

ПОТЕМКИНА
ЕЛЕНА ГЕННАДЬЕВНА

ОПТИМИЗАЦИЯ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ ДИСЛОКАЦИИ
ГОЛОВНОГО МОЗГА НА ОСНОВЕ МОРФОМЕТРИИ
ПРИ ТЯЖЕЛОЙ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЕ

14.01.13 – лучевая диагностика,
лучевая терапия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора медицинских наук

Санкт-Петербург
2018

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научные консультанты: доктор медицинских наук
Себелев Константин Иванович

доктор медицинских наук, профессор
Щедренко Владимир Владимирович

Официальные оппоненты: Савелло Виктор Евгеньевич
доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой рентгенорадиологии факультета последипломного образования ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» МЗ РФ

Ананьева Наталья Исаевна
доктор медицинских наук, профессор, руководитель отделения нейрофизиологии, нейровизуализационных и клинико-диагностических исследований ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр неврологии и психиатрии имени В.М. Бехтерева» МЗ РФ

Черемисин Владимир Максимович
доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры онкологии с курсом лучевой диагностики и лучевой терапии медицинского факультета ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России

Защита состоится «__» _____ 2019 г. в ____ часов на заседании диссертационного совета Д 208.054.02 при ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России (191014, Санкт-Петербург, ул. Маяковского, д. 12)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Российского научно-исследовательского нейрохирургического института им. проф. А.Л. Поленова

Автореферат разослан «__» _____ 2018 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор медицинских наук, профессор Иванова Наталия Евгеньевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ, WHO) более 1,2 млн. человек в мире ежегодно погибают в дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) и еще до 50 млн. пострадавших получают различной тяжести травмы. Дорожный травматизм является основной причиной смертельного исхода среди населения в возрасте 15–29 лет. В период с 2000 по 2013 гг. число летальных исходов при ДТП возросло на 13% (Zasler N.D. et al., 2012; Mokdad A.H. et al., 2016; Taylor C.A. et al., 2017; WHO, 2013-2017).

Каждый год в Европейском регионе ДТП уносят жизни около 16 тыс. детей и молодых людей в возрасте до 20 лет, что составляет 38% всей смертности от травм в этой возрастной группе, 13% всех смертей от ДТП во всех возрастных группах в Европе и почти 6% всей детской смертности в мире. В Европе около 50% всех летальных исходов вследствие ДТП происходит в течение нескольких минут на месте происшествия или по пути в стационар (Агаджанян В.В. с соавт., 2014; Ларионов С.Н. с соавт., 2014; Selbst S.M., 2014).

В России тяжелая черепно-мозговая травма (ЧМТ) является одной из главных причин смертности и инвалидизации населения. В нашей стране каждый год получают ЧМТ примерно 600 тыс. человек, из которых 50 тыс. погибают и такое же число пострадавших становятся инвалидами (Потапов А.А. с соавт., 2015; Шнякин П.Г. с соавт., 2016; Егиазарян К.А., 2017; Гайдар Б.В., Свистов Д.В., 2018). Основной причиной ЧМТ является ДТП (до 70-80% случаев), при которых чаще страдают мужчины в возрасте от 20 до 40 лет, т.е. самая работоспособная часть населения. Аналогичная ситуация наблюдается и в странах ближнего зарубежья (Жунусов Е.Т. с соавт., 2011; Корж Н.А. с соавт., 2011; Авраменко Т.В., Новикова Н.П., 2017; Ахметжанов К.К., 2017; Гидиринский А.М. с соавт., 2017; Ырысов А.Ы. с соавт., 2017). У детей ЧМТ встречается не реже, чем у взрослых и также является одним из наиболее распространенных видов повреждений, составляя, по данным различных авторов, 21–75% всех госпитализированных. Около половины выживших детей после ЧМТ имеют различные остаточные неврологические проявления (Ситко Л.А. с соавт., 2013; Агаджанян В.В. с соавт., 2014; Шарова Е.А., Валиулина С.А., 2015; Ларькин В.И. с соавт., 2016, 2017; Andruszkow H. et al., 2014; Bachar R.G., Shaw K.N., 2015; Sokol K.K. et al., 2015; Strumwasser A. et al., 2016).

Наиболее подвержены неблагоприятному исходу пострадавшие с ЧМТ, которая осложнена дислокационным синдромом, летальность при этом достигает 41–85% (Кондаков Е.Н. с соавт., 2008; Захарова Н.Е. с соавт., 2013; Крылов В.В.,

Пурас Ю.В., 2014; 2014; Свистов Д.В. с соавт., 2018; Haas N.P. et al., 2007; Greenberg M.S., 2010; Grossman M.D. et al., 2012; Doucet J. et al., 2013).

Острый прогрессирующий дислокационный синдром является неотложным состоянием и ведущей причиной неблагоприятных исходов у пострадавших с тяжелой ЧМТ. В этой ситуации, независимо от числа, вида, объема и локализации внутричерепных очагов повреждения развивается компрессия ствола мозга, которая характеризуется определенной клинической картиной, включающей в себя изменение уровня бодрствования и наличие вторичных симптомов поражения ствола мозга (Арнольд В.А. с соавт., 2013; Мещеряков С.В., 2017; Гайдар Б.В., Свистов Д.В., 2018; Carter B.G. et al., 2008; Zasler N.D. et al., 2012).

Таким образом, актуальность исследования обусловлена тяжестью ЧМТ, стремительностью развития клинической симптоматики обусловленной развитием дислокации головного мозга, а также высокой смертностью пострадавших в первые часы после получения повреждения.

Степень разработанности темы исследования

Прогностическое значение дислокации мозга в неблагоприятном исходе при тяжелой ЧМТ не вызывает сомнений, поскольку она резко ухудшает состояние пострадавшего и при несвоевременно начатой терапии может приводить к летальному исходу (Климаш А.В., 2011; Крылов В.В. с соавт., 2014; Талыпов А.Э., 2015; Потапов А.А. с соавт., 2015, 2017; Гаврилов А.Г., 2016 с соавт.). Причиной развития дислокации головного мозга является несоответствие объемов интракраниальных структур, возникающая вследствие повышения внутричерепного давления, которое вызывает увеличение объема мозгового вещества и последующей за этим деформации различных отделов мозга (Ситко Л.А. с соавт., 2013; Мацко Д.Е., 2015; Гаврилов А.Г., 2016; Щедренок В.В. с соавт., 2016; Забродская Ю.М. с соавт., 2017; Свистов Д.В. с соавт., 2018).

Основой диагностики дислокации головного мозга общепризнано является неврологический мониторинг, который и определяет необходимость динамического нейровизуализационного обследования, а также эффективность хирургического лечения и консервативной терапии (Соколова Е.Ю., 2008; Бахтияров А.К., 2010; Клименко Н.Б., 2011; Климаш А.В., 2015; Фелтен Д.Л. с соавт., 2018; Эстомах М. и др., 2018; Baer M., Frotscher M., 2005; Daviz P. et al., 2008). Кроме шкалы комы Глазго (ШКГ), по мнению некоторых авторов вполне приемлемо использование Питтсбургской шкалы оценки функций ствола мозга (Pittsburgh Brain Stem Score), предложенной S.F. Kelsey et al. (1991). Немаловажное значение для определения функции структур ствола мозга имеет изучение стволовых вызванных потенциалов

(Щедренюк В.В. с соавт., 2014; Жарова Е.Н. с соавт., 2015; Гнездицкий В.В., Пирадов М.А., 2015; Epstein С.М., 2006).

Стремительное развитие методов нейровизуализации, произошедшее за последние десятилетия, способствовало существенному изменению алгоритма диагностики и лечения пострадавших с ЧМТ. Ведущую роль в диагностике неотложных заболеваний и повреждений в настоящее время играют такие методы исследования, как мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) (Терновой С.К., 2012; Трофимова Т.Н., 2013-2017; Холин А.В., 2014, 2017; Труфанов Г.Е., 2015; Андерсен М.Ф., Фокс М.Дж., 2018; Осборн А.Г. и др., 2018; Rumboldt Z., Castillo M., 2012; Osborn A.G. et al., 2016; Fakhoury E. et al., 2018).

Значение методов нейровизуализации при тяжелой ЧМТ возрастает еще и в связи с тем, что у 25% пострадавших при наличии внутричерепной гематомы объемом более 50 см³ не наблюдается клинических признаков дислокации головного мозга (Талыпов А.Э., 2015). В настоящее время считается, что МСКТ является основным методом, применение которого позволяет быстро диагностировать большинство травматических повреждений головного мозга и костей черепа, в том числе и у пострадавших с искусственными системами жизнеобеспечения (Доровских Г.Н., 2014, 2016; Снисарь В.И. с соавт., 2014; Садова В.А. с соавт., 2015; Сулейманова Р.Н. и соавт., 2017; Huber-Wagner S. et al., 2009; Befeler A.R. et al., 2015; Hill E.P. et al., 2017; Holmes J.F. et al., 2017).

В последние годы отмечается непрерывное техническое развитие метода с улучшением пространственного и временного разрешения, совершенствованием многомерного представления изображений и реконструкций, а также внедрением методики КТ-перфузии с определением кровотока головного мозга, в том числе и стволовых структур (Данилов Г.В. и др., 2015, 2016; Zakharova N.E. et al., 2014; Lolli V. et al., 2016; Forghani R. et al., 2017; Evans L.R. et al., 2018; Douglas D.B. et al., 2018). Анализ литературных источников посвященных научному рассмотрению изучаемой проблеме, указывает на отсутствие единых нейровизуализационных критериев оценки видов и степени выраженности дислокации головного мозга. Не определены краниологические параметры, позволяющие оценить объем интракраниального резервного пространства, не проводилось сопоставление данных лучевого исследования с клиническими проявлениями дислокации головного мозга на разных уровнях.

Диагностические возможности МСКТ при тяжелой ЧМТ можно значительно расширить с помощью усовершенствования постпроцессорной обработки, требующей минимального времени для выполнения и не уве-

личивающей лучевую нагрузку, что особенно важно при обследовании детей. В связи с этим, оптимизация лучевой диагностики дислокации головного мозга при тяжелой ЧМТ на основе проведения морфометрических технологий с включением их в рутинный протокол обработки выполненного исследования является своевременной проблемой, которая обуславливает актуальность, цель и задачи данного исследования.

Цель исследования

Оптимизация лучевой диагностики дислокации головного мозга при тяжелой черепно-мозговой травме у взрослых и детей на основе разработки постпроцессорных морфометрических технологий.

Задачи исследования

1. Разработать прецизионную дифференцированную методику определения объема эпидуральных, субдуральных и внутримозговых гематом в остром периоде тяжелой ЧМТ.

2. Разработать многокомпонентный клиничко-нейровизуализационно-патоморфологический индекс поперечной дислокации головного мозга при ЧМТ у взрослых и детей.

3. Усовершенствовать анализ постпроцессорной интерпретации получаемых данных МСКТ и МРТ с проведением морфометрических измерений области тенториального и большого отверстий при ЧМТ.

4. Разработать методики объективного разноуровневого количественного определения степени ущемления ствола головного мозга при травматической продольной дислокации.

5. Сопоставить данные лучевого исследования с клиническими проявлениями дислокаций головного мозга в зависимости от их вида и степени выраженности с определением клиничко-лучевых коррелятов.

6. Оценить диагностическую информативность МСКТ и МРТ с использованием усовершенствованных морфометрических измерений при травматической продольной и поперечной дислокации головного мозга.

7. Разработать краниометрический способ определения ригидного анатомического интракраниального резерва у взрослых и детей при легкой и тяжелой ЧМТ.

8. На основании результатов лучевого исследования и данных акустических стволовых вызванных потенциалов разработать критерии прогнозирования восстановления функции ствола головного мозга при травматической продольной дислокации.

9. На основании сопоставления результатов клинического и лучевого обследования с использованием постпроцессорного морфометрического анализа предложить научно обоснованные рекомендации по расширению возможностей диагностики, а также прогнозирования сроков и объема хирургического лечения пострадавших с дислокацией головного мозга при ЧМТ.

Научная новизна исследования

Диссертационная работа является первым обобщающим отечественным научным исследованием, посвященным целенаправленному изучению дислокации головного мозга при изолированной и сочетанной ЧМТ у взрослых и детей разного возраста путем разработки научно-обоснованной системы сопоставления клинико-неврологических синдромов и оптимизированных постпроцессорных морфометрических технологий лучевых методов исследования.

Впервые предложены новые прецизионные способы определения объема травматических внутричерепных гематом: эпидуральных, субдуральных и внутримозговых у взрослых и детей (патент на изобретение № 2505267 от 27.01.2014 г., приоритет от 20.12.2012 г.; патент на изобретение № 2533968 от 27.11.2014 г., приоритет от 27.12.2013 г.), высокая достоверность которых верифицирована интраоперационно (56%) и на аутопсии (44%).

Впервые разработан и внедрен новый дискретный клинко-визуализационно-морфологический индекс поперечной дислокации головного мозга, позволяющий определить степень выраженности и динамику патологического процесса, а также, в определенной мере, тактику хирургического лечения с учетом сроков и объема его проведения (патент на изобретение № 2546106 от 10.04.2015 г., приоритет от 14.01.2014 г.).

