

Синдром внутричерепной гипертензии при ЧМТ

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

25.09.2010

Отделение реанимации



НИИ нейрохирургии
им. Бурденко РАМН

Определение ВЧД

Единого определения ВЧД не существует:

...некое равномерно распределяемое давление внутри полости черепа

Монро-Келли

... давление ликвора в желудочках мозга

Lundberg N. 1960

... это давление спинномозговой жидкости

Cohadon F et al. 1974

... давление в корковых венах и венозных синусах

Johnston H. et al, 1974

Уравнение Davson

▶ ВЧД ~ давление спинномозговой жидкости

▶ $ICP = CSF_{pressure} = Resistance_{CSF_{outflow}} \times Rate_{CSF_{outflow}} + P_{sagittal\ sinus}$

Уравнение Marmarou A.

$$ICP = ICP_{CSF\text{circulation}} + ICP_{Vasogenic}$$

Внесосудистый компонент (1/3 ICP)

Сосудистый компонент (2/3 ICP)

Скорость продукции ликвора
0,35 мл/мин

Артериальное давление

Сопротивление оттоку ликвора

Ауторегуляция

Давление в сагитальном синусе

Венозный отток

ВЧД в норме

ЗАВИСИТ ОТ

- ▶ положения тела
- ▶ возраста
- ▶ клинического состояния
- ▶ В положении стоя до «-» 5 mmHg, при VPS до «-»15 mmHg

- ▶ Новорожденные 1,5 - 6 mmHg
- ▶ Дети 3 - 7 mmHg
- ▶ Взрослые 5 -15 mmHg

Внутричерепная гипертензия

▶ ВЧД > 25 mmHg

▶ ВЧД > 20 mmHg

▶ ВЧД > 18 mmHg

▶ ВЧД > 15 mmHg

Пороговые значения ВЧД в детской группе

| Возраст/лет | ВЧД mmHg |
|-------------|----------|
| 2 – 6 | 14,7 |
| 7 - 10 | 15,0 |
| 11 - 15 | 15,6 |

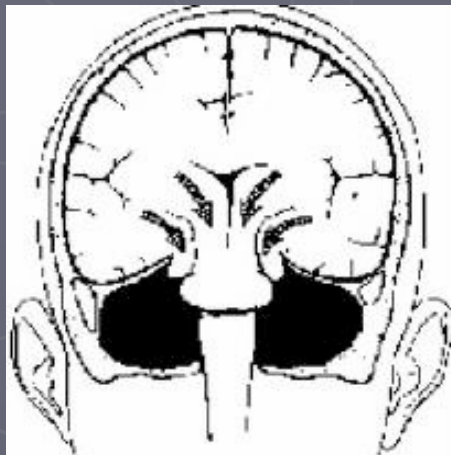
Chambers et al, J Neurol Neurosurg Psychiatry 2006

Внутричерепная гипертензия (ВЧД > 20 mmHg)

- Затрудняет мозговой кровоток и снижает перфузию головного мозга
церебральная ишемия
- Приводит к смещению структур мозга по градиенту давления
структурные нарушения
вклинение

«Не установлено, при каком уровне ВЧД развивается ишемия головного мозга и вклинение у отдельно взятого пациента» [индивидуально]

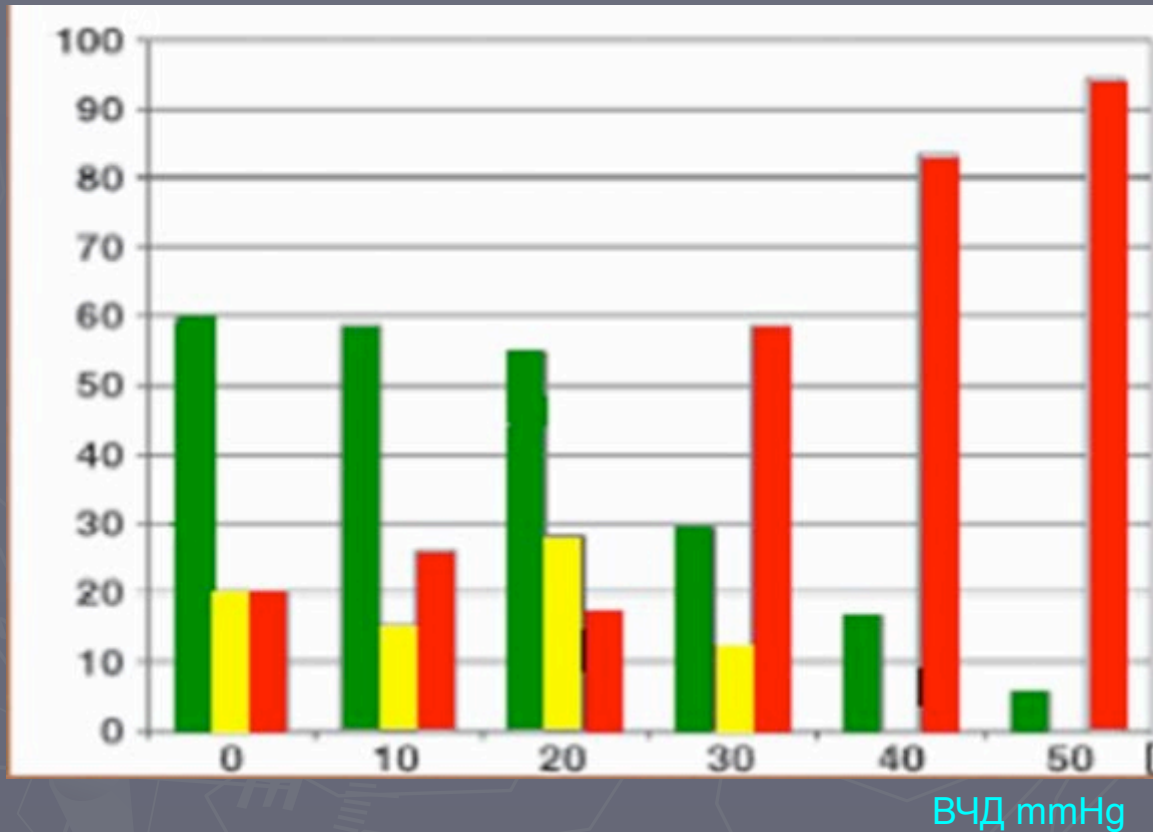
Smith M Anesth Analg 2008: 106; 40-8



Внутричерепная гипертензия

- ▶ При ТЧМТ выявляется в 30-80% случаев.
- ▶ Занимает лидирующее место среди факторов, определяющих летальность и инвалидизацию.
- ▶ Половина пострадавших с ВЧГ погибает.

