

EDN: LSUNWU

УДК 616-089.8

DOI: 10.56618/2071-2693_2024_16_2_85



ОСОБЕННОСТИ ПОРАЖЕНИЯ СТВОЛА ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ГИПЕРТЕНЗИОННОЙ ГИДРОЦЕФАЛИИ У ДЕТЕЙ

Магомед Рамазанович Маматханов¹

magomedniisp@mail.ru, orcid.org /0000-0001-7170-7415, SPIN-код: 7426-2245

Константин Эдуардович Лебедев¹

lebedev6262@mail.ru, orcid.org /0000-0003-1298-0600, SPIN-код: 3539-5546

Константин Борисович Абрамов¹

kalyghanin@mail.ru, orcid.org /0000-0002-1290-3559, SPIN-код: 5615-4624

Никита Константинович Самочерных¹

nikitasam97@gmail.com, orcid.org /0000-0002-6138-3055, SPIN-код: 6131-4468

Михаил Сергеевич Николаенко¹

✉msnikolaenko@mail.ru, orcid.org /0000-0003-0758-067X, SPIN-код: 9482-1894

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Аккуратова, д. 2, Санкт-Петербург, Российская Федерация, 197341)

Резюме

ВВЕДЕНИЕ. Высокая частота гипертензионной гидроцефалии и влияние краниocereбральной диспропорции на ствол мозга обуславливают актуальность данной темы.

ЦЕЛЬ. Показать возможность косвенной оценки внутричерепного давления (ВЧД) при гипертензионной гидроцефалии на основе электрофизиологических критериев и их использования в качестве прогностического критерия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В исследование включены 96 детей с гипертензионной гидроцефалией. Проведены электрофизиологические исследования с анализом электроэнцефалографии (ЭЭГ) у 96 детей и акустических стволовых вызванных потенциалов (АСВП) у 42 (23 с окклюзионной и 19 с сообщающейся). Функциональное состояние коры больших полушарий и мозга оценивали на основании ЭЭГ, а стволовых структур – с использованием метода АСВП.

РЕЗУЛЬТАТЫ. У всех (97,9 %) больных выявлялись устойчивые общие изменения биоэлектрических потенциалов в виде высокоамплитудной гиперсинхронной полиморфной активности, распространяющейся на все отделы коры больших полушарий. Оценка динамики АСВП после ликвороснижающих операций в ближайшем послеоперационном периоде показала отчетливую положительную динамику протекания АСВП в 23 (79,3 %) случаях с появлением ранее не идентифицированных пиков, восстановлением формы волн и отношения амплитуд V/I. У 13 (44,8 %) детей амплитудные и временные параметры АСВП полностью вернулись к норме.

Ключевые слова: акустические стволовые вызванные потенциалы, внутричерепное давление, краниocereбральная диспропорция, гипертензионная гидроцефалия, ликвородинамика, дети, ствол головного мозга

Для цитирования: Маматханов М. Р., Лебедев К. Э., Абрамов К. Б., Самочерных Н. К., Николаенко М. С. Особенности поражения ствола головного мозга при гипертензионной гидроцефалии у детей // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2024. Т. XVI, № 2. С. 85–91. DOI: 10.56618/2071-2693_2024_16_2_85.

