



Отделение реанимации
НИИ им. Н.Н. Бурденко



Нейромониторинг

Ошоров А.В. · Савин И.А. · Горячев А.С. · Попугаев К.А.

Отделение реанимации и интенсивной терапии
НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко г. Москва

Киев 7.05.2009

Внутрижелудочковое измерение ВЧД

Измерение ликворного давления в боковом желудочке
«золотой стандарт»
глобальный показатель ВЧД

Измерение через наружный измерительный датчик
возможность перекалибровки

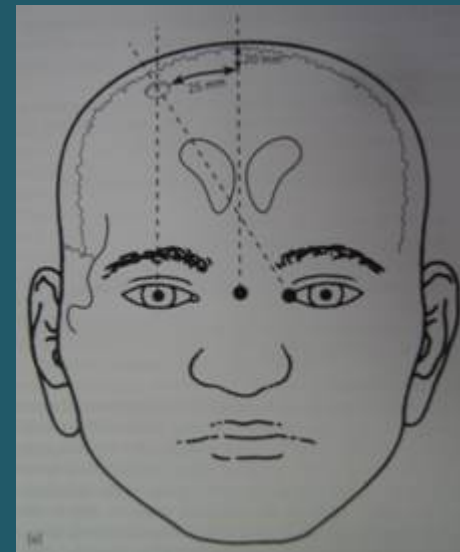
Дает возможность дренирования ликвора
терапевтическая опция

Возможны трудности при постановке

Возможные осложнения

- геморрагические
 - инфекционные
- увеличение риска свыше 5 дней,
частота 5-11%

Lozier et al. Neurosurgery 2002: 51; 17 - 81



Измерение ВЧД

Никакие другие методы не могут заменить прямого ВЧД

Smith M Anesth Analg 2008; 106; 40-8



Клинико-неврологическая оценка не является чувствительным методом

КТ – статический метод оценки только на текущий момент времени

Другие методы измерения ВЧД

Субдуральный, субархноидальный и эпидуральный

- менее точные методы

Люмбальный дренаж

- опасно при наличии дислокации, масс-эффекта и разобщении ликворных пространств
- менее точный метод

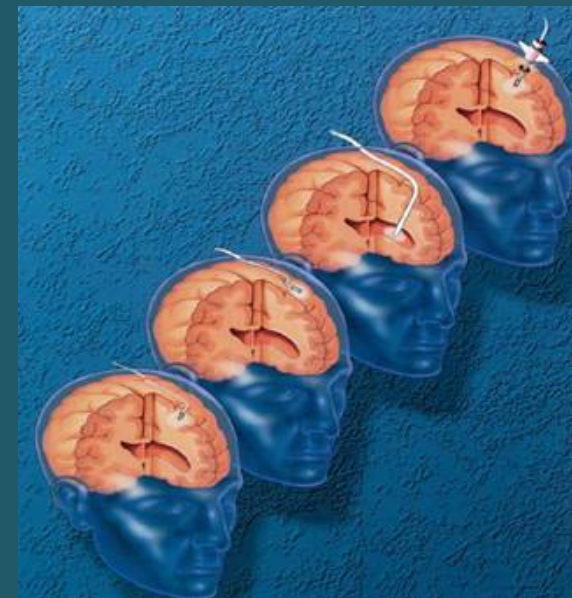
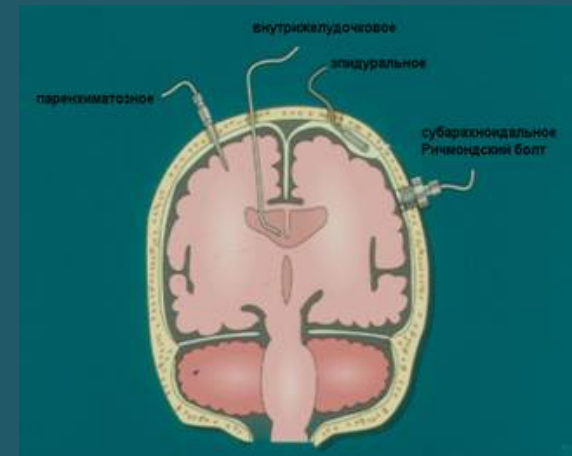
Регистрация смещения барабанной перепонки

Shimbles et al. Physiology Meas 2005: 26; 1086-92

Транскраниальная доплерография

- оценка ВЧД
- $\pm 10-15$ мм рт.ст.

Czosnyka et al. J Neurosurg 1998: 55; 502-5



Паренхиматозное измерение

Миниатюрный микродатчик:

- измерение ВЧД на основе измерения сопротивления на конце датчика (пьезоэлемент)

Простота при использовании:

- минимальные осложнения
- минимальный риск инфекции

Недостатки:

- невозможность калибровки in-vivo



Показания для измерения ВЧД

Расширены за последнее 10-15лет:

[все состояния, сопровождающиеся отеком головного мозга]

- Тяжелая ЧМТ
- Внутрочерепные кровоизлияния и САК
- Гидроцефалия
- Инсульт, сопровождающийся отеком головного мозга
- Постгипоксическая энцефалопатия
- Инфекционные менингиты
- Печеночная энцефалопатия

Доказательства в пользу мониторинга ВЧД

Многочисленные исследования продемонстрировали неблагоприятный исход при повышении ВЧД > 20-25 mmHg

- Marshall et al. J Neurosurg 1979; 50; 20-25
- Narayan et al. J Neurosurg 1981; 54; 751-762
- Unterberg et al. Neurosurgery 1993; 32; 17-24
- Marmarou et al. J Neurosurg 1991; 75; S59-S66

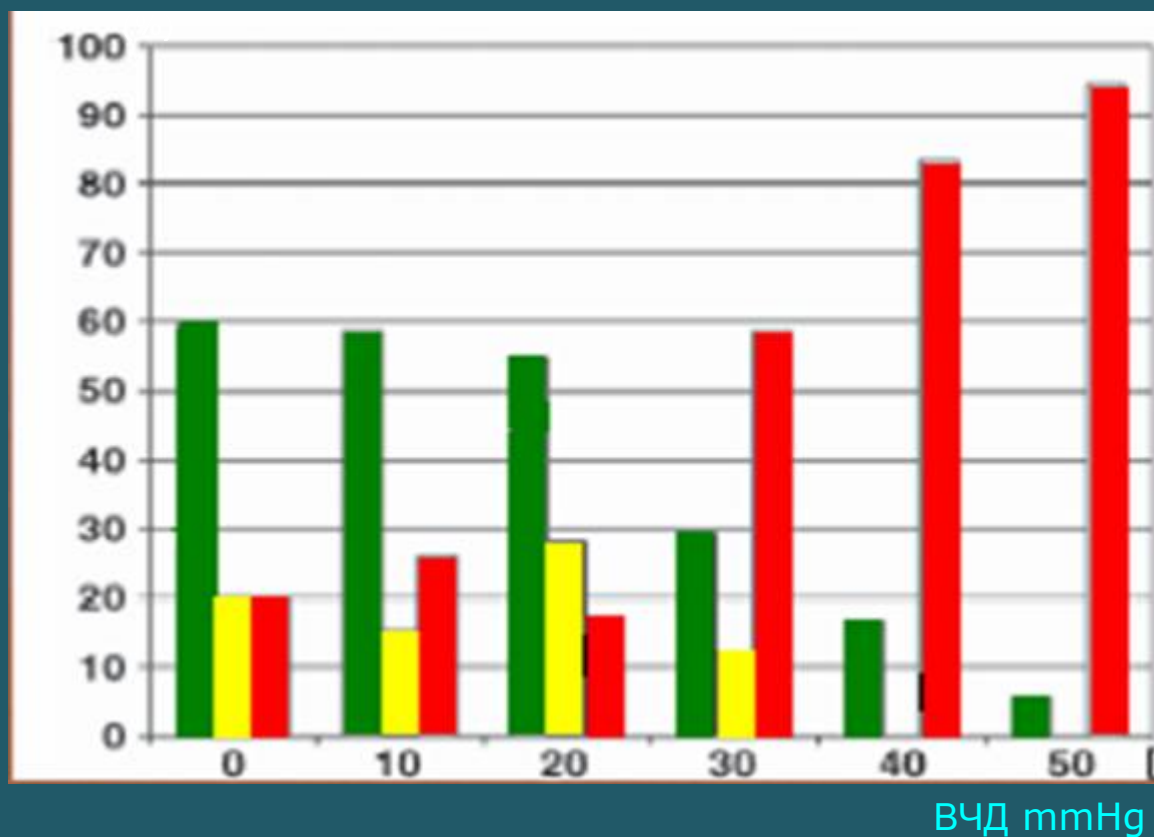
ВЧД как фактор летального исхода

- При тяжелой ЧМТ повышение ВЧД в 82%
- Из них у трети неконтролируемая ВЧГ и летальный исход