Впервые, с помощью оптимизированных на основе технологии постпроцессорной морфометрии методов нейровизуализации, предложены новые методы диагностики степени выраженности височно-тенториальной и аксиальной дислокации головного мозга при тяжелой ЧМТ (патент на изобретение № 2503410 от 10.01.2014 г., приоритет от 29.11.2012 г.; патент на изобретение № 2508047 от 27.02.2014 г., приоритет от 24.12.2012 г.), позволяющие количественно определить три степени ущемления ствола головного мозга в тенториальном и большом отверстиях (умеренное, выраженное и значительное) в корреляции с тремя степенями патоморфологических изменений (выпячивание, вклинение и ущемление).

Впервые разработана и внедрена новая методика краниологического определения ригидного анатомического интракраниального резервного пространства по соотношению битемпорального расстояния, ширины тенториального

отверстия и диаметра большого отверстия между собой (патент на изобретение № 2517767 от 27.01.2014 г., приоритет от 22.03.2013 г.), позволяющая количественно (в баллах) определить объем резервных пространств (максимальный, средний и минимальный).

Впервые на основании сопоставлений клинико-лучевого обследования с квалитетрией объема внутричерепных гематом, степени поперечной и продольной дислокации головного мозга, объема интракраниального анатомического резерва и исследования акустических стволовых вызванных потенциалов в остром периоде ЧМТ разработаны прогностические критерии восстановления функции ствола мозга при аксиальной дислокации (патент на изобретение № 2533026 от 20.11.2014 г., приоритет от 15.10.2013 г.).

Теоретическая и практическая значимость

Расширено представление о постпроцессорной морфометрии магнитно-резонансного и компьютерно-томографического исследований дислокации головного мозга при ЧМТ у взрослых и детей разного возраста, что способствует значительному повышению качества диагностики и прогнозирования восстановления изменений, связанных с развитием данного грозного осложнения.

Доказана необходимость комплексного клинико-морфо-визуализационного исследования при тяжелой ЧМТ с более широким использованием методик постпроцессорной морфометрии. Предложен многокомпонентный индекс поперечной дислокации головного мозга, существенно повышающий ее диагностическую информативность. Проведенные морфометрические измерения области тенториального и большого отверстий в основной группе пострадавших с тяжелой ЧМТ и в группе сравнения из 150 человек с легкой ЧМТ с позиций доказательной медицины убедительно продемонстрировали высокую информативность диагностических возможностей различных лучевых методов исследования для выявления наличия и степени дислокации головного мозга.

Доказано, что для определения степени височно-тенториальной дислокации необходимо использовать фронтальную плоскость на уровне тенториального отверстия и оценить расположение парагиппокампальной извилины относительно намета мозжечка, а для определения степени продольной дислокации - аксиальную плоскость на уровне большого отверстия с измерением площади последнего и обязательным сопоставлением с площадью сместившихся в него миндалин мозжечка.

Разработан краниологический способ измерения объема анатомического интракраниального резерва, который, наряду с основными клиническими

показателями, позволяет уточнить сроки выполнения хирургического вмешательства и его объема.

Разработан способ прогнозирования восстановления функции ствола мозга при аксиальной дислокации на основании сопоставлений клиничко-лучевых данных и исследования акустических стволовых вызванных потенциалов в остром периоде ЧМТ.

Убедительно доказано, что алгоритм принятия тактического решения при тяжелой ЧМТ у взрослых и детей должен базироваться на клиничко-лучевых корреляциях с использованием результатов интракраниальной морфометрии.

Методология и методы исследования

Методологической базой послужили труды отечественных и зарубежных ученых, посвященные данной проблеме. Методологической основой исследования явилось последовательное применение методов научного познания. Диссертационная работа выполнена в соответствии с принципами доказательной медицины и применением современных методов исследования, а также достоверной обработки полученных результатов.

Объектом исследования явились пострадавшие с тяжелой (основная группа) и легкой ЧМТ (группа сравнения). Используются клинические, инструментальные и статистические методы исследования. Предмет исследования – методы высокотехнологичной постпроцессорной морфометрии.

Положения, выносимые на защиту

1. Цифровизация патологических субстратов (эпидуральные, субдуральные и внутримозговые гематомы, а также очаги контузии и размозжения мозга) и анатомических структур головного мозга наиболее подверженных деформации при его смещении (поясные извилины, парагиппокампальные извилины и миндалины мозжечка), позволяет объективно и количественно оценить степень интракраниального «масс-эффекта» при тяжелой ЧМТ.

2. Технология постпроцессорных морфометрических измерений в области тенториального и большого отверстий, а также клиничко-морфо-визуализационный индекс поперечного смещения под серп большого мозга является дополнительным критерием, позволяющим значительно улучшить диагностику травматической дислокации головного мозга, наряду с традиционными методами лучевой диагностики.

3. Алгоритм принятия тактического решения должен основываться на клиничко-лучевых коррелятах с последующим проведением хирургического вмешательства, сроки, характер и объем которого определяются степенью

выраженности и различными сочетаниями патоморфологических изменений, выявленных при оптимизированном лучевом исследовании.

4. Предикторами неблагоприятного исхода тяжелой ЧМТ являются большой объем «масс-эффекта» ($>100\text{см}^3$), значительный ($>3,5$) индекс поперечного смещения головного мозга, выраженное смещение парагиппокампальных извилин ($>6\text{мм}$) в тенториальное отверстие и миндалин мозжечка в большое отверстие ($>30\%$ его площади), а также минимальный объем анатомического интракраниального резерва и негативная динамика при исследовании акустических стволовых вызванных потенциалов.

Степень достоверности и апробация результатов

Степень достоверности результатов проведенного исследования определяется значительным и репрезентативным объемом выборки обследованных пациентов (основная группа: $n=500$; группа сравнения: $n=150$) с применением современных методов исследования (цифровая рентгенография, МСКТ, высокопольная МРТ; технология постпроцессорной морфометрии лучевого исследования), а также обработкой полученных данных современными методами математической статистики и с помощью операционных характеристик доказательной медицины.

Апробация диссертационной работы проведена на заседании научной проблемной комиссии «Нервные и психические болезни» ФГБОУ ВО «Северо-Западного государственного медицинского университета имени И.И. Мечникова» Минздрава России (протокол № 5 от 02.03.2018 г.).

Основные положения диссертации были представлены и обсуждены на: VI научно-практической конференции с международным участием: Инновационные технологии в медицине (Дубай, 2012); II Уральском медицинском форуме: Травматология: инновационные технологии в диагностике, лечении и реабилитации (Челябинск, 2012); Всероссийской научно-практической конференции: Многопрофильная больница: проблемы и решения» (Ленинск-Кузнецкий, 2012, 2013); XVII Российском национальном конгрессе: Человек и его здоровье (СПб., 2012); международном медицинском форуме нейрохирургов Украины: Достижения нейрохирургии последнего десятилетия (Киев, 2012); Всероссийской научно-практической конференции: Давиденковские чтения (СПб., 2012, 2013); Сибирском международном нейрохирургическом форуме (Новосибирск, 2012); научно-практической конференции с международным участием: Медицина: достижения нового века (Коста-Брава, 2012); II научно-практической конференции с международным участием: Медицина: новое в теории и клинической практике (Шарджа, 2012); VIII научно-практической конференции:

Актуальные проблемы современных наук (Варшава, 2012); IX научно-практической конференции с международным участием: Современные научные достижения (Прага, 2013); научно-практической конференции: Функциональная диагностика (М., 2013); научно-практической конференции неврологов Северо-Западного федерального округа РФ с международным участием (Сыктывкар, 2013, 2014); IV Балтийском конгрессе по детской неврологии (СПб., 2013); международной научно-образовательной конференции: Модернизация помощи больным с тяжелой сочетанной травмой (М., 2013); научно-практической конференции: Актуальные проблемы оказания специализированной медицинской помощи в многопрофильном стационаре (СПб., 2013); конгрессе Российской ассоциации радиологов: Лучевая диагностика и терапия в реализации национальных проектов (М., 2013, 2014); межрегиональной научно-практической конференции: Сочетанная черепно-мозговая травма (Омск, 2014); VII научно-практической конференции с международным участием: Инновационные технологии в медицине (Гоа, 2013); научно-практической конференции с международным участием: Клиническая нейрофизиология (СПб., 2013); VI International Research and Practice Conference: European Science and Technology (Munich, 2013); научно-практической конференции Нижегородского межобластного нейрохирургического центра: Актуальные проблемы нейрохирургии (Сыктывкар, 2014); III международной научно-практической конференции: Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия (Новосибирск, 2014); International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research (Budva, 2015); Всероссийском национальном конгрессе лучевых диагностов и терапевтов: Радиология (М., 2012–2015); V International Scientific Conference: Global Science and Innovation (Chicago, USA, 2015); Невском радиологическом форуме (СПб., 2013, 2015); Всероссийской научно-практической конференции: Поленовские чтения (СПб., 2012–2017).

Личное участие автора в проведенном исследовании

Тема и план диссертации, ее основные идеи и содержание разработаны лично автором на основании целенаправленных исследований. Автор самостоятельно обосновал актуальность темы диссертации, цель и задачи, а также проанализировал результаты всех лучевых методов исследования 500 пациентов с тяжелой ЧМТ (основная группа) и 150 пациентов с легкой ЧМТ (группа сравнения), самостоятельно выполнил статистическую обработку полученных данных.

Автором лично разработаны протоколы постпроцессорной обработки МСКТ и МРТ-исследований пострадавших с тяжелой ЧМТ, определена

диагностическая эффективность и разработан оптимальный алгоритм их применения.

Личный вклад автора в изучение литературы, сбор, обобщение, анализ, статистическую обработку и изложение диссертационного материала – 100%. Автором самостоятельно сформулированы научные положения, выводы и практические рекомендации, написал текст диссертации и автореферата, подготовил весь иллюстративный материал.

Внедрение результатов исследования

Результаты исследования используются в работе рентгенологического отделения с ангиографическим кабинетом и кабинетом УЗДГ «Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт имени А.Л. Поленова» филиале ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова» Министерства здравоохранения РФ, СПб ГБУЗ «Елизаветинская больница», СПб ГБУЗ «Городская Мариинская больница», СПб ГБУЗ «Детская городская клиническая больница № 5 имени Н.Ф. Филатова», а также учебном процессе кафедр лучевой диагностики и и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения РФ.

Публикации

По теме диссертационного исследования опубликовано 69 научных работ, из них 14 статей в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ; зарегистрировано 6 патентов на изобретение в Федеральной службе по интеллектуальной собственности (Роспатент). Основные положения и результаты диссертации легли в основу следующих монографий, глав монографий и учебных пособий для врачей.

Спиральная компьютерная и магнитно-резонансная томография у детей // Глава 6 в кн.: Клинико-лучевая диагностика изолированной и сочетанной черепно-мозговой травмы (СПб.: РНХИ им. проф. А.Л. Поленова, 2012. – С. 227–248); Сочетанная черепно-мозговая травма: классификация, клиника и диагностика: учебное пособие (СПб.: СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2013. – 60 с.); Оптимизация лучевой диагностики дислокации головного мозга при очаговых поражениях: учебное пособие (СПб.: СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2016 – 56 с.); Дислокация головного мозга: учебное пособие для врачей (СПб.: ГБУЗ ГПАБ, 2016. – 60 с.); Дислокация головного мозга (клинико-морфологические аспекты) (СПб.: Городское патологоанатомическое бюро, 2017. – 60 с.).

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 284 страницах, состоит из введения, семи глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы и приложения. Список литературы содержит 464 источника, из них 235 отечественных и 229 зарубежных авторов. Текст сопровождается 30 клиническими примерами, иллюстрирован 73 рисунками и 28 таблицами.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал и методы исследования

Работа основана на анализе результатов комплексного клинико-лучевого обследования 500 пострадавших (из них 120 детей) с тяжелой изолированной и сочетанной ЧМТ в остром периоде, находившихся на обследовании и лечении в городских больницах Санкт-Петербурга (ГБ №3, ГБ №16, ДГБ №5, ДГБ №19), а также в Российском научно-исследовательском нейрохирургическом институте им. проф. А.Л. Поленова на протяжении 2012–2017 гг.

Группа сравнения состояла из 150 пациентов (100 взрослых и 50 детей) с легкой ЧМТ в виде сотрясения и ушиба головного мозга легкой степени, гендерно-возрастное распределение которых полностью соответствовало основной группе пострадавших. В группе сравнения проведен в полном объеме анализ результатов лучевого обследования и акустических стволовых вызванных потенциалов (АСВП). В качестве способа формирования выборочной совокупности в обеих группах была использована рандомизированная гетерогенная комбинированная выборка. Все пострадавшие основной группы разделены на две возрастные группы: взрослые (380 пациентов) и дети (120 пациентов). В I группу входили пострадавшие в возрасте от 18 до 98 лет, средний возраст которых составил $50,1 \pm 18,1$ лет (медиана 50 лет). Возраст пациентов II группы от рождения до 17 лет, средний возраст составил $9,7 \pm 5,5$ лет (медиана 11 лет). Как во взрослой группе пострадавших, так и среди детей преобладали лица мужского пола: 76,3% и 63,0%, соответственно. Распределение пострадавших двух групп по полу и возрасту представлено в таблице 1 (взрослые) и таблице 2 (дети).

Таблица 1. – Распределение взрослых пациентов по полу и возрасту (n=380)

Пол	Возраст (лет)					Число пострадавших	
	19-30	31-40	41-50	51-60	>60	Абс.	%
Мужчины	49	54	45	51	91	290	76,3
Женщины	16	20	14	18	22	90	23,7
Всего	65	74	59	69	113	380	100,0

Большее число пострадавших у взрослых (29,7% – 113 пациентов) находились в возрастной группе старше 60 лет, в то время как в группе до 30 лет было всего 17,1% (65 человек), до 40 лет – 19,5% (70 пациентов) и до 50 лет – 15,5% (59 пострадавших).

