Днепропетровская государственная медицинская академия
Кафедра анестезиологии и интенсивной терапии

Современные возможности неинвазивного мониторинга сердечного выброса во время анестезии

Кобеляцкий Ю.Ю.

ТРЕТИЙ БРИТАНСКО-УКРАИНСКИЙ СИМПОЗИУМ
«21 СТОЛЕТИЕ: ОТ АНЕСТЕЗИОЛОГИИ К ПЕРИОПЕРАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЕ»
г. Киев, Клиническая больница «Феофания»,
20–21 октября 2011 года, 15.15-15.30, зал «А»

Европа: из всех госпитализаций, 4.7% женщин, 5.1% мужчин, имели ОСН
Причины в Европе: 60 до 70% всех случаев ОСН относятся к острому коронарному синдрому,
и часто это именно ОИМ (острый инфаркт миокарда).
Смертность– Европа:
Декомпенсированая ОСН – 60-дневная смертность - 9.6%
Экономический пример– США: лечение ОСН приводит к потерям 20 млрд USD, из них 75% в стационарах

Европейское общество кардиологов (ESC) рекомендует для терапии наряду с базовым мониторингом также обеспечивать мониторинг сердечного выброса, а также преднагрузки и смешанной венозной сатурации.

В тоже время ESC описывает Классификацию Forrester , как инструмент для определения стратегии лечения согласно клиническому и гемодинамическому статусу пациента.

Сердечный выброс определяется ЧСС или ритмом сокращений, преднагрузкой, сократимостью и постнагрузкой.

Значение СВ говорит нам о глобальном кровотоке и доставке кислорода (DO2 – производное СВ и содержания кислорода в артериальной крови), но не может охарактеризовать DO2 для отдельных органов – их функция оценивается избирательно.

Тщательная оценка клинического состояния пациента показывает сильное влияние на интерпретацию измеренного значения СВ.

Измерение сердечного выброса

Интерпретация данных данных инвазивного гемодинамического мониторинга выполняется с учетом клиники (ЧСС, АД, наполнение пульса на различных участках, цвет кожных покровов, ЧДД, градиент центральной и периферической температур).

Способность пациента к компенсации гемодинамических нарушений варьирует в зависит от возраста, преморбидного статуса и сопутствующих нарушений.

Измерение сердечного выброса

Органную перфузию характеризуют также диурез, время заполнения капилляров и состояние когнитивной функции.

Уровень лактата и дефицита оснований (BE) в артериальной крови, <u>особенно мониторинг этих показателей в динамике,</u> характеризует адекватность органного кровотока

Измерение сердечного выброса

Насыщение кислородом гемоглобина центральной венозной крови **(SCVO2)** - глобальный индикатор гемодинамического статуса!

Он считается приемлемо надежным суррогатом показателя сатурации смешанной венозной крови – **SVO2**

Многообразие методик мониторинга

- Анализ формы пульсовой волны (Edwards, LiDCO)
- Катетеризация правых отделах сердца (Edwards, Hospira, Omega)
- УЗ Допплер (Deltex, Atys, Arrow, USCOM)
- Частично-реверсивное дыхание (NiCO)
- Биоимпеданс (Cardiodynamics, Väsamed, Physio Flow, Medis, Casmed, Cheetah)
- Неинвазивный анализ АД (PRAM, Portapres)

Эзофагеальная допплероскопия	Измерение диаметра нисходящей аорты. Корректированное по ЧСС время вентрикулярного изгнания (корректированное время потока – *FTc*) является индикатором *преднагрузки*, а пиковая скорость потока (PV) позволяет оценить *сократимость* желудочка.
Трансэзофагеальная эхокардиография (TOE)	Сердечный выброс может быть охарактеризован в качественной и количественной форме, что основано на двухмерном измерении площади поперечного сечения, оценке допплеровского потока в данной точке и частоты сердечных сокращений.
Дилюция лития: технологии LidCO и PulseCO	Сочетает в себе дилюцию (разведение) солей лития (LidCO и LidCO*plus*) и анализ формы пульсовой волны (PulseCO).

Флотационный катетер в легочной артерии (катетер Сван-Ганца)	Дилюция красителя является «золотым стандартом» измерения СВ. Ограничено используется. Термодилюция с использованием катетера в легочной артерии основана на тех же математических принципах.
Частичное повторное вдыхание CO2 по методу Фика (NICO)	Монитор NICO использует для измерения модифицированным методом Fick для оценки элиминации CO2. Этот подход к измерению СВ является относительно неинвазивным, хотя область его применения ограничивается интубированными пациентами.
Торакальный биоимпеданс	Метод основан на измерении циклических изменений биоимпеданса (электрического сопротивления) грудной клетки во время систолы.