В 1960-70 гг. при тяжелой ЧМТ (ШКГ 3-8 баллов) летальность составляла 50%

Miller et al., 1977; 1981

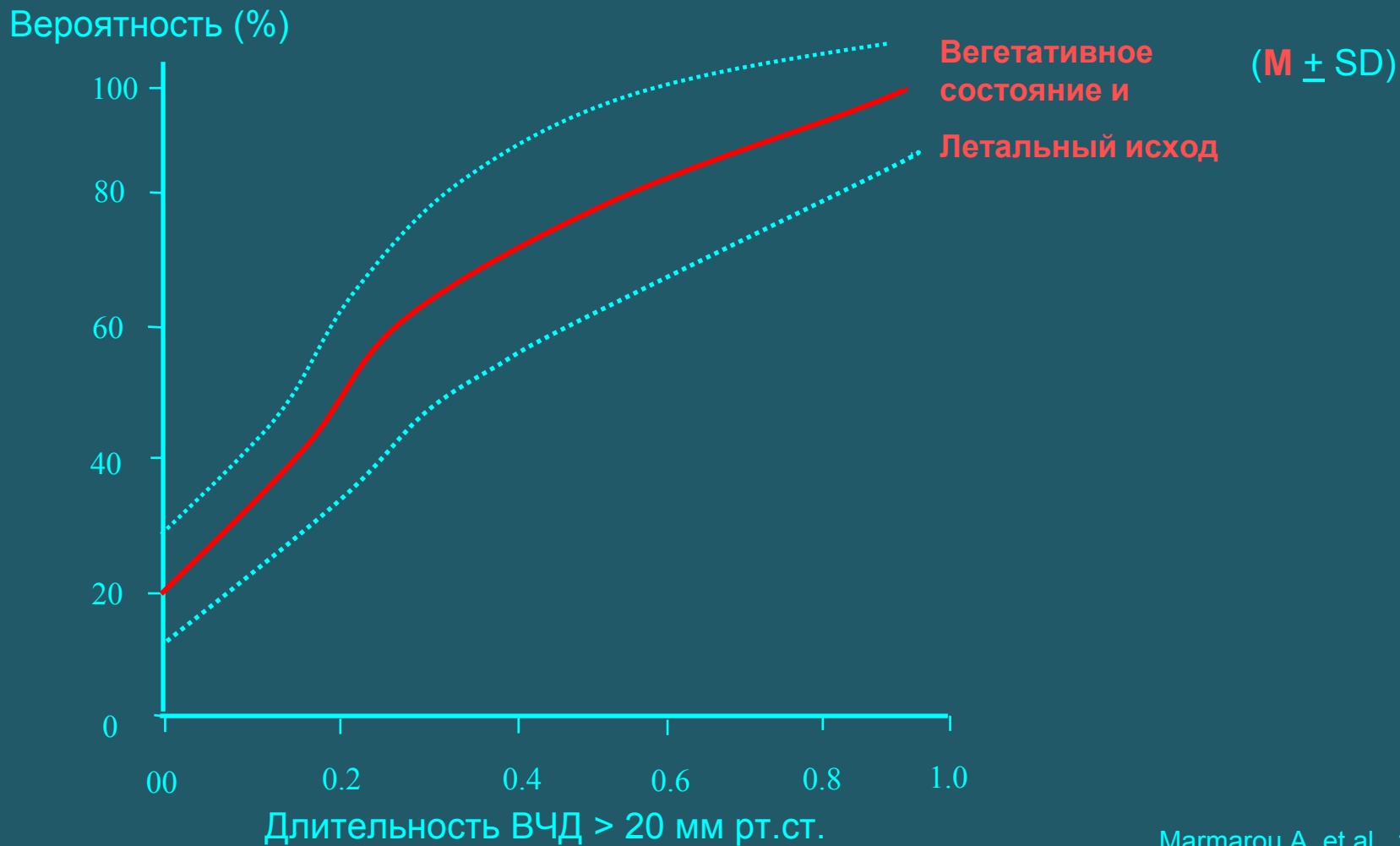
Величина ВЧД - прогноз



- ICP < 20 летальность 17%
- ICP > 20 летальность 47%

- Хорошее восстановление
- Умеренная инвалидизация
- Грубая инвалидизация
- Вегетативное состояние
- Умершие

Длительность ВЧД - исход



Почему важно проводить измерение ВЧД?

- Показатель внутричерепных взаимоотношений
- Прогностический показатель
- Критерий эффективности проводимой терапии
- Позволяет проводить расчет ЦПД
$$\text{ЦПД} = \text{САД} - \text{ВЧД}$$

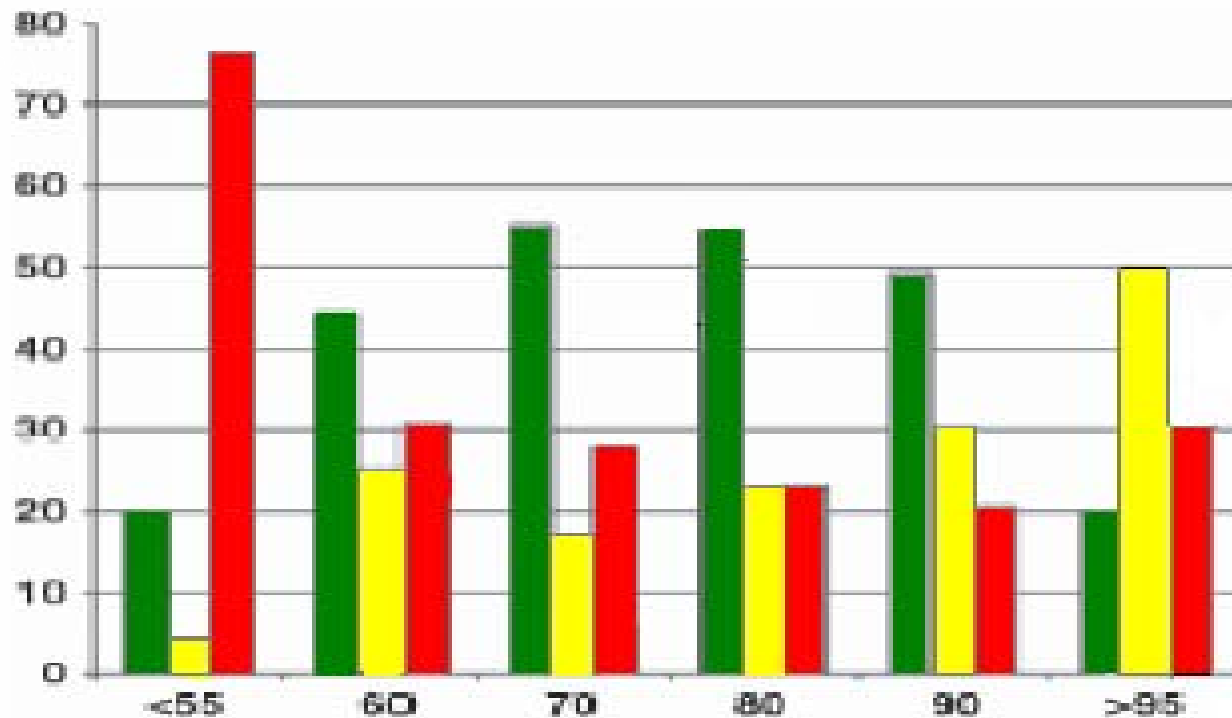


Церебрально-перфузионное давление (ЦПД)

- ЦПД – важный элемент в профилактике вторичной ишемии
- нормальное значение 60-80 mmHg
- церебральная ишемия ЦПД < 50mmHg

- «Непрямой» показатель перфузии мозга
- Глобальный показатель ~ CBF
- ЦПД – виртуальный параметр:
 - a. простой для измерения ЦПД= САД-ВЧД
 - b. возможно прикроватное измерение

ЦПД и прогноз ЧМТ



- Хорошее восстановление
- Умеренная инвалидизация
- Грубая инвалидизация
- Вегетативное и Умершие

