

УДК 612.824.55

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОНИТОРИНГА ВНУТРИЧЕРЕПНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ТЯЖЕЛОЙ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЕ

А.А. ПРОКАЗЮК, Т.Б. ТУЛЕУТАЕВ, А.М. МАМАЕВ, Е.А. МАСАЛОВ, Е.Г. ЖУРАВЛЕВ, Д.Н. АЙТИМОВ, К.О. УРУЗБАЕВ

Государственный медицинский университет, г. Семей, Республика Казахстан



Проказюк А.А.

В статье рассматривается мониторинг внутричерепного давления (ВЧД) у больных с тяжелой черепно-мозговой травмой (ЧМТ), основываясь на результатах работ крупных зарубежных центров, специализирующихся на нейротравме. Проанализированы оправданность и эффективность применения мониторинга ВЧД с целью корректно подобрать наиболее приемлемую тактику ведения таких пациентов

Ключевые слова: нейрореанимация, тяжелая черепно-мозговая травма, нейромониторинг, церебральный мониторинг, внутричерепное давление.

Для цитирования: Проказюк А.А., Тулеутаев Т.Б., Мамаев А.М., Масалов Е.А., Журавлев Е.Г., Айтимов Д.Н., Урузбаев К.О. Анализ эффективности применения мониторинга внутричерепного давления при тяжелой черепно-мозговой травме // Медицина (Алматы). – 2018. - №4 (190). – С. 41-45

Т Ұ Ж Ы Р Ы М

АУЫР БАС-МИ ЖАРАҚАТЫ КЕЗІНДЕГІ БАС-МИШІЛІК ҚЫСЫМ МОНИТОРИНГІСІНІҢ ТИІМДІЛІГІН САРАПТАУ

А.А. ПРОКАЗЮК, Т.Б. ТӨЛЕУТАЕВ, А.М. МАМАЕВ, Е.А. МАСАЛОВ, Е.Г. ЖУРАВЛЕВ, Д.Н. ӘЙТИМОВ, К.О. ОРАЗБАЕВ

Мемлекеттік медицина университеті, Семей қ., Қазақстан Республикасы

Бұл жұмыста нейротравмадағы мамандандырылған ірі шетелдік орталықтардың жұмыстары нәтижелеріне негізделе, ауыр бас-ми жарақаттары бар науқастарың бас-сүйек ішілік қысымының мониторингісі қарастырылады. Осындай науқастарды жүргізудің қолайлы тактикасын алу мақсатында бас-сүйек ішілік қысымының мониторингісінің пәрменділігі және тиімділігі сарапталды.

Негізгі сөздер: нейрореанимация, ауыр бас-ми жарақаты, нейромониторинг, церебральді мониторинг, бас-сүйек ішілік қысым.

S U M M A R Y

ANALYSIS OF EFFICIENCY OF INTRACRANIAL PRESSURE MONITORING IN SEVERE TRAUMATIC BRAIN INJURY

AA PROKAZYK, TB TULEUTAEV, AM MAMAEV, EA MASSALOV, EG ZHURAVLEV, DN AYTIMOV, KO URUZBAEV

State medical university, Semey c., Republic of Kazakhstan

The article analyses monitoring of intracranial pressure (ICP) in patients with severe traumatic brain injury (TBI) based on the results of works of major foreign centers specializing in neurotrauma. The validity and effectiveness of ICP monitoring was analyzed in order to correctly select the most appropriate tactics for management of such patients

Keywords: neuroreanimation, severe traumatic brain injury, neuromonitoring, cerebral monitoring, intracranial pressure.

For reference: Prokazyk AA, Tuleutaev TB, Mamaev AM, Massalov EA, Zhuravlev EG, Aytimov DN, Uruzbaev KO. Analysis of efficiency of intracranial pressure monitoring in severe traumatic brain injury. *Meditsine (Almaty) = Medicine (Almaty)*. 2018;4(190):41-45 (In Russ.)