Intensive Care Med
DOI 10.1007/s00134-007-0531-4

INTERNATIONAL CONSENSUS CONFERENCE

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

Мы не рекомендуем рутинное использование катетеризации легочной артерии у пациентов с шоком (Уровень 1, класс доказательности А)

Катетер Swan-Ganz и ЦВД

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-Ганса –

нет улучшения исхода по сравнению с использованием ЦВД

Технология PiCCO©

Транспульмональное разведение индикатора и анализ формы пульсовой волны.

- Измерение СВ (непрерывное и периодическое), параметров пред- и постнагрузки, сократимости, диагностика отёка лёгких (ВСВЛ).
- Ни один из перечисленных выше методов мониторинга не обладает такими возможностями.
- Для начала мониторинга необходимо наличие только ЦВК и артериального катетера.

Термодилюция и анализ формы пульсовой волны (PiCCO*plus*)	Анализ формы (контура) артериальной пульсовой волны (PulseCO) с целью измерения СВ, которые кореллируют с показателями катетера Сван-Ганца. Вариабельность ударного объема (ВУО / SVV – усредненное значение разности между наиболее высоким и низким значениями ударного объема, зарегистрированными за 30 секунд) характеризует волемический статус пациента.

Технология esCCO©

- Расчетный показатель **непрерывного сердечного выброса** (esCCO= Estimated Continuous Cardiac Output) – **определение сердечного выброса с использованием времени прохождения пульсовой волны (PWTT), которое получено из сигналов пульсоксиметрии и ЭКГ при каждом цикле ЭКГ и периферической пульсовой волны.**
- esCCO измеряет в реальном времени **непрерывный и неинвазивный сердечный выброс** наряду с остальными жизненно важными параметрами, как ЭКГ и SpO2.

NIHON KOHDEN
EUROPE GmbH

esCCO
Расчетный непрерывный сердечный выброс

Кобеляцкий Ю.Ю.

Что значит esCCO ?

Объемная информация (об ОЦК) – Ударный Объем, Сердечный выброс

- **Объемная информация может быть определена НЕинвазивно и инвазивно**
- **Тренды объемной информации соотносятся с Золотым Стандартом (Термодилюция)**
- **Тренд Объемной информации соотносится с данными специализированных внешних устройств (в т.ч. с трансэзофагальным допплером)**
- **Решение со своими плюсами и минусами– Системное сосудистое сопротивление ?**
- **Мониторы Nihon Kohden неинвазивным измерением СВ и новыми параметрами (esCCO, CO, APCO, CCO)**

Что значит esCCO ?

