МОНИТОРИНГ ВНУТРИЧЕРЕПНОГО ДАВЛЕНИЯ У ПОСТРАДАВШИХ С ТЯЖЕЛОЙ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМОЙ

А.Э. Талыпов¹, А.А. Гринь^{1,2}, С.С. Петриков^{1,2}, В.В. Крылов^{1,2}, А.А. Солодов², А.Ю. Кордонский¹,
А.К. Шабанов¹, Т.Г. Бармина¹, Т.Р. Муллагулов¹

¹ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы»; Россия, 129090 Москва, Большая Сухаревская пл., 3;

²ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России; Россия, 127473 Москва, ул. Делегатская, 20, стр. 1

Контакты: Александр Эрнестович Талыпов dr.talypov@mail.ru

Цель исследования — оценка эффективности мониторинга внутричерепного давления (ВЧД) у пострадавших с тяжелой черепно-мозговой травмой в многопрофильном стационаре.

Материалы и методы. В ретроспективное исследование включены 2343 пациента, проходивших хирургическое лечение в Научно-исследовательском институте скорой помощи им. Н.В. Склифосовского период с 2012 по 2018 г. Исключены пострадавшие, находившиеся на момент поступления в атонической коме, умершие в течение 48 ч после госпитализации, пациенты с объемом внутричерепной гематомы >200 см³, а также старше 65 лет. Дополнительно выполнен анализ результатов консервативной терапии у 69 пострадавших с тяжелыми ушибами головного мозга. Мониторинг ВЧД проведен у 249 пациентов (22,5 % всех оперированных с показаниями к мониторингу). В модель бинарной логистической регрессии включены следующие переменные: возраст, пол, тип внутричерепного повреждения, степень угнетения сознания при поступлении. Для анализа исходов лечения рассчитывали отношение шансов (ОШ) с 95 % доверительным интервалом (ДИ) при $p < 0,05$.

Результаты. Послеоперационная летальность среди пациентов, у которых мониторинг ВЧД не проводили, составила 64,6 %, среди пациентов, у которых его проводили, — 51,2 %. Вероятность летального исхода в группе пострадавших, у которых не проводили мониторинг ВЧД, была несколько выше, чем в группе пациентов, у которых мониторинг проводили (ОШ 1,74; 95 % ДИ 1,31–2,34). Не выявлено статистически значимых различий в исходах лечения в группах пациентов, у которых выполняли и у которых не выполняли мониторинг ВЧД, при снижении уровня сознания до 4–6 баллов по шкале комы Глазго (ОШ 1,01; 95 % ДИ 0,43–2,37). Среди пострадавших со снижением уровня сознания до 7–8 баллов исходы были статистически значимо лучше у пациентов, у которых проводили мониторинг ВЧД (ОШ 1,65; 95 % ДИ 1,23–2,20). У пациентов с острыми эпидуральными гематомами статистически значимо различался срок до наступления летального исхода: при снижении уровня сознания до 7–8 баллов в группе без мониторинга он составил 15 дней, с мониторингом — 52 дня, при снижении уровня сознания до 4–6 баллов — соответственно 7 и 39 дней. Среди пострадавших с множественными гематомами, оперированных в состоянии умеренной комы, исходы хирургического лечения были несколько лучше при проведении мониторинга ВЧД (ОШ 1,82; 95 % ДИ 1,09–3,41). Статистически значимо различался срок до наступления летального исхода: в группе без мониторинга он составил 16 дней, в группе мониторинга — 29 дней. В группе пострадавших с мелкоочаговыми ушибами мозга вероятность наступления летального исхода в группе с мониторингом была на 40 % ниже, чем в группе без мониторинга (ОШ 1,43; 95 % ДИ 1,01–3,12). По нашим данным, инвазивный мониторинг ВЧД является независимым предиктором развития инфекционных осложнений в послеоперационном периоде (ОШ 1,39; 95 % ДИ 1,17–3,19). В 1-е сутки после внутричерепного кровоизлияния гипертонические растворы использовали у 35 % больных, у которых проводили мониторинг ВЧД, и у 19 % пациентов, у которых ВЧД не измеряли ($p < 0,05$).

Заключение. Проведение мониторинга ВЧД не снижает послеоперационную летальность и не улучшает исход у пострадавших с эпидуральными и субдуральными гематомами. У этих пациентов при наличии контроля ВЧД статистически значимо увеличивается срок до наступления летального исхода. Мониторинг ВЧД статистически значимо снижает послеоперационную летальность у пострадавших с травматическими внутримозговыми гематомами и ушибами головного мозга. Проведение мониторинга ВЧД эффективно при нарушениях сознания не глубже умеренной комы. Контроль ВЧД позволяет точно диагностировать внутричерепную гипертензию и проводить целенаправленную ее терапию. При отсутствии мониторинга ВЧД гипертонические растворы применяют эмпирически либо при нарастании отрицательной неврологической симптоматики.

Ключевые слова: мониторинг внутричерепного давления, черепно-мозговая травма, внутричерепная гематома, ушиб головного мозга, исходы, летальность

Для цитирования: Талыпов А.Э., Гринь А.А., Петриков С.С. и др. Мониторинг внутричерепного давления у пострадавших с тяжелой черепно-мозговой травмой. Нейрохирургия 2020;22(4):14–27.

Intracranial pressure monitoring in patients with severe head injury

A.E. Talypov¹, A.A. Grin^{1,2}, S.S. Petrikov^{1,2}, V.V. Krylov^{1,2}, A.A. Solodov², A.Yu. Kordonsky¹, A.K. Shabanov¹, T.G. Barmina¹, T.R. Mullagulov¹¹N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow Healthcare Department;

3 Bolshaya Sukharevskaya Sq., Moscow 129090, Russia;

²A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Ministry of Health of Russia;

Bld. 1, 20 Delegatskaya St., Moscow 127473, Russia

The study objective is to evaluate the effectiveness of intracranial pressure (ICP) monitoring in patients with severe head injury in a multi-specialty hospital.

Materials and methods. A retrospective study included 2343 patients who underwent surgical treatment at the N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine between 2012 and 2018. Patients admitted in atonic coma, who died in the space of 48 hours after hospitalization, with intracranial hematoma volume >200 cm³, and older than 65 years were excluded. Additionally, results of conservative therapy in 69 patients with severe cerebral contusion were included. ICP monitoring was performed in 249 patients (22.5 % of all patients who underwent surgery with indications for monitoring and no counterindications). A binary logistic regression model included age, sex, type of intracranial injury, depression of consciousness severity at admittance as variables. For treatment outcomes, odds ratio (OR) with 95 % confidence interval and $p < 0.05$ were calculated.

Results. Postoperative mortality among patients without ICP monitoring was 64.6 %, among patients with ICP monitoring – 51.2 %. Probability of death in the patient group without ICP was somewhat higher than among patients who underwent ICP (odds ratio (OR) 1.74; 95 % confidence interval (CI) 1.31–2.34). No significant differences were observed in outcomes between patients with or without ICP monitoring for level of consciousness of 4–6 points per the Glasgow Coma Scale (OR 1.01; 95 % CI 0.43–2.37). Among patients with 7–8 points per the Glasgow Coma Scale, outcomes were significantly better among patients who underwent ICP monitoring (OR 1.65; 95 % CI 1.23–2.20). In patients with acute epidural hematomas (AEH), time to death was significantly different: in patients with 7–8 points per the Glasgow Scale it was 15 days, with ICP monitoring 52 days; for patients with 4–6 points it was 7 and 39 days, respectively. Among patients with multiple hematomas who underwent surgery in moderate coma, outcomes of surgical treatment were a little better with ICP monitoring (OR 1.82; 95 % CI 1.09–3.41). Time to death was significantly different: in patients without ICP monitoring it was 16 days, in patients with ICP monitoring it was 29 days. In patients with microfocal cerebral contusions, probability of death with ICP monitoring was 40 % lower than among patients without ICP monitoring (OR 1.43; 95 % CI 1.01–3.12). Per our data, invasive ICP monitoring is an independent predictor of infectious complications in the postoperative period (OR 1.39; 95 % CI 1.17–3.19). On day 1 after intracranial hemorrhage, hyperosmotic solutions were used in 35 % of patients who underwent ICP monitoring, and in 19 % of patients without ICP measurement ($p < 0.05$).