В группе детей преобладали пациенты в возрасте от 12 до 17 лет (47,5% – 57 пациентов). Самому маленькому пациенту с тяжелой ЧМТ из II группы был 1 месяц, которую он получил в результате падения с пеленального столика.

Таблица 2. – Распределение детей по полу и возрасту (n=120)

Пол	Возраст (лет)				Число пострадавших	
	0-3	4-7	8-11	12-17	Абс.	%
Мужской	14	12	16	34	76	63
Женский	9	5	7	23	44	37
Всего	23	17	23	57	120	100,0

Наиболее частой причиной ЧМТ у взрослых явилась бытовая травма, полученная в результате драк и избиений (36,8%), а также падение с большой высоты и высоты собственного роста (16,6%).

Детская группа пациентов в преобладающем большинстве получила травму в результате ДТП, в частности как пешеходы дети пострадали в 39,1% случаев, как пассажиры в 24,2% наблюдений. Следующей по частоте встречалась бытовая травма (16,6%), преобладающая в возрастной категории от 11 до 18 лет, и полученная также в результате драк и избиений. Падение с большой высоты отмечено в 10% случаев и, как правило, в возрастной группе от 3 до 7 лет.

Выявленная интракраниальная патология в I группе заключалась в наличии ушибов головного мозга у 104 пострадавших (27,4%), сдавления мозга внутричерепными гематомами у 276 (72,6%): эпидуральными (15,9%), субдуральными (71,7%) и внутримозговыми гематомами (11,2%), в том числе двусторонними (5,6%).

Во II группе показатели существенно отличались (рисунок 1). Ушибы головного мозга выявлены у 77 детей (54,2%), сдавление головного мозга внутричерепными гематомами у 43 детей (35,8%): эпидуральными (23,3%), субдуральными (10,0%) и внутримозговыми гематомами (7,5%), в том числе двусторонними (9,5%). Дислокация головного мозга выявлена у 355 пострадавших I группы (93,4%) и 87 детей (72,5%). По степени выраженности ее подразделяли на умеренную (37,5%), выраженную (40,8%) и значительную

(21,7%) наблюдений в I группе и 66,7%, 25,3% и 8% случаев, соответственно – во II группе.

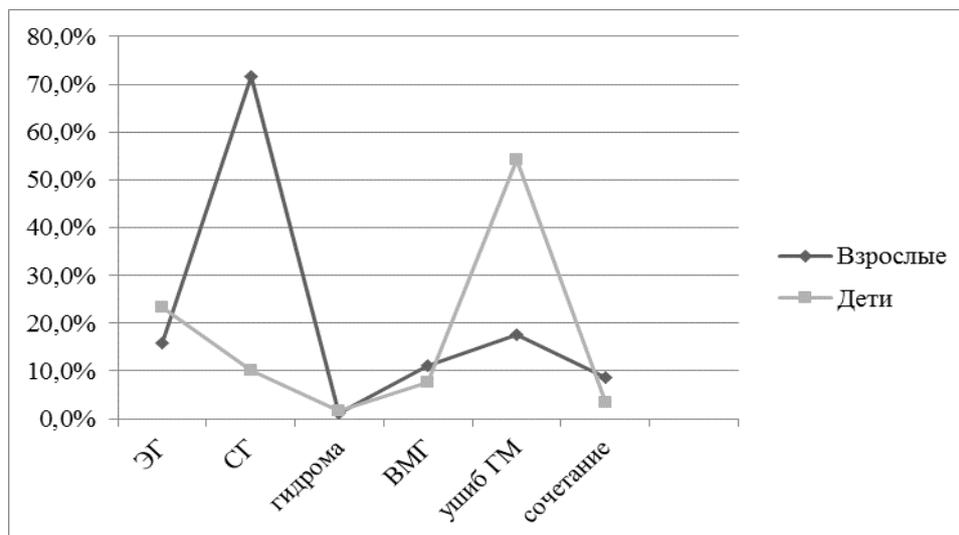


Рисунок 1. – Распределение пациентов I и II группы по частоте интракраниальной патологии (ЭГ– эпидуральная гематома, СГ–субдуральная гематома, ВМГ–внутричерепная гематома, ГМ– головной мозг)

По результатам обследования были прооперированы 360 пациентов I группы (94,7%) и 61 пациент II группы (50,9%).

Всем пострадавшим выполняли клинические, ультразвуковые и лучевые методы исследования в различных сочетаниях в зависимости от ведущего повреждения, а также исследование акустических стволовых вызванных потенциалов (АСВП).

Лучевое обследование включало рентгенографию, МСКТ, МРТ, которую выполняли при несоответствии тяжести состояния пациентов с результатами МСКТ.

Рентгенографию черепа осуществляли с помощью цифровой рентгенодиагностической системы с двумя рентгеновскими трубками «Easy Diagnost Eleva» (Philips), цифрового рентгенодиагностического аппарата КРТ-ОКО и АРЦ-1 ПС (Электрон). Технические условия для проведения исследования подбирали индивидуально для каждого пострадавшего, но обязательно выполняли в двух взаимно перпендикулярных проекциях.

Рентгенография органов грудной клетки проведена у 96% пострадавших, костей таза и конечностей у пациентов с сочетанной ЧМТ I группы выполнена в 9,3 и 35,8% случаев соответственно, и в 20 и 22% наблюдений II группы.

Краниографию и спондилографию выполняли лишь в случае отсутствия технической возможности проведения МСКТ.

Всем пострадавшим при поступлении выполняли МСКТ головного мозга. Исследования осуществляли с помощью мультиспирального рентгеновского компьютерного томографа «Brilliance 6s» и «Ingenuity 128s» (Philips). Стандартное исследование проводили по программе BRAIN. Использовали толщину томографического среза 1,5 мм, подача стола 0,75 мм. Общее время сканирования составляло 7 с. Эквивалентная доза 1,95 мЗв. Для получения изображений в сагиттальной и фронтальной плоскостях использовали мультипланарную реконструкцию (MPR), а объемные изображения (VRT) – для детального изучения состояния костных структур.

МСКТ выполняли также для контроля в динамике за травматическими изменениями головного мозга и для оценки объема и адекватности проведенного хирургического лечения.

МРТ выполняли на магнитно-резонансном томографе «Signa Exite 1,5T» (GE) с индукцией магнитного поля 1,5 Тесла. Использование FLAIR (Fluid Attenuated Intension Recovery) режима с подавлением сигнала свободной воды наиболее информативно в выявлении острого субарахноидального кровоизлияния. У пациентов в коматозном состоянии использовали сверхбыстрые протоколы.

При интерпретации результатов проведенных исследований определяли локализацию, размеры и объем выявленных травматических повреждений. Особое внимание уделяли определению вида и степени выраженности дислокации головного мозга, что особенно важно в планировании сроков и объема предполагаемого хирургического лечения. Клинические стадии дислокации взаимосвязаны с визуализационной картиной, однако последняя может несколько опережать клинические данные.

Статистическая обработка результатов исследования

Для анализа полученных данных была разработана формализованная карта пострадавшего с ЧМТ, согласно которой проводили выборки из историй болезни, вносили данные клинико-неврологических и лучевых методов исследования. Карта служила основанием для занесения данных в электронную базу данных Microsoft Excel-10,0 for Windows XP для проведения статистических методов анализа.

Статистический анализ проводили с помощью программы STATISTICA 10 фирмы StatSoft@ Inc. (США), который включал минимальные и максимальные значения, средние значения, ошибки средних, медианы, стандартные отклонения, коэффициенты ранговой корреляции Спирмена (нулевая гипотеза отвергалась при

$p < 0,05$). Для определения значимости корреляционных связей и их устойчивости использовали методы непараметрической статистики с изучением коэффициента r Пирсона.

В процессе статистической обработки проведено изучение диагностической эффективности МСКТ и МРТ при дислокации головного мозга. Для характеристики информативности диагностических методов исследования служили общепринятые объективные параметры, именуемые операционными характеристиками исследования: чувствительность (Se), специфичность (Sp) и диагностическая точность (Ac) (Васильев А.Ю. и др., 2008; Терновой С.К., 2012).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Оптимизация протокола МСКТ и МРТ-исследования заключалась в усовершенствовании постпроцессорного анализа лучевого исследования головного мозга на основании проведения морфометрических технологий, в частности, более точного, прецизионного измерения объема оболочечных или внутримозговых гематом, определения значений анатомического интракраниального резерва, индекса поперечной дислокации головного мозга, а также ущемления ствола мозга на уровне тенториального и большого отверстий.

Определение объема внутричерепных гематом

Сложность определения объема интракраниальных гематом состоит в том, что он должен осуществляться различными способами в зависимости от вида гематомы, которые могут быть представлены двояковыпуклой линзой (эпидуральная гематома), выпукло-вогнутой линзой (субдуральная гематома) и неправильным эллипсоидом (внутримозговая гематома).

Для более достоверного, прецизионного определения объема гематом нами разработаны способы, защищенные патентами РФ (патент на изобретение № 2505267 от 27.01.2014 г.; патент на изобретение № 2533968 от 27.11.2014 г.) и позволяющие более точно рассчитать объемы оболочечных и внутримозговых травматических гематом.

Предложена формула вычисления объема оболочечной гематомы: $V = \pi/6 \times (h_1^3 + h_2^3) + \pi/8 \times A \times B \times (h_1 + h_2)$, где V – объем гематомы; $\pi = 3,14$; A – расстояние (линия) между двумя максимально удаленными друг от друга точками на границе гематомы в аксиальной плоскости (см); h_1 – длина наибольшего перпендикуляра, проведенного от линии A к внутренней пластинке кости черепа в аксиальной плоскости (см); h_2 – длина наибольшего перпендикуляра (см), проведенного от линии A к границе мозга и гематомы в аксиальной плоскости, которую записывают со знаком минус, если перпендикуляры h_1 и h_2 расположены

по одну сторону от линии А, и со знаком плюс – в случае расположения по разные стороны от линии А; В – расстояние (линия) между двумя максимально удаленными друг от друга точками на границе гематомы во фронтальной плоскости (см) (рисунок 2 (а, б) $V = 47,1\text{см}^3$, (в, г) $V = 19,3\text{см}^3$).

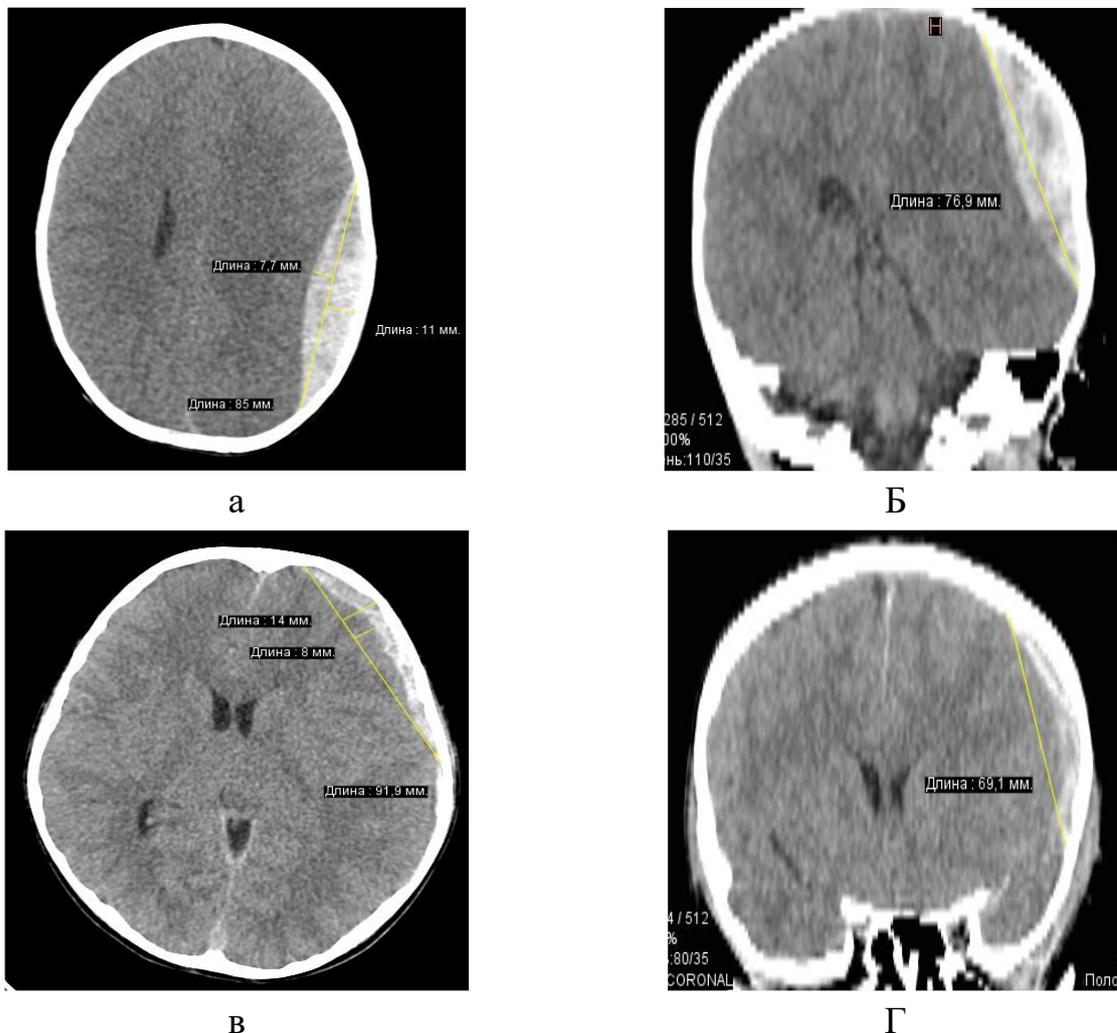


Рисунок 2. – Б-ной П. (и\б № 23319-12). Б-ной Ч. (и\б № 11858-12). Измерение эпидуральной (а, б) и субдуральной гематом (в, г) для вычисления объема по предложенной формуле

Предложена формула вычисления объема внутримозговой гематомы: $V=A \times B \times C / 2 + 5\%$, где V – объем внутримозговой гематомы; A , B , C – размеры гематомы. Добавление 5% к измеренному объему компенсируют неравномерность конфигурации эллипсоида.