Основные и наиболее важные параметры дополняются объемной информацией

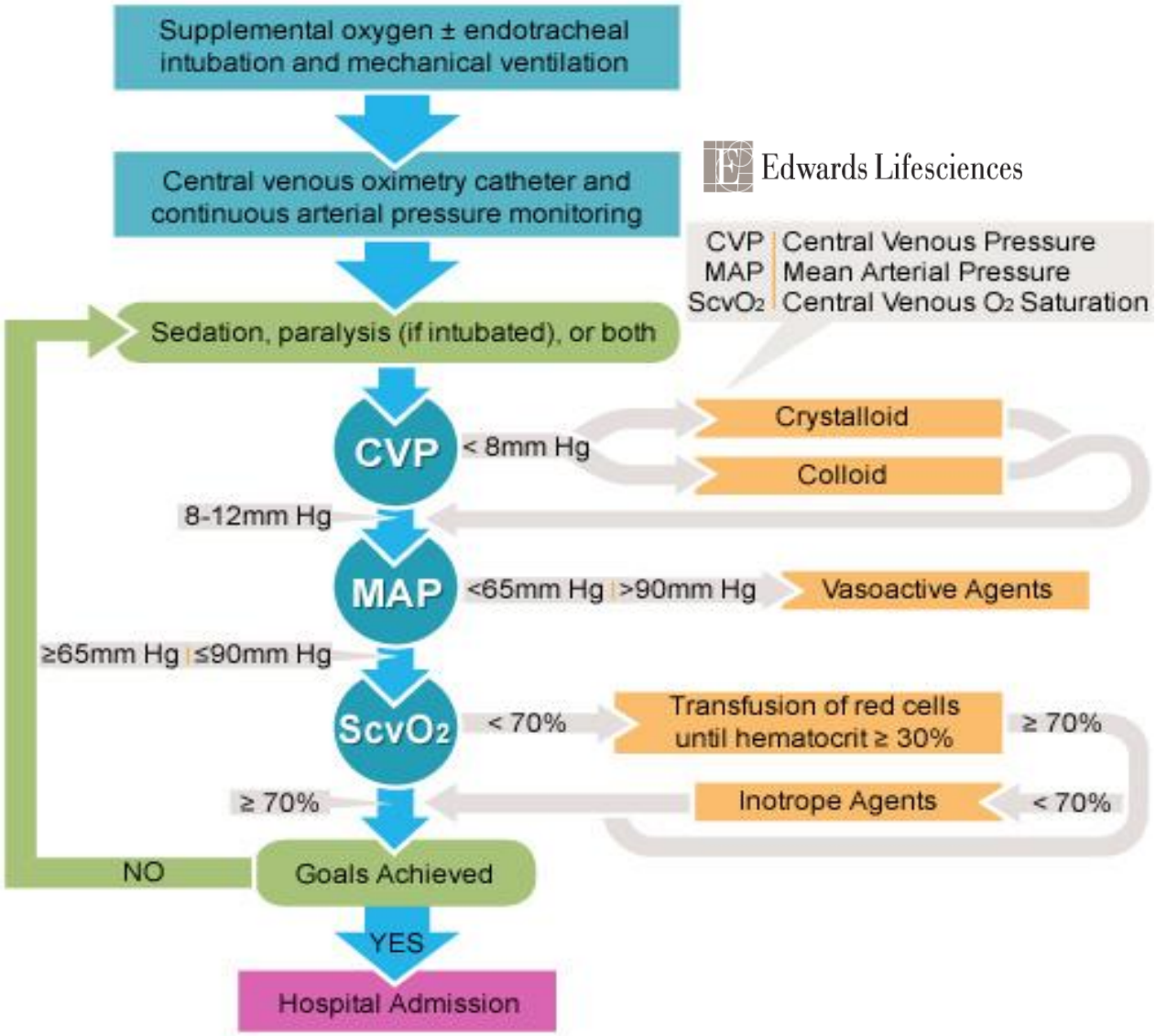
- **НИАД/ИАД – Изменения АД не обязательно являются причиной изменений сердечного выброса.**
- **SpO2 – периферическая оксигенация определяется и изменяется позднее, чем происходят реальные изменения.**
- **ЭКГ – изменения QRS-комплекса могут не отражать изменения ударного объема.**

Синдром системного воспалительного ответа, тяжелый сепсис и септический шок

Преимущества esCCO :

- **Различные возможности оценки получения волюметрической информации как УО и СВ(Stroke Volume and Cardiac Output).**
- **Поддержка концепции “early goal-directed therapy” с целевыми графиками, включающими информацию о преднагрузке и насосной функции сердца.**

