



**ФГАУ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ НЕЙРОХИРУРГИИ  
ИМЕНИ АКАДЕМИКА Н.Н. БУРДЕНКО МЗ РФ**

# **МОНИТОРИНГ ФОТОРЕАКЦИИ ПУПИЛЛОМЕТРИЯ В НЕЙРОРЕАНИМАЦИИ**

**Отделение реанимации и интенсивной терапии**

Ошоров А.В., Бирг Т.М., Савин И.А.

7 ноября 2017 г. Москва

# Intracranial Pressure and Cerebral Perfusion Pressure Monitoring in Non-TBI Patients: Special Considerations



neurocritical Neurocrit Care  
care society DOI 10.1007/s12028-014-0040-6

Published online: 11 September 2014

Raimund Helbok · DaiWai M. Olson · Peter D. Le Roux · Paul Vespa ·

The Participants in the International Multidisciplinary Consensus Conference on Multimodality Monitoring




**Неинвазивные методы оценки ВЧД могут  
быть использованы:**

1. При невозможности (противопоказании)  
для инвазивных методов
2. Для уточнения показаний переходу на  
инвазивный метод измерения ВЧД

# Congress ICP 2016, Boston

...актуальность дальнейших разработок  
неинвазивных методов оценки ВЧД

- Космическая медицина
- Военная медицина
- Альпиндустрия
- Педиатрия
- Гериатрия



**16<sup>TH</sup> INTERNATIONAL  
SYMPOSIUM ON  
INTRACRANIAL PRESSURE &  
NEUROMONITORING (ICP)**

In conjunction with the 6th Annual Meeting of  
the Cerebral Autoregulation Research Network

**June 28 - July 2, 2016**  
Cambridge, USA

Raimund Helbok · DaiWai M. Olson · Peter D. Le Roux · Paul Vespa ·

The Participants in the International Multidisciplinary Consensus Conference on Multimodality Monitoring

## Неинвазивные методы оценки ВЧД:

- A. Допплерография - (Pi) пульсативный индекс
- B. УЗИ - (ДОЗН) диаметр оболочки зрительного нерва
- C. КТ ( ДОЗН, состояние желудочков и цистерн)
- D. Пупиллометрия ( диаметр и реактивность зрачков)

# Методы неинвазивного мониторинга внутричерепного давления

В.И. ГОРБАЧЁВ\*, Н.В. ЛИХОЛЕТОВА

ГБОУ ДПО «Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования», Иркутск

## Non-invasive monitoring of intracranial pressure

V.I. GORBACHEV, N.V. LIKHOLETOVA

Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education, Irkutsk

В статье представлен анализ различных методов неинвазивного контроля внутричерепного давления (ВЧД). Наружное вентрикулярное дренирование по-прежнему остается «золотым стандартом» мониторинга в отделениях нейрореанимации, но данная манипуляция не всегда может быть выполнима, ввиду наличия противопоказаний либо из-за отсутствия в лечебном учреждении нейрохирургического отделения. Также имеется риск развития инфекционных и геморрагических осложнений. В этих условиях большое значение приобретает разработка способов неинвазивного определения ВЧД, которые позволили бы проводить безопасное и, при необходимости, неоднократное измерение этого параметра. В настоящее время лидирующее место занимают различные ультразвуковые и телеметрические методы. Вопрос о точности получаемых данных при неинвазивных методах остается открытым и требует дальнейшего уточнения.

**Ключевые слова:** *внутричерепное давление, мониторинг, методы неинвазивного контроля.*

This manuscript presents an analysis of different intracranial pressure (ICP) non-invasive monitoring devices. External ventricular drainage still remains a «gold standard» of neuromonitoring, but this manipulation can be not always feasible, because of contraindications or absence of neurosurgery in this hospital. Also there is a risk of development infections or hemorrhage. In these conditions the great value is got by development of ways of non-invasive definition of VChD which would allow to carry out safe and, if necessary, numerous measurement of this parameter. Now, the leading place is occupied by various ultrasonic and telemetric methods. The question of accuracy of received data at non-invasive methods remains open and demands further specification.

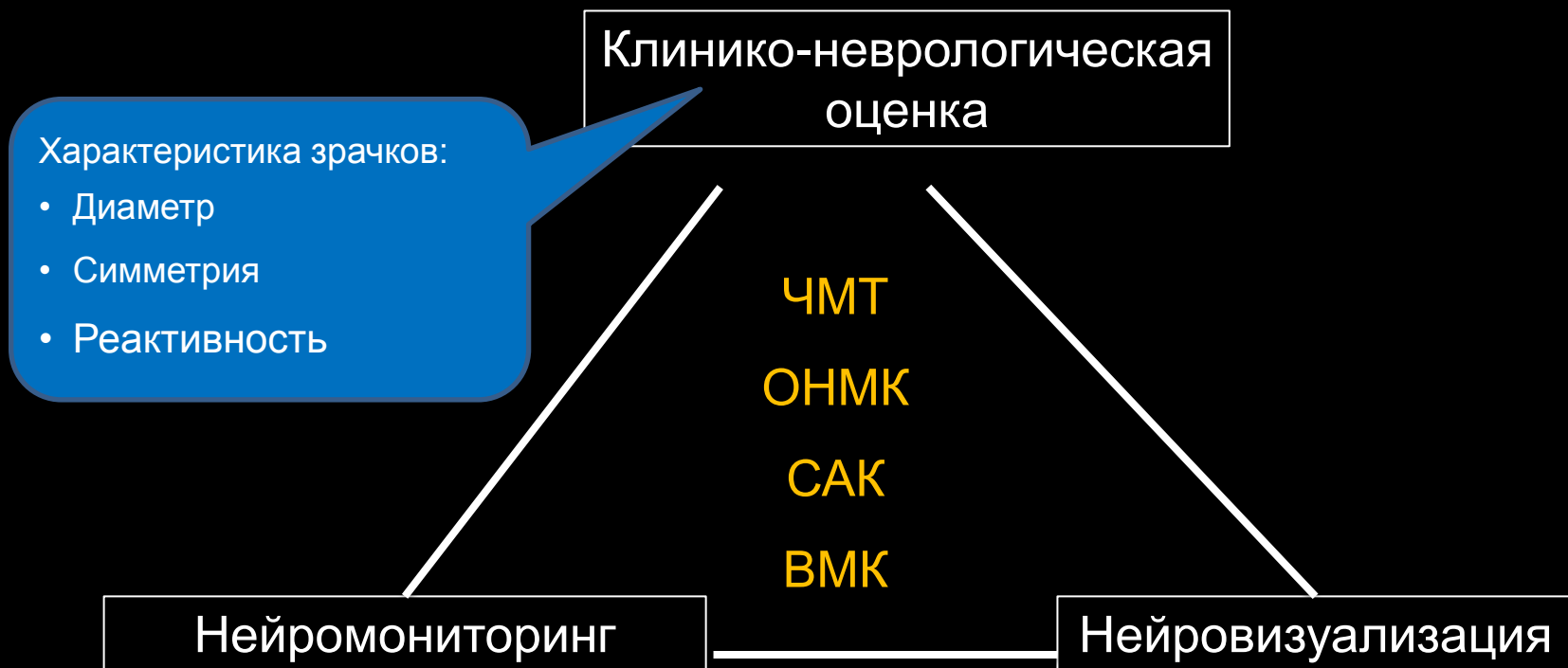
**Key words:** *intracranial pressure, monitoring, methods of non-invasive control.*

# Когда следует использовать неинвазивные методы оценки ВЧД

- При противопоказании к инвазивному мониторингу
- Для сортировки при массовом поступлении пострадавших с сочетанной ЧМТ
- При дефиците материально-технического обеспечения
- Для уточнения показаний к инвазивному ВЧД
- Как дополнение «клинического мониторинга»

# Пупиллометрия

# Три составляющие оценки пациента в NICU







# ПОЧЕМУ ВАЖНО ОЦЕНИВАТЬ ДИАМЕТР, СИММЕТРИЮ И РЕАКТИВНОСТЬ ЗРАЧКОВ

1. Прогностический показатель исхода при тяжелой ЧМТ
2. Маркер дислокационных нарушений
3. Один из критериев при диагностики смерти мозга

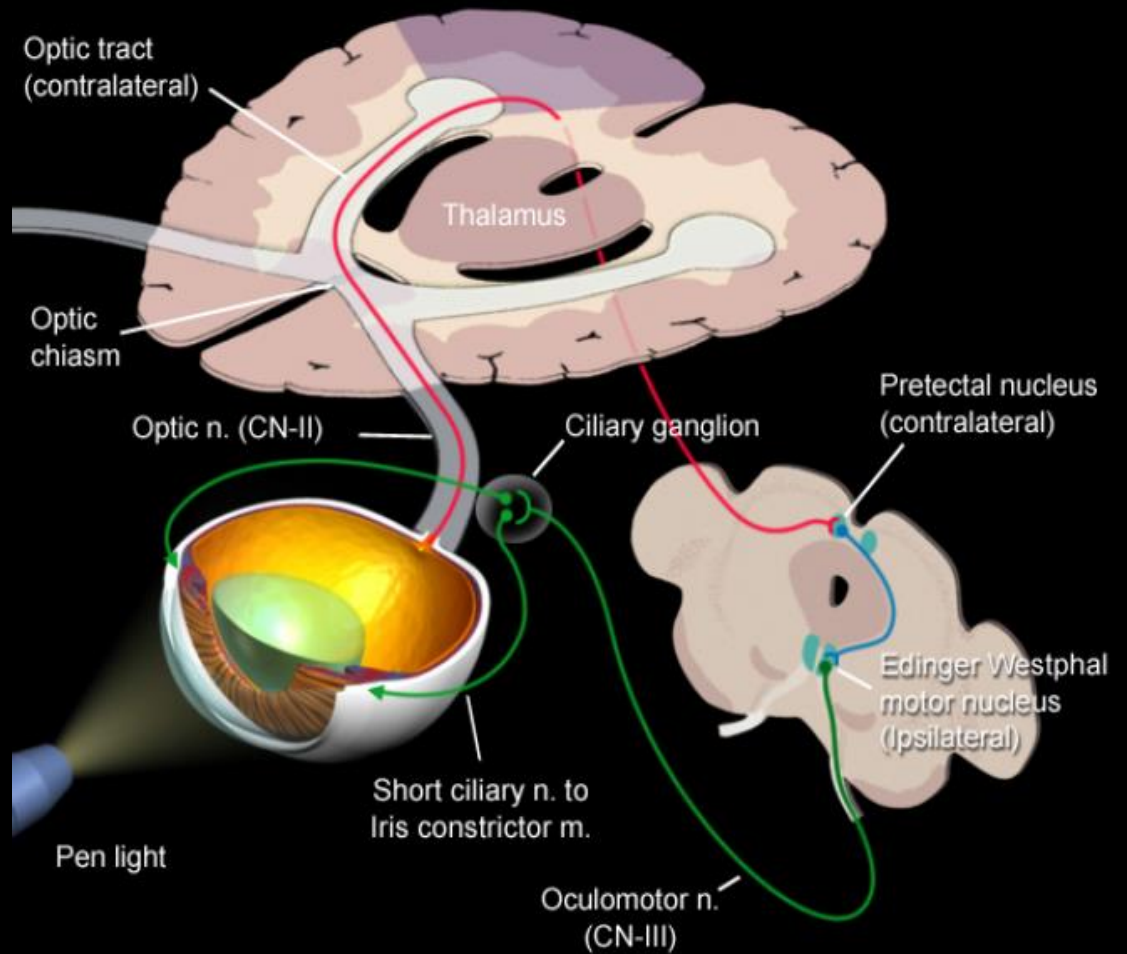
# Рекомендации ВТФ

JOURNAL OF NEUROTRAUMA  
Volume 17, Number 6/7, 2000  
Mary Ann Liebert, Inc.