ЦПД mmHg

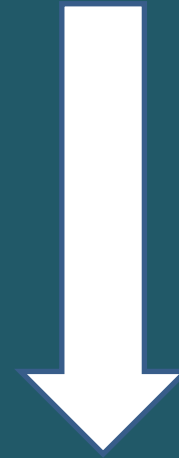
Эволюция границ допустимого ЦПД

1990 г - ЦПД > 85-90 mmHg

1995 г - ЦПД > 70 mmHg

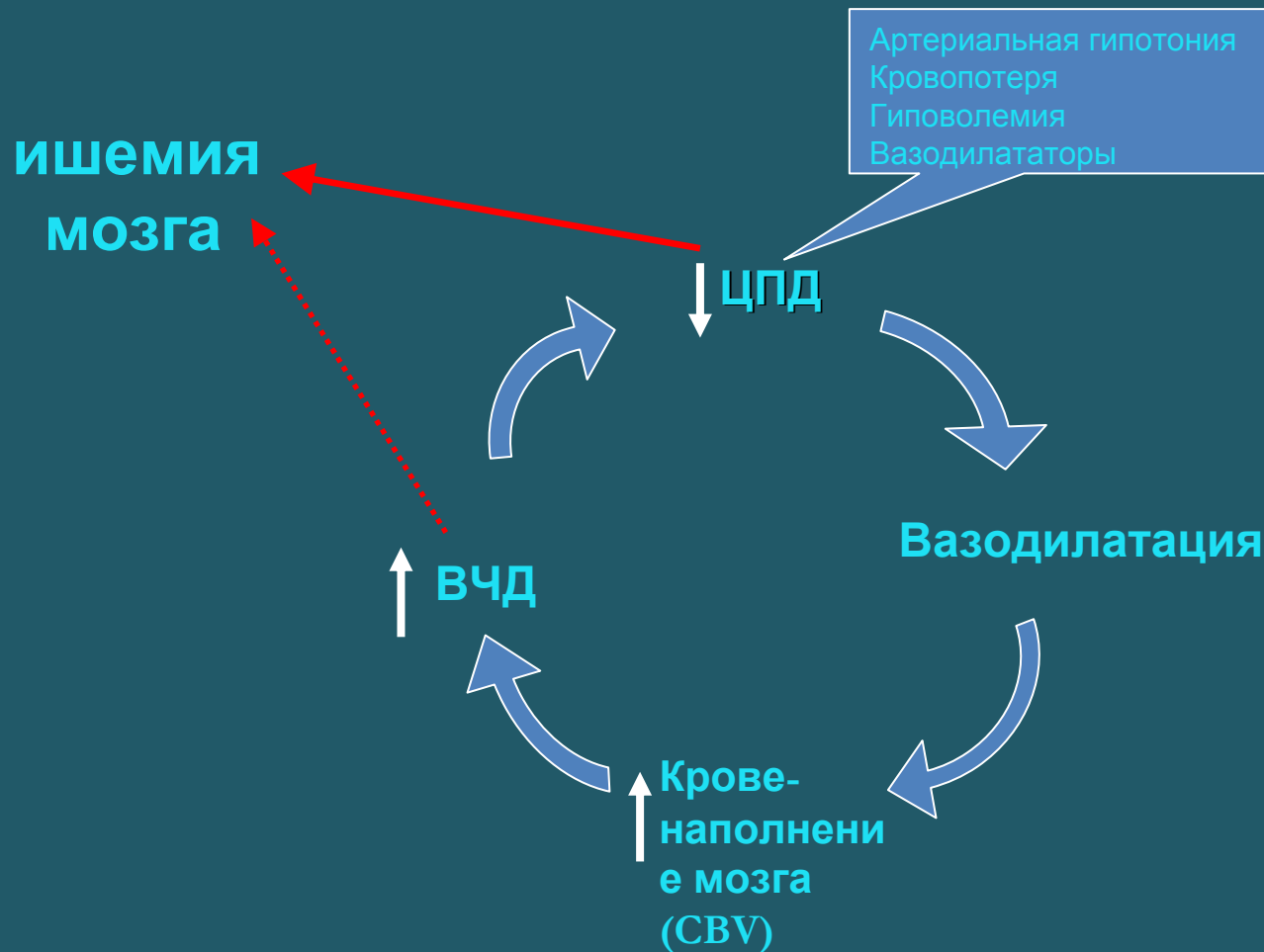
2003 г - ЦПД > 60 mmHg

2006 г – ЦПД [50 – 70] mmHg



ЦПД- протокол Rosner

(CPP-target protocol, CBF-target protocol)



КАСКАД ВАЗОДИЛАТАЦИИ

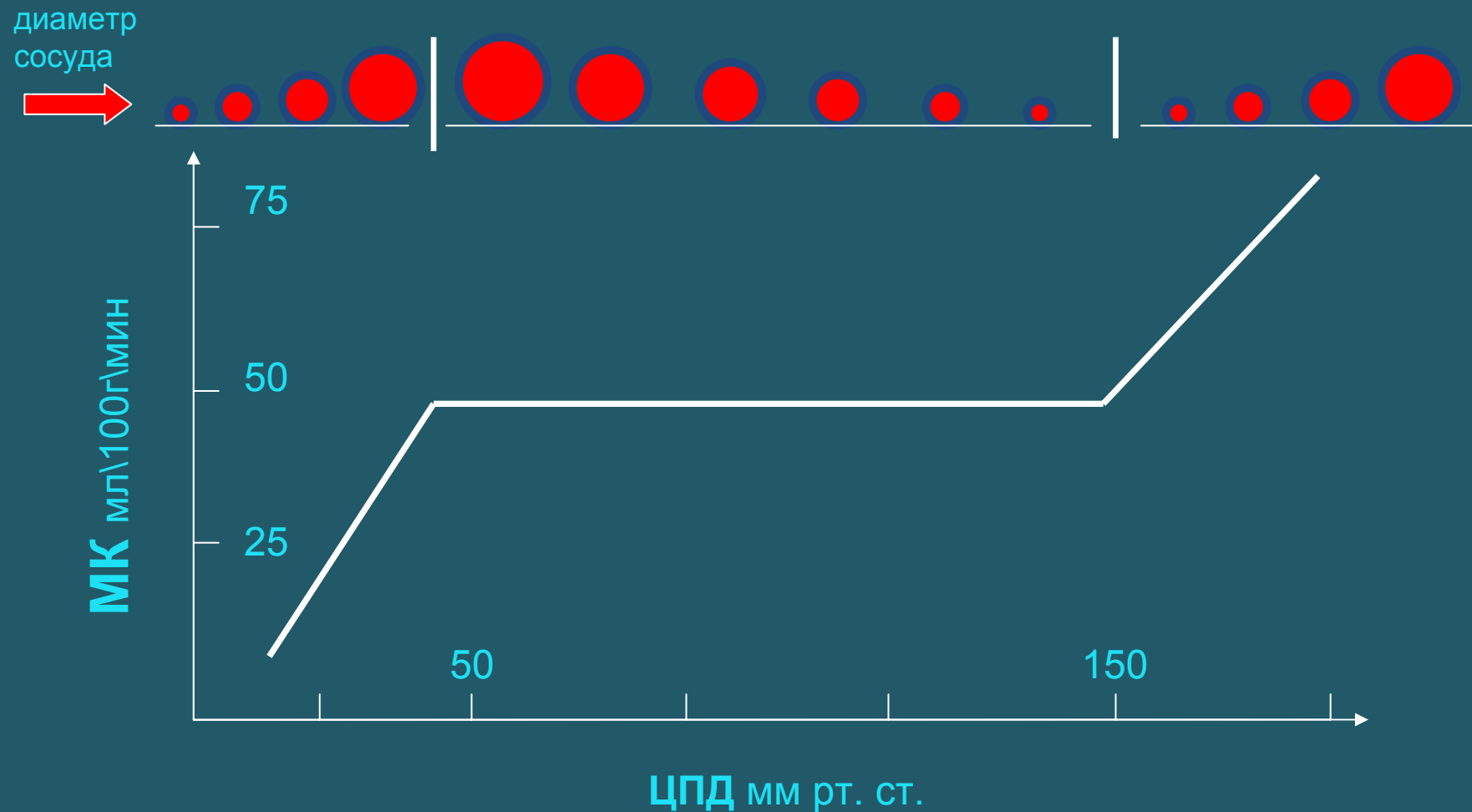
ЦПД- протокол Rosner

(CPP-target protocol, CBF-target protocol)

