



ФГАУ НМИЦ НЕЙРОХИРУРГИИ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА Н.Н. БУРДЕНКО МЗ РФ

Ауторегуляция, перфузия и ВЧД при поврежденном мозге

Отделение реанимации и интенсивной терапии

дмн А.В. Ошоров

16.12.2017 г. Москва



А ...или как управлять мозговым кровотоком при поврежденном мозге И

Отделение реанимации и интенсивной терапии
дмн А.В. Ошоров

«Поврежденный мозг»

Острое повреждение головного мозга не зависимо от этиологии, которое сопровождается:

- отеком мозга
- дислокацией
- масс-эффектом
- церебральной дисциркуляцией
- неврологической симптоматикой

Что подразумеваем

- Острое церебральное повреждение травматической и нейроваскулярной этиологии
- Осложненное постоперационное течение после плановых н/х вмешательств

Специфика МК (СВФ)

- Мозг – 2-3% от массы тела
- Потребление 20% всей энергии, из них:
 - ❑ 50% на синаптическую активность
 - ❑ 25% на электролитный гомеостаз
 - ❑ ~25% биосинтез
- Головной мозг не депонирует Е-субстраты
- Постоянно нуждается в доставке O_2 и глюкозы
 - ❑ Глиальные клетки - $\frac{1}{2}$ V мозга и потребляют < 10% энергии
 - ❑ Нейроны основные потребители глюкозы/энергии

Ауторегуляция

(определение)

Сложный комплекс регуляторных механизмов обеспечивающих постоянство объемного МК

- при изменении функциональной активности головного мозга
- и независимость энергетического (кислородного) обеспечения при различных внешних воздействиях

Ауторегуляция мозгового кровотока

(Вариации в литературе)

- Ауторегуляция мозгового кровотока
- Ауторегуляция объемного мозгового кровотока
- Церебральная ауторегуляция
- Цереброваскулярная ауторегуляция
- Ауторегуляция сосудов головного мозга

Ауторегуляция мозгового кровотока

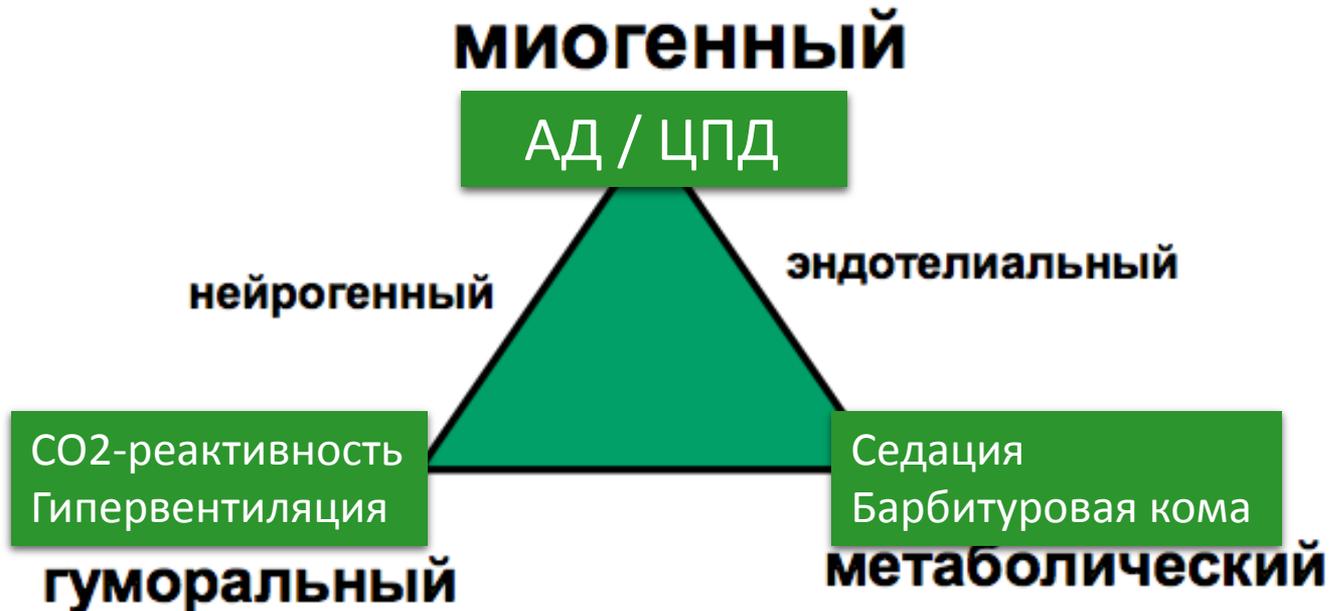
Обеспечивает:

- ❑ **Автономность** от других систем организма
- ❑ **Безопасность** от возмущающих факторов
- ❑ **Гомеостаз**
 - *метаболический*
 - *физиологический*
 - *функциональный*

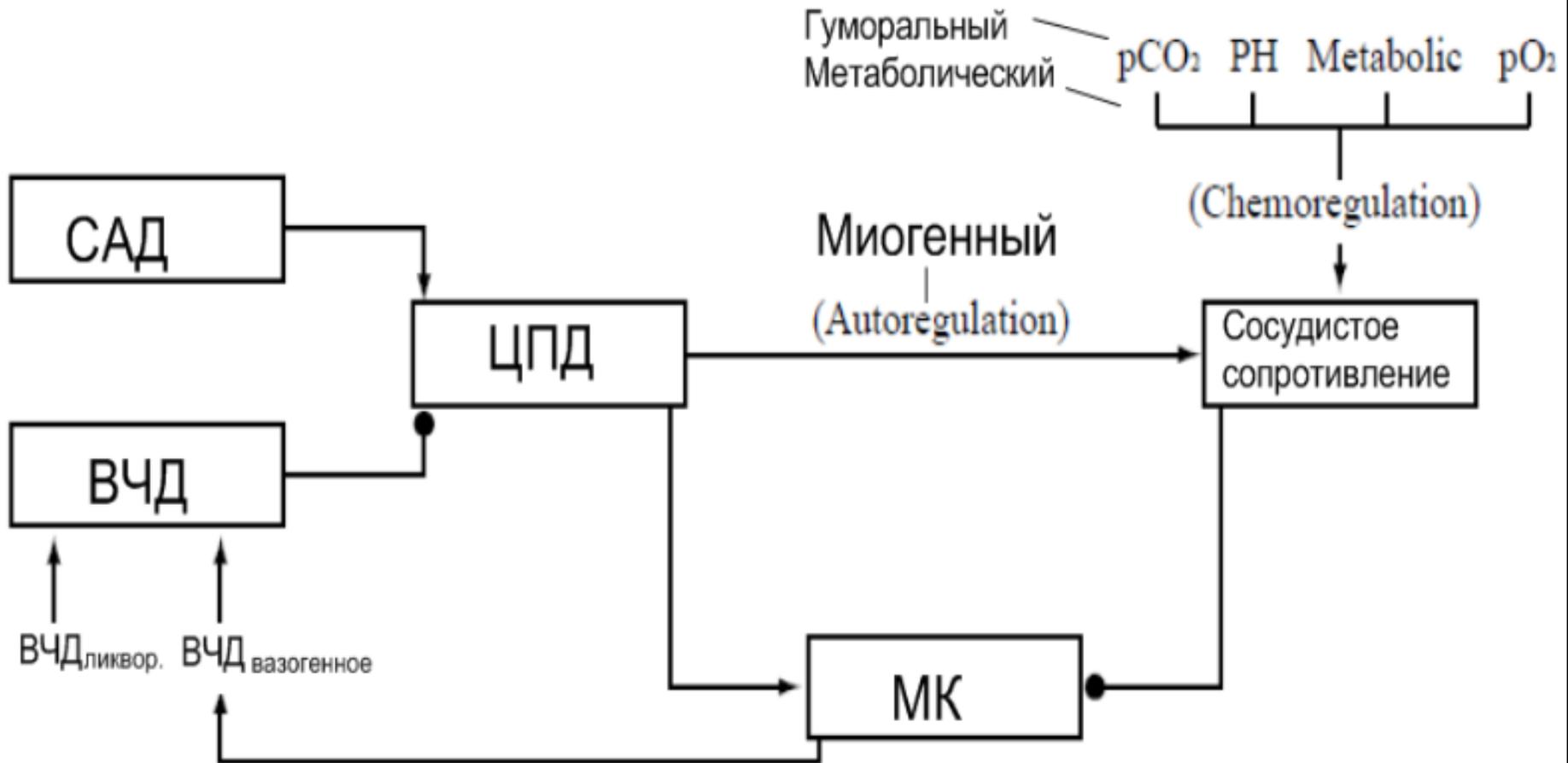
Механизмы ауторегуляции мозгового кровотока



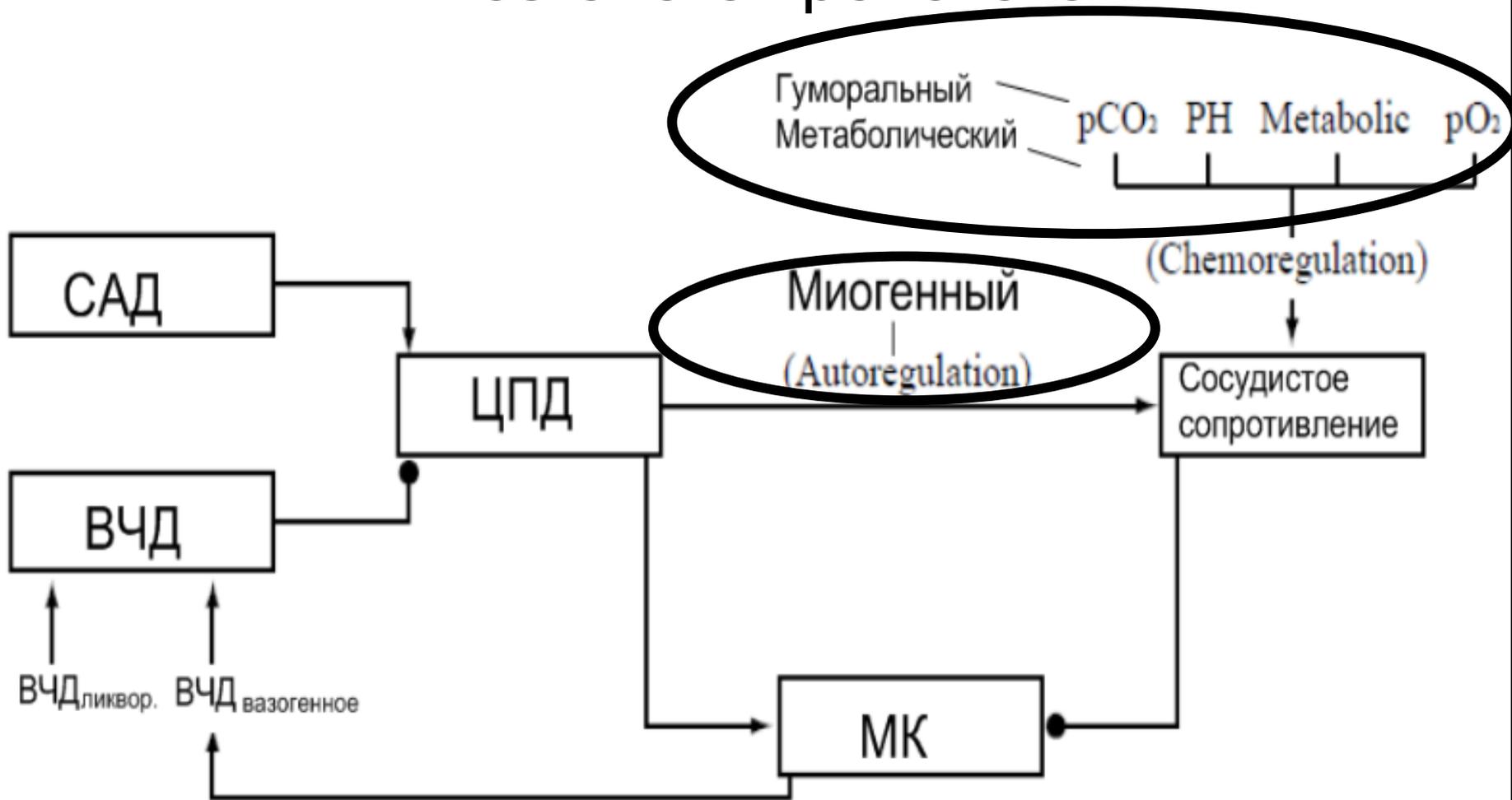
Механизмы ауторегуляции мозгового кровотока



Механизмы ауторегуляции мозгового кровотока



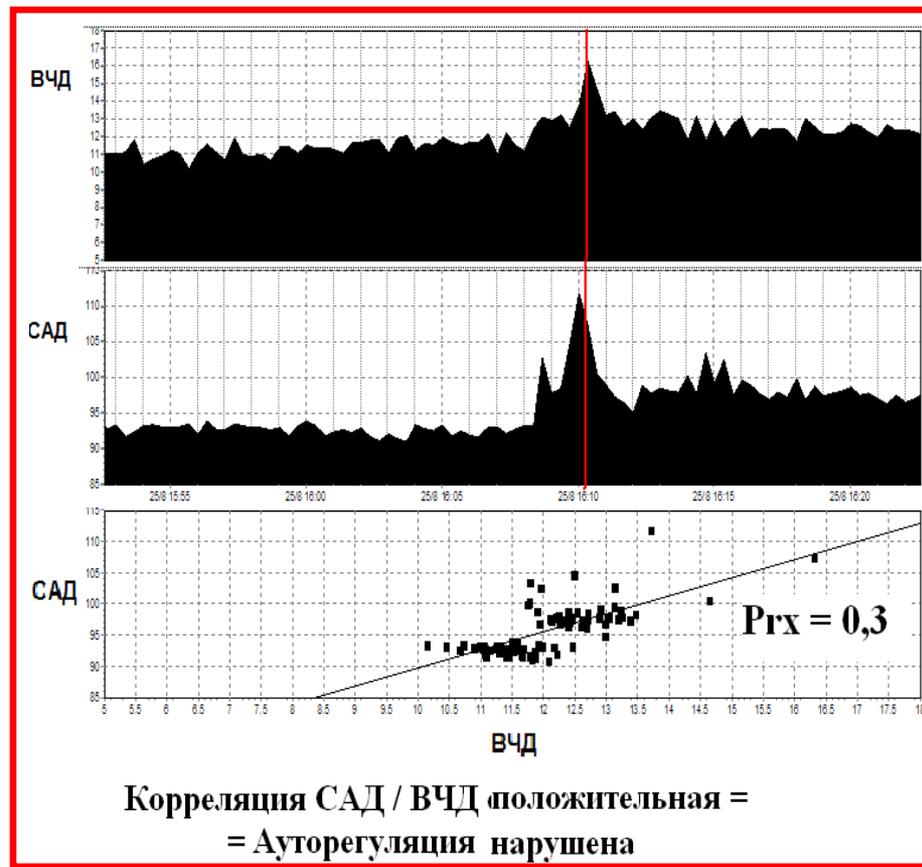
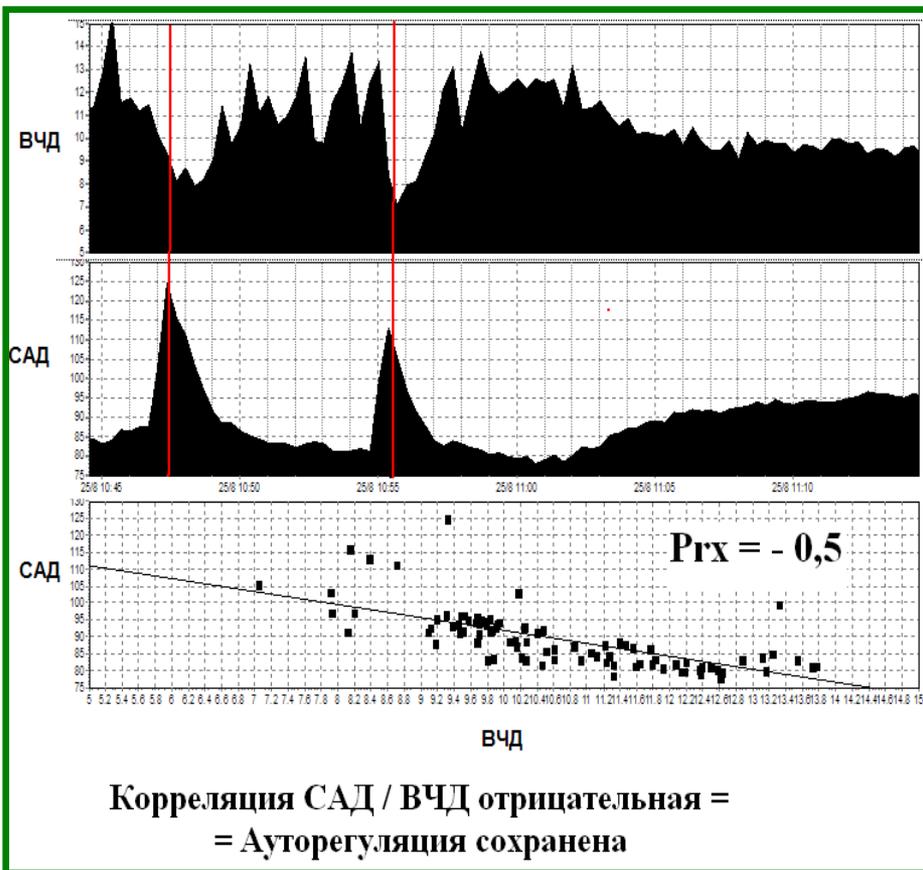
Механизмы ауторегуляции мозгового кровотока



Механизмы ауторегуляции мозгового кровотока



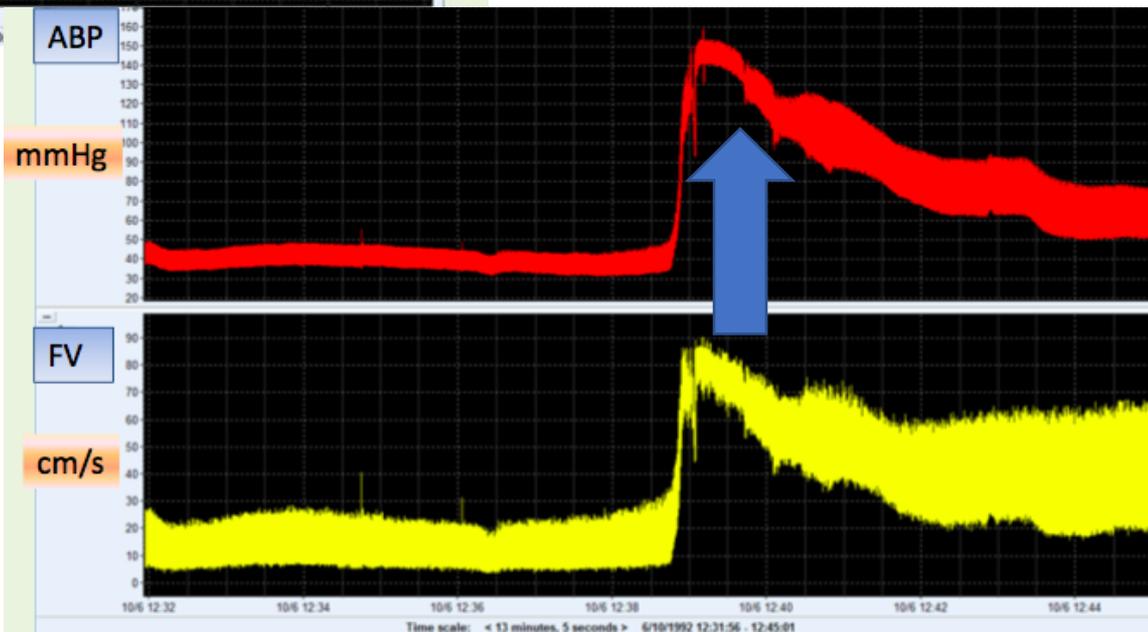
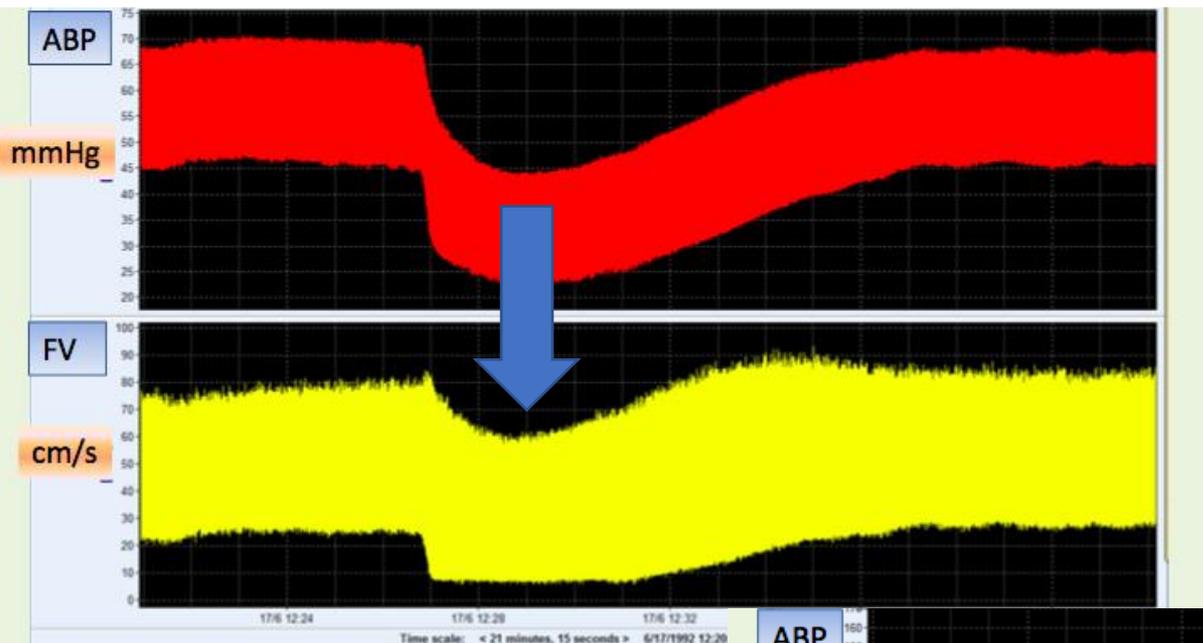
Оценка ауторегуляции по «скользящему» коэффициенту корреляции R_{rx}



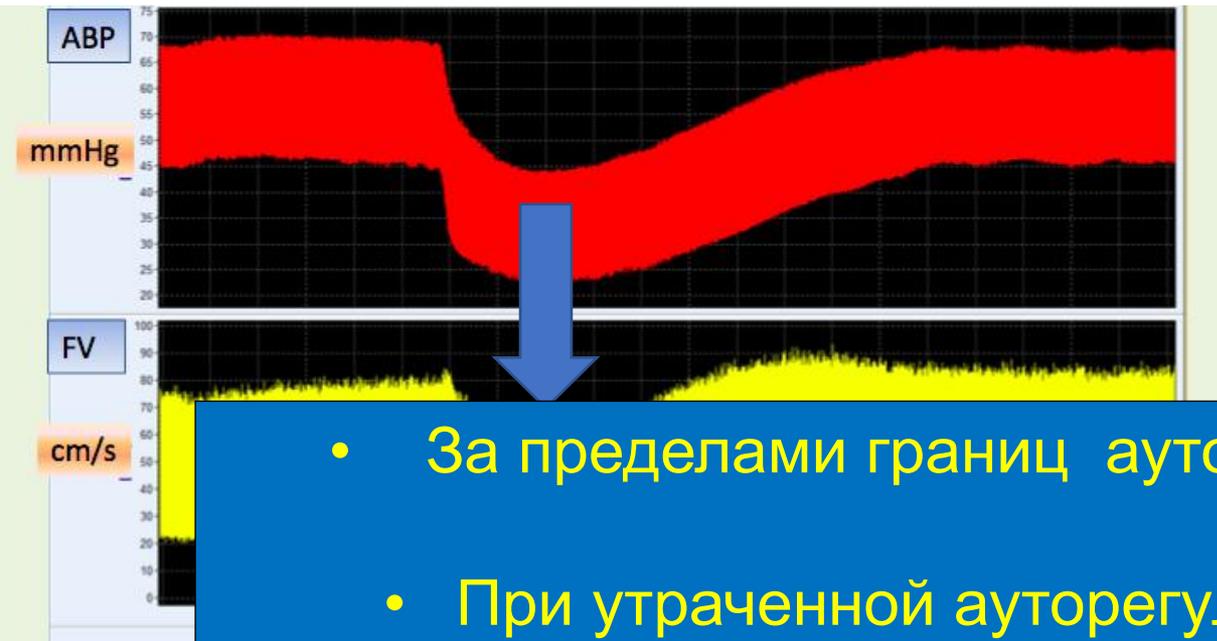
Корреляционные индексы ауторегуляции

Index	Variables	Reference
* Mx (mean index, TCD-derived)	FVm/ CPP	Czosnyka M, <i>et al.</i> Monitoring of cerebral autoregulation in head-injured patients. <i>Stroke</i> . 1996;27:1829–34.
* PRx (pressure reactivity index)	ICP/MAP	Czosnyka M, <i>et al.</i> Continuous assessment of the cerebral vasomotor reactivity in head injury. <i>Neurosurgery</i> . 1997;41:11–7.
LDx (Doppler flowmetry index, laser Doppler flow-derived)	LDF/ CPP	Lam JM, <i>et al.</i> Monitoring of autoregulation using laser doppler flowmetry in patients with head injury. <i>J Neurosurg</i> . 1997;86:438–45.
* ORx (brain tissue oxygen reactivity index)	PbtO ₂ / CPP	Jaeger M, <i>et al.</i> Continuous assessment of cerebrovascular autoregulation after traumatic brain injury using brain tissue oxygen pressure reactivity. <i>Crit Care Med</i> . 2006;34:1783–8.
COx (cerebral oximetry index, NIRS-derived, Somanetics)	HbO ₂ / MAP	Brady KM, <i>et al.</i> Continuous time-domain analysis of cerebrovascular autoregulation using near-infrared spectroscopy. <i>Stroke</i> . 2007;38:2818–25.
* TOx (tissue oxygenation index, NIRS-derived, Hamamatsu)	TOI/ MAP	Steiner LA, <i>et al.</i> Near-infrared spectroscopy can monitor dynamic cerebral autoregulation in adults. <i>Neurocrit Care</i> . 2009;10(1):122–8.
HVx (haemoglobin volume index, NIRS-derived, Somanetics)	rTHb/ MAP	Lee JK, <i>et al.</i> Noninvasive autoregulation monitoring in a Swine model of pediatric cardiac arrest. <i>Anesth Analg</i> . 2012;114(4):825–36.
THx (total haemoglobin reactivity index, NIRS-derived, Hamamatsu)	TH/ MAP	Zweifel C, <i>et al.</i> Noninvasive monitoring of cerebrovascular reactivity with near infrared spectroscopy in head-injured patients. <i>J Neurotrauma</i> . 2010;27(11):1951–8.
PAx (pressure–amplitude index)	AMP/ MAP	Radolovich DK, <i>et al.</i> Pulsatile intracranial pressure and cerebral autoregulation after traumatic brain injury. <i>Neurocrit Care</i> . 2011;15(3):379–86.
IAAC (single wave ICP-ABP amplitude correlation)	ICP _{SWA} / ABP _{SWA}	Eide PK, <i>et al.</i> Pressure-derived versus pressure wave amplitude-derived indices of cerebrovascular pressure reactivity in relation to early clinical state and 12-month outcome following aneurysmal subarachnoid hemorrhage. <i>J Neurosurg</i> . 2012;116(5):961–71.