1. Анизокория – различия диаметра  $> 1$  мм
2. Расширенными считаются зрачки  $> 4$  мм
3. Артериальная гипотензия и гипоксемия должны быть устранены до момента оценки фотореакции
4. Следует исключать травму орбиты
5. Повторная оценка фотореакции должна проводиться после удаления внутричерепных гематом

**Афферентный и эфферентный пути зрачкового рефлекса**

**PARASYMPATHETIC DIRECT PATHWAY**



Afferent: CN-II

Interneuron

Efferent: CN-III

# ПРОБЛЕМЫ

1. Отсутствие стандартизации метода оценки фотореакции и размера зрачка
2. Отсутствие объективизации измерения (цифровые значения)
3. Высокая степень расхождения оценки между исследователями
4. Медикаментозные воздействия, затрудняющие оценку в NICU

# РЕШЕНИЕ ДЛЯ NICU

## Пупиллометр NPI-200

- Инфракрасная цифровая видеокамера
- Стандартизированный световой стимул
- Фиксированное расстояние
- Простота использования (2 сек)
- Портативность



# Параметры пупиллометрии

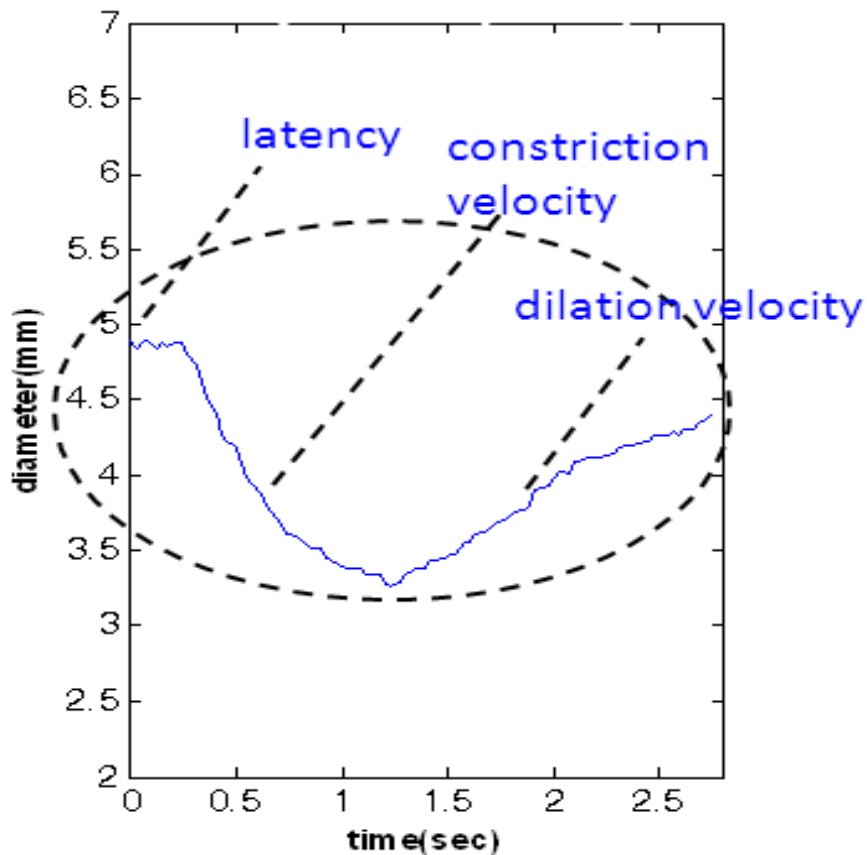
Параметры оценки	Описание
<b>Size</b> = Maximum diameter	Максимальный размер зрачка (исходно)
<b>Min</b> = Minimum diameter	Диаметр зрачка на высоте сокращения
<b>%CH</b> = % Change	изменения диаметра зрачка $(\text{Size} - \text{Min}) / \text{Size} (\%)$
<b>LAT</b> = Latency of constriction	Время с момента световой стимуляции до начала сокращения зрачка
<b>CV</b> = Constriction Velocity	Средняя скорость сокращения зрачка в ответ на световой стимул (мм/сек)
<b>MCV</b> = Maximum Constriction Velocity	Максимальная скорость сокращения зрачка на световой стимул (мм/сек)
<b>DV</b> = Dilation Velocity	Средняя скорость дилатации зрачка (мм/сек)

# Параметры пупиллометрии

Параметры оценки	Описание
Size = Maximum diameter	Максимальный размер зрачка (исходно)
Min = Minimum diameter	Диаметр зрачка на высоте сокращения
%CH = % Change	изменения диаметра зрачка $(\text{Size} - \text{Min}) / \text{Size} (\%)$
LAT = Latency of constriction	Время с момента световой стимуляции до начала сокращения зрачка
CV = Constriction Velocity	Средняя скорость сокращения зрачка в ответ на световой стимул (мм/сек)
MCV = Maximum Constriction Velocity	Максимальная скорость сокращения зрачка на световой стимул (мм/сек)
DV = Dilation Velocity	Средняя скорость дилатации зрачка (мм/сек)



# Параметры пупиллометрии



описание

Максимальный размер зрачка (исходно)

Диаметр зрачка на высоте сокращения

Изменения диаметра зрачка (Size-Min)/Size (%)

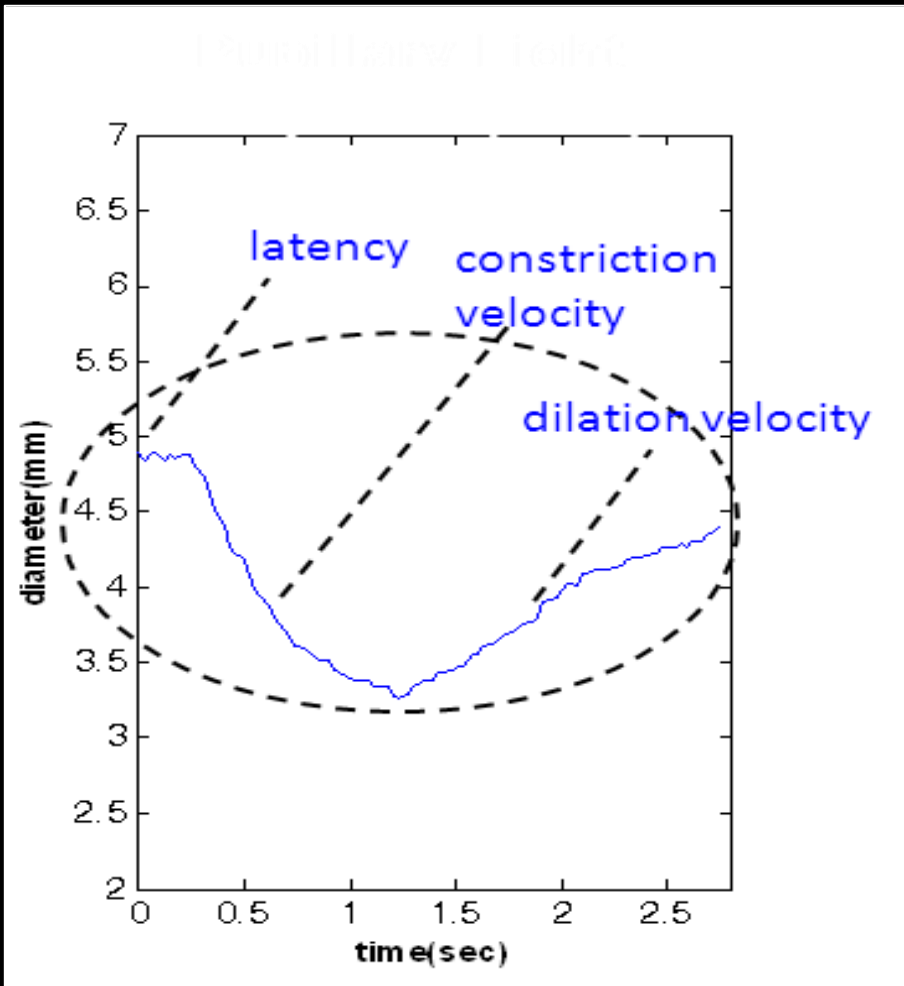
Время с момента световой стимуляции до начала сокращения зрачка

Средняя скорость сокращения зрачка в ответ на световой стимул (мм/сек)

Максимальная скорость сокращения зрачка на световой стимул (мм/сек)

Средняя скорость дилатации зрачка (мм/сек)

# Параметры пупиллометрии



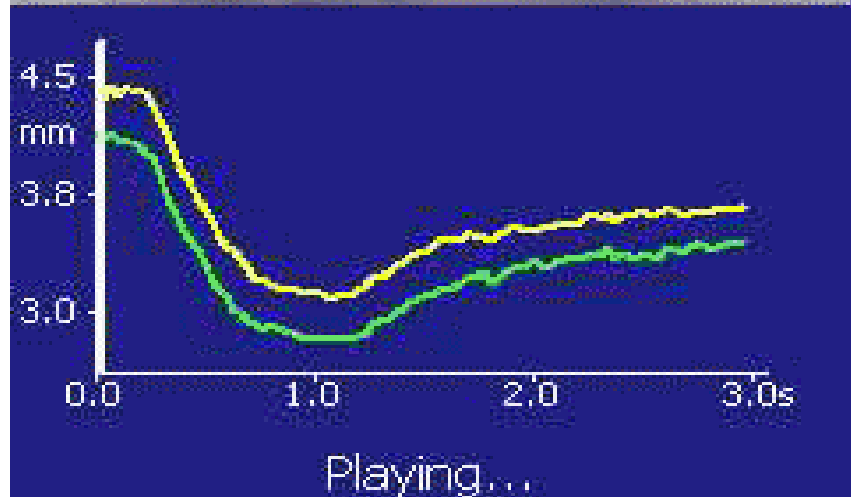
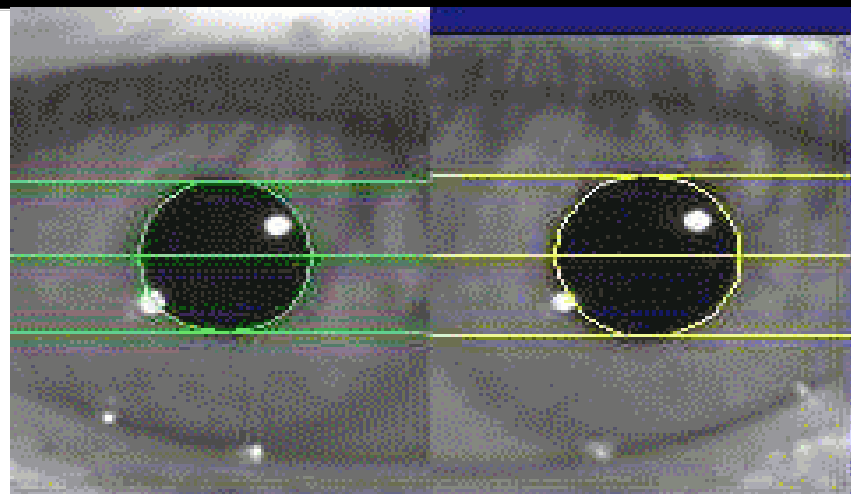
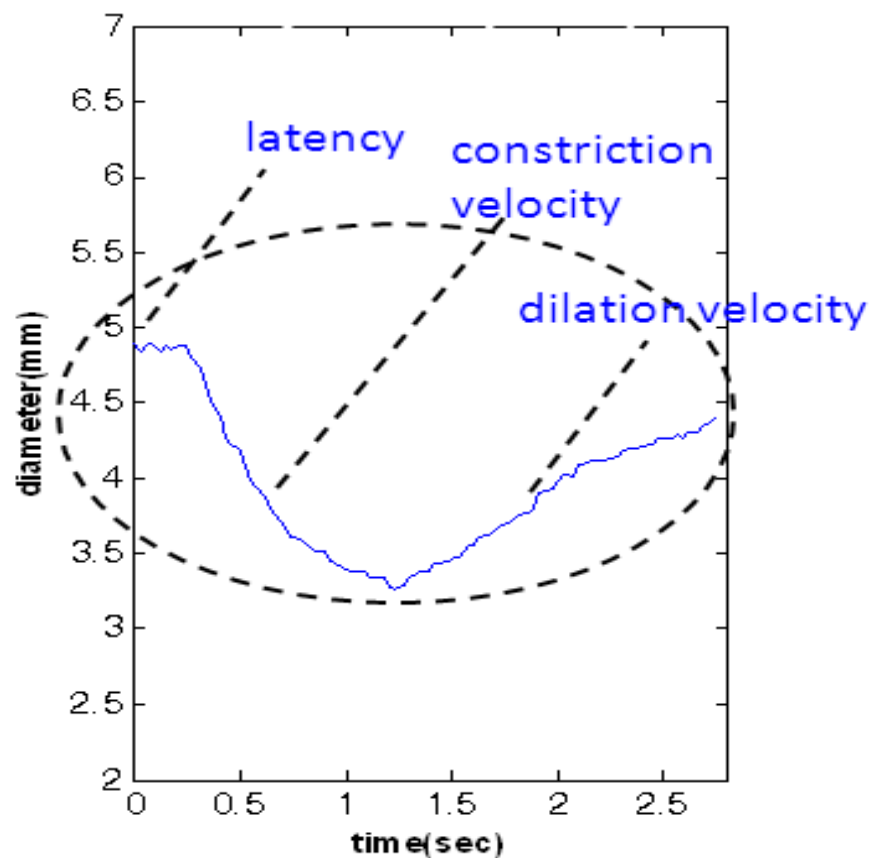
ID: 123456789