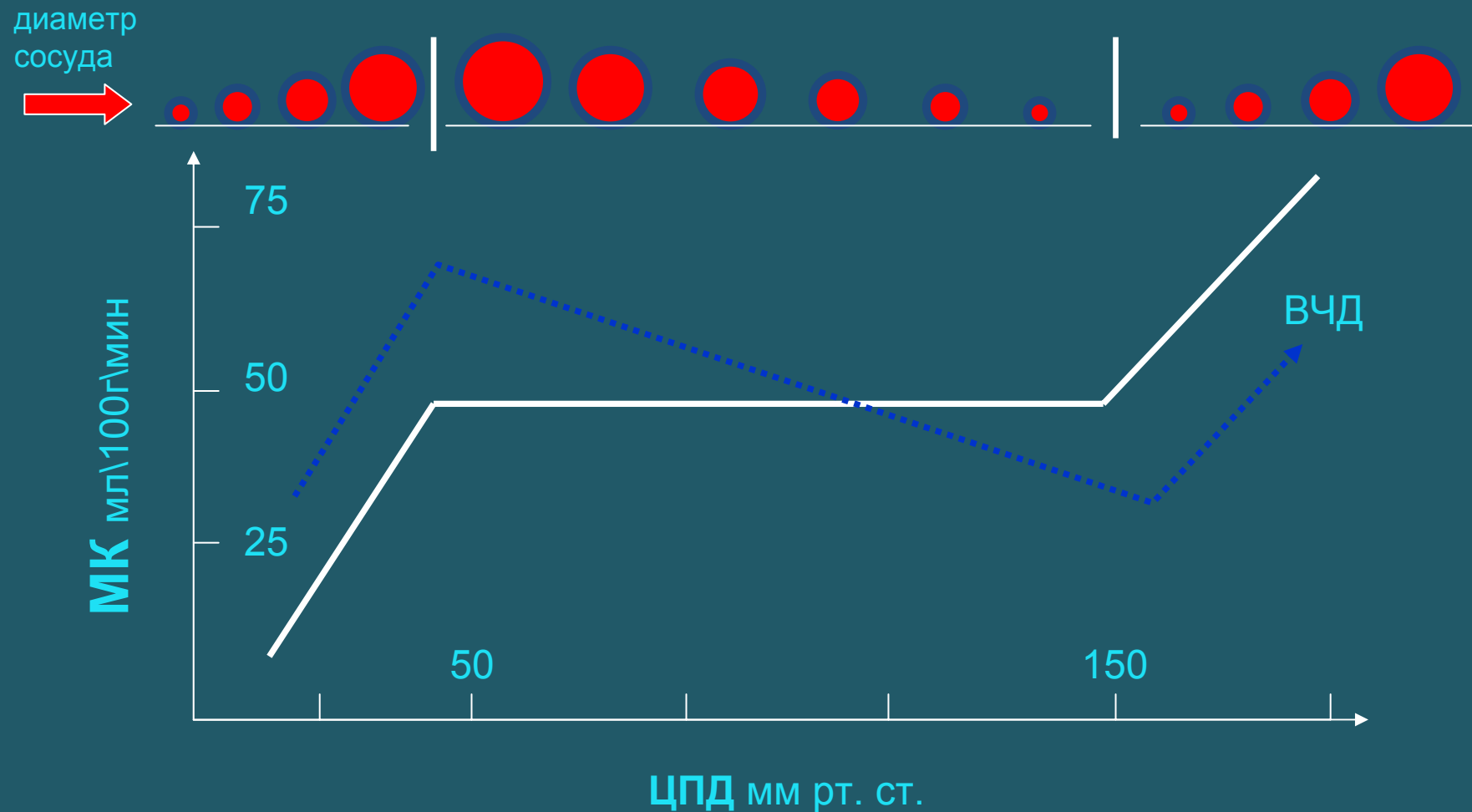


КАСКАД ВАЗОКОНСТРИКЦИИ

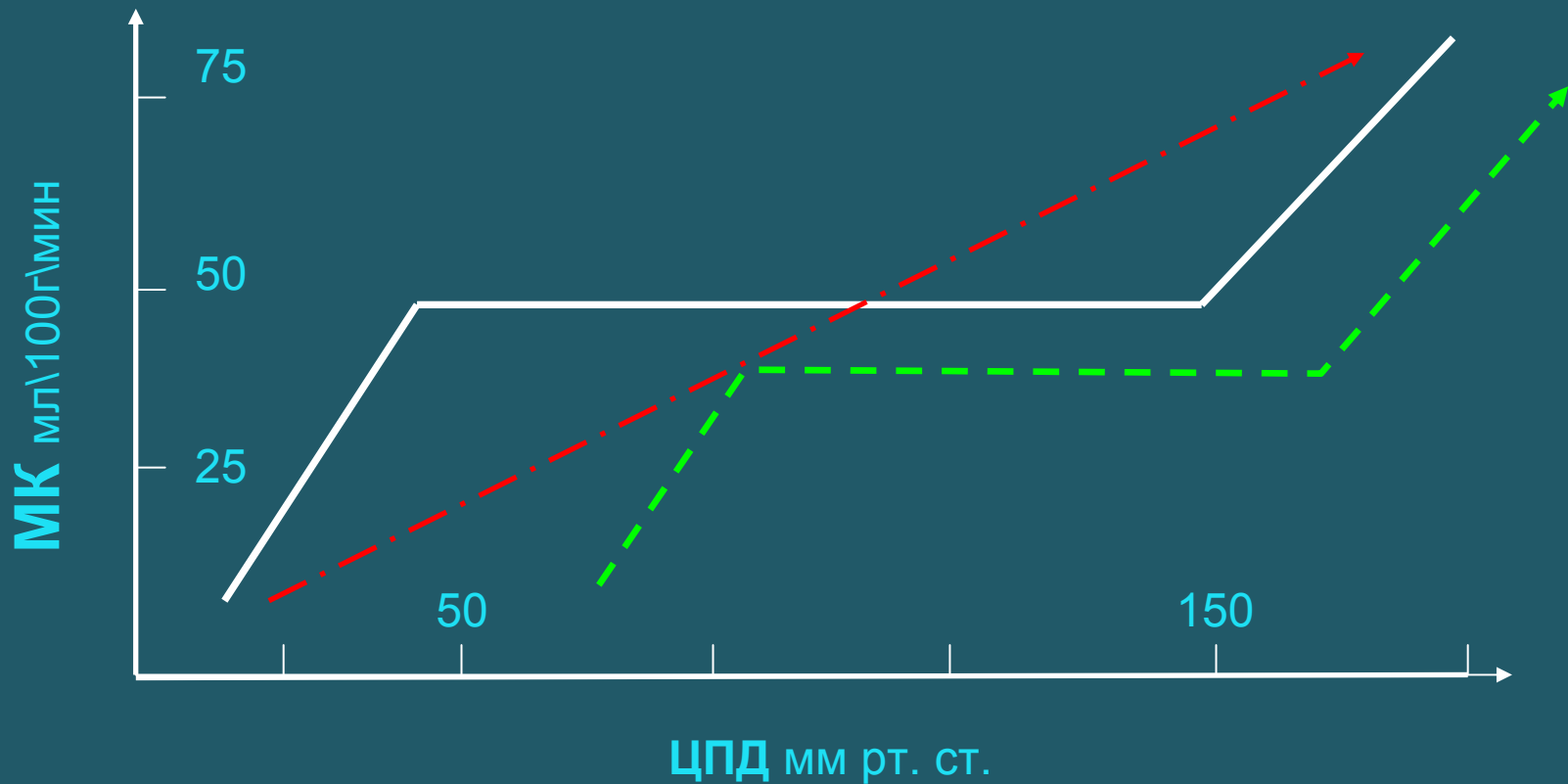
Ауторегуляция мозговых сосудов



Ауторегуляция мозговых сосудов



Варианты нарушения ауторегуляции



Коэффициент давления реактивности

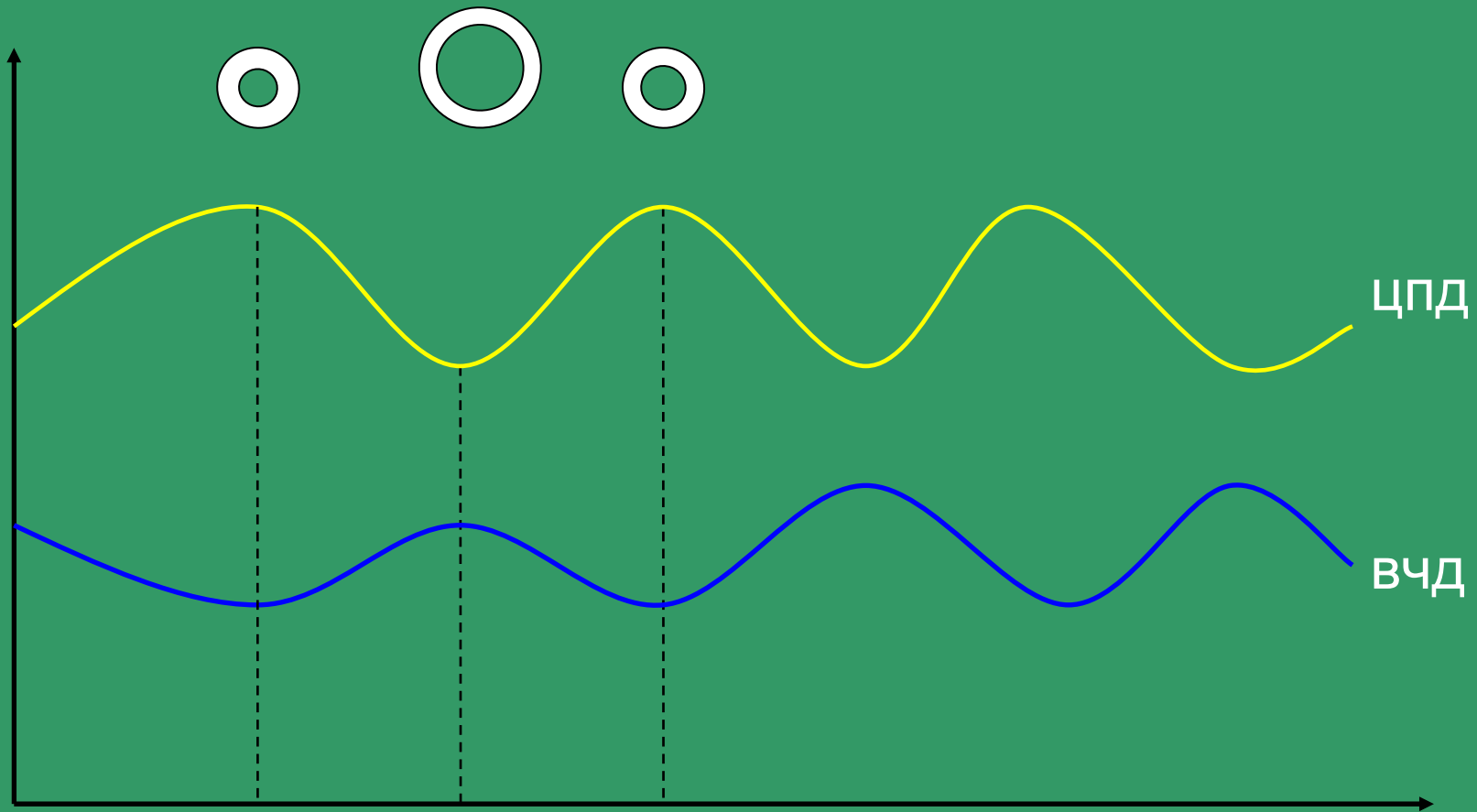
Prx - pressure reactivity index

- Отражает способность мозговых сосудов изменять свой диаметр в ответ на изменение артериального давления
- Является корреляционным коэффициентом, значения его находятся [- 1; +1]

$R_{r\chi} = -1$

Свидетельствует о сохранной ауторегуляции

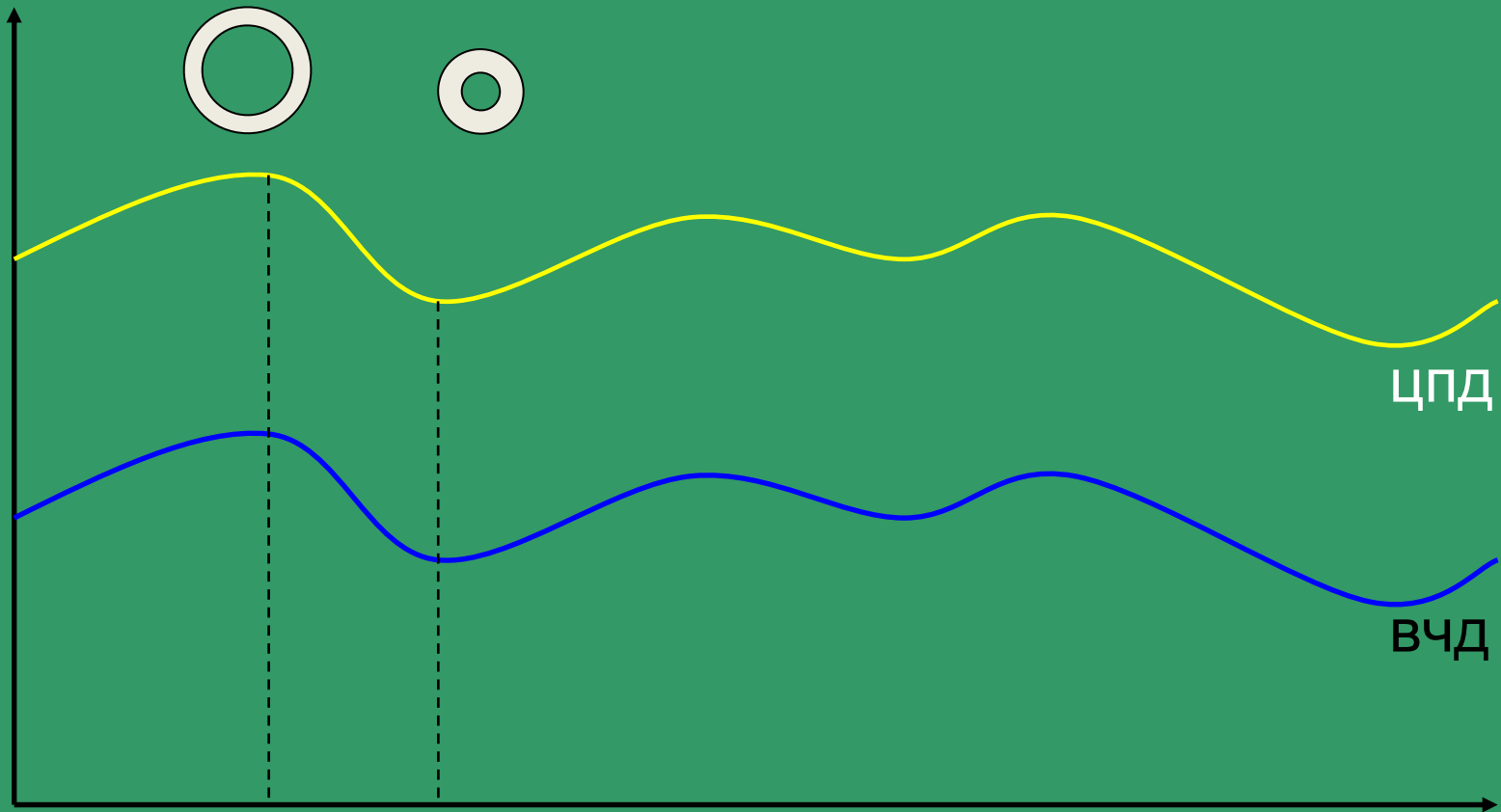
Указывает на обратную корреляционную зависимость: максимальному значению одной переменной соответствует минимальное значение другой переменной и наоборот