Ранняя целенаправленная терапия) “early goal directed therapy” на основе esCCO

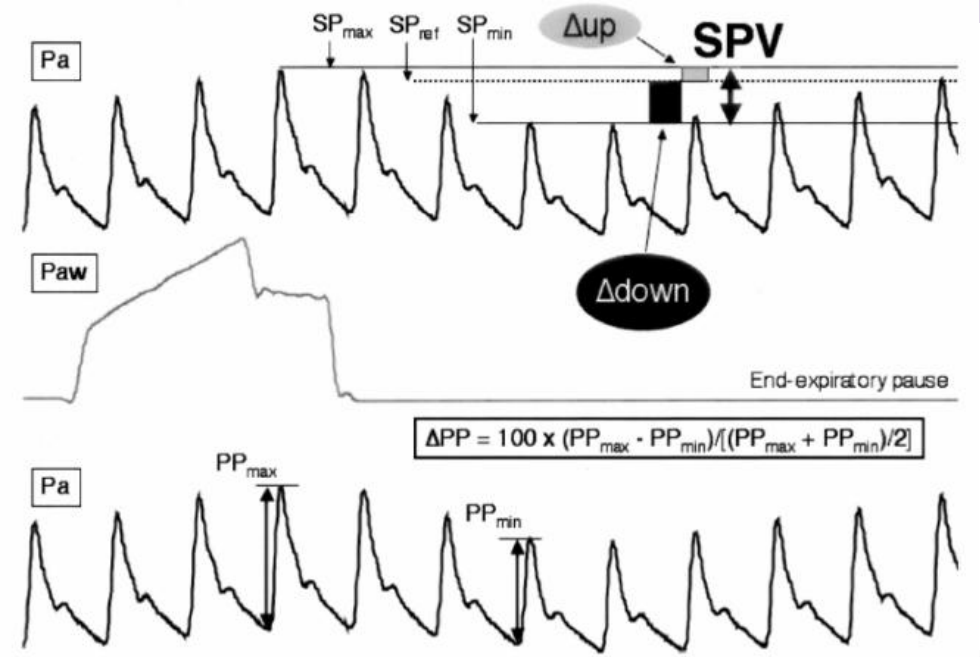


Принцип работы esCCO

Точка отчета – Пульсовое давление

(PP = Pulse Pressure)

Рассмотрение данных об инфузионной терапии, соответственно, волюметрической терапии пациентов в итоге **дает информацию об изменчивости пульсового давления и систолического давления**



Во Франции параметр **PPV/SPV** используется в 100%, если пациент находится на ИВЛ

Принцип работы esCCO

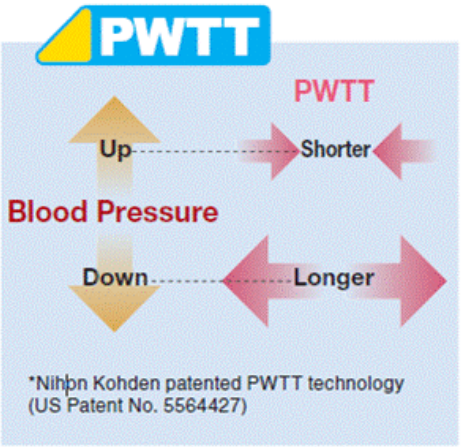
PP-показатель используется в CCO-системах (Vigileo или PICCO), использующих анализ контроля пульса.

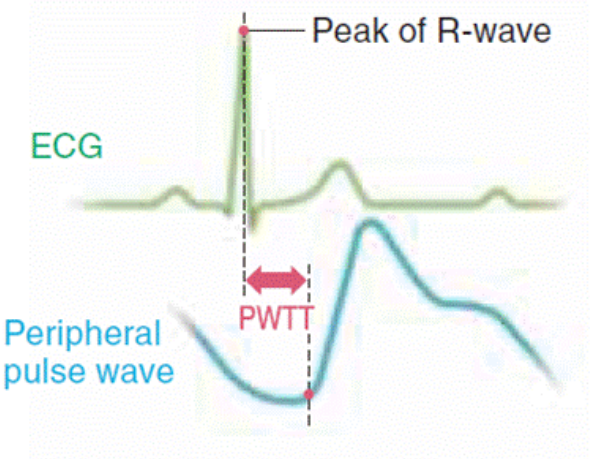
Nihon Kohden начала изучать корреляцию информации о PP с ударным объемом, соответственно, и Сердечным Выбросом.

Сердечный выброс – это производная величина от PP-показателя, как показано: CO = SV x HR = (K x PP) x HR

[CO: сердечный выброс; SV: ударный объем; K: постоянная; PP: пульсовое давление; HR: ЧСС]

Но, при сравнении показателей PP и PWTT большая корреляция наблюдалась между SV и PWTT .