Контакты: Проказюк Александр Александрович, врач-резидент-анестезиолог-реаниматолог, УГ ГМУ г. Семей, ул. Абая Кунанбаева, 103, индекс 071400. E-mail: tim.woo@list.ru

Contacts: Alexander A. Prokazyuk, Doctor-Resident Anesthesiologist-Resuscitator, University Hospital of State Medical University, Semey c., Abay Kunanbayev str., 103, index 071400. E-mail: tim.woo@list.ru

Поступила: 06.03.2018

В начале XX века давняя теория о постоянном объеме головного мозга [1, 2, 3] была успешно опровергнута фундаментальной работой Weed L. и McKibben P.S. [4]. В опыте были продемонстрированы резкие изменения объема головного мозга в результате внутривенного введения гипертонических или гипотонических солевых рас-

творов. Результатом работы стало заключение о том, что в нерасширяемом черепе кровь, цереброспинальная жидкость и само вещество головного мозга существуют в состоянии объемного равновесия, и любое изменение объема одного из компонентов непременно компенсируется изменением объема другого. При нарушении этих компенсаторных

механизмов нарушается баланс объемов, что приводит к повышению внутричерепного давления (ВЧД), нарушению церебрального кровотока, церебрального перфузионного давления (ЦПД) и трофики мозговой ткани.

После черепно-мозговой травмы (ЧМТ) развившийся отек и набухание могут привести к грыжевому синдрому, при котором мозговая ткань под давлением выпячивается в нетипичные пространства, где происходит ущемление с последующим некрозом этих участков. Таким образом, обширный отек головного мозга приводит к сдавлению коры больших полушарий и нижележащих структур с последующей атрофией. Чрезмерное набухание головного мозга приводит к вклинению продолговатого мозга в большое затылочное отверстие и смерти больного.

Повреждение мозгового вещества с развивающимся отеком сопровождается стойким угнетением сознания больного, что в свою очередь является препятствием в выборе тактики ведения пациента. С этой целью в большинстве крупных клиник применяются специальные методы исследования, такие как компьютерная томография и магнитно-резонансная томография. Однако данные неинвазивные методы имеют два основных недостатка, создающих дополнительные проблемы в ведении пациента. При отсутствии быстрого доступа к оборудованию необходимо транспортировать тяжелого больного в диагностические отделения и даже другие клиники, теряя драгоценное время «терапевтического окна». Из этого недостатка вытекает второй – отсутствие ежеминутного динамического мониторинга состояния внутричерепных структур и внутричерепного давления. С развитием медицины появился новый метод измерения внутричерепного давления – установка измерительного датчика в головной мозг, позволяющего быстро анализировать состояние пациента и его динамику, а также подбирать наиболее приемлемую тактику ведения для конкретной ситуации [5].

Ввиду своей фундаментальности в диагностике и терапии пациентов с тяжелой ЧМТ вопрос о мониторинге внутричерепного давления регулярно освещается в крупных рекомендациях по нейротравме. Ярким примером является "Руководство по ведению тяжелой черепно-мозговой травмы" [6, 7], опубликованное Brain Trauma Foundation и поддерживаемое Американской ассоциацией нейрохирургов (AANS).

Цель нашей работы в проведении систематического анализа публикаций об инвазивном мониторинге внутричерепного давления для оценки его эффективности и приемлемости в практике врача-реаниматолога.

Нами проведен систематический обзор последней доступной литературы и публикаций со сбором доказательств эффективности и приемлемости мониторинга внутричерепного давления. Поиск публикаций осуществлялся в PubMed и Cochrane Library по комбинациям ключевых слов с применением дополнительных фильтров. Выбирались статьи, имевшие период публикаций с начала 2006 года по февраль 2018 года. Более детальный подбор основывался на информации, полученной из резюме найденного материала относительно критериев включения: люди; взрослые; черепно-мозговая травма; ШКГ от 3 до 8; N>25; мониторинг ВЧД; РКИ/когортные/ретроспективные/наблюдательные исследования и систематические/мета-анализы; исход;

смертность; осложнения; продолжительность госпитального периода; язык публикаций - английский. Отобранный материал был рассмотрен относительно трех классов доказательности (I, II, III).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В развитых странах мониторинг ВЧД является рутинной процедурой, поэтому во многих исследованиях отмечено, что кризы ВЧД чаще приводят к плохим исходам [8, 9, 10, 11]. В третьем издании рекомендаций [6] в разделе мониторинга ВЧД были выведены следующие критерии для проведения инвазивного измерения внутричерепного давления:

1. ВЧД следует контролировать у всех пациентов с тяжелой черепно-мозговой травмой, имеющих оценку по шкале ком Глазго от 3 до 8 после первичных реанимационных мероприятий, а также у больных, имеющих аномалию на компьютерной томографии (КТ) головного мозга (гематомы, контузии, набухание и отек, мозговую грыжу или сжатие базальных цистерн).