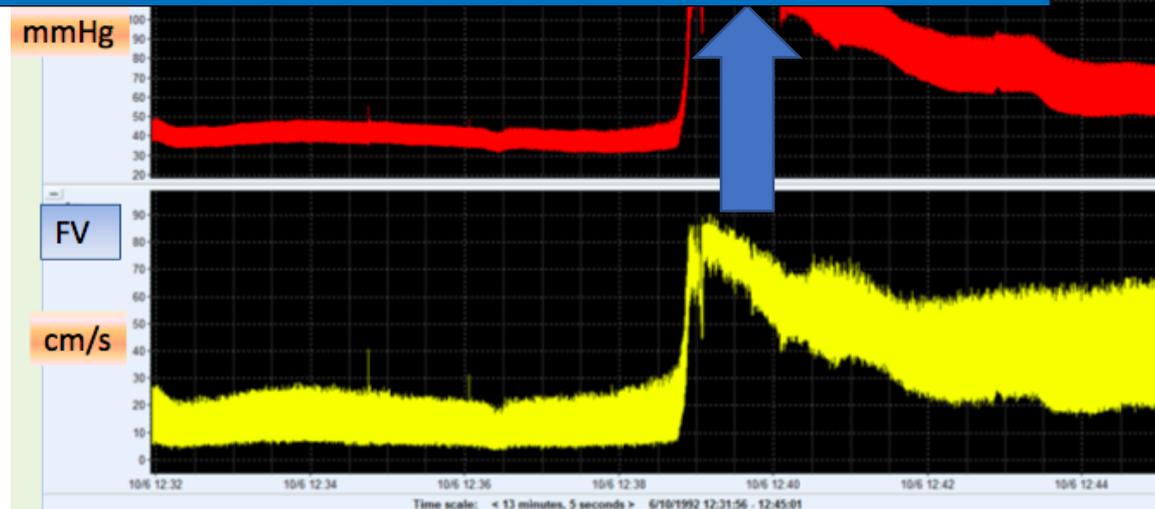
Можно ли через АД воздействовать на МК?



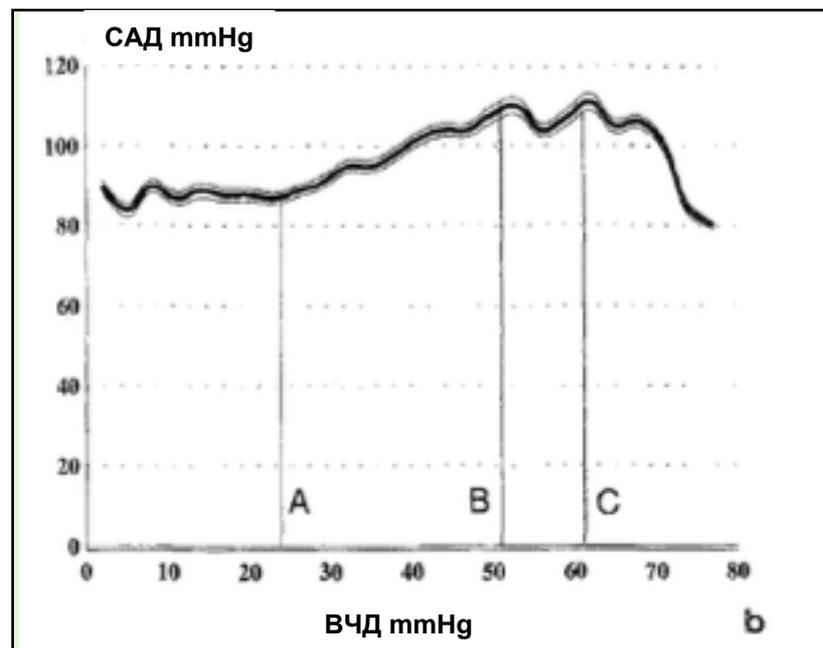
Можно ли через АД воздействовать на МК?



- За пределами границ ауторегуляции МК
- При утраченной ауторегуляции МК (?)

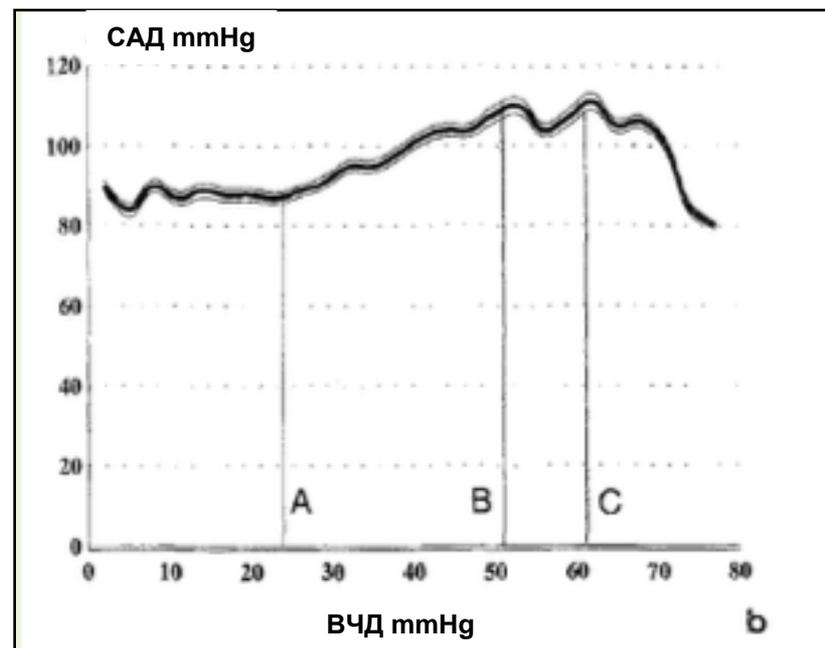
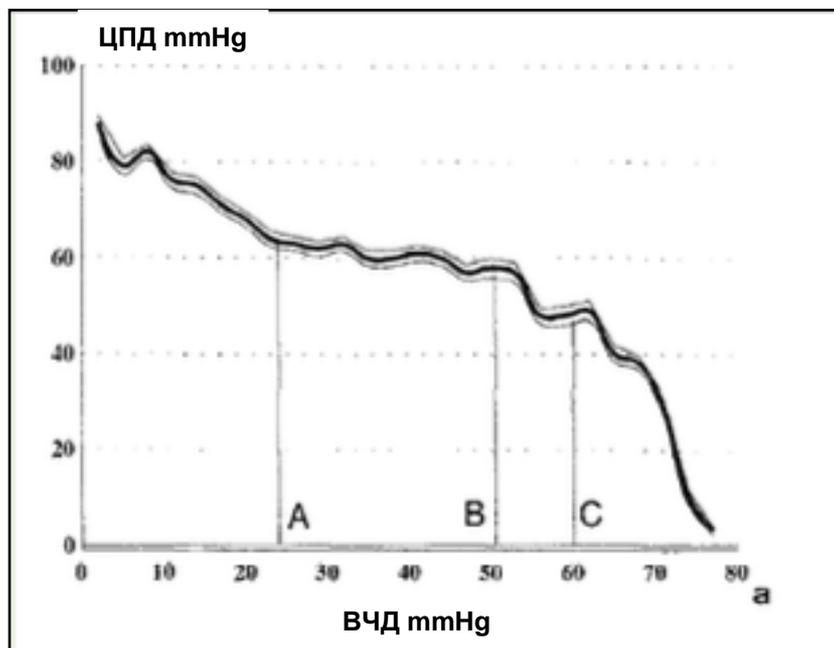


Контроль только АД не гарантирует адекватность перфузии мозга



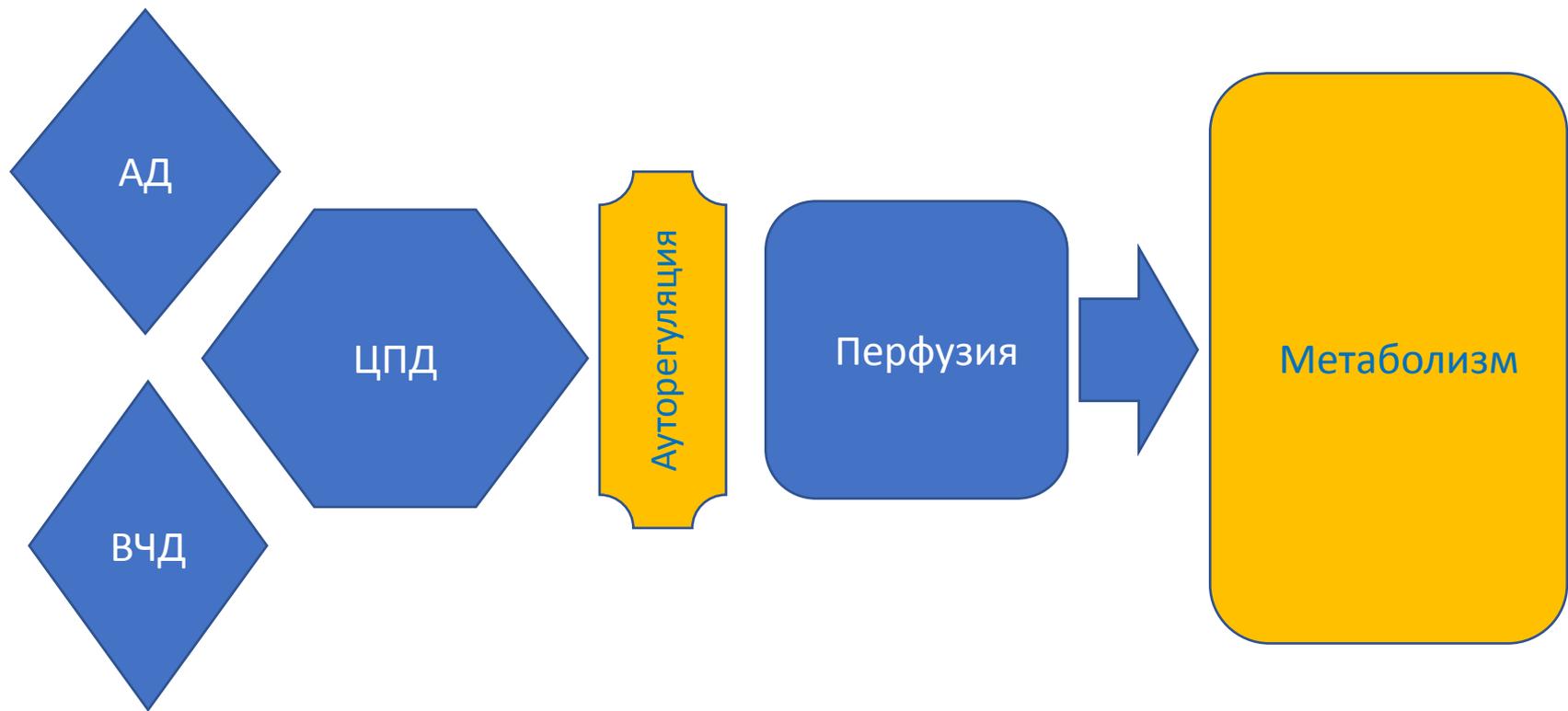
Из презентации М.Сzosnyка (Data from Wakefield, early 1990s)

Контроль только АД не гарантирует адекватность перфузии мозга



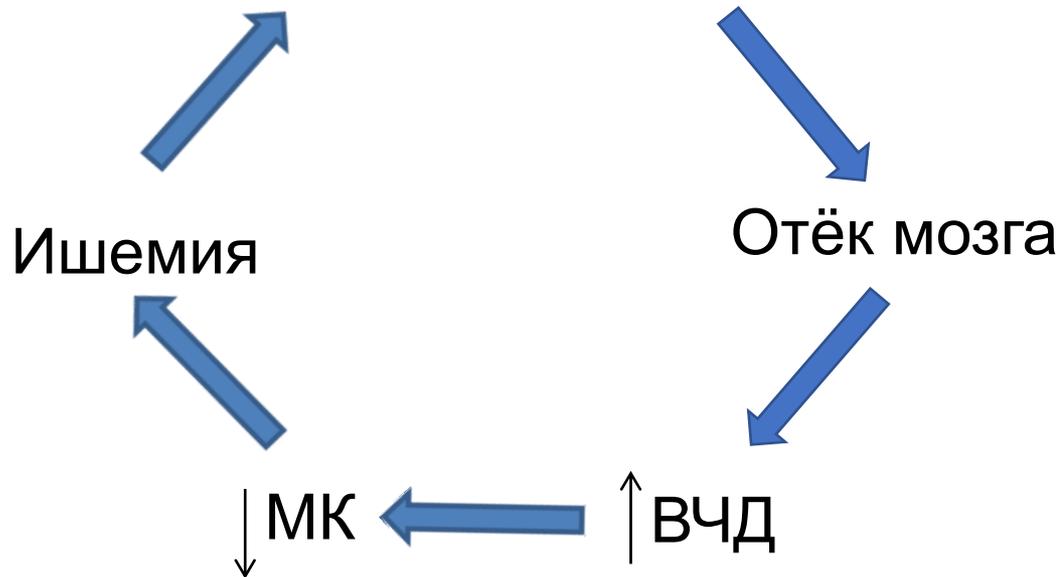
Из презентации М.Сzosnyка (Data from Wakefield, early 1990s)

Управление и мониторинг церебральной гемодинамики в NICU



Патогенез при остром церебральном повреждении

Повреждение мозга I и II



Частота ВЧГ при различной патологии ЦНС

<input type="checkbox"/> Черепно-мозговая травма	40-45%
<input type="checkbox"/> Внутричерепные кровоизлияния	40-45%
<input type="checkbox"/> Полушарный инсульт	30-40%
<input type="checkbox"/> САК	10-54%

Внутричерепная гипертензия приводит:

- нарушению МК
- формированию церебральной ишемии
- дислокации и вклинению
- высокой летальности и инвалидизации



Douglas J. Miller

Miller JD, Stanek A, Langfitt TW.
Concepts of cerebral perfusion pressure
and vascular compression during
intracranial hypertension. *Prog Brain Res*
1972; 35:411-32

Intracranial Pressure (ICP)

Cerebral Perfusion Pressure (CPP)

Intracranial Pressure waveform

Перфузия

Объем крови проходящей через ткань органа

Для мозга - это объемный мозговой кровоток

(Cerebral Blood Flow)

Измеряется в мл /100 грамм/минуту (ml/100g/min)

Перфузия мозга (СВФ)

```
graph TD; A[Перфузия мозга (СВФ)] --> B[Норма: А-В градиент]; A --> C[При патологии: ЦПД = САД - ВЧД]; B --> D[Венозное давление = ВЧД]; C --> E[ВЧД >> Венозное давление];
```

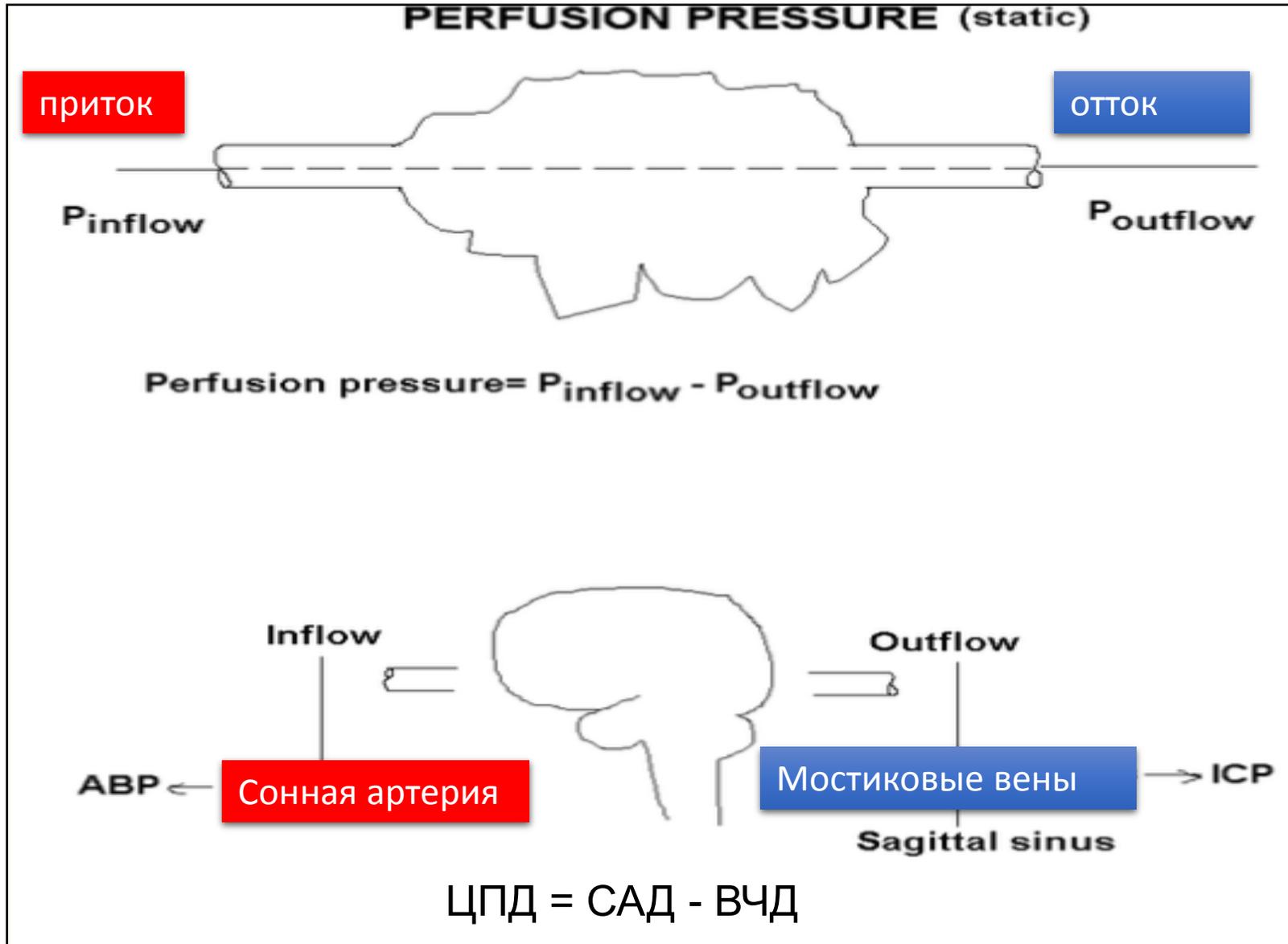
Норма:
А-В градиент

Венозное
давление = ВЧД

При патологии:
ЦПД = САД - ВЧД

ВЧД >> Венозное
давление

Перфузионное давление



Варианты расчета ЦПД

$CPP = \text{meanABP} - \text{meanJugularVeinPressure}$

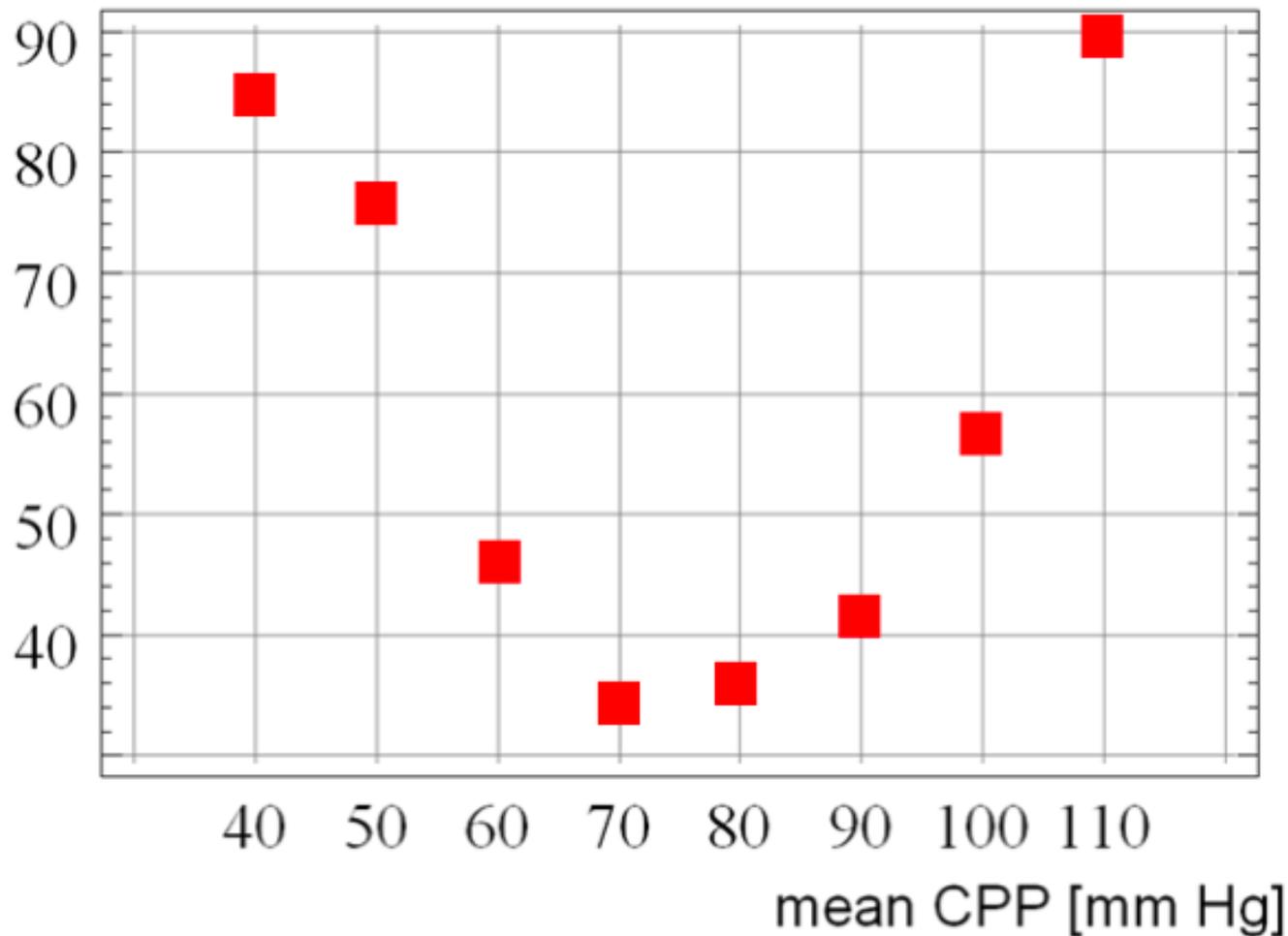
$CPP = \text{meanABP} - \text{meanSagittalSinusPressure}$

$CPP = \text{meanABP} - \text{mean ICP}$

$CPP = \text{meanABP} - \text{meanCriticalClosingPressure}$

Outcome seems to be associated with mean CPP (529 head injuries, Addenbrooke's Hospital)

% of unfavourable outcome



International (2007) and Russian (2006) Guidelines

- Контроль ВЧД < 20 mmHg
- Не допускать ЦПД < 50 mmHg
- Обеспечивать ЦПД 50 - 70 mmHg

International (2007) and Russian (2006) Guidelines

- Контроль ВЧД < 20 mmHg
- Не допускать ЦПД < 50 mmHg
- Обеспечивать ЦПД 50 - 70 mmHg

One size doesn't fit all?

D.Menon

Где границы ЦПД?

The Lower Limit of Cerebral Blood Flow Autoregulation Is Increased with Elevated Intracranial Pressure

Ken M. Brady, MD*

Jennifer K. Lee, MD*

Kathleen K. Kibler, BS*

Ronald B. Easley, MD*

Raymond C. Koehler, PhD*

Marek Czosnyka, PhD†

Peter Smielewski, PhD†

Donald H. Shaffner, MD*

BACKGROUND: The cerebral perfusion pressure that denotes the lower limit of cerebral blood flow autoregulation (LLA) is generally considered to be equivalent for reductions in arterial blood pressure (ABP) or increases in intracranial pressure (ICP). However, the effect of decreasing ABP at different levels of ICP has not been well studied. Our objective in the present study was to determine if the LLA during arterial hypotension was invariant with ICP.