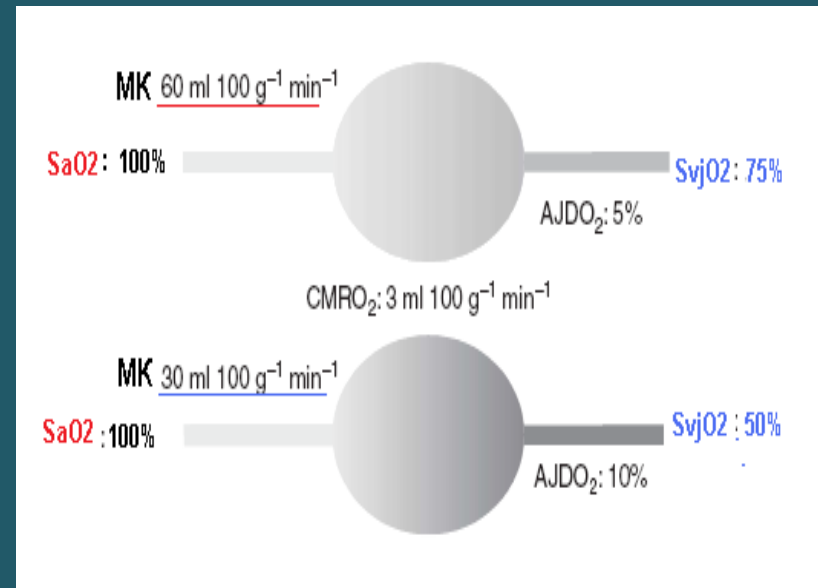
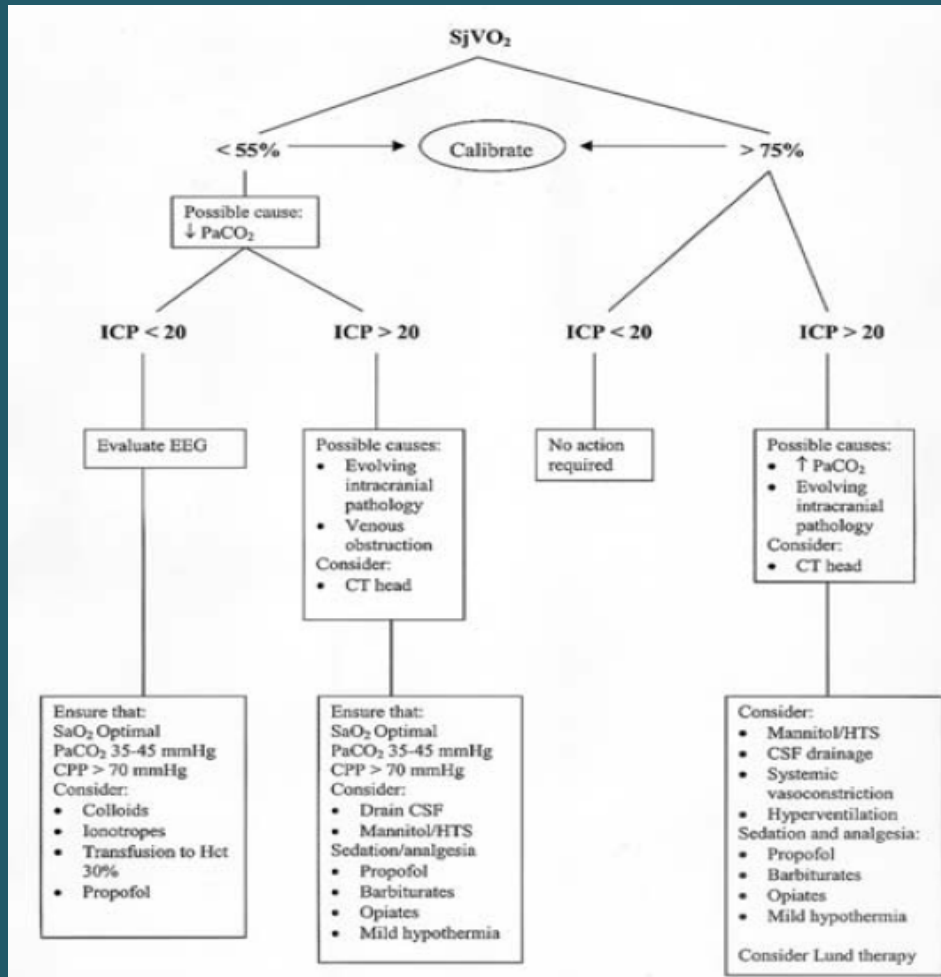
$R_{rx} = +1$

Свидетельствует о утраченной ауторегуляции.

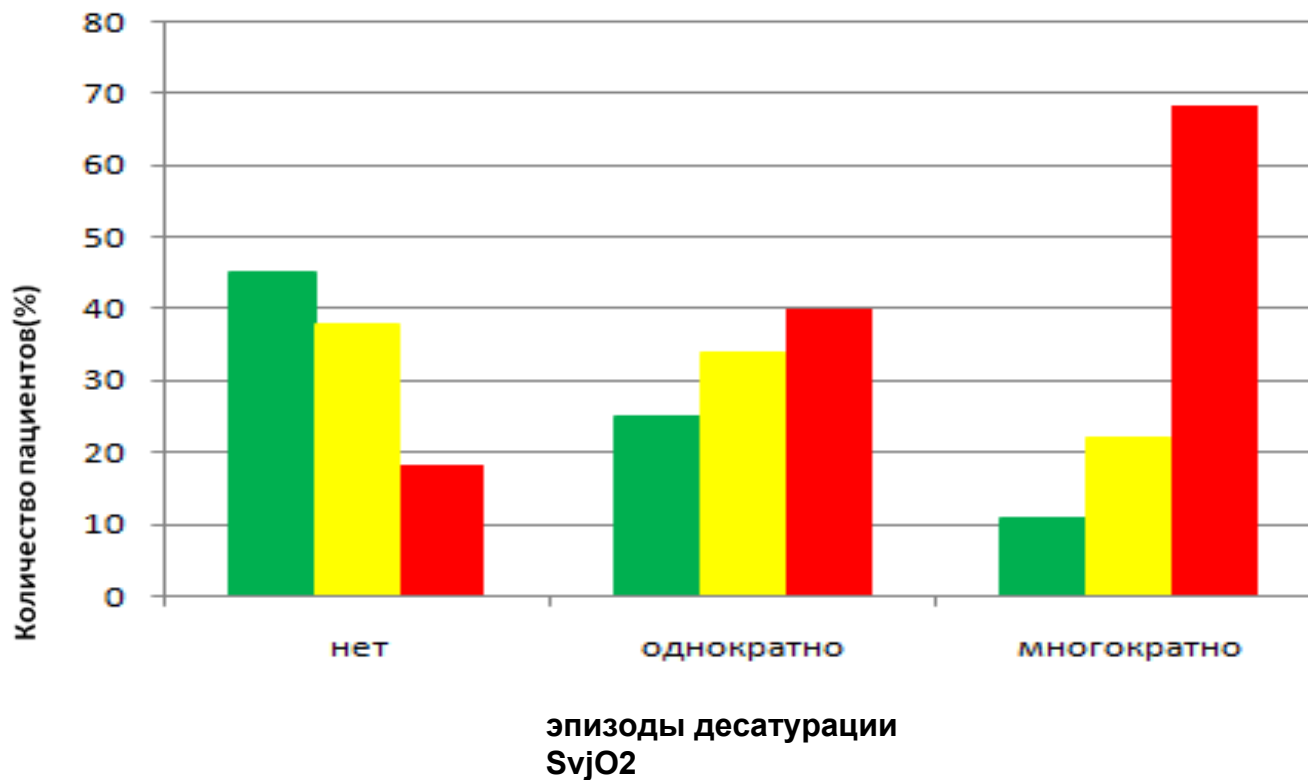
Указывает на прямую корреляционную зависимость: максимальному значению одной переменной соответствует максимальное значение другой переменной, а минимальному – минимальное [ВЧД пассивно следует за ЦПД] .