FEATURES OF BRAINSTEM DAMAGE IN HYPERTENSIVE HYDROCEPHALUS IN CHILDREN

Magomed R. Mamatkhanov¹

magomedniisp@mail.ru, orcid.org /0000-0001-7170-7415, SPIN-code: 7426-2245

Konstantin E. Lebedev¹

lebedev6262@mail.ru, orcid.org /0000-0003-1298-0600, SPIN-code: 3539-5546

Konstantin B. Abramov¹

kalyghanin@mail.ru, orcid.org /0000-0002-1290-3559, SPIN-code: 5615-4624

Nikita K. Samochernykh¹

nikitasam97@gmail.com, orcid.org /0000-0002-6138-3055, SPIN-code: 6131-4468

Mikhail S. Nikolaenko¹

✉msnikolaenko@mail.ru, orcid.org /0000-0003-0758-067X, SPIN-код: 9482-1894

¹ V. A. Almazov National Medical Research Center (2 Akkuratova street, St. Petersburg, Russian Federation, 197341)**Abstract****INTRODUCTION.** The high frequency of hypertensive hydrocephalus and the effect of craniocerebral disproportion on the brainstem determine the relevance of this problem.**AIM.** Show the possibility of indirect assessment of intracranial pressure (ICP) in children with hypertensive hydrocephalus based on non-invasive electrophysiological criteria and their use as a prognostic criterion.**MATERIALS AND METHODS.** Electrophysiological studies were performed with the analysis of electroencephalography (EEG) in 96 children and brainstem auditory evoked potentials (BAEPs) in 42 (23 with occlusive and 19 with communicating). The functional state of the cerebral cortex and brain was assessed on the basis of the EEG, and the stem structures – using the BAEPs method.**RESULTS.** Almost all (97.9 %) patients showed stable general changes in biopotentials in the form of high-amplitude hypersynchronous polymorphic activity, spreading to all parts of the cerebral cortex. Evaluation of BAEPs dynamics after liquor bypass surgery (LSS) in the immediate postoperative period showed a positive dynamic of BAEPs in 23 (79.3%) cases with the appearance of previously unidentified peaks, restoration of the waveform and the V/I amplitude ratio. In 13 (44.8 %) children, the amplitude and time parameters of BAEPs completely returned to normal.**Keywords:** brainstem auditory evoked potentials, intracranial pressure, craniocerebral disproportion, hypertensive hydrocephalus, liquor dynamics, children, brainstem**For citation:** Mamatkhanov M. R., Lebedev K. E., Abramov K. B., Samochernykh N. K., Nikolaenko M. S. Features of brainstem damage in hypertensive hydrocephalus in children. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2024;XVI(2):85–91. DOI: 10.56618/2071–2693_2024_16_2_85.**Введение**

К настоящему времени накоплен значительный материал, относящийся к изучению клиники, диагностики и лечения такого распространенного и тяжелого заболевания, как гипертензионная гидроцефалия [1–3].

Повышение внутричерепного давления (ВЧД) может свидетельствовать о прогрессировании внутричерепной патологии, в том числе и из-за нарушения ликвородинамики или ликворопродукции при гидроцефалии [3].

Инвазивный мониторинг с изучением индекса «объем – давление» является наиболее точным в диагностике внутричерепного давления, но он сопряжен с различными осложнениями, включая инфекцию, кровоизлияние, неврологический дефицит [6–8]. Альтернативой являются неинвазивные функциональные методы, такие как офтальмологические, транскраниальные акустические и зрительные вызванные потенциалы, электроэнцефалография и другие способы, но они недостаточно надежны для рутинного использования [5, 8, 9, 12, 13] и в незначительной степени освещены в литературе, в особенности влияние гипертензионной гидроцефалии на ствол мозга у детей.

Цель исследования – показать возможность оценки внутричерепного состояния у детей с гипертензионной гидроцефалией на основе объективных неинвазивных методов диагностики с разработкой электрофизиологических критериев оценки и контроля эффективности проводимого лечения и использовать их в качестве прогностического значения.

Материалы и методы исследования

Проведен анализ результатов обследования 96 детей в возрасте от 1 месяца до 16 лет, лечившихся в отделении нейрохирургии детского возраста Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова.

С целью изучения особенностей и закономерностей перестройки нейродинамики в головном мозге при гипертензионной гидроцефалии были проведены электрофизиологические исследования с анализом электроэнцефалографии (ЭЭГ) у 96 детей и акустических стволовых вызванных потенциалов (АСВП) у 42 (23 с окклюзионной и 19 с сообщающейся). Для оценки функционального состояния коры больших полушарий и мозга в целом использовался электроэнцефалографический метод.

Направленное тестирование функционального состояния стволовых структур с получением более точных оценок образований мезенцефально-понтинного уровня проведено на основе использования метода акустических стволовых вызванных потенциалов.

Результаты исследования и их обсуждение

Из 96 детей мальчиков было 47 (49 %), девочек – 49 (51 %). Тяжесть состояния детей была обусловлена степенью выраженности гипертензионно-гидроцефального синдрома и длительностью заболевания. При поступлении состояние оценивалось как средней тяжести у 55 (57,3 %), тяжелое – у 28 (29,2 %), удовлетворительное – у 9 (9,4 %), крайне тяжелое – у 4 (4,2 %). Причем в возрасте до 1 года чаще всего состояние больных было тяжелое и крайне тяжелое – у 15 (83,4 %) из 18 детей.

