

На правах рукописи

Мурадян Карина Рубеновна

Прогнозирование внутричерепной гипертензии у пациентов
в остром периоде тяжелой черепно-мозговой травмы

3.1.10. Нейрохирургия

3.1.12. Анестезиология и реаниматология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва - 2025

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научные руководители:

профессор, доктор медицинских наук
доктор медицинских наук

Кравчук Александр Дмитриевич
Ошоров Андрей Васильевич

Официальные оппоненты:

Лазарев Валерий Александрович доктор медицинских наук,
профессор, ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, кафедра нейрохирургии,
профессор кафедры

Ценципер Любовь Марковна доктор медицинских наук,
ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России, кафедры анестезиологии
и реаниматологии с клиникой ИМО, профессор кафедры

Ведущая организация: Государственное бюджетное учреждение
здравоохранения города Москвы «Научно-исследовательский институт скорой
помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения города
Москвы»

Защита состоится «___» _____ 2025 года в 13.00 час на заседании
диссертационного совета 21.1.031.01, созданного на базе ФГАУ «НМИЦ
нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, по адресу: 125047,
Москва, 4-я Тверская-Ямская, д.16.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГАУ «НМИЦ
нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России и на сайте Центра
<http://www.nsi.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 2025 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета 21.1.031.01,
доктор медицинских наук

Яковлев Сергей Борисович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность и степень разработанности темы исследования

Внутричерепная гипертензия (ВЧГ) у пострадавших с черепно-мозговой травмой (ЧМТ) является тяжелым осложнением, определяющим дальнейшее течение заболевания и его исход.

Любое дополнительное увеличение объема содержимого в полости черепа, вызванное отеком мозгового вещества, гематомой, гидроцефалией, согласно доктрине Монро-Келли, приводит к повышению внутричерепного давления (ВЧД), что может в дальнейшем привести к дислокационным нарушениям, дисциркуляции, церебральной гипоперфузии, вторичной ишемии и неблагоприятным исходам у пострадавших с тяжелой ЧМТ [Stocchetti N., Maas A.I., 2014; Marmarou A., Anderson R.L., 1991; Chesnut R., Videtta W., 2014]

Признанным стандартом измерения внутричерепного давления на сегодняшний день является инвазивное измерение ликворного давления в боковых желудочках головного мозга через наружный вентрикулярный дренаж или измерение с помощью паренхиматозного датчика ВЧД [Stocchetti N., Maas A.I., 2014]. Однако, являясь инвазивными методами, подобные способы мониторинга могут быть связаны с развитием геморрагических и инфекционных осложнений [Citerio G., Piper I., 2008].

Таким образом, поиск новых неинвазивных методик диагностики внутричерепной гипертензии и мониторинга внутричерепного давления остается актуальной и до конца нерешенной проблемой в нейрохирургии и нейрореаниматологии [Vaiman M., Bekkerman I., 2016]. В нашей работе мы исследовали возможность применения оценки диаметра зрительного нерва с оболочками (ДЗНО-КТ) и индекса ДЗНО-КТ, как новых биологических маркеров диагностики и прогнозирования внутричерепной гипертензии в остром периоде тяжелой ЧМТ. В связи с рутинным применением КТ при остром травматическом повреждении головного мозга становится доступна оценка данных показателей как проспективно, так и ретроспективно. В статьях, посвященных данной

неинвазивной методике, отмечается ее высокая чувствительность и специфичность, однако также отмечается наличие ряда нерешенных задач, требующих дальнейшего изучения [Vaiman M., Bekkerman I., 2016; Sekhon M.S., Griesdale D.E., 2015; Jochen Bäuerle J., Niesen W.D., 2015], в том числе возможность применения параметра ДЗНО-КТ для обоснования показаний для инвазивного мониторинга ВЧД и определение роли данного маркера в прогнозировании ВЧГ при черепно-мозговой травме. Таким образом, изучение данной темы является перспективным и требует проведения дополнительных научных исследований для адаптации параметра ДЗНО в клинической практике.

Цель исследования:

Разработать методы диагностики и прогнозирования внутричерепной гипертензии с помощью параметра диаметра зрительного нерва с оболочками по данным КТ у пациентов в остром периоде тяжелой черепно-мозговой травмы.

Задачи исследования:

1. Изучить взаимосвязь между значением внутричерепного давления и параметром ДЗНО-КТ у пострадавших в остром периоде ЧМТ.
2. Оценить чувствительность и специфичность ДЗНО-КТ в диагностике и прогнозировании внутричерепной гипертензии у пациентов с тяжелой ЧМТ.
3. Рассчитать пороговые значения ДЗНО-КТ с целью его использования в качестве дополнительного параметра для принятия решения о начале инвазивного мониторинга внутричерепного давления.
4. Проанализировать взаимосвязь ДЗНО-КТ и проводимой консервативной интенсивной терапии.
5. Проследить динамику ДЗНО-КТ до и после хирургического вмешательства (декомпрессионной трепанации черепа), проведенного с целью коррекции внутричерепной гипертензии.

Научная новизна

Впервые выявлена взаимосвязь ДЗНО-КТ с длительностью внутричерепной гипертензии.

Впервые оценена возможность прогнозирования внутричерепной гипертензии при помощи ДЗНО-КТ у пациентов с тяжелой ЧМТ.

Впервые рассмотрены прогностические и диагностические возможности производных ДЗНО-КТ и индекса ДЗНО-КТ.

Впервые проанализирована взаимосвязь проводимой интенсивной терапии и параметра ДЗНО-КТ.

Впервые установлено влияние хирургических методов лечения внутричерепной гипертензии на изменения ДЗНО-КТ.

Теоретическая и практическая значимость

Предложен дополнительный критерий показаний к началу инвазивного мониторинга внутричерепного давления, позволяющий оптимизировать использование инвазивных методик и снизить связанные с ними риски.

Установлены пороговые значения ДЗНО-КТ для прогнозирования как эпизодов повышения внутричерепного давления, так и развития устойчивой внутричерепной гипертензии.

Зафиксировано влияние декомпрессионной трепанации черепа (ДТЧ) на изменение ДЗНО-КТ, подтверждающее ее эффективность при своевременном выполнении у пациентов с рефрактерной внутричерепной гипертензией.

Выявлены различия в динамике ДЗНО-КТ у пациентов при экстренном проведении декомпрессионной трепанации черепа и на фоне длительно сохраняющейся внутричерепной гипертензии.

Проведен анализ консервативной и хирургической тактики лечения пациентов в остром периоде тяжелой ЧМТ.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Доказано наличие достоверной корреляционной зависимости между уровнем внутричерепного давления на момент начала инвазивного мониторинга и данными ДЗНО-КТ, что подтверждает диагностические возможности параметра.
2. Установлены пороговые значения ДЗНО-КТ, позволяющие прогнозировать развитие внутричерепной гипертензии у пострадавших в остром периоде тяжелой ЧМТ, что делает его доступным в качестве дополнительного критерия для принятия решения о начале инвазивного мониторинга внутричерепного давления.
3. Оценка параметра ДЗНО-КТ позволяет достоверно прогнозировать использование в структуре интенсивной терапии таких методов как гипервентиляция и инфузия гипертонических растворов.
4. Значительное уменьшение ДЗНО-КТ в динамике на фоне проведения декомпрессионной трепанации черепа, выполненной с целью коррекции устойчивой внутричерепной гипертензии, подтверждает эффективность данного хирургического вмешательства.

Степень достоверности исследования

Исследование основано на значительной выборке пациентов, с использованием современных методов анализа и статистической обработки информации. Использованы сравнения авторских данных с литературными, полученными ранее по рассматриваемой теме.