Conclusion. ICP monitoring does not decrease postoperative mortality and does not improve outcomes in patients with epidural and subdural hematomas. In these patients, ICP control significantly increases time to death. ICP monitoring significantly decreases postoperative mortality in patients with intracranial hematomas and cerebral contusions. ICP monitoring is effective in patients with consciousness levels of moderate coma and above. ICP control allows to accurately diagnose intracranial hypertension and perform targeted therapy. In the absence of ICP monitoring, hyperosmotic solutions are used empirically or for increased negative neurological symptoms.

Key words: intracranial pressure monitoring, brain injury, intracranial hematoma, cerebral contusion, outcomes, mortality

For citation: Talypov A.E., Grin A.A., Petrikov S.S. et al. Intracranial pressure monitoring in patients with severe head injury. *Neurokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2020;22(4):14–27. (In Russ.).

ВВЕДЕНИЕ

Черепно-мозговая травма (ЧМТ) остается одной из ведущих причин смерти и инвалидизации населения. В мире в течение года тяжелую ЧМТ, приводящую к смерти или госпитализации, получают около 10 млн человек [1]. Наиболее показательны результаты национальных эпидемиологических исследований. Согласно данным М. Faul и соавт., число пострадавших с ЧМТ в США с 2002 по 2006 г. составило 1691 481 человек (576,8 случая на 100 тыс.), причем в это число не включены пациенты с ЧМТ, проходившие амбулаторное лечение. Госпитализированы с ЧМТ 275 146 человек (93,8 случая на 100 тыс.), умерли от полученных травм 51 538 пострадавших (17,6 случая на 100 тыс. в год), что составило 33 % от общего числа летальных исходов вследствие травм [2]. В Великобритании частота ЧМТ варьирует от 270 случаев на 100 тыс. человек в Англии и Уэльсе до 313 случаев в Шотландии.

По данным метаанализа результатов 28 обширных исследований, проведенных в 16 странах Европы с 1990 по 2014 г., средняя частота ЧМТ составила 262 случая на 100 тыс. человек в год. Летальность от ЧМТ в Европе снизилась с 15,4 случая на 100 тыс. в 1980–2000 гг. до 10,5 случая в настоящее время [3]. В США ЧМТ ежегодно становится причиной смерти более 53 тыс. человек (30,5 % от общего числа смертей, связанных с травмами). Расходы на лечение пострадавших с ЧМТ в США в 2010 г. составили приблизительно 76,5 млрд долларов [2]. В России в течение года проводят около 22 тыс. операций по поводу тяжелой ЧМТ. Послеоперационная летальность при тяжелой ЧМТ остается на высоком уровне и составляет 60–80 % [4].

Клинико-неврологические исходы при ЧМТ зависят от тяжести первичного повреждения мозга, а также выраженности вторичной церебральной ишемии, возникающей в ответ на гипоксемию и артериальную

гипотензию [5]. Отсроченная церебральная ишемия — наиболее важная предотвратимая причина плохих клинико-неврологических исходов у пациентов, которые пережили первоначальное церебральное повреждение. К значимым неблагоприятным факторам относят внутричерепную гипертензию, под которой понимают стойкое повышение внутричерепного давления (ВЧД) до 20 мм рт. ст. и более, продолжающееся в течение 5 мин и более [5]. Формирование отека, ишемия головного мозга, масс-эффект, вызванный внутричерепными гематомами, являются основными причинами роста ВЧД. В связи с этим большие усилия направлены на коррекцию внутричерепной гипертензии, для чего разработаны и внедрены различные рекомендательные протоколы [6–10].

Эффективное лечение невозможно без контроля ВЧД. Существующие неинвазивные способы оценки ВЧД не позволяют достаточно достоверно определить его уровень. Наиболее точным способом измерения ВЧД остается установка датчиков в полость черепа. К недостаткам метода относят высокую стоимость и инвазивность, которая повышает риск развития инфекционных и геморрагических осложнений. В международных руководствах по лечению тяжелой ЧМТ и рекомендациях Ассоциации нейрохирургов России предлагается проводить мониторинг у пострадавших со снижением уровня сознания до 8 баллов и менее по шкале комы Глазго (ШКГ) при наличии травматических изменений (внутричерепной гематомы, ушиба, отека мозга, компрессии базальных цистерн), подтвержденных при компьютерной томографии (КТ) головы. При отсутствии церебральных изменений на КТ показанием к началу мониторинга ВЧД у пациентов в коме считают возраст старше 40 лет, наличие одно- или двусторонних позитонических реакций, снижение систолического артериального давления до 90 мм рт. ст. и менее [7, 10–12].

Не решен вопрос о целесообразности мониторинга ВЧД в рутинной клинической практике. С одной стороны, известны неоспоримые клинические преимущества ВЧД-ориентированной терапии, с другой — осложнения и ограничения метода. Мониторинг ВЧД требует от стационара значительных материальных затрат. Стоимость датчика ВЧД составляет 700–2000 долларов США, что часто препятствует широкому применению метода. В разных странах и клиниках мира частота проведения мониторинга ВЧД у тех пострадавших с ЧМТ, которым показано это исследование, варьирует от 9,6 до 75,0 % [9, 13, 14]. В некоторых исследованиях не было обнаружено улучшения исходов лечения или даже выявлено увеличение летальности у пострадавших с инвазивным контролем ВЧД по сравнению с показателями пациентов, у которых не было мониторинга [15–17]. Значительное расхождение оценок эффективности методов измерения ВЧД объясняют различиями в тяжести травмы и в уровне оснащено-

сти стационаров, а также разной методологией применения [13, 16, 17].

Цель исследования — оценка эффективности мониторинга ВЧД у пострадавших с тяжелой ЧМТ в многопрофильном стационаре.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Настоящее ретроспективное клиническое исследование эффективности мониторинга ВЧД у пострадавших с ЧМТ выполнено в рамках научно-исследовательской работы Научно-исследовательского института скорой помощи им. Н.В. Склифосовского. С 2012 по 2018 г. проведено хирургическое лечение 2343 пострадавших с ЧМТ. В исследование не включали пострадавших, находившихся на момент поступления в стационар в атонической коме, умерших в течение 48 ч после госпитализации, пациентов с объемом внутричерепной гематомы >200 см³, а также старше 65 лет. Дополнительно проанализированы результаты лечения 69 пострадавших с ушибом головного мозга тяжелой степени, у которых проводили консервативную терапию. Общее число пациентов, оперированных по поводу ЧМТ, у которых были показания к проведению мониторинга ВЧД, составило 1109. Мониторинг ВЧД был проведен у 249 (22,5 %) из 1109. Внутричерепная гематома или очаг ушиба был удален у 202 пациентов. У 47 пострадавших с ушибом головного мозга установили датчик для контроля ВЧД без удаления внутричерепной гематомы. Объем геморрагической части ушиба при поступлении не превышал 12 см³. У 11 пострадавших с ушибом головного мозга сразу после установки датчика ВЧД была выявлена внутричерепная гипертензия и проведена бифронтальная декомпрессивная трепанация черепа. У 13 пациентов декомпрессивная трепанация черепа была осуществлена через несколько суток с целью коррекции рефрактерной внутричерепной гипертензии.

Средний возраст пострадавших составил 42 года, мужчин было 83,8 %, женщин — 16,2 %. У 422 (38 %) пострадавших были острые субдуральные гематомы, у 143 (13 %) — острые эпидуральные гематомы, у 288 (26 %) — множественные гематомы, у 140 (12 %) больных — травматические внутримозговые гематомы, у 116 (11 %) — мелкоочаговые ушибы.