На основании клинико-рентгенологических данных все больные разделены на две группы: первая группа (с окклюзионной гидроцефалией) – 41 (42,7 %) и вторая группа (с сообщающейся гидроцефалией) – 55 (57,3 %).

Выявленная клинико-неврологическая симптоматика при гипертензионной гидроцефалии указывала на поражение ствола головного мозга, а частота и степень ее выраженности преобладала в группе детей с окклюзионной формой гидроцефалии – 39 (95,1 %) и 30 (54,6 %) соответственно.

ЭЭГ-исследования у детей с гипертензионной гидроцефалией убедительно показали единообразие биоэлектрического паттерна, которые отражали широкое и устойчивое вовлечение в патологический процесс различных мозговых систем с дисфункцией мезенцефально-диэнцефальных, в том числе гипоталамических образований, в сочетании с диффузной ирритацией кортикальных нейронов и своеобразным нарушением корково-подкорково-стволовых взаимоотношений (рис. 1).

Практически у всех – 94 (97,9 %) – больных отмечался сходный характер перестроек ЭЭГ. На первый план выступали общие изменения биопотенциалов в виде высокоамплитудной гиперсинхронной полиморфной активности, распространяющейся на все отделы коры

больших полушарий, носящие устойчивый характер. Анализ частотных характеристик этой активности показал резкое возрастание спектральной мощности в пределах узкой полосы частот 7,5–10,1 Гц. Таким образом, в текущем паттерне ЭЭГ при гипертензионной гидроцефалии обнаружен отчетливый постоянный сдвиг частотного спектра вправо с устойчивым максимумом в альфа-полосе [4, 9–11].

Высокоамплитудная альфа-подобная активность являлась доминирующей и в ЭЭГ детей младшей возрастной группы (3–5 лет), в то время как свойственная этой возрастной группе медленная биоэлектрическая активность дельта-диапазона была представлена минимально и регистрировалась более устойчиво лишь после гипервентиляции. Еще одной особенностью частотного спектра ЭЭГ было наличие высокоамплитудных (до 100 мкВ и выше при норме до 15 мкВ) колебаний бета-диапазона, также не свойственных детскому и подростковому возрасту. Наличие высокоамплитудного бета-ритма несколько чаще наблюдалось в группе детей с окклюзионной гидроцефалией – в 13 (56,5 %) случаях, причем этот электро-

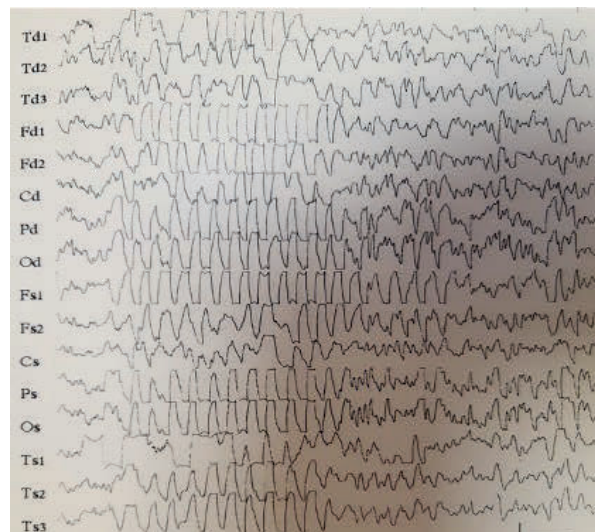


Рис. 1. ЭЭГ ребенка с окклюзионной гидроцефалией. Высокоамплитудная дезорганизованная патологическая активность, на фоне которой пароксизмально возникают билатерально-синхронные всплески высокоамплитудных редуцированных колебаний «пик – волна» 3 Гц
Fig. 1. EEG of a child with occlusive hydrocephalus. High-amplitude disorganized pathological activity, against the background of which bilaterally synchronous bursts of high-amplitude reduced “peak – wave” oscillations of 3 Hz occur paroxysmally

графический параметр был единственным, по которому определялось некоторое межгрупповое различие.

Описанный высокоамплитудный паттерн ЭЭГ с устойчивым сдвигом в сторону высокочастотных составляющих носил выраженный пароксизмальный характер. Особенно отчетливо тенденция к пароксизмальным проявлениям обнаруживалась в процессе гипервентиляционной нагрузки, которая оказалась мощным активатором, усиливающим патологическую пароксизмальную активность ЭЭГ. Отмеченные электрографические признаки эпилептизации мозга приобретают особое значение с учетом того, что у обследованных больных клинических эпилептиформных проявлений не было обнаружено.