Смысл данного вычисления основан на двух принципах – 3 плоскости измерения размеров гематомы должны быть взаимно перпендикулярны; построение плоскости реконструкции с дальнейшим измерением размеров должно иметь максимальный диаметр эллипсоида (рисунок 3).

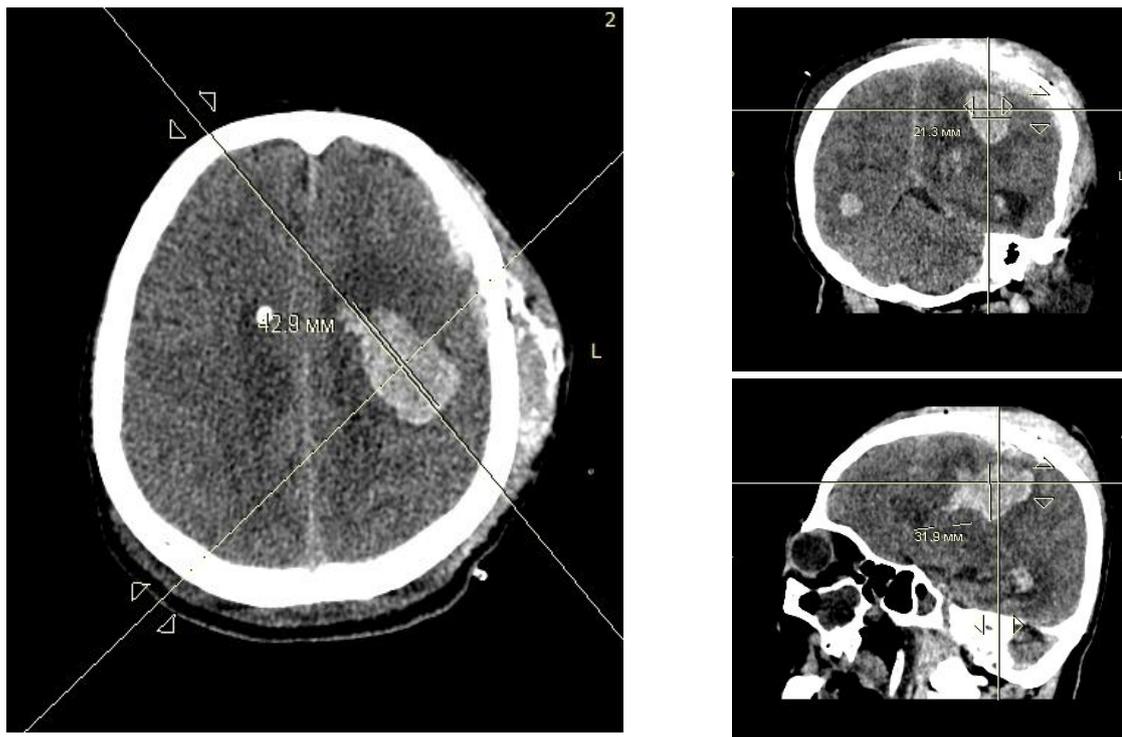


Рисунок 3. – Б-ной Т. (и\б № 29874-13). Построение реконструкций из максимально удаленных точек на границе внутримозговой гематомы

По разработанным формулам проведен расчет выявленных гематом и получены следующие результаты. Эпидуральные гематомы объемом $<30 \text{ см}^3$ в I группе составляли 11,4% наблюдений, во II – 14,3%; объемом 30-100 см^3 эпидуральные гематомы обнаружены у 59,1% взрослых пострадавших и 67,9% детей. Гематомы объемом более 100 см^3 имели место у 29,5% взрослых и 17,9% детей. Средний объем выявленных эпидуральных гематом в I группе составил $89,8 \pm 57,8 \text{ см}^3$, во II – $80,4 \pm 58,3 \text{ см}^3$.

Субдуральные гематомы объемом $<30 \text{ см}^3$ в I группе составляли 3,0% наблюдений, во II – 41,7%; объемом 30-100 см^3 отмечены у 44,9% взрослых и 16,7% детей. В 52% наблюдений I группы определяли гематомы объемом более 100 см^3 , а во II группе – у 41,7% детей. Средний объем выявленных субдуральных гематом в I группе составил $112,8 \pm 51,6 \text{ см}^3$, а во II группе – $85 \pm 69,9 \text{ см}^3$.

Средняя степень поперечной дислокации при оболочечных гематомах объемом $\leq 30 \text{ см}^3$ в I группе составила $4,0 \pm 3,4 \text{ мм}$ (медиана 3 мм), во II группе – $2,2 \pm 1,3 \text{ мм}$ (медиана 3 мм). При гематомах объемом от 30 до 100 см^3 она равнялась $6,4 \pm 4,5 \text{ мм}$ (медиана 6 мм) в I группе и во II группе – $4,1 \pm 2,1 \text{ мм}$ (медиана 4 мм). У пострадавших взрослой группы с объемом гематом $>100 \text{ см}^3$ средняя степень смещения была $9,0 \pm 5,6 \text{ мм}$ (медиана 8 мм), а у детей – $5,2 \pm 2,7 \text{ мм}$ (медиана 5 мм).

Внутричерепные гематомы объемом $>45 \text{ см}^3$ выявлены у 32,3% взрослых и 22,2% детей. Средний объем выявленных гематом в I группе составил $48,1 \pm 33,2 \text{ см}^3$, а во II группе – $25,2 \pm 20,5 \text{ см}^3$.

Для доказательности высокой точности предложенных дифференцированных способов определения эпидуральных, субдуральных и внутричерепных гематом, осуществлено измерение объема травматических субстратов в одних и тех же 319 наблюдениях традиционным и разработанным нами способами. Разница объемов составила 25-30%, в среднем $27 \pm 2,1\%$ ($p=0,001$) в сторону их занижения при использовании традиционных способов.

Установлена прямая и достоверная связь между объемом внутричерепной гематомы и степенью смещения срединных структур (коэффициент Пирсона $r=0,38$). Между показателями объема внутричерепной гематомы и степенью дислокации головного мозга также выявлена прямая и достоверная связь (коэффициент Пирсона $r=0,22$).

Для оценки диагностической информативности предложенных способов проведено изучение основных базовых показателей доказательной медицины – точности (Ac), чувствительности (Se) и специфичности (Sp) – при определении объема гематомы в 319 наблюдениях у взрослых и детей с тяжелой ЧМТ, верифицированных интраоперационно или на аутопсии. Получены результаты, свидетельствующие о высокой диагностической информативности разработанных нами способов определения объема внутричерепных гематом в диапазоне 95,4-97,1%, по данным МРТ, и в диапазоне 94,6-96,4%, при МСКТ.

Определения индекса поперечной дислокации

Для уточнения показаний к хирургическому лечению тяжелой ЧМТ, в соответствии с клиническими рекомендациями Ассоциации нейрохирургов России (Потапов А.А. и др., 2017), на основании проведенного клиничко-лучевого обследования учитывают данные шкалы ком Глазго (ШКГ) и такие лучевые параметры, как объем интракраниального патологического субстрата в см^3 и степень смещения срединных структур в мм. Нами предложено клиничко-лучевые показатели объединить в единый индекс поперечной дислокации головного мозга. В связи с этим предложен способ определения индекса поперечной дислокации головного мозга (ID), который защищен патентом РФ (патент на изобретение № 2546106 от 10.04.2015 г.).

Способ определения индекса поперечной дислокации головного мозга сводится к следующему. При неврологическом осмотре пострадавшего оценивают уровень нарушения сознания по ШКГ в баллах (G). При

постпроцессорном анализе данных МСКТ или МРТ головного мозга определяют объем (V) гематомы в см^3 , величину смещения срединных структур (D) в мм и поперечный размер обоих боковых желудочков (L) на уровне середины прозрачной перегородки в мм (рисунок 4). После чего вычисляют индекс дислокации по формуле: $ID=(V:3+3\times D):(G+L)$.

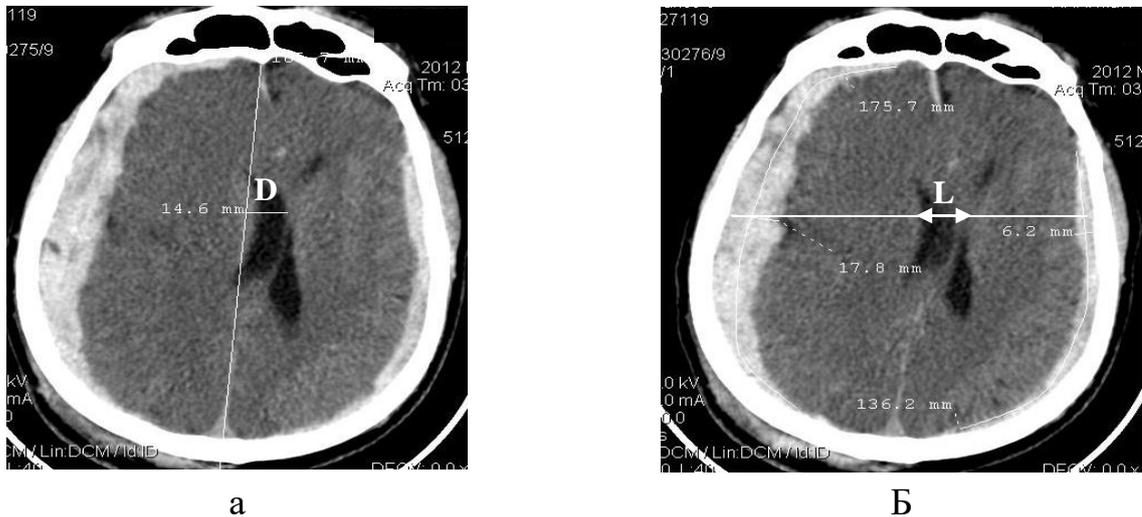


Рисунок 4.— Б-ной 3. (и\б № 672-12). МСКТ головы в аксиальной плоскости. Определение величины смещения срединных структур «D» (а). Определение поперечного размера обоих боковых желудочков «L» (б) указано (\leftrightarrow)

Ретроспективный анализ курации 380 пострадавших с тяжелой ЧМТ позволил прийти к следующим выводам:

- экстренное удаление патологического субстрата, вызывающего дислокацию головного мозга; костная декомпрессия с размером трепанационного окна не менее 10×10 см (около 100 см^2) с подвисочной декомпрессией и расширяющей пластикой ТМО не менее 60 см^2 соответствовало показателю $ID > 3,5$;
- экстренное удаление патологического субстрата, вызывающего дислокацию головного мозга; костная декомпрессия с размером трепанационного окна не менее 7×7 см (около 50 см^2) соответствовало показателю $ID 1,3-3,5$;
- экстренная малоинвазивная операция с удалением патологического субстрата, вызывающего дислокацию головного мозга соответствовало показателю $ID 0,7-1,2$;
- операция не проводилась при значении показателя $ID \leq 0,6$.

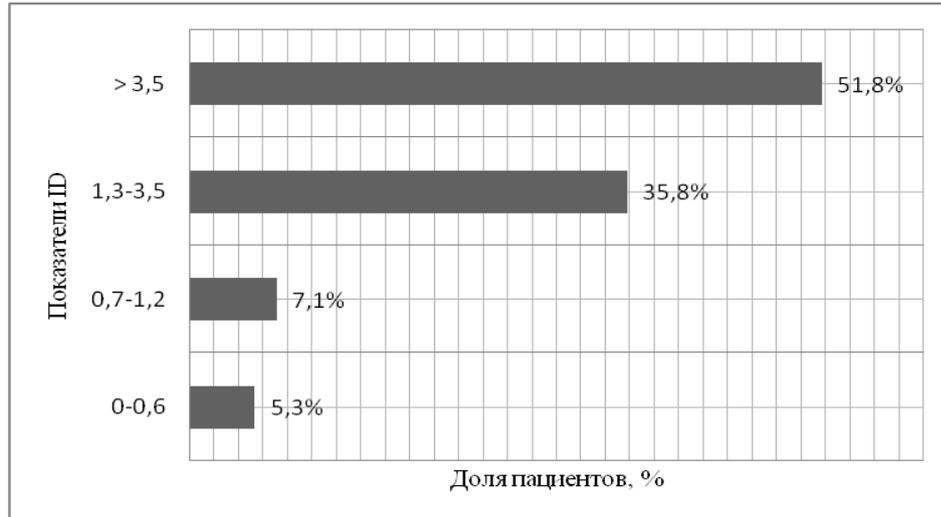


Рисунок 5. – Распределение пациентов в зависимости от показателей ID (в %)

Распределение пациентов в зависимости от показателей ID представлено на рисунке 5, из данных которого следует что более чем у половины (51,8%) пострадавших с тяжелой ЧМТ при определении индекса поперечной дислокации головного мозга он находился в диапазоне более 3,5, что требовало экстренного хирургического вмешательства определенного объема с достаточной костной декомпрессией и расширяющей пластикой ТМО.