08/16/2014 12:11:40

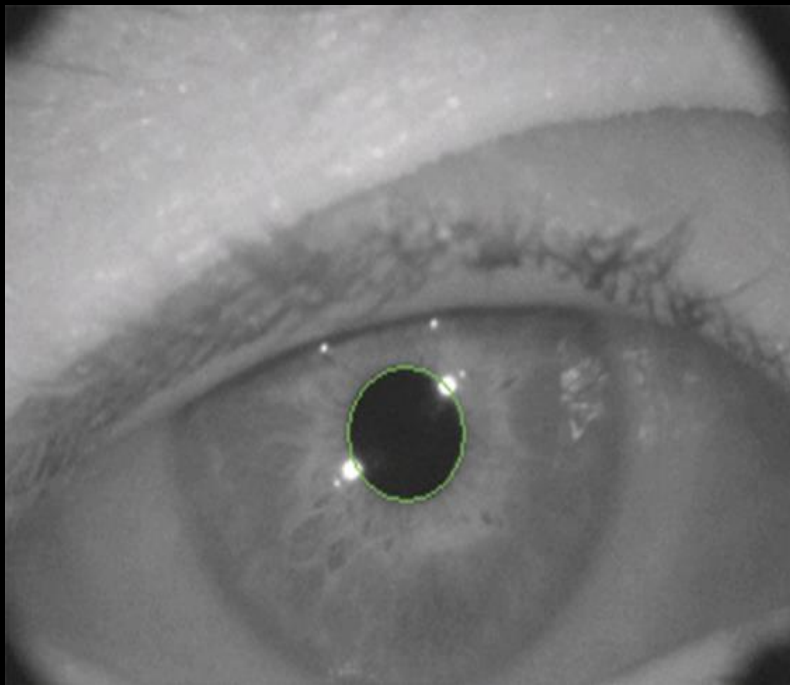
	Right	Left	Diff
NPi	4.1	4.3	L > R 0.2
Size	3.63 mm	3.09 mm	R > L 0.54
MIN	2.76 mm	2.47 mm	R > L 0.29
CH	24%	20%	
CV	2.86 mm/s	2.17 mm/s	
MCV	3.71 mm/s	2.72 mm/s	
LAT	0.23 sec	0.23 sec	
DV	0.73 mm/s	0.47 mm/s	



# Параметры пупиллометрии

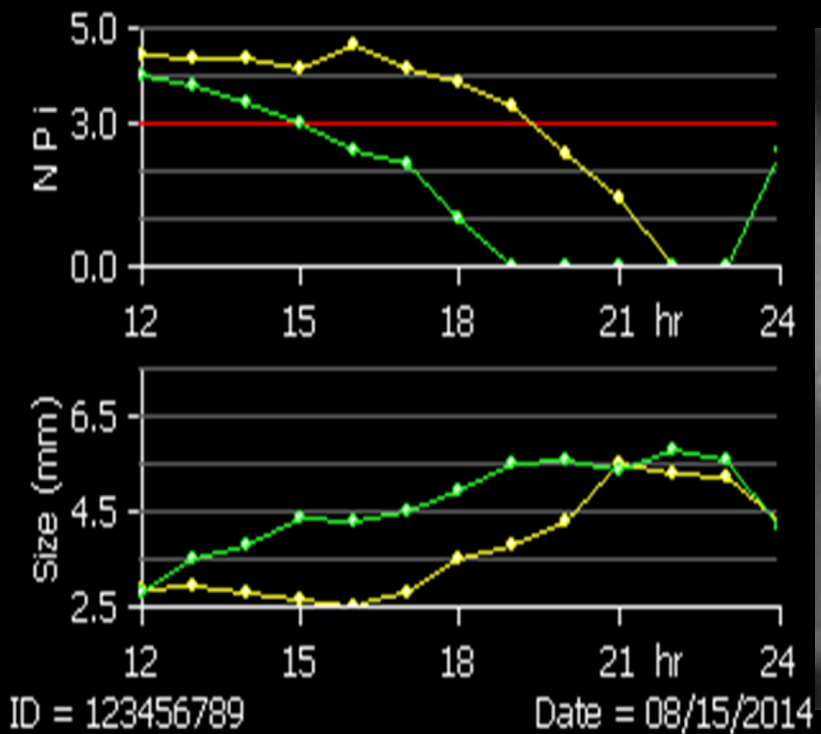


# ПРЕИМУЩЕСТВА ПУПИЛЛОМЕТРИИ



- Отсутствие вариабильности измерения
- Возможность оценки трендов измерений
- Концепция NPI —“Neurological Pupill Index”  
OR “Index Reactivity”

# ПРЕИМУЩЕСТВА ПУПИЛЛОМЕТРИИ



- Отсутствие вариабильности измерения
- Возможность оценки трендов измерений
- Концепция NPI —“Neurological Pupill Index”  
OR  
“Index Reactivity”

# РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ NPI

Нивелировать влияние седативных препаратов на качество оценки

Предсказать неврологическое ухудшение и **вероятность повышения**

**ВЧД**

# Концепция **NPI**

	Right	Left	Diff
Size	3.63 mm	3.09 mm	R > L 0.54
MIN	2.76 mm	2.47 mm	R > L 0.29
CH	24%	20%	
CV	2.86 mm/s	2.17 mm/s	
MCV	3.71 mm/s	2.72 mm/s	
LAT	0.23 sec	0.23 sec	
DV	0.73 mm/s	0.47 mm/s	

# Концепция NPI

	Right	Left	Diff
NPI	4.1	4.3	L > R 0.2
Size	3.63 mm	3.09 mm	R > L 0.54
MIN	2.76 mm	2.47 mm	R > L 0.29
CH	24%	20%	
CV	2.86 mm/s	2.17 mm/s	
MCV	3.71 mm/s	2.72 mm/s	
LAT	0.23 sec	0.23 sec	
DV	0.73 mm/s	0.47 mm/s	



# Концепция **NPI**

Шкала оценки от 0 до 5

Значение <b>NPI</b> *	Состояние
3.0 – 5.0	Нормальное
< 3.0	Патологическое**
0	Ареактивное

\* Расчет на основе математического алгоритма

\*\* Разница  $NPI > 0,7$  между R/L – оценивается как Патологическое

# Влияние медикаментов на NРi

Опиаты

не влияют

Миорелаксанты

не влияют

Бензодиазепины

незначительно снижают

Пропофол

снижает только в больших дозах

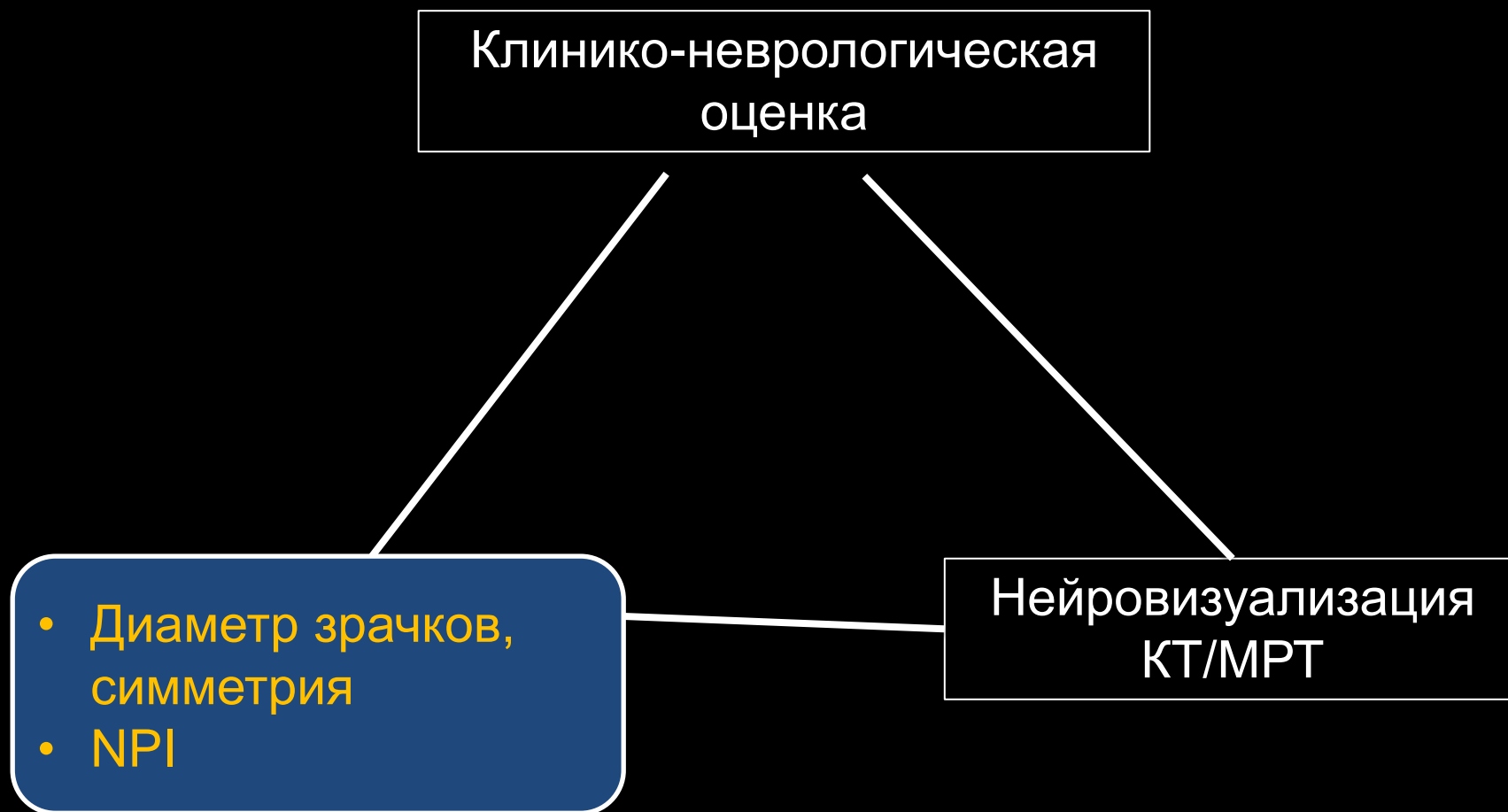
Дексометамидин

повышает

Барбитураты

снижает значительно

# Три составляющие оценки пациента в NICU



# Pupillary reactivity as an early indicator of increased intracranial pressure: The introduction of the Neurological Pupil index

Jeff W. Chen<sup>1</sup>, Zoe J. Gombart<sup>2</sup>, Shana Rogers<sup>3</sup>, Stuart K. Gardiner<sup>4</sup>, Sandy Cecil<sup>5</sup>, Ross M. Bullock<sup>6</sup>

**Цель:** внедрение **NPI**, как предиктора внутричерепной гипертензии

**Метод:** 8 центров, 134 пациента (ЧМТ, САК, ВЧК)  
“Pupillomtr NeuroOptics”

**Результат:**  $NPI < 3$  предшествует росту ВЧД (ср. за 15,9 часов)

# Pupillary reactivity as an early indicator of increased intracranial pressure: The introduction of the Neurological Pupil index

Jeff W. Chen<sup>1</sup>, Zoe J. Gombart<sup>2</sup>, Shana Rogers<sup>3</sup>, Stuart K. Gardiner<sup>4</sup>, Sandy Cecil<sup>5</sup>, Ross M. Bullock<sup>6</sup>