Апробация работы

Основные положения и результаты работы доложены и обсуждены на: XIX Всероссийской конференции «Поленовские Чтения» (г. Санкт-Петербург, 11-12 ноября 2020 г.); III Всероссийском Конгрессе «Актуальные вопросы медицины критических состояний» (г. Санкт-Петербург, 11-13 мая 2021 г.); XX Всероссийской конференции «Поленовские чтения» (г. Санкт-Петербург, 26-28

апреля 2022 г.); Всероссийской конференции с международным участием «Беломорский Симпозиум IX» (г. Архангельск, 23-24 июня 2022 г.); заседании Московского научного общества анестезиологов реаниматологов (ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского», Москва, 15 ноября 2022г.); V Съезде анестезиологов - реаниматологов Северо-Запада (г. Санкт-Петербург, 08-10 декабря 2022 г.); научной конференции «Неоднозначные клинические ситуации в нейроанестезиологии и интенсивной терапии» (ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, Москва, 18 ноября 2023 г.); 33rd Annual Congress ESICM Lives 2020- Digital (онлайн формат, Испания, 6-9 декабря 2020 г.); Форуме анестезиологов и реаниматологов России (ФАРР-2024) (г. Санкт-Петербург, 12-14 октября 2024 г.); научно-практической конференции «Клуб Рунейро» «Мультидисциплинарный подход в интенсивной терапии в нейрореанимации» (ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», г. Москва, 13 ноября 2024 г.); расширенном заседании проблемной комиссии «Патогенез, клиника и лечение черепно-мозговой травмы» ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России 06.02.2024.

Личный вклад автора

Осуществление ежедневного сбора и анализа представленного в диссертации материала. Проведение расширенного нейромониторинга, включая BIS-мониторинг, капнографию, анализ проводимой интенсивной ВЧД-ориентированной терапии. Измерение и оценка параметра ДЗНО-КТ по установленной методике под контролем специалистов лучевой диагностики, а также расчет производных и индекса ДЗНО-КТ. Выполнение статистической обработки материала с подведением промежуточных и окончательных итогов исследовательской работы совместно с экспертами отдела статистики. Автор непосредственно участвовал в подготовке к публикации статей по результатам диссертационной работы.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 6 работ, в которых полностью отражены основные результаты диссертационного исследования, из них 3 статьи - в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК Минобрнауки России, 3 – в виде тезисов в научных журналах и сборниках материалов конференций и съездов.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 169 страницах машинописного текста. Состоит из введения, четырех глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений, списка литературы и 3 приложений. Текст иллюстрирован 44 таблицами и 73 рисунками. Список литературы содержит 160 источников (15 отечественных и 145 зарубежных).

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

Представленное исследование проведено на базе ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России и является одноцентровым наблюдательным аналитическим комбинированным ретроспективно-проспективным исследованием, включающим пациентов в остром периоде тяжелой черепно-мозговой травмы. Проспективная группа (31 пациент) составлена за период с 2020 по 2022 год, данные ретроспективной части (90 пациентов) собраны за период 2016-2020 г.

Критерии включения и исключения

Критериями включения в анализируемую ретроспективную группу были: диагноз острая ЧМТ; возраст старше 18 лет; оценка по шкале комы Глазго менее 9 баллов; наличие данных КТ головного мозга, выполненной в момент госпитализации с шагом 1,25 мм; проведение мониторинга ВЧД в первые 72 часа

с момента госпитализации в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ).

Критерии исключения из исследования: тяжесть состояния: 3 балла по Шкале комы Глазго (ШКГ) (атоническая кома); неинформативная нативная и/или повторные КТ; сопутствующая травма орбиты с повреждением глазного яблока или зрительного нерва.

Ретроспективная группа

На первом этапе исследования для оценки гипотезы о возможностях диагностики ВЧГ на момент госпитализации, а также прогнозирования ВЧГ в первые трое суток после ЧМТ было проведено ретроспективное исследование, включавшее 90 пострадавших с ЧМТ.

Анализировались данные КТ головного мозга пострадавших на момент госпитализации – все исследования были выполнены при помощи мобильного СК-томографа CereTom, Neurologica. При этом оценивались следующие параметры: величина компрессии базальных цистерн, величина латерального смещения срединной линии, а также значения диаметра зрительного нерва с оболочками на расстоянии 3 мм от дорзального контура глазного яблока.

Для стандартизации исследования использовали производные ДЗНО: усредненное значение диаметра зрительного нерва с оболочками с 2 сторон (ДЗНОср) и максимальное значение одной из сторон (ДЗНОмакс) для каждого пациента. Относительно ВЧД оценивались показатели ВЧД-1 (на момент имплантации датчика) и ВЧДср за первые 72 часа (среднее ВЧД за первые 72 часа мониторинга). Значение параметра ВЧД-1 определяли в момент имплантации датчика ВЧД при подтвержденной пульсовой волне. Факт развития ВЧГ оценивали при ВЧД свыше 20 мм рт. ст. Более подробная характеристика пострадавших представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Общая характеристика пострадавших ретроспективной группы

Характеристика	Описание	Значение: среднее +/- стандартное отклонение
Общее количество пациентов		90
Пол (%)	Женский	69 (77%)
	Мужской	24 (33%)
Возраст, лет		34.2 [20, 49]
Основная патология (%)	ЧМТ	90 (100%)
Вид повреждения (%)	Диффузное аксональное повреждение (ДАП)	20 (22%)
	Очаговое (контузионные очаги)	37 (41%)
	Гематомы (суб- и эпидуральные)	33 (37%)
Хирургическое вмешательство (%)	Широкая декомпрессивная краниэктомия	28 (31%)
Внутричерепное давление, мм рт. ст.	ВЧД-1	13 +/-8.3
	ВЧД-72	18.5 +/- 9
Внутричерепная гипертензия, мм рт. ст.	ВЧГ-1	11 (12%)
	ВЧГ-72	58 (64%)
Смещение срединных структур по КТ (%)	Да	34 (38%)
Компрессия базальных цистерн по КТ (%)	Да	57 (63%)
	Нет	14 (45.16)
Параметры ДЗНО-КТ, мм	ДЗНОср	7.26 +/- 0.9
	ДЗНОмакс	7.34 +/- 0.9
Шкала комы Глазго		6,2 +/- 1,9

Проспективная группа

Вторым этапом исследования для уточнения полученных результатов и изучения взаимосвязи ДЗНО-КТ с различными методами консервативной интенсивной терапии и хирургическими методами коррекции ВЧГ была проспективная собрана группа из 31 пациента (23% - 7 женщин и 77%- 24 мужчины), сопоставимых друг с другом по большинству критериев. Средний возраст в группе составил 36 [23, 49] лет.

Открытая проникающая ЧМТ сопровождалась раневой, ото- или назоликвореей у 12и пациентов. При этом только в одном случае наблюдалась массивная и длительная отоликворея, сопровождавшаяся регистрацией отрицательных значений ВЧД.

Оценка КТ головного мозга проводилась по модифицированной шкале Маршалла (от I до IV). При этом было отмечено: компрессия базальных цистерн головного мозга - у 17 (54,8%) пострадавших; смещение срединных структур - у 10 (32,3%), у 8 из них - более 5 мм.

В исследуемой группе из 31 пострадавшего хирургическое вмешательство проведено у 19 (61%), из них декомпрессивная краниоэктомия - 15 (79,4%) пострадавшим, резекционная трепанация - 4 (20,6%).

Удаление гематомы выполнено у 15 (48,4%) пострадавших, из них у 8 - локализация гематомы соответствовала эпидуральной, у 3 (20,0%) - субдуральной и у 4 (27,7%) - внутримозговой.

Наружный вентрикулярный дренаж не устанавливался в связи с компрессией желудочковой системы на фоне отека мозгового вещества в раннем периоде ЧМТ.

Хирургическое вмешательство проведено в НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко у 9 (47,4%) из 19 пострадавших, у остальных 10 (52,6%) - по месту первичной госпитализации с последующим переводом в НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко.