Для оценки эффективности проведенного лечения у всех пострадавших использовали шкалу исходов Глазго (ШИГ), при использовании которой выявлено незначительное преобладание благоприятного исхода (n=197, 51,8%) над неблагоприятным (n=183, 48,2%). Отмечено восстановление в 41,8% случаев, умеренная инвалидизация (10,0%), грубая инвалидизация (3,7%), вегетативное состояние (3,7%) и летальный исход (40,8%).

Установлено, что разработанный и апробированный ID имеет высокую диагностическую информативность при различной интракраниальной патологии, по данным МСКТ: точность 79,7%, чувствительность – 75,6%, специфичность – 85,1%, по данным МРТ: 91,4%, 83,8%, 94,2%, соответственно.

Индекс поперечной дислокации, представляющий производную параметров объема интракраниального супратенториального субстрата в см³, величины смещения желудочковой системы и ее ширины относительно прозрачной перегородки в мм, а также состояние сознания по ШКГ, адекватно и достоверно отражает степень поперечного смещения головного мозга при тяжелой ЧМТ. Это позволяет рекомендовать его для более широкого применения в практическом здравоохранении.

Морфометрия области тенториального отверстия

Известно, что нейровизуализационная картина выраженности дислокации головного мозга нередко существенно опережает клинические проявления (Тальпов Э.А., 2015; Гаврилов А.Г., 2016; Мещеряков С.В., 2017; Гайдар Б.В., Свистов Д.В., 2018). В связи с этим, предложены оптимизированные методики определения степени ущемления ствола мозга при аксиальной дислокации на основе технологии постпроцессорной морфометрии МСКТ и МРТ на уровне тенториального (ТО) и большого отверстий (БО), которые защищены патентами РФ (патент на изобретение № 2503410 от 10.01.2014 г., приоритет от 29.11.2012 г.; патент на изобретение № 2508047 от 27.02.2014 г., приоритет от 24.12.2012г.).

Визуализация вклинения на уровне вырезки мозжечкового намета наиболее информативна при постпроцессорной обработке МРТ и МСКТ-сканов во фронтальной плоскости. Анатомическими ориентирами во фронтальной плоскости служит ТО, на уровне которого проводят линию, соединяющую его края. При наличии смещения крючка гиппокампа и парагиппокампальной извилины ниже данной линии откладывают перпендикуляр и производят измерение в мм (рисунок 6).

Смещение в отверстие намета мозжечка отмечено в 37,2% (n=132) в I группе и в 31,7% (n=20) – во II. Сочетание бокового и продольного смещения выявлено в 25,5% наблюдений I группы и 9,2% наблюдений II, что обусловлено локализацией травматического субстрата.

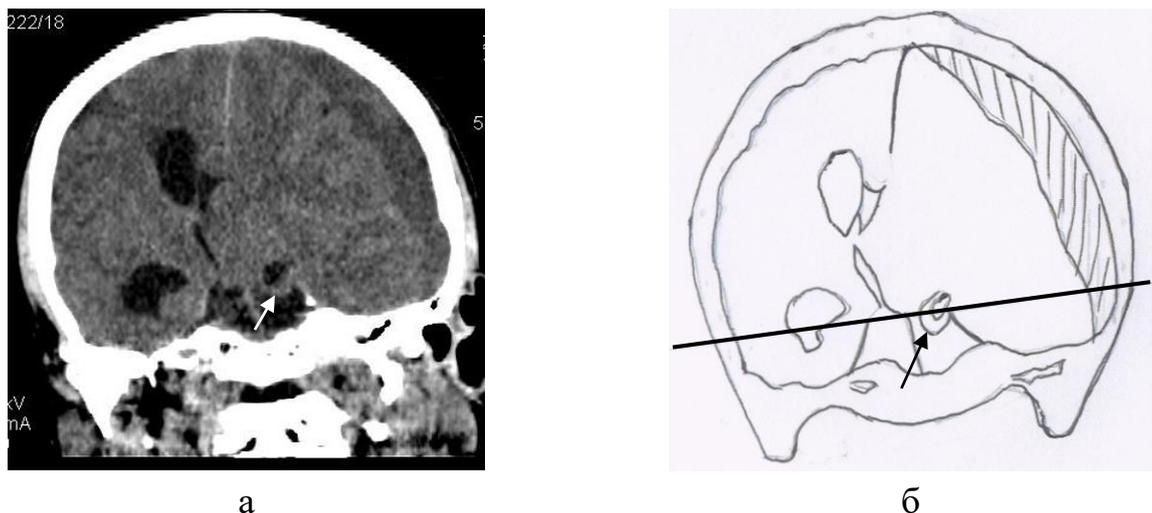


Рисунок 6.– Б-ной Г. (и\б № 1302-12). МСКТ головы во фронтальной плоскости (а) с поясняющей схемой (б). Уровень ТО указан черной линией (б). Крючок левого гиппокампа смещен ниже ТО, указано ↑ (а, б)

При одно- или двустороннем смещении крючка гиппокампа и парагиппокампальной извилины медиально ниже уровня свободного края

вырезки мозжечкового намета и каудальнее до 3,0 мм (в среднем $2,5\pm 0,2$ мм в I группе и $2,2\pm 0,1$ мм – во II группе), сглаженности перимезенцефальных и супраселлярных цистерн степень дислокации считали умеренной или I ст. (28,8% случаев у взрослых и 15,0% – у детей). Клинически данная степень дислокации сопровождалась нарушением сознания до 8-9 баллов по ШКГ, синдромом Парино, анизокорией и контрлатеральным парезом конечностей.

При одно- или двустороннем смещении крючка гиппокампа и парагиппокампальной извилины на глубину до 6 мм, (в среднем $5,2\pm 0,2$ мм в I группе и $5,0\pm 0,1$ мм – во II группе), а также укорочении и расширении охватывающей цистерны на стороне повреждения при одностороннем смещении или полной облитерации при двустороннем смещении степень дислокации считали выраженной или II ст. (36,4% случаев у взрослых и 60,0% – у детей). Клинически отмечалось нарушение сознания до 6-7 баллов по ШКГ и наличие одностороннего расширения зрачка на стороне внутричерепной компрессии. Наличие анизокории установлено в 72,9% пострадавших I группы и в 62,5% – во II группе.

При одно- или двустороннем смещении крючка гиппокампа и парагиппокампальной извилины на глубину более 6,0 мм (в среднем $7,2\pm 0,2$ мм в I группе и $7,0\pm 0,1$ мм – во II группе) и ущемлении последних на уровне вырезки мозжечкового намета степень дислокации определяли, как значительную или III ст. (34,8% случаев у взрослых и 25% – у детей). Данная степень дислокации клинически сопровождалась нарушением сознания до 4-5 баллов по ШКГ и нередко расширением зрачка на стороне противоположной внутричерепной компрессии, что отмечено в 27,1% наблюдений пострадавших I группы и в 37,5% – во II группе.

По результатам комплексного обследования были прооперированы все пациенты I группы (100,0%) и 17 пациентов II группы (85,0%). При статистическом анализе установлена прямая и достоверная связь между объемом внутричерепной гематомы и расположением парагиппокампальной извилины относительно вырезки мозжечкового намета (коэффициент Пирсона $r=0,18$; $p=0,01$). Проведенный корреляционный анализ показал прямую достоверную зависимость между степенью выраженности височно-тенториальной дислокации и ШИГ (коэффициент Пирсона $r=0,43$; $p=0,001$).

Проведенное изучение диагностической информативности МРТ и МСКТ-морфометрии области тенториального отверстия показало, что чувствительность МРТ при височно-тенториальной дислокации составила 82,8%, специфичность – 93,2% и точность – 90,5%. Чувствительность МСКТ при височно-тенториальной дислокации составила 79,6%, специфичность – 86,1%, точность – 79,8%.

Морфометрия области большого отверстия

Смещение в большое отверстие выявлено у 18,6% взрослых (n=66) и 27,5% детей (n=24). Сочетание поперечного и продольного смещения отмечено в 25,5% наблюдений I группы и 9,2% случаев II группы. Диффузный отек головного мозга, приводящий к ущемлению ствола мозга в большом отверстии, как правило, имел место при множественных контузионных очагах, очагах размозжения мозга и диффузном аксиальном повреждении. Эти травматические изменения в обеих группах наиболее часто локализовались в лобных долях (21,6% в I группе и 38,5% – во II). Повреждение базальных ядер отмечено у 4,6% детей и 2,4% взрослых.

Для определения степени аксиальной дислокации головного мозга при постпроцессорной обработке МРТ и МСКТ-сканов использовали аксиальную плоскость на уровне большого отверстия с измерением, как его площади, так и площади сместившихся в него миндалин мозжечка (рисунок 7).

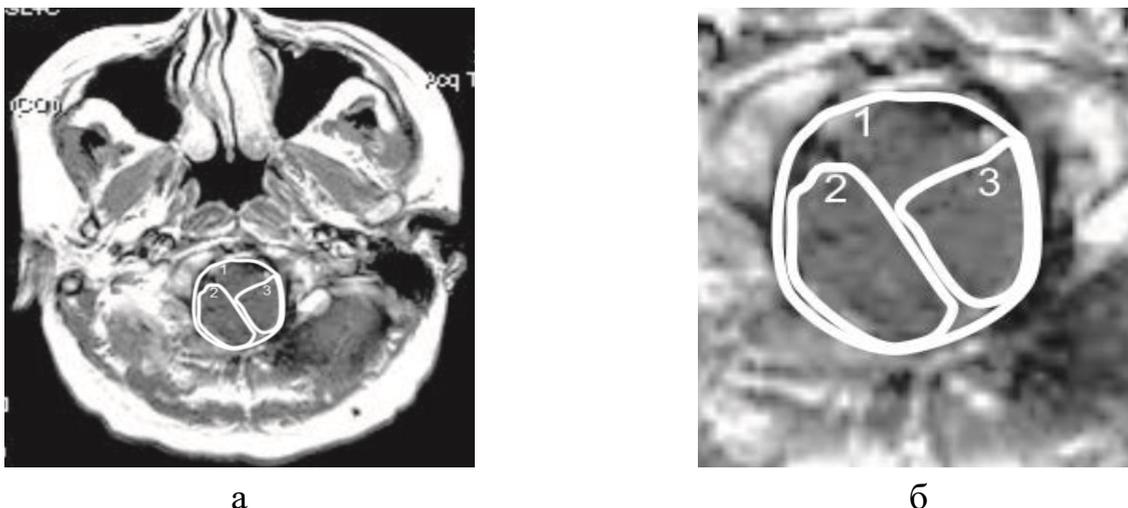


Рисунок 7. – МРТ головы, Т1ВИ (аксиальная плоскость), скан на уровне БО (а) и его схема (б): БО (1), правая миндалина мозжечка (2), левая миндалина мозжечка(3)

Умеренная степень ущемления ствола мозга в большом отверстии отмечена у 54,5% взрослых и 79,2% детей. В среднем площадь сместившихся в большое отверстие миндалин мозжечка была равна $14,2 \pm 3,2\%$ в I группе и $15,3 \pm 2,1\%$ – во II. Клинически эта степень дислокации головного мозга сопровождалась нарушением сознания до 6-7 баллов по ШКГ, диссоциацией глубоких рефлексов и мышечного тонуса по продольной оси тела, что отмечено в 88,1% случаев в I группе и 84,5% – во II.

Выраженная степень ущемления ствола мозга в большом отверстии выявлена у 36,4% взрослых и 8,3% детей. В среднем площадь сместившихся в большое отверстие миндалин мозжечка была равна $23,3 \pm 4,1\%$ в I группе и

21,4±2,3% во – II. Клинически отмечалось нарушение сознания до 4-5 баллов по ШКГ, отсутствие корнеальных и глоточного рефлексов, наличие симптома «кукольных глаз» и Гертвига-Мажанди, что было установлено у 78,7% пострадавших I группы и 82,4% – во II.

Значительная степень ущемления ствола мозга в большом отверстии установлена у 9,1% взрослых и 12,5% детей. В среднем площадь сместившихся в большое отверстие миндалин мозжечка была равна 41,5±2,2% в I группе и 32,3±3,1% – во II. Данная степень дислокации головного мозга клинически сопровождалась нарушением сознания до 3 баллов по ШКГ, нарушением дыхания и диффузным снижением мышечного тонуса, что отмечено практически у всех пострадавших обеих групп.

Известно, что такие параметры, как диаметр и площадь большого отверстия меняются в зависимости от возраста детей. Поэтому при изучении степени аксиальной дислокации во II группе проведено исследование площади БО в зависимости от возраста у 50 детей группы сравнения (30 мальчиков и 20 девочек), результаты которого свидетельствуют о том, что наибольшее увеличение площади, а, следовательно, размеров БО, отмечено в возрастном промежутке от 1 года до 3 лет, именно в этот период происходит углубление основания задней черепной ямки.

По результатам обследования были прооперированы 59 пациентов I группы (89,4%) и 12 пациентов II группы (50%). Хирургическое вмешательство заключалось в декомпрессивной трепанации черепа, удалении внутричерепных гематом, очагов разможнения головного мозга и сочетанных повреждений мозга, а также в применении мероприятий по созданию внутренней декомпрессии, направленных на устранение дислокации головного мозга. К ним относились вентрикулярное дренирование (10,2%), фальксотомия (13,6%), тенториотомия (8,5%) и дренирование базальных цистерн (18,6%).