Величина среднего значения ВЧД - прогноз

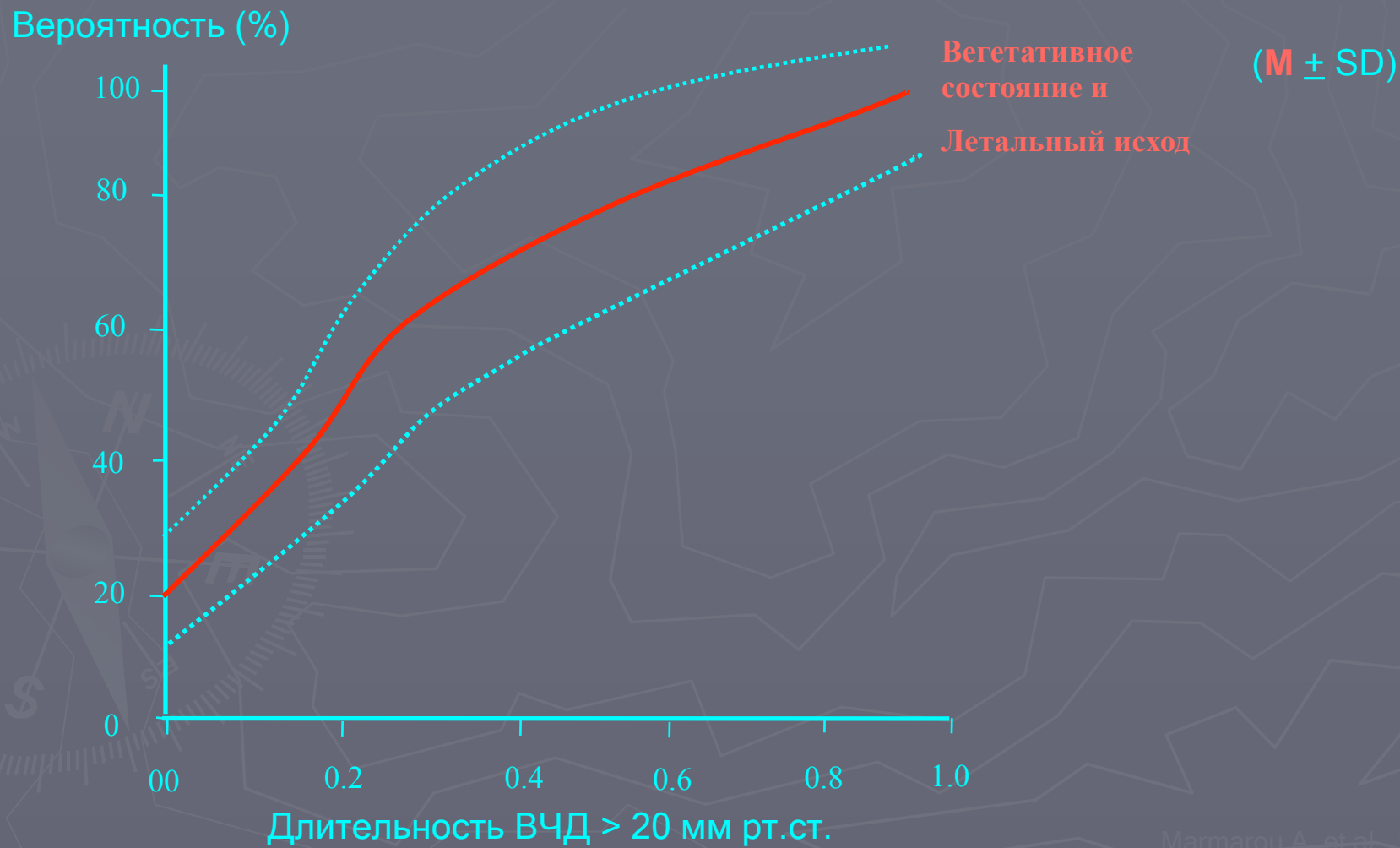


- ICP < 20 летальность 17%
- ICP > 20 летальность 47%

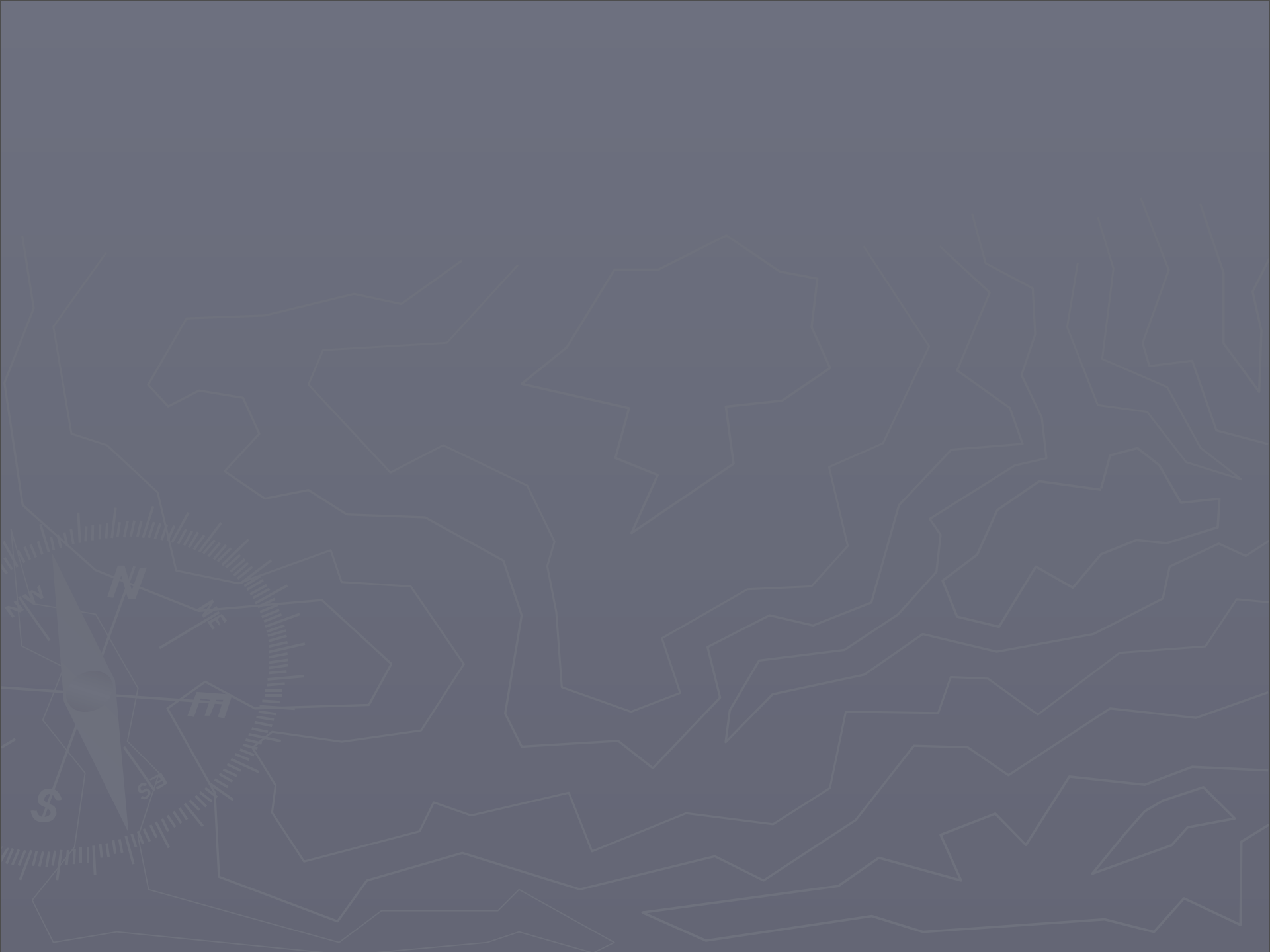
- Хорошее восстановление
- Умеренная инвалидизация
- Грубая инвалидизация
- Вегетативное состояние
- Умершие

Marcella Balesteri, et al., Neurocrit Care 4: 8-13, 2006

Длительность ВЧГ - исход



Marmarou A, et al., 1991



среда, 29 сентября 2010 г.

► Причины развития ВЧГ при ЧМТ:

▶ Причины развития ВЧГ при ЧМТ:

1. Отек мозга.

▶ Причины развития ВЧГ при ЧМТ:

1. Отек мозга.
2. Гиперемия.

▶ Причины развития ВЧГ при ЧМТ:

1. Отек мозга.
2. Гиперемия.
3. Дополнительный внутричерепной объем.

► Причины развития ВЧГ при ЧМТ:

1. Отек мозга.
2. Гиперемия.
3. Дополнительный внутричерепной объем.
4. Гидроцефалия.

► Причины развития ВЧГ при ЧМТ:

1. Отек мозга.
2. Гиперемия.
3. Дополнительный внутричерепной объем.
4. Гидроцефалия.
5. Гиповентиляция.

▶ Причины развития ВЧГ при ЧМТ:

1. Отек мозга.
2. Гиперемия.
3. Дополнительный внутричерепной объем.
4. Гидроцефалия.
5. Гиповентиляция.
6. Артериальная гипертензия .

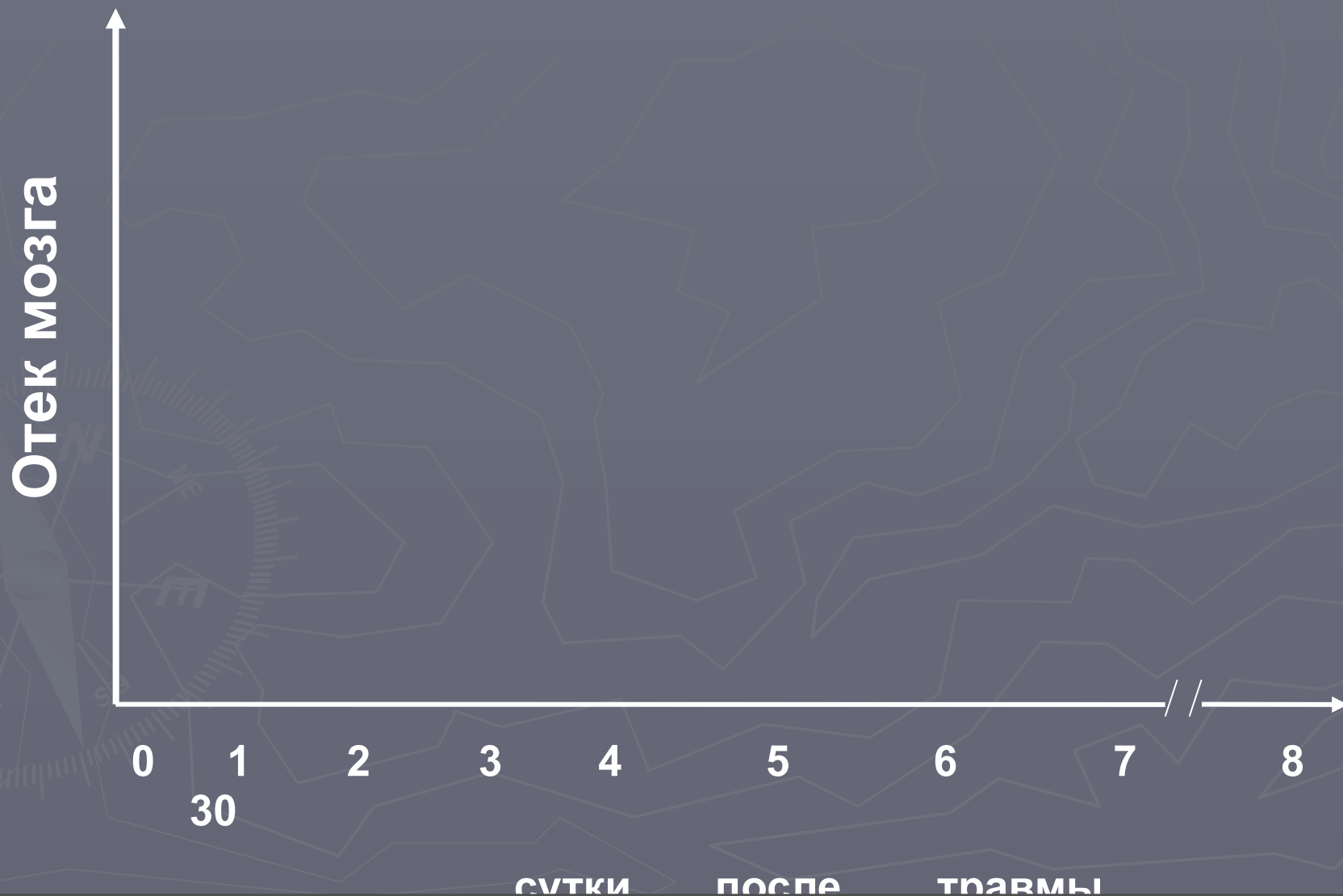
► Причины развития ВЧГ при ЧМТ:

1. Отек мозга.
2. Гиперемия.
3. Дополнительный внутричерепной объем.
4. Гидроцефалия.
5. Гиповентиляция.
6. Артериальная гипертензия .
7. Нарушение венозного оттока.

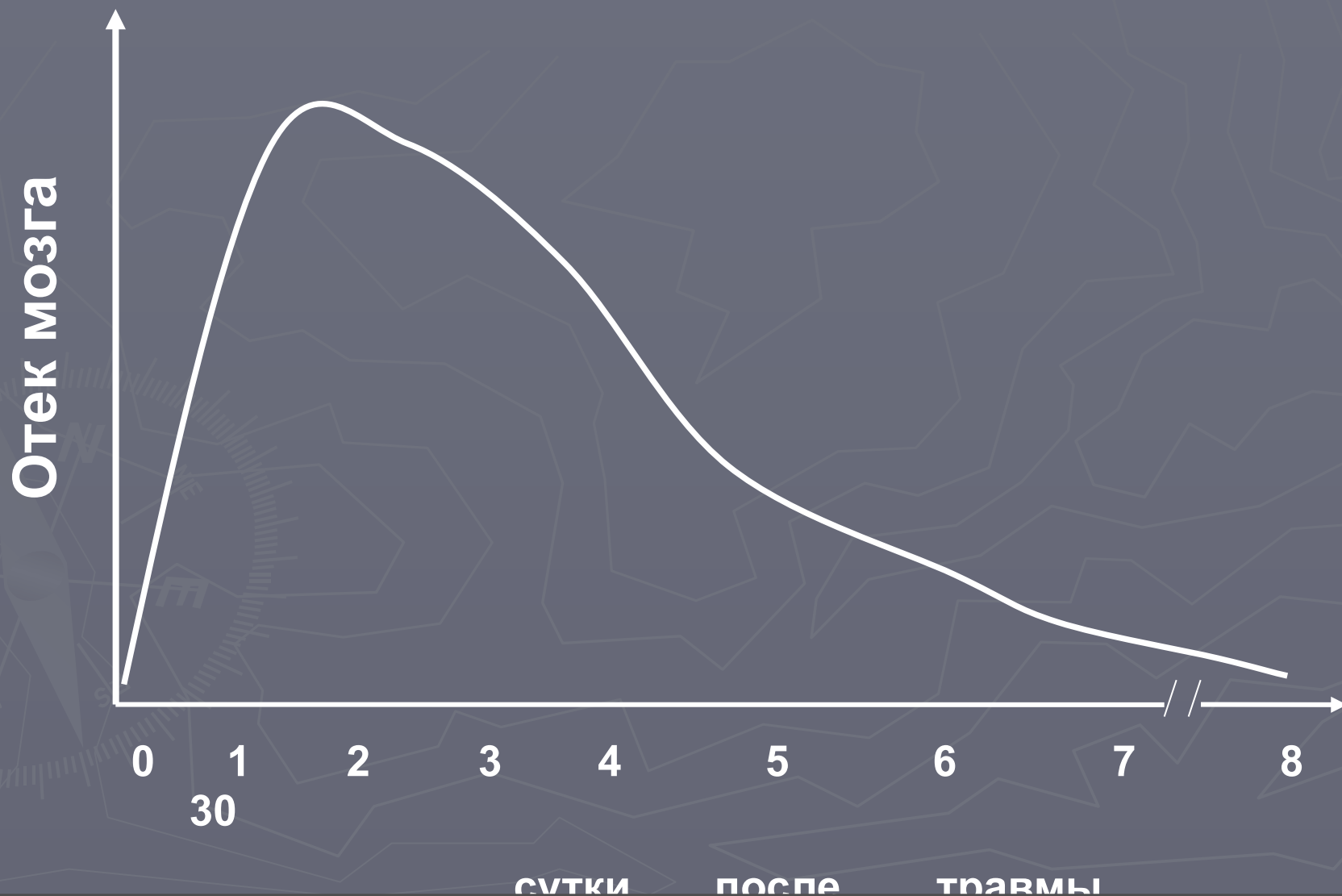
► Причины развития ВЧГ при ЧМТ:

1. Отек мозга.
2. Гиперемия.
3. Дополнительный внутричерепной объем.
4. Гидроцефалия.
5. Гиповентиляция.
6. Артериальная гипертензия .
7. Нарушение венозного оттока.
8. Эпилептический приступ.