**Цель:** внедрение **NPI**, как предиктора внутричерепной гипертензии

**Метод:** 8 центров, 134 пациента (ЧМТ, САК, ВЧК)  
“Pupillomtr NeuroOptics”

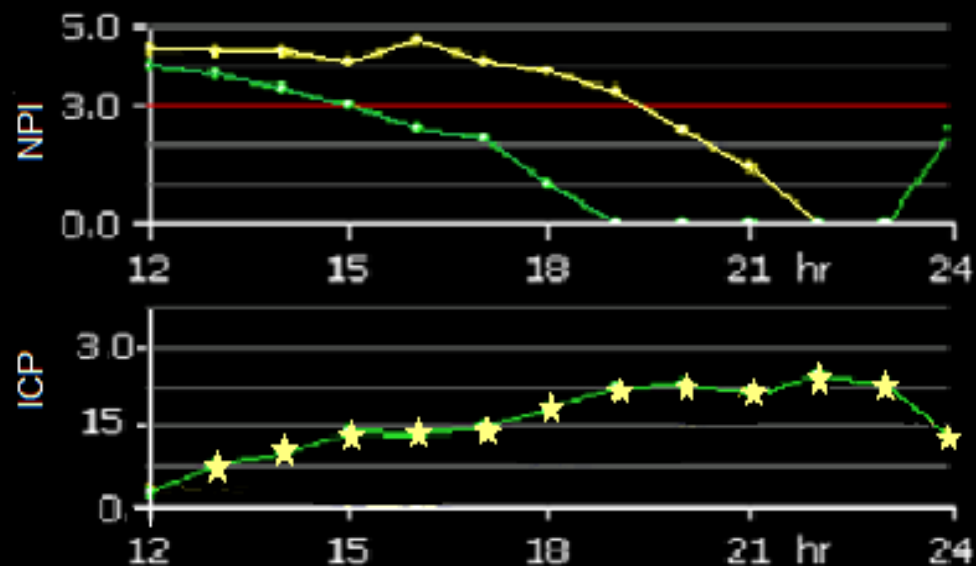
**Результат:** NPI < 3 предшествует росту ВЧД (ср. за 15,9 часов)

## Заключение:

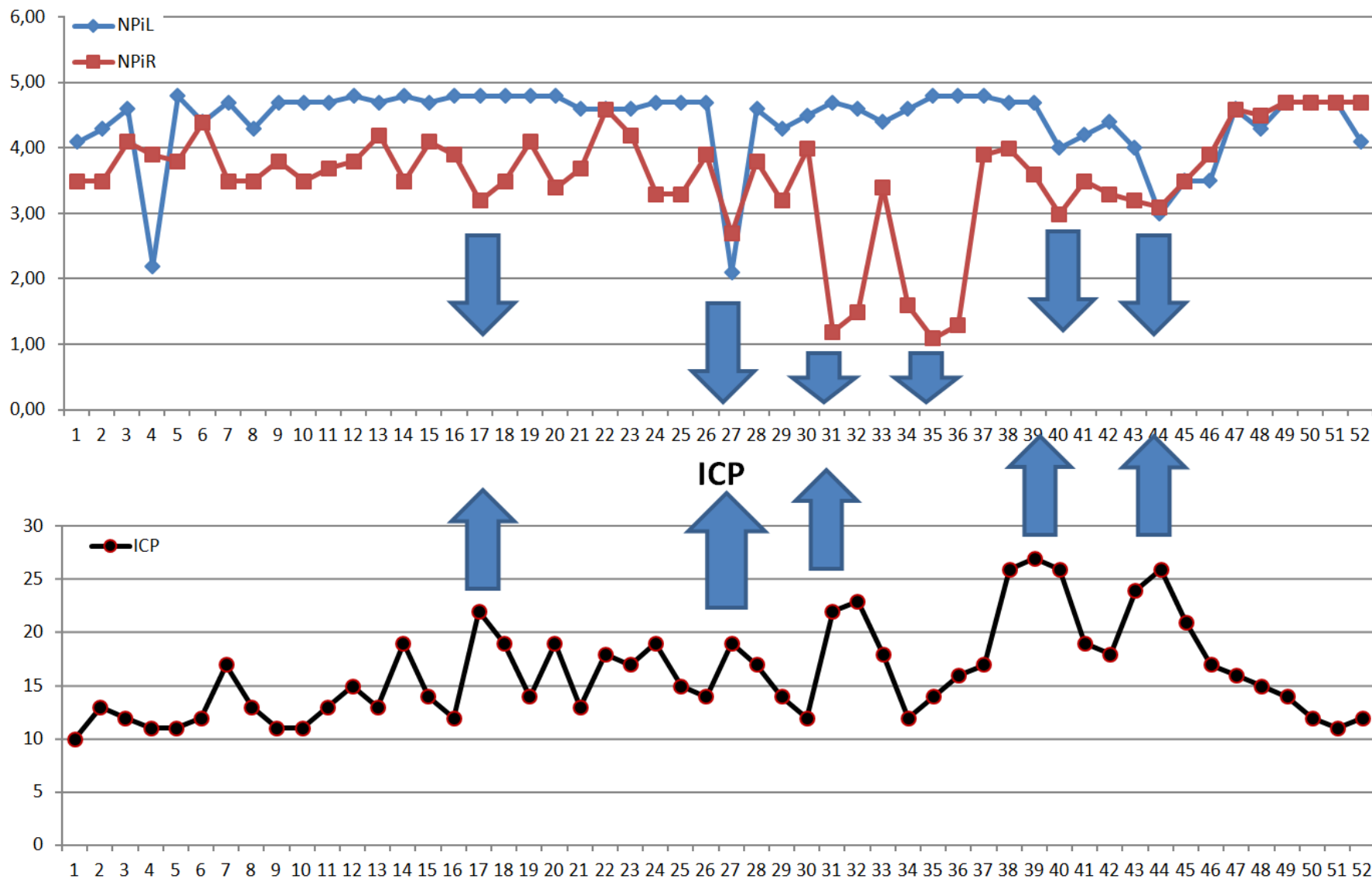
Установлена обратная

зависимость

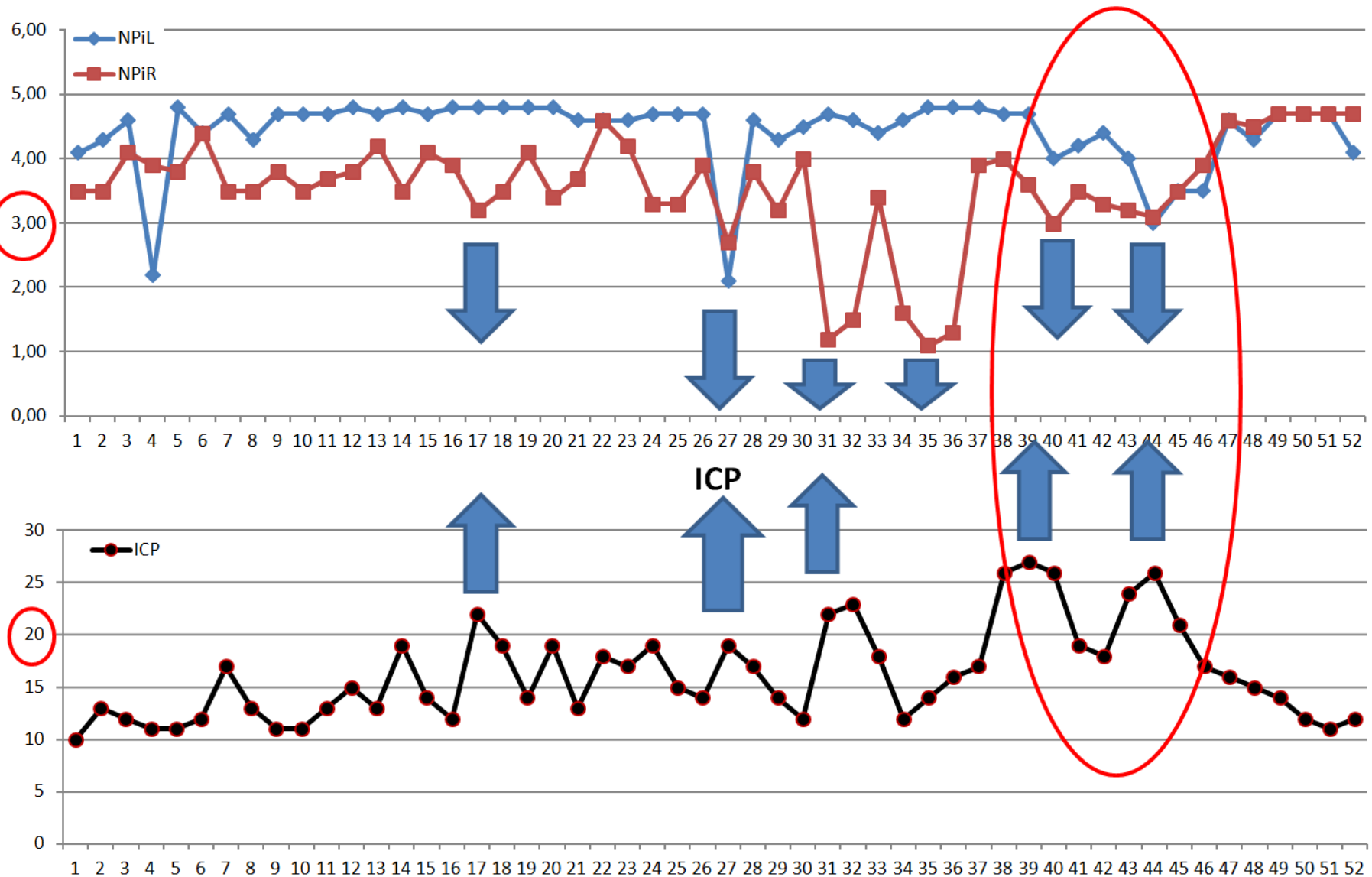
между динамикой NPI и ВЧД



# Динамика тренда ICP и NPi



# Динамика тренда ICP и NPi



# Когда пупиллометрия может помочь Не тривиальный элемент МММ



**Затруднена оценка** неврологии из-за проводимой седативной терапии



**Риск** аксиальной дислокации

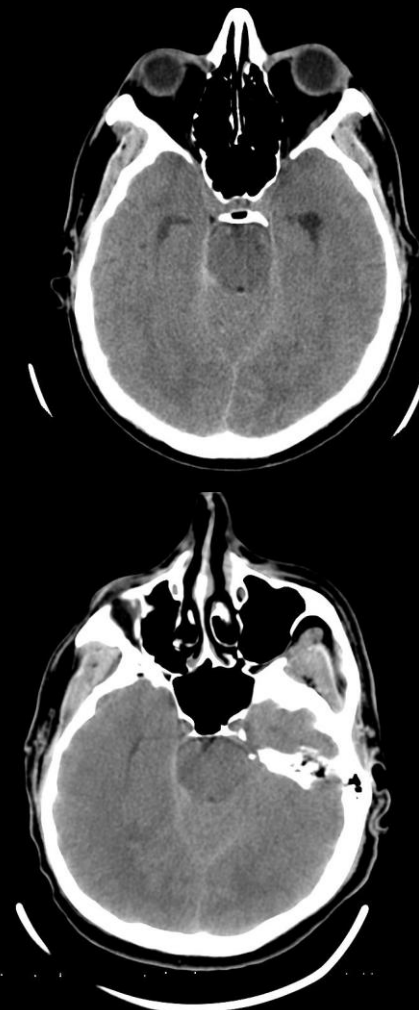


# Когда пупиллометрия может помочь

## Не тривиальный элемент МММ



**Затруднена оценка** неврологии из-за проводимой седативной терапии



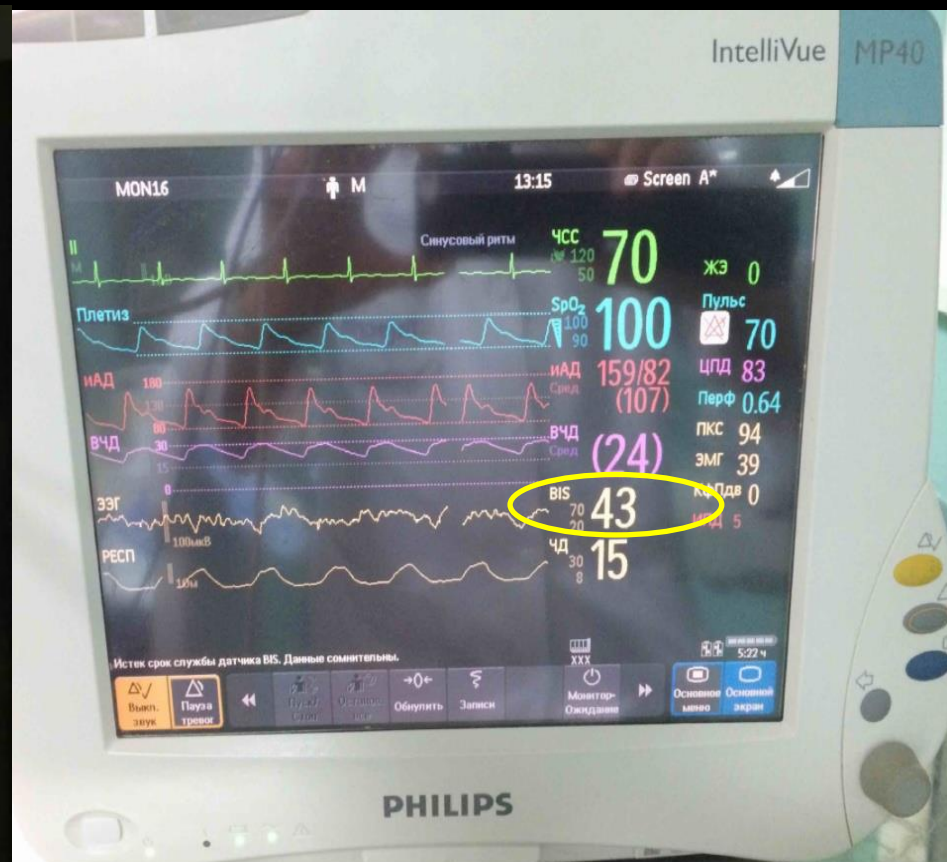
**Риск** аксиальной дислокации

# Седация под контролем БИС – позволяет управлять и контролировать глубину седации

ID: 777 01/30/2017 16:28:02

	Right	Left	Diff
NPI	4.6	4.7	L > R 0.1
Size	2.97 mm	2.95 mm	R > L 0.02
MIN	2.14 mm	2.10 mm	R > L 0.04
CH	28%	29%	
CV	2.42 mm/s	1.44 mm/s	
MCV	3.34 mm/s	2.87 mm/s	
LAT	0.20 sec	0.20 sec	
DV	0.83 mm/s	0.50 mm/s	