У пациентов с травматическими внутричерепными гематомами уровень сознания при поступлении оценен в 4–8 баллов по ШКГ, у пострадавших с мелкоочаговыми ушибами головного мозга — в 4–10 баллов. Все пациенты с ЧМТ были обследованы по протоколу, принятому в клинике, который включал оценку клинического и неврологического статуса (оценка уровня сознания по шкалам, зрачковых реакций, позитонических реакций) и КТ головного мозга. КТ головы выполняли при поступлении в стационар, затем в первые 12–24 ч после операции. Последующие КТ осуществляли в зависимости от клинического состояния пациента.

У всех пострадавших с ЧМТ проводили стандартную интенсивную терапию в отделении реанимации и интенсивной терапии. Целевыми значениями ВЧД считали <20 мм рт. ст., церебрального перфузионного давления (ЦПД) – 60–70 мм рт. ст. Для профилактики повышения ВЧД приподнимали головной конец кровати на 30–40°, поддерживали в нормальных пределах основные параметры гомеостаза (температуру тела, газовый состав артериальной крови, уровень гемоглобина и основных электролитов), предупреждали повышение внутригрудного и внутрибрюшного давления при проведении респираторной и нутритивной поддержки. Мониторинг ВЧД выполняли по пошаговому алгоритму при стойком подъеме ВЧД до 20 мм рт. ст. и более. При наличии внутрижелудочкового катетера осуществляли контролируемый сброс цереброспинальной жидкости. Маннитол вводили внутривенно болюсно в дозе 0,5–1,0 г/кг. Противопоказаниями к инфузии гиперосмолярных растворов были гипернатриемия (≥ 160 ммоль/л) и повышение осмолярности плазмы (≥ 320 мосмоль/л). Пострадавшим, у которых не проводили мониторинг ВЧД, гиперосмолярные растворы назначали при ухудшении неврологического статуса, появлении очаговой симптоматики. Старались поддерживать умеренную гипокapнию при осуществлении искусственной вентиляции легких (парциальное давление углекислого газа в артериальной крови в пределах 30–35 мм рт. ст.). При неэффективности консервативных методов коррекции внутричерепной гипертензии использовали глубокую медикаментозную седацию («барбитуровую кому») и умеренную гипотермию (32–35 °C). Рефрактерной внутричерепной гипертензией считали повышение ВЧД до 30 мм рт. ст. и более в течение 15 мин и более, несмотря на проводимую терапию. При развитии рефрактерной внутричерепной гипертензии выполняли декомпрессивную краниотомию. В группе пациентов, у которых ВЧД не измеряли, интенсивную терапию осуществляли с ориентацией на клиничко-неврологические показатели.

Полученные данные заносили в электронную базу. В качестве переменных использовали демографические данные, механизм травмы, степень бодрствования, данные КТ (вид, объем повреждения, величина аксиальной и латеральной дислокации), степень тяжести сочетанной травмы, вид операции. Учитывали длительность мониторинга ВЧД и искусственной вентиляции легких, развившиеся осложнения, функциональный исход лечения.

Статистический анализ. Исследуемая когорта была стратифицирована в зависимости от проведения мониторинга ВЧД. Переменными, включенными в модель бинарной логистической регрессии, были возраст, пол, тип внутричерепного повреждения, степень угнетения сознания при поступлении. Эти переменные были выбраны как наиболее значимые факторы, влияющие на исход у пострадавших с тяжелой ЧМТ. Категориальные переменные представлены в абсолютных

и относительных значениях (в процентах). Демографические и клинические данные в группах сравнивали путем однофакторного анализа. Для непрерывных переменных описывали медиану и межквартильный размах. Одномерный анализ проводили при сравнении значений между группами. Критерий Манна–Уитни применяли для сравнения медиан непрерывных переменных, точный критерий Фишера, критерий χ^2 Пирсона – для сравнения значений категориальных переменных. При статистической значимости различий $p < 0,02$ переменную включали в пошаговый анализ в рамках многофакторного логистического регрессионного анализа. Для исходов лечения рассчитывали отношение шансов (ОШ) с 95 % доверительным интервалом (ДИ) при значении $p < 0,05$. Весь статистический анализ проводили с использованием программ Statistica 10.0 (StatSoft Inc.) и Excel (Microsoft).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Не выявлено различий в половозрастных характеристиках между группами пациентов, у которых проводили и не проводили мониторинг ВЧД. В группе мониторинга ВЧД было статистически значимо меньше пациентов с ишемической болезнью сердца и гипертонической болезнью в анамнезе.

Несколько больше была доля пациентов, у которых был неизвестен механизм травмы, в группе без мониторинга ВЧД (31 % против 21 %) ($p < 0,05$). Чаше проводили мониторинг ВЧД у пациентов с мелкоочаговыми ушибами головного мозга (25,7 % против 6,3 %) и значительно реже – у пациентов с эпидуральными гематомами (8 % против 14,3 %) ($p < 0,05$). В группе без мониторинга ВЧД была выше частота артериальной гипотензии (23,8 % против 17,2 %) ($p < 0,05$) (табл. 1). Не было различий между группами в частоте травматических субарахноидальных кровоизлияний и внутрижелудочковых кровоизлияний.

Послеоперационная летальность среди оперированных в целом составила 61,4 % (умер 651 из 1059). Исход лечения был хорошим у 160 (15,1 %) пациентов (рис. 1). Из 69 пострадавших с ушибом мозга, у которых проводили консервативную терапию, умерло 39 (летальность составила 56 %).

В группе пострадавших, у которых мониторинг ВЧД не проводили, послеоперационная летальность составила 64,6 %, вегетативное состояние развилось у 3,2 % пациентов. Таким образом, исход лечения был неудовлетворительным (вегетативное состояние или смерть) у 67,8 % больных. Хороший исход зарегистрирован у 14,3 % пострадавших. В группе пациентов, у которых проводили мониторинг ВЧД, послеоперационная летальность составила 51,2 %, вегетативное состояние развилось у 4,8 %, исход был неудовлетворительным у 56 %. Хороший исход хирургического лечения наблюдался у 17,6 % пациентов. Достоверно

Таблица 1. Демографические и клинические характеристики пациентов с черепно-мозговыми травмами ($n = 1109$)Table 1. Demographic and clinical characteristics of the patients with brain injuries ($n = 1109$)

Характеристика Characteristics	Пациенты, у которых не проводили мониторинг ВЧД ($n = 860$) Patients without ICP monitoring ($n = 860$)	Пациенты, у которых проводили мониторинг ВЧД ($n = 249$) Patients with ICP monitoring ($n = 249$)	p
Уровень сознания, Ме [Q25, Q75], баллы по шкале комы Глазго Consciousness level, Me [Q25, Q75], points per the Glasgow Coma Scale	6 [8; 5]	7 [8; 6]	<0,05*
Число пациентов, абс.: Number of patients, abs.: с нарушением фотореакций with abnormal photoreactions с отсутствием нарушения фотореакций without abnormal photoreactions	215 645	60 189	<0,05**
Число пациентов, абс.: Number of patients, abs.: с артериальной гипотензией with arterial hypotension без артериальной гипотензии without arterial hypotension	204 656	43 206	<0,05**
Вентрикулокраниальный коэффициент 2, Ме [Q25, Q75] Ventriculo-brain ratio 2, Me [Q25, Q75]	9,2 [8; 11]	9,8 [8; 11]	>0,05
Возраст, Ме [Q25, Q75], лет Age, Me [Q25, Q75], years	40 [30; 51]	39 [28; 51]	>0,05
Число мужчин, абс. (%) Number of males, abs. (%)	719 (83,6)	206 (82,7)	>0,05
Число пациентов с сопутствующими заболеваниями, абс. (%): Number of patients with concomitant disorders, abs. (%): ишемическая болезнь сердца ischemic heart disease артериальная гипертензия arterial hypertension	68 (7,9) 136 (15,8)	10 (4,0) 21 (8,5)	<0,05 <0,05
Доля травм, %, в зависимости от механизма: Percentage of injuries by the cause:			
падение с высоты роста fall from the patient's height	11	15	>0,05
автоавария automobile accident	24	21	>0,05
удар по голове (нападение) criminal act	15	19	>0,05
неизвестна unknown	31	21	<0,05
падение с высоты fall from a height	16	15	>0,05
Число пациентов с внутричерепными повреждениями (по данным компьютерной томографии), абс. (%), в зависимости от вида: Number of intracranial injuries (per computed tomography), abs. (%), depending on type:			
острые субдуральные гематомы acute subdural hematomas	345 (40,2)	77 (30,9)	>0,05
острые эпидуральные гематомы acute epidural hematomas	123 (14,3)	20 (8,2)	<0,05
внутричерепные гематомы intracranial hematomas	107 (12,4)	30 (12,0)	>0,05
множественные гематомы multiple hematomas	230 (26,8)	58 (23,2)	>0,05
мелкоочаговые ушибы microfocal contusions	52 (6,3)	64 (25,7)	<0,05

*U-критерий Манна–Уитни. ** Точный критерий Фишера и критерий χ^2 с поправкой Йетса.*Mann–Whitney U-test. ** Fisher's exact test and χ^2 test with Yates correction.