Динамика развития отека мозга при ЧМТ



Динамика развития отека мозга при ЧМТ



Динамика развития отека мозга при ЧМТ



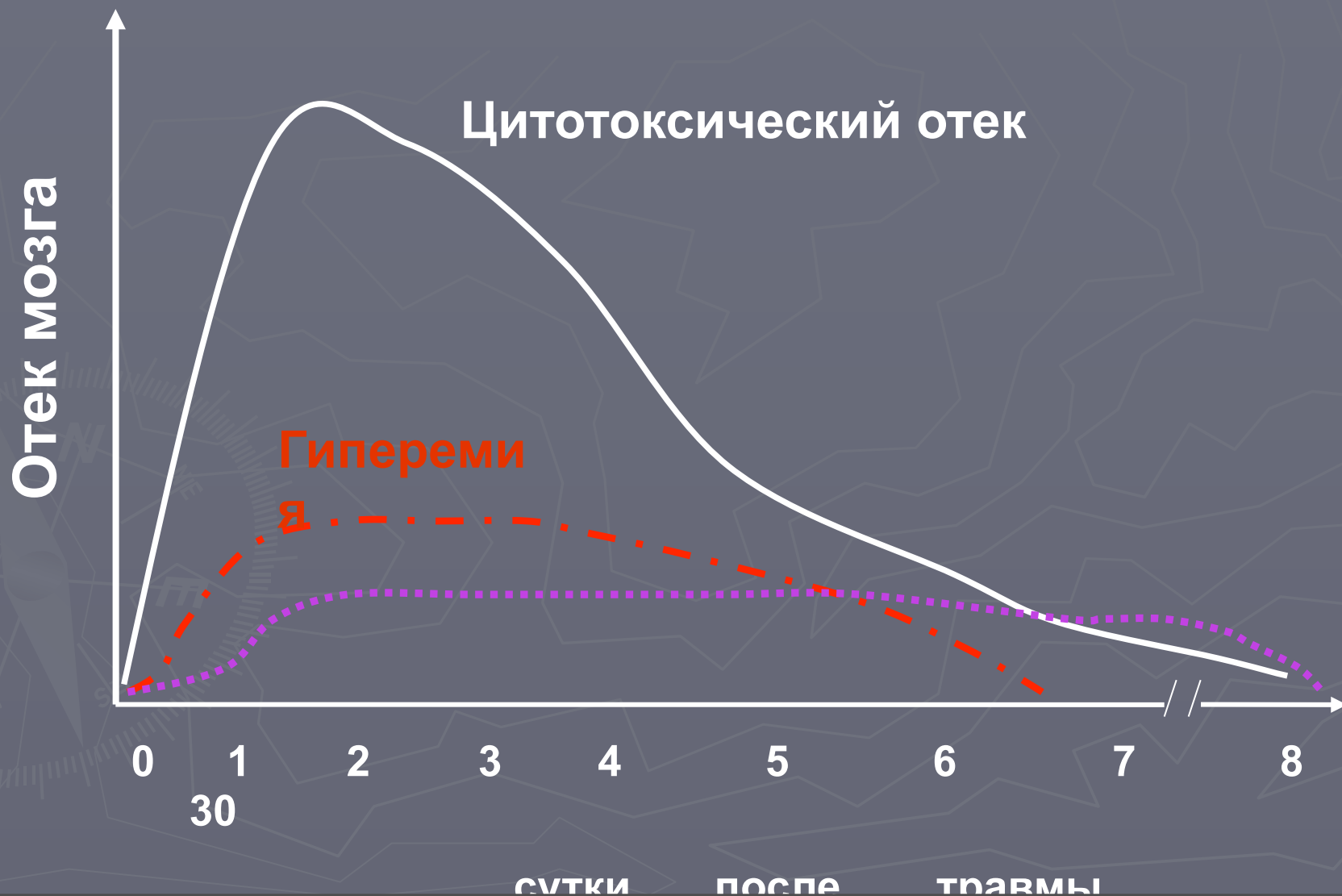
Динамика развития отека мозга при ЧМТ



Динамика развития отека мозга при ЧМТ



Динамика развития отека мозга при ЧМТ



Динамика развития отека мозга при ЧМТ

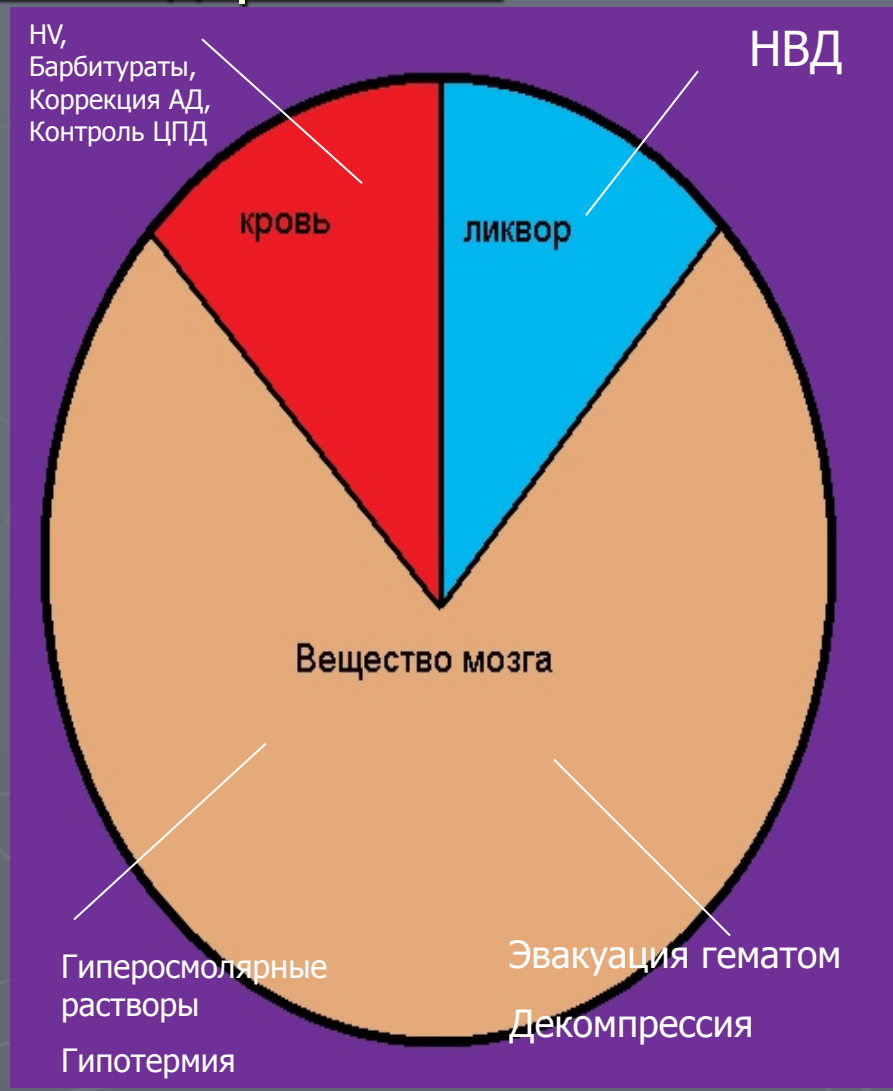
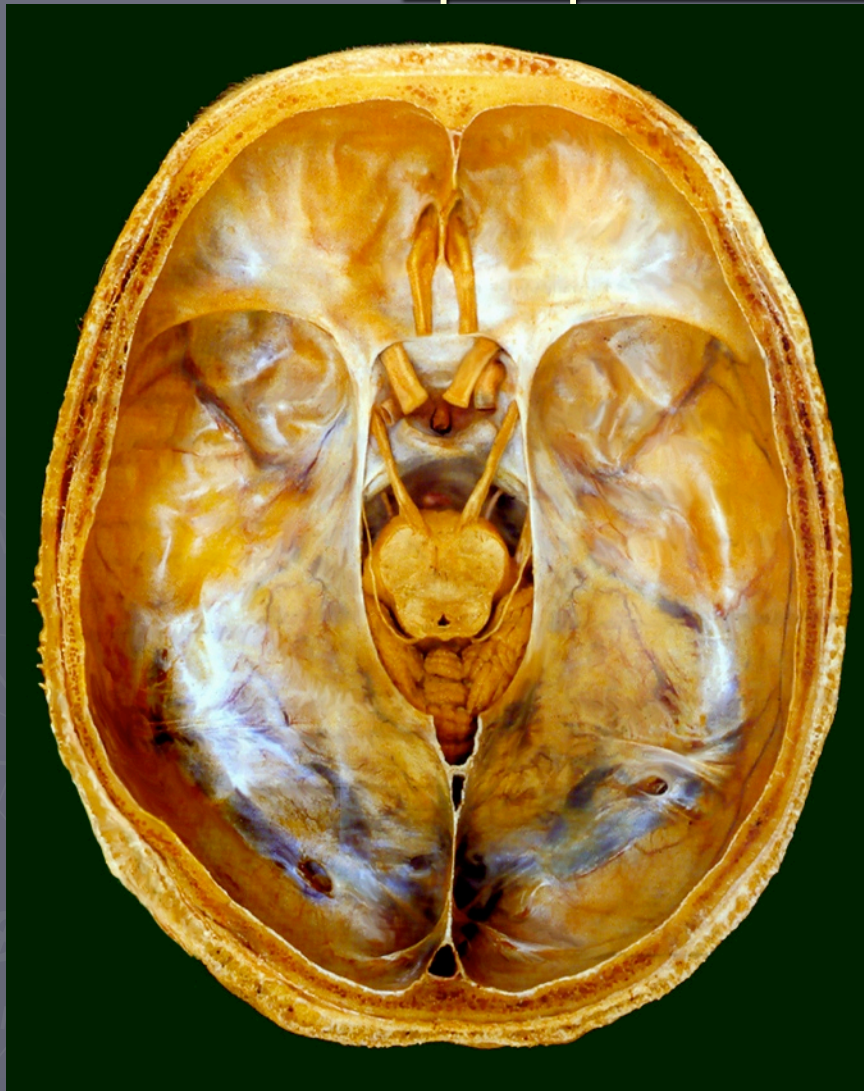


Коррекция ВЧГ на 4 принципах

- ▶ 1. Доктрина Монро-Келли
- ▶ 2. Эскалация терапии
- ▶ 3. Ауторегуляция мозговых сосудов
- ▶ 4. Профилактика ФВП

1 Доктрина Монро-Келли

Принцип: привести в равновесие внутричерепное пространство с его содержимым!



