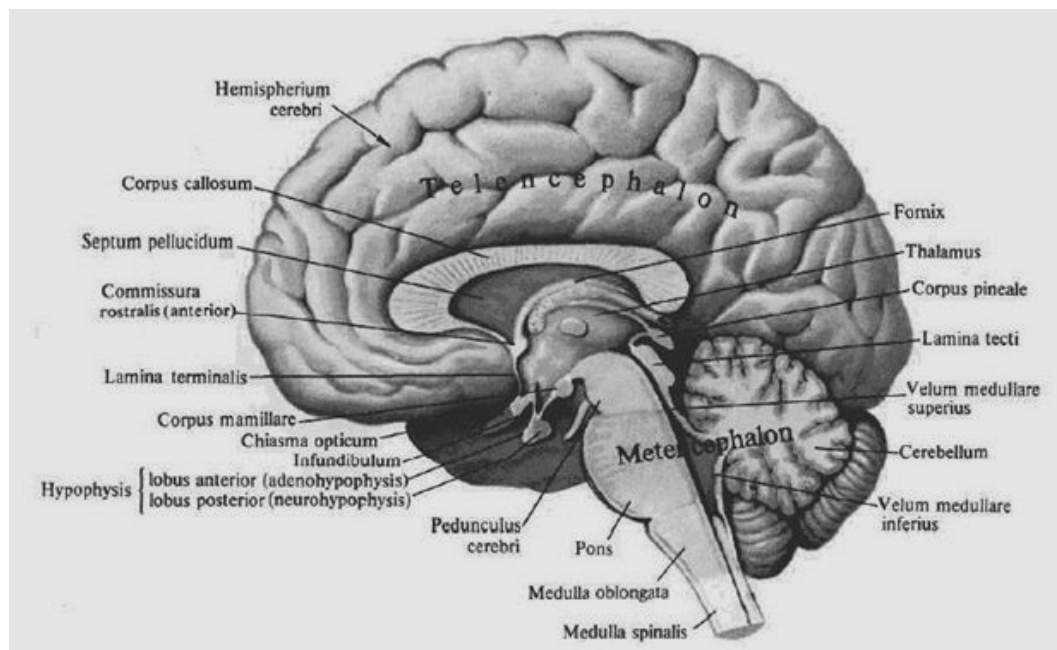


Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северный государственный медицинский университет»

Кафедра анестезиологии и реаниматологии



## Инвазивный мониторинг внутричерепного давления



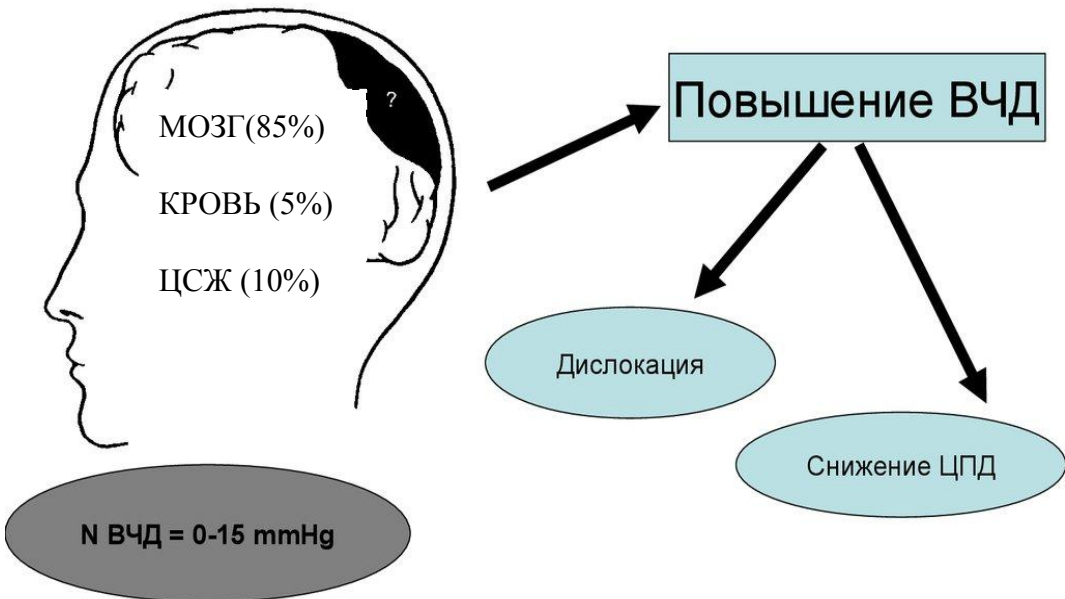
Клинический ординатор 1 года  
Виноградова Р.С.  
г. Архангельск 19.02.2019 г.