Примечание. ВЧД — внутричерепное давление.

Note. ICP — intracranial pressure.

чаще у пострадавших, у которых проводили мониторинг ВЧД, исходом лечения являлась глубокая инвалидизация (3 балла по шкале исходов Глазго) (ОШ 1,62; 95 % ДИ 1,18–2,11) (см. рис. 1).

Вероятность наступления летального исхода в группе пострадавших, у которых не проводили мониторинг ВЧД, была несколько выше, чем в группе пациентов, у которых мониторинг проводили (ОШ 1,74; 95 % ДИ 1,31–2,34). В начале исследования мы предполагали, что выявим статистически значимые различия в исходах между группами, в которых проводили или не проводили мониторинг ВЧД, в зависимости от вида повреждения и степени нарушения сознания перед операцией. Значительная численность пострадавших, у которых проводили мониторинг ВЧД, позволила выделить группы сравнения функциональных исходов в зависимости от вида повреждения, степени нарушения сознания. Не было выявлено статистически значимых различий в исходах лечения между группами пациентов, у которых проводили и не проводили мониторинг ВЧД, при уровне сознания до 4–6 баллов по ШКГ (ОШ 1,01; 95 % ДИ 0,43–2,37).

Среди пострадавших со снижением уровня сознания до 7–8 баллов исходы были статистически значимо лучше у пациентов, у которых проводили мониторинг ВЧД (ОШ 1,65; 95 % ДИ 1,23–2,20). Срок нахождения в стационаре статистически значимо не различался в зависимости от факта проведения

мониторинга ВЧД ни в общей выборке пациентов, ни в группах пациентов, оперированных в глубокой или умеренной коме (43–48 и 45–52 дня соответственно). Статистически значимые различия были обнаружены в длительности периода до летального исхода. Среди пострадавших со снижением уровня сознания до 4–6 баллов по ШКГ, у которых не проводили мониторинг ВЧД, срок до наступления летального исхода составил в среднем 15 дней, у пациентов, у которых проводили мониторинг ВЧД, — 34 дня, среди пострадавших со снижением уровня сознания до 7–8 баллов он составил соответственно 22 и 34 дня (рис. 2).

Мы не выявили статистически значимых различий в исходах хирургического лечения у пациентов с острыми эпидуральными гематомами и снижением уровня сознания до 7–8 баллов по ШКГ (у пациентов с острыми эпидуральными гематомами в глубокой коме мониторинг ВЧД не осуществляли) при проведении мониторинга ВЧД и без такового (ОШ 1,58; 95 % ДИ 0,88–2,83) (рис. 3). Статистически значимо различался срок до наступления летального исхода: в группе без мониторинга он составил 15 дней, в группе мониторинга — 52 дня.

Среди пострадавших с острыми субдуральными гематомами при снижении уровня сознания до 4–6 баллов функциональный исход хирургического лечения у пациентов, у которых проводили мониторинг ВЧД, был немного лучше (ОШ 2,59; 95 % ДИ 1,01–6,13). Заметно различалась длительность периода до летального исхода — в среднем 7 дней в группе без мониторинга ВЧД и 39 дней в группе мониторинга. У пациентов

Рис. 1. Исходы хирургического лечения (по шкале исходов Глазго) пациентов с черепно-мозговыми травмами в зависимости от проведения мониторинга внутричерепного давления. *Различия между группами статистически значимы

Fig. 1. Surgical treatment outcomes (per the Glasgow Outcome Score) in patients with head injuries depending on intracranial pressure monitoring. *Significant differences between the groups

Рис. 2. Оценка исходов лечения (по шкале исходов Глазго) пострадавших с черепно-мозговыми травмами в зависимости от уровня сознания (по шкале комы Глазго) (n = 1109)

Fig. 2. Treatment outcomes (per the Glasgow Outcome Score) in patients with head injuries depending on the consciousness level (per the Glasgow Coma Scale) (n = 1109)

Рис. 3. Итоги хирургического лечения (по шкале исходов Глазго) у пострадавших с черепно-мозговыми травмами в зависимости от вида гематомы и проведения мониторинга внутричерепного давления

Fig. 3. Surgical treatment outcomes (per the Glasgow Outcome Score) in patients with head injuries depending on hematoma type and intracranial pressure monitoring

с острыми субдуральными гематомами при снижении уровня сознания до умеренной комы статистически значимых различий в исходах лечения не выявлено (ОШ 1,14; 95 % ДИ 0,57–2,27). Средний срок до летального исхода составил 11 и 25 дней соответственно.

У пострадавших с множественными гематомами и снижением уровня сознания до 4–6 баллов не выявлено статистически значимых различий в зависимости от проведения мониторинга ВЧД (ОШ 0,91; 95 % ДИ 0,41–2,12). Также не обнаружено различий в длительности периода до летального исхода – 11 и 14 дней. Среди пострадавших с множественными гематомами, оперированных в умеренной коме, исходы хирургического лечения были несколько лучше у больных, у которых проводили мониторинг ВЧД (ОШ 1,82; 95 % ДИ 1,09–3,41). Также статистически значимо различались сроки до наступления летального исхода. У пострадавших, у которых не проводили мониторинг ВЧД, он составил 16 дней, в группе мониторинга – 29 дней.

Среди пострадавших с травматическими внутримозговыми гематомами и очагами ушиба-размозжения исходы хирургического лечения были статистически значимо лучше у оперированных в умеренной коме (мониторинг ВЧД у пациентов с множественными гематомами в глубокой коме не проводили) (ОШ 2,84; 95 % ДИ 1,27–6,31). Срок до наступления летального исхода составил 12 дней в группе без мониторинга ВЧД и 19 дней в группе мониторинга (рис. 4).

В группе пострадавших с мелкоочаговыми ушибами мозга сравнивали показатели пациентов, у которых проводили консервативную терапию без мониторинга ВЧД, и показатели пациентов, у которых осуществляли мониторинг ВЧД. При снижении уровня сознания

Рис. 4. Длительность пребывания в стационаре выживших пострадавших с черепно-мозговыми травмами в зависимости от вида повреждения: ОЭГ – пациенты с острыми эпидуральными гематомами; ОСДГ – пациенты с острыми субдуральными гематомами; МГ – пациенты с множественными гематомами; ВМГ – пациенты с внутримозговыми гематомами; УМ – пациенты с ушибами мозга

Fig. 4. Duration of inpatient stay for survived patients with head injuries depending on the type of damage: AEH – patients with acute epidural hematomas; ASH – patients with acute subdural hematomas; MH – patients with multiple hematomas; ICH – patients with intracranial hematomas; CC – patients with cerebral contusion

до 4–6 баллов по ШКГ статистически значимых различий в вероятности наступления летального исхода не было (ОШ 1,048; 95 % ДИ 0,87–1,91). При снижении уровня сознания до 7–8 баллов исходы лечения были статистически значимо лучше при проведении

мониторинга (ОШ 2,78; 95 % ДИ 1,24–5,87). При снижении уровня сознания до 9–10 баллов по ШКГ (сопор) вероятность наступления летального исхода при проведении мониторинга ВЧД была на 40 % меньше, чем в группе без мониторинга (ОШ 1,43; 95 % ДИ 1,01–3,12) (рис. 5).