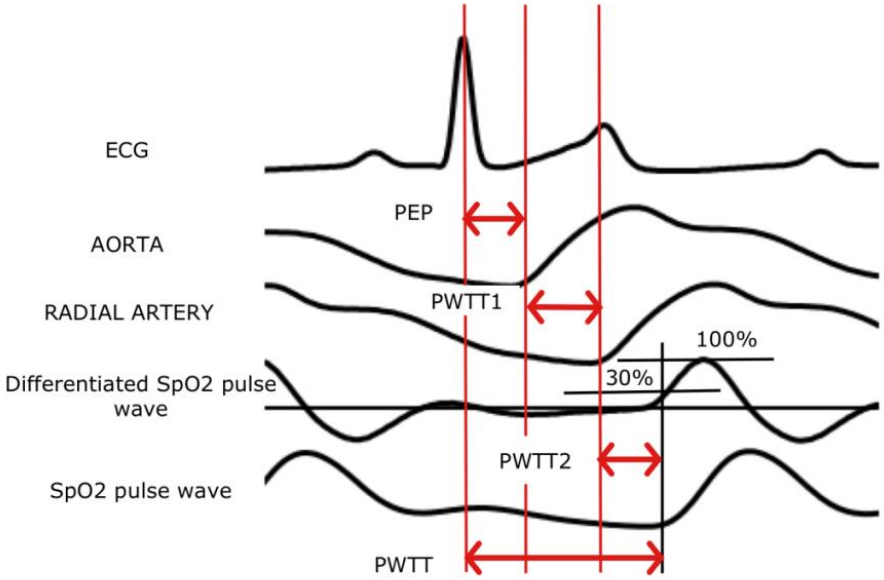
Принцип работы esCCO

Время прохождения пульсовой волны (PWTT) отражает информацию об изменении АД и запускает измерение НИАД помимо установленного интервала измерения НИАД.

PWTT обратно пропорционален УО и превосходит точность данных полученных на основе Pulse Pressure (PP) .

Показатель Сердечного Выброса рассчитывается следующим образом:

$$CO=SV \times HR = K \times (\alpha \times PWTT + \beta)$$



- **PEP**
  - зависит от сердечной систолы
  - PEP ↑ ⇒ SV ↓
- **PWTT1**
  - широкая поверхность артериальной стенки (аорта)
  - зависит от сердечной систолы
  - PWTT1 ↑ ⇒ SV ↓
- **PWTT2**
  - Периферическая артерия
  - зависит от вязкости крови и диаметра сосуда
  - PWTT2 ↑ ⇒ SV ↓
  - вся продолжительность - PWTT

(PEP + PWTT1 + PWTT2) коррелирует с SV

Постнагрузка и измерение сердечного выброса

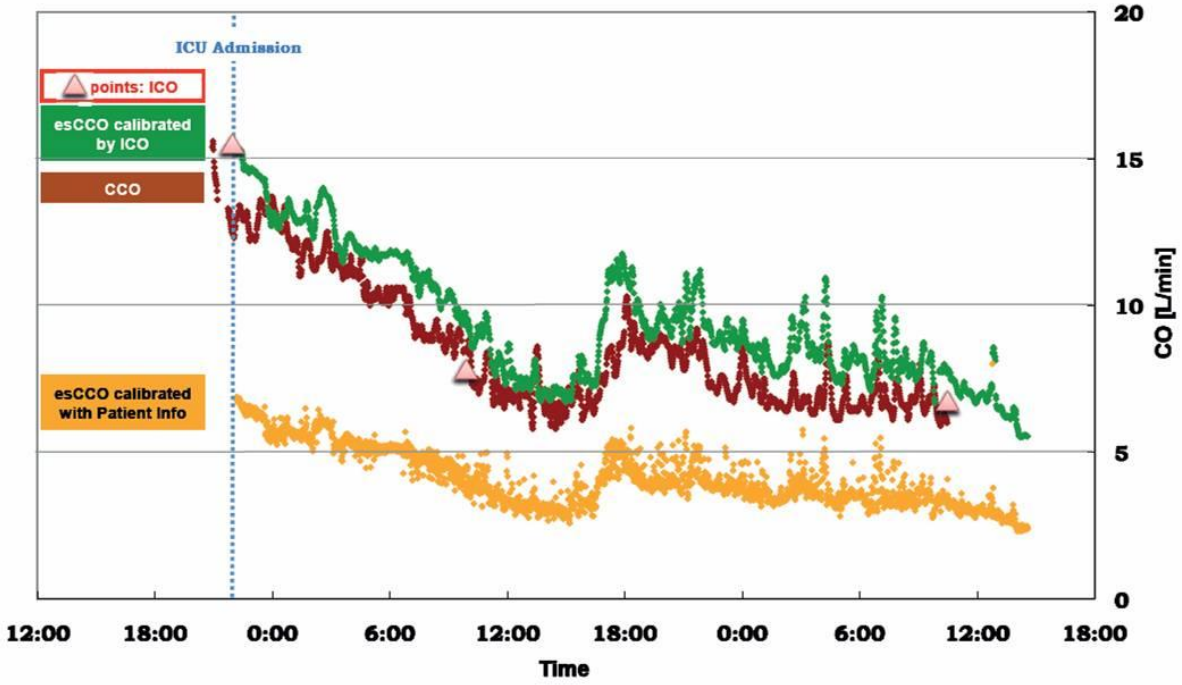
Постнагрузка **характеризуется давлением (напряжением), которое должно быть генерировано стенкой желудочка для изгнания крови в системное сосудистое русло во время систолы.**
Главным образом, постнагрузка определяется сопротивлением артериального сосудистого русла – системным сосудистым сопротивлением (ССС), которое рассчитывается по формуле, напоминающей закон Ома для электрического сопротивления (R = U / I):