2 Эскалация терапии

Цель протокола: ВЧД < 20 mmHg

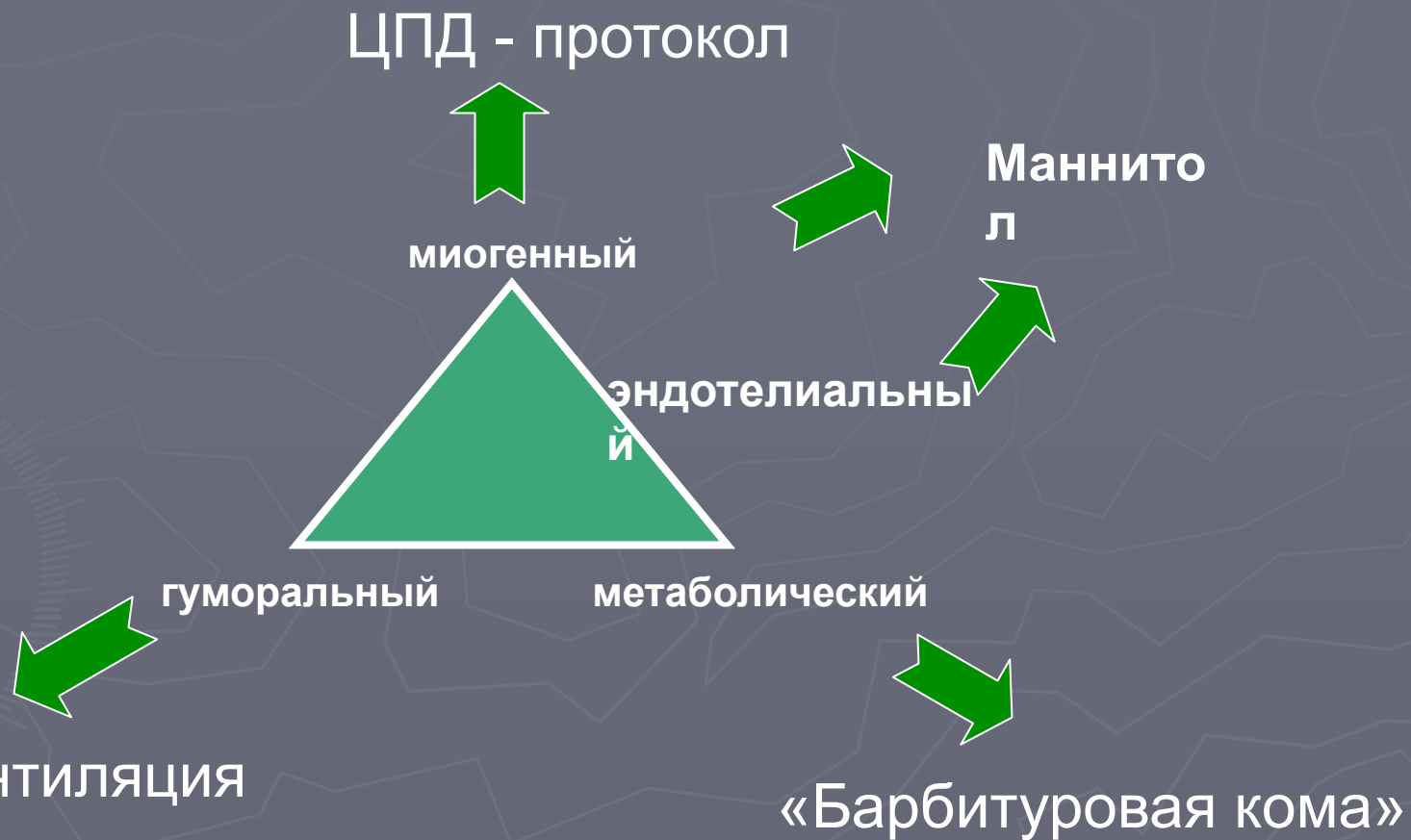
От простого к сложному

От простых к более агрессивным

По мере наращивания агрессии – рост осложнений



3 Механизмы ауторегуляции применительно к ИТ



4 Факторы вторичного повреждения мозга

- ▶ Гипоксия, гипоксемия
- ▶ Артериальная гипотония
- ▶ Внутрочерепная гипертензия
- ▶ Гиперкапния
- ▶ Гипертермия
- ▶ Гипергликемия
- ▶ И др.

Главной задачей нейроинтенсивной терапии является

- ▶ Профилактика развития ФВП (знание патогенеза)
- ▶ Своевременная диагностика (многопараметрический мониторинг)
- ▶ Устранение ФВП (современное оснащение и обеспечение, NICU)

Мероприятия для снижения ВЧД

1. Базисные мероприятия.
2. «Первая» ступень - мероприятия при повышении ВЧД.
3. «Вторая» ступень - мероприятия при устойчивой ВЧГ.

Мероприятия для снижения ВЧД

1. Базисные мероприятия.

1. Интубация и ИВЛ при ШКГ ≤ 8 баллов.
2. Седация и анальгезия// препараты короткого действия//
3. Контроль центральной гемодинамики: САД не ниже 80-90 мм рт.ст.
3. Позиционирование:
 - возвышенное положение головы 15-45%;
 - выкладывание головы по средней линии.
4. Профилактика и устранение факторов вторичного повреждения –
условие для восстановления поврежденного мозга

Мероприятия для снижения ВЧД

1. Базисные мероприятия.
2. «Первая» ступень - мероприятия при повышении ВЧД.
3. «Вторая» ступень - мероприятия при устойчивой ВЧГ.

ВЧД протокол (с 60-х годов)

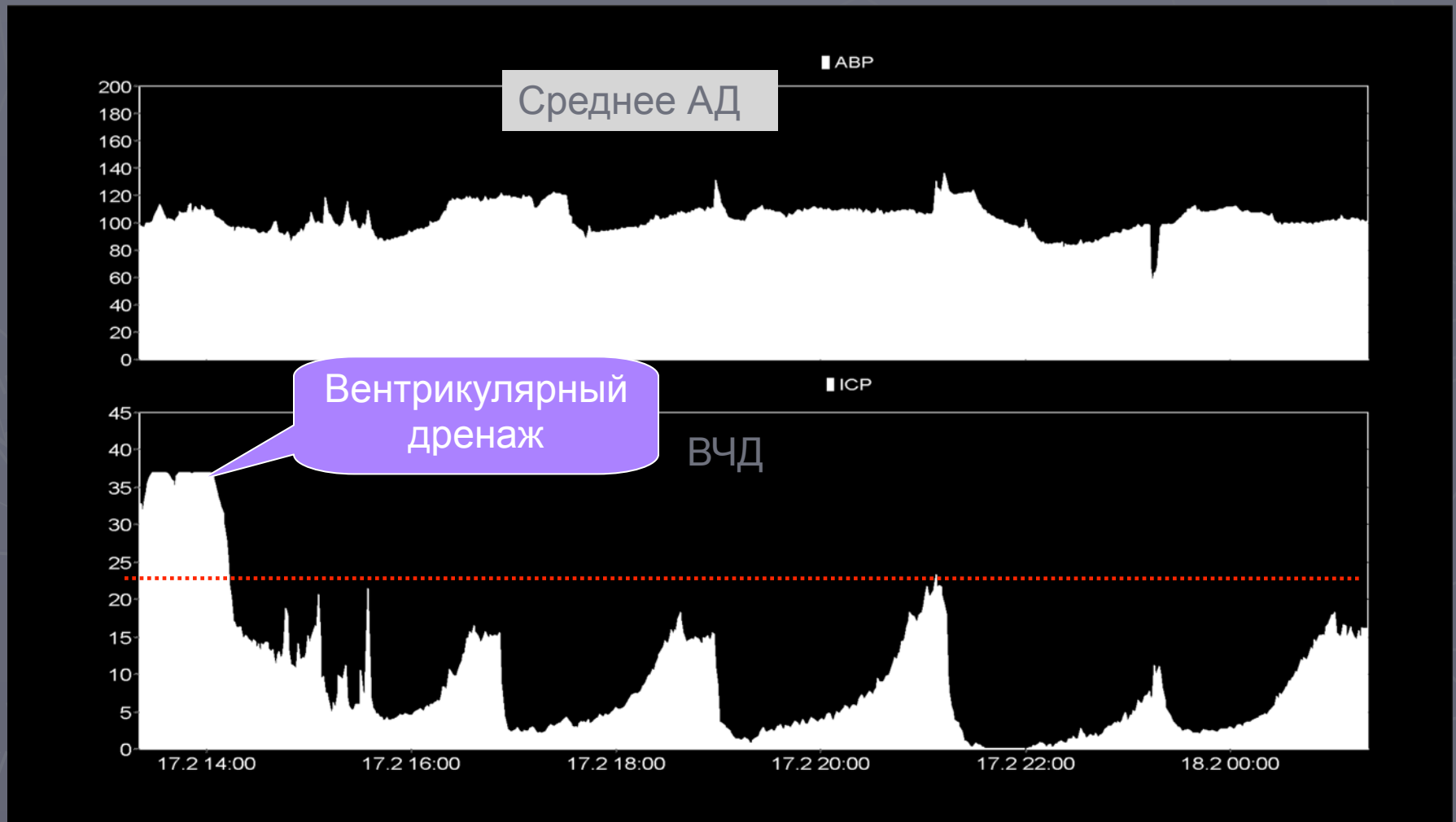
Цель протокола: ВЧД не выше 20 мм рт ст



Постепенное наращивание агрессивности.

С ростом агрессивности растет вероятность осложнений

Контроль ВЧД на фоне наружного дренирования желудочков



Анальгетики, анестетики и седативные препараты

A. I уровень

Недостаточно данных

B. II уровень

Не рекомендуется профилактическое введение барбитуратов для индукции «барбитуровой комы» [burst suppression EEG]

Большие дозы барбитуратов рекомендуются при ВЧГ рефрактерной хирургическим и терапевтическим методам коррекции. До- и во время проведения терапией барбитуратами должна обеспечиваться гемодинамическая стабильность

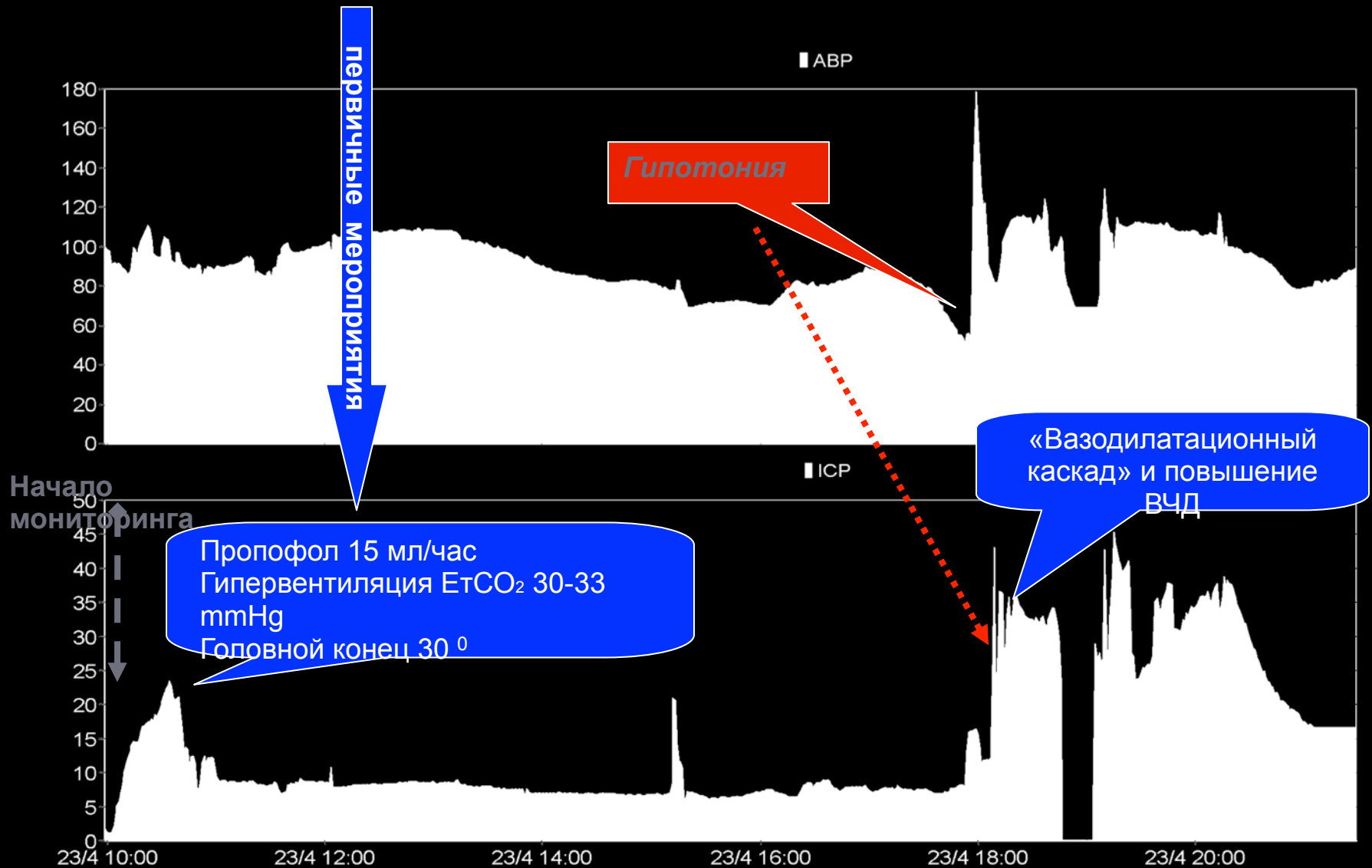
Пропофол рекомендован для контроля ВЧД.