Общая характеристика пострадавших проспективной группы представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Общая характеристика пострадавших проспективной группы

Характеристика	Описание	Значение
n		31
Пол (%)	Женский	7 (22.6)
	Мужской	24 (77.4)
Возраст (лет)		36. [23, 49]
Основная патология (%)	ЧМТ	31 (100.0)
Операция факт (%)	Да	19 (61.3)
Хирургическое вмешательство (%)	Удаление гематомы	15 (48%)
	Резекционная трепанация черепа	4 (12.9)
	Широкая декомпрессивная краниэктомия	15 (48%)
Учреждение (%)	Другое	10 (32.3)
	НМИЦ нейрохирургии	9 (29,0)
Оценка КТ-1 по шкале Маршалла (%)	I	2 (6,45)
	II	17 (54,84)
	III	4 (12,90)
	IV	8 (25,81)
Смещение срединных структур по КТ-1 (%)	Да	10 (32,26)
Компрессия базальных цистерн по КТ-1 (%)	Да	17 (54.84)
	Нет	14 (45.16)
Сторонность повреждения (%)	Левое полушарие	7 (22,58)
	Правое полушарие	4 (12,90)
	Диффузное повреждение	20 (64,52)
Шкала комы Глазго (ШКГ)		7.00 [5.00, 8.00]
Шкала FOUR		4.00 [2.50, 4.50]
Шкала RASS		-4.00 [-4.00, -3.00]

Мониторинг ВЧД проводился с помощью датчиков NEUROVENT-P (Raumedic, Germany) и датчиков Codman MicroSensor и монитора ICP Express Monitor Codman (Jonson@Jonson Professional, Inc., Raynham, US). Показания для инвазивного измерения ВЧД определялись в соответствии с утвержденными российскими клиническими рекомендациях: проведение мониторинга ВЧД у пострадавших с угнетением уровня сознания до комы и без патологических изменений на КТ при наличии хотя бы двух из следующих признаков: возраст старше 40 лет, наличие одно- или двусторонней децеребрации, систолическое АД <90 мм рт.ст. За период проведения исследования и сбора данных не было зарегистрировано фактов геморрагических или инфекционных осложнений, достоверно связанных с установкой датчика ВЧД и проведением инвазивного мониторинга.

Для дифференциации тяжести ВЧГ у пострадавших было принято решение ввести производные ВЧД, такие как максимальное (ВЧДмакс) и среднее (ВЧДср). Кроме того, для каждого из указанных производных были рассмотрены референсные значения: более 15 мм рт.ст. и более 20 мм рт.ст. Таким образом, повышение ВЧДмакс более 15 мм рт.ст. на фоне проводимой ВЧД-ориентированной терапии рассматривалось как тенденция к развитию ВЧГ, а значения ВЧДср более 20 мм рт.ст - как состояние рефрактерной ВЧГ за исследуемый период времени.

Методика измерение ДЗНО

Все КТ-исследования выполнялись в ОРИТ с помощью аппарата CereTom (Neurologica). Для повышения точности и информативности КТ-снимков укладка пациентов на исследование проводилась с использованием лазерной разметки. Шаг срезов составлял минимально возможный (1,25 мм), что позволило визуализировать структуры зрительного нерва и его оболочек на нескольких срезах и выбрать наиболее точное изображение- предпочтение отдавалось максимальному размеру ДЗНО, а также наилучшей визуализации границ оболочки зрительного нерва на его протяжении. Просмотр снимков

проводился в программе ClearCanvas, в мягкотканном режиме (abdomen/pelvis), позволяющем в высоком качестве визуализировать структуру комплекса зрительного нерва с оболочками, и при 4-х кратном увеличении. Для измерения ДЗНО была выбрана точка 3 мм от заднего полюса глазного яблока, размер диаметра определялся как перпендикуляр, проведенный к продольной оси зрительного нерва. При наличии нескольких срезов с наилучшей визуализацией границ ДЗНО, предпочтение отдавалось срезу с наибольшим зарегистрированным размером ДЗНО при его определении на расстоянии 3 мм от заднего полюса глазного яблока. Для унификации билатерального измерения ДЗНО нами были введены и проанализированы производные ДЗНО, такие как среднее (ДЗНО_{ср}), максимальное (ДЗНО_{макс}) и минимальное (ДЗНО_{мин}) значения ДЗНО (при сравнении ДЗНО справа и слева).

Контроль выбора срезов и проведения анализа осуществлялся совместно с сотрудниками отделения рентгеновских и радиоизотопных методов диагностики НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко, в том числе под контролем старшего научного сотрудника, к.м.н. Александра Миновича Туркина.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для проверки гипотезы о возможном использовании показателя ДЗНО-КТ в целях диагностики ВЧГ на основании данных ретроспективной группы было произведено сравнение показателей в группах с наличием или отсутствием повышения ВЧД на момент начала инвазивного мониторинга.

Группа с подтвержденной ВЧГ на момент начала мониторинга ВЧД характеризовалась более низкими значениями по ШКГ, более высокой частотой компрессии базальных цистерн по данным КТ и достоверно большим значением ДЗНО-КТ (Таблица 3).

Таблица 3 - Сравнение групп пострадавших с ЧМТ по факту диагностики внутричерепной гипертензии на момент имплантации датчика ВЧД

Параметры	Группа без ВЧГ	Группа с ВЧГ	p
Количество пациентов (%)	79 (88%)	11 (12%)	
Пол мужской/женский (%)	60 (76%)/ 19 (24%)	9 (82%)/ 2 (18%)	p> 0,05
Возраст, лет	32 [24; 44]	36 [25; 40]	p> 0,05
ШКГ, баллы	6 [5; 7]	4 [4; 6]	p< 0,01
ВЧД-1, мм рт.ст.	11 [8; 15]	26 [21; 32]	p< 0,01
Смещение средней линии	30 (38%)	5 (45%)	p> 0,05
Компрессия базальных цистерн	48 (61%)	10 (91%)	p= 0,05
ДЗНО _{ср} , мм	7,3 [6,5; 7,7]	8,5 [8,0; 9,0]	p< 0,01
ДЗНО _{макс} , мм	7,3 [6,7; 7,9]	8,5 [8,0; 9,0]	p< 0,01

Кроме того, производился расчет пороговых значений ДЗНО для диагностики внутричерепной гипертензии на момент имплантации датчика ВЧД и прогнозирования развития ВЧГ в первые 72 часа мониторинга ВЧД с помощью модели логистической регрессии. По данным проведенного ROC-анализа для диагностики внутричерепной гипертензии на момент имплантации датчика ВЧД (ВЧГ-1) пороговое значение ДЗНО_{ср} составило 7,8 мм с чувствительностью и специфичностью 82% и 80% соответственно. Для прогнозирования внутричерепной гипертензии в первые 72 часа (ВЧГ_72) лучше себя зарекомендовал параметр ДЗНО_{макс} за счет большего значения AUC – $0,815 \pm 0,047 [0,724; 0,907]$. Пороговое значение ДЗНО_{макс} для прогнозирования внутричерепной гипертензии в первые 72 часа составило 7,1 мм с чувствительностью и специфичностью 85% и 66% соответственно.

Для подтверждения полученных результатов и решения поставленных задач в проспективной части исследования нами были произведены следующие расчеты: оценка достоверности взаимосвязи ДЗНО и ВЧД на момент постановки датчика и начала инвазивного мониторинга, расчет пороговых значений для

прогнозирования эпизодов внутричерепной гипертензии и развития устойчивой ВЧГ (ВЧД_{ср}) за период 24, 48 и 72 часа, анализ взаимосвязи ДЗНО с проводимыми консервативными и хирургическими методами коррекции ВЧГ.

Взаимосвязь ДЗНО-КТ и ВЧД на момент постановки датчика

На первом этапе проспективного исследования была подтверждена взаимосвязь между производными ДЗНО и ВЧД на момент постановки датчика инвазивного мониторинга ВЧД (ВЧД-1). Для всех производных ДЗНО значение $p < 0.05$ (Рисунок 1).