# 1. Патофизиология

**Внутричерепное давление (ВЧД):** давление, которое создают расположенные интракраниально и ограниченные в объеме костными структурами черепа ( $V=1900$  мл):

1. Ткань ГМ
2. Церебральный объем крови
3. ЦСЖ

**Доктрина Монро-Келли:**

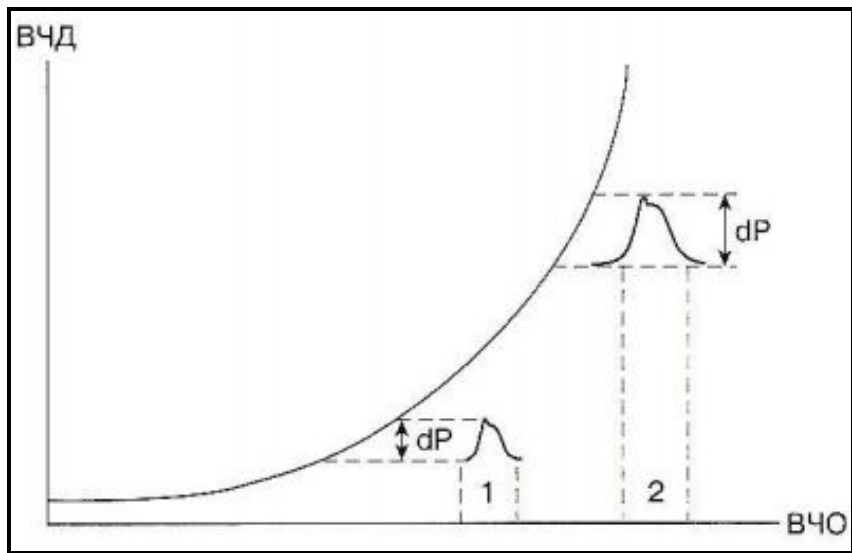


ВЧГ	ВЧД (ммHg)
Отсутствует	3 – 15
Слабая	16 – 20
Средняя	21 – 30
Выраженная	31 – 40
Очень выраженная	41 и более

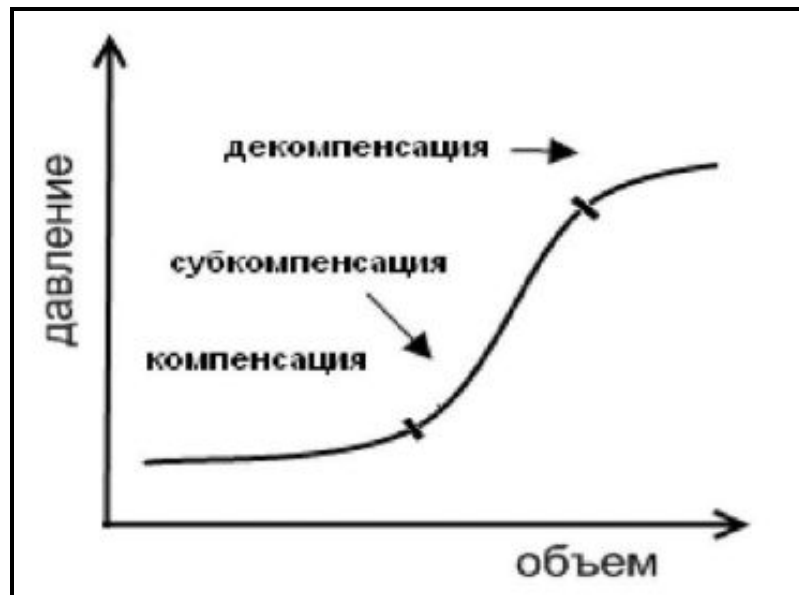
**Табл.№1** Выраженность внутричерепной гипертензии (ВЧГ)

1. **Фаза компенсации:**  $\uparrow$ ВЧО до  $30 \text{ см}^3 \Rightarrow$  незначительное изменение ВЧД
2. **Фаза субкомпенсации**
3. **Фаза декомпенсации:**  $\uparrow$ ВЧО  $\Rightarrow$   $\uparrow$ ВЧД  $\Rightarrow$  повреждение церебральных артерий, прекращение кровотока (ишемия).

$$\text{ЦПД} = \text{САД} - \text{ВЧД}$$



**Рис.№2** Соотношение между ВЧО и ВЧД. Одинаковый прирост ВЧО сопровождается различным увеличением ВЧД ( $dP$ ) при нормальном (1) и сниженном (2) церебральном комплаинс



**Рис.№1** Кривая «объем–давление»

Интракраниальные причины	Экстракраниальные причины
Увеличение объема внутричерепных структур:	Состояния, сопровождающиеся отеком головного мозга:
Инфаркт головного мозга (ОИМК)	Гипоксия различного генеза
Травматическое повреждение, сопровождающееся выраженным отеком (ЧМТ)	Острое повреждение печени
Внутричерепные гематомы	Тяжелая почечная недостаточность
Опухолевые образования	Гиперкапния различного генеза
Абсцессы головного мозга	Гипертоническая энцефалопатия
Увеличение объема ЦСЖ:	Повышение давления в венозных сосудах ГМ:
Повышение продукции ЦСЖ	Тромбоз кавернозного синуса
Нарушение оттока ЦСЖ	Обструкция внутренней яремной вены
Нарушение абсорбции ЦСЖ	Синдром ВПВ, ПЖН

**Табл.№2** Причины внутричерепной гипертензии (по механизму развития)

## 2. Показания для измерения ВЧД

### Пострадавшие с тяжелой ЧМТ:

- а. ШКГ (3-8 баллов) + изменения на КТ ГМ (гематома, ушиб, отёк, дислокация)
- б. ШКГ (3-8)+2/> признаков:
  - возраст более 40 лет;
  - появление 1/2 сторонних познотонических реакций;
  - наличие артериальной гипотензии (АД сист. менее 90 мм рт. ст.).

### Пациенты с нетравматическими внутричерепными кровоизлияниями:

- Прогрессирующее угнетение уровня бодрствования до 10 баллов по ШКГ и менее.