Рис. 5. Срок наступления летального исхода (с момента поступления) у пострадавших с черепно-мозговыми травмами в зависимости от вида повреждения: ОЭГ – пациенты с острыми эпидуральными гематомами; ОСДГ – пациенты с острыми субдуральными гематомами; МГ – пациенты с множественными гематомами; ВМГ – пациенты с внутри-мозговыми гематомами; УМ – пациенты с ушибами мозга

Fig. 5. Time to death in patients with head injuries depending on the type of damage: AEH – patients with acute epidural hematomas; ASH – patients with acute subdural hematomas; MH – patients with multiple hematomas; ICH – patients with intracranial hematomas; CC – patients with cerebral contusion

При анализе причин летального исхода были выявлены различия среди пострадавших с тяжелой ЧМТ. Пациенты, у которых не проводили мониторинг ВЧД, наиболее часто умирали вследствие развития отека, дислокации головного мозга (рис. 6). В группе пациентов, у которых проводили мониторинг ВЧД, наряду с отеком и дислокацией мозга одной из ведущих причин смерти была пневмония. По нашим данным, инвазивный мониторинг ВЧД является независимым предиктором развития инфекционных осложнений в послеоперационном периоде (ОШ 1,39; 95 % ДИ 1,17–3,19).

Причиной отека и дислокации головного мозга является первичное и вторичное повреждение головного мозга. Для предупреждения формирования вторичной ишемии головного мозга, кроме контроля ВЧД, важно поддерживать адекватное ЦПД. Эффективность мониторинга ВЧД по улучшению исходов травмы зависит от возможности достижения целевых показателей, в частности необходимого ЦПД, при проведении интенсивной терапии. Мы провели анализ показателей многокомпонентного нейромониторинга в 1–2-е сутки после ЧМТ у выживших и погибших пациентов. Определяли ВЧД и ЦПД, парциальное давление кислорода (PaO_2), углекислого газа (PaCO_2), концентрацию глюкозы в артериальной крови, отношение PaO_2 к фракции кислорода в дыхательной смеси ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$), биохимический состав интерстициальной жидкости вещества мозга методом тканевого микродиализа (концентрацию глюкозы, отношение лактат/пируват). Парциальное давление кислорода в веществе мозга (PbrO_2) оценивали у 4 пострадавших.

Статистически значимо не различались у выживших и умерших пациентов следующие показатели: ВЧД – $14,5 \pm 3,9$ ($n = 49$) и $16,5 \pm 8$ ($n = 31$) мм рт. ст.,

Рис. 6. Причины летальных исходов у пострадавших, оперированных по поводу черепно-мозговой травмы ($n = 1109$)

Fig. 6. Causes of death in patients who underwent surgery for head injury ($n = 1109$)

Таблица 2. Параметры многокомпонентного нейромониторинга в 1–2-е сутки после черепно-мозговой травмы у выживших и умерших пациентов
Table 2. Parameters of multicomponent neuromonitoring on days 1–2 after head injury in patients who survived and died

Параметр Parameter	Целевые значения Target values	У выживших In patients who survived	У умерших In patients who died	p
Внутричерепное давление, мм рт. ст. Intracranial pressure, mmHg	3–15	14,5 ± 3,9 (n = 49)	16,5 ± 8 (n = 31)	>0,05
Церебральное перфузионное давление, мм рт. ст. Cerebral perfusion pressure, mmHg	60–70	73,5 ± 10 (n = 31)	87 ± 15 (n = 49)	<0,05
Парциальное давление углекислого газа в артериальной крови (PaCO ₂), мм рт. ст. Carbon dioxide partial pressure in arterial blood (PaCO ₂), mmHg	33–40	32,5 ± 4,9 (n = 44)	34,1 ± 4,9 (n = 31)	>0,05
Респираторный индекс (PaO ₂ /FiO ₂)* Respiratory index (PaO ₂ /FiO ₂)*	>300	337 ± 47 (n = 31)	412 ± 75 (n = 44)	<0,05
Парциальное давление кислорода в веществе мозга, мм рт. ст. Brain tissue oxygen partial pressure (PbrO ₂), mmHg	>15	33,8 [26,6; 49,8] (n = 44)	42,8 [34,5; 51,5] (n = 19)	>0,05
Концентрация глюкозы в артериальной крови, ммоль/л Glucose level in arterial blood, mmol/l	5–10	6,4 [5,1; 8,1] (n = 32)	7,5 [6,25; 8,20] (n = 31)	>0,05
Концентрация глюкозы в интерстициальной жидкости вещества мозга, ммоль/л Glucose level in cerebral interstitial fluid, mmol/l	1,7 ± 0,9	1,8 [1,28; 2,22] (n = 36)	1,45 [0,83; 1,90] (n = 28)	>0,05
Отношение лактат/пируват Lactate/pyruvate ratio	23 ± 4	33 [17,95; 40,55] (n = 31)	19 [15,5; 24,9] (n = 31)	<0,05

*Отношение парциального давления кислорода в артериальной крови к концентрации кислорода в дыхательной смеси.

*Ratio between partial oxygen pressure in arterial blood and oxygen level in the respiratory mixture.

PaCO₂ – 32,5 ± 4,9 (n = 44) и 34,1 ± 4,9 (n = 31) мм рт. ст., PbrO₂ – 33,8 [26,6; 49,8] (n = 44) и 42,8 [34,5; 51,5] (n = 19) мм рт. ст., уровень глюкозы в артериальной крови – 6,4 [5,10; 8,10] (n = 32) и 7,5 [6,25; 8,20] (n = 31) ммоль/л и в интерстициальной жидкости – 1,8 [1,28; 2,22] (n = 36) и 1,45 [0,83; 1,90] (n = 28) ммоль/л соответственно (табл. 3). У погибших пациентов в 1–2-е сутки после ЧМТ отмечены более низкие, чем у выживших, значения ЦПД (74 ± 10 (n = 31) и 87 ± 15 (n = 49) (p < 0,05) мм рт. ст. соответственно), отношения PaO₂/FiO₂ (337 ± 47 (n = 31) и 412 ± 75 (n = 44) (p < 0,05) соответственно) и более высокое отношение лактат/пируват в интерстициальной жидкости мозга (33 [17,95; 40,55] (n = 31) и 19 [15,5; 24,9] (n = 31) (p < 0,05) ммоль/л соответственно).

Наличие мониторинга ВЧД оказывало влияние на чувствительность диагностики внутричерепной гипертензии и ее сроки выявления. Показателем, косвенно отражающим частоту зарегистрированных эпизодов повышения ВЧД, может быть частота использования гипертонических растворов. У пациентов, у которых проводили мониторинг ВЧД, гипертонические растворы применяли значительно чаще, чем у больных, у которых ВЧД не измеряли (табл. 3). В первые сутки после внутричерепного кровоизлияния гипертонические растворы использовали у 35 % больных, у которых мониторировали ВЧД, и у 19 % пациентов, у которых ВЧД не измеряли (p < 0,05 по сравнению

с группой контроля ВЧД). Данная тенденция сохранялась на протяжении всего острого периода внутричерепных кровоизлияний (см. табл. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ

Мониторинг ВЧД – один из основополагающих методов многокомпонентного нейромониторинга у пострадавших с тяжелой ЧМТ. Возможность ранней диагностики и коррекции внутричерепной гипертензии позволяет поддерживать адекватный уровень ЦПД, что улучшает функциональные исходы у пострадавших с тяжелой ЧМТ. Данная концепция нашла отражение в международных рекомендациях (Brain Trauma Foundation), которые предписывают проводить мониторинг ВЧД у пациентов в коме с изменениями на КТ головного мозга, а также поддерживать ВЧД на уровне <22 мм рт. ст. (<20 мм рт. ст. в рекомендациях 2007 г.) [12]. Но на протяжении всего времени использования мониторинга ВЧД в клинической практике периодически оспаривалась необходимость инвазивного измерения ВЧД в связи с высокой стоимостью, повышенным риском инфекционных осложнений и отсутствием влияния на летальность. Несмотря на теоретические преимущества контроля ВЧД и принятые международные и национальные рекомендации, частота использования мониторинга в различных клиниках мира варьирует от 9,6 до 75 %

Таблица 3. Частота использования гиперосмолярных растворов у обследованных

Table 3. Frequency of hyperosmotic solution use in the studied patients

Группа пациентов Patient group		Значения показателей после угнетения сознания до 10 баллов и менее по шкале комы Глазго Values for the day after level of consciousness below 10 points per the Glasgow Coma Scale						
		1-е сутки 1 st day	2-е сутки 2 nd day	3-и сутки 3 rd day	4-е сутки 4 th day	5-е сутки 5 th day	6-е сутки 6 th day	7-е сутки 7 th day
Группа мониторинга внутричерепного давления Cerebral perfusion pressure monitoring group	Число обследованных больных, абс. Number of studied patients, abs.	72	72	72	66	63	59	54
	Число пациентов, у которых применяли гиперосмолярные растворы, абс. (%) Number of patients for whom hyperosmotic solutions were used, abs. (%)	25 (35)	25 (35)	23 (32)	15 (23)	18 (29)	11 (19)	8 (15)
Группа без мониторинга внутричерепного давления Group without cerebral perfusion pressure monitoring	Число обследованных больных, абс. Number of studied patients, abs.	33	33	30	27	24	24	23
	Число пациентов, у которых применяли гиперосмолярные растворы, абс. (%) Number of patients for whom hyperosmotic solutions were used, abs. (%)	6 (19)*	2 (6)*	1 (3)*	2 (7)	2 (8)*	1 (4)	0 (0)

* $p < 0,05$ по сравнению с больными, у которых измеряли внутричерепное давление.* $p < 0.05$ compared to patients with cerebral perfusion pressure monitoring.

(среди пострадавших, имеющих показания к измерению ВЧД) [13, 18]. Большой разброс в частоте применения мониторинга может быть обусловлен сознательным отказом специалистов или отсутствием возможности проведения. А. Aiolfi и соавт. при анализе результатов лечения более 14 тыс. пострадавших с ЧМТ, которым согласно рекомендациям Brain Trauma Foundation было показано измерение ВЧД, установили, что этот метод применялся только у 11,5 % больных. Доля пострадавших, у которых проводили мониторинг, возрастала соответственно повышению степени тяжести ЧМТ. У пострадавших с тяжестью травмы 3 балла по AIS (Abbreviated Injury Scale, сокращенная шкала оценки повреждений) мониторинг ВЧД проводили в 3 % случаев, при оценке 4 балла по AIS – в 9,9 %, при оценке 5 баллов по AIS – в 14,4 %. Авторы пришли к выводу, что осознанное нежелание врачей следовать международным рекомендациям может быть объяснено тем, что нейрохирурги оценивают риск осложнений мониторинга как высокий, превышающий пользу от него, что особенно актуально у пациентов с умеренной тяжестью травмы [12]. С другой стороны, врачи могут считать бесполезным проведение мониторинга у пострадавших с крайне тяжелой травмой. Наиболее вероятно, что, несмотря на международные и национальные рекомендации, специалисты не убеждены в клинической эффективности рутинного контроля ВЧД при помощи инвазивных датчиков.

В России низкая частота мониторинга ВЧД у пострадавших с ЧМТ преимущественно связана с административными проблемами и недостаточной осведомленностью врачей о возможностях метода. В нашем исследовании мониторинг ВЧД был проведен у 1/4 пострадавших с ЧМТ, которым он был необходим, что можно рассматривать как хороший результат с позиций лучших европейских и американских клиник. Высокая частота применения контроля ВЧД обусловлена традициями отделения по использованию многокомпонентного нейромониторинга в лечении пациентов, находящихся в критическом состоянии, а также тем, что администрация Научно-исследовательского института скорой помощи им. Н.В. Склифосовского располагает возможностью внедрять в клинику современные методы интенсивной терапии.

Результатам применения мониторинга ВЧД посвящено несколько крупных исследований и метаанализов. В ряде ретроспективных и проспективных исследований авторы выявили улучшение результатов лечения пострадавших с ЧМТ при мониторинге ВЧД [13]. Анализ большого количества случаев ЧМТ из канадского реестра травм также свидетельствует о меньшей летальности при применении мониторинга ВЧД [19]. В проспективном исследовании, посвященном анализу результатов лечения 166 пожилых пациентов с тяжелой ЧМТ, продемонстрировано снижение госпитальной летальности и улучшение функциональных исходов при 6-месячном катамнезе [20]. В многоцентровом исследовании

при анализе результатов лечения 844 пострадавших с тяжелой ЧМТ установлено, что при применении мониторинга ВЧД летальность снижалась на 8,3 % [21]. Метаанализ, проведенный в 2010 г., позволил установить снижение послеоперационной летальности на 12 % и улучшение функциональных исходов лечения при применении мониторинга ВЧД [22]. Исследование, проведенное в Научно-исследовательском институте скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, продемонстрировало, что проведение мониторинга ВЧД и ВЧД-ориентированной терапии, направленной на поддержание ВЧД в пределах 20 мм рт. ст., у пациентов с внутричерепными кровоизлияниями со снижением уровня сознания до 9 баллов и менее по ШКГ сопровождается повышением выживаемости и улучшением неврологических исходов заболевания.

Однако опыт применения мониторинга ВЧД в течение нескольких десятилетий заставил ряд авторов усомниться в его эффективности. Несколько авторов сообщили о неэффективности его применения и даже об ухудшении исходов лечения при мониторинге ВЧД. Осторожные сомнения были высказаны даже в 4-м издании международных рекомендаций Brain Trauma Foundation. O.L. Csernig и соавт. [17], S. Shafi и соавт. [16] при анализе результатов применения мониторинга ВЧД в течение 8 лет в соответствии со стандартами не выявили улучшения клинико-неврологических исходов и предостерегли от широкого использования мониторинга как эталона качественного лечения. S. Haddad и соавт. при ретроспективном анализе данных 477 пациентов с тяжелой ЧМТ пришел к выводу, что применение мониторинга ВЧД не снизило летальность, но значительно увеличило длительность искусственной вентиляции легких и срок пребывания пострадавших в стационаре [23].

Наиболее крупное проспективное рандомизированное контролируемое исследование, проведенное в Боливии и Эквадоре с участием европейских и американских исследователей, не обнаружило преимуществ лечения, основанного на мониторинге ВЧД и поддержании ВЧД на уровне <20 мм рт. ст., по сравнению с терапией, основанной на клинических данных и результатах нейровизуализации. В свою очередь, итоги этой работы были подвергнуты сомнению вследствие несопоставимости уровня здравоохранения в латиноамериканских странах и в Европе и США. Однако проспективное исследование, выполненное позже в 14 травматологических центрах Калифорнии, также не выявило взаимосвязи между применением мониторинга ВЧД при лечении больных с ЧМТ и летальностью [16]. Доля пострадавших, у которых проводили мониторинг ВЧД, составила 9,6–65,2 %.

Похожие результаты были получены в работе A. Aiolfi и соавт. Они не обнаружили взаимосвязи между улучшением функциональных исходов и проведением мониторинга ВЧД в группах пострадавших

с повреждениями, оцененными в 3, 4 и 5 баллов по AIS. При оценке по AIS 4 балла летальность при проведении мониторинга ВЧД была более высокой, чем без измерения ВЧД. Авторы пришли к выводу, что мониторинг ВЧД является независимым фактором риска системных и инфекционных осложнений [12].