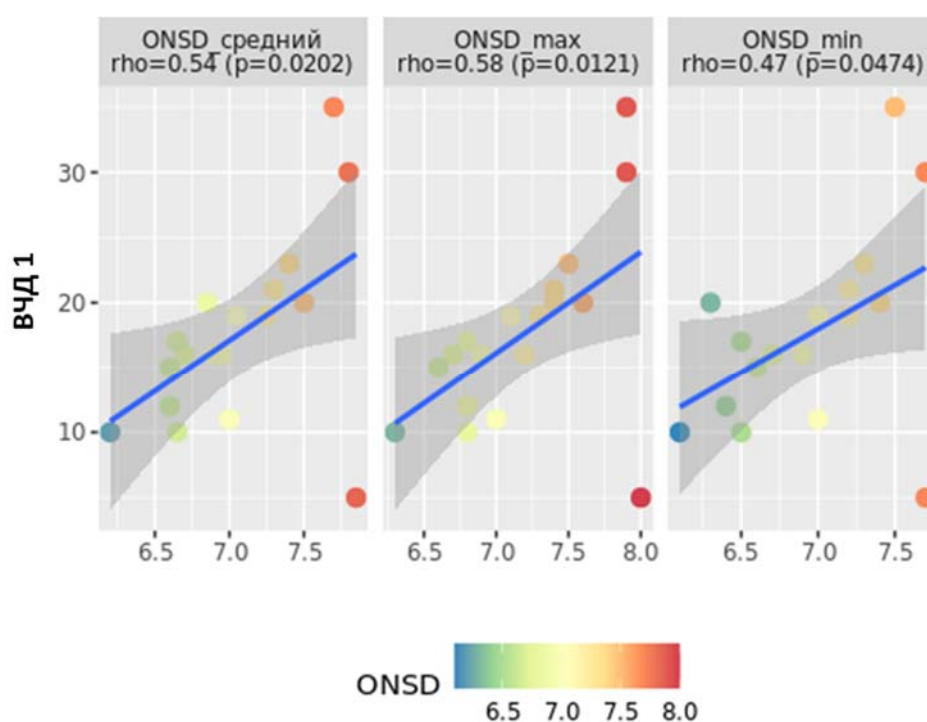


Рисунок 1 - Корреляционная зависимость ВЧД-1 и ДЗНО среднего (ONSD средний), ДЗНО максимального (ONSD max), ДЗНО минимального (ONSD min)

Также был произведен расчет пороговых значений для диагностики ВЧГ (ВЧД-1 > 20 мм рт.ст.) на момент постановки датчика. При проведении ROC-анализа производных ДЗНО получены следующие результаты: наибольшие чувствительность (100%) и специфичность (91,7%) достигались при применении показателей ДЗНО_{ср} и ДЗНО_{макс} с пороговыми значениями 7,3 и 7,4 мм (площадь под ROC-кривой 0.85 и 0.92 соответственно) (Таблица 4).

Таблица 4 - Пороговые значения производных ДЗНО для прогноза уровня ВЧД ≥ 20 на момент имплантации датчика ВЧД

Показатель	Пороговое значение, мм	Чувствительность %	Специфичность %	Площадь под кривой (AUC)
ДЗНО средний (ДЗНО _{ср})	7,3	83,3	91,7	0,85
ДЗНО максимальный (ДЗНО _{макс})	7,4	100	91,7	0,92
ДЗНО минимальный (ДЗНО _{мин})	7,2	83,3	83,3	0,78

Прогнозирование ВЧГ за период 24, 48 и 72 часа

На данном этапе исследования проводился расчет и анализ пороговых значений производных ДЗНО для прогноза тенденции к повышению ВЧД и развития устойчивой ВЧГ за период наблюдения 24, 48 и 72 часов.

Пороговые значения производных ДЗНО для прогнозирования ВЧД_{макс} более 15 мм рт.ст. продемонстрировали высокую степень чувствительности и специфичности. Так значение ДЗНО_{ср} для прогноза ВЧД_{макс} более 15 мм рт.ст. за 72 часа на фоне проведения ВЧД-ориентированной терапии оказалось равно 6.6 мм (чувствительность 88.2%, специфичность 100.0%), а пороговое (cut-off) значение ДЗНО_{макс} для прогноза ВЧД_{макс} более 15 мм рт.ст. было равно 6.9 мм (чувствительность 70.6%, специфичность 100.0%) (Таблица 5).

Таким образом, учитывая эпизоды повышения ВЧД более 15 мм рт.ст на фоне проводимой ВЧД-ориентированной терапии, рассчитанные пороговые значения могут быть использованы для прогнозирования тенденции к повышению ВЧД.

Таблица 5 - Пороговые значения производных ДЗНО для прогноза ВЧД_{макс} \geq 15 мм рт.ст. за 24-48-72 часа

Показатель	Пороговое значение, мм	Чувствительность, %	Специфичность, %	Площадь под кривой (AUC)
ДЗНО средний - 24 часа	6.6	93.8	100.0	0.98
ДЗНО средний - 48 часов	6.6	88.2	100.0	0.91
ДЗНО средний - 72 часа	6.6	88.2	100.0	0.91
ДЗНО максимальный - 24 часа	6.9	75.0	100.0	0.91
ДЗНО максимальный - 48 часов	6.9	70.6	100.0	0.76
ДЗНО максимальный - 72 часа	6.9	70.6	100.0	0.76

При оценке пороговых значений производных ДЗНО для прогнозирования ВЧД_{макс} и ВЧД_{ср} более 20 мм рт.ст. было отмечено, что они идентичны значениям ДЗНО и его производных для прогнозирования ВЧД_{ср} и ВЧД_{макс} более 20 мм рт.ст. за 24 и 48 часов и равны для ДЗНО_{ср} 7.3 мм и 7.7 мм, а для ДЗНО_{макс} 7.4 мм и 7.9 мм соответственно. Все данные для прогноза ВЧД_{ср} \geq 20 мм рт.ст. за каждый промежуток наблюдения представлены в таблицах 6 и 7.

Таблица 6 - Пороговые значения производных ДЗНО для прогноза ВЧД_{ср} \geq 20 мм рт.ст.

Показатель	Пороговое значение, мм	Чувствительность %	Специфичность%	Площадь под кривой (AUC)
ДЗНО средний - 24 часа	7.7	100.0	93.7	0.94
ДЗНО средний - 48 часов	7.7	100.0	93.7	0.94
ДЗНО средний - 72 часа	7.7	100.0	88.2	0.88
ДЗНО максимальный - 24 часа	7.9	100.0	93.7	0.94
ДЗНО максимальный - 48 часов	7.9	100.0	93.7	0.94
ДЗНО максимальный - 72 часа	7.9	100.0	88.2	0.91

Таблица 7 - Пороговые значения производных ДЗНО для прогноза ВЧД_{макс} \geq 20 мм рт.ст.

Показатель	Пороговое значение, мм	Чувствительность %	Специфичность %	Площадь под кривой (AUC)
ДЗНО средний - 24 часа	7.3	60.0	100.0	0.75
ДЗНО средний - 48 часов	7.3	60.0	100.0	0.75
ДЗНО средний - 72 часа	7.3	54.5	100.0	0.71
ДЗНО максимальный - 24 часа	7.4	70.0	100.0	0.8
ДЗНО максимальный - 48 часов	7.4	70.0	100.0	0.8
ДЗНО максимальный - 72 часа	7.4	63.6	100.0	0.73

Таким образом, исходя из анализа представленных данных за первые 72 часа мониторинга, можно сделать вывод о том, что такие производные ДЗНО, как ДЗНО_{макс} и ДЗНО_{ср} способны с большой долей достоверности прогнозировать развитие устойчивой ВЧГ.

Взаимосвязь методов ВЧД ориентированной интенсивной терапии и ДЗНО-КТ

В соответствии с дизайном исследования нами был проведен детальный анализ структуры интенсивной терапии у пациентов с тяжелой ЧМТ и инвазивным мониторингом ВЧД, в том числе оценка глубины седации, степени гипервентиляции, объема введенных гипертонических растворов, степени вазопрессорной поддержки для поддержания оптимального АД (инвазивный мониторинг гемодинамики). Такие методы коррекции ВЧГ как барбитуровая кома и терапевтическая гипотермия за все время исследования в указанной группе пациентов не применялись, что, на наш взгляд в первую очередь, связано с тем, что при рефрактерной ВЧГ пострадавшим производилась

декомпрессионная трепанация черепа, что как правило позволяло стабилизировать ситуацию и на фоне продолжающейся ВЧД-ориентированной терапии удавалось добиться снижения ВЧД.

Для наиболее точной оценки вклада каждой модальности интенсивной терапии и степени коррекции ВЧГ на фоне ее проведения, из 31 пациента, включенных в исследование, была выбрана группа из 16 пострадавших без агрессивного хирургического вмешательства, а именно без декомпрессионной краниэктомии, однородных по основным характеристикам.