Тестирование функционального состояния стволовых структур у пациентов с гипертензионной гидроцефалией объективно показало патологические нарушения со стороны более поздних компонентов АСВП, что указывало на выраженную дисфункцию оральных (мезенцефало-понтинных) отделов ствола головного мозга при относительной интактности каудальных (медулло-понтинных) отделов (рис. 2).

У всех больных с гипертензионной гидроцефалией наблюдались патологические изменения параметров АСВП, обычно они были двусторонними и подтверждались повторными

записями в динамике. Наблюдались изменения конфигурации как всего паттерна АСВП, так и его отдельных компонентов, а также изменения временных и амплитудных параметров отдельных волн. В первую очередь, это относится к волне V, которая у здоровых лиц является наиболее достоверно выделяемым и устойчивым компонентом АСВП. У 22 (52,4 %) больных с гипертензионной гидроцефалией V волна была аномальна: наблюдалось выпадение пика, или его форма была деформирована, амплитуда снижена. В результате соотношение амплитуд волн V/I у 33,3 % больных сильно инвертировано. Наблюдалось изменение формы и снижение амплитуды волны III у 11 (26,2 %) пациентов, в наиболее тяжелых случаях идентифицировалась только волна I – у 5 (11,9 %). Изучение временных параметров показало значительное удлинение межпиковых интервалов I-V и III-V компонентов у 16 (38,1 %) детей. В то же время изменения латенции I-III компонентов практически не отмечено.

У 5 (21,8 %) больных с окклюзионной гидроцефалией была искажена только конфигурация основных волн, а частотные характеристики АСВП укладывались в вариативный разброс здоровых детей. Степень выраженности нарушений стволовых вызванных потенциалов также была выше при сообщающейся ги-

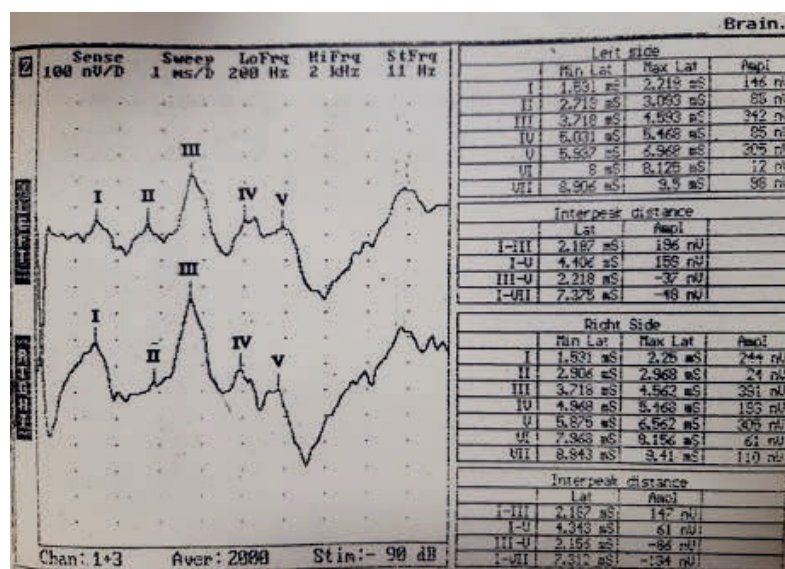


Рис. 2. АСВП ребенка с окклюзионной гидроцефалией в стадии декомпенсации перед операцией
Fig. 2. ABEP of a child with occlusive hydrocephalus in the stage of decompensation before surgery