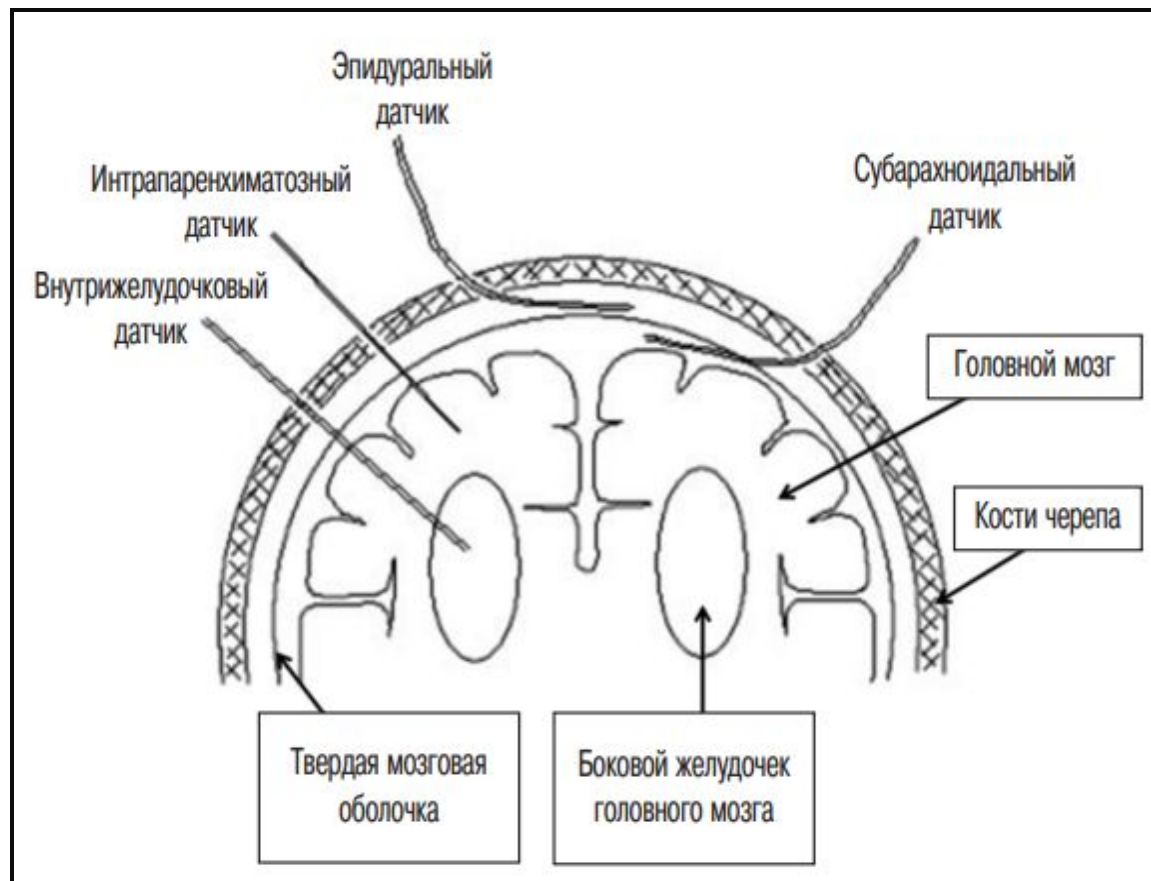
### Пациенты с опухолями мозга:

- Угнетение уровня бодрствования до комы (до 8 баллов по ШКГ и менее).

### 3. Методики инвазивного измерения ВЧД

Американской ассоциацией, контролирующей применение медицинского инструментария были разработаны требования :

1. Диапазон давления от 0 до 100 мм Нг;
2. Точность измерения ВЧД  $\pm 2$  мм Нг в указанном диапазоне;
3. Максимальная ошибка  $\leq 10\%$  в диапазоне от 20 до 100 мм Нг.



**Рис.№3** Схема расположения датчиков для измерения ВЧД в полости черепа

### 3.1 Вентрикулярное измерение ВЧД

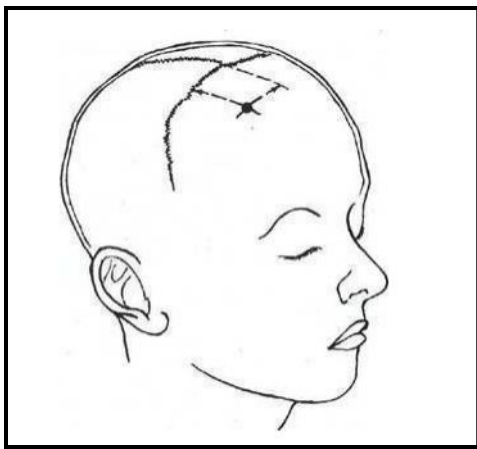
Техника установки: вентрикулостомия (пункция желудочков мозга из точки Кохера, Денди или Кина).

Системы для внутрижелудочкового измерения ВЧД:

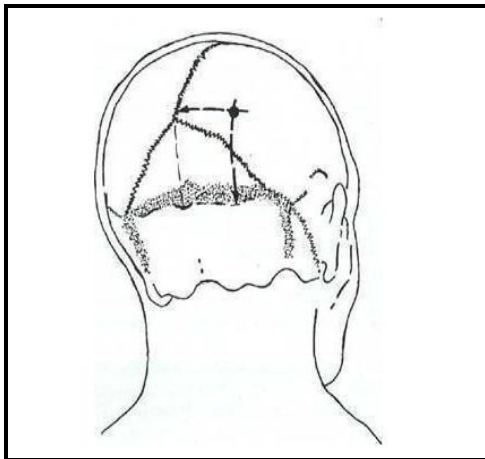
1. вентрикулярный дренаж, подключаемый к тензометрическому датчику измерения давления (гидравлические системы, монитор «Liquoguard»);
2. двухпросветный пневматический датчик (монитор «Spiegelberg»);
3. интегрированный в вентрикулярный дренаж датчик микродеформации (микрочип) или фиброоптический датчик (мониторы «Codman», «Camino», «Raumedic», «Sophyssa»).

