга гемодинамики

Центральной:

- * PiCCO

- * LiDCO

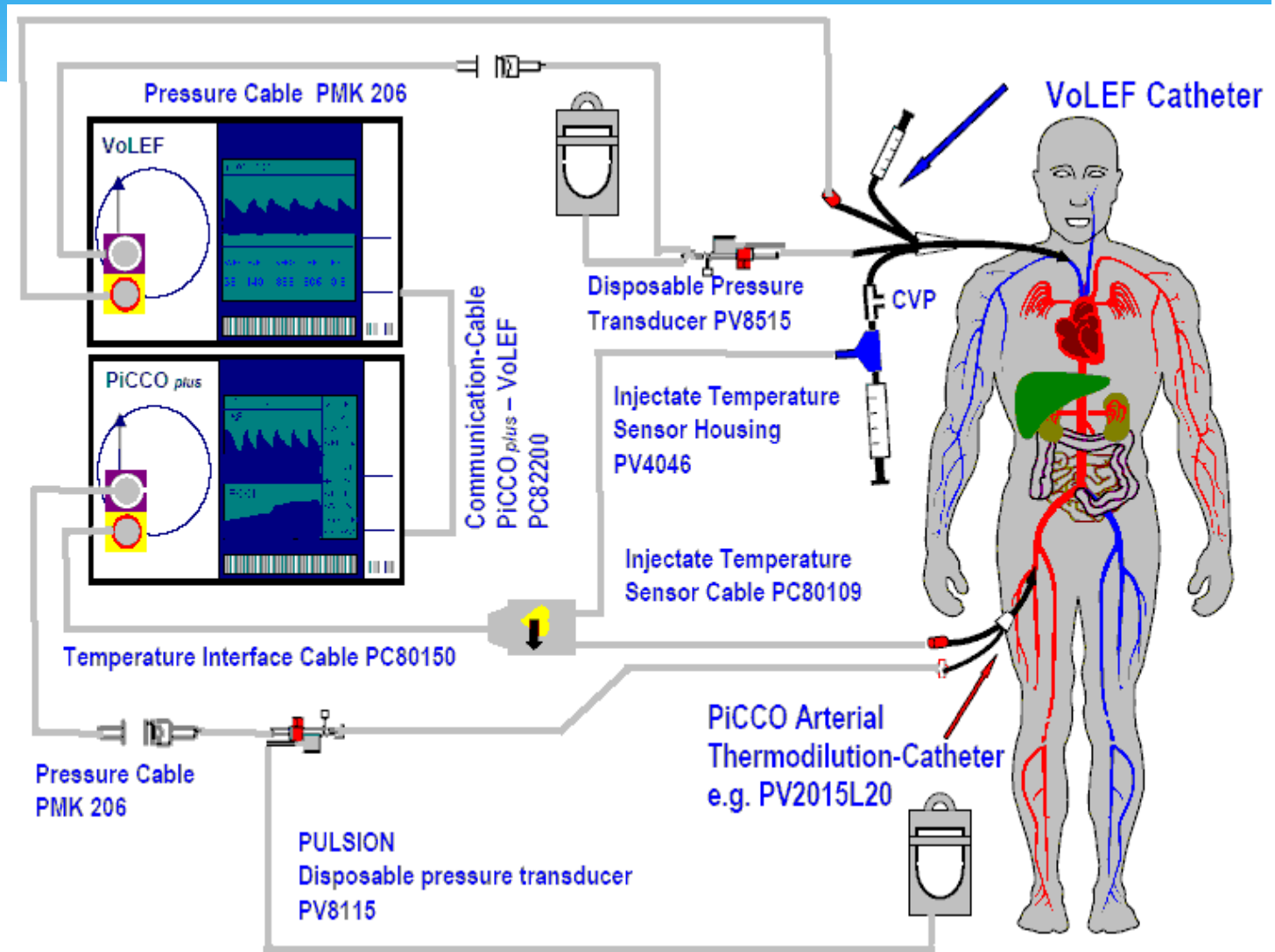
Региональной:

Near infrared spectroscopy (NIRS) (Регионарная пульсоксиметрия =«церебральный пульсоксиметр»)

PiCCO

Физические
принципы:

- Термо-
диллюция.