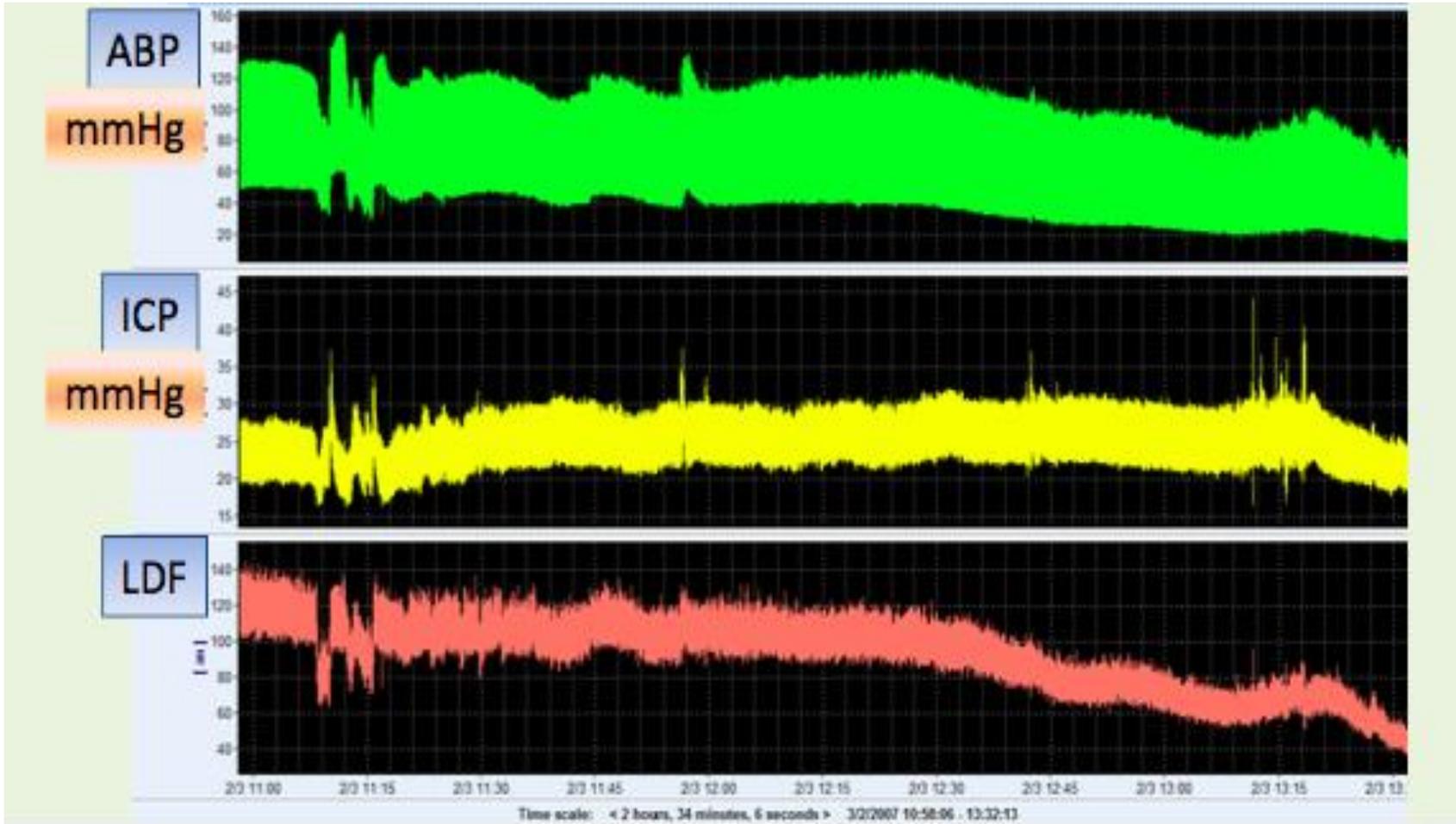
METHODS: Using continuous ventricular fluid infusion, anesthetized piglets were assigned to 1 of 3 groups: naïve ICP ($n = 10$), moderately elevated ICP (20 mm Hg; $n = 11$), or severely elevated ICP (40 mm Hg; $n = 9$). Gradual hypotension was induced by inflation of a balloon catheter in the inferior vena cava. The LLA was determined by monitoring cortical laser-Doppler flux.

RESULTS: The naïve ICP group had an average CPP at the LLA (LLA_{CPP}) of 29.8 mm Hg (95% CI: 26.5–33.0 mm Hg). However, the moderately elevated ICP group had a mean LLA_{CPP} of 37.6 mm Hg (95% CI: 32.0–43.2 mm Hg), and the severely elevated ICP group had a mean LLA_{CPP} of 51.4 mm Hg (95% CI: 41.2–61.7 mm Hg). The LLA significantly differed among groups, and the increase in LLA correlated with the increase in ICP.

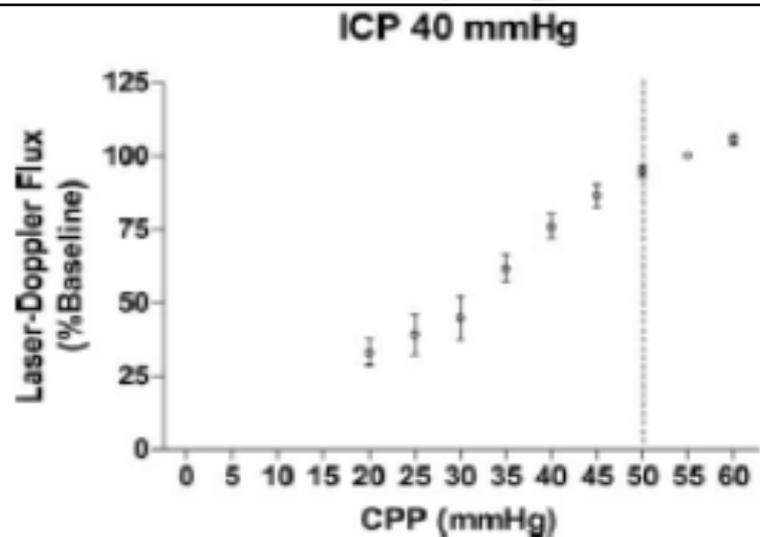
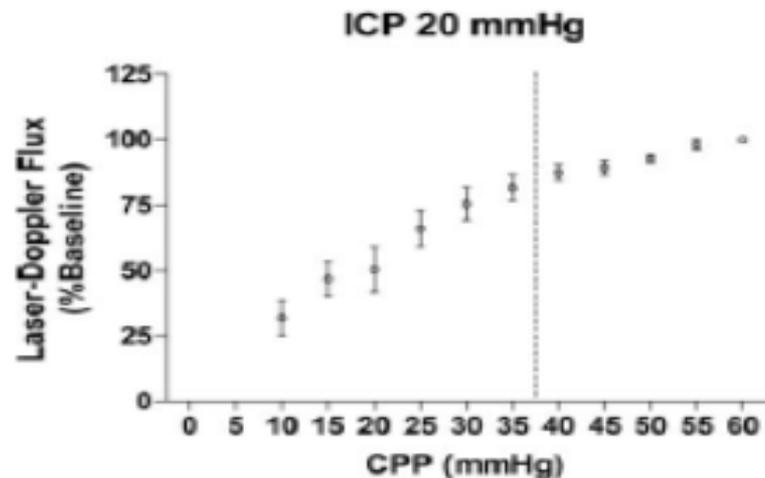
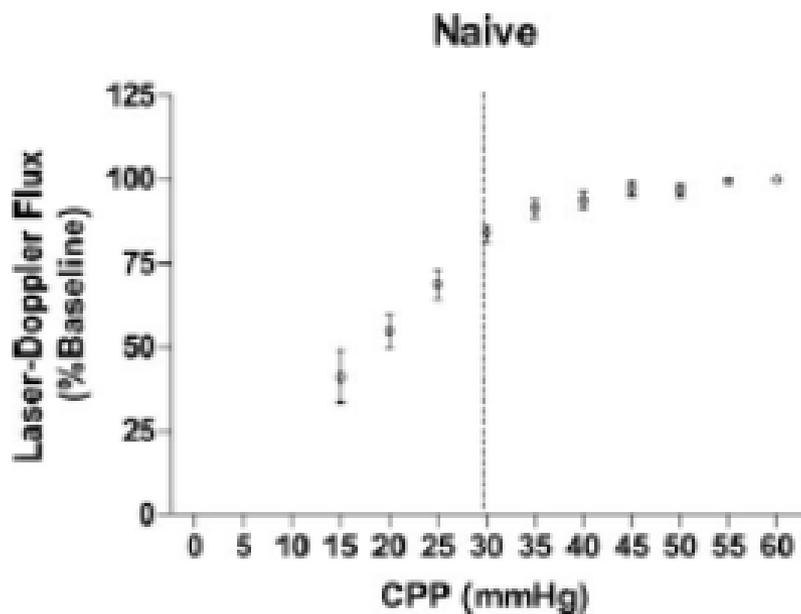
CONCLUSIONS: In this atraumatic, elevated ICP model in piglets, the LLA had a positive correlation with ICP, which suggests that compensating for an acute increase in ICP with an equal increase in ABP may not be sufficient to prevent cerebral ischemia.

(Anesth Analg 2009;108:1278–83)

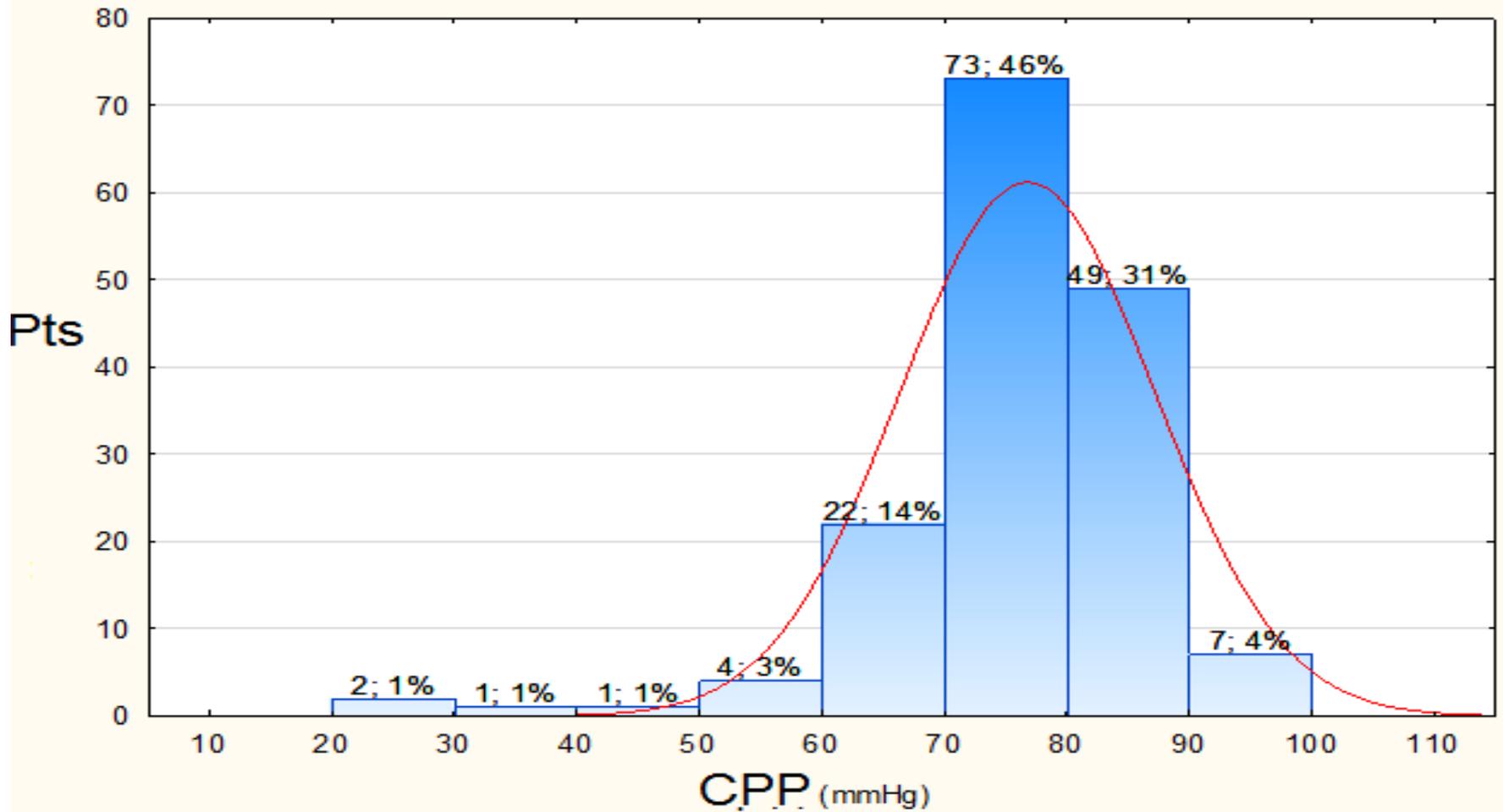
The Lower Limit of Cerebral Blood Flow Autoregulation Is Increased with Elevated Intracranial Pressure



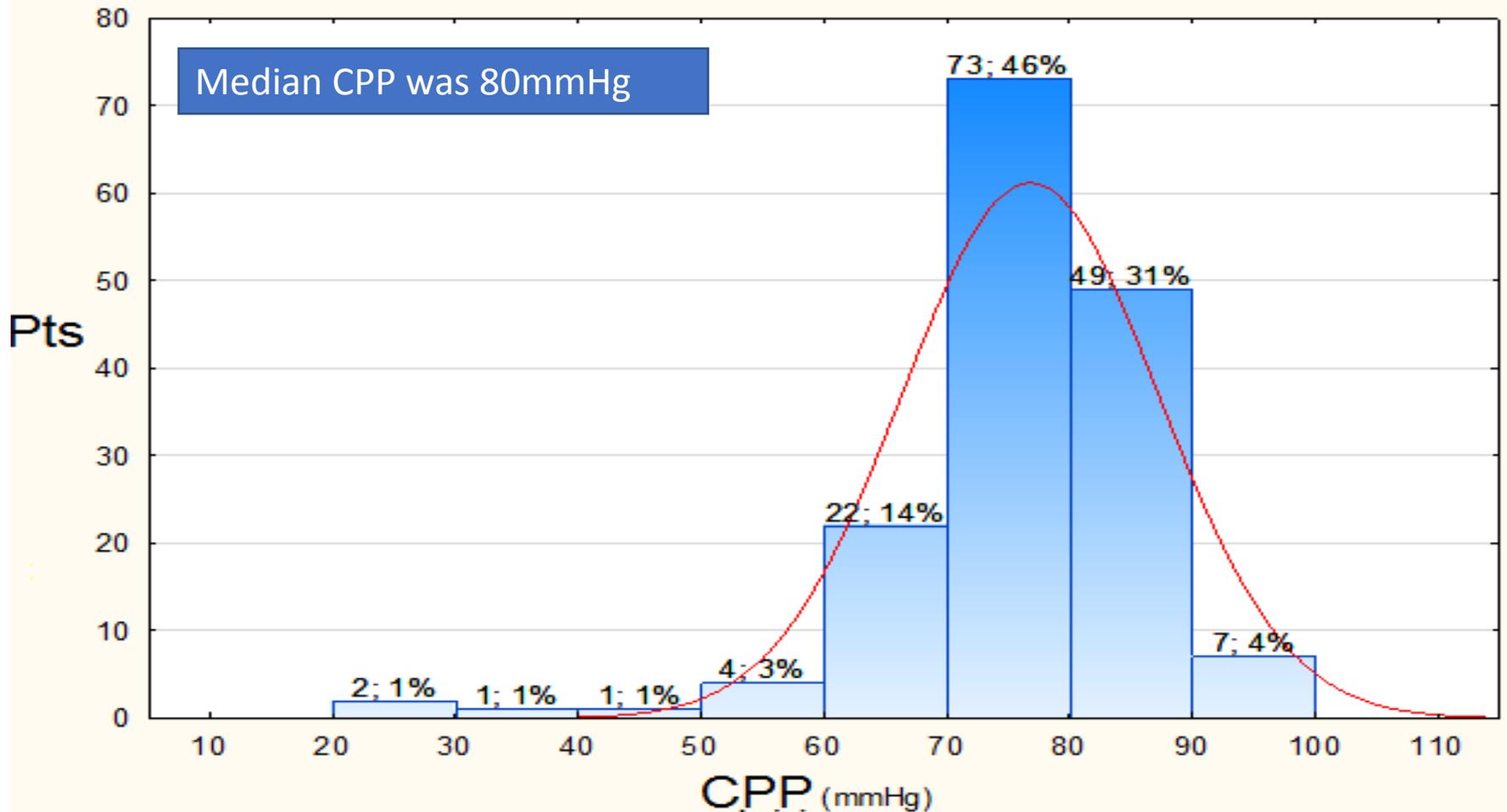
При повышении ВЧД – границы ЦПД «смещаются вправо»



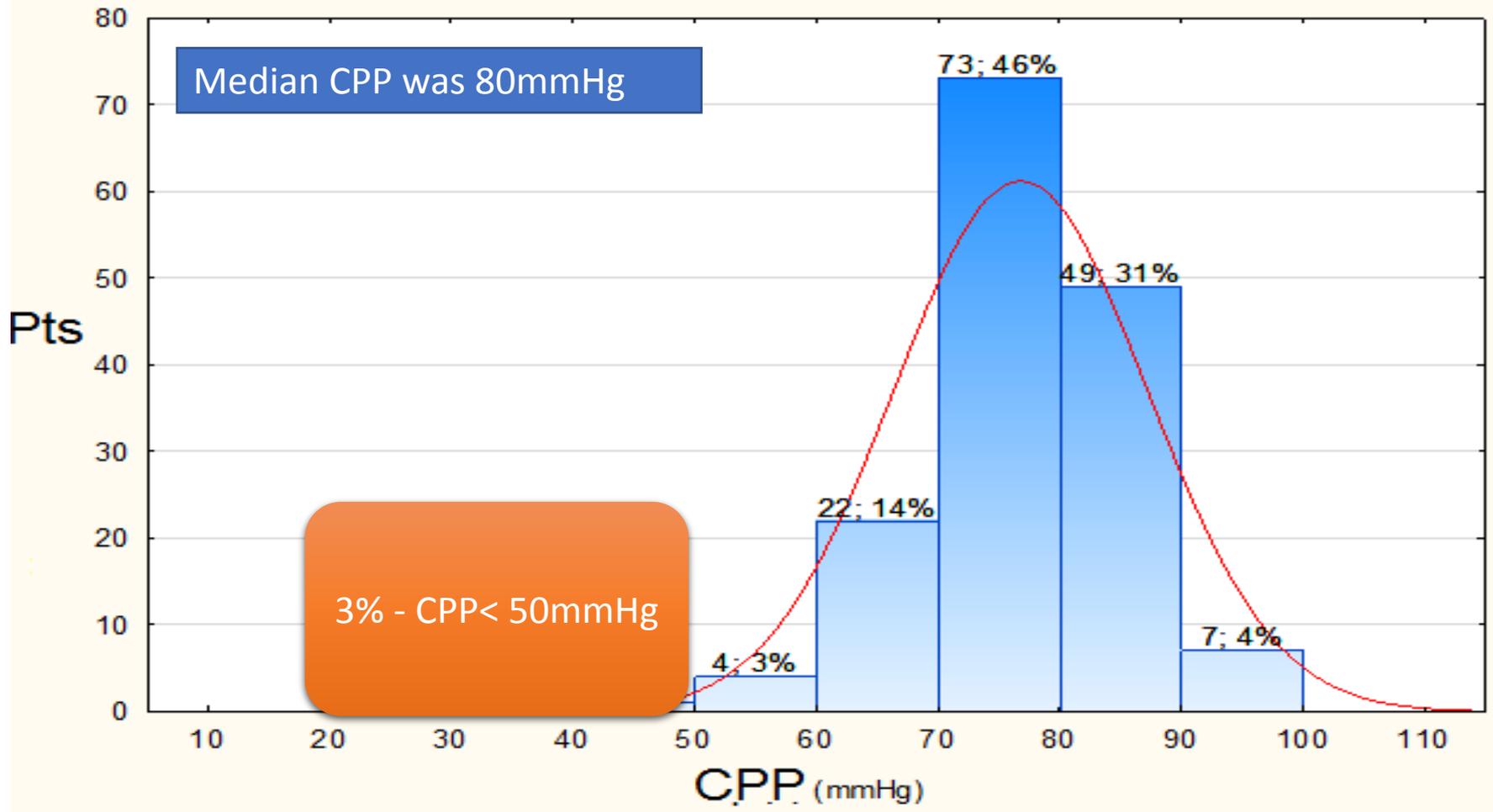
Data of monitoring 159 pts with severe TBI (Burdenko Neurosurgery Institute. Moscow)



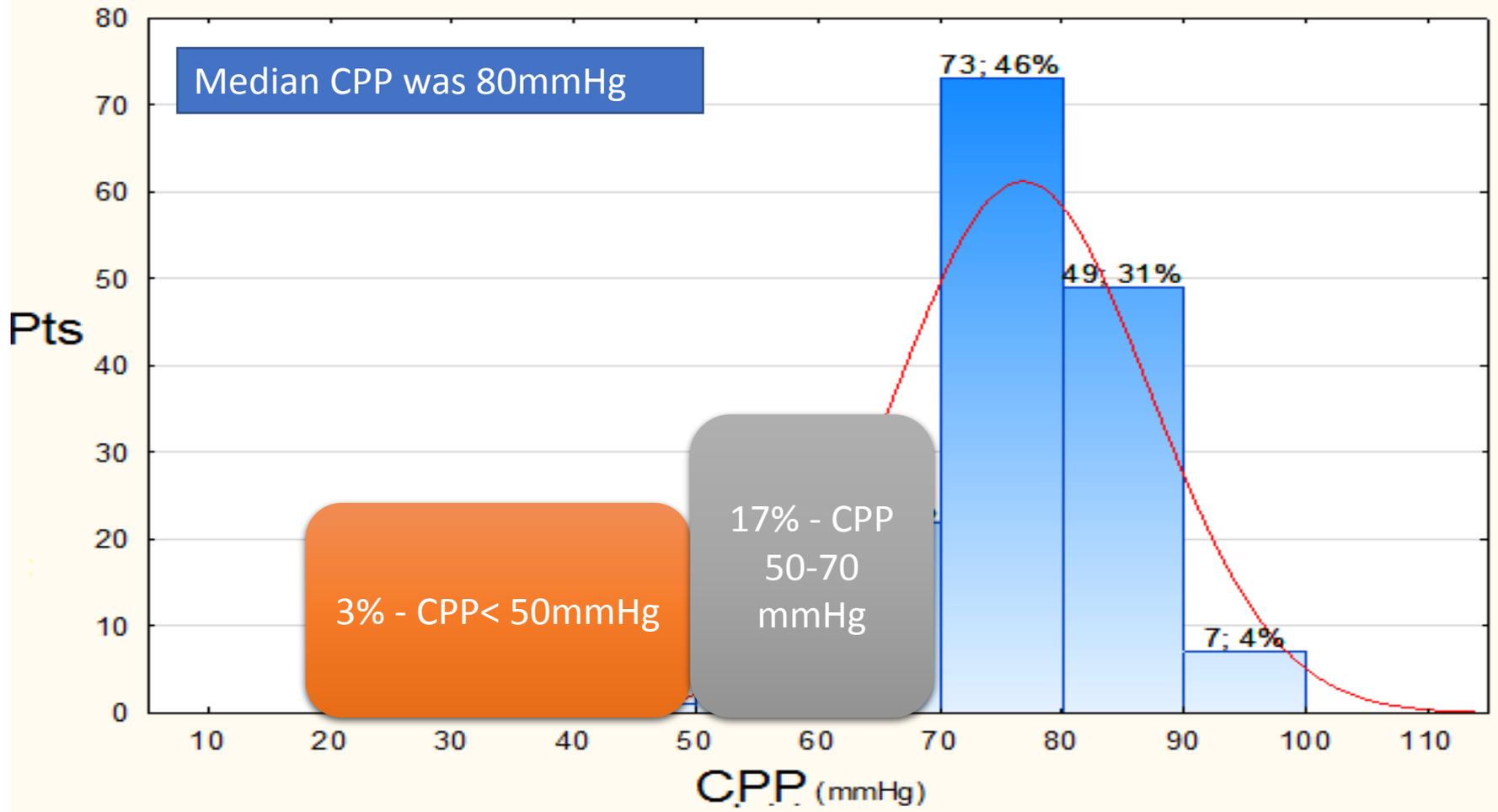
Data of monitoring 159 pts with severe TBI (Burdenko Neurosurgery Institute. Moscow)



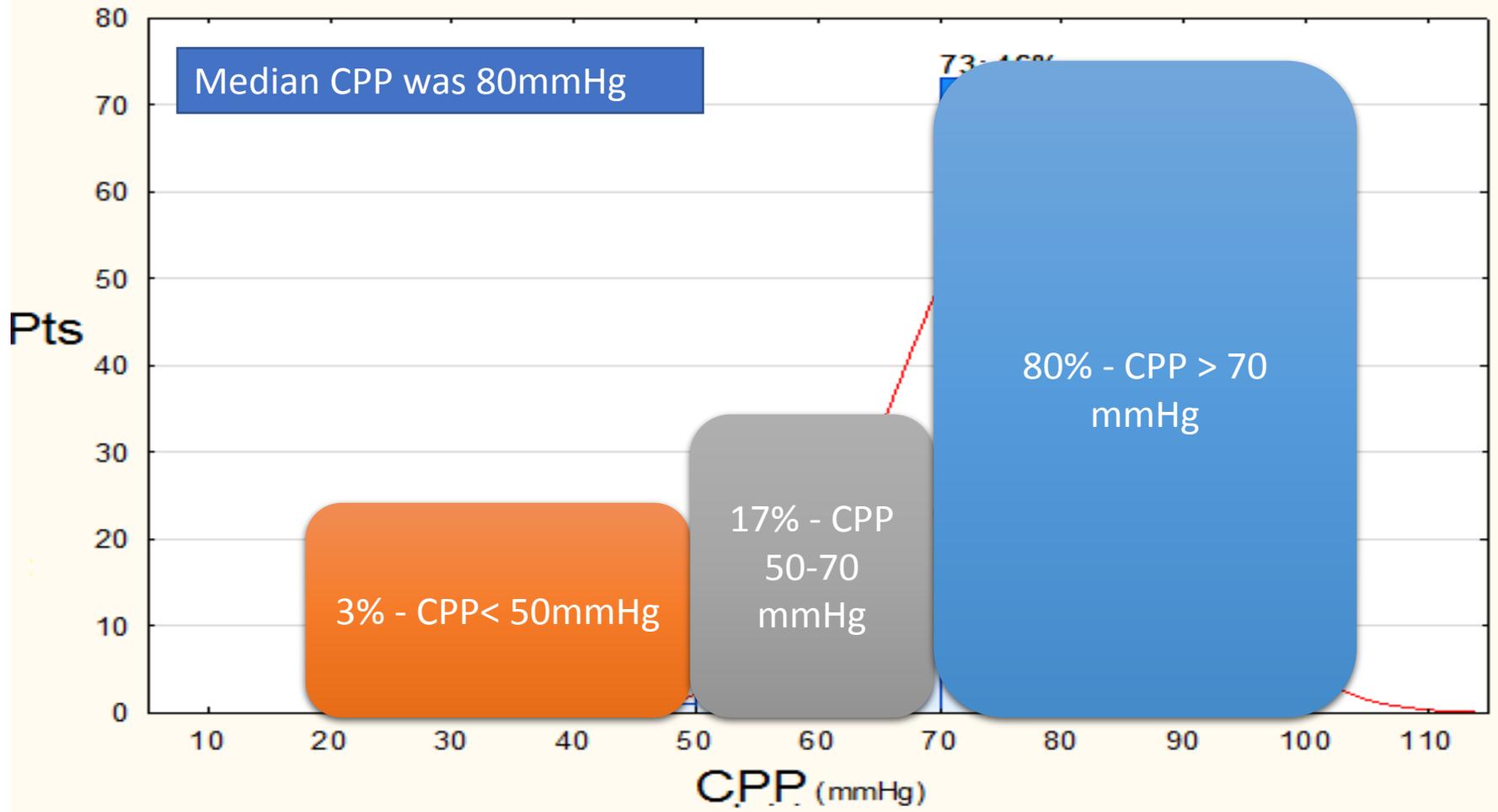
Data of monitoring 159 pts with severe TBI (Burdenko Neurosurgery Institute. Moscow)