Корреляционная зависимость производных ДЗНО и умеренной гипервентиляции

Для нейтрализации погрешностей в анализе EtCO₂ измерения капнографа были скорректированы на основании данных pCO₂ артериальной крови- таким образом была установлена дельта (разность между казателем EtCO₂ по капнографу и pCO₂ артериальной крови), которая в дальнейшем прибавлялась к значениям EtCO₂, позволяя получить данные, максимально приближенные к истинным показателям pCO₂ в крови. При дальнейшем статистическом анализе мы имели возможность экстраполировать значения EtCO₂ на истинное значение pCO₂ артериальной крови. При анализе мы использовали такие производные EtCO₂, как среднее значение, медиана, минимальное и максимальное значения за период времени 24, 48 и 72 часа.

При оценке взаимосвязи между EtCO₂ по данным капнографии и ДЗНО-КТ было выявлено, что наиболее устойчивая связь указанных параметров устанавливается в первые 48 часов наблюдения в ОРИТ. Зарегистрирована обратная корреляционная зависимость между ДЗНО-КТ и EtCO₂ (скорректированное значениями по данным напряжения кислорода в артериальной крови), таким образом низкие значения EtCO₂ соответствовали более высоким значениям ДЗНО.

При анализе обратной корреляции среднего EtCO₂ и ДЗНО_{ср}, ДЗНО_{макс} и ДЗНО_{мин} значения p составили 0.024, 0.017 и 0.026, соответственно.

Наименьшим значениям EtCO₂ (корректированного с учетом данных pCO₂ артериальной крови) соответствовали более высокие значения ДЗНО-КТ, что также отражало наличие эпизодов повышения ВЧД или устойчивой ВЧГ у пациентов в остром периоде тяжелой ЧМТ (Рисунок 2).

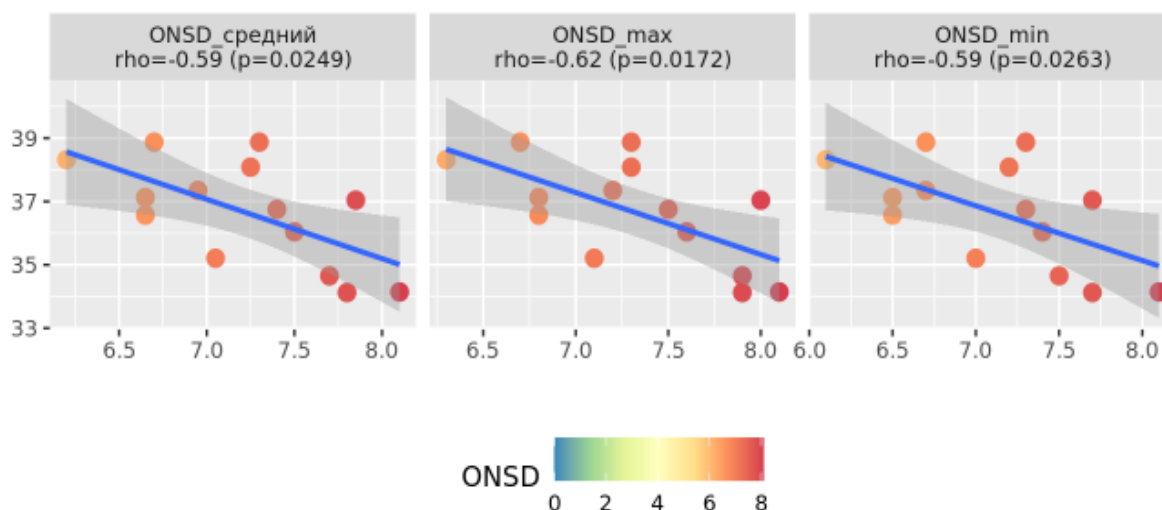


Рисунок 2 - Корреляционная зависимость производных ДЗНО-КТ и среднего значения EtCO₂ (с учетом дельты) в первые 48 часов

Аналогичные или близкие результаты были получены и при проведении анализа корреляционной зависимости с медианой и минимальными значениями EtCO₂. При этом в последнем случае отмечались наибольшие значения коэффициента истинной корреляции: rho -0.72 для ДЗНО_{ср}, rho -0.75 для ДЗНО_{макс}, rho -0.7 для ДЗНО_{мин} (Рисунок 3).

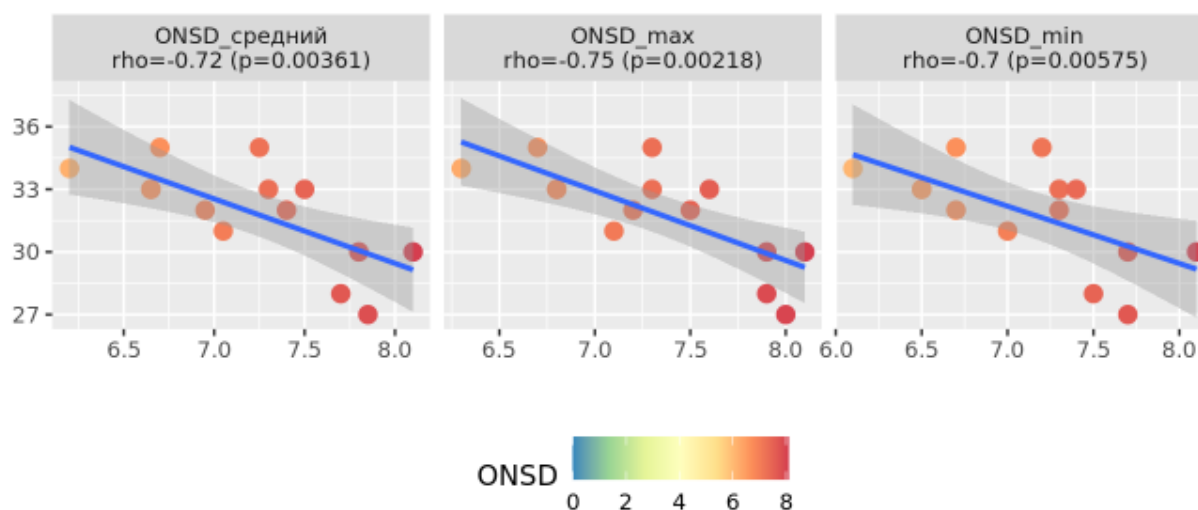


Рисунок 3 - Корреляционная зависимость производных ДЗНО и минимальных значений EtCO₂ (с учетом дельты) в первые 48 часов

Корреляционная зависимость производных ДЗНО и применения гипертонической терапии (NaCl 10%)

При расчете и анализе корреляции производных ДЗНО-КТ и суммарного объема гипертонических растворов (мл/сут NaCl 10%), а также их дозы (мг/кг NaCl 10%) за 24, 48 и 72 часа значение p составляло $<0,05$. Так для корреляционной связи суммарного объема NaCl 10% за 72 часа и производных ДЗНО- ДЗНО_{ср}, ДЗНО_{макс} и ДЗНО_{мин} значения $p = 0,0043$, $0,0060$ и $0,0029$ соответственно (Рисунок 4).

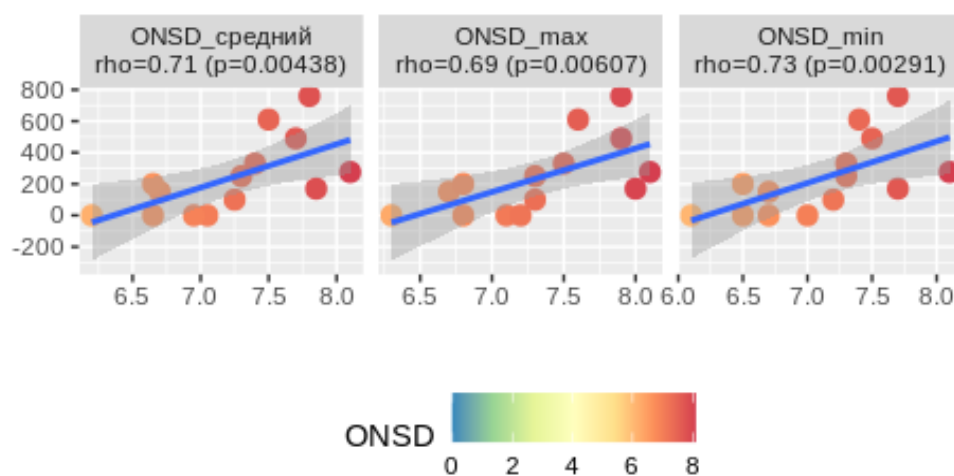


Рисунок 4 - Корреляционная зависимость производных ДЗНО и суммарного объема 10% NaCl на пациента в первые 72 часа

При оценке зависимости дозы NaCl 10% на кг массы тела пациента за 72 часа и производных ДЗНО- ДЗНО_{ср}, ДЗНО_{макс} и ДЗНО_{мин} значения p составили $0,0019$, $0,0033$ и $0,0013$ соответственно (Рисунок 5).