Данные, которые мы получим:

Основное – СВ, ОПСС, ОЛСС, Внесосудистая жидкость в легких

Цель применения: СВ (постоянный мониторинг!)

Доставка O₂ тканям = СВ*CaO₂

СВ=УО*ЧСС

Содержание O₂ = (SaO₂ × Hgb × 1.36) + (PaO₂ × 0.003)

PiCCO

- * Ограничения:
- * Пороки сердца с аномальным сообщением полостей.
- * Спонтанное дыхание, протективная вентиляция легких
- * Аритмии
- * Низкий Compliance при ОРДС

Поможет разобраться проба с подниманием ног.

Регионарная пульсоксиметрия

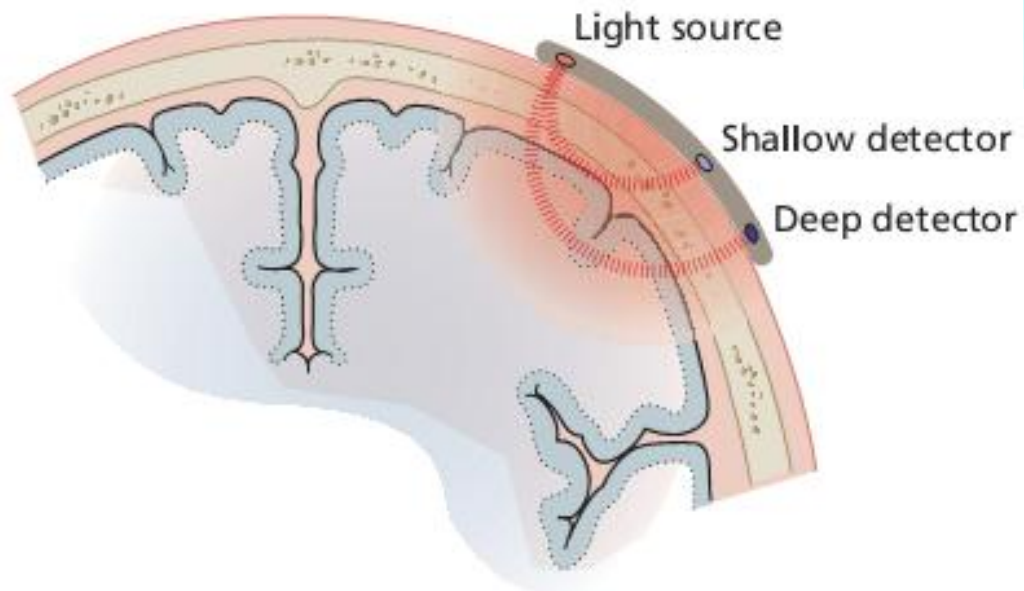
- * Near-infrared spectroscopy (NIRS) неинвазивная методика, отражающая системный и локальный транспорт O₂.

Поможет у детей с ВПС, в операционной при операциях с ИК, на сосудах.

В АРО при угрозе ишемии мозга, кишечника и т.д..