Data of monitoring 159 pts with severe TBI (Burdenko Neurosurgery Institute. Moscow)

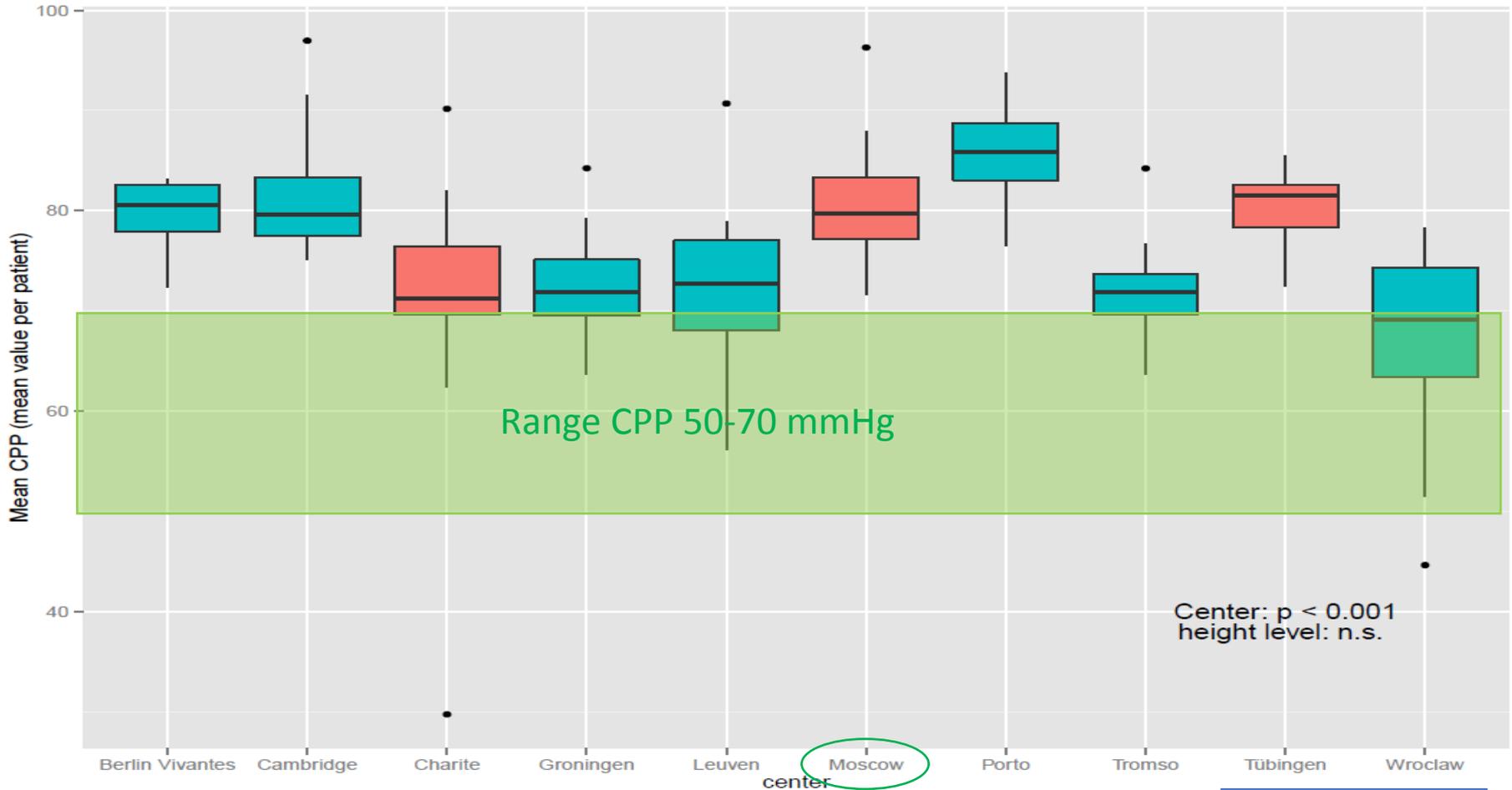


Data of monitoring 159 pts with severe TBI (Burdenko Neurosurgery Institute. Moscow)



Pilot study of 10 European centers

N=200 pts



With permission S.Wolf

Adherence to Guidelines for management of CPP it's not so good

Mostly European centers prefer CPP > 70 mmHg



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Critical Care

journal homepage: www.jccjournal.org



Adherence to guidelines for management of cerebral perfusion pressure and outcome in patients who have severe traumatic brain injury^{☆,☆☆}



Donald E.G. Griesdale, MD, MPH, FRCPC^{a,b,c,*}, Victoria Örténwall^d, Monica Norena, MSc^e, Hubert Wong, BASC, PhD^{e,f}, Mypinder S. Sekhon, MD, FRCPC^a, Leif Kolmodin^a, William R. Henderson, MD, FRCPC^a, Peter Dodek, MD, MHSc, FRCPC^{a,e}

^a Division of Critical Care Medicine, Department of Medicine, University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada

^b Department of Anesthesiology, Pharmacology and Therapeutics University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada

^c Centre for Clinical Epidemiology and Evaluation, Vancouver Coastal Health Research Institute, Vancouver British Columbia, Canada

^d Department of Anaesthesiology and Critical Care Medicine, Lund University, Lund, Sweden

^e Centre for Health Evaluation & Outcome Sciences, Providence Health Care and University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada

^f School of Population and Public Health, University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada

5. Conclusion

In conclusion, we demonstrated poor adherence to the CPP thresholds as outlined by the BTF guidelines and that for most of the time, CPP was maintained greater than 70 mm Hg. On multivariable regression, the proportion of time spent in the recommended range of 50 to 70 mm Hg was not associated with hospital mortality, but the proportion of time spent greater than 70 mm Hg was associated with decreased mortality, and the proportion of time spent less than 50 mm Hg was associated with increased mortality.

Supplementary data to this article can be found online at <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrc.2014.07.026>.



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Critical Care

journal homepage: www.jccjournal.org



Приверженность международным рекомендациям по обеспечению ЦПД и исходы у пострадавших с тяжелой ЧМТ



Donald E.G. Griesdale, MD, MPH, FRCPC ^{a,b,c,*}, Victoria Örténwall ^d, Monica Norena, MSc ^e, Hubert Wong, BASC, PhD ^{e,f}, Mypinder S. Sekhon, MD, FRCPC ^a, Leif Kolmodin ^a, William R. Henderson, MD, FRCPC ^a, Peter Dodek, MD, MHSc, FRCPC ^{a,e}

^a Division of Critical Care Medicine, Department of Medicine, University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada

^b Department of Anesthesiology, Pharmacology and Therapeutics University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada

^c C

Плохая приверженность рекомендациям
Чаще ЦПД > 70 мм рт. ст.

Установлено:

- длительность ЦПД 50-70 - не влияла на внутрибольничную летальность
- длительность ЦПД > 70 – ассоциирована со снижением летальности
- длительность ЦПД < 50 – ассоциирована с увеличением летальности

International and Russian Guidelines

- Контроль ВЧД > 20 mmHg
- Не допускать ЦПД < 50 mmHg
- Обеспечивать ЦПД 50 - 70 mmHg
- **Допускается высокие значения ЦПД > 70 mmHg при сохранной ауторегуляции**

International and Russian Guidelines

- Контроль ВЧД > 20 mmHg
- Не допускать ЦПД < 50 mmHg
- Обеспечивать ЦПД 50 - 70 mmHg
- Допускается высокие значения ЦПД > 70 mmHg при сохранной ауторегуляции

Как измерять ауторегуляцию в условиях ОРИТ?

How can we measure Autoregulation in ICU?

Neurosurgery. 1997 Jul;41(1):11-7; discussion 17-9.

Continuous assessment of the cerebral vasomotor reactivity in head injury.

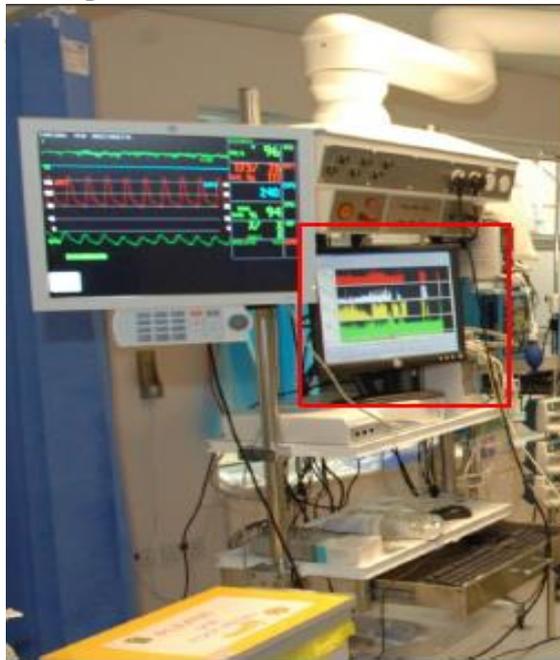
Czosnyka M, Smielewski P, Kirkpatrick P, Laing RJ, Menon D, Pickard JD.

Academic Neurosurgical Unit, Addenbrooke's Hospital, Cambridge, England.

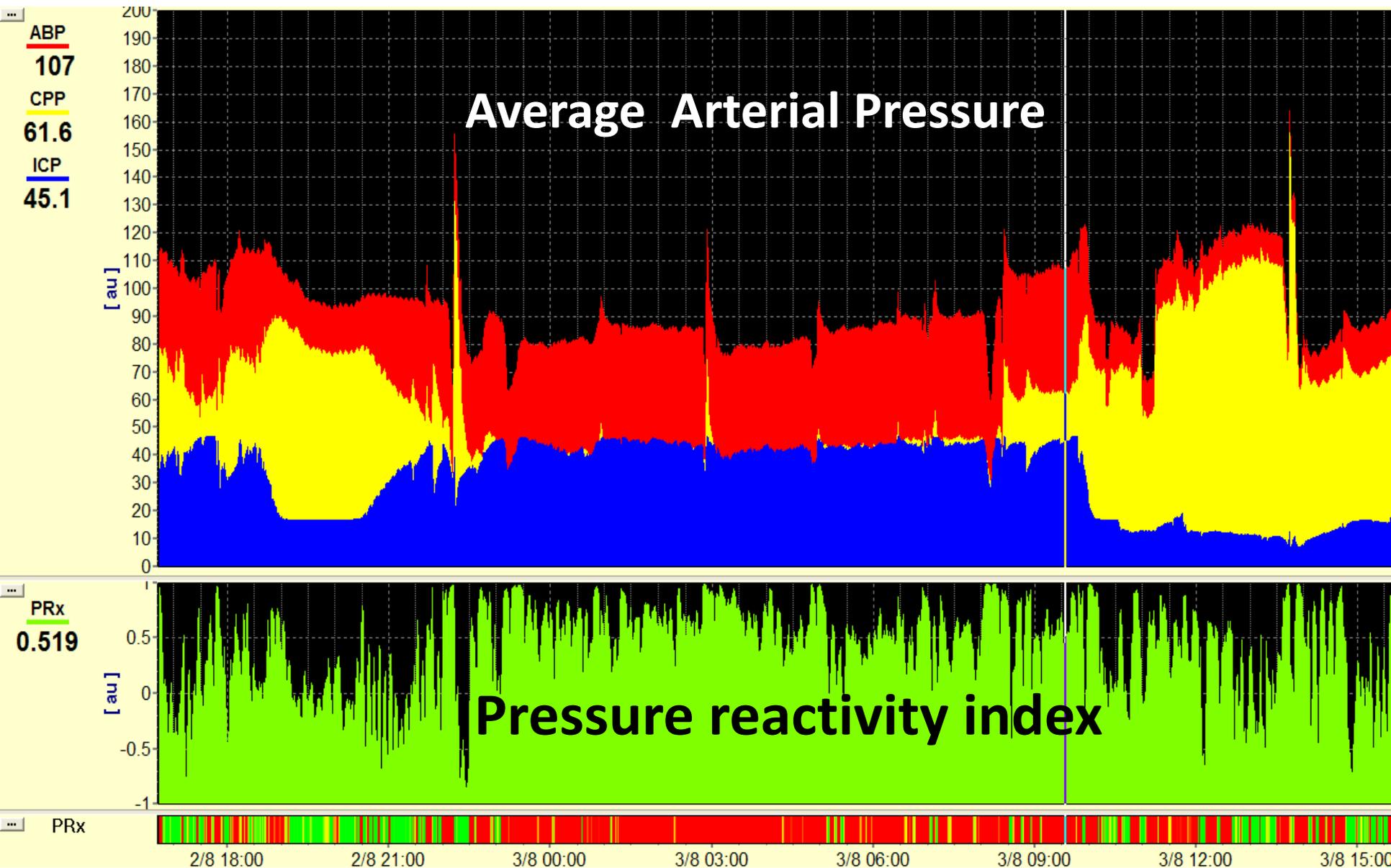
Abstract

OBJECTIVE: Cerebrovascular vasomotor reactivity reflects changes in smooth muscle tone in the arterial wall in response to changes in transmural pressure or the concentration of carbon dioxide in blood. We investigated whether slow waves in arterial blood pressure (ABP) and intracranial pressure (ICP) may be used to derive an index that reflects the reactivity of vessels to changes in ABP. **METHODS:** A method for the continuous monitoring of the association between slow spontaneous waves in ICP and arterial pressure was adopted in a group of 82 patients with head injuries. ABP, ICP, and transcranial doppler blood flow velocity in the middle cerebral artery was recorded daily (20- to 120-min time periods). A Pressure-Reactivity Index (PRx) was calculated as a moving correlation coefficient between 40 consecutive samples of values for ICP and ABP averaged for a period of 5 seconds. A moving correlation coefficient (Mean Index) between spontaneous fluctuations of mean flow velocity and cerebral perfusion pressure, which was previously reported to describe cerebral blood flow autoregulation, was also calculated. **RESULTS:** A positive PRx correlated with high ICP ($r = 0.366$; $P < 0.001$), low admission Glasgow Coma Scale score ($r = 0.29$; $P < 0.01$), and poor outcome at 6 months after injury ($r = 0.48$; $P < 0.00001$). During the first 2 days after injury, PRx was positive ($P < 0.05$), although only in patients with unfavorable outcomes. The correlation between PRx and Mean index ($r = 0.63$) was highly significant ($P < 0.000001$). **CONCLUSION:** Computer analysis of slow waves in ABP and ICP is able to provide a continuous index of cerebrovascular reactivity to changes in arterial pressure, which is of prognostic significance.

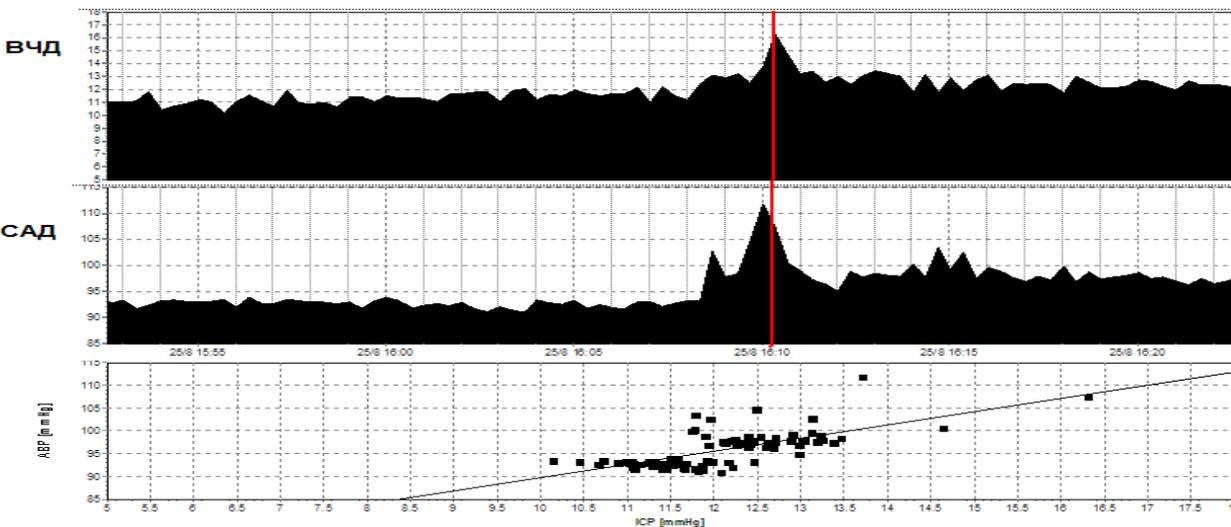
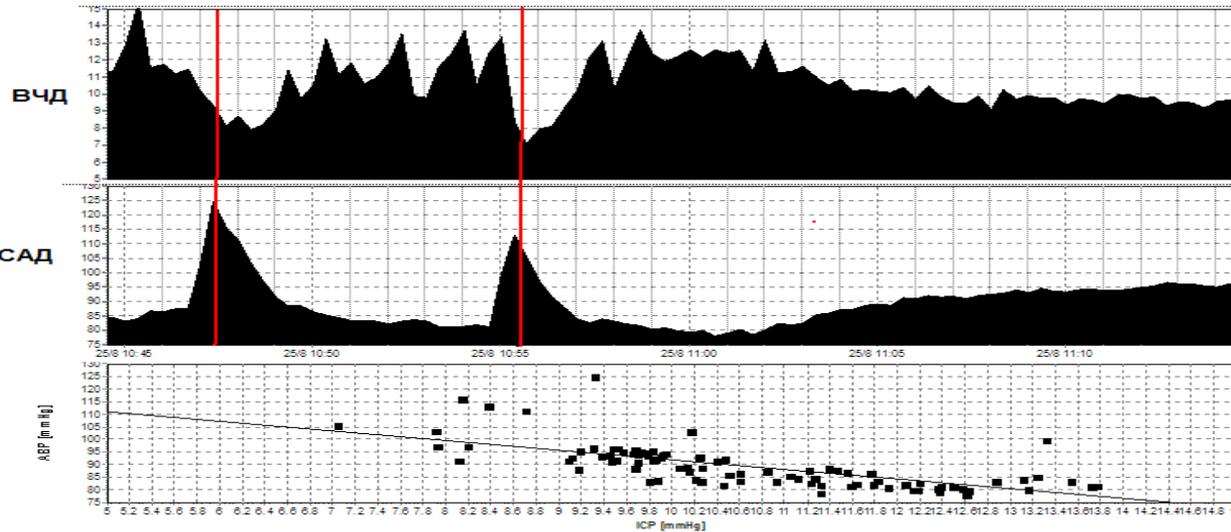
PMID:



Monitoring ICP/CPP/ Prx with soft ICM Plus (Cambridge, UK)



Коэффициента ауторегуляции P_{rx}

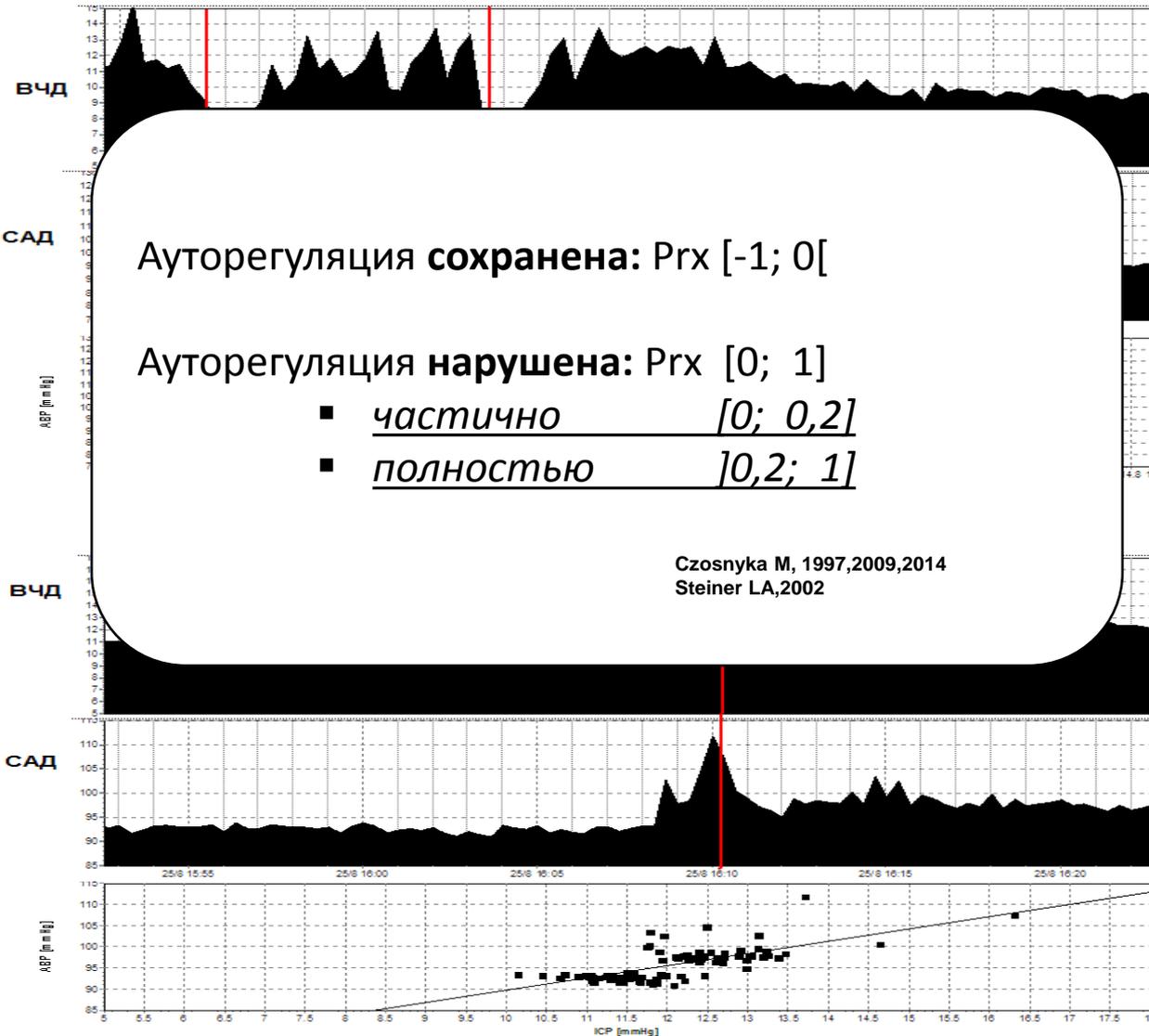


- P_{rx} - коэффициент корреляции между АД и ВЧД
- P_{rx} изменяется от -1 до +1

На основании P_{rx} оценка:

- ✓ состояние ауторегуляции
- ✓ границы ауторегуляции
- ✓ Оптимальное ЦПД

Коэффициента ауторегуляции P_{rx}



- P_{rx} - коэффициент корреляции между АД и ВЧД

- P_{rx} изменяется от -1 до +1

На основании P_{rx} оценка:

- ✓ состояние ауторегуляции
- ✓ границы ауторегуляции
- ✓ Оптимальное ЦПД

Алгоритм

ЦПД 50-70

Госпитализация в
ОРИТ "НИИ НХ"