2. При нормальной КТ мониторинг ВЧД производится, если у пациента имеются два или более признаков: возраст старше 40 лет, односторонняя или двусторонняя позитивная реакция, систолическое артериальное давление (АД) <90 мм рт.ст.

Однако эти выводы сделаны на основании дескриптивных исследований и не подтверждены сравнительными исследованиями (ввиду их отсутствия), что в свою очередь указывает на несоответствие современным стандартам доказательности. Тем не менее критерии поддерживаются [7] с оговоркой на необходимость проведения дополнительных исследований.

Из выбранных работ в семи исследованиях Классов I и II был рассмотрен вопрос о влиянии мониторинга ВЧД непосредственно на тактику ведения пациентов с тяжелой ЧМТ [8-14]. Качество общей совокупности доказательств было умеренным, однако согласованность между исследованиями была низкой.

Одно из недавних исследований подразумевало строгое РКИ, в котором пациенты (N=324) были разделены относительно протоколов лечения внутричерепной гипертензии, основываясь на данных от инвазивного мониторинга ВЧД или клинических/радиологических исследований [13]. Это исследование нами оценено как Класс I достоверности. Были получены высококачественные доказательства, которые указывают на отсутствие различий в ведении пациентов и 6-месячной смертности, опираясь на данные мониторинга ВЧД от проведения клинической оценки. Это исследование также показало сокращение времени лечения в группе мониторинга ВЧД и снижение частоты стрессовых язв. Однако, ввиду малого числа пациентов, результаты данного исследования не могут служить прямой рекомендацией. Это РКИ было проведено в странах с очень ограниченным догоспитальным уходом и недостаточной распространенностью мониторов ВЧД, что в свою очередь породило ряд споров о применимости метода и корректности исследования в целом [24-30].

Из пяти исследований Класса II, четыре маленьких [9-11, 14] и одно большое исследование (N=10628 [8]),

с суммарным N=13330), согласно которым лечение проводилось, опираясь на данные мониторинга ВЧД, были получены умеренные доказательства, которые указывают на снижение смертности в день после травмы и в поздние сроки пребывания в стационаре. Другое большое исследование (N=13188) [12] подтвердило снижение смертности в первые сутки после травмы, и не было статистически важной разницы в выживаемости через 30 дней в группах с контролем и без контроля ВЧД. В группе с мониторингом ВЧД риск осложнений был значительно выше, чем в контрольной группе (46,0 vs. 26,0%, $p < 0,001$), в основном за счет инфекционных и тромботических процессов.

Эти два больших исследования использовали материалы из базы данных Trauma Quality Improvement Program (TQIP) американского колледжа хирургов, собирающих информацию о тяжелой ЧМТ из множества центров нейротравмы в Америке, однако несопадающий период выбранных материалов (2009-2011 и 2013-2014 гг.) и большой размер выборки повышают достоверность результатов. Несмотря на это, другие исследования проводились в ограниченных клиниках, что в свою очередь косвенно указывает на проблему недостаточной распространенности метода.

Исключенные нами исследования Класа III [15-23], по причине наличия более качественных исследований, были рассмотрены в последнем издании руководства по ведению тяжелой черепно-мозговой травмы [7]. Авторы руководства не дают рекомендаций по ведению больных относительно полученных данных, так как все исследования несли дескриптивный характер и не показали значительную разницу в смертности, продолжительности пребывания в стационаре и шкале исходов Глазго. Но однозначно, по результатам этих исследований и исследований, описанных ранее, мониторинг ВЧД был связан с более длительным периодом пребывания в отделении реанимации, искусственной вентиляцией легких и частотой трахеостомий.

ВЫВОДЫ

Данные из проведенных исследований показывают неоднозначные результаты ввиду отсутствия единого дизайна исследовательских работ. Однако из полученных материалов можно с уверенностью говорить о том, что практика инва-

зивного мониторинга внутричерепного давления остается недостаточно распространенным методом диагностики, при этом имея потенциальную пользу применения. Причиной этого возможно является отсутствие необходимой аппаратуры в менее развитых клиниках. Так же существует необходимость в разработке четких критериев для проведения мониторинга ВЧД, опираясь на результаты качественных больших сравнительных исследований.