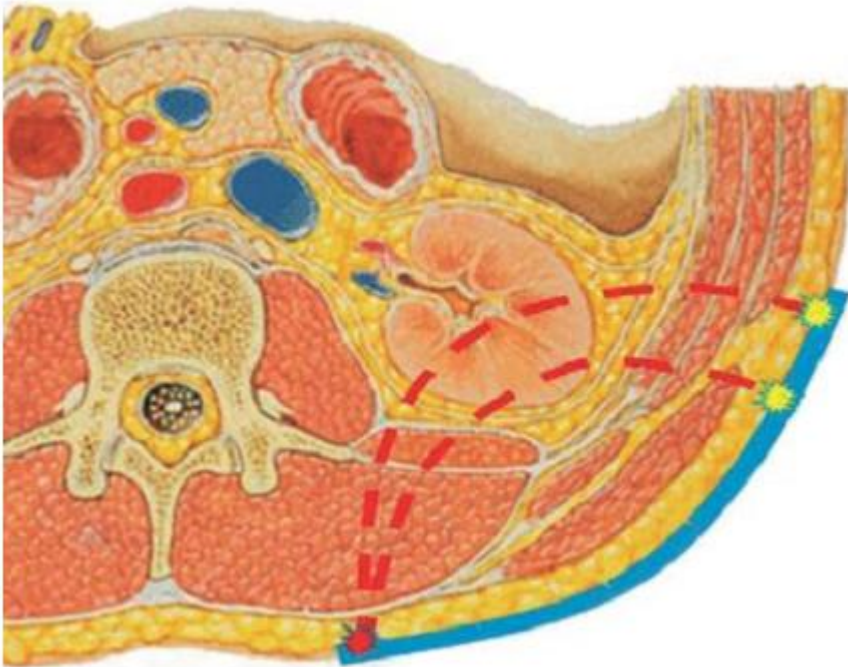


Церебральная:



- * Абдоминальная коррелирует с внутрислизистым рН при желудочной тонометрии.

*



ЦВД

ЦВД- это

- * Один из наиболее доступных количественных методов оценки преднагрузки.
- * У здоровых людей – пропорционально конечно-диастолическому давлению ПЖ.
- * Входит в стандарты лечения гиповолемического и септического шока (Surviving Sepsis Campaign)
- * Рекомендуемые значения?

Нормальные цифры. Но...

- * Недостаточность правых отделов или легочная гипертензия – высокое ЦВД и при гиповолемии.
- * А инфузионная нагрузка вызовет... сердечную недостаточность!
- * Повышение ЦВД при повышении ПДКВ – не приводит к росту преднагрузки.
- * ЦВД может повышаться при сдавлении органов грудной клетки – асцит, КН

Проблемы.

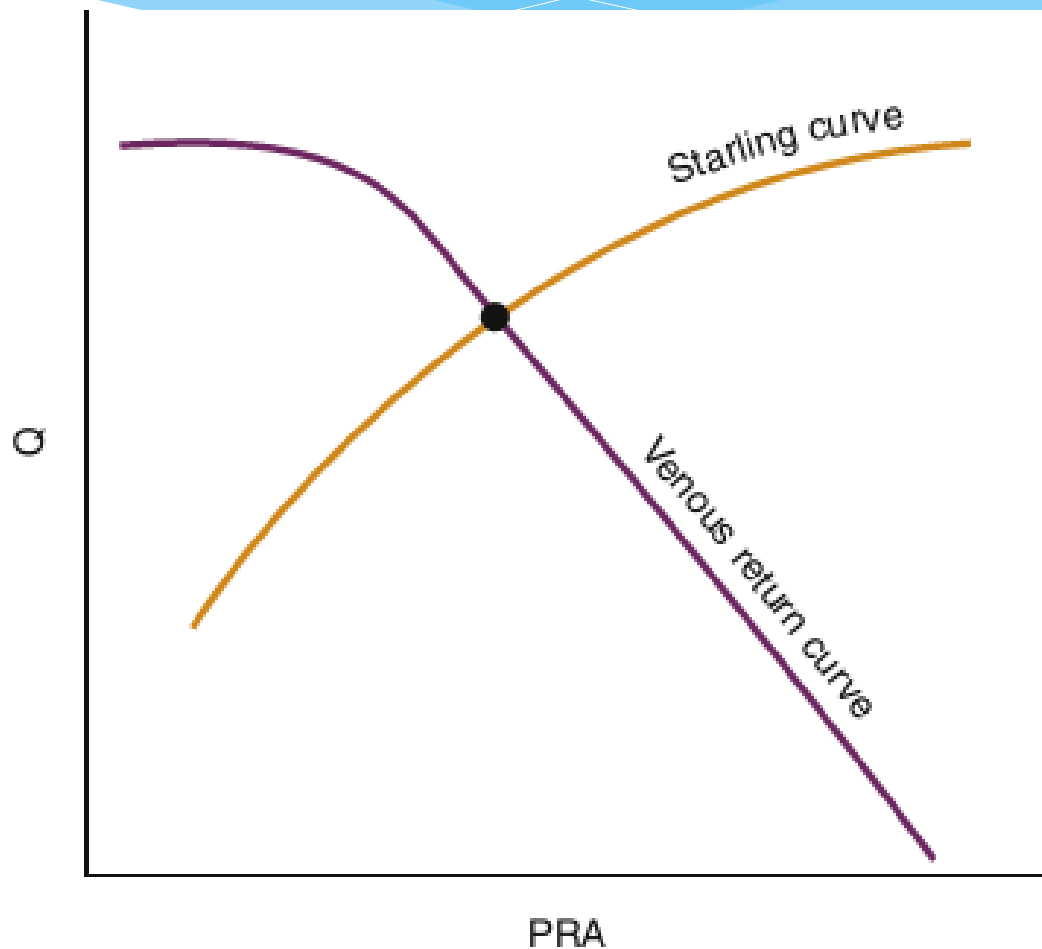
- * Не отражает преднагрузку объективно.
- * Не позволяет предсказать ответ на инфузионную терапию.
- * Может служить ориентиром для оценки преднагрузки только **в динамике.**