2/2



NPI – в норме  
CH > 20%  
CV > 0,7 mm/s

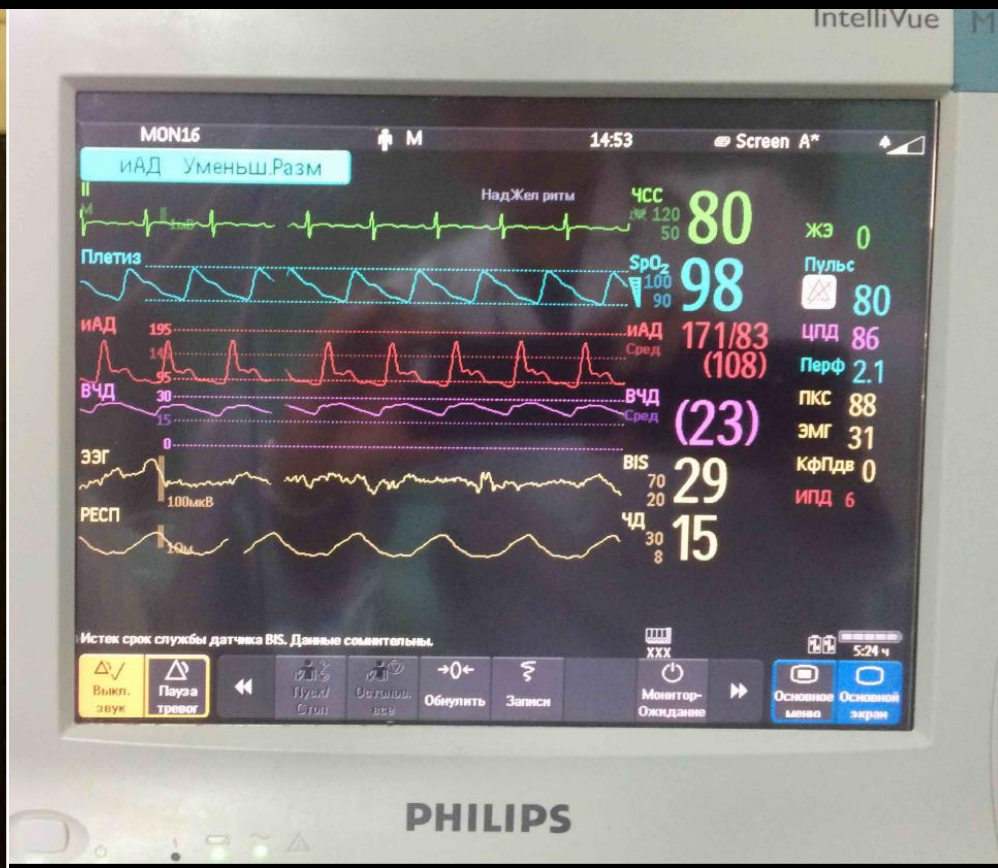
Обычная глубина седации - 43%

# Оценка глубины седации (БИС) позволяет точнее интерпретировать пупиллометрию

ID: 777 01/31/2017 14:21:17

	Right	Left	Diff
NPi	4.3	4.3	R = L
Size	2.40 mm	2.46 mm	L > R 0.06
MIN	2.11 mm	2.10 mm	R > L 0.01
CH	12%	15%	
CV	1.08 mm/s	1.11 mm/s	
MCV	1.47 mm/s	1.29 mm/s	
LAT	0.27 sec	0.20 sec	
DV	0.30 mm/s	0.31 mm/s	

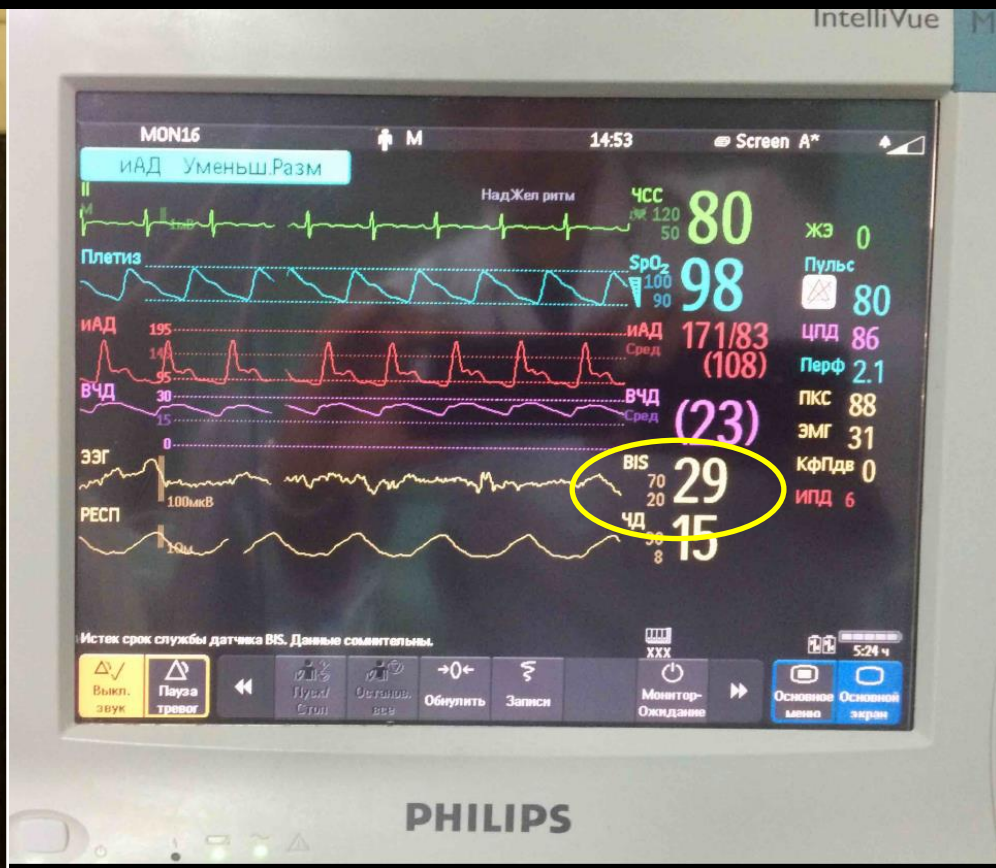
2/2



# Оценка глубины седации (БИС) позволяет точнее интерпретировать пупиллометрию

ID: 777 01/31/2017 14:21:17

	Right	Left	Diff
NPI	4.3	4.3	R = L
Size	2.40 mm	2.46 mm	L > R 0.06
MIN	2.11 mm	2.10 mm	R > L 0.01
CH	12%	15%	
CV	1.08 mm/s	1.11 mm/s	
MCV	1.47 mm/s	1.29 mm/s	
LAT	0.27 sec	0.20 sec	
DV	0.30 mm/s	0.31 mm/s	



NPI в норме – нет дислокации  
Амплитуда констрикции низкая 12-15% (миоз)

Глубокая седация - БИС 29%

# ПОТЕНЦИАЛ МОНИТОРИНГА ФОТОРЕАКЦИИ (ПУПИЛЛОМЕТРИИ)

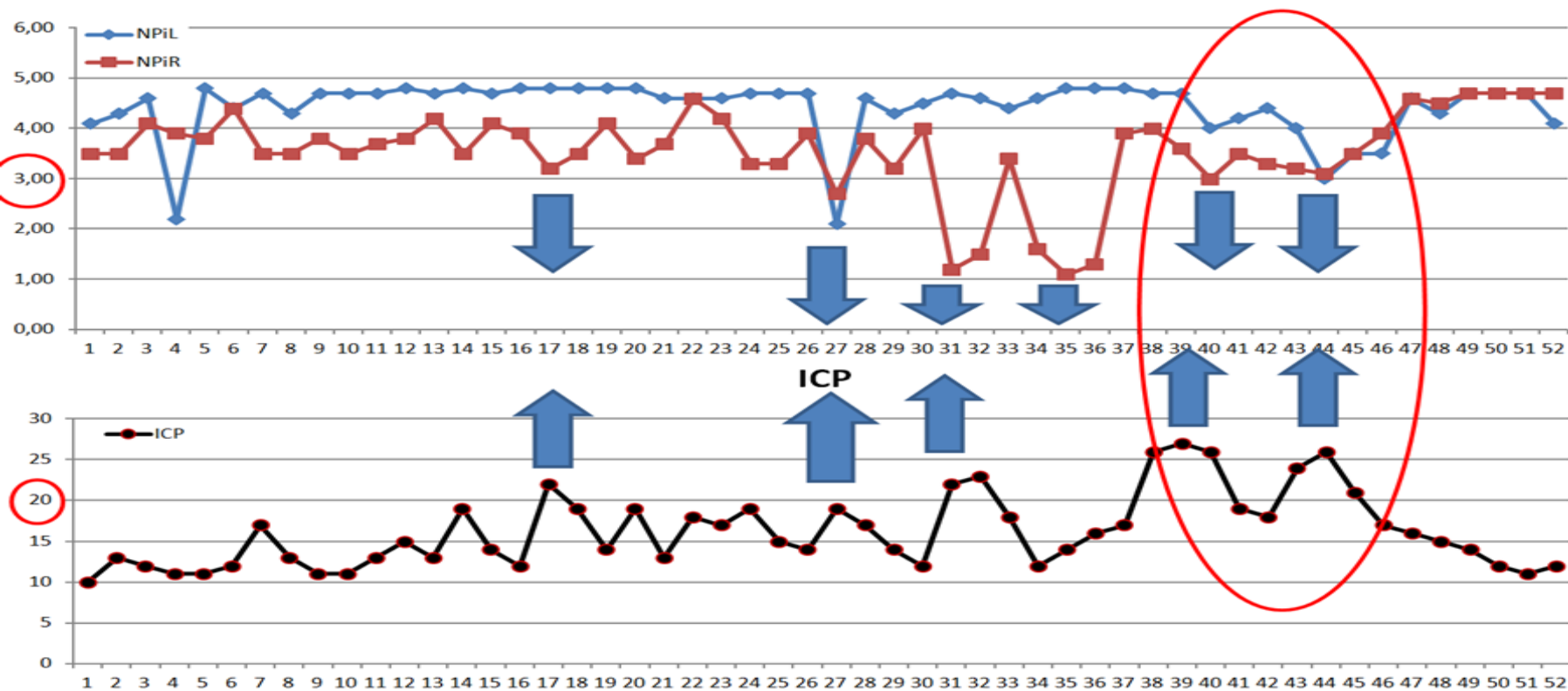
## 1. Дополнительная опция нейромониторинга



# ПОТЕНЦИАЛ МОНИТОРИНГА ФОТОРЕАКЦИИ (ПУПИЛЛОМЕТРИИ)

## 1. Суррогатный показатель ВЧД

### Динамика тренда ICP и NPi



# ПОТЕНЦИАЛ МОНИТОРИНГА ФОТОРЕАКЦИИ (ПУПИЛЛОМЕТРИИ)

Оценка дислокационных нарушений

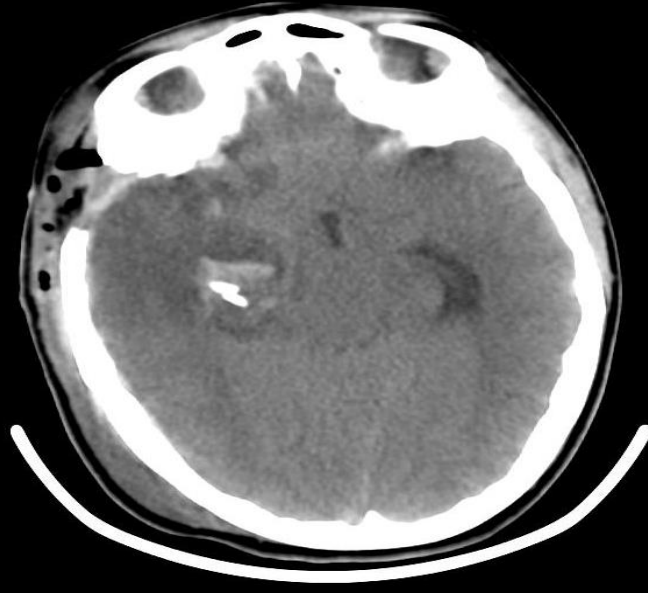
Оценка качества анальгезии у пациентов в коме (?)