Достоинства	Недостатки
«Золотой стандарт» (низкая стоимость, высокая точность-отсутствие влияния градиента давления)	Вероятность возникновения технических трудностей при выполнении вентрикулостомии на фоне диффузного отека мозга и суженных боковых желудочков
Дренирование ЦСЖ и введение ЛП	Выше риск инфицирования и травматизации вещества ГМ при установке, гемморагических осложнений
Возможна калибровка датчик при «дрейфе нуля»	Проблемы бесперебойности измерения, обструкция, дислокация и перегибание наружного вентрикулярного дренажа

**Табл.№3** Достоинства и недостатки измерения ВЧД методом вентрикулярного дренажа



**Рис.№4** Точка Кохера, для пункции переднего рога бокового желудочка



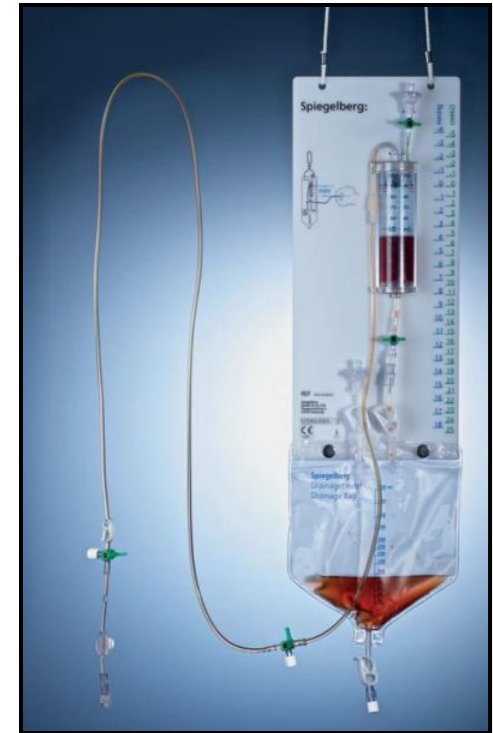
**Рис.№5** Точка Денди, для пункции заднего рога бокового желудочка



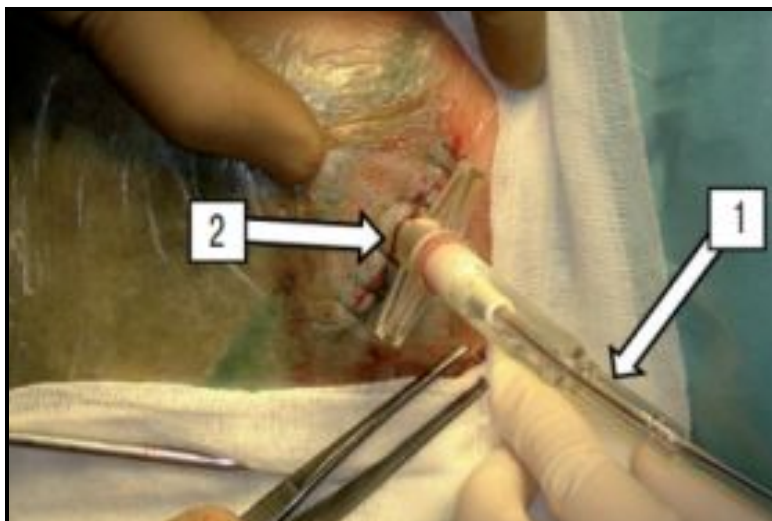
**Рис.№6** Интравентрикулярный датчик с возможностью дренирования цереброспинальной жидкости (3.0 мм) (зонд 3XL)



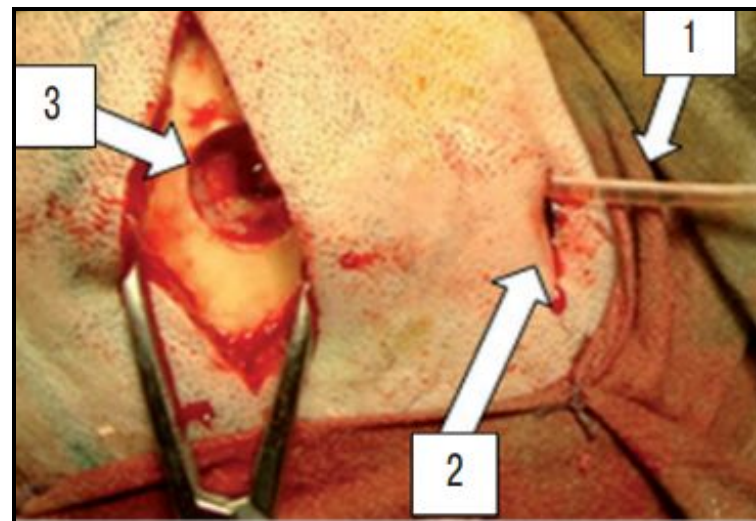
**Рис.№7** Антибактериальный интравентрикулярный датчик с возможностью дренирования цереброспинальной жидкости с краниальным болтом (8F)