Проведенный корреляционный анализ показал прямую достоверную зависимость между степенью выраженности аксиальной дислокации и ШИГ (коэффициент Пирсона $r=0,75$; $p=0,001$). В I группе исходы ЧМТ были следующие: восстановление (39,4%), умеренная инвалидизация (9,1%), тяжелая инвалидизация (6,1%), вегетативное состояние (4,5%) и летальный исход (40,9%). Во II группе в 45,8% случаев отмечено восстановление, в 16,6% – умеренная инвалидизация, в 4,1%, – тяжелая инвалидизация, вегетативное состояние и летальный исход имели место в 20,8 и 12,5% соответственно. При умеренной степени аксиальной дислокации чаще всего наблюдали восстановление и умеренную инвалидизацию. Вегетативное состояние отмечено при диффузном

аксональном повреждении и значительной степени аксиальной дислокации. При летальных исходах во всех случаях выявлена выраженная и значительная степени аксиальной дислокации, сопутствующие осложнения травматической болезни и наличие факторов риска неблагоприятного исхода.

Для выявления связи между степенью аксиальной дислокации головного мозга и объемом травматических субстратов проведен корреляционный анализ. При этом установлена прямая и достоверная связь между объемом травматических изменений головного мозга (внутричерепная гематома, очаг разможжения мозга с внутримозговой гематомой) и суммарной площадью сместившихся в большое отверстие миндалин мозжечка (коэффициент Пирсона $r=0,21$; $p=0,01$). Между степенью аксиальной дислокации и наличием отека головного мозга также имеется прямая и достоверная связь (коэффициент Пирсона $r=0,28$; $p=0,001$).

Проведено изучение диагностической информативности МРТ и МСКТ-морфометрии области большого отверстия (таблица 3).

Таблица 3. – Информативность предложенных методов диагностики аксиальной дислокации головного мозга (n=90)

Метод диагностики	Информативность (%)		
	Ac	Se	Sp
МСКТ-морфометрия	78,8	77,5	83,2
МРТ-морфометрия	92,3	87,6	95,1

Представленные в таблице 3 данные, свидетельствуют о высокой диагностической значимости оптимизированных лучевых методов исследования. При этом, следует подчеркнуть, что проведение данных морфометрических измерений при постпроцессорной обработке не увеличивает время исследования и лучевую нагрузку, но вносит дополнительную диагностическую информативность.

Определение объема анатомического интракраниального резерва

Развитие дислокации головного мозга во многом определяется индивидуальным анатомическим резервом полости черепа, так как один и тот же по объему внутричерепной процесс может переходить из одной стадии в другую по-разному у каждого пациента. Для уточнения сроков и объема хирургического вмешательства, а также прогнозирования исходов тяжелой ЧМТ нами разработан «Способ определения анатомического интракраниального резерва» (патент на изобретение № 2517767 от 27.01.2014 г., приоритет от 22.03.2013 г.),

позволяющий количественно (в баллах) оценивать анатомический интракраниальный резерв (АИР) как минимальный (3-4 балла), средний (5-7 баллов) и максимальный (8-9 баллов).

При анализе МСКТ или МРТ головного мозга в аксиальной плоскости измеряют в мм битемпоральное расстояние (БТР), ширину ТО и диаметр БО, параметры которых у взрослых пациентов с тяжелой ЧМТ довольно стабильны, диапазон разброса невелик и незначительно меньше у лиц женского пола (рисунок 8).

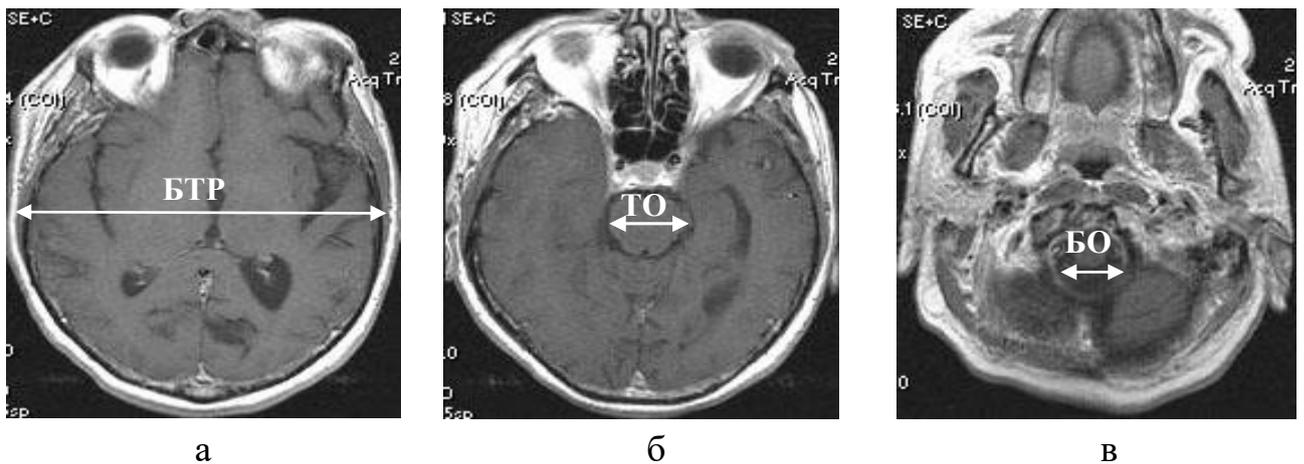


Рисунок 8. – Б-ной Т. (и\б № 2494-12). МРТ головного мозга в аксиальной плоскости, T1ВИ. Схема морфометрических измерений для определения АИР: БТР (а), ширина ТО (б), диаметр БО (в)

Однако большее значение имеет соотношение полученных размеров между собой (БО/ТО, БО/БТР и ТО/БТР), что и было проведено у этих же пострадавших. Для этого был вычислен коэффициент (К) соотношения полученных размеров между собой.

1. Соотношение БО к ТО оценивали в 1 балл (при значении $K=0,88$ и более), 2 балла ($K=0,87-0,85$) и 3 балла ($K\leq 0,84$).
2. Соотношение БО к БТР оценивали в 1 балл (при значении $K\leq 0,19$), 2 балла ($K=0,20-0,21$) и 3 балла (при $K\geq 0,22$).
3. Соотношение ТО к БТР оценивали в 1 балл ($K\leq 0,22$), 2 балла ($K=0,23-0,24$) и 3 балла ($K=\geq 0,25$).

При суммировании полученных баллов определяли объем АИР как минимальный (3-4 балла), средний (5-7 баллов) и максимальный (8-9 баллов).

Исследование анатомического интракраниального резерва проведено у 164 пострадавших с тяжелой ЧМТ I группы и 35 пациентов – II. Средний возраст пострадавших в первой группе составил $50,1\pm 18,1$ лет, преобладали лица мужского пола 75,6%. Во второй группе средний возраст – $9,7\pm 5,5$ лет, среди

детей также преобладали лица мужского пола – 62,9%. Среди пациентов обеих групп были выявлены максимальные, средние и минимальные объемы АИР. Число пострадавших с минимальным АИР, так же, как и в группе сравнения составило 6,7%, со средним – 56,1% и с максимальным анатомическим интракраниальным резервом – 37,2%.

Средняя величина смещения срединных структур у взрослых составила при минимальном АИР $5,1 \pm 2,9$ мм, при среднем – $2,8 \pm 1,4$ мм и при максимальном – $1,5 \pm 1,2$ мм. Средний объем интракраниального травматического субстрата (по данным нейровизуализации) при минимальном АИР равен $81,0 \pm 39,0$ см³, при среднем – $33,0 \pm 23,0$ см³ и при максимальном – $21,0 \pm 14,0$ см³. Средняя величина смещения срединных структур у пациентов детского возраста при минимальном АИР составила $4,5 \pm 3,1$ мм, при среднем – $2,2 \pm 1,3$ мм и при максимальном – $1,3 \pm 1,1$ мм. Средний объем интракраниального травматического субстрата (по данным нейровизуализации) при минимальном АИР был равен $77,0 \pm 38,0$ см³, при среднем – $31,0 \pm 19,0$ см³ и при максимальном – $18,0 \pm 13,0$ см³.

В обеих группах была выявлена дислокация на уровне тенториального и большого отверстий. В I группе дислокация на уровне тенториального отверстия имела место в 37,2% наблюдений, во второй II группе – в 31,7%. Дислокация на уровне большого отверстия выявлена в I группе в 18,6% случаев, а во II – в 27,5%. Преобладание данного вида дислокации у детей связано с наличием таких травматических субстратов, как множественные контузионные очаги с наличием выраженных перифокальных изменений вокруг них, что обусловлено анатомическими особенностями головного мозга ребенка.

Установлено, что измерение объема АИР в сочетании с клиничко-лучевыми данными может служить дополнительным критерием в определении сроков хирургического вмешательства. Так, например, минимальный объем АИР следует расценивать как дополнительное показание к экстренной операции. При наличии максимального объема АИР, когда возникновение внутричерепной гематомы сопровождается отсутствием компрессионного и дислокационного синдромов либо их незначительной выраженностью, появляется возможность ее малоинвазивного удаления. Следует подчеркнуть, что у всех пострадавших с минимальным объемом АИР имел место неблагоприятный исход.

Прогноз восстановления функции ствола головного мозга при аксиальной дислокации

Выполнение исследования акустических стволовых вызванных потенциалов при ЧМТ позволяет уточнить топическую диагностику поражения ствола

головного мозга, оценить тяжесть изменений, определить прогноз динамики развития и дальнейший исход. Исследование АСВП является не инвазивным и в тоже время достаточно информативным методом нейрофизиологической диагностики, позволяющим проводить своевременную корректировку лечения и реабилитации. Сохранность АСВП при ЧМТ является благоприятным диагностическим признаком.

Для усовершенствования постпроцессорной обработки лучевого исследования при ущемлении ствола на уровне большого отверстия нами разработан «Способ прогнозирования восстановления функции ствола головного мозга при аксиальной дислокации» (патент на изобретение № 2533026 от 20.11.2014 г., приоритет от 15.10.2013 г.), позволяющий при сочетанном использовании нейровизуализационного и нейрофизиологического методов определить прогноз развития дислокационного синдрома.

У пострадавших с тяжелой ЧМТ, осложненной аксиальной дислокацией мозга и ущемлением ствола в БО, при анализе выполненного МСКТ-исследования в сагиттальной плоскости измеряли степень смещения миндалин мозжечка ниже линии Мак-Рея в мм и каждые 3 мм смещения оценивали в 1 балл. При помощи компьютерного нейроусреднителя фирмы «Нейрософт» измеряли коротко латентные стволые слуховые вызванные потенциалы. При оценке проводимости по слуховому пути ствола головного мозга применяли нормативные базы, полученные у 20 здоровых испытуемых на нейроусреднителе «Нейрософт» и параметры, предложенные В.В. Гнездицким (1994). Использовали схему М1-М2/Сz. Применяли моноауральную и биауральную стимуляцию в виде щелчка небольшой длительности до 1 мс (чаще 0,1 мс) прямоугольной формы. Определяли латентности основных пиков, межпиковые интервалы и соотношение амплитуд I/V пиков. Одностороннее \uparrow латентности оценивали в 1 балл, одностороннее \uparrow межпиковых интервалов – в 1 балл, двустороннее \uparrow латентности – в 2 балла, двустороннее \uparrow межпиковых интервалов – в 2 балла. Все полученные баллы суммировали между собой. При $\Sigma \leq 7$ баллов прогноз считали благоприятным для восстановления функции ствола головного мозга, а при $\Sigma \geq 8$ баллов – неблагоприятным для восстановления функции ствола головного мозга и жизни.

Для более всесторонней оценки поражения структур ствола мозга на уровне БО у 30 пациентов I группы проведено исследование акустических стволых вызванных потенциалов. Средний возраст пострадавших составил $39,2 \pm 12,4$ лет (медиана 34), преобладали лица мужского пола (76,4%). Одностороннее увеличение латентности отмечено в 52,9% наблюдений, одностороннее

увеличение межпиковых интервалов – в 58,8%, двустороннее увеличение латентности выявлено в 47,1%, двустороннее увеличение межпиковых интервалов – в 41,2%. Оказалось, что при наличии признаков вклинения ствола мозга на понто-мезенцефальном уровне происходило увеличение латентности III, V пиков и межпикового интервала I-V, за счет интервала III-V, а при вклинении ствола мозга на понто-медулярном уровне наблюдалось увеличение латентности I, III пиков и межпикового интервала I-V, за счет интервала I-III.

Достоверной связи между гендерным признаком и прогнозом для восстановления функции ствола головного мозга не отмечено. Среднее значение смещения миндалин мозжечка ниже линии Мак-Рея в сагиттальной плоскости составило $3,1 \pm 2,6$ мм.

Пострадавшие были разделены на две группы: с благоприятным и неблагоприятным прогнозом для восстановления функции ствола головного мозга и жизни (рисунок 9).