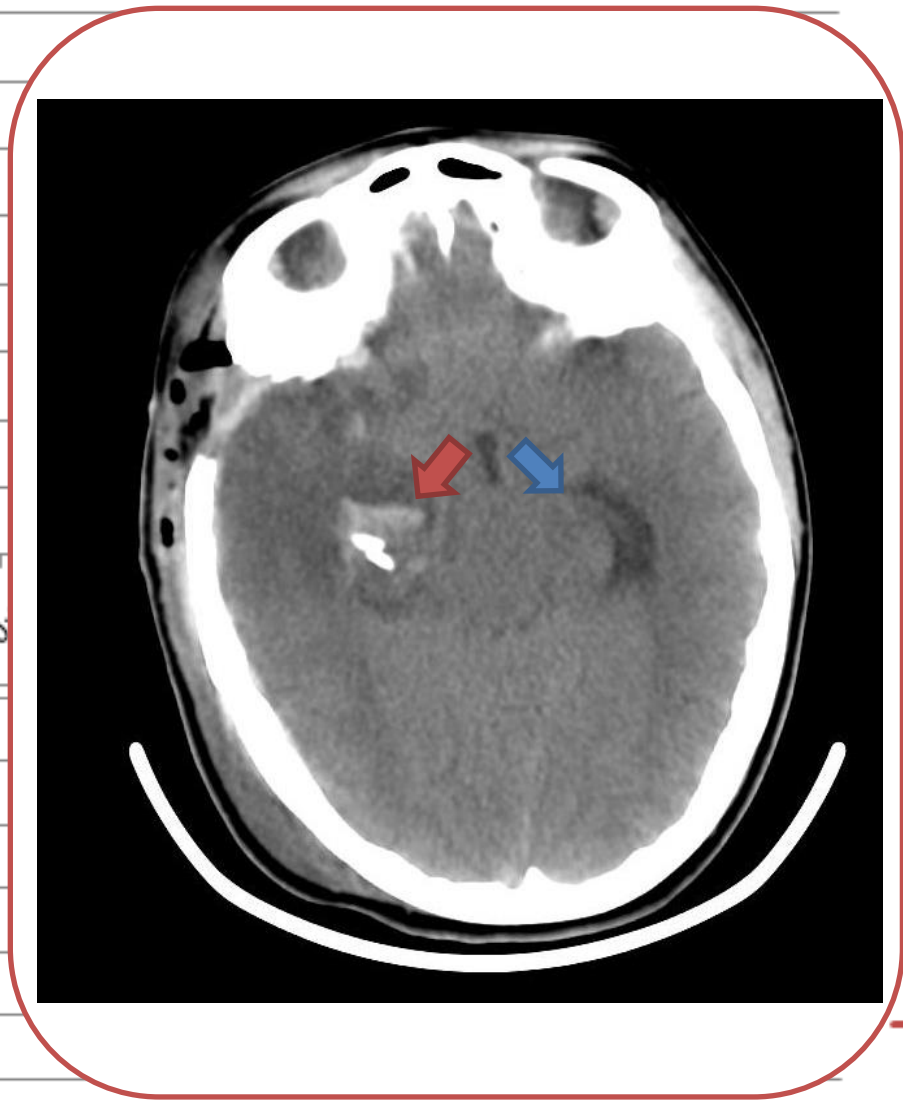
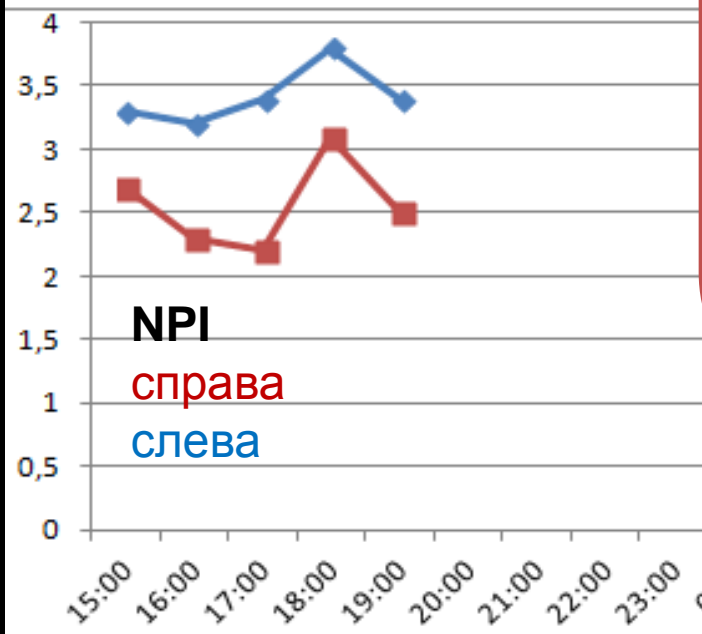
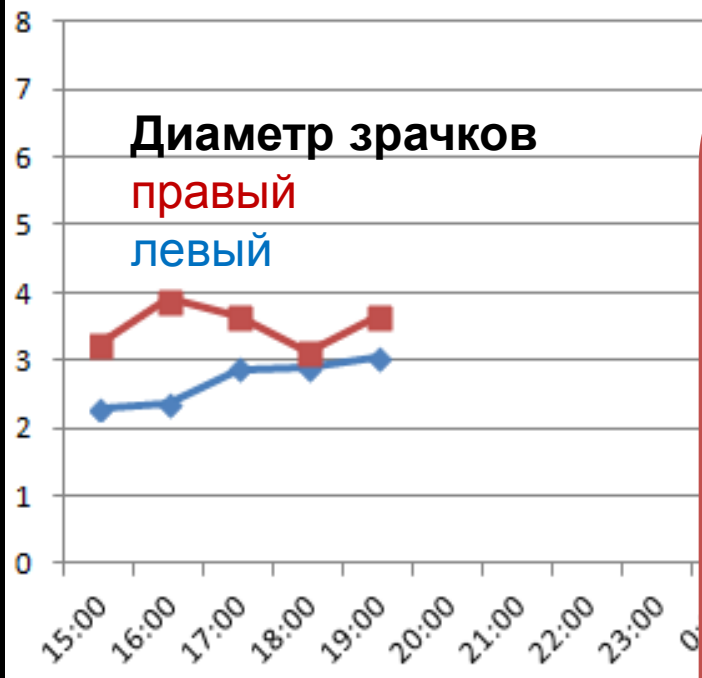
# Клинический пример

- Пациентка О. 16 лет
- ДЗ: Огнестрельное диаметральное слепое ранение правой височной области, внутрижелудочковое кровоизлияние, инородные тела в правом полушарии и в левом боковом желудочке (пуля), тСАК
- Признаки латеральной дислокации 5-6 мм
- ШКГ 4 балла, децеребрация
- Анизокория L>R
- ИВЛ, пропофол+фентанил
- Маннитол, гипервентиляция, НВД

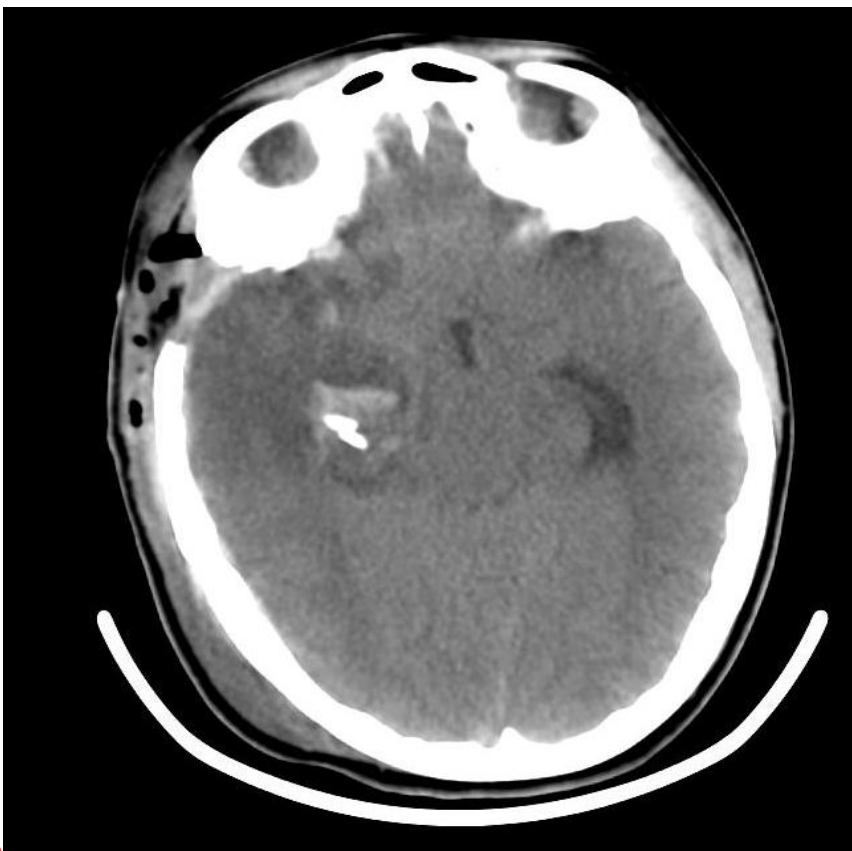
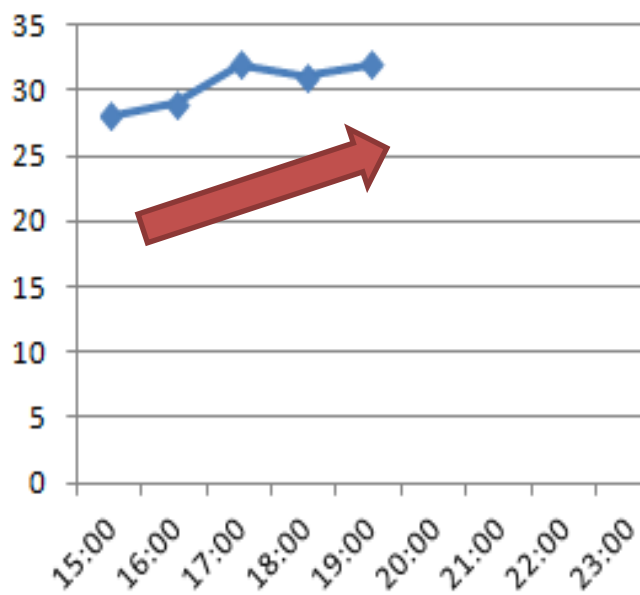