Пропофол не снижает смертность и не улучшает исходы (через 6 месяцев).

Большие дозы пропофола могут увеличивать смертность.

Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. 3rd ed. J Trauma, 2007

Седация, улучшение венозного оттока, умеренная гипервентиляция.



Мероприятия для снижения ВЧД

1. Базисные мероприятия.
2. «Первая» ступень - мероприятия при повышении ВЧД.
3. «Вторая» ступень - мероприятия при устойчивой ВЧГ.

Мероприятия для снижения ВЧД

1. Базисные мероприятия.

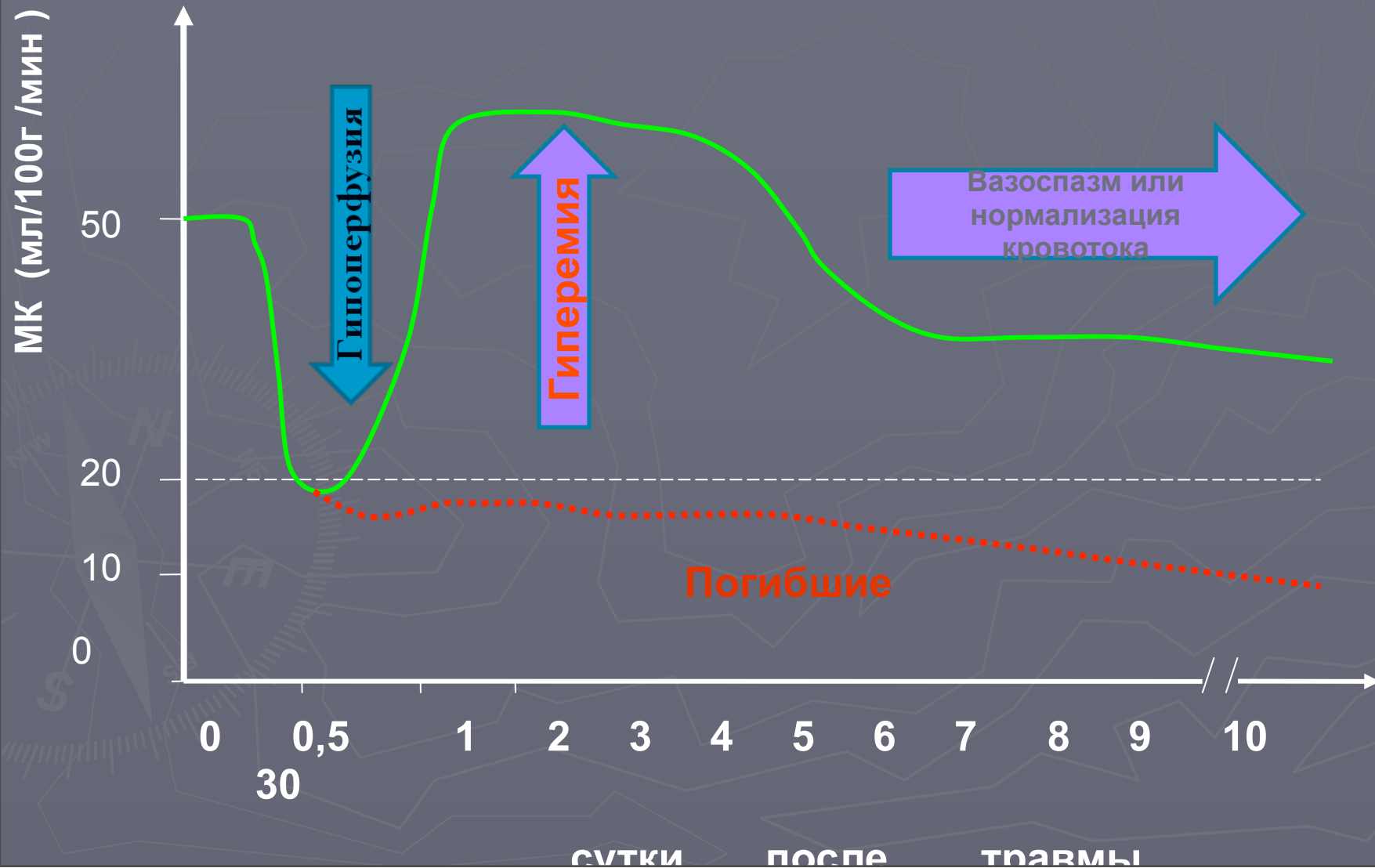
2. «Первая» ступень - мероприятия при повышении ВЧД.

1. Углублению седации + миорелаксанты
2. Наружный вентрикулярный дренаж
3. Осмотическая терапия: маннит 1,0- 0,25г/ кг , далее по 0,25 мг/кг каждые 6 часов.
Лазикс 10-20 мг + Адекватное восполнение.
Гиперхаес 250 мл, или раствор гипертонического NaCl 3% -10%.
4. Гипервентиляция до 28-30 мм рт. ст.
на короткий период только при ухудшении состояния
на длительный период только при неэффективности др. мероприятий;
исключить профилактическое использование и в первые 24 часа после травмы
исключать агрессивную гипервентиляцию (< 25 мм рт.ст.)

Мероприятия для снижения ВЧД

1. Базисные мероприятия.
2. «Первая» ступень - мероприятия при повышении ВЧД.
3. «Вторая» ступень - мероприятия при устойчивой ВЧГ.

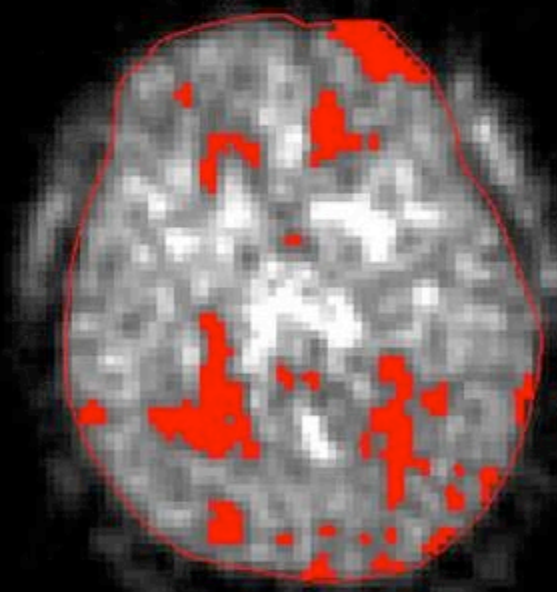
СВФ и гипервентиляция





Acute head injury (6 hrs post impact)

Areas in red show regions with rCBF ≤ 20 ml/100g/min
(Coles et al. Crit Care Med. 2002)

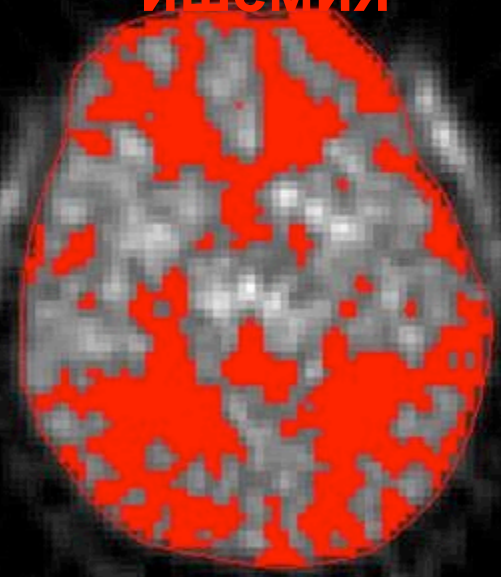


PaCO₂: 5.0 kPa (38 mmHg)

60

||
Гипервентиляция
и
ишемия

ml/100g/min

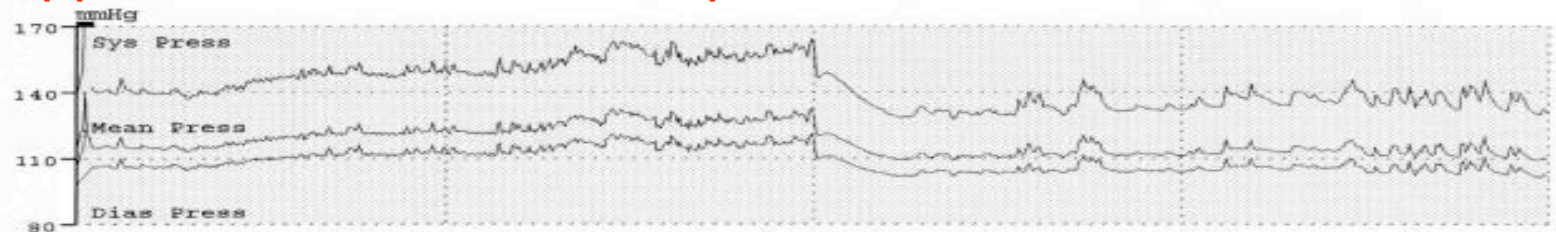


PaCO₂: 3.3 kPa (25 mmHg)