иАД
вЧД
цПД
+
Prx

Мониторинг: 4-8 часов

Показания
для мониторинга
вЧД

Седация
Обезболивание
15-30°

Клинико-неврологическое
обследование
Консультация специалистов
КТ

САД= 80-90mmHg
вЧД<20mmHg
цПД>60mmHg

PaCO₂ 34-44 mmHg
PaO₂ 100-150 mmHg

Нормотермия
Нормогликемия
Na 135-145 ммоль/л
Гемоглобин > 100 г/л

Статус Ауторегуляции МК

А-сохранна

А- частично
утрачена

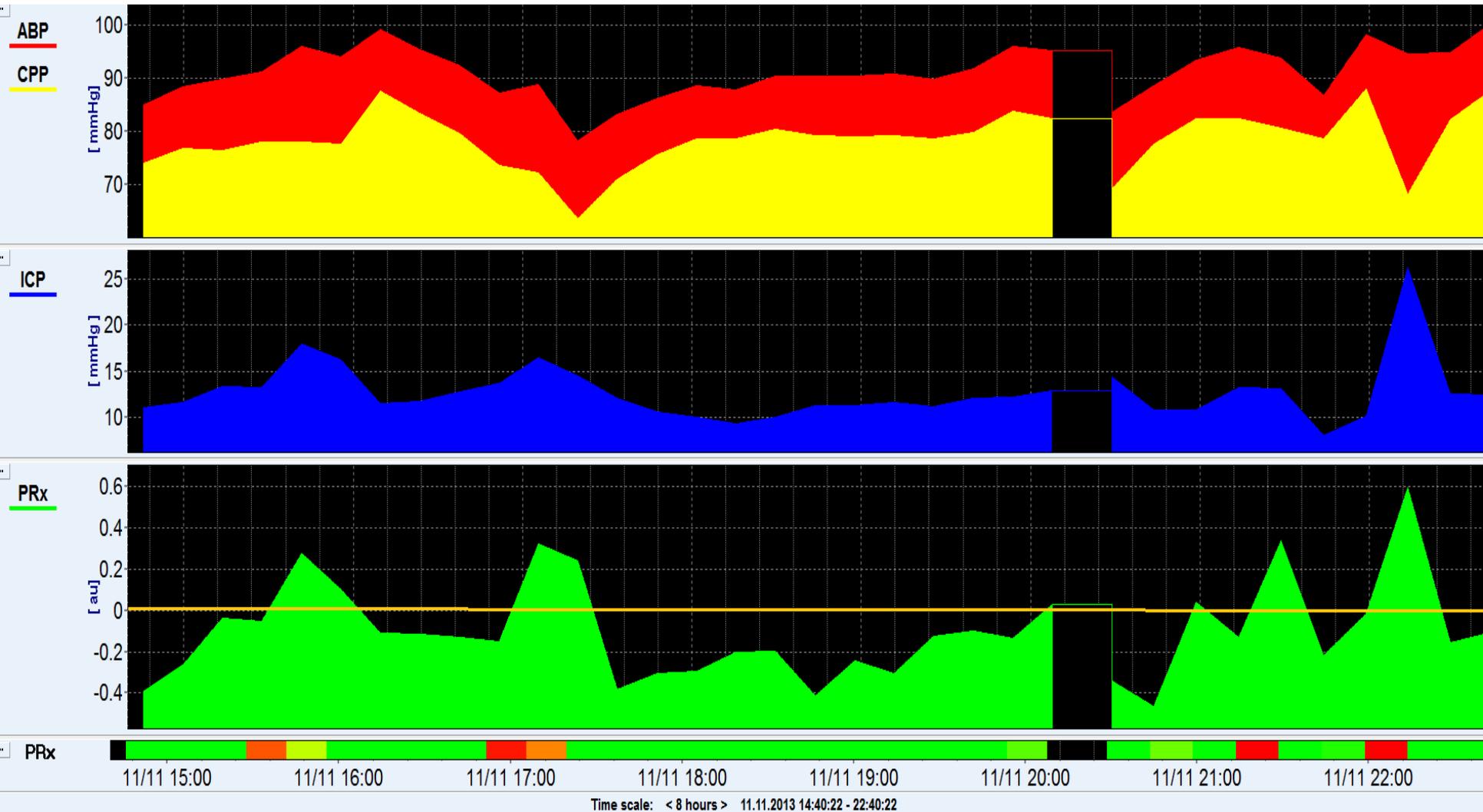
А-утрачена

вЧД <20 ЦПД 50-70
вЧД >20 ЦПД 50-90

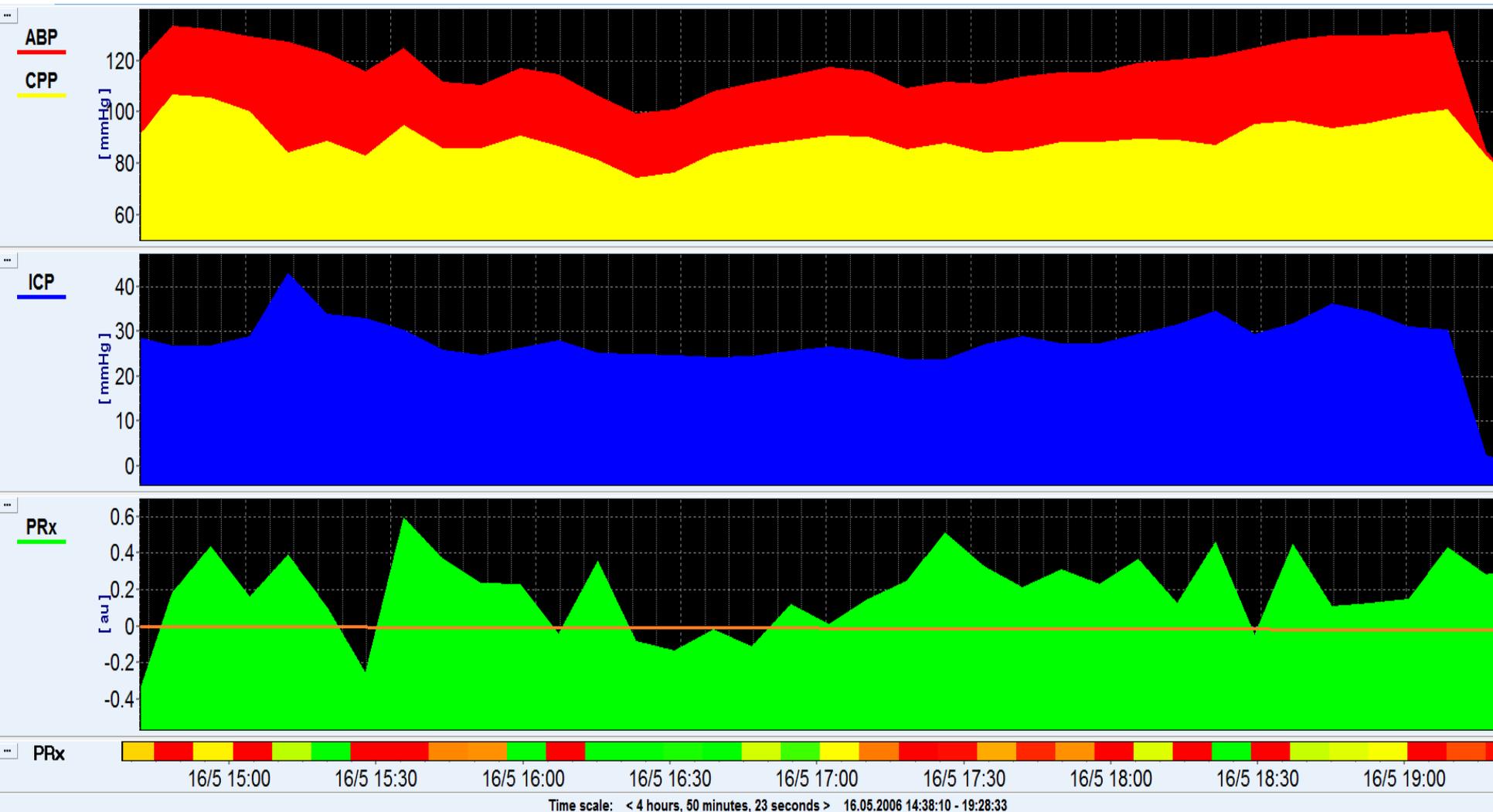
вЧД <20 ЦПД 50-70
вЧД >20 ЦПД 70-90

вЧД <20 ЦПД 50-70
вЧД >20 ЦПД 50-70

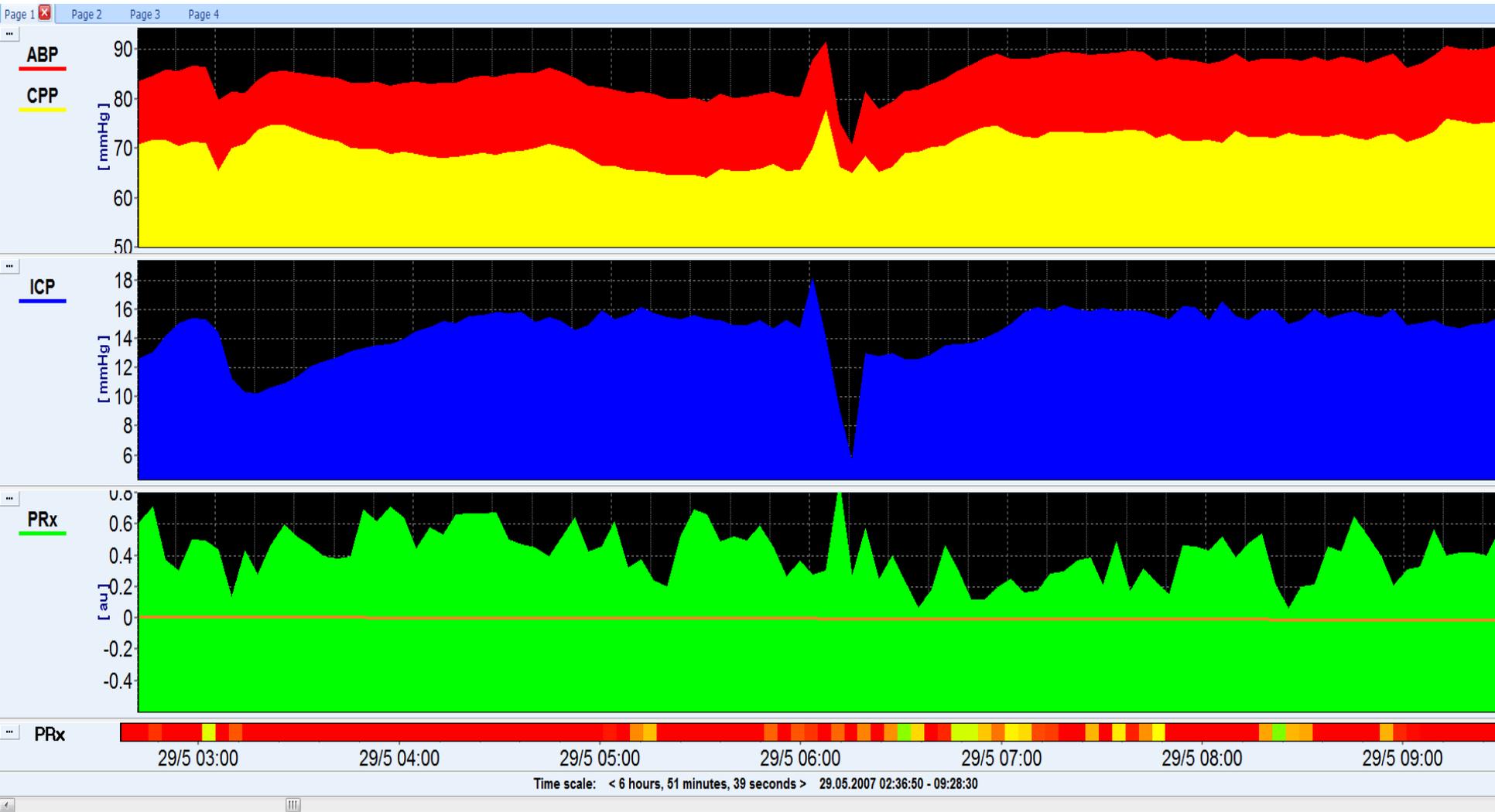
Ауторегуляція сохранны



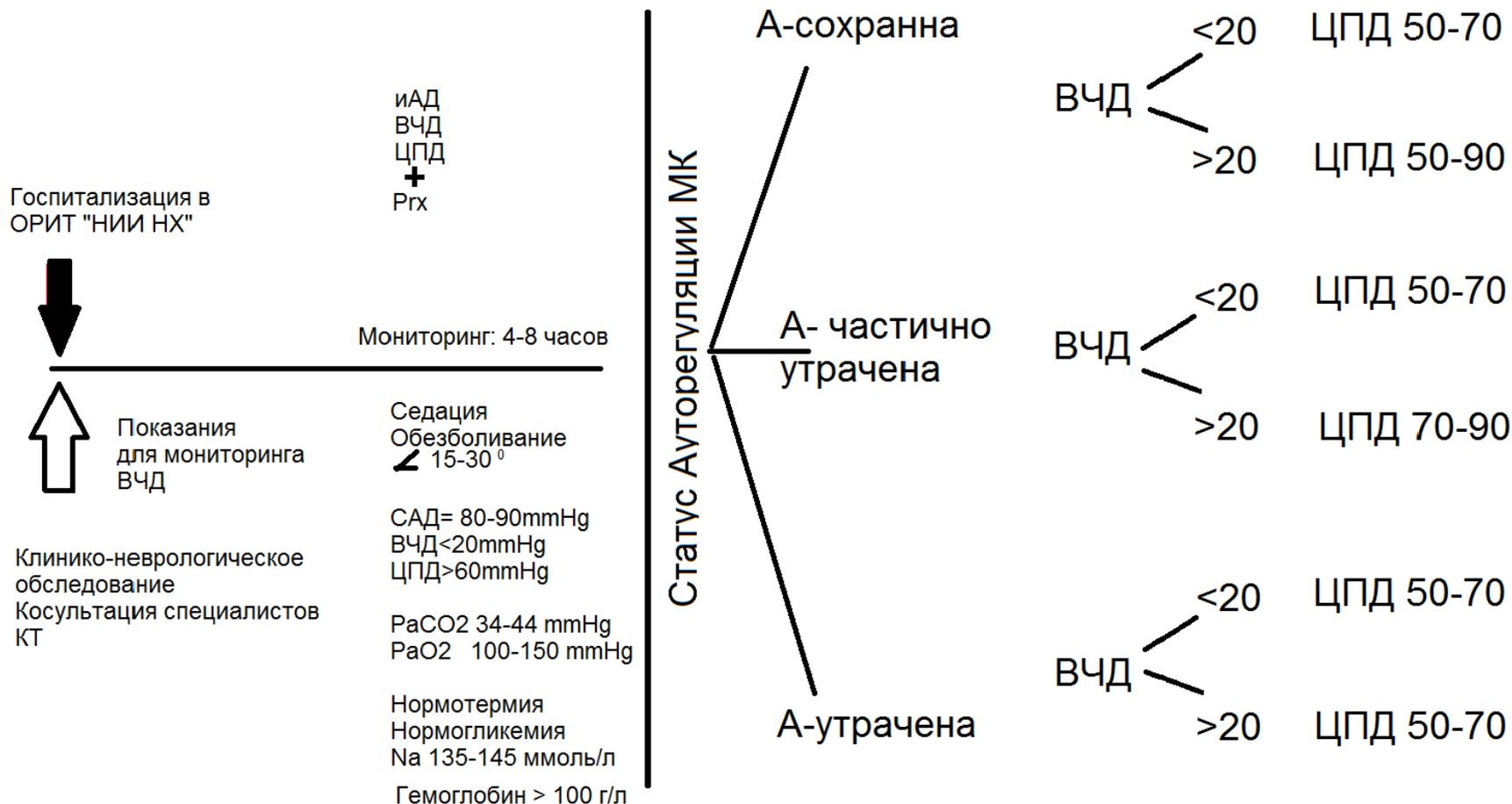
Ауторегуляція частично утрачена



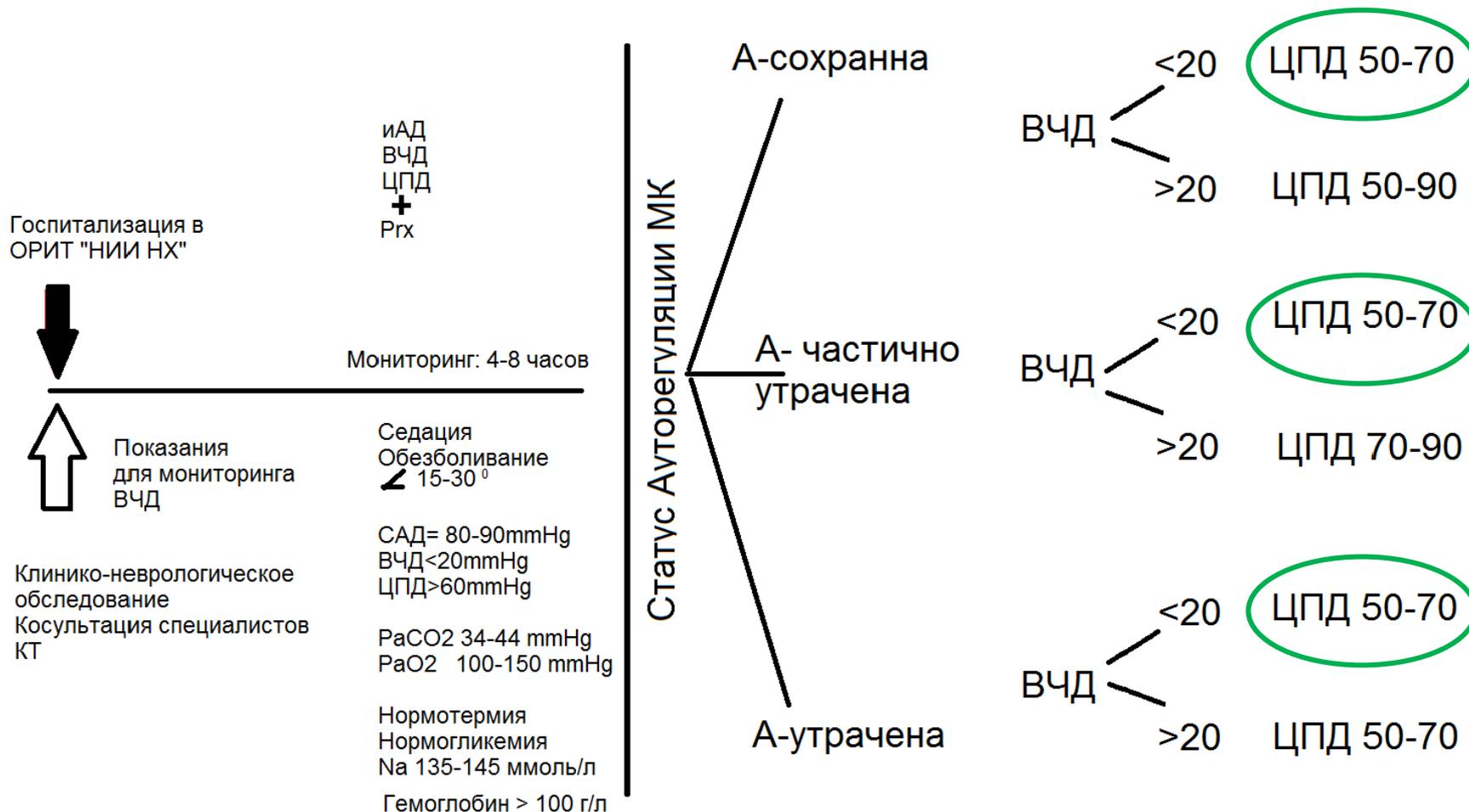
Ауторегуляция полностью утрачена



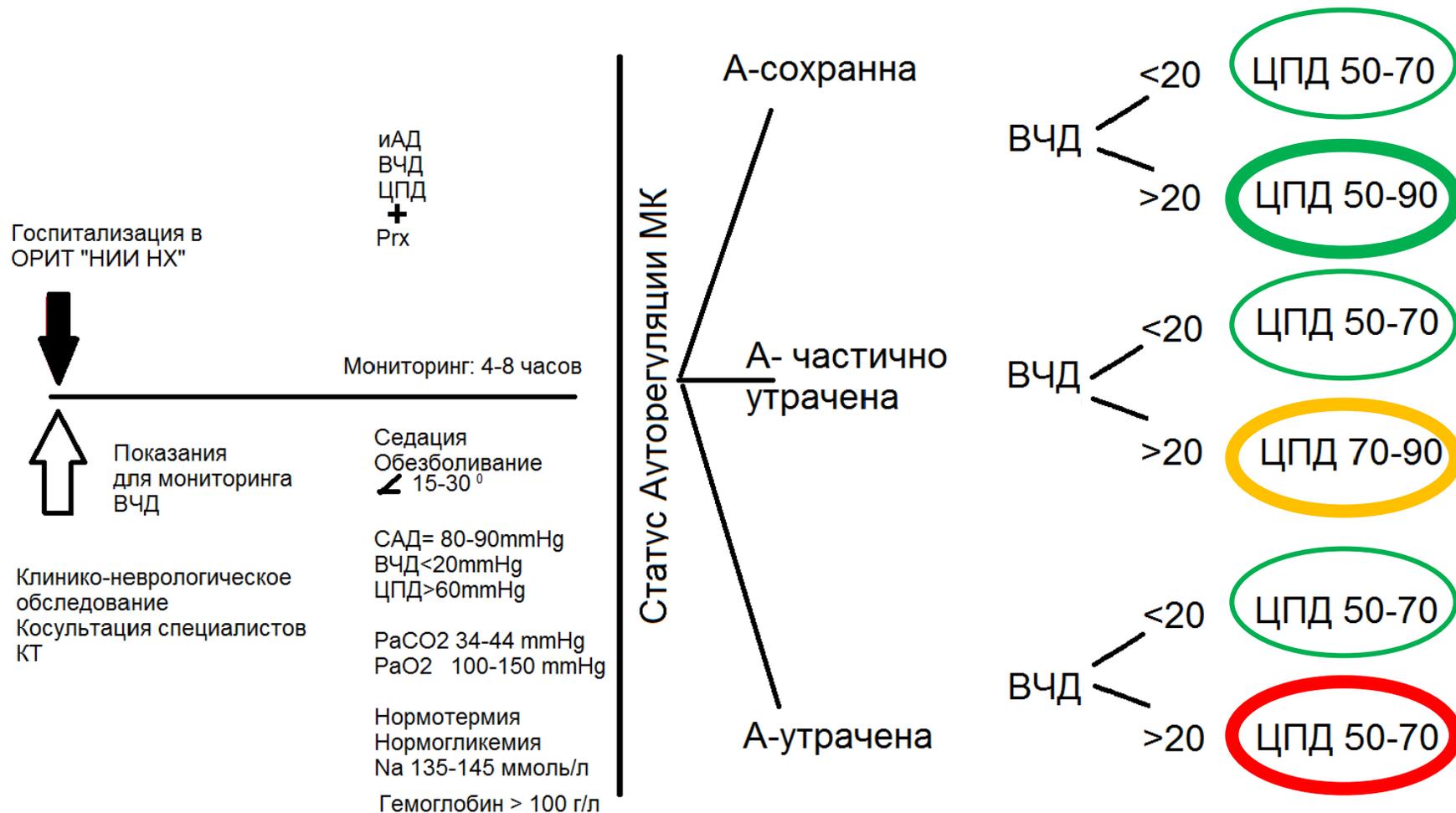
Алгоритм



Алгоритм

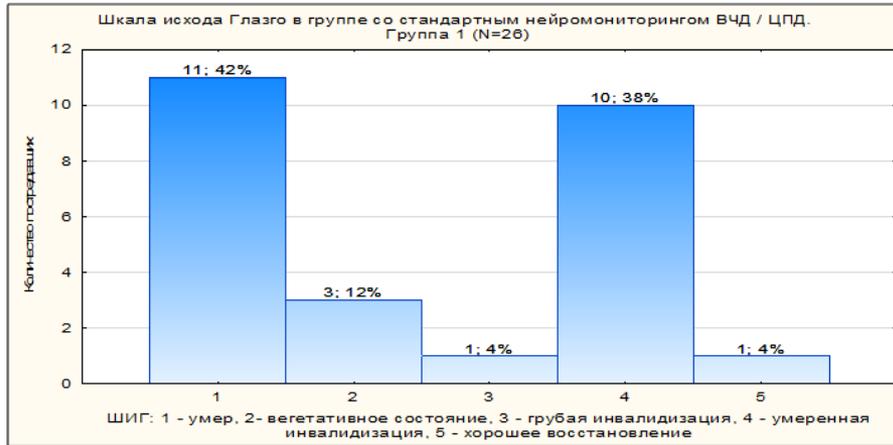


Алгоритм

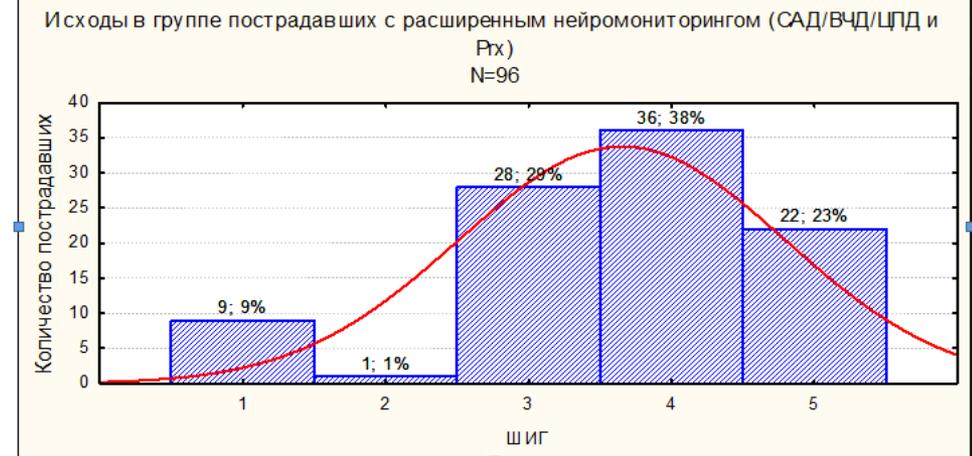
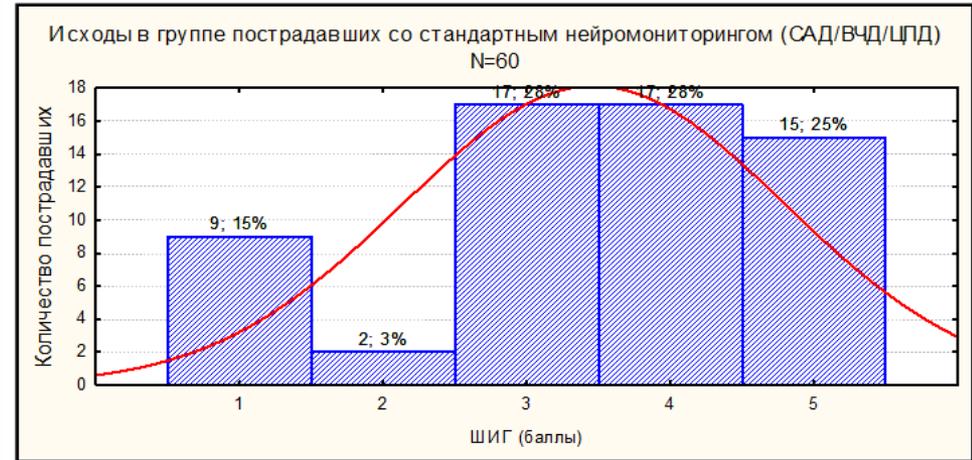


Исходы в группах

Пострадавшие с неконтролируемой ВЧГ и Декомпрессией

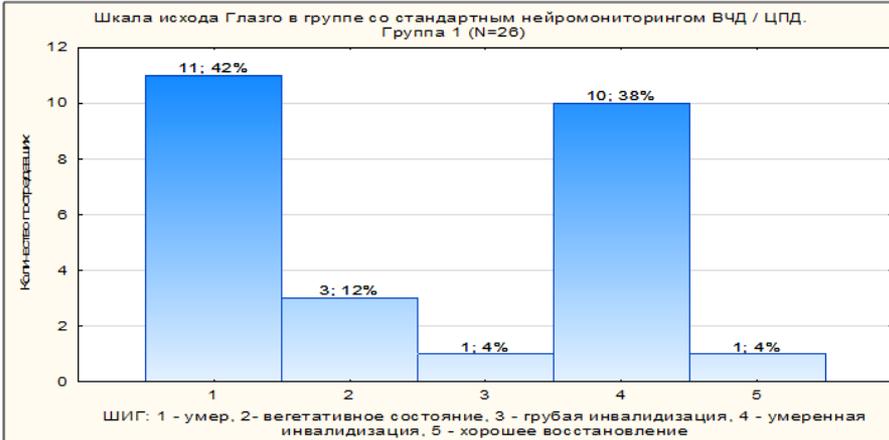


Пострадавшие с контролируемой ВЧГ/ консервативная терапия

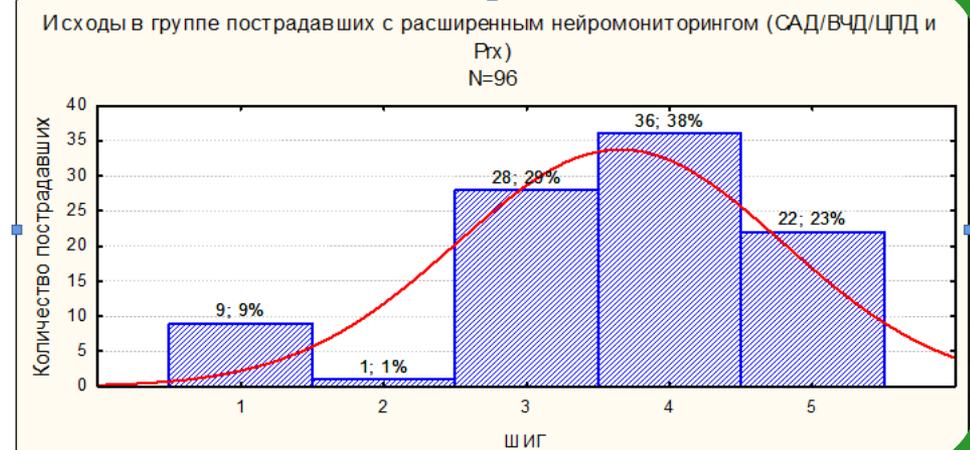
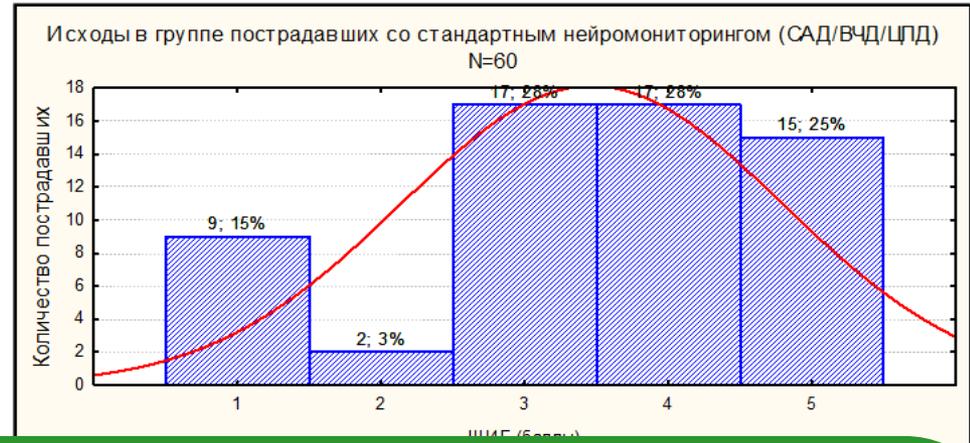