ССС = [(САД – ЦВД) / СВ] . 80

Где: САД – среднее артериальное давление; ЦВД – центральное венозное давление, СВ – сердечный выброс (единица измерения сопротивления – дин . сек / см5)

Принцип работы esCCO

- уникальное измерение esCCO базируется на специфических данных
- данная информация определяет качество измерения сердечного выброса, соответственно, точность абсолютной величины и **динамическую характеристику** параметра.



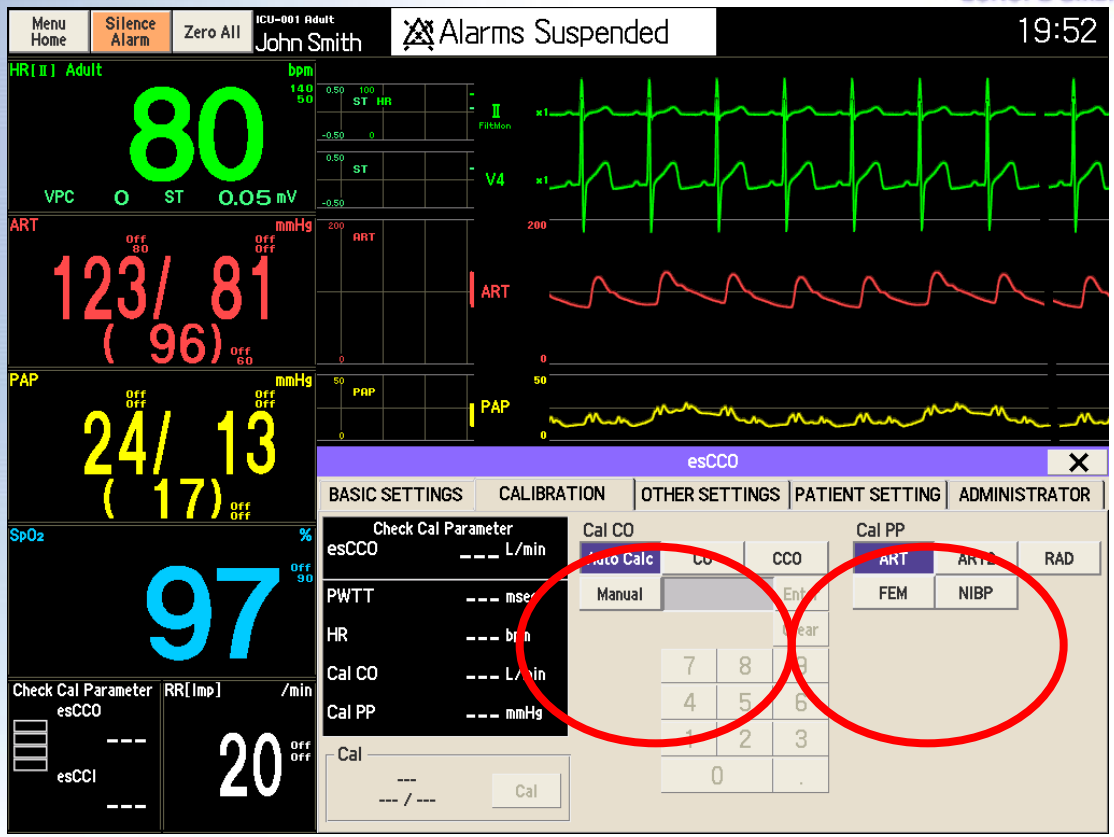
- Информация, привязанная к измерению:

1) возраст, пол, рост и вес пациента
2) ЭКГ и ЧСС
3) SpO2 и пульсовая волна
4) Время Прохождения Пульсовой Волны/ PWTT
5) НАИД и ИАД
6) Сердечный выброс

Принцип работы esCCO

NIHON KOHDEN EUROPE GmbH

- **Показатели калибровки**
  - АвтоРасчет (мульти-регрессионный расчет)
  - зависит от измерения НИАД, величина
  - НИАД должна быть определена не более 10 минут назад.
  - **Калибруется одно измерение**,
  - у системы нет автоматической перенастройки при изменении условий гемодинамики.
  - Зависимость от изменения витальных условий, или действий, которые могут изменить витальные условия (в т.ч. применение специфических лекарств)
  - в таком случае необходимо новое измерение.