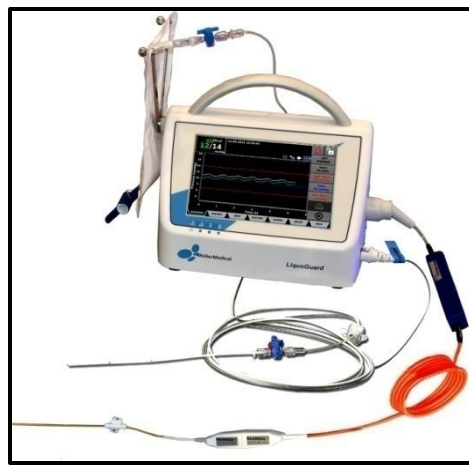




**Рис.№8** Установка вентрикулярного датчика для измерения ВЧД «Camino» (1) через фиксирующее устройство «bolt» (2)

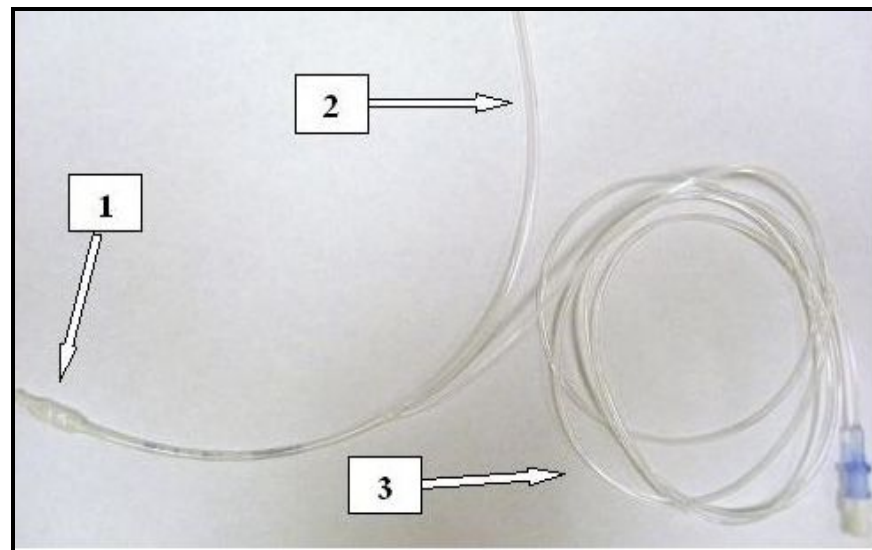
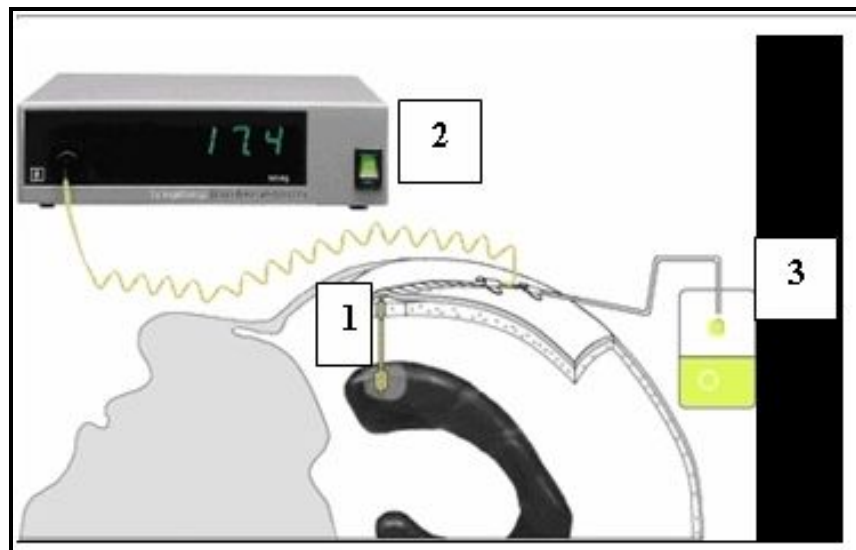


**Рис.№9** Установка датчика «Air-Pouch Probe, 3 XL». Датчик (1) проведен через подкожный тоннель (2) и установлен через фрезевое отверстие (3) в желудочек мозга



**Рис.№10** Мультиmodalный нейромонитор «CAMINO», «Liquoguard», « Spiegelberg»

Принцип работы монитора Spiegelberg основан на измерении ВЧД, передаваемого с помощью воздушного столба по трубке, являющейся одновременно частью измерительного катетера, который устанавливается в желудочек мозга.