# КТ № 1 (2 СПТ)

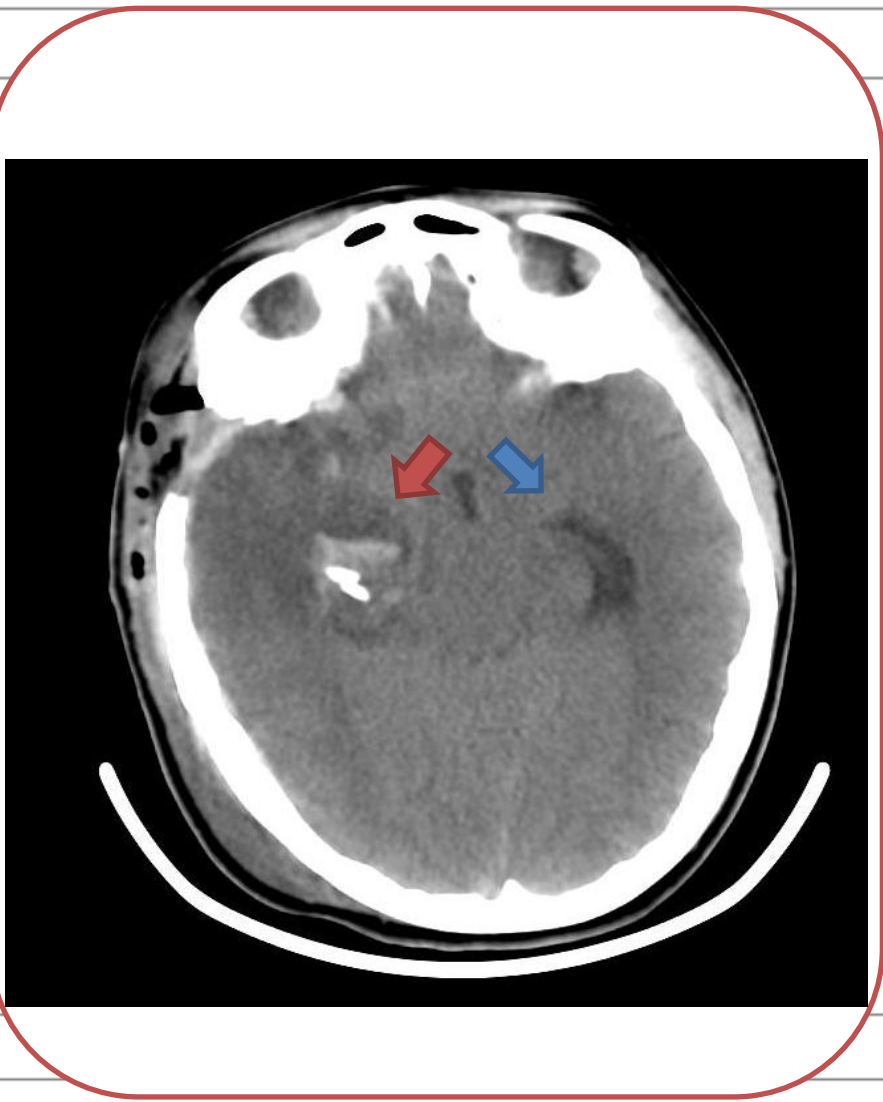
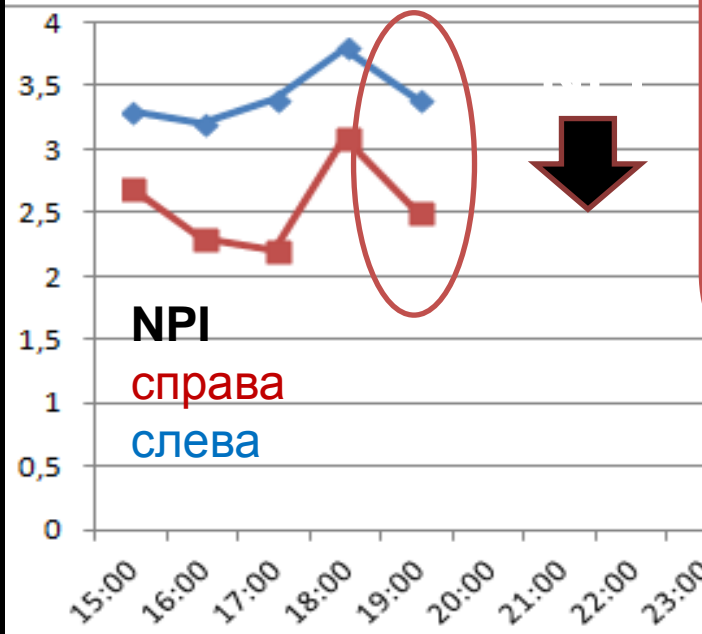




**ВЧД > 25 мм рт.ст.**

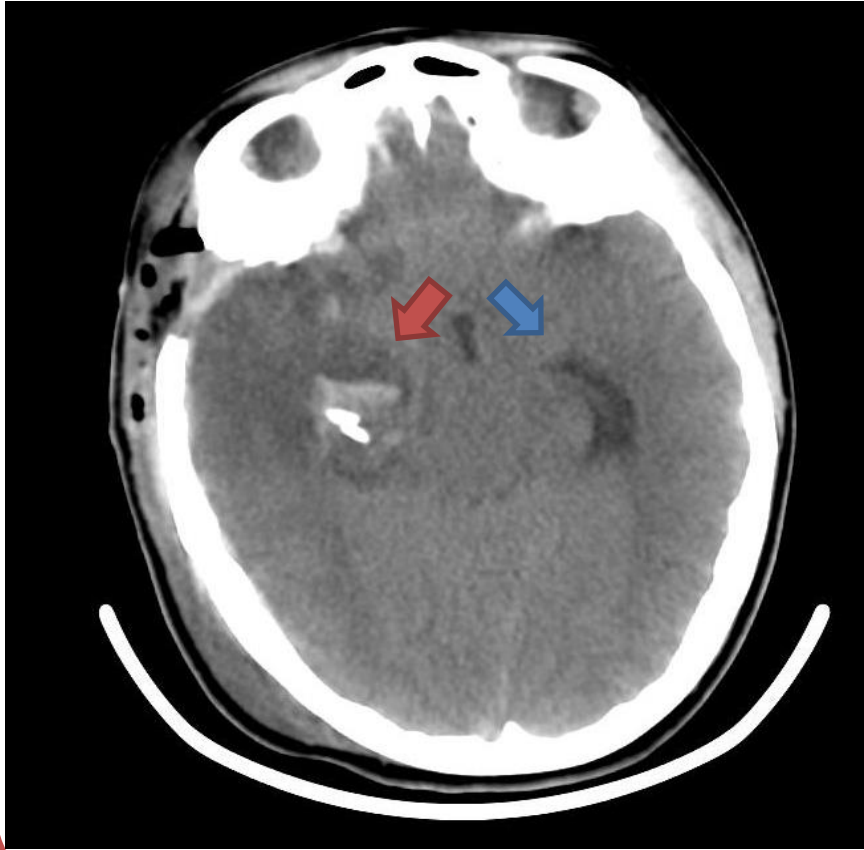
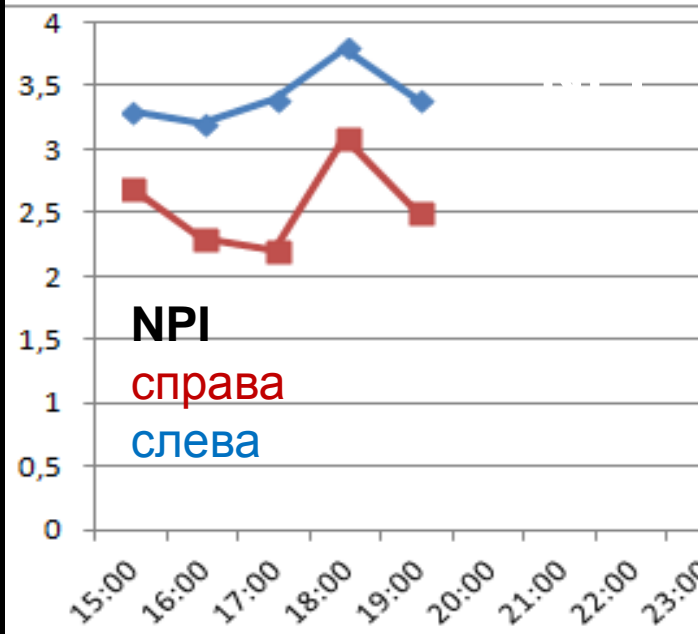
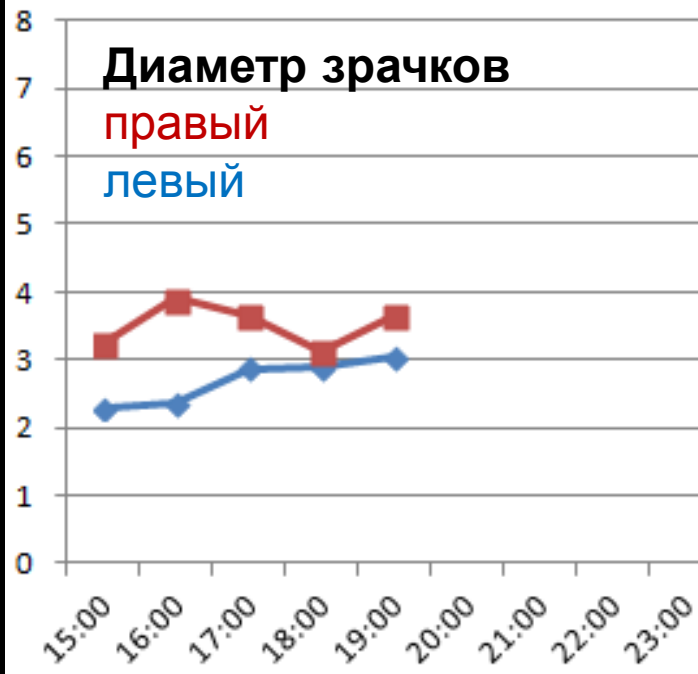


— ICP mmHg



SizeL  
SizeR

NPiL  
NPiR



SizeL  
SizeR

NPiL  
NPiR

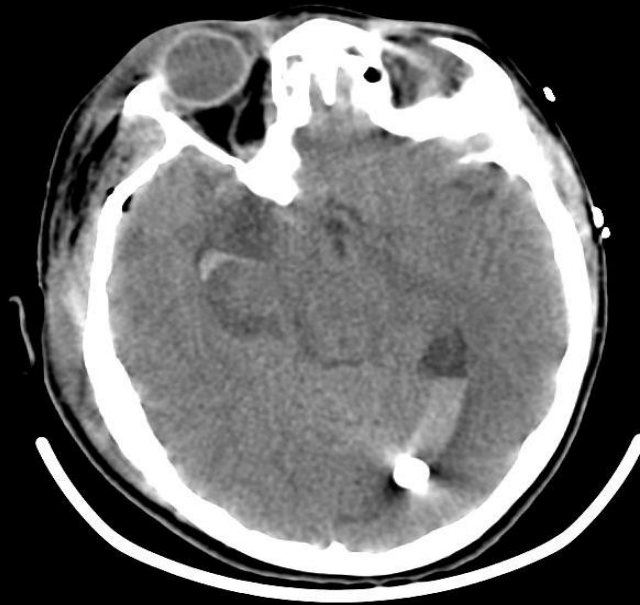
# КТ № 2 (3 СПТ) Формально без изменений **НО...**

ВЧД повышается!

NPI снижается

Диаметр зрачков постепенно увеличивается

Нарастает агрессивность интенсивной терапии



# КТ № 2 (3 СПТ) Формально без

изменений **НО...**

ВЧД повышается!

NPI снижается

Диаметр зрачков постепенно

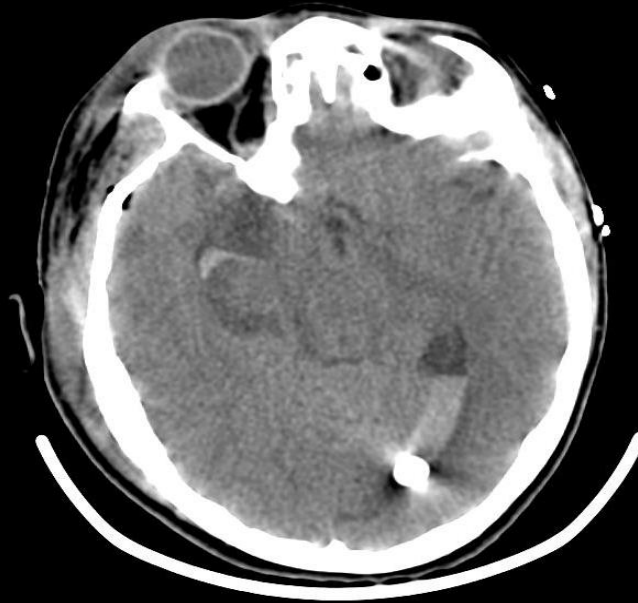
Нарастает агрессивность интенсивной терапии