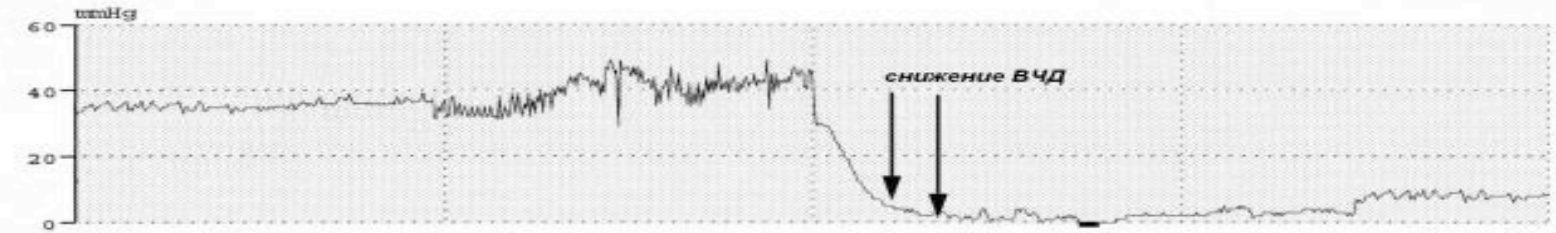
0

Эффективность и безопасность гипервентиляции

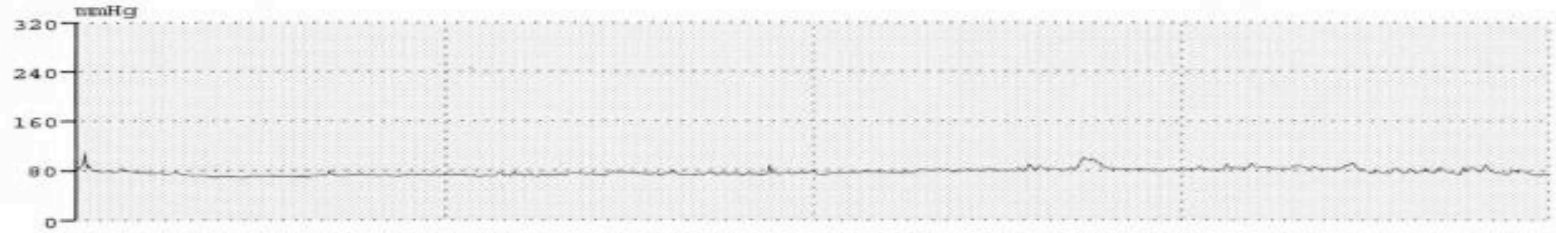
АД



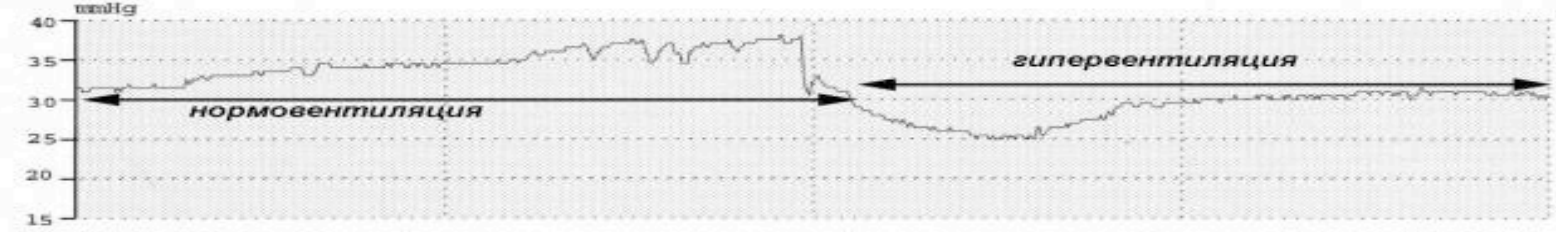
ВЧД



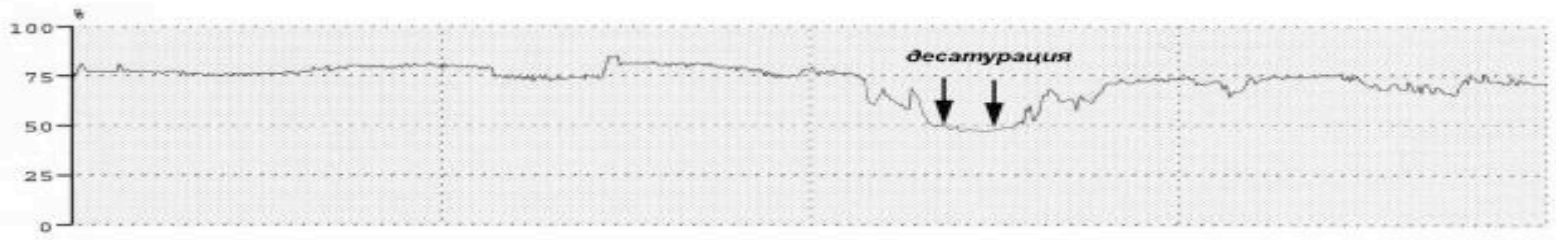
ЦВД



EtCO₂

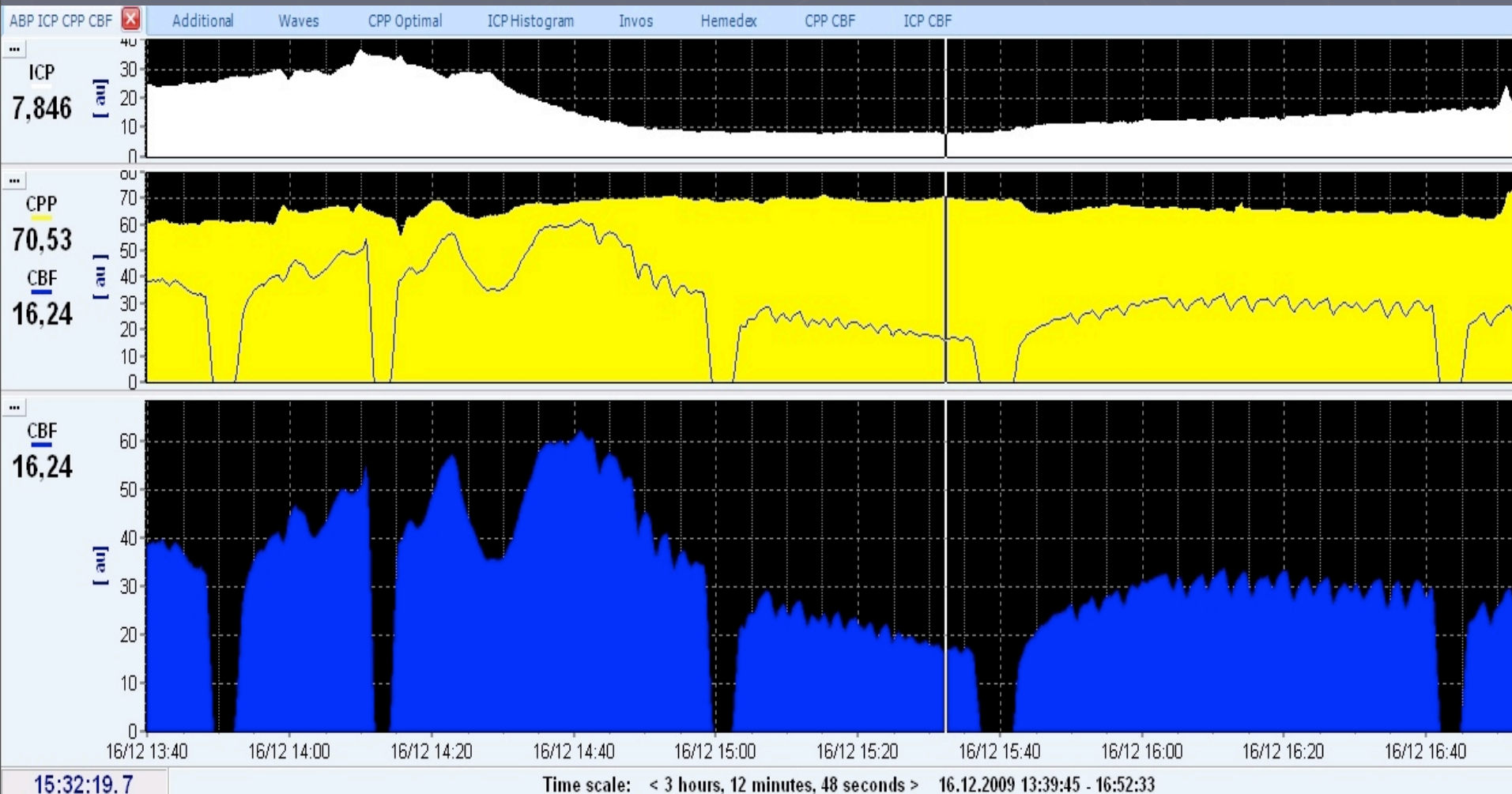


SvO₂



13:23 13:38 13:53 14:08 14:23

1 Влияние гипервентиляции на ВЧД и МК (оптимизация гипервентиляции)



Мероприятия для снижения ВЧД

1. Базисные мероприятия.
2. «Первая» ступень - мероприятия при повышении ВЧД.
3. «Вторая» ступень - мероприятия при устойчивой ВЧГ.

Мероприятия для снижения ВЧД

1. Базисные мероприятия.
2. «Первая» ступень - мероприятия при повышении ВЧД.
3. «Вторая» ступень - мероприятия при устойчивой ВЧД.

- A. КТ: исключить интракраниальный объем.
- B. ЭЭГ: исключить бессимптомную эпилепсию.

1. Высокие дозы барбитуратов: Контроль ЭЭГ,
2. Гипервентиляция до 25 мм рт. ст. «+» *SvjO2/ PtO2*.
3. Гипотермия до 34 С.
4. **Декомпрессивная краниотомия.**

Удаление очагов ушиба мозгового вещества \ зоны пораженного ГЭБ\.

Индукцированная артериальная гипертензия: ЦПД > 90 -100 мм рт. ст. ??????

Мероприятия для снижения ВЧД

1. Базисные мероприятия.
2. «Первая» ступень - мероприятия при повышении ВЧД.
3. «Вторая» ступень - мероприятия при устойчивой ВЧГ.

Гиперосмолярные растворы

А. I уровень

Недостаточно данных

В. II уровень

Маннитол эффективен для контроля ВЧД в дозах 0,25 – 1 г/кг

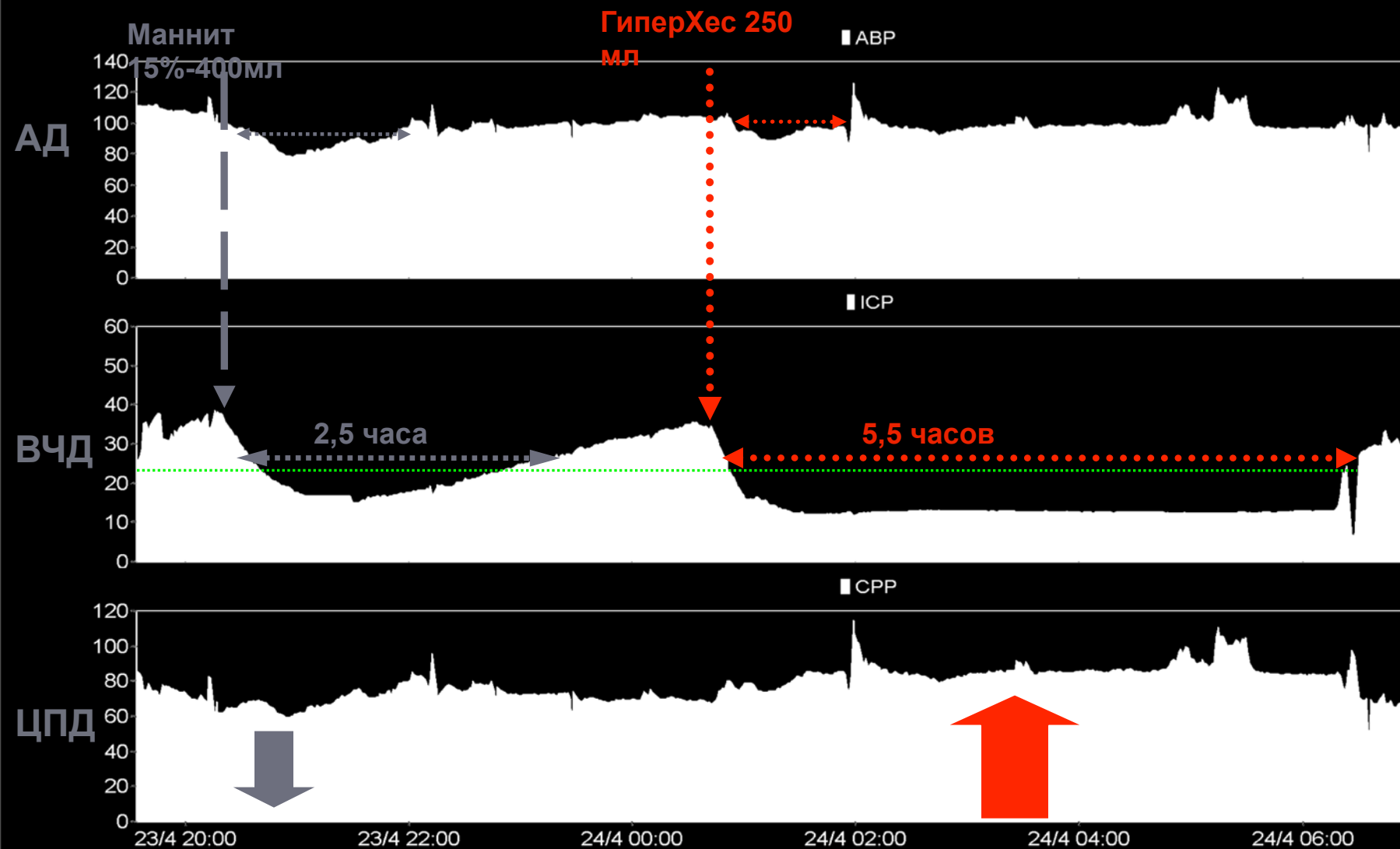
При использовании маннитола следует избегать артериальной гипотонии ($АДс < 90 \text{ mmHg}$)