- **Доступность специфической информации определяет точность абсолютной величины:**
- При расчете esCCO **пренебрегаем величиной сосудистого сопротивления**.
- Величина Сердечного Выброса отражается в гемодинамическом списке и может использоваться для калибровки данных для получения расчета абсолютной величины esCCO.
- По результатам термодилюции, как и с ручным вводом величины СВ, полученной из внешних систем измерения СВ, предоставляющих единственное измерение, позволяет нам расширить Золотой стандарт **процедуры до ССО информации.**

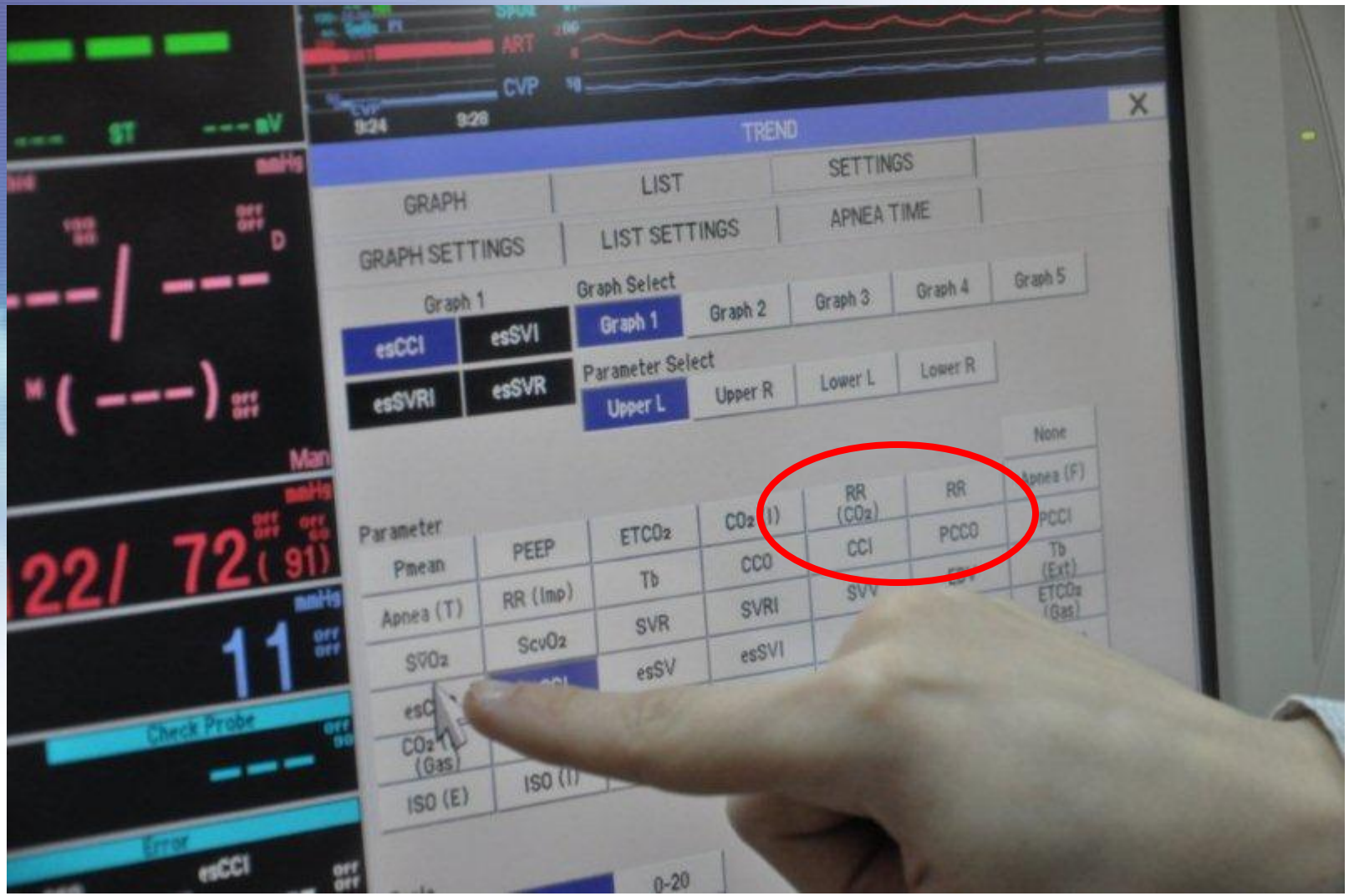
Кобеляцкий Ю.Ю.

esCCO Как это работает?