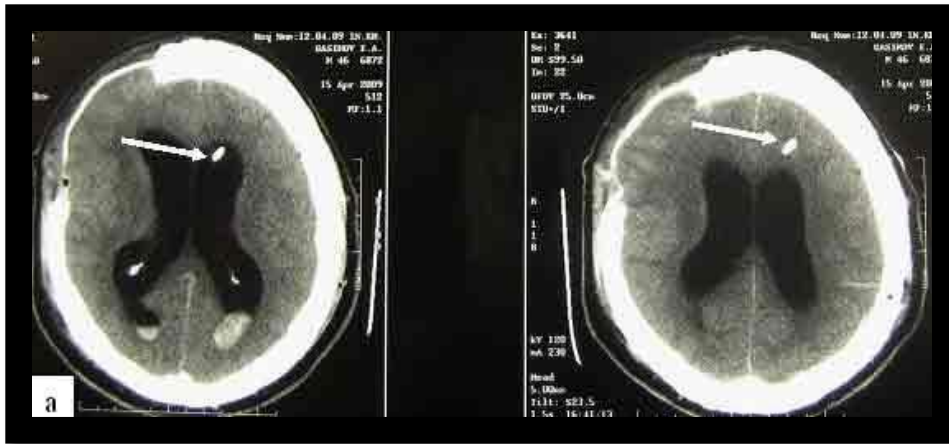


**Рис.№11** Внешний вид датчика для вентрикулярного измерения ВЧД монитором Шпигельберга:

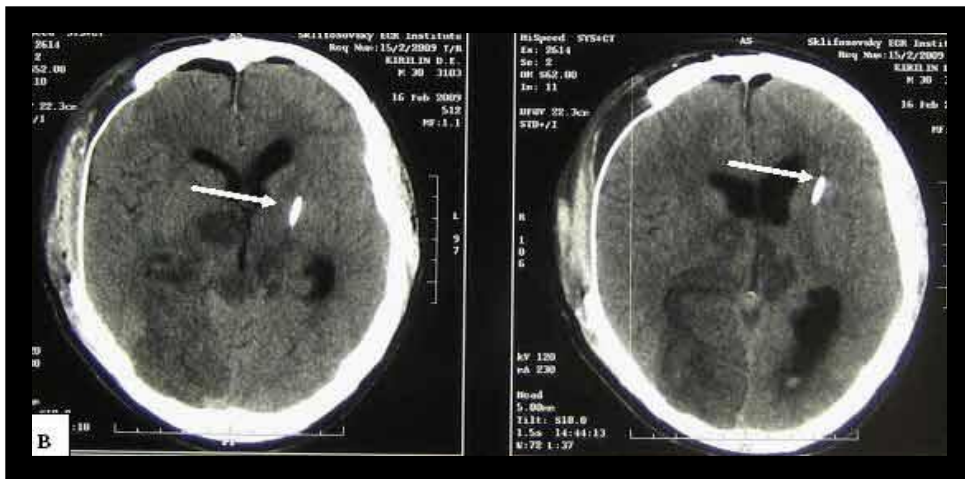
- 1 – баллончик для измерения давления;
- 2 – канал для дренирования цереброспинальной жидкости;
- 3 – канал, подключаемый к монитору ВЧД;

## Рис.№12 КТ-картина ГМ пациентов, с датчиками замера ВЧД

а) Правильная установка катетера в передний рог левого бокового желудочка (стрелка). ВЧД можно измерять;



б) Катетер установлен в правой боковой желудочек (стрелка). Однако в связи с выраженным отеком мозга боковые желудочки значительно сужены, что не позволит измерять ВЧД при помощи гидравлической системы;



в) Неудачная попытка дренирования переднего рога левого бокового желудочка. Катетер установлен в вещество мозга (стрелка). Измерение ВЧД невозможно;

### 3.2 Интрапаренхиматозное измерение ВЧД

Техника установки: т.ж. Для проведения измерений датчики располагают непосредственно в веществе головного мозга на глубине 15–20 мм, в лобной или височной долях мозга, контрлатерально основному очагу повреждения.

#### Системы для интрапаренхиматозного измерения ВЧД :

- пневматический датчик с раздуваемым воздухом баллончиком (монитор «Spiegelberg»);
- датчик микродеформации (микрочип) (монитор «Codman»);
- фиброоптический датчик (мониторы «Camino», «Raumedic», «Liquoguard», «Sophyssa»).

Достоинства	Недостатки
Лёгкость установки (в сравнении с внутрижелудочковым), низкий риск травм вещества ГМ.	Частое повреждение датчиков (хрупкость)
Не требует перекалибровки (калибровка только in vitro- перед введением)	Формирование внутричерепных гематом
Низкий риск инфекционных осложнений	Высокая стоимость
Возможность мониторинга ВЧД в условиях значительного отёка мозга и компрессии желудочков.	Невозможность перекалибровки, необходимость в которой возникает при «дрейфе нуля»

**Табл.№4** Достоинства и недостатки измерения ВЧД методом установки интрапаренхиматозного датчика



**Рис.№13** Интрапаренхимальный датчик с фиксатором-заплаткой (зонд 3PN)



**Рис.№14** Интрапаренхимальный датчик с системой «Болт» (3 PS)



**Рис.№15** КТ-ГМ пациента с внутрочерепным кровоизлиянием (разрыв артериальной аневризмы). На аксиальном срезе виден диффузный отек вещества ГМ, зоны отёка и ишемии с геморрагическим пропитыванием (1). Желудочки мозга значительно сужены (2), имеется трепанационный дефект после декомпрессивной краниотомии (3). Датчик измерения ВЧД установлен в паренхиму правой височной доли (контрлатерально очагу, на глубину 20 мм. (4)

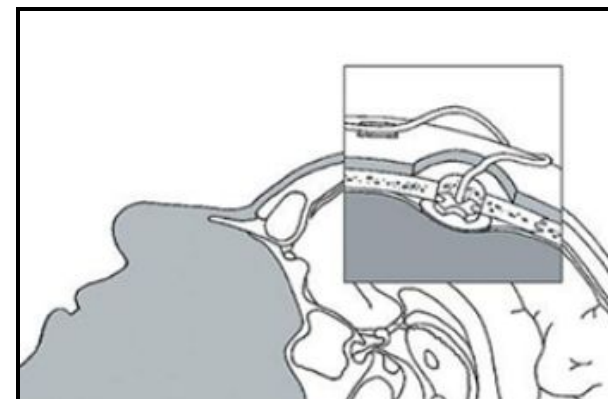
### 3.3 Эпидуральное и субдуральное измерение ВЧД

Эпидуральный метод: имплантация сенсора в область между внутренней поверхностью черепной коробки и ТМО.