Тем не менее, ведение пациентов с постоянным измерением ВЧД и коррекцией терапии относительно него существенно снижает смертность в первые сутки после получения тяжелой черепно-мозговой травмы. Несмотря на это, результаты смертности в отдаленном периоде достаточно противоречивы с тенденцией к снижению. Большинство проанализированных исследований сходятся в том, что мониторинг ВЧД связан с более длительным периодом пребывания в отделении реанимации, удлинением времени искусственной вентиляции легких и увеличением частоты трахеостомий. Проведение инвазивного мониторинга связано с высоким риском развития инфекционных осложнений и тромботических процессов.

Очевидным остается тот факт, что повышенное внутричерепное давление является вторым важным повреждающим механизмом при тяжелой ЧМТ и улучшение состояния больного напрямую зависит от снижения ВЧД. Для формулирования конкретных рекомендаций по инвазивному мониторингу ВЧД необходимо провести дополнительные большие высококачественные рандомизированные контрольные испытания с достаточной выборкой пациентов.

Прозрачность исследования

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях

Все авторы принимали участие в разработке концепции статьи и написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за статью.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Sakuta M. One hundred books which built up neurology (29)-John Abercrombie "Pathological and practical researches on diseases of the brain and spinal cord" (1828) // Brain Nerve. – 2009. – Vol. 61(5). – P. 618-619. Japanese. PubMed PMID: 19514525.
- 2 Monro A. Observations on the Structure and Function of the Nervous System – Gale ECCO, Print Editions, Edinburgh; 2010. P. 240
- 3 Kellie G. Appearances observed in the dissection of two individuals; death from cold and congestion of the brain // Trans Med Chir Sci Edinburgh. – 1824. – Vol. 1. – P. 84-169
- 4 Weed L., McKibben P.S. Experimental alteration of brain bulk // Am J Physiol. – 1919. – Vol. 48. – P. 531-558
- 5 Lundberg N, Troupp H, Lorin H. Continuous recording of the ventricular-fluid pressure in patients with severe acute traumatic brain injury. A preliminary report // J Neurosurg.

REFERENCES

- 1 Sakuta M. One hundred books which built up neurology (29)-John Abercrombie "Pathological and practical researches on diseases of the brain and spinal cord" (1828). Brain Nerve. 2009;61(5):618-9. Japanese. PubMed PMID: 19514525.
- 2 Monro A. Observations on the Structure and Function of the Nervous System – Gale ECCO, Print Editions, Edinburgh; 2010. P. 240
- 3 Kellie G. Appearances observed in the dissection of two individuals; death from cold and congestion of the brain. Trans Med Chir Sci Edinburgh. 1824;1:84-169
- 4 Weed L, McKibben PS. Experimental alteration of brain bulk. Am J Physiol. 1919;48:531-58
- 5 Lundberg N, Troupp H, Lorin H. Continuous recording of the ventricular-fluid pressure in patients with severe acute traumatic brain injury. A preliminary report. J Neurosurg. 1965;22