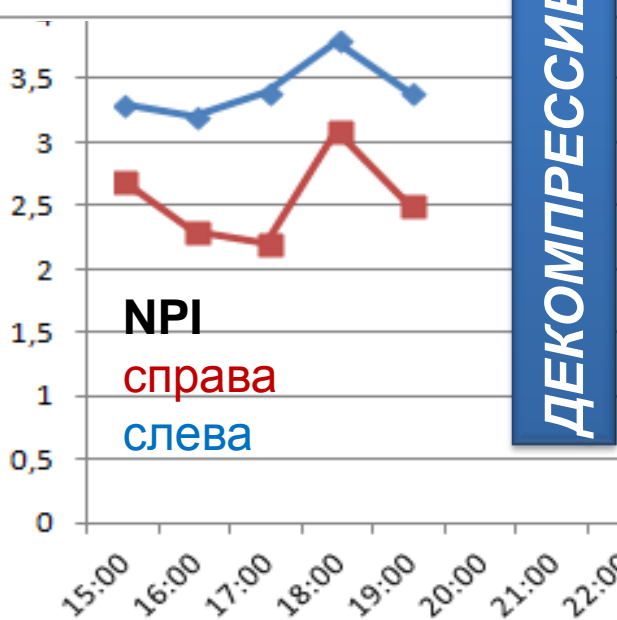
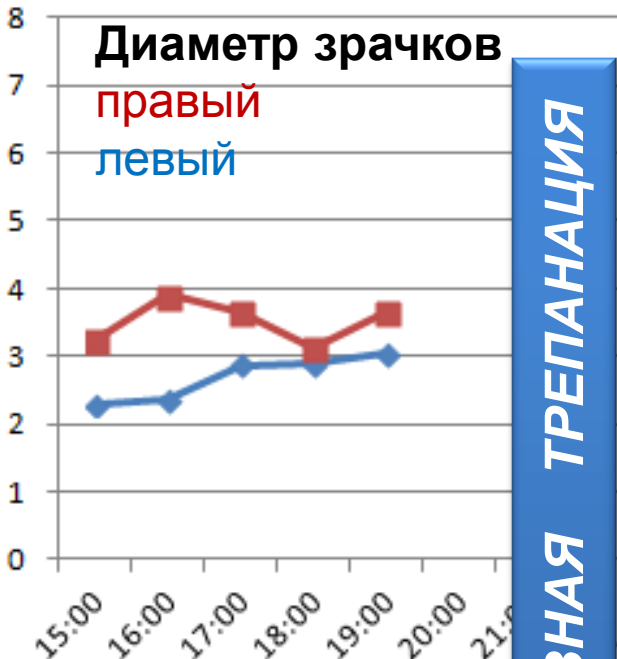
■ PaCO<sub>2</sub> 28 mmHg

■ Na 159 mmol/l

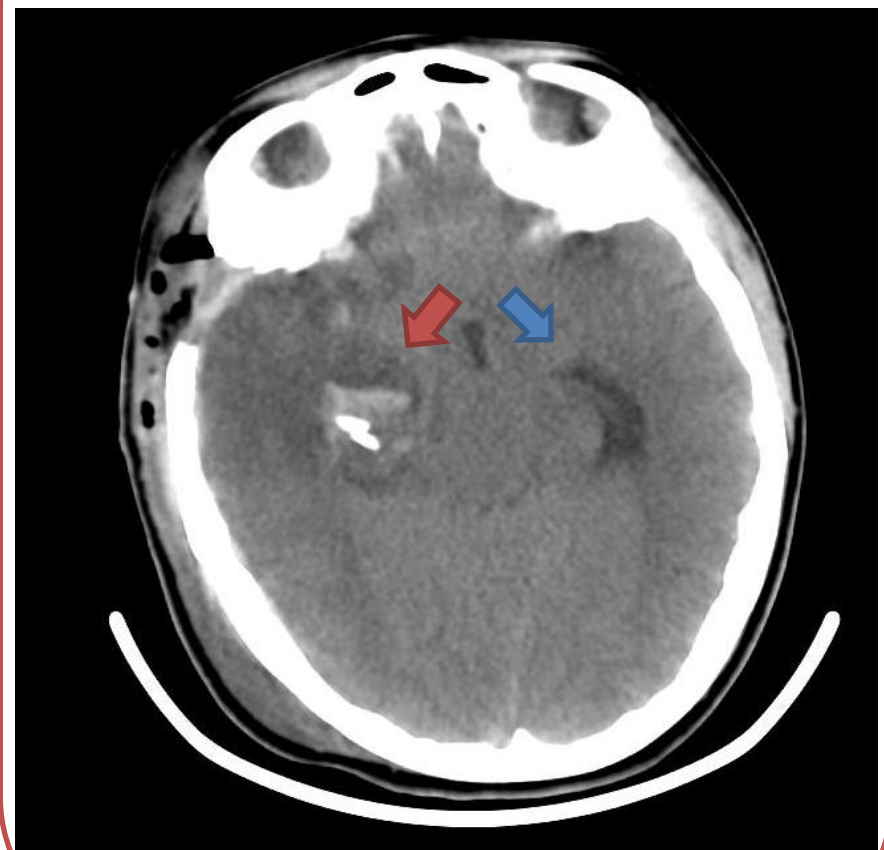
■ + Nadr

■ Prx 0,15





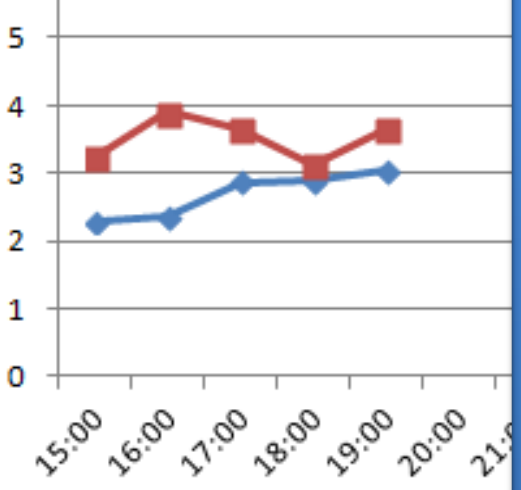
ДЕКОМПРЕССИВНАЯ ТРЕПАНАЦИЯ



- SizeL
- SizeR
- NPiL
- NPiR

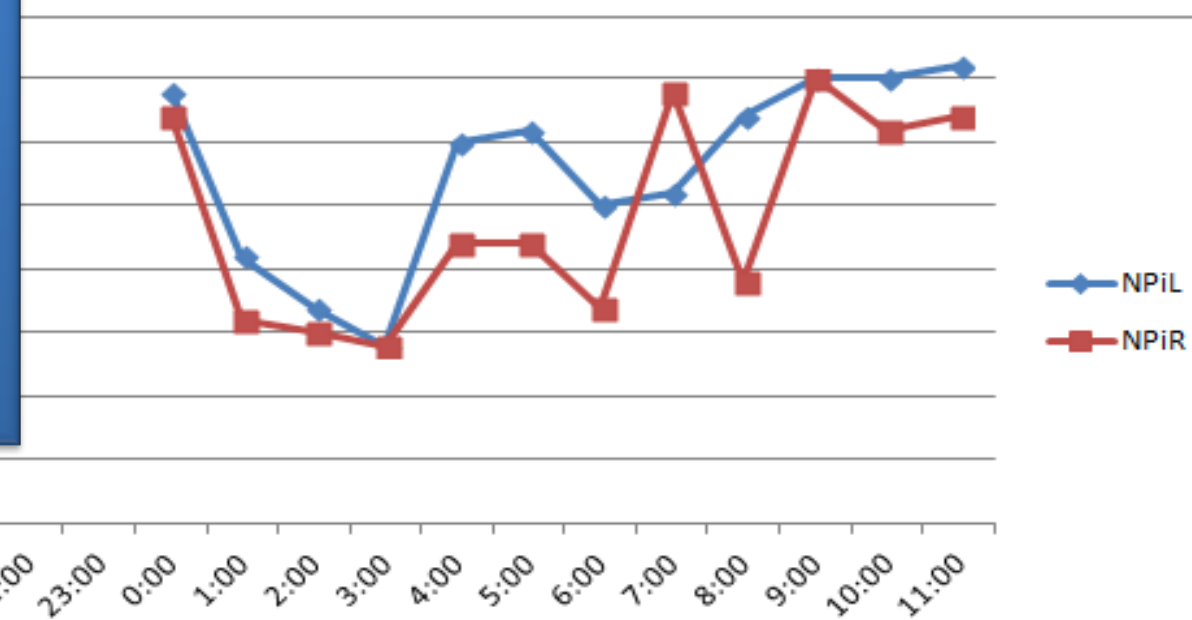
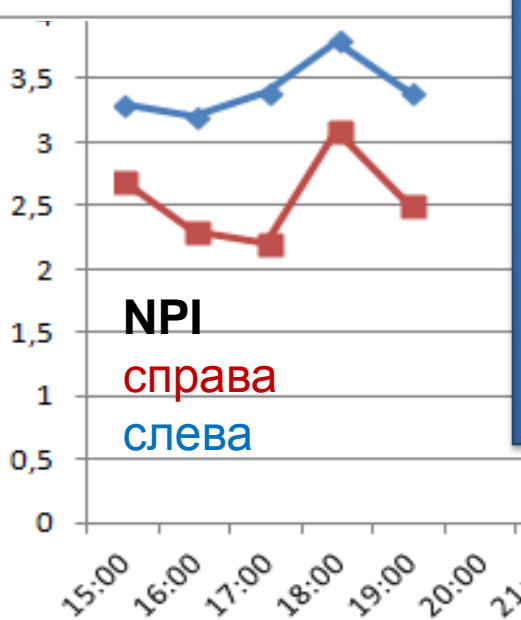
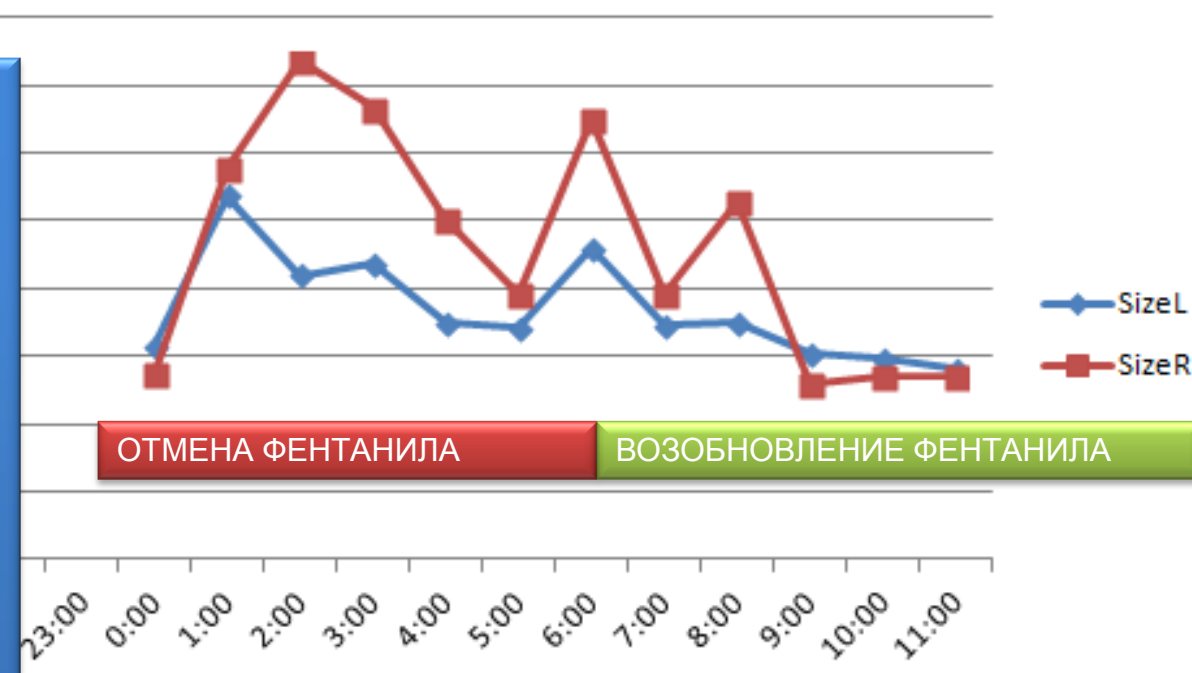


**Диаметр зрачков**  
 правый  
 левый



**ДЕКОМПРЕССИВНАЯ ТРЕПАНАЦИЯ**

ОТМЕНА ФЕНТАНИЛА      ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ФЕНТАНИЛА



# ICP mmHg



КТ №3

10 спт

10 спт - Восстановление NPI

Фотореакция с 2-х сторон

14 спт - в сознании

17 спт - регресс левостороннего гемипареза

22 спт - спонтанное дыхание, высаживание

25 спт - декануляция

30 спт - перевод в реабилитационный центр

# ПОТЕНЦИАЛ ПУПИЛЛОМЕТРИИ

1. Дополнительная опция нейромониторинга
2. Суррогатный показатель ВЧД
3. Оценка дислокационных нарушений
4. Дополнение в неврологическому осмотру
5. Оценка качества анальгезии у пациентов в коме(?)

# Вместо заключения

- ✓ Никакой метод не заменит инвазивного измерения ВЧД
- ✓ С учетом возможностей и условий нужно внедрять неинвазивные методы оценки ВЧД



Спасибо !