Субдуральный метод: сенсор имплантируется глубже – в область между ТМО и паутинной оболочками мозга.

Метод	Достоинства	Недостатки
Эпидуральное дренирование и субдуральный мониторинг	Легкость установки	Низкая точность (более высокие показатели)
	Минимальный риск инфицирования и травматизации (в сравнении)=> возможность установки на более длительное время (неск.недель)	Обструкция катетера
		Неточные измерения и выраженный «дрейф»

**Табл.№5** Достоинства и недостатки измерения ВЧД методом установки эпи/субдурального датчика



**Рис.№16** Эпидуральный датчик под расширенную трепанацию и фрезевое отверстие. Воздушный баллончик располагается на твердой мозговой оболочке. Эпидуральный датчик используется тогда, когда необходим мониторинг ВЧД с минимальным риском инфекционных осложнений.

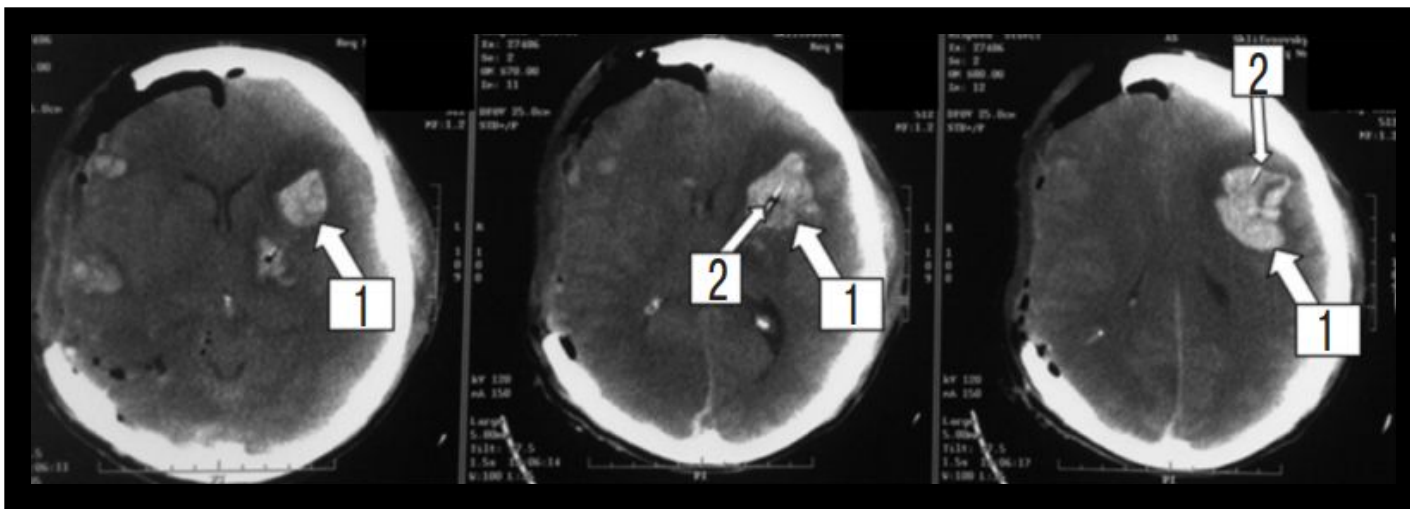
## 4. Осложнения инвазивного мониторинга ВЧД

### I. Инфекционные осложнения

- ВЧД > 20 мм рт.ст.;
- Частый забор ЦСЖ;
- Внутричерепное кровоизлияние (особенно с прорывом в желудочки), САК;
- Перелом костей черепа с истечением ликвора;
- Сопутствующие инфекции;
- Использование стероидов;
- Нарушение правил асептики при установке дренажа;
- Продолжительность мониторинга более 5 дней.

Факторы  
риска

### II. Геморрагические осложнения (внутричерепные гематомы)



**Рис.№17** КТ ГМ пациента с тяжелой ЧМТ после декомпрессивной трепанации черепа с правой стороны. Визуализируется внутримозговая гематома вокруг датчика ВЧД (1) в левой височной доле (2)

Тип мониторинга	Инфекционные осложнения	Геморрагические осложнения	Технические осложнения (дислокация, повреждение, обструкция катетера)
Внутрижелудочковый	В среднем 5-14%, референтные пределы: 0-40%	0-17,6%	6,3-16%
Субарахно-идальный	В среднем 5%, референтные пределы: 0-10%	0-3%	До 16%
Субдуральный	В среднем 4%, референтные пределы: 0-10%	0-10,3%	До 10,5%
Паренхиматозный	В среднем 4-8%, референтные пределы: 0-17%	0-15,3%	3-26%