Оксигенация югулярная оксиметрия (SjVO₂)



Оксигенация югулярная оксиметрия (SvjO2)



- Хорошее восстановление
- Умеренная инвалидизация
- Грубая инвалидизация
- Умершие

Gopinat SP, Robertson CS : JNPP 1994; 57: 717-723

Оксигенация югулярная оксиметрия (SvJO₂)

Недостатки метода:

- Инвазивность
- Нечувствительность при локальной ишемии
- Вариабильность (контаминация)

Место в нейромониторинге:

при агрессивной терапии

- гипервентиляция
- гипотермия
- барбитуровая кома

~ непрямая оценка метаболизма

$$CMRO_2 = CBF \times AVdO_2$$

Оксигенация “Licox” PtO₂

Напряжение O₂ в веществе головного мозга
(PbtO₂ / PbO₂ / / pBtO₂)



- Микрокатетер
полярографический электрод Clark
- Объем измерения 13 мм³
- Диаметр 0,8 мм
- Дрейф нуля 1,2+/- 0,8 mmHg

Van Santbrink Neurosurgery 1996; 38; 21-30

Оксигенация “Licox” PtO₂



- снижен кровоток
- ишемия **PbtO₂ 10 +/- 5 mmHg**

Hoffman Anesth Analg 1996

- формирование инфаркта
PbtO₂ < 8 mmHg > 30 минут

Kett-White J.Neurosurgery

2002

Оксигенация мозга **PtiO₂ 20-40 mmHg**

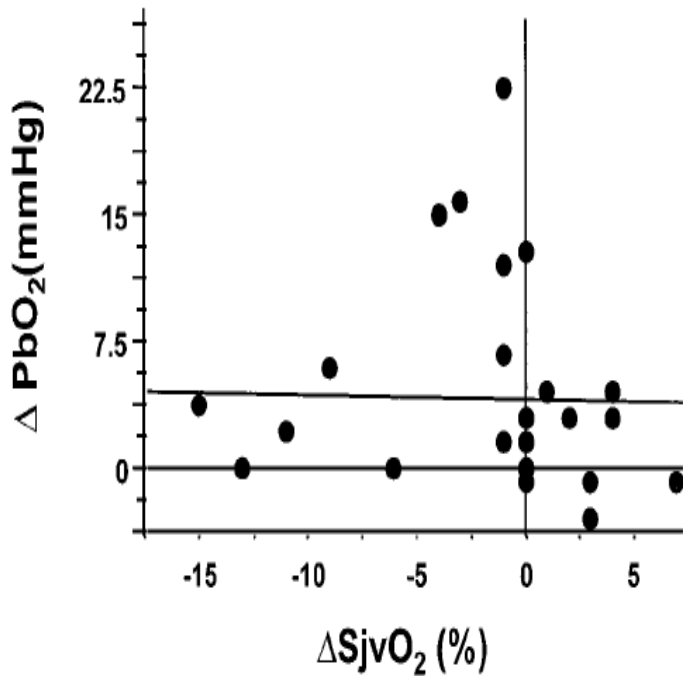
<i>Исследования</i>	<i>Группа пациентов</i>	<i>Норма (mmHg)</i>	<i>Патология (mmHg)</i>
<i>Kett-White, et al. 2002)</i>	<i>ЧМТ и САК</i>	<i>23+/-6</i>	<i>11+/-3,7</i>
<i>Zauner, et al. (1997)</i>	<i>ЧМТ</i>	<i>39+/-0,4</i>	<i>19+/-0,8</i>
<i>Dings, et al. (1996)</i>	<i>ЧМТ</i>	<i>32+/-11</i>	<i>Менее 10</i>
<i>Kiening, et al. (1996)</i>	<i>ЧМТ</i>	<i>30+/-0,5</i>	<i>Менее 10</i>
<i>Van Santbrink, et al. (1996)</i>	<i>ЧМТ</i>	<i>30+/-13</i>	<i>Менее 5</i>
<i>Zauner, et al. (2002)</i>	<i>ЧМТ</i>	<i>33+/-0,5</i>	<i>10+/-0,4</i>

NEUROSURGICAL ANESTHESIA
SECTION EDITOR
DAVID S. WARNER

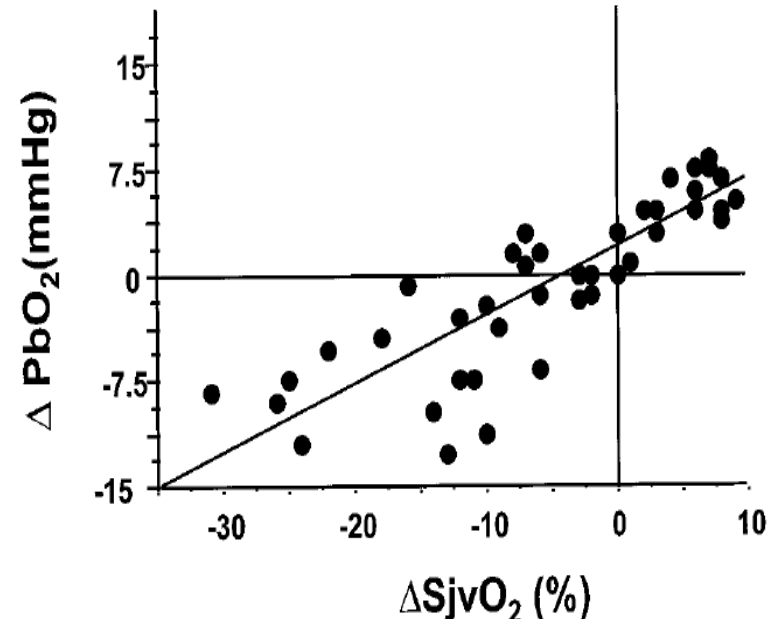
Measuring Brain Tissue Oxygenation Compared with Jugular Venous Oxygen Saturation for Monitoring Cerebral Oxygenation After Traumatic Brain Injury

Arun K. Gupta, FRCA^{*,†}, Peter J Hutchinson, FRCS[‡], Pippa Al-Rawi, BSc[‡],
Sanjeeva Gupta, FRCA^{*}, Mike Swart, FRCA^{*}, Peter J Kirkpatrick, FRCS[‡],
David K. Menon, PhD, FRCA^{*,†}, and Avijit K Datta, MD, MRCP[†]

Departments of ^{*}Anesthesia, [†]Neurosciences Critical Care, and [‡]Neurosurgery, University of Cambridge, Addenbrooke's Hospital, Cambridge, United Kingdom



Локальный тип



Диффузный тип

Неинвазивная инфракрасная спектроскопия (NIRS) INVOS System (rSO2)

Неинвазивная техника

оценка регионарной сатурации

Принцип действия основан на различной абсорбции спектра (ИК света)

Окси-Нв, дезокси-Нв и цитохрома аа3.

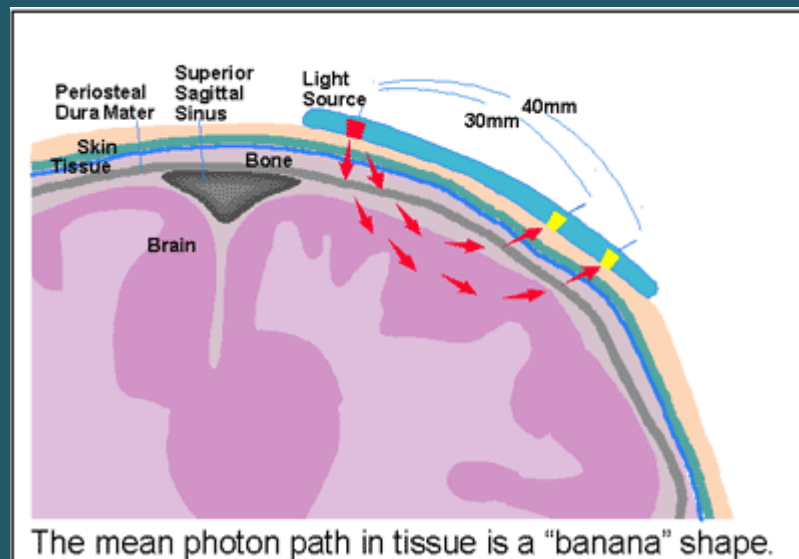
$rSO_2 = 60-80\%$

Используется:

- Каротидная эндартерэктомия
- Кардиохирургия
- Педиатрия



If you're ready to consider the many benefits of the

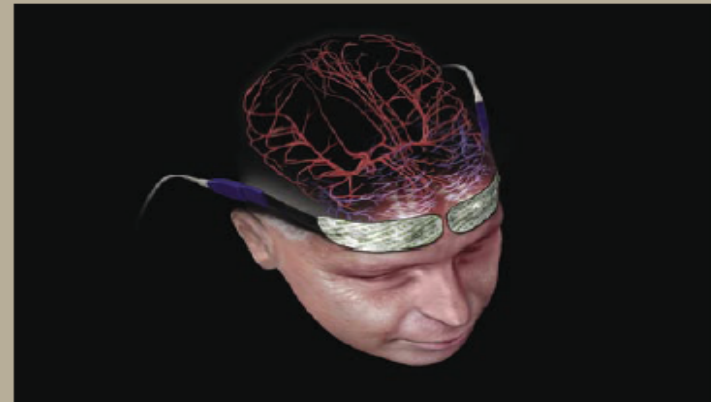


The mean photon path in tissue is a "banana" shape.

Неинвазивная инфракрасная спектроскопия (NIRS) INVOS System (rSO₂)

Ограничения

- Глубина измерения 2-3 мм (серое вещество)
- Экстракраниальная контаминация
- Затруднение измерения при отечности мягких тканей, гематомах.



3-D view of cerebral vasculature illustrates monitoring of the vulnerable watershed region at the extremes of the circulation in the anterior and middle cerebral arteries.