С. III уровень

Ограничить использование маннитола до исключения экстракраниальных причин ВЧГ до начала мониторинга ВЧД (т.е. использовать только при дислокации или отрицательной неврологической симптоматике)

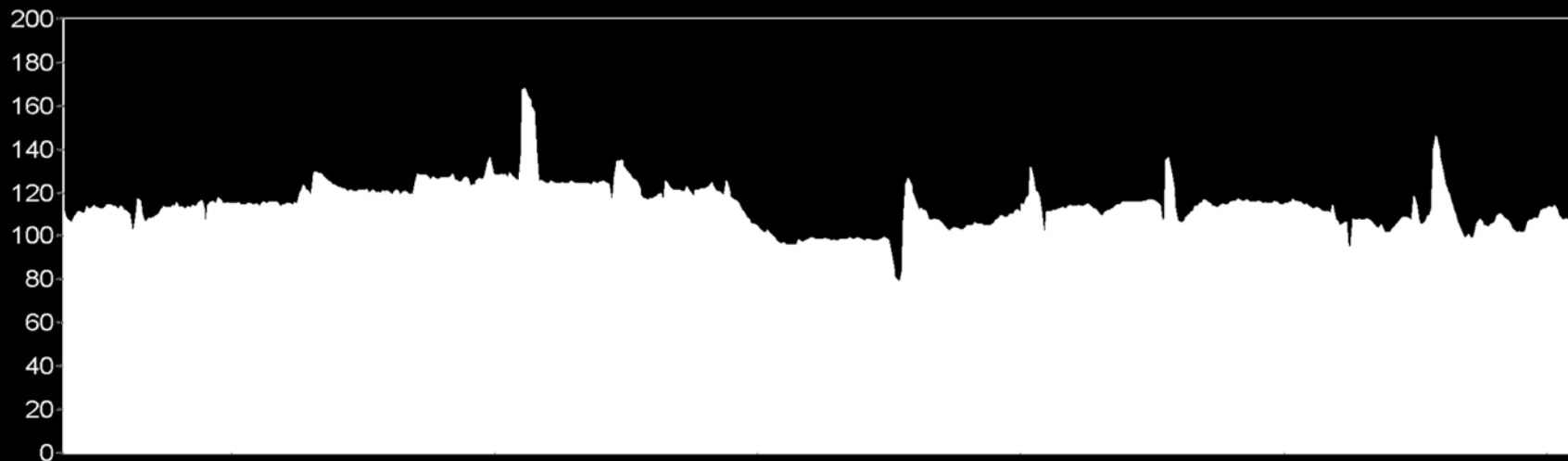
Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. 3rd ed. J Trauma, 2007

Использование осмотических растворов

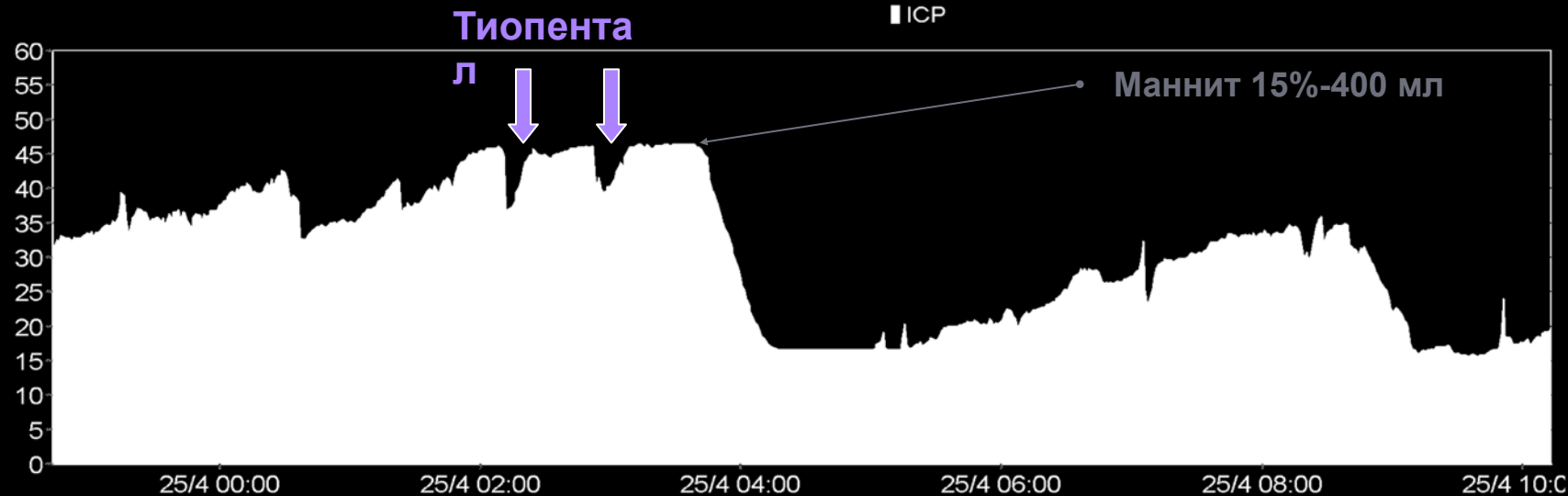


Тиопентал и маннит

■ ABP



■ ICP



Барбитураты

- ▶ Снижают ВЧД снижая МК и повышая сопротивление артериол.
- ▶ Подавляют метаболизм и нейрональную активность

Профилактика судорог

A. Уровень I

- ▶ недостаточно данных.

B. Уровень II

- ▶ **Профилактическое** применение фенитоина или
- ▶ вальпроата для предотвращения поздних посттравматических судорог (PTS) **не рекомендуется.**
- ▶ Противосудорожные средства **показаны** для снижения частоты **ранних** PTS (в течение первой недели у с момента получения травмы). Однако ранние PTS не влияют на исход.

Группа риска по развитию посттравматических судорог

Наличие:

- ▶ ШКГ < 10
- ▶ проникающей травмы
- ▶ контузионного очага в коре мозга
- ▶ вдавленного перелома
- ▶ интракраниальной гематомы (эпи, суб, вмиг)
- ▶ судороги в первые сутки после травмы

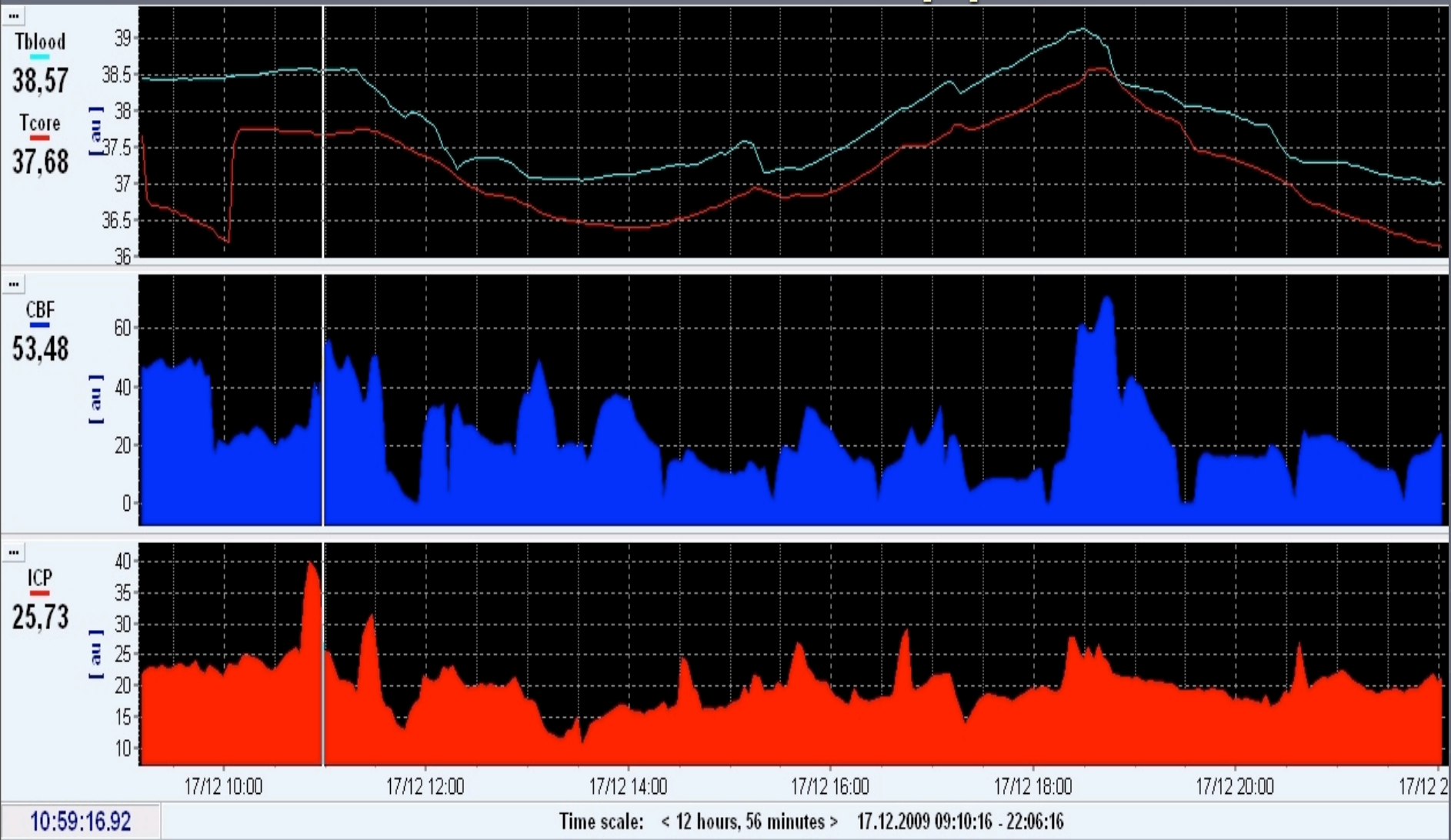
Температурный контроль

- ▶ Не допускать Гипертермию (Т-КОНТРОЛЬ)
- ▶ Целесообразность **Профилактической гипотермии** оценивается во многоцентровом Европейском исследовании.
- ▶ **Лечебная Гипотермия** – агрессивный метод при неконтролируемой ВЧГ

1 Влияние температуры на МК и ВЧЛ



2 Влияние температуры на МК и ВЧД



Профилактическая Гипотермия

А. I уровень

Недостаточно данных

В. II уровень

Недостаточно данных

С. III уровень

Гипотермия незначительно снижает летальность при сравнении с «контролируемой» нормотермией

Однако значительно снижает смертность при поддержании гипотермии более 48 часов

Профилактическая Гипотермия улучшает исход при сравнении с «контролируемой» нормотермией.

Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. 3rd ed. J Trauma, 2007

ESICM



Eurotherm3235 trial

35°
34°
33°
32°

[home](#)

[Protocol & other forms](#)

[Enrol your ICU](#)

[The Eurotherm team](#)

[Recruitment and Trial Updates](#)

[Useful links and references](#)

[FAQs](#)

[Information for patients and relatives](#)

Welcome to EUROTHERM3235 trial



[eCRF Lincoln](#) »



Гипотермия

Основные эффекты:

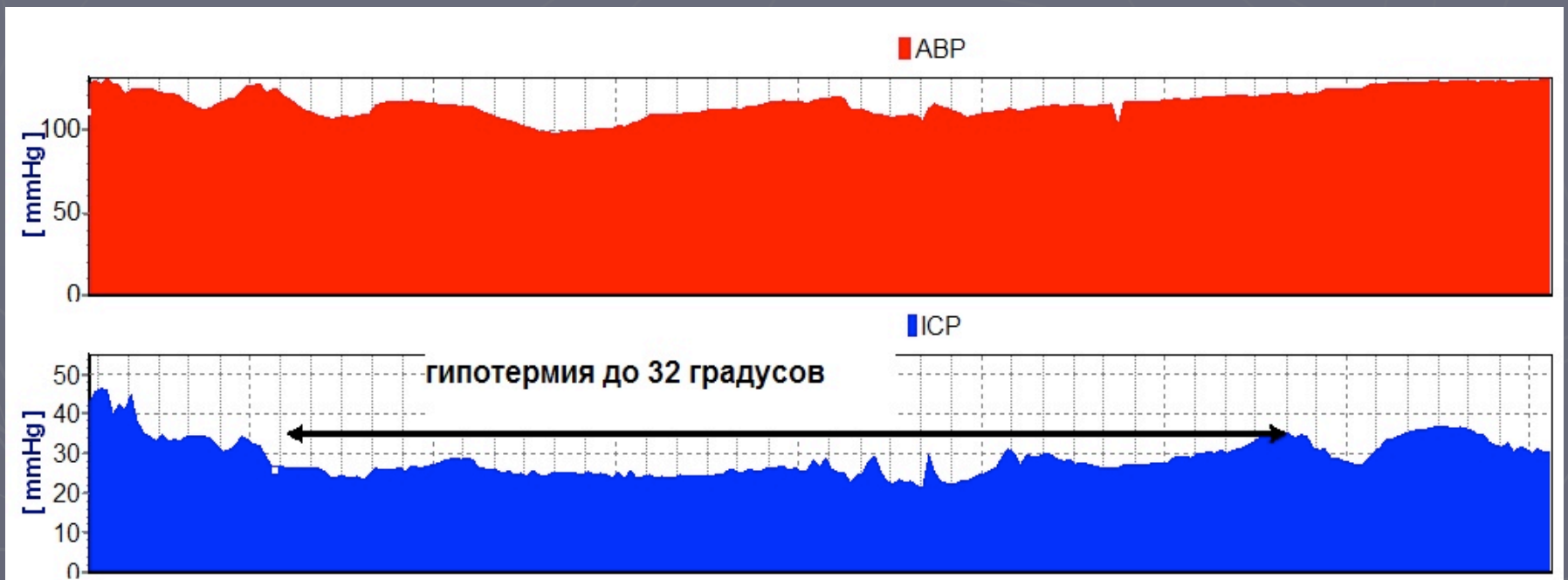
- ▶ Снижает метаболизм мозга и потребность O₂
- ▶ Снижает выброс нейротрансмиттеров (глутамат)
- ▶ Снижает вторичный воспалительный ответ (обеспечивает сохранность ГЭБ)

Гипотермия

Побочные эффекты:

- ▶ Нарушения ритма, синусовая брадикардия
- ▶ Тромбоцитарная дисфункция
- ▶ Почечная недостаточность
- ▶ Панкреатит
- ▶ Гипокалемия
- ▶ Иммуносупрессия (+пентобарбитал)

Гипотермия при ВЧГ



Мониторинг безопасности:

- Гемодинамика - инвазивное АД, СВ, ЦВД (Swan-Ganz, PiCCO)
- Оксигенация головного мозга - $SvjO_2$, $PtiO_2$
- ЭЭГ

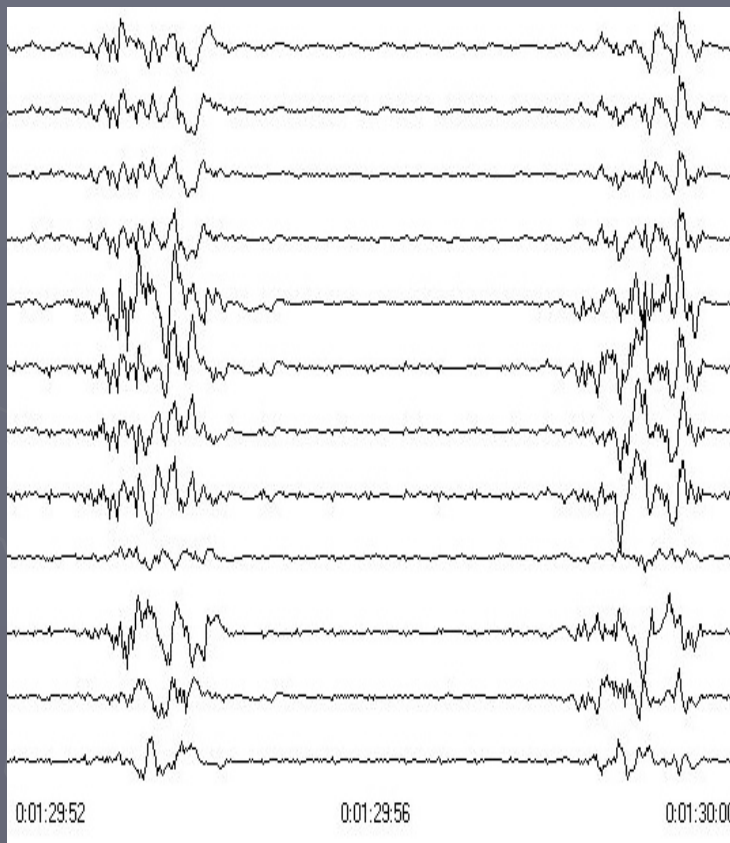
Барбитураты при ВЧГ

Тиопентал

- 1) 3-5 мг/кг в/в в течении 10 минут
- 2) инфузия 3-5 мг/кг/час в течение 24 ч
- 3) “+” болюсно в/в по 2,5 мг при необходимости
- 4) после 24 часов снизить скорость до 2,5 мг/кг/час
- 5) титровать дозу по эффективности контроля ВЧД или ЭЭГ

«терапевтическая»
концентрация в плазме 6-8,5 мг/
дл.

Мониторинг безопасность: ЭЭГ контроль **BURST - SUPPRESSION**



Декомпрессивные операции

- Бифронтальная декомпрессия в первые 48 ч после травмы является методом выбора при лечении больных с диффузным отеком мозга и внутричерепной гипертензией, рефрактерных к консервативному лечению.
- Декомпрессии: подвисочная декомпрессия, височная лобэктомия, гемикраниэктомия показаны при латеральной дислокации, стойкой внутричерепной гипертензии у больных с клиническими и КТ-признаками тенториального вклинения.

Цель протокола: ВЧД < 20 mmHg

2 уровень

1 уровень

Декомпрессия

Барбитураты

Гипотермия

Гипервентиляция

Ранняя декомпрессия

Гиперосмолярные растворы

Релаксанты Седация Анальгезия

Наружное вентрикулярное дренирование

ЦПД 50-70, или >70 при сохранной ауторегуляции

RESCUEicp.com

**Randomised Evaluation of Surgery with Craniectomy for
Uncontrollable Elevation of Intra-Cranial Pressure**



RESCUEicp
Study protocol
Clinical details
Recruitment
Centres
Study committees
Downloads
News & updates
Contacts

The RESCUEicp study is an international prospective multi-centre randomised control trial comparing the efficacy of decompressive craniectomy versus optimal medical management for the treatment of refractory intracranial hypertension following brain trauma.

The trial is organised as a collaboration between the University of Cambridge Departments of Neurosurgery / Neuro-intensive Care and the European Brain Injury Consortium.

Please note the important changes in the study protocol (July 2007)!

[Introduction](#)

[Hypotheses](#)

[Rationale for a study](#)

[The proposed trial](#)

[Inclusion criteria](#)

[Exclusion criteria](#)

[Approval, consent and randomisation](#)

Study protocol in other
languages:



Russian

Acknowledgements:

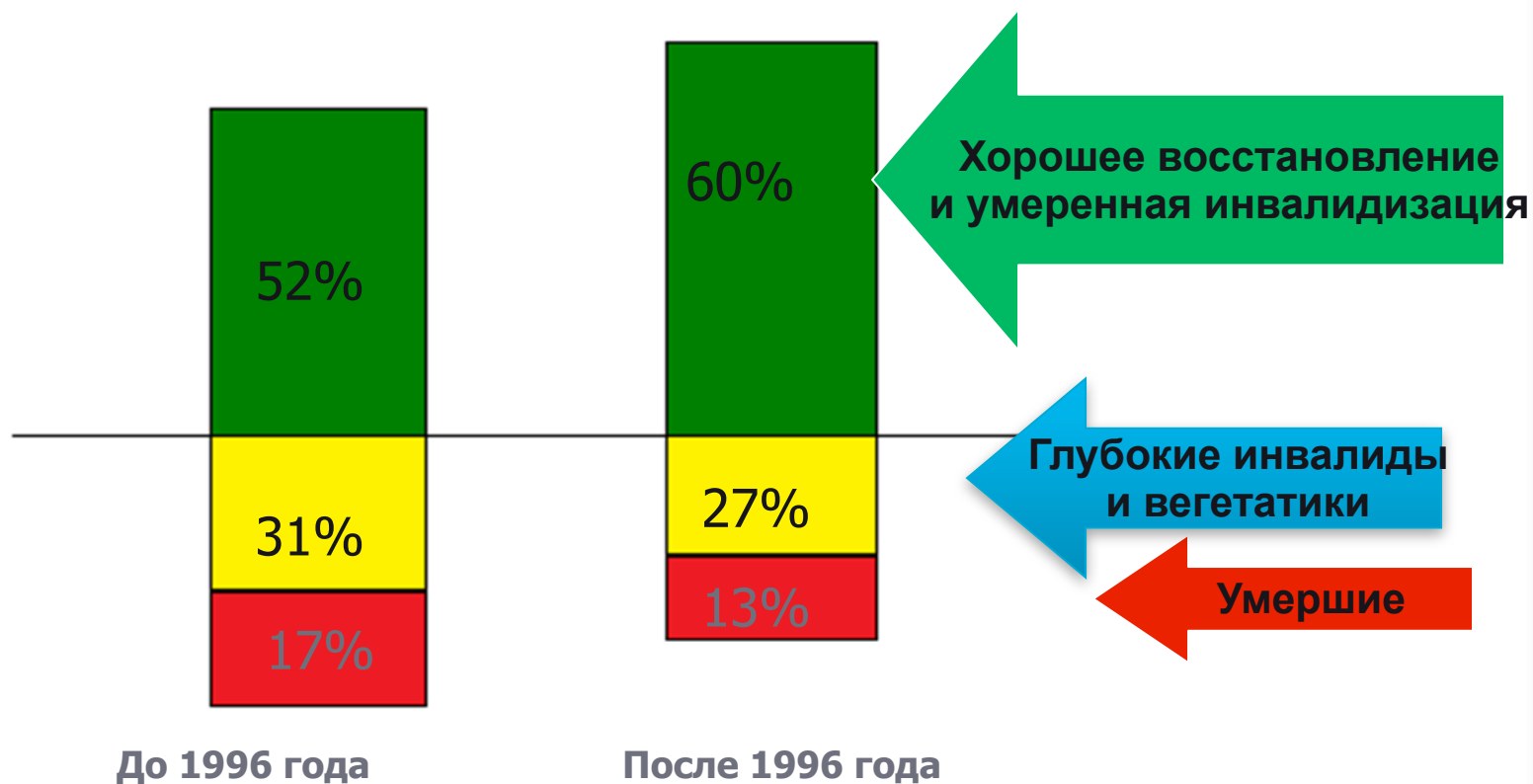


Использование протоколов

- ▶ Позволяет систематизировать терапию (консервативные методы и нейрохирургический подход).
- ▶ Снизить осложнения.
- ▶ Улучшить исходы ЧМТ.

▶ Все протоколы выполнимы
только при наличии
ВЧД – мониторинга!

ИСХОДЫ ЧМТ за разный период времени в НИИ ИНХ



* $p < 0,05$ – сравнение между группами