Влияние преднагрузки на СВ.

* Закон Франка-Старлинга.

Q - СВ

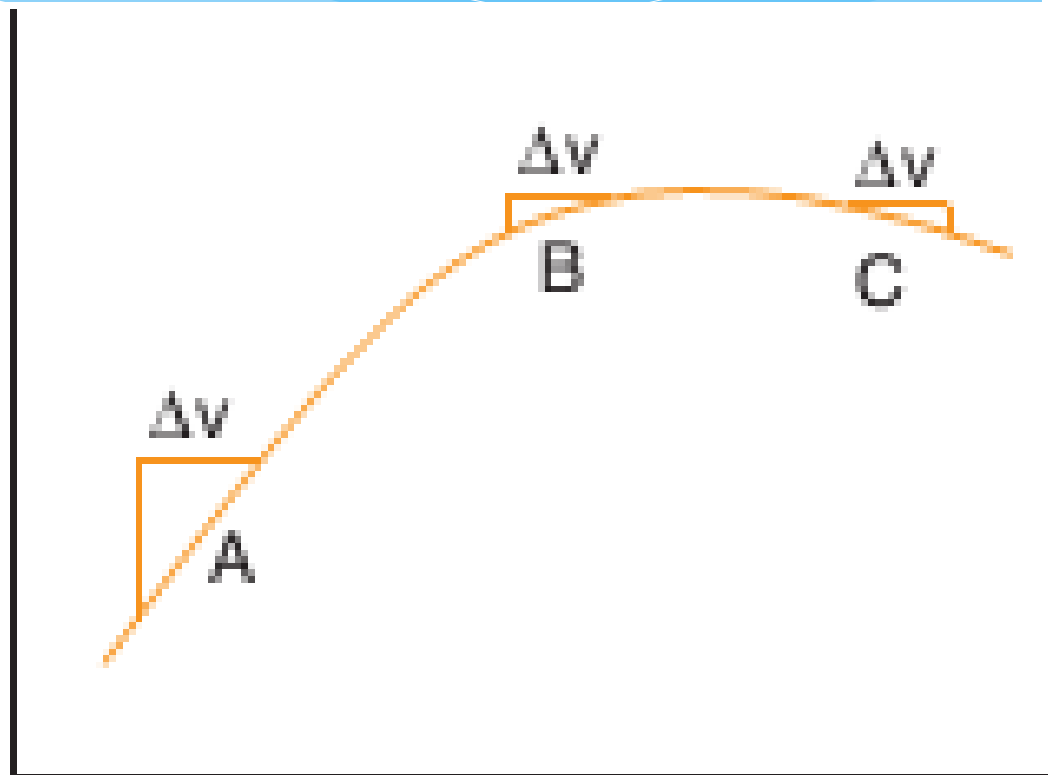
PRA – давление в правом предсердии



Влияние преднагрузки на СВ.

- * Реализация закона Старлинга на практике

Stroke Volume



Frank–Starling curve

Оценка ЦВД в динамике:

Нормы ЦВД нет!

* Ориентировочные цифры:

Дети: 2-8 см водн. ст., учесть ПДКВ.

Взрослые: 8-12 см водн. ст.