- 1965. – Vol. 22(6). – P. 581-590. PMID: 5832775. DOI:10.3171/jns.1965.22.6.0581
- 6 Bratton S.L., Chestnut R.M., Ghajar J. et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. VIII. Intracranial pressure thresholds // *J Neurotrauma*. – 2007. – Vol. 24(1):55-58. Erratum in: *J Neurotrauma*. 2008 Mar;25(3):276-8. PubMed PMID: 17511546. DOI:10.7887/jens.22.831
- 7 Carney N., Totten A.M., O'Reilly C. et al. Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury, Fourth Edition // *Neurosurgery*. – 2017. – Vol. 80(1). – P. 6-15. PubMed PMID: 27654000. DOI: 10.1227/NEU.0000000000001432.
- 8 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. – Vol. 30(20). – P. 1737-1746. PMID: 23731257. DOI:10.1089/neu.2012.2802
- 9 Farahvar A., Gerber L.M., Chiu Y.L., Carney N., Hartl R., Ghajar J. Increased mortality in patients with severe traumatic brain injury treated without intracranial pressure monitoring // *J Neurosurg*. – 2012. – Vol. 117(4). – P. 729-734. PMID: 22900846. DOI:10.3171/2012.7.JNS111816
- 10 Gerber L.M., Chiu Y.L., Carney N., Hartl R., Ghajar J. Marked reduction in mortality in patients with severe traumatic brain injury // *J Neurosurg*. – 2013. – Vol. 119(6). – P. 1583-1590. PMID: 24098983. DOI:10.3171/2013.8.JNS13276
- 11 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. – Vol. 119(5). – P. 1248-1254. PMID: 23971954. DOI:10.3171/2013.7.JNS122255
- 12 Aiolfi A., Benjamin E., Khor D., Inaba K., Lam L., Demetriades D. Brain Trauma Foundation Guidelines for Intracranial Pressure Monitoring: Compliance and Effect on Outcome // *World J Surg*. – 2017. – Vol. 41(6). – P. 1543-1549. doi: 10.1007/s00268-017-3898-6. Erratum in: *World J Surg*. 2017 Jun; 41(6):1542. PubMed PMID: 28188356. DOI:10.1007/s00268-017-3913-y
- 13 Chesnut R.M., Temkin N., Carney N. et al. A trial of intracranial-pressure monitoring in traumatic brain injury // *N Engl J Med*. – 2012. – Vol. 367(26). – P. 2471-2481. PMID: 23234472. DOI:10.1056/NEJMx130056
- 14 You W., Feng J., Tang Q., Cao J., Wang L., Lei J., Mao Q., Gao G., Jiang J. Intraventricular intracranial pressure monitoring improves the outcome of older adults with severe traumatic brain injury: an observational, prospective study // *BMC Anesthesiol*. – 2016. – Vol. 16(1). – P. 35. doi: 10.1186/s12871-016-0199-9. PubMed PMID: 27401211; PubMed Central PMCID: PMC4940906. DOI:10.1186/s12871-016-0199-9
- 15 Haddad S., Aldawood A.S., Alferayan A., Russell N.A., Tamim H.M., Arabi Y.M. Relationship between intracranial pressure monitoring and outcomes in severe traumatic brain injury patients // *Anaesth Intensive Care*. – 2011. – Vol. 39(6). – P. 1043-1050. PMID: 22165356.
- 16 Kostic A., Stefanovic I., Novak V., Veselinovic D., Ivanov G., Veselinovic A. Prognostic significance of intracranial pressure monitoring and intracranial hypertension in severe brain trauma patients // *Med Pregl*. – 2011. – Vol. 64(9-10). – P. 461-465. PMID: 22097111. DOI:10.2298/MPNS1110461K