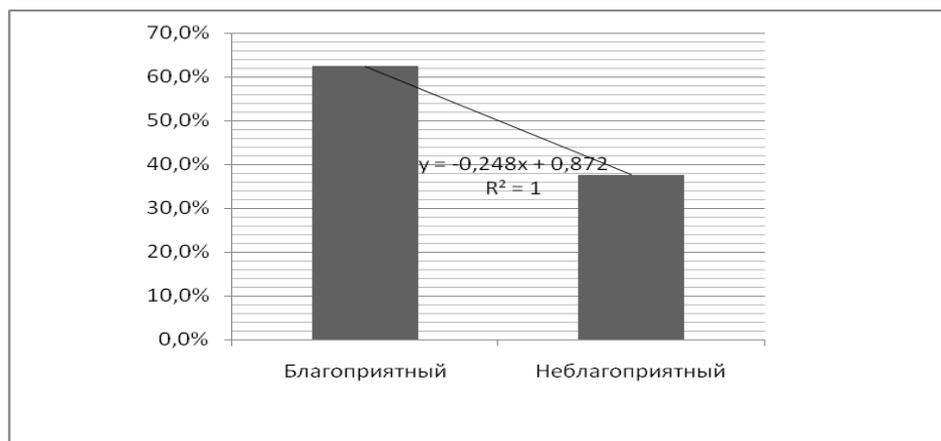


Рисунок 9. – Распределение пациентов I группы с благоприятным и неблагоприятным прогнозом восстановления функции ствола головного мозга

Доказано, что благоприятный прогноз восстановления функции ствола мозга отмечен у 62,4% пострадавших, а неблагоприятный исход – у 37,6%. При этом индекс детерминации (R^2) равен единице. Значение индекса детерминации, равное 1,0, показывает, что модель регрессии объясняет всю изменчивость соответствующих переменных и может быть использована для практических целей.

Таким образом, нейровизуализационные показатели в виде параметров анатомического интракраниального резерва (БТР, ТО и БО) и их соотношения и неинвазивные нейрофизиологические показатели в виде параметров стволовых вызванных потенциалов взаимосвязаны между собой и в определенной мере

определяют прогноз исхода тяжелой ЧМТ, а также уровень, степень «заинтересованности» ствола мозга и возможность восстановления его функций. Клинико-лучевые и клинико-нейрофизиологические корреляты являются парадигмой современной оценки дислокационного процесса при тяжелой ЧМТ, определяющей сроки, темп, объем и прогноз курации.

ВЫВОДЫ

1. Разработанный прецизионный дифференцированный способ определения объема внутричерепных гематом в соответствии с их пространственной физико-геометрической структурой, позволяет улучшить результаты измерения в среднем на $27,0 \pm 2,1\%$ ($p=0,001$), что важно в установлении объема травматического «масс-эффекта».

2. Многокомпонентный клинико-морфо-визуализационный индекс поперечной дислокации головного мозга в баллах, представляющий производную параметров объема интракраниального супратенториального «масс-эффекта» в см^3 , величины смещения желудочковой системы и ее ширины относительно прозрачной перегородки в мм, а также состояние сознания по ШКГ в баллах, адекватно и достоверно отражает визуализацию и морфологию дислокационного процесса при тяжелой черепно-мозговой травме.

3. По степени выраженности дислокацию головного мозга следует подразделять на: умеренную (I степень – 37,5%), соответствующую патоморфологическому эквиваленту выпячивания мозга, выраженную (II степень – 40,8%), соответствующую вклинению мозга, и значительную (III степени – 21,7%), соответствующую ущемлению мозга. Чаще всего происходит ущемление поясных извилин, парагиппокампальных извилин и миндалин мозжечка.

4. Смещение мозга в тенториальное отверстие выявлено у 37,2% взрослых и 31,7% детей. Визуализация вклинения на уровне вырезки мозжечкового намета наиболее информативна при постпроцессорной обработке во фронтальной плоскости по одно- или двустороннему смещению парагиппокампальной извилины ниже тенториального отверстия и каудальнее до 3 мм (в среднем $2,3 \pm 0,1$ мм) при умеренной, на глубину до 6 мм (в среднем $5,1 \pm 0,1$ мм) – выраженной и на глубину более 6 мм (в среднем $7,1 \pm 0,1$ мм) и ущемлении последних на уровне вырезки мозжечкового намета – значительной степени степень дислокации.

5. Смещение в большое отверстие выявлено у 18,6% взрослых и 27,5% детей. Для определения степени аксиальной дислокации при постпроцессорной

обработке необходимо использовать аксиальную плоскость на уровне большого отверстия с измерением как его площади, так и сместившихся в него миндалин мозжечка. При смещении миндалин мозжечка и заполнении ими до 20% площади отверстия степень ущемления считают умеренной, от 21 до 30% – выраженной и более 30% – значительной.

6. Основными внутричерепными краниологическими параметрами являются битемпоральное расстояние, ширина тенториального отверстия и диаметр большого отверстия, измерение которых и соотношение между собой позволяют судить об объеме ригидного анатомического интракраниального резерва с выделением следующих его вариантов: минимальный, средний и максимальный. Пострадавшие с минимальным объемом анатомического интракраниального резерва составляют группу повышенного риска.

7. Разработанные и внедренные в клиническую практику способы цифровизации различных вариантов травматического внутричерепного «масс-эффекта» и возникающие смещения мозга являются с позиций доказательной медицины высокоинформативными как при МРТ (чувствительность 87,6%; специфичность – 94,9% и точность – 92,4%), так и при МСКТ (82,1%; 87,7% и 83,2%, соответственно).

8. Предикторами неблагоприятного исхода при тяжелой черепно-мозговой травмы у взрослых и детей являются: большой объем внутричерепного масс-эффекта ($>100 \text{ см}^3$), значительный индекс поперечной ($>3,5$) и височно-тенториальной ($>6,0 \text{ мм}$ смещение парагиппокампальных извилин) дислокации, смещение миндалин мозжечка в большое отверстие ($>30,0\%$ его площади) и минимальный объем анатомического интракраниального резерва

9. Исследование акустических стволовых вызванных потенциалов (в дополнение к результатам МСКТ и МРТ) является объективным и достоверным методом, который позволяет оценивать функциональное состояние ствола мозга, уровень его первичного или вторичного повреждения, а также прогноз восстановления его функции при аксиальной дислокации.

10. На основании сопоставления результатов комплексного клинического и оптимизированного лучевого обследования с использованием технологии постпроцессорного морфометрического анализа получены новые клинито-лучевые корреляты, с помощью которых предложены научно обоснованные рекомендации по расширению возможностей диагностики и прогнозирования как сроков, так и объема хирургического вмешательства, а также исхода курации пострадавших с дислокацией головного мозга при черепно-мозговой травме.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Рекомендовано использовать, более точные расчетные формулы (см. с. 15-16) для определения объема внутричерепных гематом (оболочечных и внутримозговых) при постпроцессорной обработке, так как повсеместно распространенная формула его измерения предусматривает погрешность в диапазоне почти трети истинного объема травматического «масс-эффекта» в сторону снижения.

2. Индекс поперечной дислокации, представляющий производную параметров объема интракраниального супратенториального субстрата в см³, величины смещения желудочковой системы и ее ширины относительно прозрачной перегородки в мм, а также состояние сознания по ШКГ, адекватно и достоверно отражает степень поперечного смещения головного мозга при тяжелой ЧМТ и рекомендуется для ее более точного измерения.

3. Продольную дислокацию на уровне тенториального отверстия лучше оценивать на томограммах во фронтальной плоскости с измерением степени смещения ниже намета мозжечка парагиппокампальных извилин в мм.

4. Для определения степени сдавления ствола мозга в большом отверстии целесообразно в аксиальной плоскости измерить площадь самого отверстия и площадь сместившихся в него миндалин мозжечка и по соотношению этих показателей (площадь миндалин мозжечка к площади большого отверстия в %) определить выраженность сдавления ствола мозга.

5. Для объективной оценки тяжести ЧМТ, возникающих при этом интракраниальных патологических субстратов и характеристики сопутствующего дислокационного процесса необходимо проводить постпроцессорный морфометрический анализ МСКТ и МРТ, занимающий несколько минут.

6. Наличие минимального объема анатомического интракраниального резерва, представленного производными соотношения битемпорального расстояния, ширины тенториального отверстия и диаметра большого отверстия в мм между собой, является прогностически крайне неблагоприятным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании использования цифровизации при целенаправленном изучении дислокации головного мозга у пострадавших взрослых и детей разного возраста с изолированной и сочетанной ЧМТ разработана научно-обоснованная система сопоставления клинико-неврологических синдромов и оптимизи-

рованных в результате постпроцессорных морфометрических технологий лучевых методов исследования.

Представлена нейровизуализационная семиотика основных видов дислокации головного мозга при тяжелой ЧМТ с ущемлением как поясных, так и парагиппокампальных извилин и миндалин мозжечка. Разработаны наиболее точные способы определения объема внутричерепных патологических субстратов в виде эпидуральных, субдуральных, внутримозговых гематом, ликворных гидром и очагов разможнения головного мозга с «сателлитными» гематомами и без таковых.

Уточнены клиничко-нейровизуализационные и краниологические предикторы неблагоприятного исхода тяжелой ЧМТ, а также объемы и сроки хирургического лечения последствий.

Таким образом, на основании клиничко-лучевых, клиничко-морфологических и клиничко-физиологических коррелятов разработана система существенной оптимизации лечебно-диагностического процесса, имеющая высокий информационный уровень с позиций доказательной медицины, что позволяет рекомендовать ее к широкому использованию в практическом здравоохранении.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Дальнейшее изучение проблемы заключается в последующей цифровизации вторичных изменений при тяжелой ЧМТ, включая всестороннее изучение пренумбры вокруг очага разможнения мозга и ишемических нарушений в стволе мозга при дислокационных процессах с помощью КТ-перфузии с измерением кровотока в интракраниальных отделах позвоночных и базилярной артерии с оценкой возможной затрудненной перфузии и показателей резистентности при ущемлении ствола мозга в тенториальном и большом отверстиях с помощью ультразвуковой доплерографии.

Поливалентное изучение возникающих вторичных изменений позволит успешнее разработать и внедрить фармакологическую защиту мозга в остром периоде тяжелой ЧМТ. Полученные данные цифровизации как объема травматического «масс-эффекта», так и степени дислокации головного мозга целесообразно в дальнейшем включить в программу мультипланарной реконструкции.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Потемкина, Е.Г. Возможности лучевых методов исследования в диагностике степени дислокации головного мозга / В.В. Щедренок, Е.Г. Потемкина, К.И. Себелев [и др.] // Медицина: новое в теории и клинической практике: Материалы II науч.-практ. конф. с международным участием. – Шарджа, 2012; Академический журнал Западной Сибири. – 2012. – № 1. – С. 45.
2. Потемкина, Е.Г. Диагностическая эффективность МРТ и СКТ при височно-тенториальной дислокации головного мозга у больных с тяжелой черепно-мозговой травмой / Е.Г. Потемкина, В.В. Щедренок, Н.В. Аникеев [и др.] // Медицина: достижения нового века: Материалы науч.-практ. конф. с международным участием. – Коста-Брава, Испания; Тюменский медицинский журнал. – 2012. – № 2. – С. 31-32.
3. Потемкина, Е.Г. Диагностические возможности мультиспиральной компьютерной томографии у детей в остром периоде тяжелой черепно-мозговой травмы / Е.Г. Потемкина, В.В. Щедренок, О.В. Могучая // Естественные науки: достижения нового века: Материалы науч.-практ. конф. с международным участием. – Шарджа, 2012; Академический журнал Западной Сибири. – 2012. – № 4. – С. 48-49.
4. Потемкина, Е.Г. Клинико-лучевая диагностика височно-тенториальной дислокации при тяжелой черепно-мозговой травме / В.В. Щедренок, Н.В. Аникеев, Е.Г. Потемкина [и др.] // **Политравма. – 2012. – № 3 – С. 59-63.**
5. Потемкина, Е.Г. Лучевая диагностика степени дислокации головного мозга при черепно-мозговой травме / Е.Г. Потемкина, В.В. Щедренок, К.И. Себелев [и др.] // Радиология-2012: Материалы VI Всероссийского национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов; Российский электронный журнал лучевой диагностики. – 2012. – Т. 2, № 2, прил. – С. 419-421.
6. Потемкина, Е.Г. Мультиспиральная компьютерная томография в остром периоде тяжелой черепно-мозговой травмы у детей / Е.Г. Потемкина, В.В. Щедренок, О.В. Могучая [и др.] // Многопрофильная больница: проблемы и решения: Материалы XVI Всерос. научно-практической конференции. – Ленинск-Кузнецкий, 2012. – С. 129.
7. Потемкина, Е.Г. Мультиспиральная компьютерная томография у детей с ушибами головного мозга / Е.Г. Потемкина, В.В. Щедренок, К.И. Себелев [и др.] // Человек и его здоровье: Материалы XVII Рос. нац. конгр. - СПб., 2012. – С. 90.
8. Потемкина, Е.Г. Нейровизуализация дислокации головного мозга при черепно-мозговой травме / Е.Г. Потемкина, В.В. Щедренок, К.И. Себелев и [и др.]

// Материалы сибирского международного нейрохирургического форума. – Новосибирск, 2012. – С. 4.

9. Потемкина, Е.Г. Спиральная компьютерная и магнитно-резонансная томография у детей / К.И. Себелев, И.А. Кондрашов, Е.Г. Потемкина [и др.] // Клинико-лучевая диагностика изолированной и сочетанной черепно-мозговой травмы / Под ред. проф. В.В. Щедренка. – СПб.: РНХИ им. проф. А.Л. Поленова, 2012. – С. 227-248.