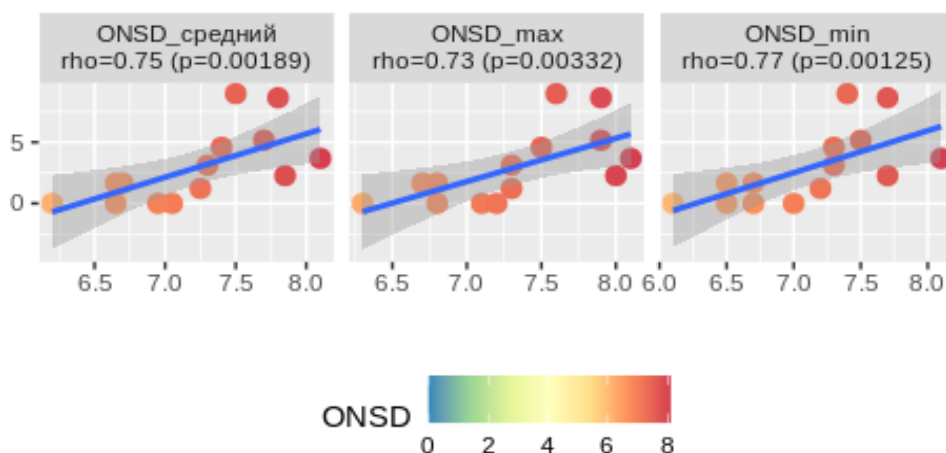


Рисунок 5 - Корреляционная зависимость производных ДЗНО и дозы 10% NaCl на кг веса пациента в первые 72 часа

Динамика ДЗНО-КТ на фоне хирургических методов коррекции ВЧГ (декомпрессивной трепанации черепа)

Для оценки влияния широкой декомпрессивной трепанации черепа (ДТЧ) на изменения ДЗНО из представленной группы пациентов проспективного исследования (31 пациент) было первично отобрано 15 пострадавших с широкой ДТЧ. Затем было исключено еще семь пациентов, которым оперативное вмешательство производилось по месту первичной госпитализации.

Оставшимся восьми пострадавшим ДТЧ была выполнена в Центре Нейрохирургии, при этом у всех пациентов были доступны для анализа результаты КТ до декомпрессии и после нее, что позволяло сопоставить данные ДЗНО до проведения оперативного вмешательства и сразу после него. Таким образом, в анализируемую группу вошли 8 пациентов (3 женщины и 5 мужчин), сопоставимых друг с другом по большинству критериев. Средний возраст в указанной группе составил 30.5 [26.3, 53], ШКГ на момент поступления- 7.00 [6.3, 8.0] баллов, FOUR 3.00 [2.7, 4.0] балла.

Оценка полученных данных с помощью критерия Уилкоксона позволила установить достоверные различия при сравнении параметра ДЗНО до ДТЧ и после ДТЧ. Среднее значение ДЗНО_{ср} до декомпрессии составило 7.3 мм, после ДТЧ - 6.7 мм ($p = 0,022$). Медиана ДЗНО_{ср} 7.2 мм [7.0, 7.6] и 6.7 мм [6.5, 7.1] соответственно (Рисунок 6А).

Также достоверные отличия зарегистрированы при сравнении максимальных (ДЗНО_{макс}) значений ДЗНО в указанной группе пострадавших до и после проведения широкой ДТЧ. В динамике после оперативного вмешательства отмечалось снижение ДЗНО_{макс} (по среднему значению) с 7.5 мм до 6.9 мм ($p = 0.022$) (Рисунок 6Б).

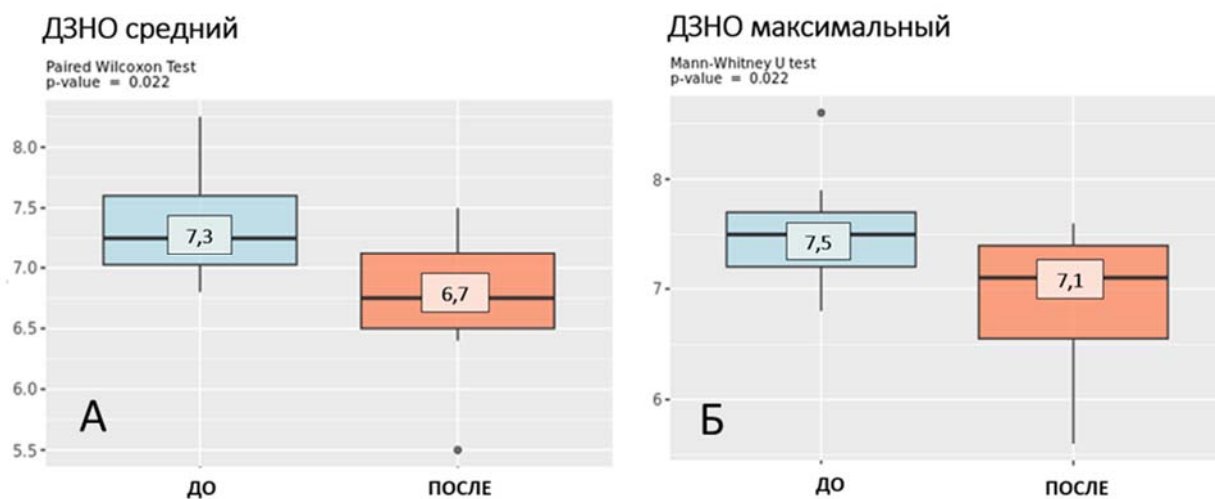


Рисунок 6 - ДЗНОср (А) и ДЗНОмакс (Б) до и после ДТЧ

Сравнение ДЗНО-КТ на фоне ДТЧ в группах

На втором этапе исследования пациенты с ДТЧ были разделены на следующие группы: в первую группу были включены 8 пациентов (3 женщины и 5 мужчин) с широкой ДТЧ, выполненной в НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко в первые 3 суток с момента травмы, во вторую группу были включены 7 пациентов (2 женщины и 5 мужчин), декомпримированных по месту первичного стационарирования.

Средний возраст в первой группе составил 30 лет [26.3, 53.0], во второй группе 41 год [17.0, 64.0]. Всем пациентам после госпитализации в НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко проводился инвазивный мониторинг ВЧД и ВЧД-ориентированная терапия в соответствии с международными и Российскими рекомендациями.

При сравнении указанных групп с помощью теста Манна-Уитни были выявлены достоверные различия в производных ДЗНО: ДЗНОмакс, ДЗНОмин и ДЗНОср после ДТЧ были значительно выше у пострадавших декомпримированных по месту первичной госпитализации ($p=0,004$, $p=0,015$, $p=0,006$ соответственно). Достоверные различия были получены и в значениях медианы ДЗНОср: 8,0 мм и 6,5 мм, соответственно (Рисунок 7А).

При этом значения медианы ДЗНОмакс в этой группе составляли 8.5 мм, в то время как в группе декомпримированных в НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н.

Бурденко значения ДЗНОмакс соответствовало 7,1 мм (Рисунок 7Б).