- 17 Liew B.S., Johari S.A., Nasser A.W., Abdullah J. Severe traumatic brain injury: outcome in patients with diffuse axonal injury managed conservatively in Hospital Sultanah Aminah, Johor Bahru—an observational study // *Med J Malaysia*. – 2009. – Vol. 64(4). – P. 280-288. PMID: 20954551
- (6):581-90. PMID: 5832775. DOI:10.3171/jns.1965.22.6.0581
- 6 Bratton SL, Chestnut RM, Ghajar J, et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. VIII. Intracranial pressure thresholds. *J Neurotrauma*. 2007;24(1):55-8. Erratum in: *J Neurotrauma*. 2008 Mar;25(3):276-8. PubMed PMID: 17511546. DOI:10.7887/jens.22.831
- 7 Carney N, Totten AM, O'Reilly C, et al. Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury, Fourth Edition. *Neurosurgery*. 2017;80(1):6-15. PubMed PMID: 27654000. DOI: 10.1227/NEU.0000000000001432.
- 8 Alali AS, Fowler RA, Mainprize TG, 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. PMID: 23731257. DOI:10.1089/neu.2012.2802
- 9 Farahvar A, Gerber LM, Chiu YL, Carney N, Hartl R, Ghajar J. Increased mortality in patients with severe traumatic brain injury treated without intracranial pressure monitoring. *J Neurosurg*. 2012;117(4):729-34. PMID: 22900846. DOI:10.3171/2012.7.JNS111816
- 10 Gerber LM, Chiu YL, Carney N, Hartl R, Ghajar J. Marked reduction in mortality in patients with severe traumatic brain injury. *J Neurosurg*. 2013;119(6):1583-90. PMID: 24098983. DOI:10.3171/2013.8.JNS13276
- 11 Talving P, Karamanos E, Teixeira PG, 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. PMID: 23971954. DOI:10.3171/2013.7.JNS122255
- 12 Aiolfi A, Benjamin E, Khor D, Inaba K, Lam L, Demetriades D. 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. Erratum in: *World J Surg*. 2017 Jun;41(6):1542. PubMed PMID: 28188356. DOI:10.1007/s00268-017-3913-y
- 13 Chesnut RM, Temkin N, Carney N, et al. A trial of intracranial-pressure monitoring in traumatic brain injury. *N Engl J Med*. 2012;367(26):2471-81. PMID: 23234472. DOI:10.1056/NEJMx130056
- 14 You W, Feng J, Tang Q, Cao J, Wang L, Lei J, Mao Q, Gao G, Jiang J. Intraventricular intracranial pressure monitoring improves the outcome of older adults with severe traumatic brain injury: an observational, prospective study. *BMC Anesthesiol*. 2016;16(1):35. doi: 10.1186/s12871-016-0199-9. PubMed PMID: 27401211; PubMed Central PMCID: PMC4940906. DOI:10.1186/s12871-016-0199-9
- 15 Haddad S, Aldawood AS, Alferayan A, Russell NA, Tamim HM, Arabi YM. Relationship between intracranial pressure monitoring and outcomes in severe traumatic brain injury patients. *Anaesth Intensive Care*. 2011;39(6):1043-50. PMID: 22165356.
- 16 Kostic A, Stefanovic I, Novak V, Veselinovic D, Ivanov G, Veselinovic A. Prognostic significance of intracranial pressure monitoring and intracranial hypertension in severe brain trauma patients. *Med Pregl*. 2011;64(9-10):461-5. PMID: 22097111. DOI:10.2298/MPNS1110461K
- 17 Liew BS, Johari SA, Nasser AW, Abdullah J. Severe traumatic brain injury: outcome in patients with diffuse axonal injury managed conservatively in Hospital Sultanah Aminah, Johor Bahru—an observational study. *Med J Malaysia*. 2009;64(4):280-8. PMID: 20954551.
- 18 Mauritz W, Steltzer H, Bauer P, Dolanski-Aghamanoukjan