*Schwarz G et al.
J.Neurosurg Anesthesiol
1996;8(3): 189-193*

Лазерная доплер-флоуметрия (LDF)

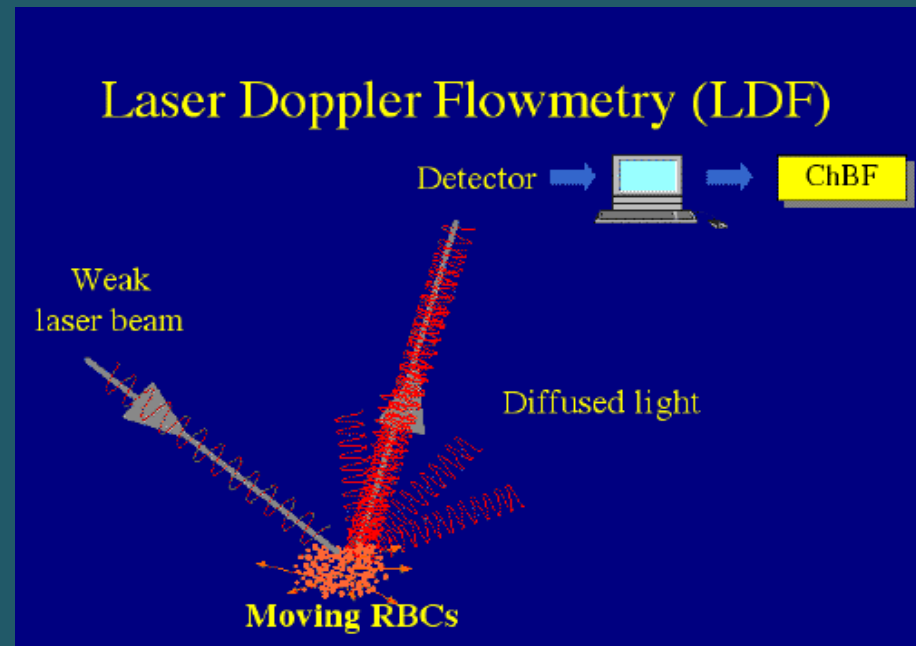
G.E.Nilsson, T. Tenland and P.A. Oberg 1982

Ограничения

- Локально / инвазивно
- В объеме до 1мм з
- Показатели зависят от Hb/ Ht

Принцип

- «доплер-шифт»
- Монохроматический лазерный луч 600-700 nm отражается от движущих эритроцитов.
- Сдвиг сигнала ~ flux скорости движения Э.
- Измеряет V, концентрацию и скорость эритроцитов
- Качественная оценка



Транскраниальная доплерография(ТСД)

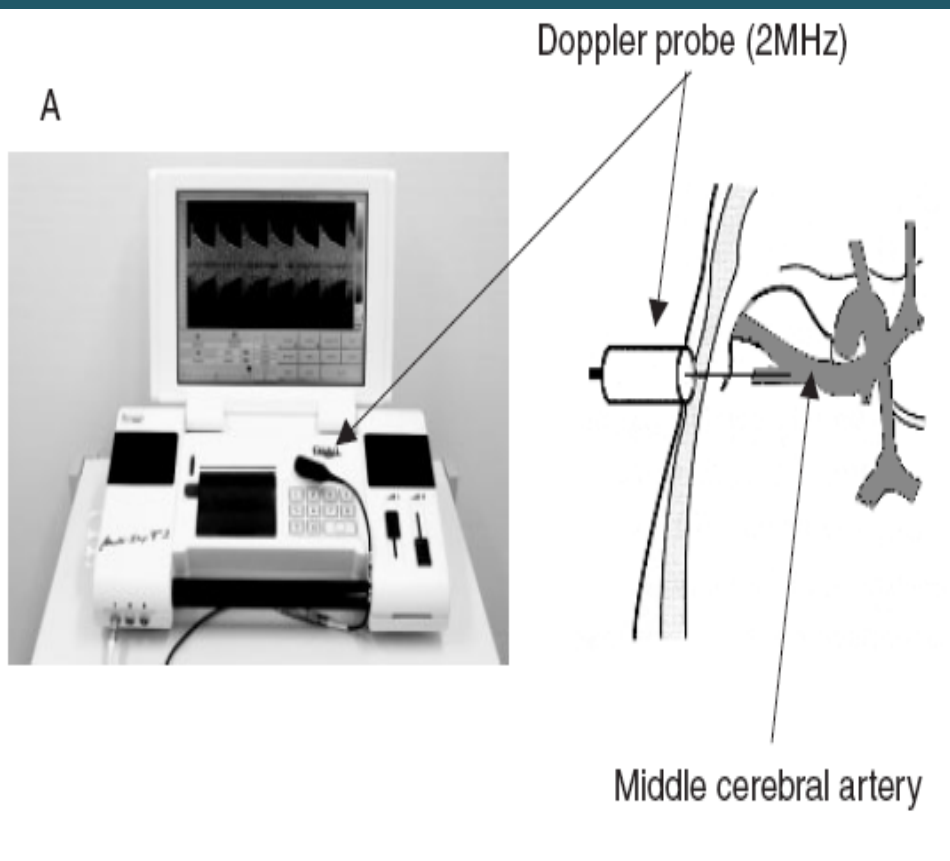
Параметры

- ЛСК (см/сек)
 - Расчетные индексы (Pi, Ri)
-
- Оценка резервов ауторегуляции
 - Диагностика вазоспазма
 - Диагностика смерти мозга

Недостатки:

- Дискретность
- Сложность интерпретации
- Квалифицированный специалист
- Нет акустического окна 5-20%
- Вспомогательный характер
(нет проекции на терапию)

Транскраниальная доплерография

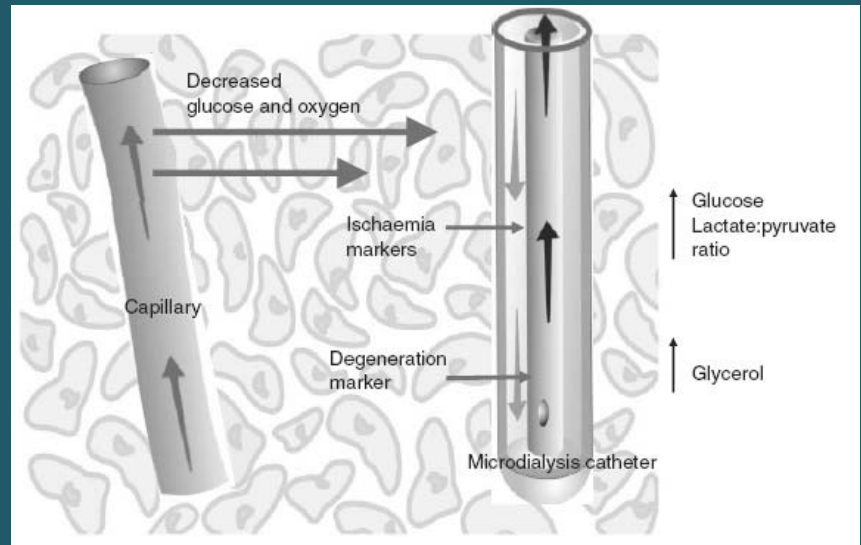
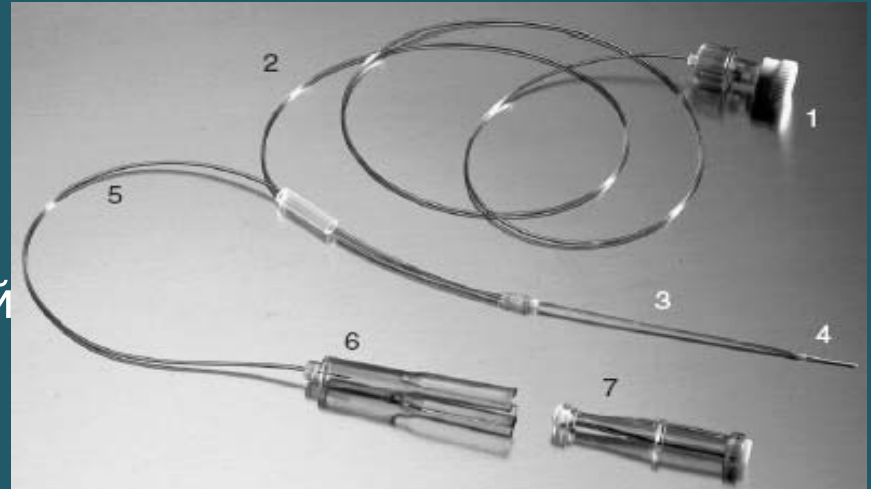


Место в NICU

- Вспомогательный
- Неинвазивный метод
- Сурогатной оценки МК (ЛСК)