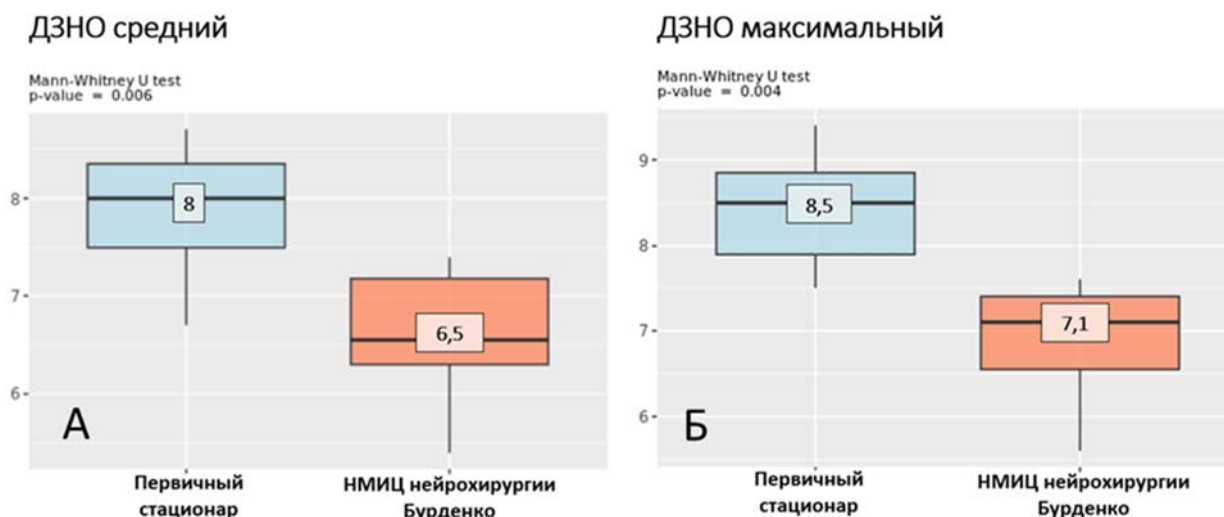


Рисунок 7 - ДЗНОср (А) и ДЗНОмакс (Б) после ДТЧ, выполненной в НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко и по месту первичной госпитализации

Обсуждение

В лечении пациентов в остром периоде тяжелой ЧМТ ведущую роль играет контроль ВЧД и предотвращение развития ВЧГ, являющейся жизнеугрожающим осложнением ЧМТ, ведущим к дислокации и вклинению структур ствола головного мозга.

Инвазивные методики мониторинга ВЧД позволяют в режиме реального времени распознать развитие ВЧГ, оценить эффективность методов ВЧД-ориентированной терапии, а также своевременно обратиться к хирургическим методам коррекции ВЧГ, таким как наружное вентрикулярное дренирование и ДТЧ. Однако, учитывая риски, сопряженные с имплантацией паренхиматозного или вентрикулярного датчиков ВЧД, необходимых для проведения инвазивного мониторинга, внедрение методов неинвазивной диагностики и прогнозирования ВЧГ остается крайне актуальной задачей.

В нашей работе был осуществлен подробный анализ такого неинвазивного параметра, как диаметр зрительного нерва по данным компьютерной томографии. Преимущества определения данного показателя в нейрореанимационной и нейрохирургической практике обусловлены в первую очередь доступностью данных для анализа, так как всем пациентам с тяжелой

ЧМТ при переводе в стационар рутинно выполняется КТ головного мозга с целью верификации интракраниальной патологии. При корректном выполнении КТ (правильная укладка пациента, отсутствие артефактов и т.д.) у клинициста появляется возможность измерить и оценить ДЗНО в минимально короткие сроки и не прибегая к дополнительному оборудованию.

В отличие от ультразвуковой диагностики ДЗНО, определение параметра по данным КТ не является оператор-ассоциированным, а наличие подтверждённой методики измерения ДЗНО делает его доступным не только для специалистов лучевой диагностики, но и для дежурных врачей в экстренной ситуации. Из особенностей методики необходимо отметить проведение исследования с минимально возможным шагом срезов (менее 1,25 мм). Для просмотра снимков необходимо выбирать мягкотканый режим и 4-х кратное увеличение с целью наилучшей визуализации комплекса ДЗНО. Из всех срезов, регистрирующих ДЗНО с четко очерченными границами, рекомендовано ориентироваться на наибольшие полученные значения ДЗНО. С целью унификации билатерального показателя ДЗНО и адаптации его к применению в клинической практике нами, в ходе работы, были введены производные ДЗНО (среднее, минимальное и максимальное значения).

Проведенное нами ретроспективное исследование (первый этап) доказало возможность диагностики и прогнозирования ВЧГ с помощью производных параметра ДЗНО, а последовавшее за ним проспективное исследование полностью подтвердило полученные результаты и позволило установить пороговые значения ДЗНО как для прогноза тенденции к развитию ВЧГ и единичных эпизодов повышения ВЧД, так и для прогнозирования рефрактерной ВЧГ, не чувствительной к проведению ВЧД-ориентированной терапии.

Так, пороговые значения производных ДЗНО-КТ для диагностики ВЧД более 20 мм рт.ст. на момент поступления пациента в ОРИТ составили для ДЗНО_{ср} более 7,3 мм и для ДЗНО_{макс} более 7,4 мм (чувствительность 100% и 83% соответственно, специфичность 91,7% для обоих параметров).

Верификация ВЧГ производилась с точки зрения прогнозирования

одиночных эпизодов ВЧГ и развития устойчивой ВЧГ (ВЧД более 15 мм рт.ст. и ВЧД более 20 мм рт.ст. на фоне проведения ВЧД-ориентированной терапии).

При прогнозировании эпизодов повышения ВЧД более 15 мм рт.ст. за первые трое суток наблюдения было установлено пороговое значение ДЗНО_{ср} более 6,6 мм с чувствительностью 88,2% и специфичностью 100%.

Прогноз развития устойчивой ВЧГ оказался достоверен при ДЗНО_{ср} >7,7 мм и ДЗНО_{макс} >7,9 мм с чувствительностью 100% и специфичностью 88,2% соответственно для обоих показателей.

Для подтверждения точности прогноза и установления его временных рамок были произведены расчеты чувствительности и специфичности пороговых значений всех производных ДЗНО за 24, 48 и 72 часа наблюдения. Таким образом удалось установить сохранение высокой степени достоверности прогноза ВЧГ с помощью ДЗНО на протяжении первых 72 часов наблюдения.

Полученные данные позволяют применять ДЗНО-КТ в клинической практике интенсивной терапии. Параметры ДЗНО-КТ, превышающие установленные пороговые значения, могут служить маркерами развития ВЧГ и использоваться в качестве дополнительных показаний к инвазивному мониторингу у пациентов с тяжелой ЧМТ.

В отсутствие возможности инвазивного монитораживания ВЧД, повышение значений ДЗНО может служить поводом для повторной КТ головного мозга в течение 24 часов с целью контроля интракраниальной патологии и предотвращения дислокационных нарушений.

Учитывая необходимость применения консервативных и хирургических методов коррекции ВЧГ у пациентов с тяжелой ЧМТ, была также впервые проанализирована их взаимосвязь со значениями ДЗНО-КТ.

Относительно консервативной терапии была доказана возможность прогнозирования с помощью ДЗНО по данным входящей КТ применение в структуре ВЧД-ориентированной терапии таких методов как умеренная гипервентиляция и инфузия гиперосмолярных растворов ($\rho = 0,72$ и $\rho = 0,75$ соответственно, $p < 0,05$).

Относительно ДЗНО-КТ и хирургических методов коррекции ВЧГ в виде декомпрессионной трепанации черепа, как одного из наиболее эффективных методов коррекции ВЧГ, было установлено наличие связи между значимым снижением параметра ДЗНО-КТ и выполнением ДТЧ у пациентов в остром периоде тяжелой ЧМТ с отеком головного мозга.

При сопоставлении ДЗНО, а также его производных отмечались достоверно более низкие значения в группе после ДТЧ ($p < 0,05$ при сравнении всех производных ДЗНО-КТ в группах до и после декомпрессии), что также соответствовало данным о стабилизации ВЧД и отсутствии эпизодов устойчивой ВЧГ в 75% наблюдений.

Также в ходе анализа результатов ДЗНО у пациентов, декомпримированных по месту первичной госпитализации и в отсутствие инвазивного мониторинга было отмечено значительное расширение ДЗНО, по сравнению со значениями ДЗНО после ДТЧ, выполненной в НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко, что, по нашему мнению, может объясняться перерастяжением оболочек зрительного нерва на фоне продолжительного воздействия высокого ВЧД как в период до, так и после декомпрессии, ввиду отсутствия возможности проведения инвазивного мониторинга и ВЧД-ориентированной терапии.