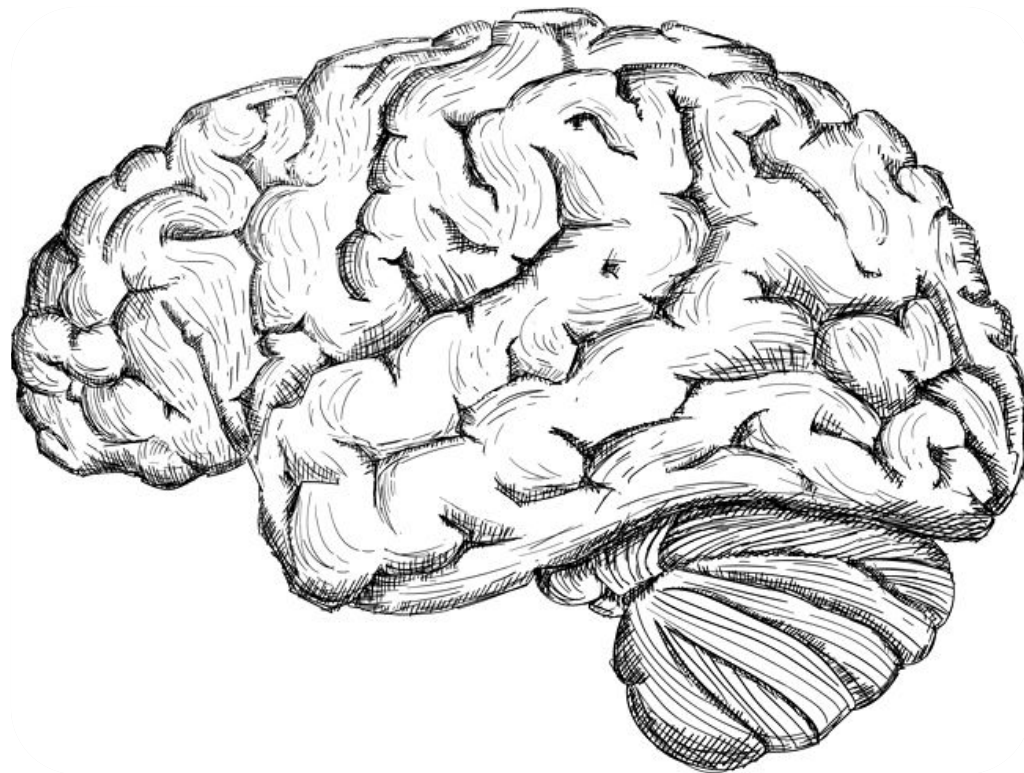
**Табл.№6** Частота встречаемости осложнений при установке датчиков замера ВЧД

Снижение частоты инфекционных осложнений достигается их профилактикой:

1. Строгое соблюдение правил асептики при установке датчиков ВЧД и при дальнейшем ведении пациента
2. Применение закрытых систем для сброса ЦСЖ
3. Проведение катетера не далее 10 мм от трэф (тунелирование)
4. Контроль клеточного и биохимического состава ЦСЖ (определяют соотношение количества эритроцитов к лейкоцитам, концентрацию глюкозы и лактата)
5. Минимизация необоснованного (рутинного забора ЦСЖ/замены катетера = по показаниям
6. Использование покрытых антибиотиком вентрикулостомических катетеров снижает риск инфекции от 9,4% до 1,3% (профилактическая послеоперационная АБ-терапия, катетеры с Ag-покрытием)



# Спасибо за внимание!



## Список литературы

1. Горбачев В.И., Ковалев В.В., С.И. Петров С.И., «Диагностика и лечение внутричерепного гипертензионного синдрома» М.: Иркутск: ГИУВ 2008г. — 88 с.
2. Горбачев В.И., Ковалев В.В., «Дислокационный синдром» М.: Иркутск: ГИУВ 2008г. — 60 с.
3. Горбачёв В.И., Горбачёв С.В., Лихолетова Н.В. «Мониторинг ВЧД: настоящее и перспективы (сообщение 1-3)» М.: Политравма №4,2013 г. — 69-78 с.
4. Горбачёв В.И., Лихолетова Н.В. «Методы контроля внутричерепного давления» Иркутск ИГМАПО — 2014г. — 52 с.
5. Потапов А.А., Захарова Н.Е., Пронин В.Н., Корниенко В.Н., Гаврилов А.Г., Кравчук А.Д. и др. «Прогностическое значение мониторинга внутричерепного давления и церебрально-перфузионного давления, показателей регионарного кровотока при диффузных и очаговых повреждениях мозга» М.: Вопросы нейрохирургии №3, 2011г. — 3-18 с.
6. Ошоров А.В. Савин И.А. Горячев А.С. Попугаев К.А. «Плато волны ВЧД у пострадавших с тяжелой ЧМТ» М.: Анестезиология и реаниматология № 4, 2014г. — 44-50 с.
7. Горбачёв В. И., Лихолетова Н. В. « Инвазивный мониторинг внутричерепного давления» М.: Сибирский медицинский журнал, № 6, 2012г., 20-23с.
8. Костомарова Л.Г., Поляков С.В., «Методические рекомендации. Диагностика и лечение внутричерепной гипертензии у больных с внутричерепными кровоизлияниями» М.: Москва 2010 г. — 28с.
9. Крылов В.В., Петриков В.В., Солодов А. А., «Внутричерепная гипертензия» М.:Бином. Лаборатория знаний, 2015 г. — 132 с.
10. Крылов В.В., Петриков С.С. «Нейрореанимация. Практическое руководство» М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010г. — 176 с.
11. Крылов В.В., Петриков С.С., Белкин А.А. «Лекции по нейрореанимации» М.: Медицина — 2009г.— с. 192.