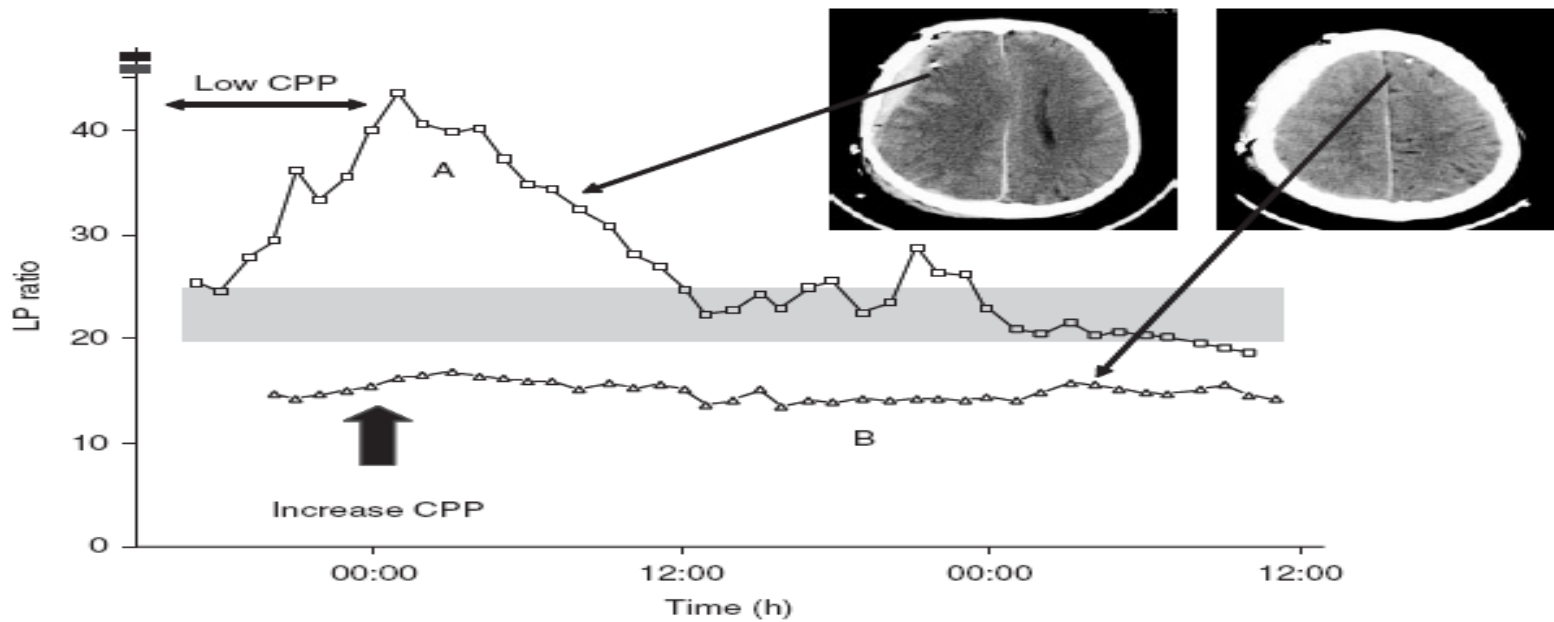
Микродиализ (MD)

- Начало развития MD 1970гг.
- 1990 – катетеры и прикроватный церебральный микродиализ
- (Монитор CMA Microdialysis, Solna, Sweden)



Микродиализ (MD)

маркеры	Норма (SD) Reinstrup et al 2000	Норма(SD) Schulz et al.2000
Глюкоза (моль/л)	1,7 (0,9)	2,1(0,2)
Лактат (моль/л)	2,9(0,9)	3,1(0,3)
Пируват (мкмоль/л)	166(47)	151(12)
Лактат/Пируват	23(4)	19(2)
Глицерол (мкмоль/л)	82(44)	82(12)
ГлютаMAT (мкмоль/л)	16(16)	14 (3,3)



Маркеры вторичного повреждения

Маркеры	ФВП	Комментарии
Снижение глюкозы	Гипоксия/ишемия Снижение доставки глюкозы Гипергликолиз	Оценка глюкозы сыворотки обязательно
Повышение лактат/пируват	Гипоксия/ишемия Снижение ОВР Снижение доставки глюкозы Дисфункция митохондрий	Чувствительный показатель ишемии Не зависит от скорости перфузии Границы гипоксии по соотношению лактат/пируват не установлены
Повышение глицерола	Гипоксия/ишемия Повреждение клеточных мембран	Из общего глицерола или образование из глюкозы
Повышение глутамата	Гипоксия/ишемия Экситоксичность	Высокая вариабельность индивидуальная и групповая

rCBF метод термодилуции

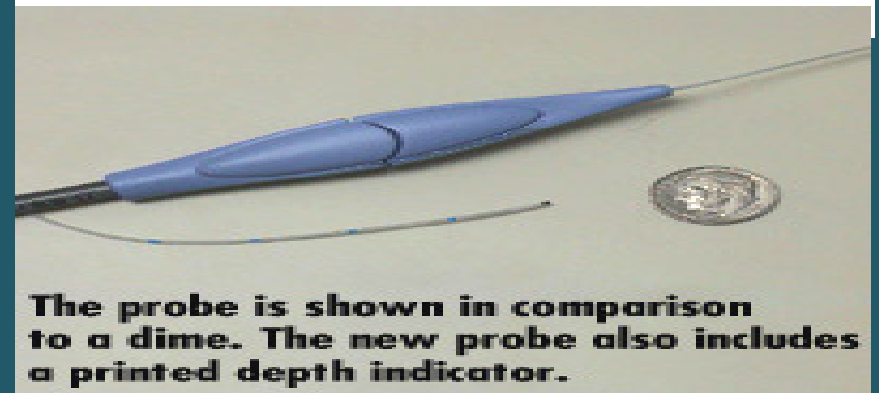
- In vivo калибровка
- Имплантация как ВЧД
- Диаметр около 1 мм
- Датчик на глубину 2-2,5 (белое вещество)
- Участок измерения 4,5-мм в диаметре

Измерение

- до 10 суток
- локальное
- Посекундная дискретность
- Мозговой кровоток
в абсолютных единицах
мл/100г/мин (0-200)



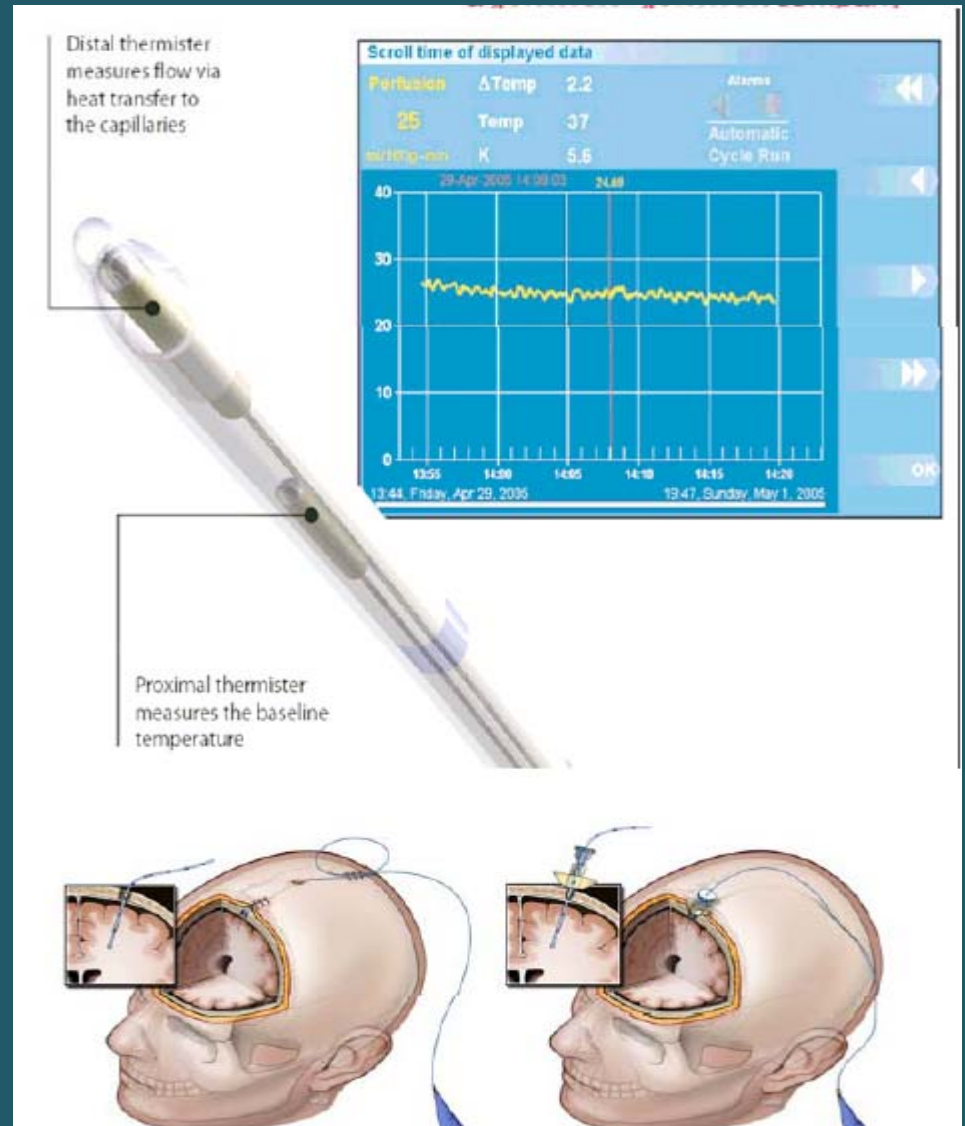
Bowman Perfusion Monitor



The probe is shown in comparison to a dime. The new probe also includes a printed depth indicator.

Bowman perfusion monitor "Hemedex" (Codman)

- Термопара
- Дистальный конец $>2^{\circ}\text{C}$ тканей.
- Два пути передачи тепла:
 - a. кондукция
 - b. конвекция = CBF



Ограничения



Bowman Perfusion Monitor

- Ограниченность участка измерения
- Противопоказано измерение при $T > 40^{\circ} \text{C}$
- Инвазивность
- МРТ?

Развитие нейромониторинга

- По пути трансформации из **активного** в **проактивный** мониторинг (на опережение).
- От мониторинга глобальных показателей к регионарным и локальным показателям.
- Ориентирован на **индивидуализацию** терапии с учетом физиологии пациентов.
- Пересмотр **протоколов** и ориентирование на **новые параметры** ~ функциональные:
 - ✓ МК
 - ✓ оксигенация
 - ✓ метаболизм головного мозга

www.nsicu.ru



Отделение реанимации

w
w
w
.
n
s
i
c
u
.
r
u



М
О
С
К
В
А

НИИ нейрохирургии
им. Бурденко РАМН