На основании полученных данных были оформлены практические рекомендации, позволяющие интегрировать показатель ДЗНО-КТ в клиническую практику и повысить точность диагностики и обеспечить своевременность проводимого лечения, в том числе хирургического вмешательства (ДТЧ) при формировании рефрактерной ВЧГ. Применение ДЗНО-КТ в качестве дополнительного прогностического показателя позволяет повысить качество оказываемой помощи пациентам в остром периоде тяжелой ЧМТ и предотвратить развитие жизнеугрожающих осложнений, являющихся следствием неконтролируемой ВЧГ.

ВЫВОДЫ

1. По результатам проведенных ретроспективного и проспективного исследований выявлена достоверная корреляционная зависимость между уровнем внутричерепного давления на момент начала инвазивного мониторинга и данными ДЗНО по входящей КТ ($p < 0,05$ для ДЗНО_{ср} и ДЗНО_{макс}), что подтверждает диагностические возможности параметра. Пороговые значения производных ДЗНО-КТ для диагностики ВЧД более 20 мм рт.ст. на момент поступления составили для ДЗНО_{ср} $>7,3$ мм и для ДЗНО_{макс} $>7,4$ мм (чувствительность 100% и 83% соответственно, специфичность 91,7% для обоих параметров).

2. Установленные пороговые значения ДЗНО-КТ с высокой точностью позволяют прогнозировать развитие ВЧГ у пострадавших в остром периоде тяжелой ЧМТ. Для прогноза эпизодов повышения ВЧД более 15 мм рт.ст. за первые трое суток наблюдения было установлено пороговое значение ДЗНО_{ср} $>6,6$ мм с чувствительностью 88,2% и специфичностью 100%. Прогноз развития устойчивой ВЧГ достоверен при ДЗНО_{ср} $>7,7$ мм (и ДЗНО_{макс} $>7,9$ мм) с чувствительностью 100% и специфичностью 88,2% соответственно для обоих показателей.

3. Параметр ДЗНО-КТ может применяться в качестве дополнительного критерия для принятия решения о начале инвазивного мониторинга ВЧД, так как позволяет достоверно прогнозировать развитие ВЧГ у пациентов в остром периоде ЧМТ.

4. Подтверждена связь между значением ДЗНО-КТ и использованием в структуре ВЧД-ориентированной терапии таких методов как гипервентиляция и инфузия гиперосмолярных растворов ($\rho = 0,72$ и $\rho = 0,75$ соответственно, $p < 0,05$).

5. Доказано значительное уменьшение ДЗНО-КТ в динамике на фоне проведения своевременной декомпрессионной трепанации черепа ($p < 0,05$ при сравнении всех производных ДЗНО-КТ в группах до и после декомпрессии).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Всем пациентам с тяжелой черепно-мозговой травмой при поступлении в стационар и выполнении КТ головного мозга, с целью диагностики интракраниального повреждения, показаны измерение и оценка ДЗНО-КТ.

2. Ограничениями для анализа параметра ДЗНО-КТ являются травмы орбиты, повреждение структур зрительного нерва, наличие массивной ликвореи, неизвестная давность получения черепно-мозговой травмы.

3. Для наилучшей визуализации комплекса ДЗНО рекомендована укладка пациента на КТ-исследование с использованием лазерной разметки, а также установка наименьшей толщины срезов (1,25 мм).

4. Просмотр снимков с целью измерения ДЗНО необходимо производить в режиме наилучшей визуализации мягкотканых структур (Abdomen/Pelvis для программы ClearCanvas). При наличии нескольких срезов, включающих комплекс ДЗНО, рекомендовано выбирать срез с наибольшим значением ДЗНО и с наилучшей визуализацией его границ. Измерение проводится как перпендикуляр к продольной оси нерва на расстоянии 3 мм от заднего полюса глазного яблока.

5. ДЗНО должен быть использован как дополнительный критерий в принятии решения о начале инвазивного мониторинга внутричерепного давления с учетом того, что пороговое значение $\text{ДЗНО}_{\text{ср}} > 6,6$ мм с высокой точностью прогнозирует эпизоды повышения ВЧД более 15 мм рт.ст., а $\text{ДЗНО}_{\text{ср}} > 7,7$ мм и $\text{ДЗНО}_{\text{макс}} > 7,9$ мм – развитие устойчивой ВЧГ за период первых трех суток наблюдения.

6. Зафиксированное по данным входящей КТ значение $\text{ДЗНО}_{\text{ср}} > 6.6$ мм может быть поводом для проведения повторной КТ головного мозга в течение 24 часов для визуализации рентгенологических признаков внутричерепной гипертензии.

7. Значения ДЗНО-КТ, прогнозирующие развитие устойчивой ВЧГ, также коррелируют с применением в структуре интенсивной терапии умеренной

гипервентиляции и применением гиперосмолярных растворов- таким образом, в отсутствии непрерывного инвазивного мониторинга ВЧД клиницистам рекомендовано обратить внимание на использование данных методов консервативной терапии

8. Учитывая доказанный факт уменьшения ДЗНО-КТ после выполнения своевременной декомпрессионной трепанации черепа, отсутствие динамики ДЗНО-КТ после ДТЧ можно расценивать как свидетельство длительного воздействия внутричерепной гипертензии, повлекшего перерастяжение оболочек зрительного нерва.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Оценка динамики диаметра зрительного нерва с оболочками у пациентов с тяжелой черепно-мозговой травмой после декомпрессионной трепанации черепа / Мурадян К.Р., Ошоров А.В., Струнина Ю.В., Туркин А.М., Кравчук А.Д., Данилов Г.В., Савин И.А. // Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова (Санкт-Петербург) - 2024 - Т. 16- № 3- С. 75-42

2. Диагностика и прогнозирование внутричерепной гипертензии по данным первичной компьютерной томографии у пострадавших с тяжелой черепно-мозговой травмой/ Ошоров А.В., Мурадян К.Р., Туркин А.М., Чёлушкин Д.М., Латышев Я.А., Александрова Е.В., Струнина Ю.В., Данилов Г.В., Савин И.А., Кравчук А.Д. // Вестник анестезиологии и реаниматологии- 2023- Т.- 20- № 5- С. 40-47

3. Индекс диаметра зрительного нерва с оболочками в диагностике и прогнозировании внутричерепной гипертензии при отеке головного мозга/ Мурадян К.Р., Сосновская О.Ю., Туркин А.М., Ошоров А.В., Савин И.А., Кравчук А.Д. // Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова (Санкт-Петербург) - 2022- Т. 14- № 2- С. 102-104

4. Диаметр зрительного нерва с оболочками в диагностике и прогнозировании внутричерепной гипертензии у пациентов нейрореанимационного отделения/ Мурадян К.Р., Сосновская О.Ю., Туркин

А.М., Ошоров А.В., Савин И.А., Кравчук А.Д.// Сборник тезисов IX Беломорский симпозиум, издательство САФУ (Архангельск), тезисы- 2022

5. Correlation between intracranial pressure (ICP) and optic nerve sheath diameter (ONSD) measured by CT in patients with severe traumatic brain injury (TBI)/ Muradyan K.R., Sosnovskaya O.Yu, Turkin A.M., Oshorov A.V., Veliev Z.S., Burov A.I., Savin I.A.// ESICM LIVES 2020 MEETING ABSTRACTS, издательство Springer Science + Business Media (United States)- 2020- V. 9, P. 143-144

6. Корреляция внутричерепного давления и диаметра оболочки зрительного нерва по данным КТ у пострадавших с тяжелой ЧМТ/ Мурадян К.Р., Сосновская О.Ю., Туркин А.М., Ошоров А.В., Савин И.А. // Российский нейрохирургический журнал им. проф. Поленова А.Л., серия Специальный выпуск- 2020- Т. 11- С. 42-43

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

BIS - биспектральный индекс

ВЧД - внутричерепное давление

ВЧГ - внутричерепная гипертензия

ДЗНО - диаметр оболочки зрительного нерва

ДЗНО-КТ- диаметр зрительного нерва с оболочками по данным компьютерной томографии

ДТЧ- декомпрессивная трепанация черепа

КТ - компьютерная томография

МРТ- магнитно-резонансная томография

ОРИТ- отделение реанимации и интенсивной терапии

ЧМТ - черепно-мозговая травма

ШКГ - шкала комы Глазго