Недостаток большинства исследований заключается в значительной разнородности групп больных по тяжести состояния, видам внутричерепных гематом, возрасту и другим факторам, значимо влияющим на исход травмы. В нашей работе мы старались создать максимально однородные группы по основным критериям.

Наиболее близким по дизайну к нашему исследованию является работа R. Ahl и соавт. из шведской университетской клиники Orebro [24]. Авторы включили в анализ данные 3289 пострадавших с ЧМТ, которые соответствовали критериям проведения мониторинга ВЧД согласно международным рекомендациям. Контроль ВЧД осуществляли у 601 (18,3 %) пострадавшего. Пациенты, у которых применяли мониторинг, были моложе, имели более тяжелые внутричерепные повреждения (5 баллов по AIS в 42,6 % против 25,3 %, $p < 0,001$), у них чаще развивался респираторный дистресс-синдром и пневмония (4,3 % против 2,3 %, $p = 0,015$), сепсис (3,0 % против 1,3 %, $p = 0,006$). Также в этой группе чаще проводили повторные операции (2,2 % против 1,1 %, $p = 0,048$), пациенты дольше находились в отделении реанимации (12, 6 и 18 дней против 5, 3 и 10 дней, $p < 0,001$). Госпитальная летальность была выше, чем среди пострадавших, у которых ВЧД не измеряли (27,5 % против 21,9 %, $p = 0,004$). Нескорректированный риск летального исхода был на 30 % выше в группе пациентов с мониторингом ВЧД (ОШ 1,3; 95 % ДИ 1,1–1,6, $p = 0,004$). Вероятность летального исхода у пациентов, у которых проводили мониторинг ВЧД, оказалась на 60 % выше, чем в группе без мониторинга (ОШ 1,6; 95 % ДИ 1,1–2,5, $p = 0,038$). На основании полученных результатов авторы пришли к выводу, что инвазивный мониторинг ВЧД не снижал летальность и был независимым фактором риска развития системных и инфекционных осложнений, формирования худших функциональных исходов лечения. Однако сами исследователи отметили недостатки выполненной работы и необходимость проведения хорошо спланированного рандомизированного проспективного исследования.

В 2015 г. был представлен крупный метаанализ, в котором авторы на основании данных 14 исследований предприняли попытку определить эффективность мониторинга ВЧД. В работу были включены результаты лечения 24 792 пострадавших с ЧМТ. При совокупном анализе данных не было выявлено доказательств того, что мониторинг ВЧД снижает риск смерти (совокупное ОШ 0,93; 95 % ДИ 0,77–1,11, $p = 0,40$). В 7 исследованиях с участием 12 944 пациентов,

опубликованных с января 2012 г. по октябрь 2013 г., указано, что мониторинг ВЧД был связан с более значительным снижением смертности, чем отсутствие контроля ВЧД (совокупное ОШ 0,56; 95 % ДИ 0,41–0,78, $p = 0,0006$) [25].

Улучшение результатов лечения пострадавших с ЧМТ в последние годы во многом обусловлено совершенствованием подходов к интенсивной терапии. Сам по себе нейромониторинг не оказывает прямого влияния на состояние пациента. Важно применить методы лечения своевременно и целенаправленно. Примером синергизма является ВЧД-ориентированная терапия, при которой показания к использованию методов коррекции повышенного ВЧД и эффективность применяемых методов определяют на основании результатов мониторинга ВЧД. Внедрение в клиническую практику рекомендательного пошагового алгоритма устранения внутричерепной гипертензии положительно отразилось на эффективности мониторинга ВЧД [7]. Подтверждение этой гипотезы было отражено в метаанализе 2016 г., который объединил 18 исследований с участием 25 229 пострадавших с тяжелой ЧМТ [26]. Продemonстрировано отсутствие значительного снижения летальности в группе мониторинга ВЧД среди больных, госпитализированных до 2007 г. Показатели общей и госпитальной 2-недельной и 6-месячной летальности были снижены в группе пострадавших, у которых проводили мониторинг ВЧД и которые получали медицинскую помощь после 2007 г. Авторы связали улучшение результатов лечения больных, у которых проводили мониторинг ВЧД, с публикацией и внедрением в клиническую практику 3-го издания Руководства по ведению тяжелой черепно-мозговой травмы, которое включало разделы «Показания к мониторингу внутричерепного давления» и «Методы коррекции внутричерепной гипертензии» [7].

Мы провели анализ более чем 15-летнего опыта применения мониторинга ВЧД в Научно-исследовательском институте скорой помощи им. Н.В. Склифосовского и попытались выявить группы пострадавших, при лечении которых применение мониторинга ВЧД может быть наиболее эффективно. Для решения этой задачи сравнивали группы пациентов с различными видами внутричерепных гематом, однородные по ос-

новным факторам, которые определяют исход лечения. Наиболее эффективным мониторинг ВЧД был у пациентов с parenхиматозными повреждениями, т.е. в тех ситуациях, когда существует риск увеличения объема кровоизлияния, нарастания отека мозга. Исходы лечения были лучше у пострадавших с нарушением сознания не глубже умеренной комы. Большое значение имеет своевременность и качество терапии, направленной на коррекцию ВЧД. Для повышения эффективности мониторинга ВЧД у пострадавших с тяжелой ЧМТ необходимо использовать современный рекомендательный алгоритм устранения внутричерепной гипертензии. Инвазивный контроль ВЧД позволяет осуществлять своевременную коррекцию повышенного ВЧД, что было выявлено при анализе частоты использования гипертонических растворов у пациентов с мониторингом и без него. Мы определили, что одним из важных факторов риска неблагоприятного исхода травмы является снижение ЦПД, а также, как следствие, нарушение метаболизма головного мозга на фоне гипоперфузии. Таким образом, применение ВЧД- и ЦПД-ориентированной терапии на основании мониторинга ВЧД может улучшить результаты лечения пострадавших с тяжелой ЧМТ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведение мониторинга ВЧД не уменьшает послеоперационную летальность и не улучшает исход у пострадавших с эпи- и субдуральными гематомами. У этих пациентов при наличии контроля ВЧД статистически значимо увеличивается срок до наступления летального исхода.

Проведение мониторинга ВЧД статистически значимо снижает послеоперационную летальность среди пострадавших с травматическими внутримозговыми гематомами и ушибами головного мозга.

Проведение мониторинга ВЧД эффективно при снижении уровня сознания не глубже умеренной комы.