Исходы в группах

Пострадавшие с неконтролируемой ВЧГ и Декомпрессией

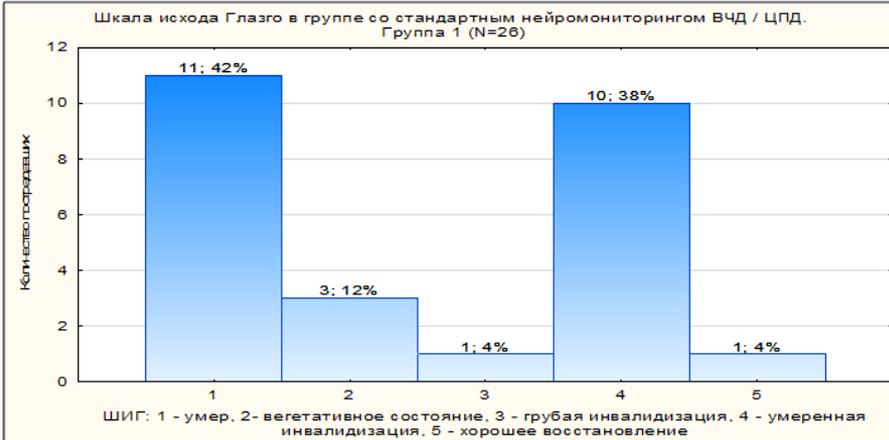


Пострадавшие с контролируемой ВЧГ/ консервативная терапия

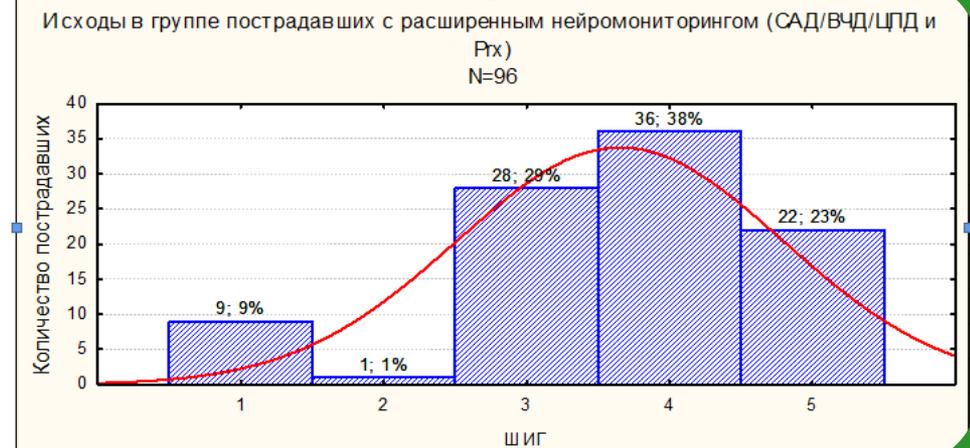
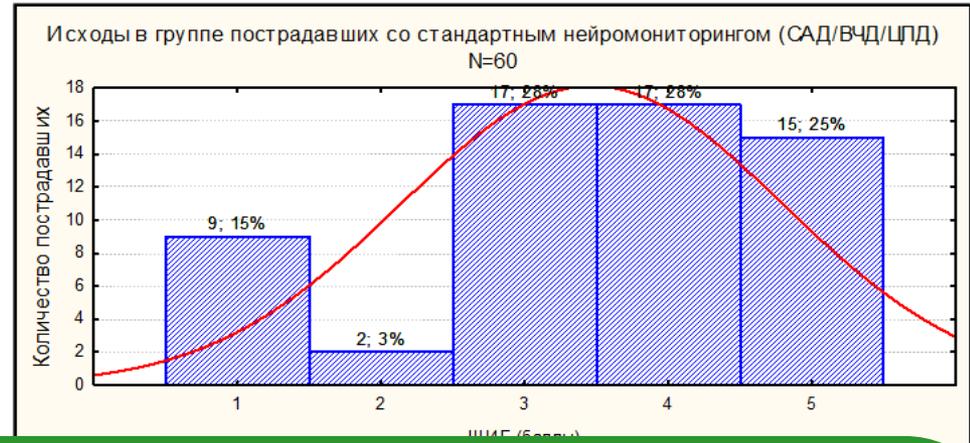


Исходы в группах

Пострадавшие с неконтролируемой ВЧГ и Декомпрессией

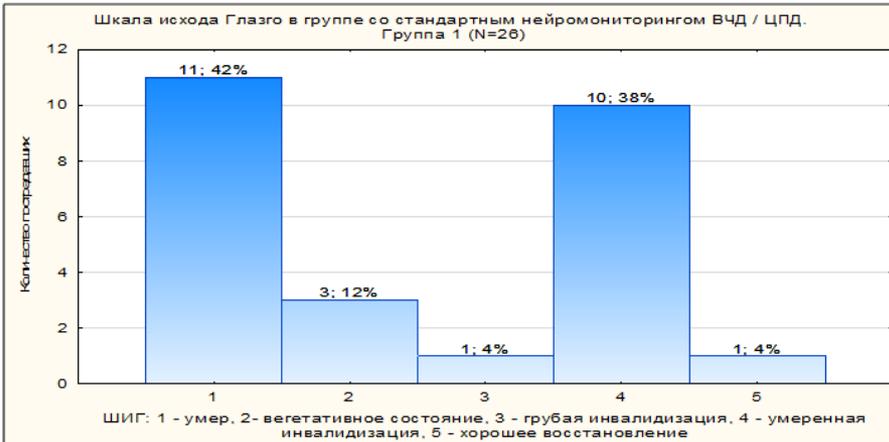


Пострадавшие с контролируемой ВЧГ/ консервативная терапия

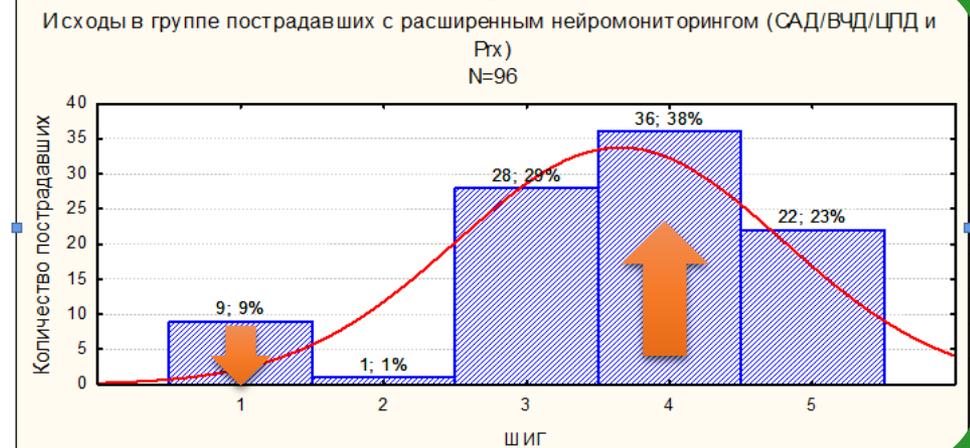
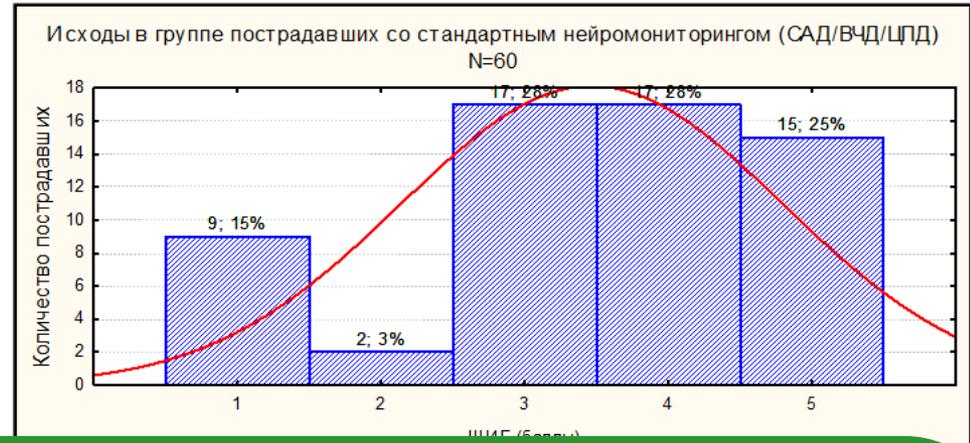


Исходы в группах

Пострадавшие с неконтролируемой ВЧГ и Декомпрессией



Пострадавшие с контролируемой ВЧГ/ консервативная терапия



Управление МК

Показатели	Модальности терапии	Исходные параметры
ЦПД (мм рт.ст)	Вазопрессоры Инфузионные р-ры	АД и ВЧД
СВ (л/мин)	Инотропы	ЧСС и УО
ОЦК / Волемия	Инфузионные Трансфузионные среды	Баланс жидкости ОППС, УО, ЦВД... Hb / Ht

Варианты воздействия на МК

САД

- При травме
- Гиповолемия
- Гипотония
- Кровопотеря
- Низкое ОПСС
- Молодые

СВ

- При САК и вазоспазме
- 3-Н терапия (дань истории)
- ССС
- «Оглушенный» миокард
- Возрастные пациенты

Алгоритм коррекции СВ при аСАК

Показания для PiCCO

ШКГ < 15

Низкое АД у Non-responders

Отек легких (PRx)

Дисфункция миокарда (Эхо-КГ)

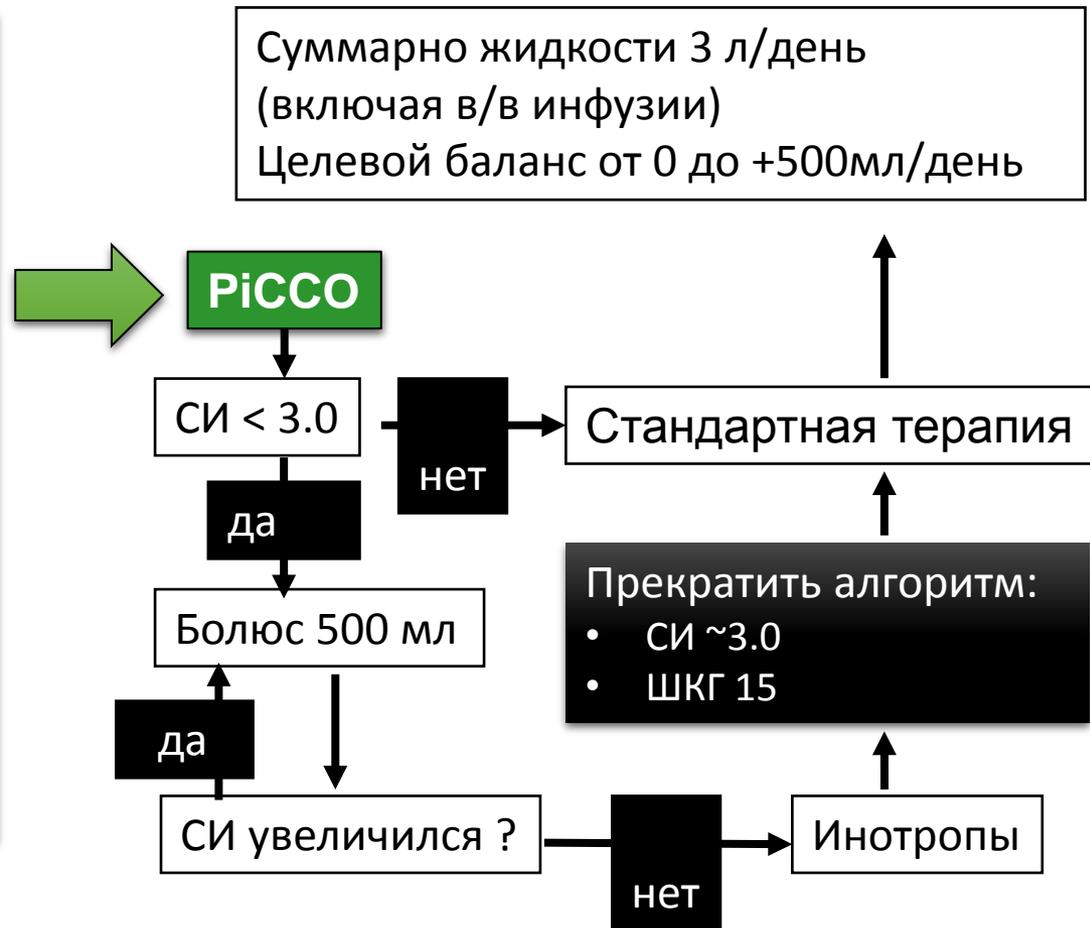
Инфузии > 5л/день

Отрицательный Баланс (-1л/день)

ОЦИ* и Баланс свыше -500мл/день

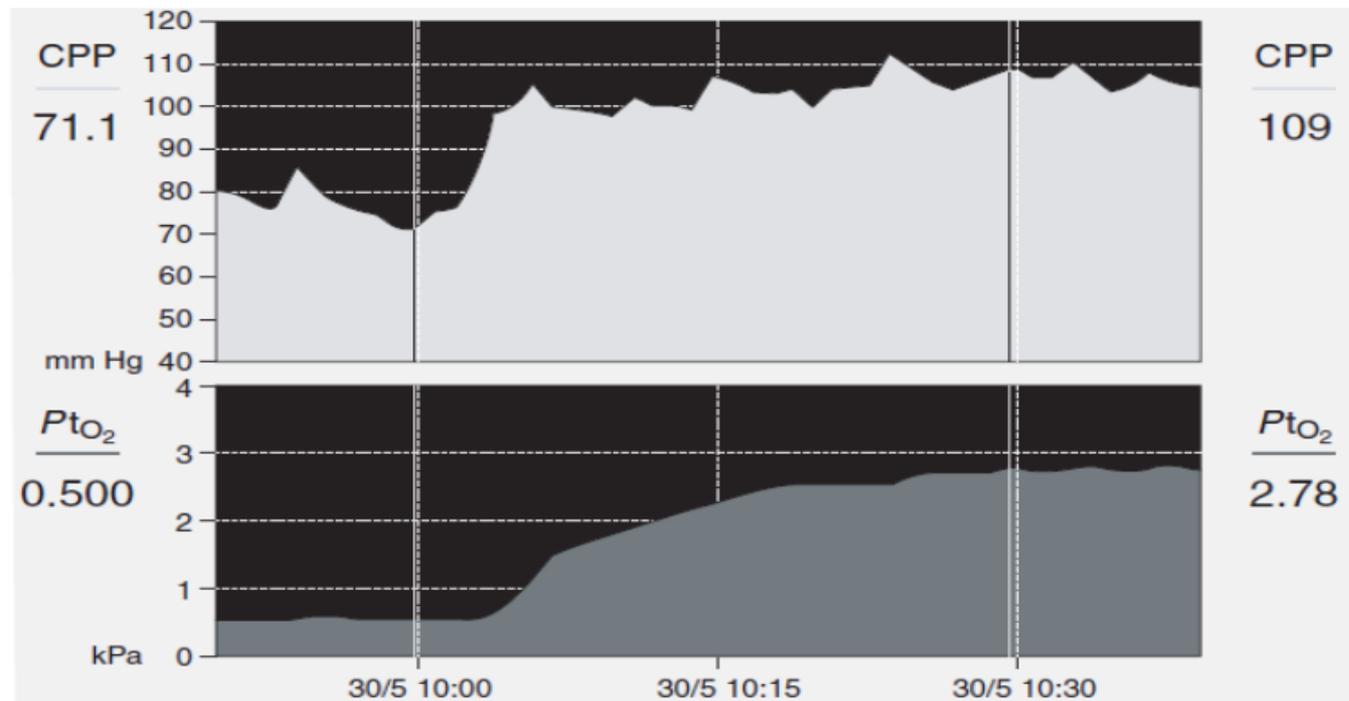
Неврол.дефицит на фоне VS

САД > 80 mmHg и «+» балансе



Контроль церебральной перфузии через оксигенацию

« Optimal » individualized MAP/CPP



TBI: Johnston A Crit Care Med 2005; Jaeger M Crit Care Med 2006; Nortje J Br J Anaesth 2006;

SAH: Raabe A J Neurosurgery 2005; Muench E Crit Care Med 2007; Jaeger M Crit Care Med 2010; Schmidt JM Stroke 2011

PtiO2 < 20

Тест FiO2 100%

PtiO2 увеличилось

PtiO2 без изменений

Монитор и датчик исправны

Монитор или датчик не исправны. Датчик в зоне геморрагии или инфаркта

Контроль: PaO2 80-100; PaCO2 35-45

КТ : локализация датчика PtiO2

PtiO2 остается < 20

1 Оптимизация ЦПД

ВЧД < 20

ВЧД > 20

Мониторинг волемический статус (PiCCO) эволеция и повысить ЦПД

Коррекция внутричерепной гипертензии
Контроль ВЧД <20

Тест САД

2 Повысить САД на 10

ВЧД ↓

ВЧД ↑

А - сохранна

А - нарушена

САД до 200

ЦПД 60-70

КТ / НХ / НВД

Гол конец 30-40гр

PaCO₂ 35-40

Нормотермия <37,5°C

RASS (-5)

Гиперосмолярные растворы

Декомпрессия+дулопластика (<48ч)

Гипотермия 32-34°C

Барбитураты

PtiO₂ < 20 (остается низким)

3 Снижение церебрального потребления O₂ (CMRO₂)

адекватное обезболивание, седация, купирование возбуждения, гипертермии, дрожи и судорог

PtiO₂ < 20 (остается низким)

4 Увеличение доставки O₂

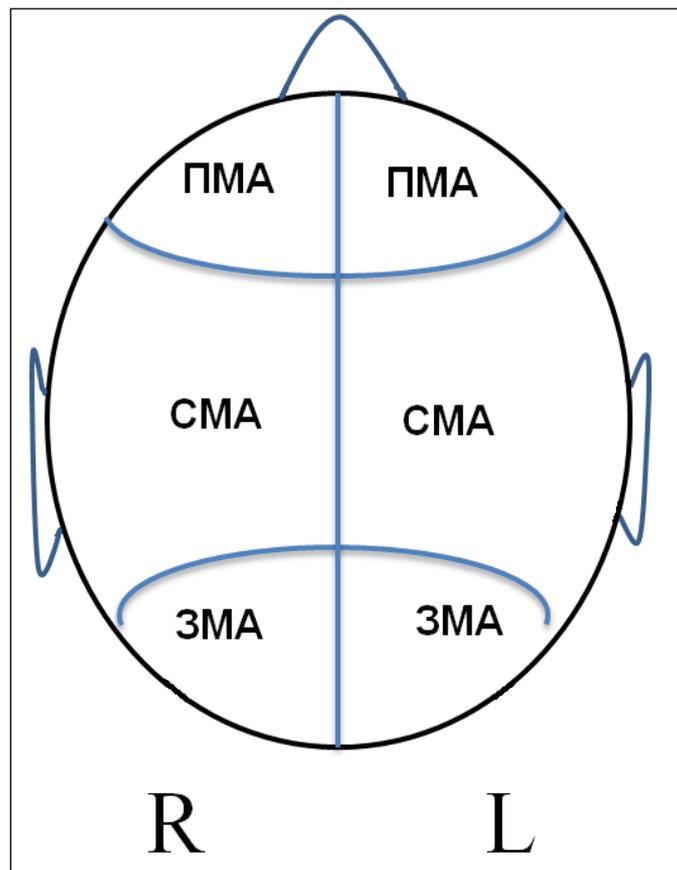
Hb > 9 mg/dl

Увеличить СВ инотропами
(допамин, милринон и др.)

Hb < 9 mg/dl

Гемотрансфузия
эритроцитарной массы

КТ перфузия



Зоны кровоснабжения:

ПМА – передне-мозговая артерия

СМА – средне-мозговая артерия

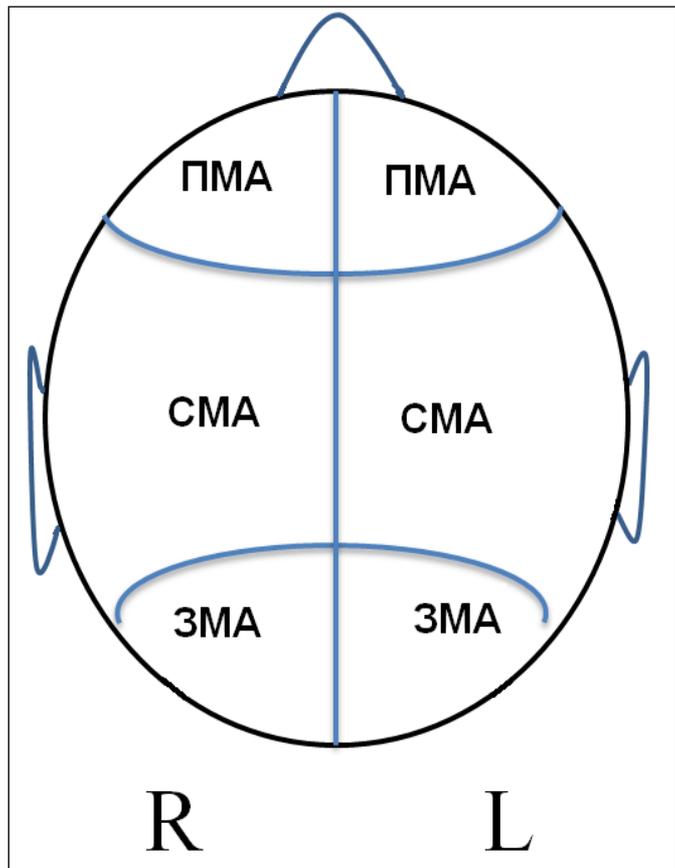
ЗМА – задне-мозговая артерия

CBF - объемный мозговой кровоток (мл/100г/мин)

CBV - объем кровенаполнения (мл/100г)

MTT – среднее транзитное время (сек)

КТ перфузия



Паттерн МК

- гиперемия
- ишемия
- смешанный

Зоны интереса

- н/х вмешательство
- методы МММ

СВФ/СВУ/МТТ

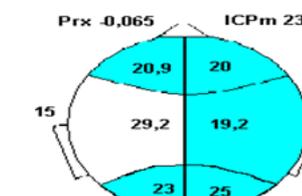
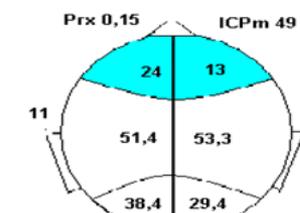
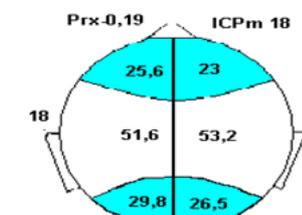
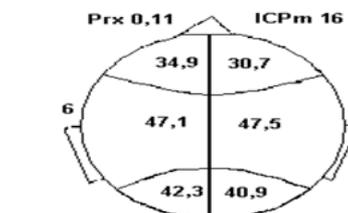
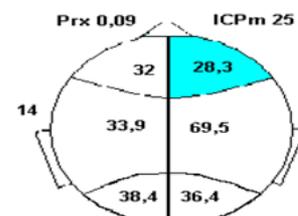
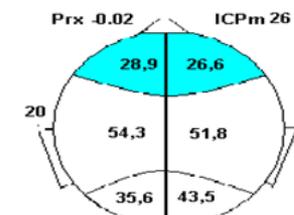
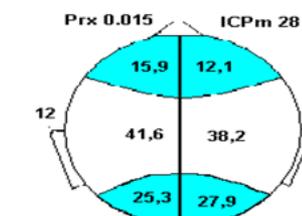
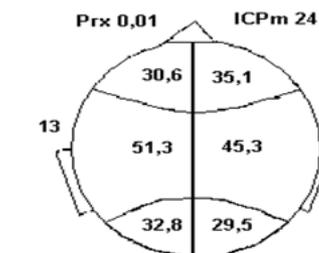
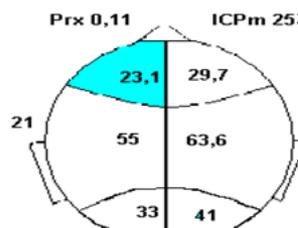
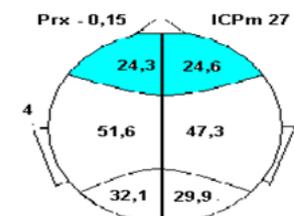
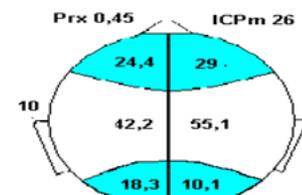
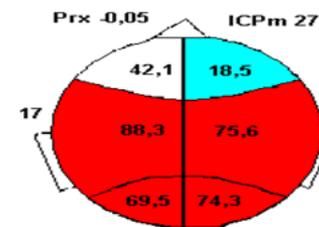
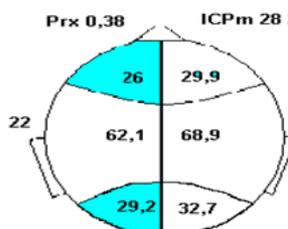
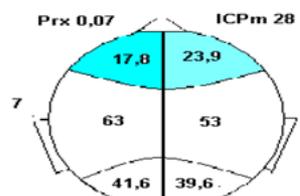
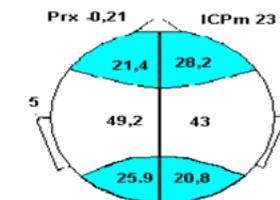
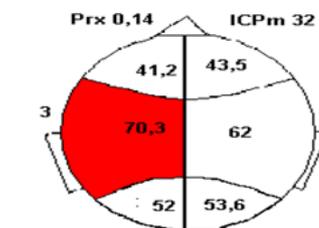
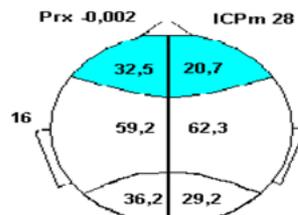
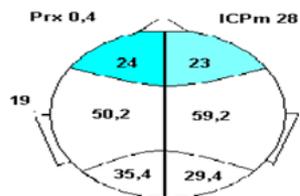
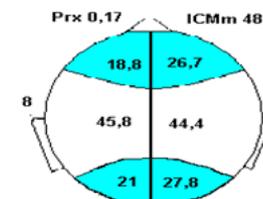
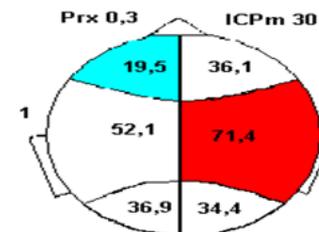
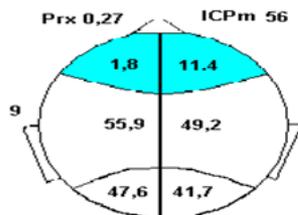
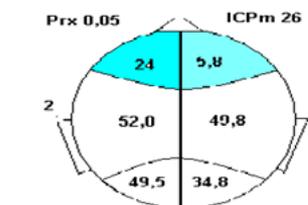
- прогноз
- тактика
- лечение