* **Объемная проба** (измерение ЦВД - болюс жидкости 20 мл/кг за 15 минут – повторное измерение ЦВД)

Признаки возможной недостаточности ПЖ* –
5 -10 мл/кг за 15 мин.

*Одышка, влажн. хрипы в н/отделах, вынужд.

Положение, увеличенная печень, асцит, полисерозит.

Результат ОБЪЕМНОЙ ПРОБЫ:

(ориентировочные цифры для взрослых)

- * ЦВД не изменилось или понизилось или не достигло 8 см водн. ст. – гиповолемия.
- * Достигло 8-12 см водн.ст - нормоволемия.
- * Повысилось > 12 см водн.ст – гиперволемия.

Температура!

$t^{\circ}\text{C}$

- * Гипертермия – редко, но опасно.
- * Гипотермия ($t^{\circ}\text{C} < 36^{\circ}\text{C}$) – часто и тоже опасно!
- * -опасна температура ядра $< 35^{\circ}\text{C}$
(измеряемая или в пищеводе или на уровне задней стенки глотки или ректально)

Температура ядра 37° С

- * Меряем правильно:

Неметаллический датчик

- * - Средняя треть пищевода

- * - От ноздри до козелка.

- * - 2-5 см в прямой кишке

- * Аксиллярная t° в норме на 1° С ниже

t° - маркер перфузии тканей

- * Полезно измерять и кожную t° (классическая точка – стопа, большой палец стопы) и центральную.
- * Разница $>5^{\circ}$ - гипоперфузия!

Последствия гипотермии:

- * Угнетается клеточно-опосредованная иммунная функция- **учащение инфекций** в п/о периоде.
- * Гипотермия вызывает **каогулопатию**.
- * Лаборатории проводят исследования коагуляции при 37°C, в то время как t°C пациента -другая.
- * Адренэргический ответ усилен в послеоперационном периоде у гипотермичных пациентов. Риск осложнений со стороны сердца меньше на 55% у нормотермичных пациентов(взрослые).
- * Как общее следствие – **повышение летальности** в группе больных с гипотермией.

Что делать?

КОНТРОЛЬ $t^{\circ}\text{C}$ ДОЛЖЕН БЫТЬ!

Не охлаждать:

- * укрывание всех незадействованных участков кожи (пленки, полиэтилен)
- * Согревание инфузионных растворов
- * У хирургов - должны быть теплые растворы!
- * - вентиляция по низкому потоку с адсорбером CO_2 и обменником тепла и влаги в контуре, в ОРИТ - увлажнитель.

Согревать:

- * Термоодеяла, матрасы

Главные убийцы в операционной:

- * Гиповолемия
- * Гипотермия
- * Ацидоз

Нейровизуализация

BIS

- * The Bispectral Index (BIS) monitor (Aspect Medical Systems) – легкий в использовании метод измерения глубины анестезии.
- * Принцип работы: математический анализ одноканального ЭЭГ-сигнала с последующей обработкой в виде цифрового значения от 0 до 100.

BIS

- * Имеют принципиальное значение два показателя Индекс(BIS) и Показатель качества.



BIS

- * Идея: Мониторинг активности мозга во время тяжелых операций с гемодинамической нестабильностью (кардиологические)
- * Используются минимальные дозы гипнотиков.
- * Частота незапланированного восстановления сознания при проведении кардиохирургических операций у взрослых - 1.1% до 23%

Проблемы:

- * Исследование для уточнения эффективности у новорожденных и детей до года:
- * BIS did not correlate with stress hormone levels, a surrogate for light levels of anesthesia, nor with plasma fentanyl levels.
- * - полезность применения - сомнительна!

Показания:

- * Из –за схожести паттернов ЭЭГ со взрослыми – может быть рекомендован для детей старше 12 лет.
- * Оптимально подходит для ТВА.

Далекие от нас методы.

- * Transcranial Doppler ultrasound – артерии мозга.
- * Катетер Сван-Ганса
- * Внутрижелудочная рН- тонометрия
- * Измерение сатурации венозной крови во внутренней яремной вене
- * Транспищеводная эхокардиография
- * Мониторинг нервно-мышечного блока

Спасибо за внимание!