- 18 Mauritz W., Steltzer H., Bauer P., Dolanski-Aghamanoukjan L., Metnitz P. Monitoring of intracranial pressure in patients with severe traumatic brain injury: an Austrian prospective multicenter study // *Intensive Care Med.* – 2008. – Vol. 34(7). – P. 1208-1215. PMID: 18365169. DOI:10.1007/s00134-008-1079-7
- 19 Shafi S., Diaz-Arrastia R., Madden C., Gentilello L. Intracranial pressure monitoring in brain-injured patients is associated with worsening of survival // *J Trauma.* – 2008. – Vol. 64(2). – P. 335-340. PMID: 18301195. DOI:10.1097/TA.0b013e31815dd017
- 20 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. – Vol. 33(10). – P. 2207-2213. PMID: 16215372. DOI:10.1097/01.CCM.0000181300.99078.B5
- 21 Fakhry S.M., Trask A.L., Waller M.A., Watts D.D. Management of brain-injured patients by an evidence-based medicine protocol improves outcomes and decreases hospital charges // *J Trauma.* – 2004. – Vol. 56(3). – P. 492-499; discussion 499-500. PMID: 15128118. DOI:10.1097/01.TA.0000115650.07193.66
- 22 Lane P.L., Skoretz T.G., Doig G., Girotti M.J. Intracranial pressure monitoring and outcomes after traumatic brain injury // *Can J Surg.* – 2000. – Vol. 43(6). – Vol. 442-448. PMID: 11129833.
- 23 Patel H.C., Menon D.K., Tebbs S., Hawker R., Hutchinson P.J., Kirkpatrick P.J. Specialist neurocritical care and outcome from head injury // *Intensive Care Med.* – 2002. – Vol. 28(5). – P. 547-553. PMID: 12029400. DOI:10.1007/s00134-002-1235-4
- 24 Albuquerque F.C. Intracranial pressure monitoring after blunt head injuries: conflicting opinions // *World Neurosurg.* – 2013. – Vol. 79(5-6). – P. 598. PMID: 23528792. DOI: 10.1016/j.wneu.2013.03.045
- 25 Chesnut R.M. Intracranial pressure monitoring: headstone or a new head start. The BEST TRIP trial in perspective // *Intensive Care Med.* – 2013. – Vol. 39(4). – P. 771-774. PMID: 23407979. DOI:10.1007/s00134-013-2852-9
- 26 Chesnut R.M., Petroni G., Rondina C. Intracranial-pressure monitoring in traumatic brain injury // *N Engl J Med.* – 2013. – Vol. 368(18). – P. 1751-1752. PMID: 23635057. DOI: 10.1056/NEJMc1301076
- 27 Dubost C., Pasquier P., Merat S. Intracranial-pressure monitoring in traumatic brain injury // *N Engl J Med.* – 2013. – Vol. 368(18). – P. 1750-1751. PMID: 23635063. DOI: 10.1056/NEJMc1301076
- 28 Ghajar J., Carney N. Intracranial-pressure monitoring in traumatic brain injury // *N Engl J Med.* – 2013. – Vol. 368(18). – P. 1749. PMID: 23635060. DOI: 10.1056/NEJMc1301076
- 29 Hartl R., Stieg P.E. Intracranial pressure is still number 1 despite BEST:TRIP study // *World Neurosurg.* – 2013. – Vol. 79(5-6). – P. 599-600. PMID: 23528795.144 DOI:10.1016/j.wneu.2013.03.046
- 30 Hutchinson P.J., Koliass A.G., Czosnyka M., Kirkpatrick P.J., Pickard J.D., Menon D.K. Intracranial pressure monitoring in severe traumatic brain injury // *BMJ.* – 2013. – Vol. 346:f1000. PMID: 23418278. DOI:10.1136/bmj.f1000
- L, Metnitz P. Monitoring of intracranial pressure in patients with severe traumatic brain injury: an Austrian prospective multicenter study. *Intensive Care Med.* 2008;34(7):1208-15. PMID: 18365169. DOI:10.1007/s00134-008-1079-7
- 19 Shafi S, Diaz-Arrastia R, Madden C, Gentilello L. Intracranial pressure monitoring in brain-injured patients is associated with worsening of survival. *J Trauma.* 2008;64(2):335-40. PMID: 18301195. DOI:10.1097/TA.0b013e31815dd017
- 20 Cremer OL, van Dijk GW, 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. PMID: 16215372. DOI:10.1097/01.CCM.0000181300.99078.B5
- 21 Fakhry SM, Trask AL, Waller MA, Watts DD. Management of brain-injured patients by an evidence-based medicine protocol improves outcomes and decreases hospital charges. *J Trauma.* 2004;56(3):492-9; discussion 499-500. PMID: 15128118. DOI:10.1097/01.TA.0000115650.07193.66
- 22 Lane PL, Skoretz TG, Doig G, Girotti MJ. Intracranial pressure monitoring and outcomes after traumatic brain injury. *Can J Surg.* 2000;43(6):442-8. PMID: 11129833.
- 23 Patel HC, Menon DK, Tebbs S, Hawker R, Hutchinson PJ, Kirkpatrick PJ. Specialist neurocritical care and outcome from head injury. *Intensive Care Med.* 2002;28(5):547-53. PMID: 12029400. DOI:10.1007/s00134-002-1235-4
- 24 Albuquerque FC. Intracranial pressure monitoring after blunt head injuries: conflicting opinions. *World Neurosurg.* 2013;79(5-6):598. PMID: 23528792. DOI: 10.1016/j.wneu.2013.03.045
- 25 Chesnut RM. Intracranial pressure monitoring: headstone or a new head start. The BEST TRIP trial in perspective. *Intensive Care Med.* 2013;39(4):771-4. PMID: 23407979. DOI:10.1007/s00134-013-2852-9
- 26 Chesnut RM, Petroni G, Rondina C. Intracranial-pressure monitoring in traumatic brain injury. *N Engl J Med.* 2013;368(18):1751-2. PMID: 23635057. DOI: 10.1056/NEJMc1301076
- 27 Dubost C, Pasquier P, Merat S. Intracranial-pressure monitoring in traumatic brain injury. *N Engl J Med.* 2013;368(18):1750-1. PMID: 23635063. DOI: 10.1056/NEJMc1301076
- 28 Ghajar J, Carney N. Intracranial-pressure monitoring in traumatic brain injury. *N Engl J Med.* 2013;368(18):1749. PMID: 23635060. DOI: 10.1056/NEJMc1301076
- 29 Hartl R, Stieg PE. Intracranial pressure is still number 1 despite BEST:TRIP study. *World Neurosurg.* 2013;79(5-6):599-600. PMID: 23528795.144 DOI:10.1016/j.wneu.2013.03.046
- 30 Hutchinson PJ, Koliass AG, Czosnyka M, Kirkpatrick PJ, Pickard JD, Menon DK. Intracranial pressure monitoring in severe traumatic brain injury. *BMJ.* 2013;346:f1000. PMID: 23418278. DOI:10.1136/bmj.f1000