СВФ - объемный мозговой кровоток (мл/100г/мин)

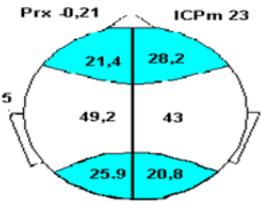
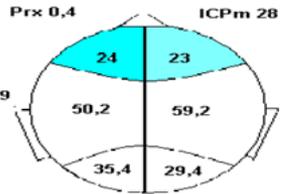
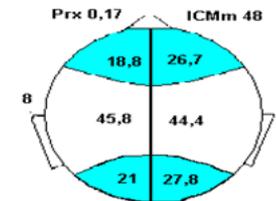
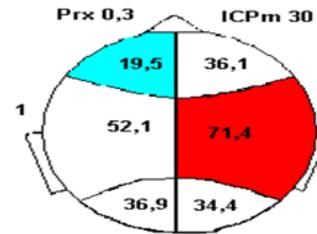
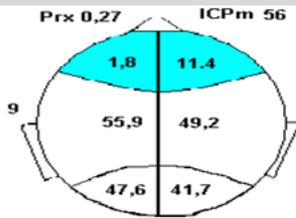
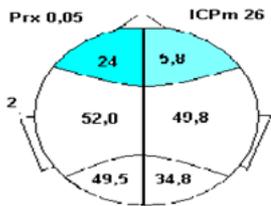
СВУ - объем кровенаполнения (мл/100г)

МТТ – среднее транзитное время (сек)

Регионарный МК в бассейнах ПМА, СМА, ЗМА и Prx, ICPm



Different combination of rCBF, ICP and Prx



Ауторегуляция:

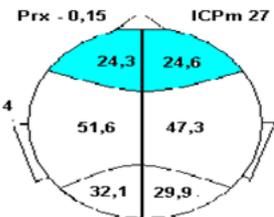
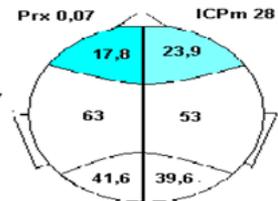
Полностью сохранна



Частично утрачена



Полностью утрачена



Внутричерепное давление:

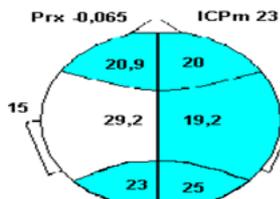
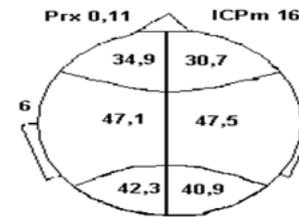
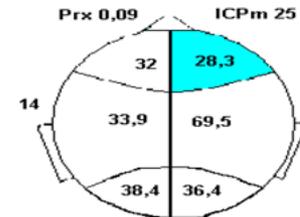
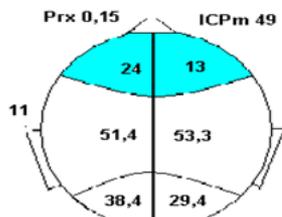
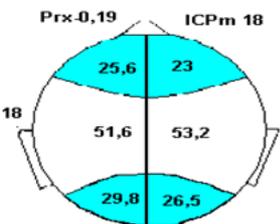
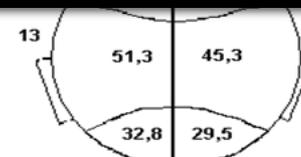
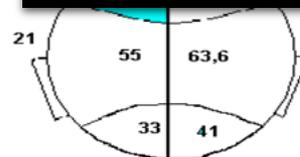
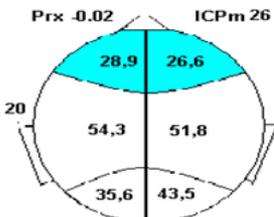
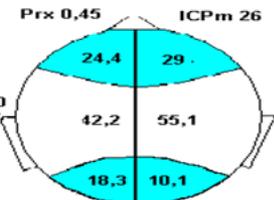
ВЧД 0 - 20



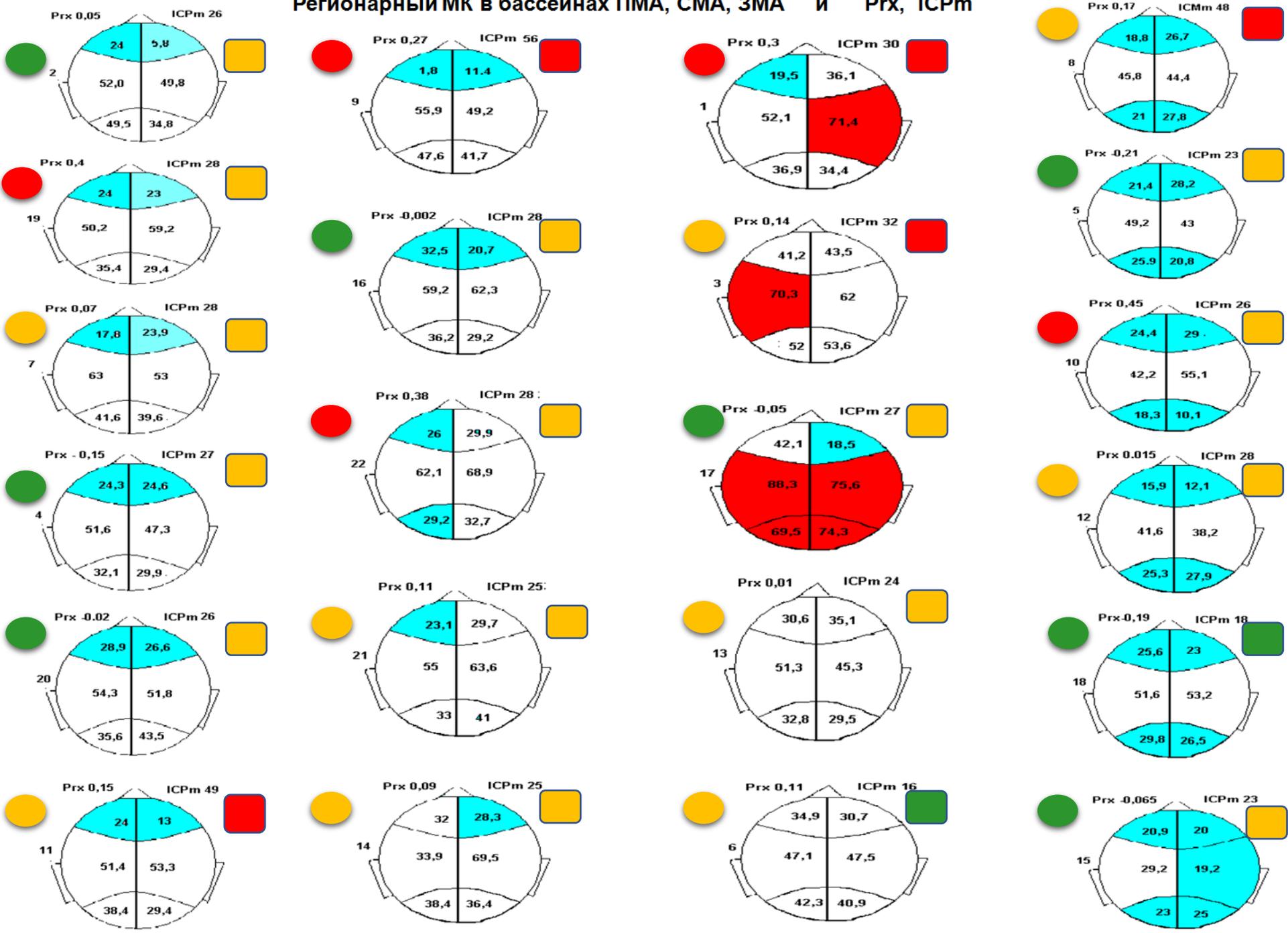
ВЧД 20 - 30



ВЧД выше 30



Регионарный МК в бассейнах ПМА, СМА, ЗМА и ICPm



Пример № 1

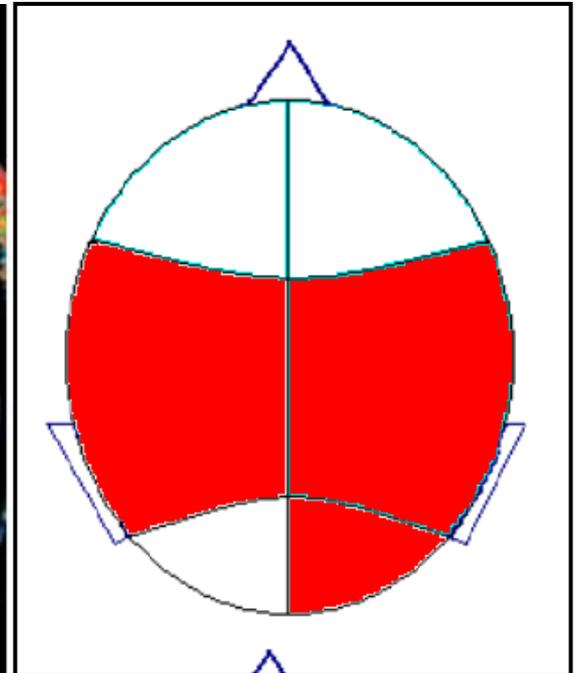
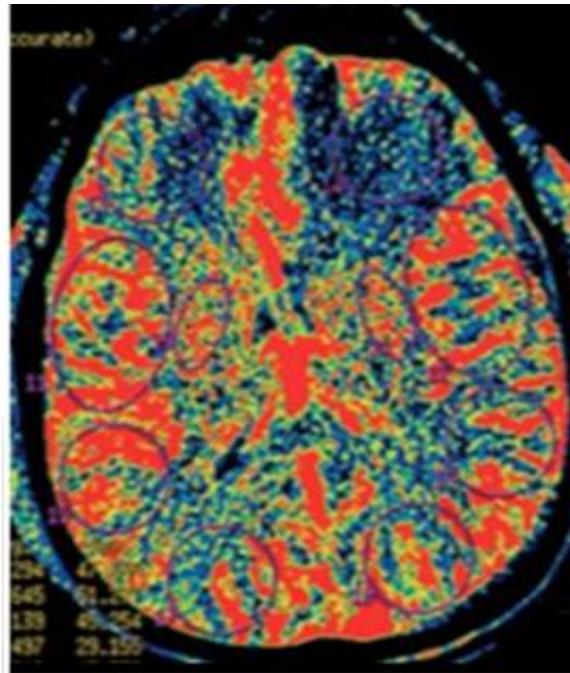
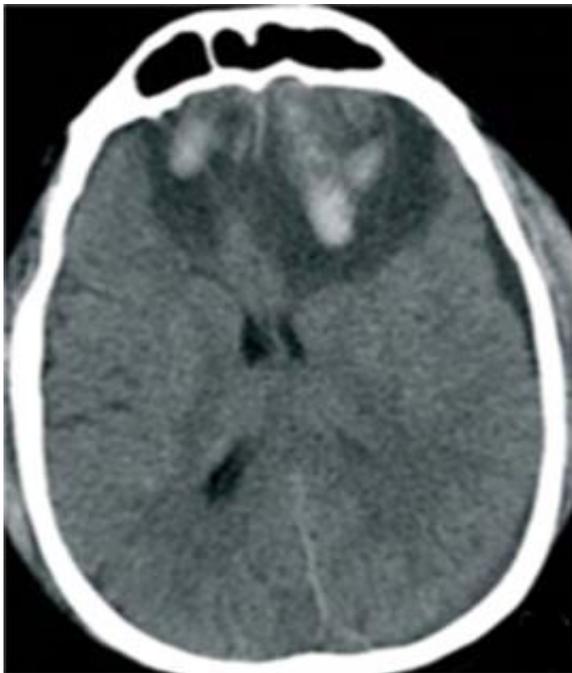
Мужчина 29 лет.

Закрытая ЧМТ. Ушиб головного мозга. Множественные геморрагические очаги 2-3 вида в лобно-височных областях с 2-х сторон. ТСАК.

ШКГ 7 баллов. ИВЛ, седативная терапия.

Мониторинг ВЧД 16; ЦПД > 60 mmHg; Prx[0; 0,2]

Перфузионное КТ



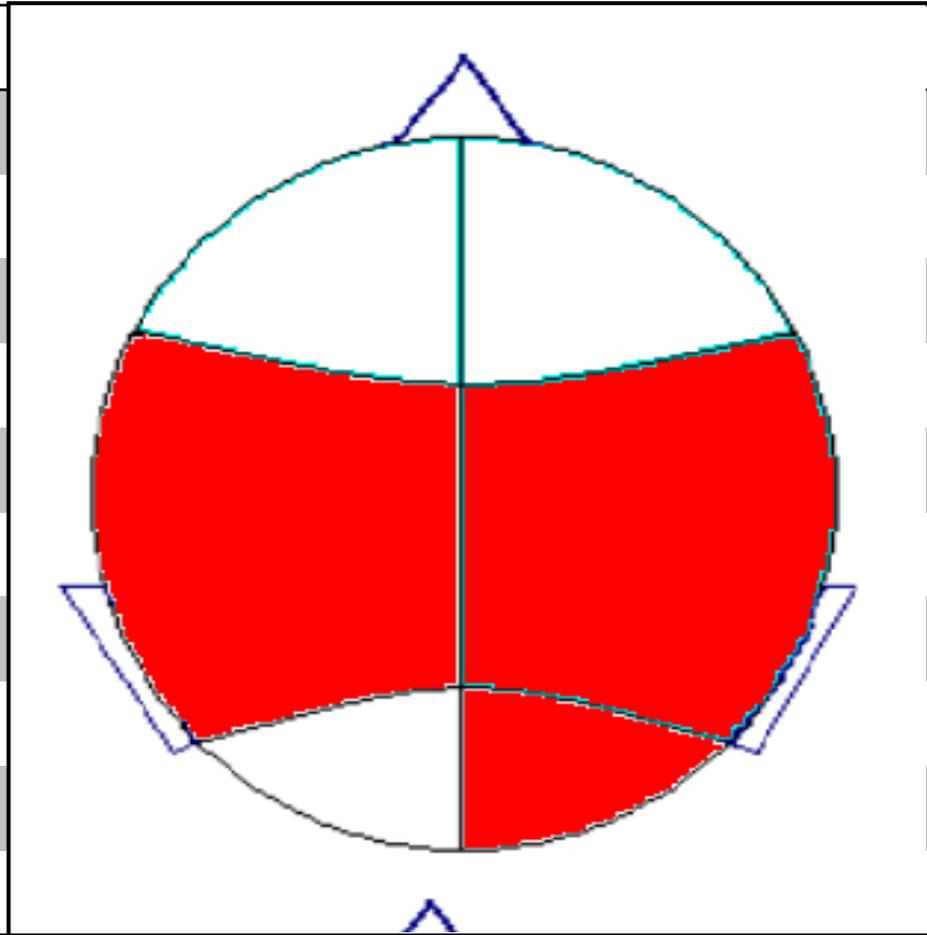
Данные КТ перфузии

Сосудистые бассейны	Средние показатели		
	CBF, мл/100г/мин	CBV, мл/100г	MTT, с
ПМА:			
справа	42,1	2,8	4,1
слева	18,5#	1,4	4,3
СМА:			
справа	88,3*	8,6	3,8
слева	75,6*	6,8	3,6
ЗМА:			
справа	65,9	5,2	4,6
слева	74,3*	7,8	5

• Доминантный гиперемический профиль в бассейнах средне-мозговой артерии с 2-х сторон и задне-мозговой артерии слева

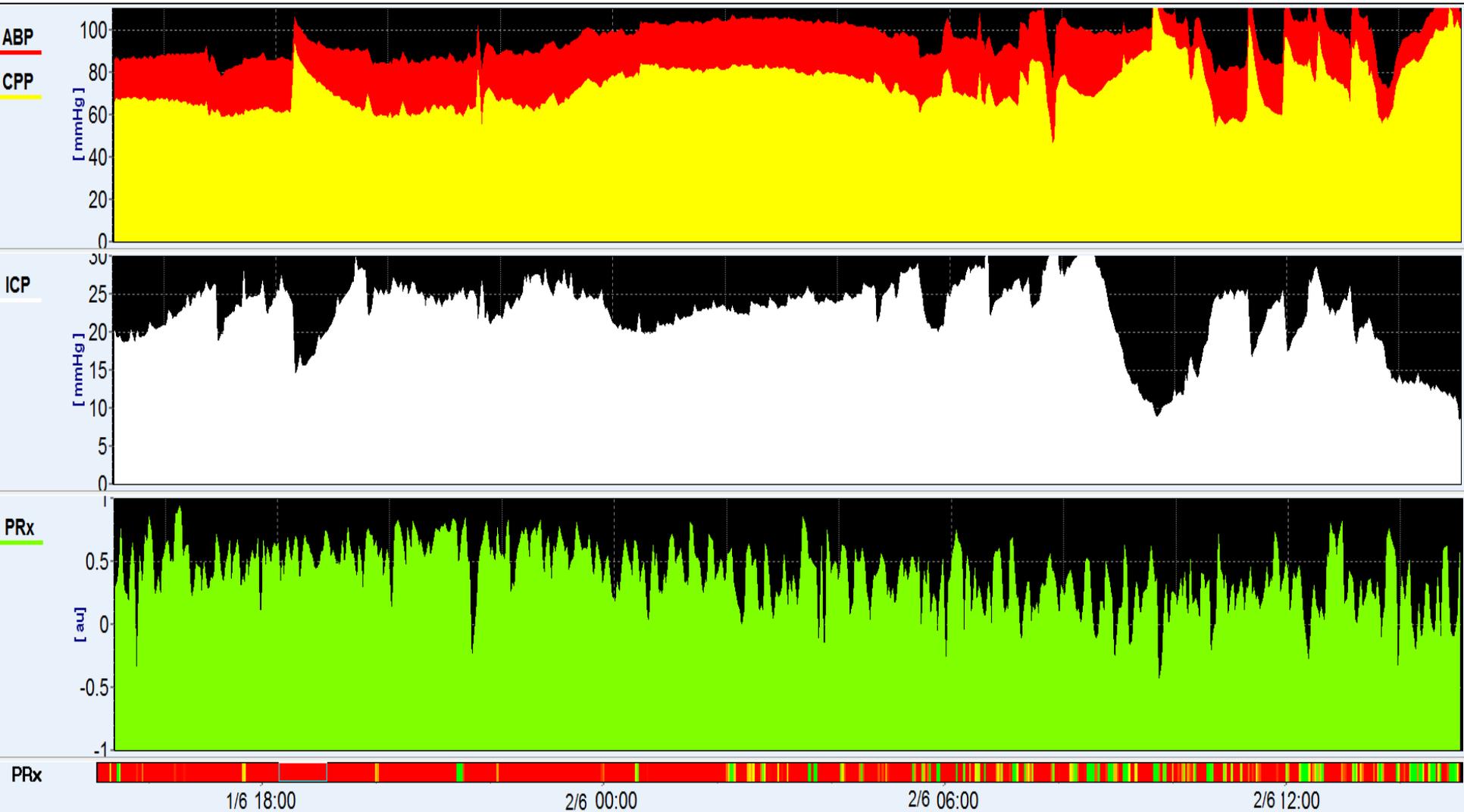
Данные КТ перфузии

Сосудистые бассейны	Средние показатели
	CBF, мл/100г/мин
ПМА:	
справа	42,1
слева	18,5#
СМА:	
справа	88,3*
слева	75,6*
ЗМА:	
справа	65,9
слева	74,3*

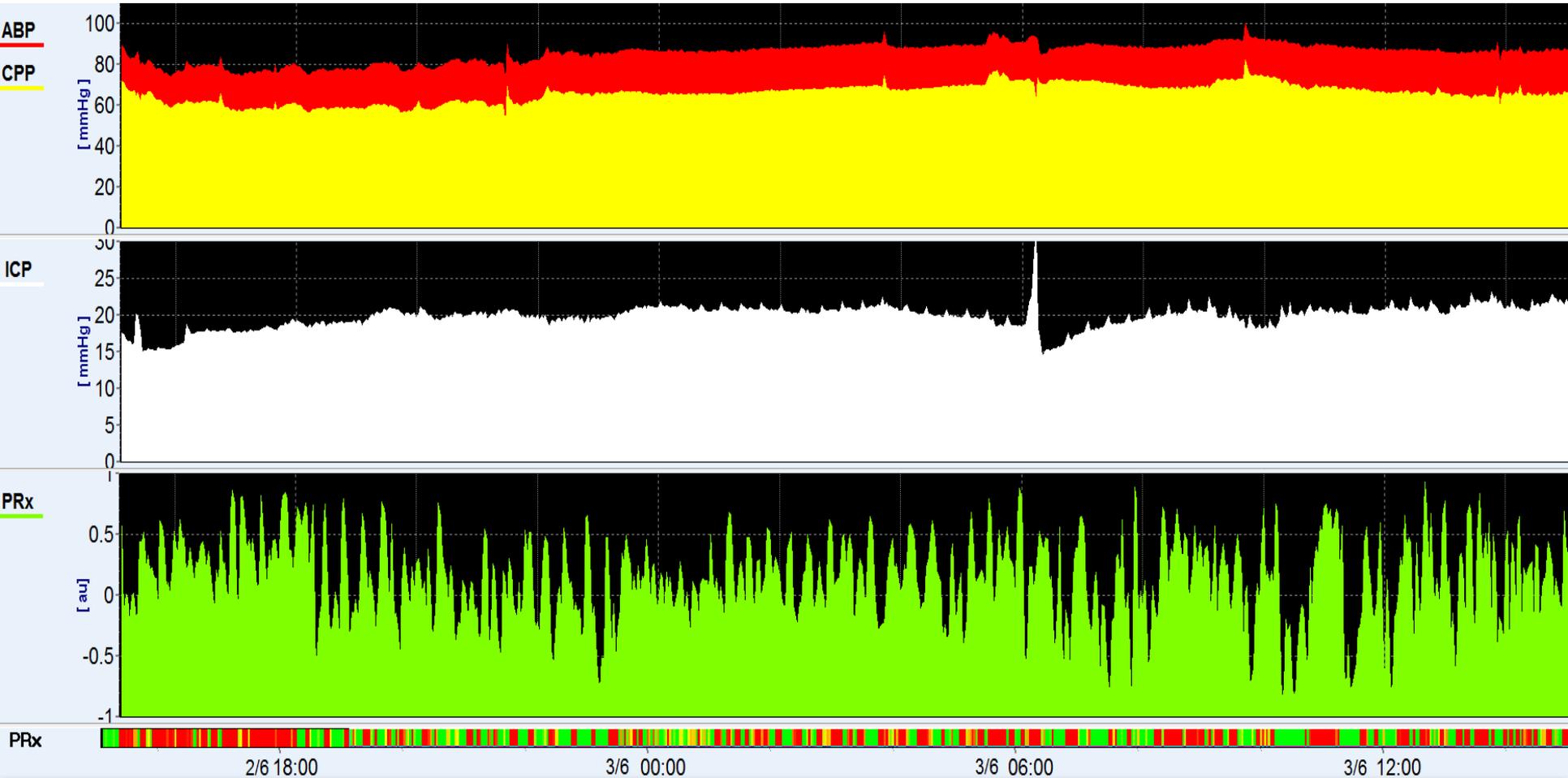


- Доминантный гиперемический профиль в бассейнах средне-мозговой артерии с 2-х сторон и задне-мозговой артерии слева

Стратегия: отказ от индуцированной артериальной гипертензии, ЦПД 50-70, гипервентиляция, углубление



Смена стратегии



Нормализация ВЧД на фоне:

- умеренной гипервентиляции до 30 mmHg
- седативной терапии под контролем БИС до 30%
- контроль ЦПД в пределах 50-70mmHg

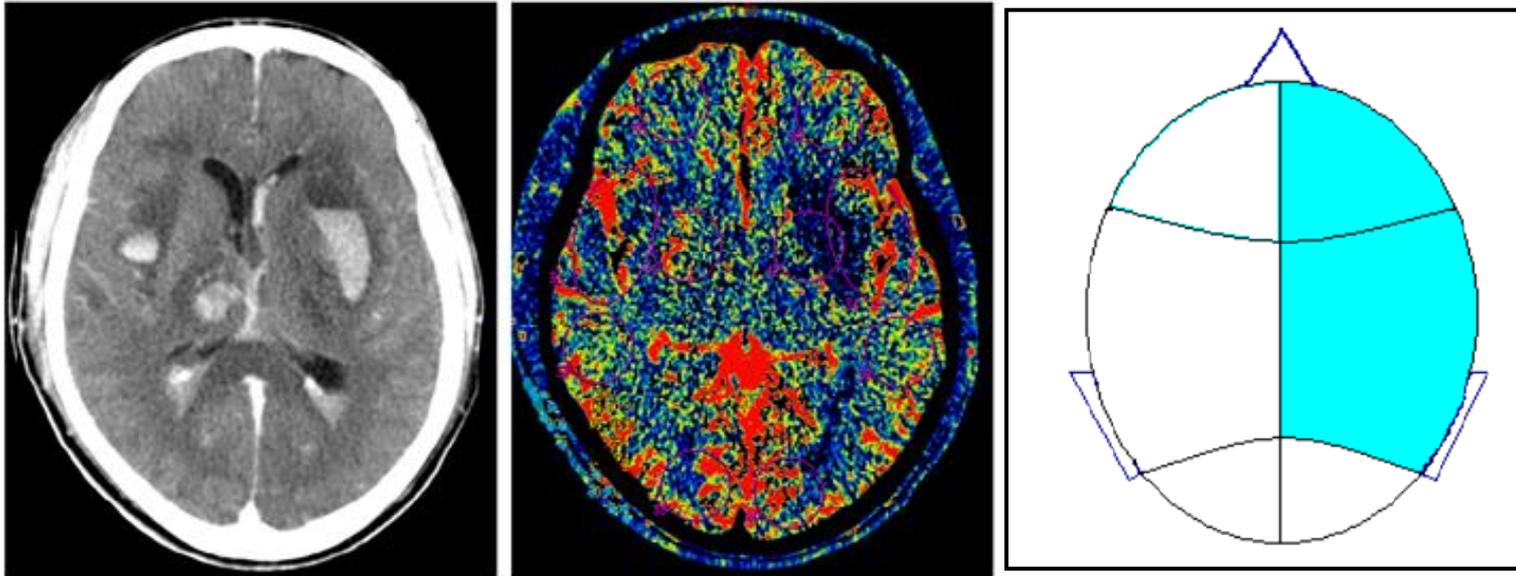
ШИГ – 4 балла

Пример № 2

Мужчина 23 года. ШКГ 4-5 баллов.