10. Потемкина, Е.Г. Возможности лучевых методов исследования в определении объема оболочечных интракраниальных образований / Е.Г. Потемкина, И.Г. Захматов, В.В. Щедренко [и др.] // Давиденковские чтения: Клиническая неврология: опыт, достижения, перспективы: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. – СПб., 2013. – С. 56-57.

11. Потемкина, Е.Г. Возможности лучевых методов исследования в определении объема оболочечных внутричерепных образований: Электронный ресурс / В.В. Щедренко, Е.Г. Потемкина, И.Г. Захматов [и др.] // **Вестн. РНЦРР – 2013. – № 11. – Режим доступа: http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v13/papers/shedr1_v13.htm. – Загл. с экрана.**

12. Потемкина, Е.Г. К вопросу о вычислении объема конвекситальных интракраниальных образований при лучевой диагностике / И.Г. Захматов, Е.Г. Потемкина, В.В. Щедренко [и др.] // Лучевая диагностика и терапия в реализации национальных проектов: Материалы конгресса Российской ассоциации радиологов. – М., 2013. – С. 120-122.

13. Потемкина, Е.Г. Клинико-лучевая диагностика аксиальной дислокации при тяжелой черепно-мозговой травме / В.В. Щедренко, Е.Г. Потемкина, И.А. Симонова [и др.] // **Политравма. – 2013. – № 4. – С. 51-55.**

14. Потемкина, Е.Г. Лучевая диагностика аксиальной дислокации головного мозга при тяжелой черепно-мозговой травме / Е.Г. Потемкина, В.В. Щедренко, И.А. Симонова [и др.] // Поленовские чтения: Материалы XII Всерос. науч.-практ. конф. – СПб., 2013. – С. 47-48.

15. Потемкина, Е.Г. Лучевая диагностика очаговых и диффузных повреждений головного мозга при тяжелой черепно-мозговой травме / Е.Г. Потемкина, В.В. Щедренко, К.И. Себелев [и др.] // Материалы Невского радиологического форума-2013. – СПб., 2013. – С. 12.

16. Потемкина, Е.Г. Лучевая диагностика очаговых повреждений головного мозга у детей с черепно-мозговой травмой / Е.Г. Потемкина, В.В. Щедренко, И.А. Симонова [и др.] // Материалы IV Балтийского конгресса по детской неврологии. – СПб., 2013. – С. 147.

17. Потемкина, Е.Г. Нейровизуализация аксиальной дислокации головного мозга при тяжелой черепно-мозговой травме / Е.Г. Потемкина, В.В. Щедренок, И.А. Симонова [и др.] // Радиология-2013: Материалы VII Всерос. нац. конгресса лучевых диагностов и терапевтов; Российский электронный журнал лучевой диагностики. – 2013. – Т. 3, № 2, прил. – С. 414-415.

18. Потемкина, Е.Г. Опыт использования тактики «damage control» при черепно-мозговой травме / Н.В. Аникеев, В.В. Щедренок, Е.Г. Потемкина [и др.] // **Политравма. – 2013. – № 1. – С. 12-18.**

19. Потемкина, Е.Г. Принципы ранней хирургической реабилитации нейротравмы / В.В. Щедренок, Е.К. Гуманенко, Е.Г. Потемкина [и др.] // **Вестн. хир. им. И.И. Грекова. – 2013. – Т. 172, № 5 – С. 51-55.**

20. Потемкина, Е.Г. Протокол СКТ-исследования пострадавших с черепно-мозговой травмой / Е.Г. Потемкина, В.В. Щедренок, О.В. Могучая [и др.] // Актуальные проблемы оказания специализированной медицинской помощи в многопрофильном стационаре: Материалы ежегодной науч.-практ. конф. – СПб., 2013. – С. 104-105.

21. Потемкина, Е.Г. Сочетанная черепно-мозговая травма: классификация, клиника и диагностика / В.В. Щедренок, И.В. Яковенко, Е.Г. Потемкина [и др.]. – СПб.: СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2013. – 60 с.

22. Потемкина, Е.Г. Тактика запрограммированного многоэтапного хирургического лечения нейротравмы / В.В. Щедренок, Е.К. Гуманенко, Е.Г. Потемкина [и др.] // **Вестн. хир. им. И.И. Грекова. – 2013. – Т. 172, № 3 – С. 11-13.**

23. Потемкина, Е.Г. Способ определения степени ущемления ствола головного мозга в большом затылочном отверстии: Пат. **2508047** / В.В. Щедренок, Е.Г. Потемкина, О.В. Могучая [и др.]; опубл. **27.02.2014**; **Бюл. Изобретения. Полезные модели. -2014. - №6. – 8 с.**

24. Потемкина, Е.Г. Алгоритм компьютерно-томографического исследования дислокации головного мозга при тяжелой черепно-мозговой травме / Е.Г. Потемкина, В.В. Щедренок, О.В. Могучая [и др.] // Поленовские чтения: Материалы XIII Всерос. науч.-практ. конф. – СПб., 2014. – С. 32.

25. Потемкина, Е.Г. Анатомический интракраниальный резерв: морфометрия и значение в нейрохирургии / В.В. Щедренок, О.В. Могучая, Е.Г. Потемкина [и др.] // Вопросы травматологии и ортопедии. – 2014. – № 2 (9). – С. 7-11.

26. Потемкина, Е.Г. Значение измерения анатомического интракраниального резерва в нейрохирургии / В.В. Щедренок, О.В. Могучая, Е.Г.

Потемкина [и др.] // **Биомедицинский журнал «Medline.Ru».** – 2014. – Т. 15. – С. 485-500.

27. Потемкина, Е.Г. Значение определения интракраниального анатомического резерва при черепно-мозговой травме / Е.Г. Потемкина, В.В. Щедренок, О.В. Могучая [и др.] // **Материалы конгресса Российской ассоциации радиологов.** – М., 2014. – С. 289-291.

28. Потемкина, Е.Г. Морфометрия поперечной дислокации головного мозга / В.В. Щедренок, И.Г. Захматов, Е.Г. Потемкина [и др.] // **Биомедицинский журнал «Medline.Ru».** – 2014. – Т. 15. – С. 309-325.

29. Потемкина, Е.Г. Морфометрия продольной дислокации головного мозга / В.В. Щедренок, Е.Г. Потемкина, И.Г. Захматов [и др.] // **Биомедицинский журнал «Medline.Ru».** – 2014. – Т. 15. – С. 326-344.

30. Потемкина, Е.Г. Особенности диагностики черепно-мозговых и внечерепных повреждений при политравме / В.В. Щедренок, И.А. Симонова, Е.Г. Потемкина [и др.] // **Биомедицинский журнал «Medline.Ru».** – 2014. – Т. 15. – С. 471-484.

31. Потемкина, Е.Г. СКТ- и МРТ-морфометрия при дислокациях головного мозга / В.В. Щедренок, Е.Г. Потемкина, О.В. Могучая [и др.] // **Сочетанная черепно-мозговая травма: Материалы межрегиональной научно-практической конференции.** – Омск, 2014. – С. 52-57.

32. Потемкина, Е.Г. Способ определения объема оболочечного внутричерепного образования: Пат. **2505267** / В.В. Щедренок, И.Г. Захматов, Е.Г. Потемкина [и др.]; опубл. **27.01.2014** г.; **Бюл. Изобретения. Полезные модели.** - **2014.-№ 3.– 8 с.**

33. Потемкина, Е.Г. Способ определения степени височно-тенториального ущемления ствола головного мозга: Пат. **2503410** / В.В. Щедренок, Е.Г. Потемкина, Н.В. Аникеев [и др.]; опубл. **19.11.2012**; **Бюл. Изобретения. Полезные модели** – **2014. – № 1. – 8 с.**

34. Потемкина, Е.Г. Способ оценки внутричерепного анатомического резерва при дислокации головного мозга: Пат. **2517767** / В.В. Щедренок, О.В. Могучая, Е.Г. Потемкина [и др.]; опубл. **27.05.2014**; **Бюл. Изобретения. Полезные модели.** – **2014. – № 15. – 8 с.**

35. Потемкина, Е.Г. Способ прогнозирования восстановления функции ствола головного мозга при аксиальной дислокации: Пат. **2533026** / В.В. Щедренок, Е.Г. Потемкина, Е.Н. Жарова [и др.]; опубл. **20.11.2014**; **Бюл. Изобретения. Полезные модели.** – **2014. – № 32.– 6 с.**

36. Потемкина, Е.Г. Диагностика черепно-мозговых и внечерепных повреждений при политравме с позиций доказательной медицины / В.В. Щедренко, О.В. Могучая, Е.Г. Потемкина [и др.] // **Политравма.** – 2015. – № 1. – С. 12-18.

37. Потемкина, Е.Г. Значение анатомического интракраниального резерва при хирургическом лечении повреждений и заболеваний головного мозга / В.В. Щедренко, О.В. Могучая, Е.Г. Потемкина [и др.] // **Вестн. хир. им. И.И. Грекова.** – 2015. – Т. 174, № 2. – С. 30-32.

38. Потемкина, Е.Г. Значение измерения интракраниального анатомического резерва при лечении тяжелой черепно-мозговой травмы у детей / Е.Г. Потемкина, В.В. Щедренко, О.В. Могучая [и др.] // **Нейрохирургия и неврология детского возраста.** – 2015. – №1 (43). – С.18-25.

39. Потемкина, Е.Г. Значение индекса анатомического интракраниального резерва в хирургии повреждений и заболеваний головного мозга / В.В. Щедренко, О.В. Могучая, Е.Г. Потемкина [и др.] // **Материалы VI Всероссийского съезда нейрохирургов.** – Казань, 2015 – С. 401.

40. Потемкина, Е.Г. Значение индекса поперечной дислокации головного мозга в нейрохирургии / В.В. Щедренко, О.В. Могучая, Е.Г. Потемкина [и др.] // **Вестн. хир. им. И.И. Грекова.** – 2015. – Т. 174, № 1. – С. 34-35.

41. Потемкина, Е.Г. Значение морфометрии дислокации головного мозга в неврологии и нейрохирургии / В.В. Щедренко, О.В. Могучая, Е.Г. Потемкина [и др.] // **Материалы Невского радиологического форума-2015.** – СПб., 2015. – С. 803-805.

42. Потемкина, Е.Г. Нейровизуализационная морфометрия дислокации головного мозга в неврологии и нейрохирургии / В.В. Щедренко, О.В. Могучая, Е.Г. Потемкина [и др.] // **Радиология-2015: Материалы IX Всероссийского национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов; Российский электронный журнал лучевой диагностики.** – 2015. – Т. 5, № 2, прил. – С. 176.

43. Потемкина, Е.Г. Способ выбора тактики хирургического лечения при поперечной дислокации головного мозга: Пат. **2546106** / В.В. Щедренко, И.Г. Захматов, Е.Г. Потемкина [и др.]; опубл. **10.04.2015**; **Бюл. Изобретения. Полезные модели.** - 2015. - № 10. – 10 с.

44. Потемкина, Е.Г. Дислокация головного мозга / Ю.М. Забродская, О. Ю. Размологова, Е.Г. Потемкина [и др.] – СПб.: ГБУЗ ГПАБ, 2016. – 60 с.

45. Потемкина, Е.Г. Оптимизация лучевой диагностики дислокации головного мозга при очаговых поражениях / В.В. Щедренко, О.В. Могучая, Е.Г. Потемкина [и др.] – СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2016. – 56 с.

46. Потемкина, Е.Г. Дислокация головного мозга (клинико-морфологические аспекты) / Ю.М. Забродская, О.Ю. Размологова, Е.Г. Потемкина [и др.] – СПб.: ГБУЗ ГПАБ, 2017. – 60 с.

47. Потемкина, Е.Г. Значение определения анатомического интракраниального резерва при постпроцессорном анализе лучевого исследования у пациентов с тяжелой ЧМТ / Е.Г. Потемкина, К.И. Себелев // Поленовские чтения: Материалы XVI Всероссийской научно-практической конференции. – СПб., 2017. – С. 206-207.

48. Потемкина, Е.Г. Постпроцессорный анализ лучевого исследования при дислокации головного мозга у пациентов с тяжелой ЧМТ / Е.Г. Потемкина, К.И. Себелев // Поленовские чтения: Материалы XVI Всероссийской науч.-практ. конф. – СПб., 2017. – С. 206.

49. Potemkina, E.G. Brain dislocation morphometry at neurology and neurosurgery / V.V. Shchedrenok, O.V. Moguchaya, E.G. Potemkina [et al.] // Materials third international conference radiation applications various fields research. – Budva, 2015. – S. 72.

50. Potemkina, E.G. Brain dislocation morphometry at neurology and neurosurgery from the standpoint of evidence-based medicine / V.V. Shchedrenok, O.V. Moguchaya, E.G. Potemkina [et al.] // Global science innovation: Materials V international scientific conference. – Chicago, USA, 2015. – S. 207-212.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АИР – анатомический интракраниальный резерв

АСВП – акустические стволовые вызванные потенциалы

БО – большое отверстие (foramin magnum)

БТР – битемпоральное расстояние

ДТП – дорожно-транспортное происшествие

МРТ – магнитно-резонансная томография

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

ТО – тенториальное отверстие

ЧМТ – черепно-мозговая травма

ШИГ – шкала исходов Глазго

ШКГ – шкала комы Глазго

Ac (accuracy) – точность

ID – Index Dislocation (индекс поперечной дислокации головного мозга)

Se (sensitivity) – чувствительность

Sp (specificity) – специфичность

WHO – World Health Organization (Всемирная организация здравоохранения)