NIHON KOHDEN
EUROPE GmbH

Кобеляцкий Ю.Ю.

esCCO Как это выглядит ?



Ручной выбор высвечивания данных

Параметры гемодинамики

- **HR** (ЧСС),
- **CO** (сердечный выброс),
- **CI** (сердечный индекс),
- **AP** (артериальное давление) (S/D/M),
- **PAP** (давление в легочной артерии) (S/D/M),
- **PCWP** (давление заклинивания в капиллярах легочной артерии),
- **PCWP-time**, **CVP** (центральное венозное давление) (mean), **SV(**ударный объем),
- **LSW** (работа левого желудочка),
- **SVR** (системное сосудистое сопротивление),
- **PVR** (легочное сосудистое сопротивление),
- **RSW** (работа правого желудочка),
- **SVI**, **LSWI**, **SVRI**, **PVRI**, **RSWI**

esCCO Как это выглядит ?

PVM-2700

BSM-9101

- Числовой показатель на основном экране
- Можно выбрать отображаемую величину (esCCO, esSV и т.д.)
- Индикатор качества сигнала
- Тренд

Сердечный Выброс (термодил.)

NIHON KOHDEN EUROPE GmbH

Вычисляемые параметры:
PCCI,GEDVI, ITBVI, SRVI,SVI, CI, SVV, PPV, GEF, dPmax, CFI, EVLWI, ScvO2,SpO2, PVPI, CPI, PDR, R15, DO2I, VO2I

Измерение PPV/SPV

Вычисление среднего времени колебания PPV и SPV

СОХРАНЕНИЕ ТРЕНДА ССО КАЖДЫЕ 10 МИНУТ!

Кобеляцкий Ю.Ю.

NIHON KOHDEN EUROPE GmbH

Классификация Forrester JS используется, когда используем PCWP (Wedge Pressure) ДЗЛА

Классификация ОСН по Forrest - это инструмент для сегментации пациентов в высокой и низкой категорией риска смертности с кровотечением из верхних отделов желудочно-кишечного тракта и важный метод прогнозирования риска рецидива кровотечения и очень часто используется для оценки условий для эндоскопического вмешательства.

Классификация Forrester JS. основана на учете клинических признаков, характеризующих выраженность периферической гипоперфузии, наличия застоя в легких, сниженного СИ ≤2,2 л/мин·м² и повышенного ДЗЛА >18 мм рт.ст. Выделяют норму (группа I), отек легких (группа II), гиповолемический и кардиогенный шок (группа III и IV соответственно)

Преимущества esCCO

1. Новая функция обеспечивает общепризнанной важной информацией о пациенте – информацией об объеме циркулирующей крови
2. Новая функция обеспечивается мониторами всех уровней сложности
3. Точность новой функции зависит от доступности информации о пациенте и от условий лечения
4. Новая функция расширяет возможности Золотого стандарта –процедуры измерения СВ
5. Новая функция является дополнением к другим системам измерения ССО

Преимущества esCCO

- Возможно расширение базовых параметров мониторинга
- Доступность Обзора Системы кровообращения (“circulation view”) представляет инструмент обеспечения лечения в ОРИТ на более высоком уровне с повышением качества наблюдения, безопасности и сокращением сроков нахождения пациента в стационаре
- Возможность интегрирования информации с измерением <u>термодилюцией или трансэзофагальной допплерографией</u>, означает расширение «золотого стандарта» периодического измерения до Continuous Cardiac Output (CCO) (Непрерывное измерение сердечного выброса)
- Новая функция расширяет ряд устройств измерения CCO и не заменяет специфические системы, такие как PiCCO2 (Pulsion),
- Только врач решает вопрос о выборе системы в конкретной ситуации.

Зачем нам esCCO ?

- esCCO повышает качество лечения без дополнительных затрат.
- esCCO улучшает стандарт мониторинга
- esCCO повышает качество лечения, посредством “дополнительных инструментов”, таких как «Обзор сердечно – сосудистой циркуляции», установленных пользователем трендов и целевого объема

RICHkov Alexey
2009 ©

© 2005 Александр Кузьмюк
www.kuzmuk.dp.ua