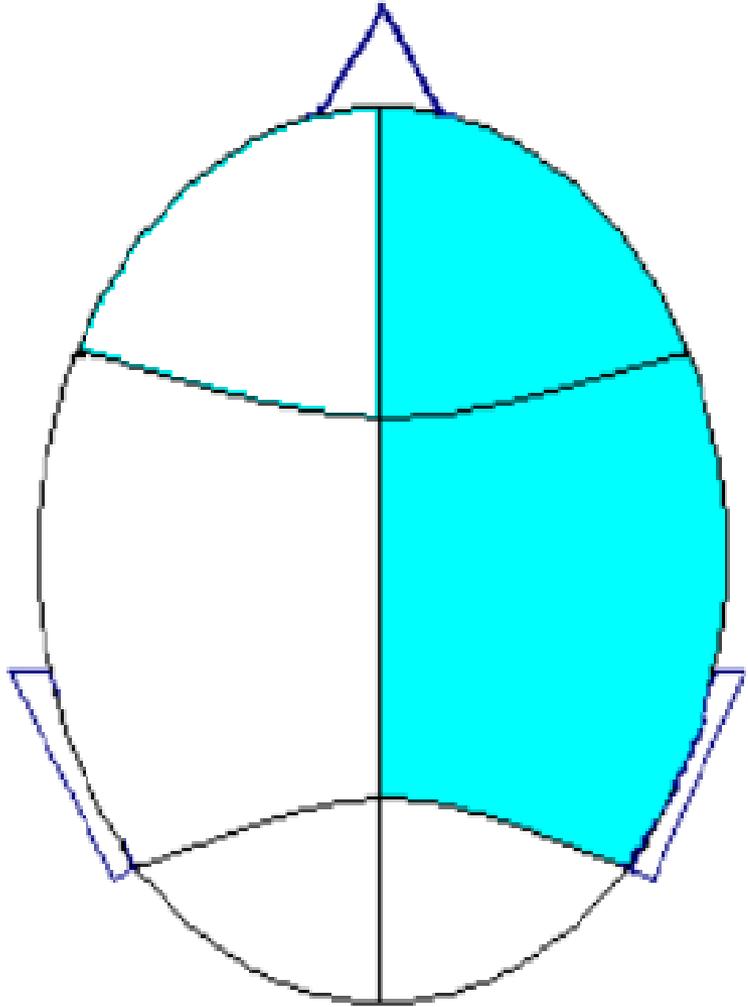
ДЗ: Тяжелая закрытая ЧМТ. ДАП - 3. Множественные геморрагические очаги 2-3 вида в
обоих полушариях и подкорковых ядрах головного мозга. тСАК.

Развитие комы с момента травмы, эпизоды децеребрации. ИВЛ, седативная
терапия. Мониторинг ВЧД 27 ; ЦПД > 60 mmHg; Prx>0,2



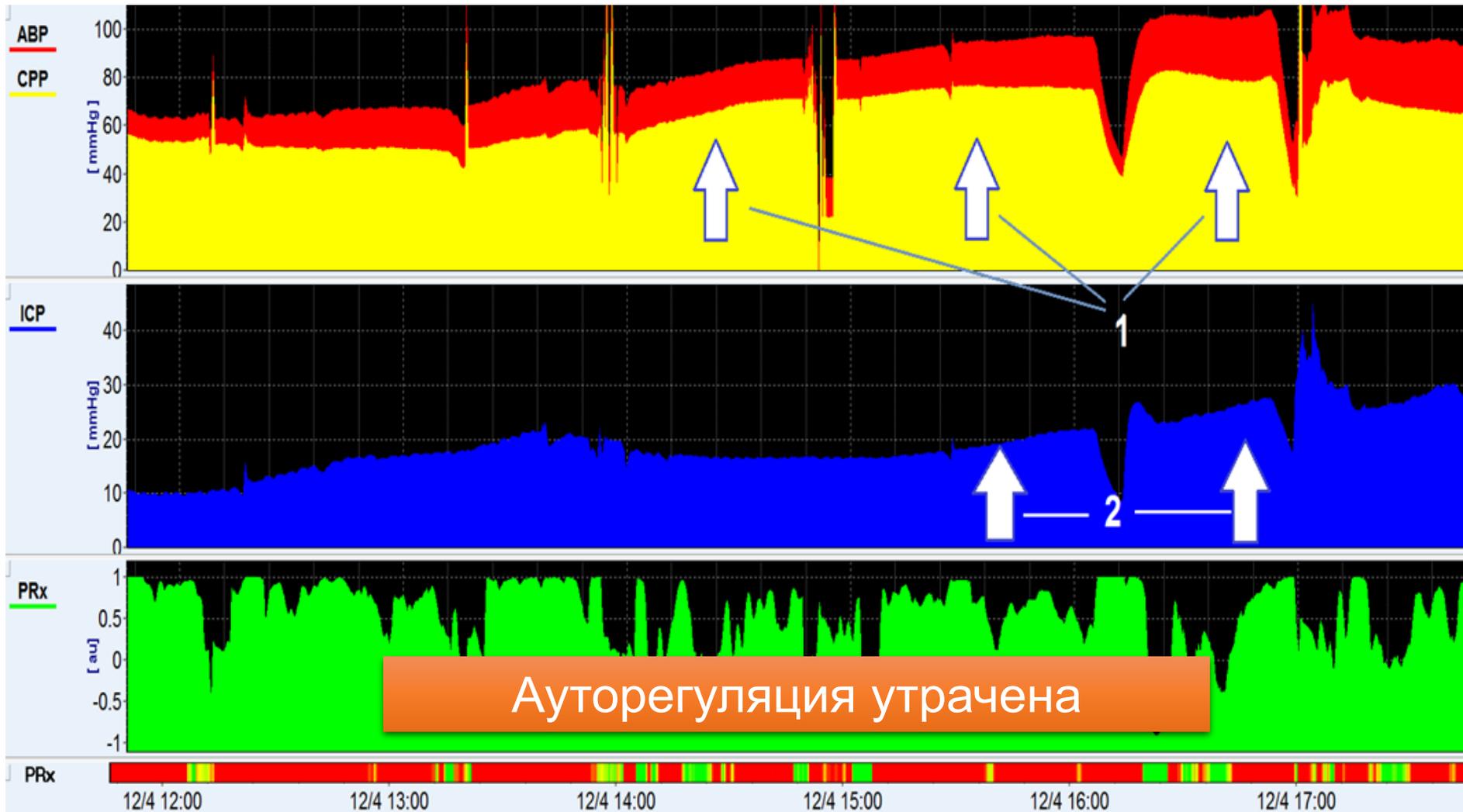
Данные КТ перфузии

Сосудистые бассейны	Средние показатели
	CBF, мл/100г/мин
ПМА:	
справа	43,6
слева	28,6#
СМА:	
справа	39,5
слева	27,5#
ЗМА:	
справа	42,7
слева	34,7

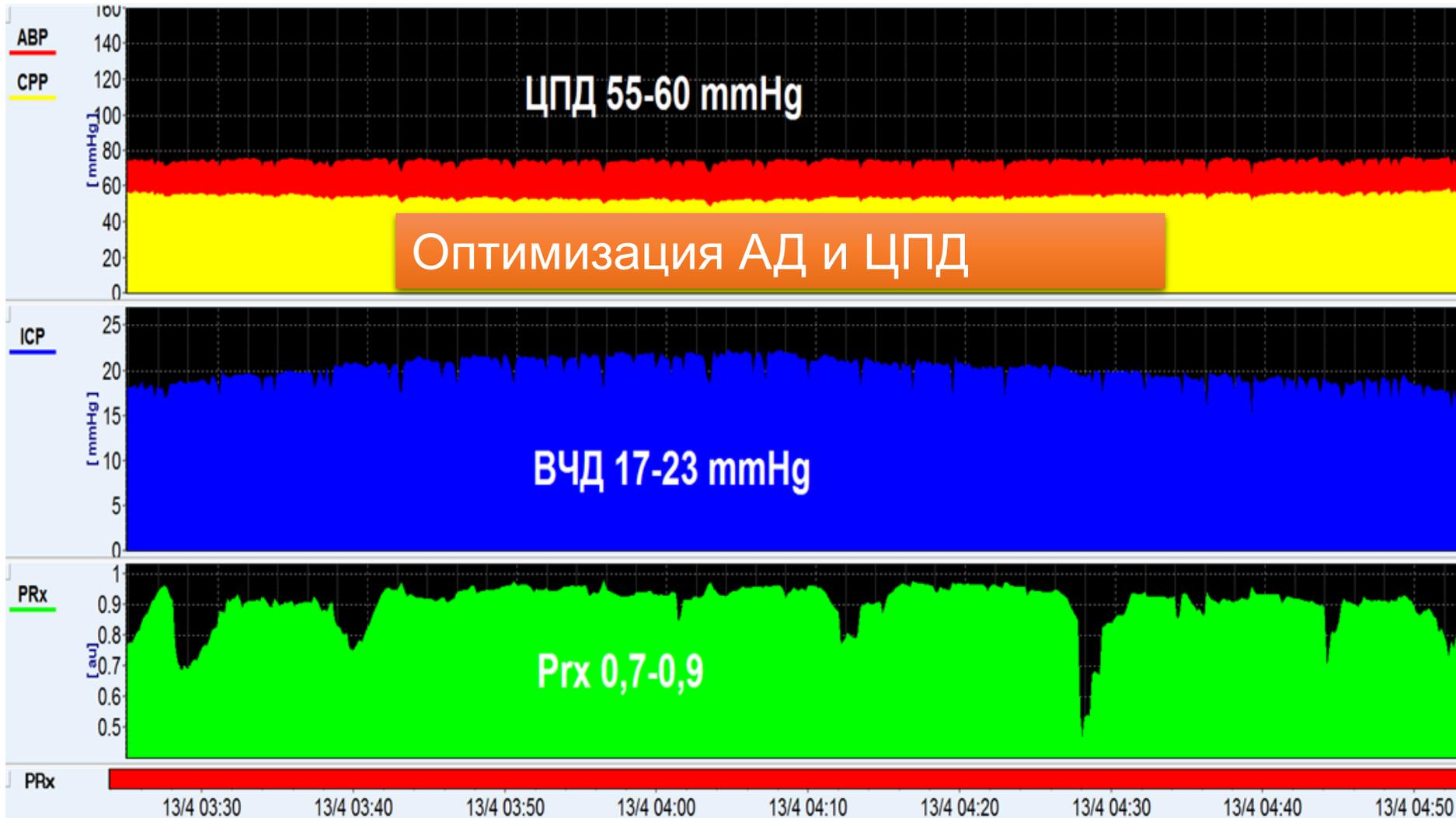


Ишемический паттерн с ПМА и СМА слева

Стратегия: отказ от ЦПД протокола, отказ от гипервентиляции
(АД нормотензия, ЦПД 50-70, седация +/- гипотермия +/- барбитуровая кома (?))

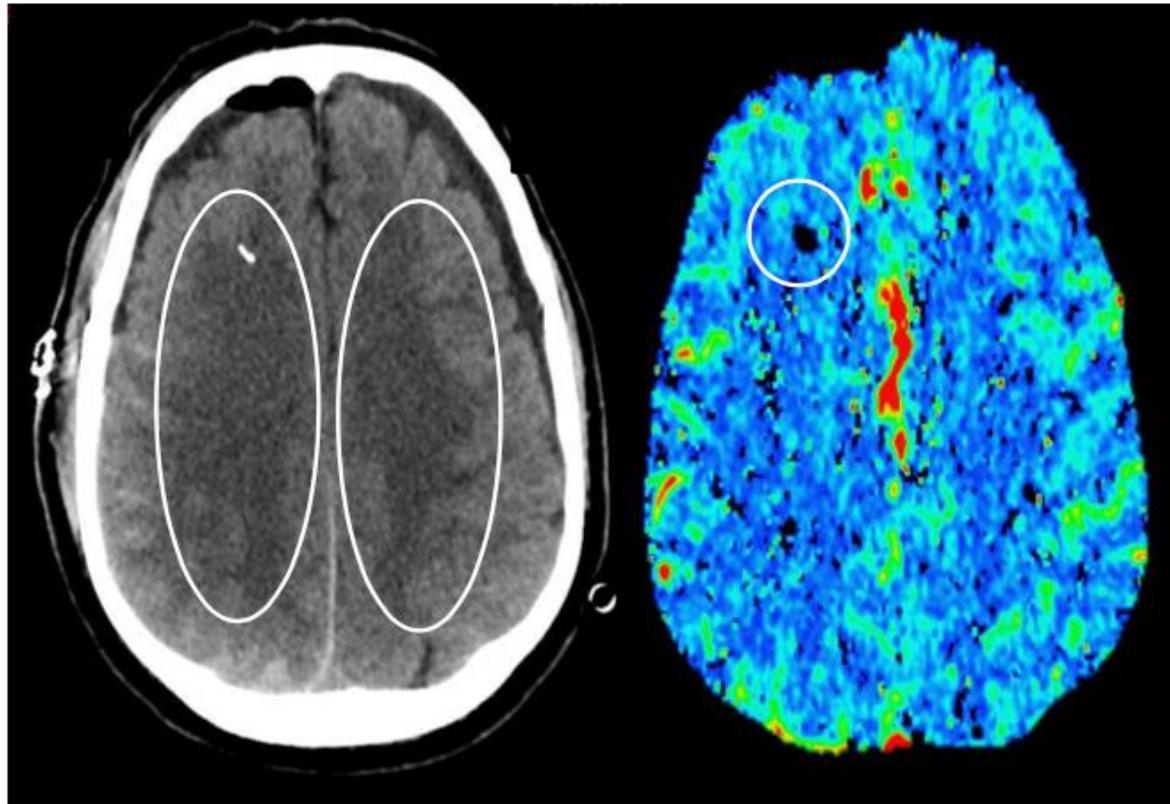


Стабилизация состояния после смены стратегии



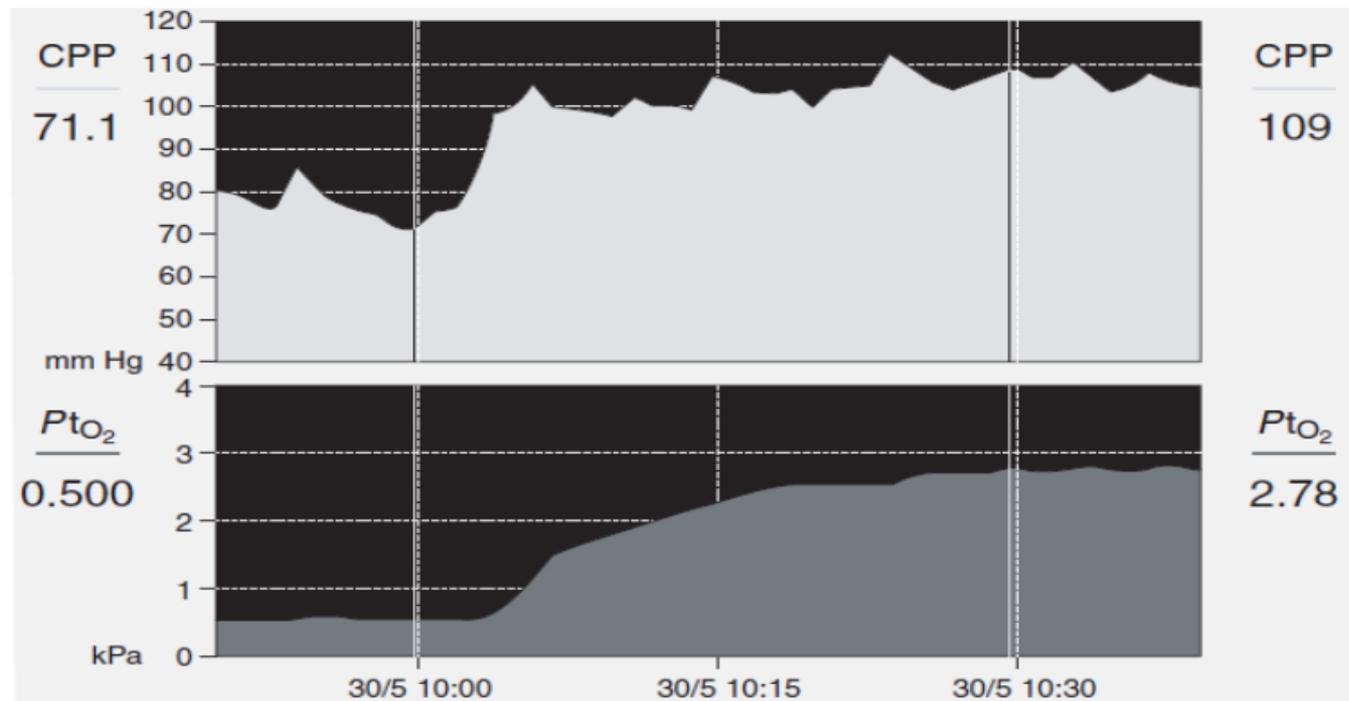
Accuracy of Brain Multimodal Monitoring to Detect Cerebral Hypoperfusion After Traumatic Brain Injury*

Pierre Bouzat, MD, PhD^{1,2}; Pedro Marques-Vidal, MD, MPH³; Jean-Baptiste Zerlauth, MD⁴;
Nathalie Sala, MD¹; Tamarah Suys, RN, MPH¹; Patrick Schoettker, MD⁵; Jocelyne Bloch, MD⁶;
Roy T. Daniel, MD⁶; Marc Levivier, MD⁶; Reto Meuli, MD⁴; Mauro Oddo, MD¹



Контроль церебральной перфузии через оксигенацию

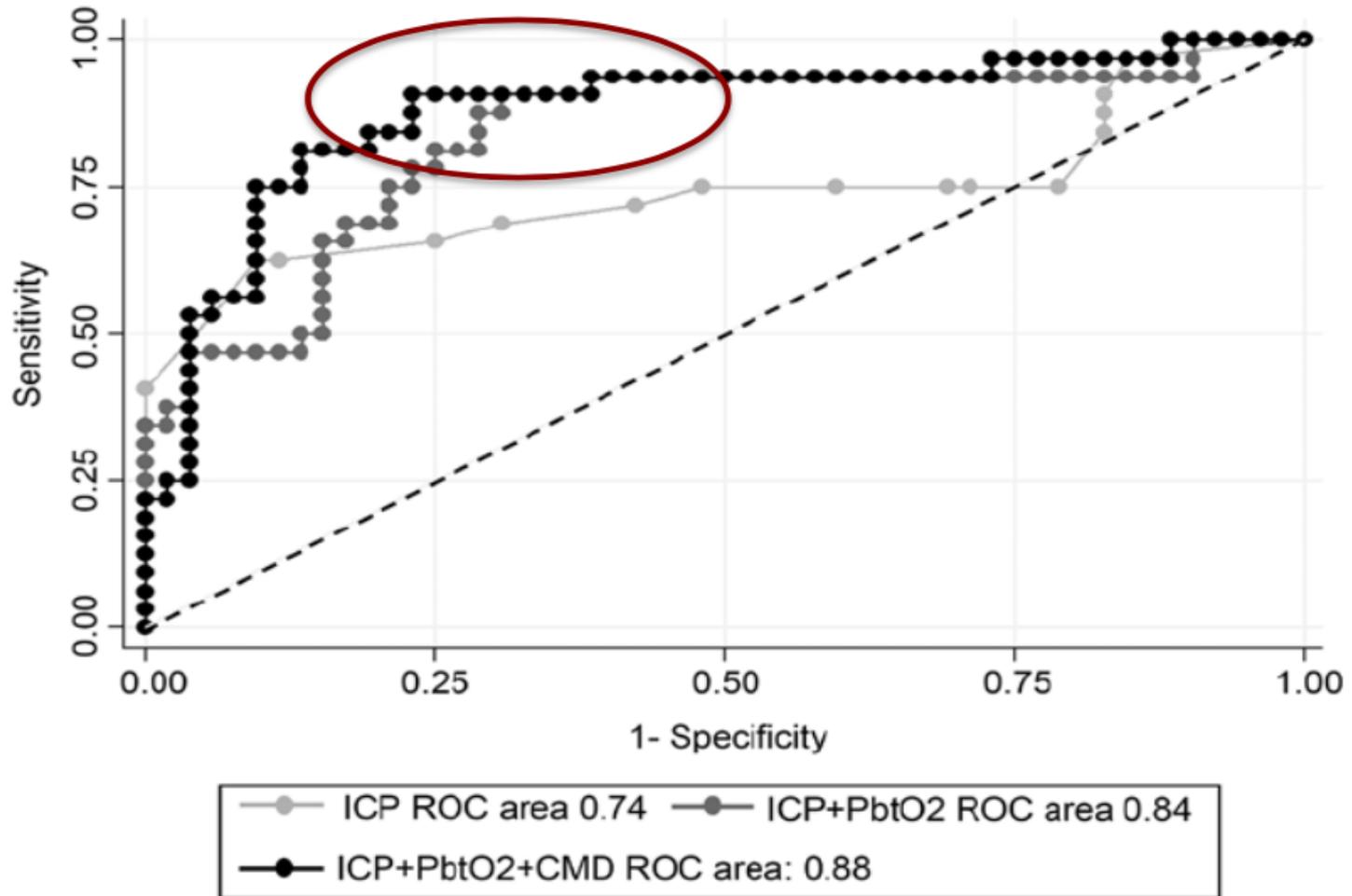
« Optimal » individualized MAP/CPP



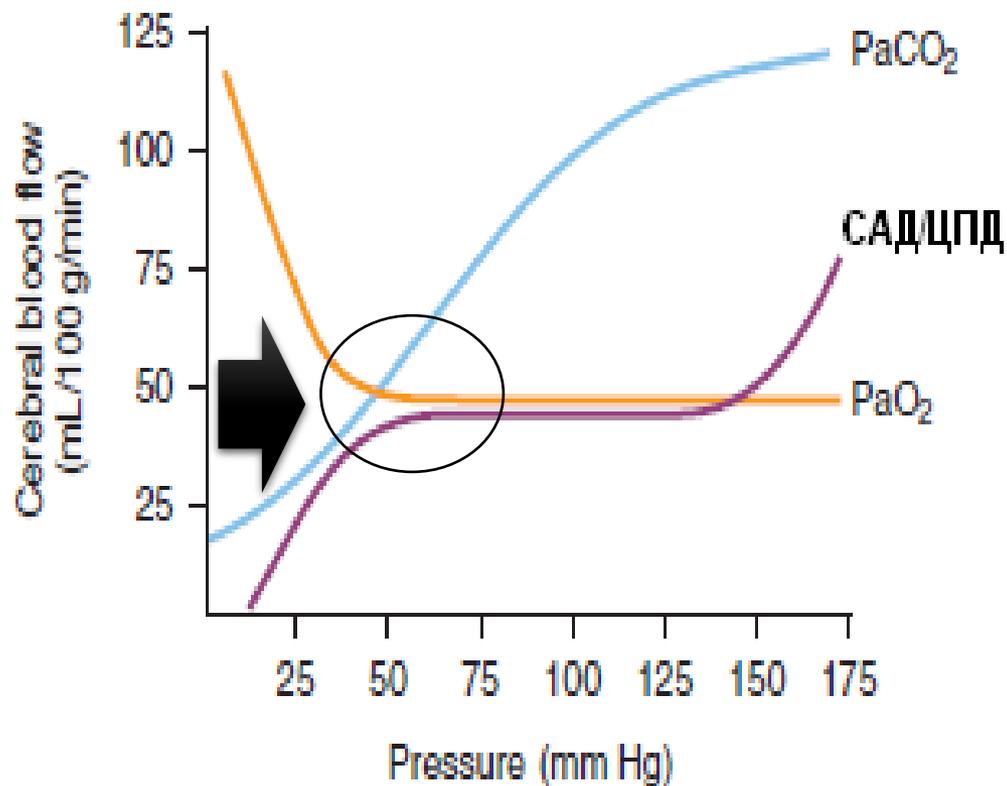
TBI: Johnston A Crit Care Med 2005; Jaeger M Crit Care Med 2006; Nortje J Br J Anaesth 2006;

SAH: Raabe A J Neurosurgery 2005; Muench E Crit Care Med 2007; Jaeger M Crit Care Med 2010; Schmidt JM Stroke 2011

ICP + PbtO₂ (and CMD) is better than ICP alone to detect cerebral hypoperfusion after severe TBI



Что нужно контролировать при поврежденном мозге



Отек / ВЧГ / Гиперперфузия

СТАНДАРТ:

ЧСС (ЭКГ)

SpO₂

иАД

ЧДД

Расширенный:

ВЧД

ЦПД

EtCO₂

PtO₂

BIS

EEG

ЧЕК-ЛИСТ:

КЩС

Газы крови

Электролиты

Гемоглобин

Глюкоза

Натрий

КТП МРТП

Мх

PRx

ORx

Заключение

ЦПД - ориентированная терапия, основанная на мониторинге ауторегуляции, обеспечивает дифференцированный подход терапии поврежденного мозга

Мониторинг церебральной ауторегуляции и перфузии позволит проводить пациент-ориентированную терапию

Выбранная стратегия позволит снизить летальность и улучшить исходы при остром церебральном повреждении