Контроль ВЧД позволяет точно диагностировать внутричерепную гипертензию и своевременно провести целенаправленную терапию. При отсутствии мониторинга ВЧД гипертонические растворы применяют эмпирически либо при нарастании отрицательной неврологической симптоматики.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Murray C.J., Lopez A.D. Global health statistics. Geneva: WHO, 1996.
- Faul M., Xu L., Wald M. et al. Traumatic brain injury in the United States. Emergency department visits, hospitalizations and deaths 2002–2006. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Injury Prevention and Control, 2010.
- Maas A.I., Menon D.K., Steyerberg E.W. et al. Collaborative European Neuro-Trauma Effectiveness Research in Traumatic Brain Injury (CENTER-TBI): a prospective longitudinal observational study. *Neurosurgery* 2015;76(1):67–80. DOI: 10.1227/NEU.0000000000000575.
- Крылов В.В., Коновалов А.Н., Дашьян В.Г. и др. Состояние нейрохирургической службы Российской Федерации. *Нейрохирургия* 2016;(3):3–44. [Krylov V.V., Kononov A.N., Dashyan V.G. The current state of neurosurgery in Russian Federation. *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2016;(3):3–44. (In Russ.)].
- Крылов В.В., Петриков С.С., Солодов А.А. Внутречерепная гипертензия. М.: Бином, 2016. 216 с. [Krylov V.V., Petrikov S.S., Solodov A.A. Intracranial hypertension. Moscow: Binom, 2016. 216 p. (In Russ.)].
- Czosnyka M., Pickard J.D. Monitoring and interpretation of intracranial pressure. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2004;75(6):813–21. DOI: 10.1136/jnnp.2003.033126.
- Потапов А.А., Крылов В.В., Гаврилов А.Г. и др. Рекомендации по диагностике и лечению тяжелой черепно-мозговой травмы. Часть 2. Интенсивная терапия и нейромониторинг. Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко 2016;80(1):98–106. [Potapov A.A., Krylov V.V., Gavrilov A.G. et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of severe traumatic brain injury. Part 2. Intensive care and neuromonitoring. *Zhurnal "Voprosy neyrokhirurgii" im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery* 2016;80(1):98–106. (In Russ.)]. DOI: 10.17116/neiro201680198-106.
- Miller J.D., Becker D.P., Ward J.D. et al. Significance of intracranial hypertension in severe head injury. *J Neurosurg* 1977;47(4):503–16. DOI: 10.3171/jns.1977.47.4.0503.
- Alali A.S., Fowler R.A., Mainprize T.G. et al. Intracranial pressure monitoring in severe traumatic brain injury: results from the American College of Surgeons trauma quality improvement program. *J Neurotrauma* 2013;30(20):1737–46. DOI: 10.1089/neu.2012.2802.
- Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. *J Neurotrauma* 2007;24(Suppl 1).
- Carney N., Totten A.M., O'Reilly C. et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury, fourth edition. *Neurosurgery* 2017;80(1):6–15. DOI: 10.1227/NEU.0000000000001432.
- Aiolfi A., Benjamin E., Khor D. et al. Brain trauma foundation guidelines for intracranial pressure monitoring: Compliance and effect on outcome. *World J Surg* 2017;41(6):1543–9. DOI: 10.1007/s00268-017-3898-6.
- Farahvar A., Gerber L.M., Chiu Y.L. et al. Increased mortality in patients with severe traumatic brain injury treated without intracranial pressure monitoring. *J Neurosurg* 2012;117(4):729–34. DOI: 10.3171/2012.7.JNS111816.
- Talving P., Karamanos E., Teixeira P.G. et al. Intracranial pressure monitoring in severe head injury: Compliance with brain trauma foundation guidelines and effect on outcomes: a prospective study. *J Neurosurg* 2013;119(5):1248–54. DOI: 10.3171/2013.7.JNS122255.
- Chesnut R.M., Temkin N., Carney N. et al. A trial of intracranial-pressure monitoring in traumatic brain injury. *N Engl J Med* 2012;367:2471–81. DOI: 10.1056/NEJMoa1207363.
- Shafi S., Diaz-Arrastia R., Madden C. et al. Intracranial pressure monitoring in brain-injured patients is associated with worsening of survival. *J Trauma* 2008;64(2):335–40. DOI: 10.1097/TA.0b013e31815dd017.
- Cremer O.L., van Dijk G.W., van Wensen E. et al. Effect of intracranial pressure monitoring and targeted intensive care on functional outcome after severe head injury. *Crit Care Med* 2005;33(10):2207–13. DOI: 10.1097/01.ccm.0000181300.99078.b5.
- Stocchetti N., Penny K.I., Dearden M. et al. Intensive care management of head-injured patients in Europe: A survey from the European brain injury consortium. *Intensive Care Med* 2001;27(2):400–6.
- Lane P.L., Skoretz T.G., Doig G. et al. Intracranial pressure monitoring and outcomes after traumatic brain injury. *Can J Surg* 2000;43(6):442–8.
- You W., Feng J., Tang Q. et al. Intraventricular intracranial pressure monitoring improves the outcome of older adults with severe traumatic brain injury: an observational, prospective study. *BMC Anesthesiol* 2016;16:35. DOI: 10.1186/s12871-016-0199-9.
- Dawes A.J., Sacks G.D., Cryer H.G. et al. Intracranial pressure monitoring and inpatient mortality in severe traumatic brain injury: a propensity score-matched analysis. *J Trauma Acute Care Surg* 2015;78(3):492–501. DOI: 10.1097/TA.0000000000000559.
- Stein S.C., Georgoff P., Meghan S. et al. Relationship of aggressive monitoring and treatment to improved outcomes in severe traumatic brain injury. *J Neurosurg* 2010;112(5):1105–12. DOI: 10.3171/2009.8.JNS09738.
- Haddad S., Aldawood A.S., Alferayan A. et al. Relationship between intracranial pressure monitoring and outcomes in severe traumatic brain injury patients. *Anaesth Intensive Care* 2011;39:1043–50. DOI: 10.1177/0310057X1103900610.
- Ahl R., Sarani B., Sjolín G. et al. The association of intracranial pressure monitoring and mortality: a propensity score-matched cohort of isolated severe blunt traumatic brain injury. *J Emerg Trauma Shock* 2019;12(1):18–22.
- Yuan Q., Wu X., Sun Y. et al. Impact of intracranial pressure monitoring on mortality in patients with traumatic brain injury: a systematic review and meta-analysis. *J Neurosurg* 2015;122(3):574–87. DOI: 10.3171/2014.10.JNS1460.
- Shen L., Wang Z., Su Z. et al. Effects of intracranial pressure monitoring on mortality in patients with severe traumatic brain injury: a meta-analysis. *PLoS One* 2016;11(12):e0168901. DOI: 10.1371/journal.pone.0168901.

Вклад авторов

А.Э. Талыпов: разработка дизайна исследования, проведение операций, обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных, написание текста статьи;
 А.А. Гринь, В.В. Крылов: разработка дизайна исследования, проведение операций, анализ полученных данных, научное редактирование;
 С.С. Петриков: разработка дизайна исследования, анализ полученных данных, научное редактирование;
 А.А. Солодов: получение данных для анализа, анализ полученных данных, обзор публикаций по теме статьи, написание текста статьи;
 А.Ю. Кордонский: проведение операций, анализ полученных данных, обзор публикаций по теме статьи, написание текста статьи;
 А.К. Шабанов, Т.Г. Бармина: получение данных для анализа, анализ полученных данных;
 Т.Р. Муллагулов: проведение операций, анализ полученных данных.

Authors' contributions

A.E. Talypov: developing the research design, performing operations, reviewing of publications on the article's theme, analysis of the obtained data, article writing;

A.A. Grin, V.V. Krylov: developing the research design, performing operations, analysis of the obtained data, scientific editing;

S.S. Petrikov: developing the research design, analysis of the obtained data, scientific editing;

A.A. Solodov: obtaining data for analysis, analysis of the obtained data, reviewing of publications on the article's theme, article writing;

A.Yu. Kordonsky: performing operations, analysis of the obtained data, reviewing of publications on the article's theme, article writing;

A.K. Shabanov, T.G. Barmina: obtaining data for analysis, analysis of the obtained data;

T.R. Mullagulov: performing operations, analysis of the obtained data.

ORCID авторов / ORCID of authors

A.Э. Талыпов / A.E. Talypov: <https://orcid.org/0000-0002-6789-8164>

A.A. Гринь / A.A. Grin: <https://orcid.org/0000-0003-3515-8329>

С.С. Петриков / S.S. Petrikov: <https://orcid.org/0000-0003-3292-8789>

В.В. Крылов / V.V. Krylov: <https://orcid.org/0000-0001-7206-8926>

A.A. Солодов / A.A. Solodov: <https://orcid.org/0000-0002-8263-1433>

A.Ю. Кордонский / A.Yu. Kordonsky: <https://orcid.org/0000-0001-5344-3970>

A.K. Шабанов / A.K. Shabanov: <https://orcid.org/0000-0002-3417-2682>

T.G. Бармина / T.G. Barmina: <https://orcid.org/0000-0003-2418-680X>

T.P. Муллагулов / T.R. Mullagulov: <https://orcid.org/0000-0003-0365-4803>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики

Протокол исследования одобрен этическим комитетом ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы».

Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Compliance with patient rights and principles of bioethics

The study protocol was approved by the biomedical ethics committee of the N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine.

All patients gave written informed consent to participate in the study.