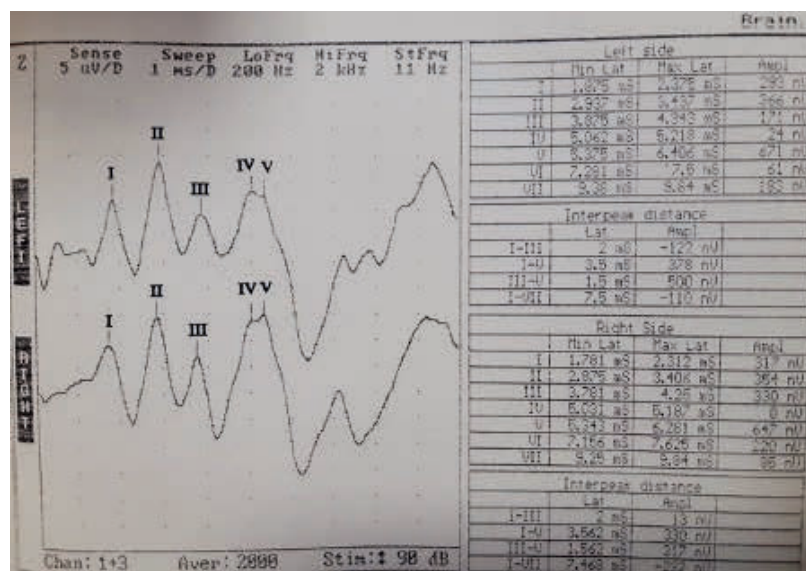


Рис. 3. АСВП ребенка через 16 дней после вентрикулоперитонеостомии
Fig. 3. ABEP of a child 16 days after VPS

дроцефалии в целом и по каждому выделенному типу аномальных АСВП.

У 29 (18 – окклюзионной и 11 – сообщающейся) детей с гипертензионной гидроцефалией проведен анализ динамики АСВП после ликворорешающих операций (ЛРО) с повторным тестированием в ближайшем послеоперационном периоде. Повторное тестирование показало, что в 23 (79,3 %) случаях после операции отмечена отчетливая положительная динамика в протекании вызванных стволовых ответов. Она заключалась в появлении ранее не идентифицированных пиков, восстановлении формы волн и отношения амплитуд V/I, укорочении межпиковой латенции (рис. 3). При этом у 13 (44,8 %) детей амплитудные и временные параметры АСВП после операции полностью вернулись к норме. У 6 (20,7 %) больных существенных изменений в протекании АСВП не отмечено. Ни у одного больного не наблюдалось отрицательной динамики паттерна АСВП. В группе больных с окклюзионной формой гидроцефалии повторное тестирование АСВП после ЛРО дало лучшие результаты, по сравнению с сообщающейся гидроцефалией.

Таким образом, исследования показали, что анализ изменений акустических стволовых вызванных потенциалов в динамике послеоперационного периода может обеспечить надежный контроль функционирования шунтирую-

щей системы, что косвенно свидетельствовало о снижении и (или) нормализации внутричерепного давления.

Заключение

Практически у всех больных с гипертензионной гидроцефалией (97,4 %) найдены нарушения биоэлектрической активности головного мозга, свидетельствующие о широком и устойчивом вовлечении в патологический процесс различных церебральных систем с дисфункцией мезенцефально-диэнцефальных, в том числе гипоталамических, систем в сочетании с диффузным поражением корковых структур и нарушением корково-подкорково-стволовых взаимоотношений.

АСВП при гипертензионной гидроцефалии нарушены у всех больных. Это проявляется в нарушении временных и амплитудных параметров основных компонентов паттерна АСВП, а также их конфигурации и стабильности; наибольшие нарушения отмечены у поздних компонентов стволового вызванного ответа.

Повторное тестирование АСВП после ЛРО показало отчетливую тенденцию к положительной динамике в протекании стволовых вызванных ответов в 79,3 %, с полным возвращением к норме в 44,8 % случаев.

При гипертензионной гидроцефалии наблюдается поражение оральных (пonto-мезен-

цефальных) отделов ствола головного мозга при относительной интактности каудальных (медулло-понтинных) отделов.

Нейрофизиологический диагностический комплекс, включающий в себя ЭЭГ и АСВП, у больных с гипертензионной гидроцефалией позволяет обеспечить адекватную диагностику нарушений функций ствола головного мозга и надежный контроль функционирования дренажной системы.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. **Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

Литература / References

1. Самочерных Н. К., Абрамов К. Б., Николаенко М. С. и др. Лечение больных с постгеморрагической гидроцефалией // Рос. вестн. перинатологии и педиатрии. 2021. Т. 66, № 5. С. 97–104. [Samochnykh N. K., Abramov K. B., Nikolaenko M. S. et al. Treatment of patients with posthemorrhagic hydrocephalus. Rossiiskii Vestnik Perinatologii i Pediatrii. 2021;66(5):97–104. (In Russ.)]. Doi: 10.21508/1027-4065-2021-66-5-97-104. EDN: FLG-GXJ.
2. Хачатрян В. А., Самочерных К. А. Эндоскопия в детской нейрохирургии. СПб.: Бранко, 2015. 276 с. [Khachatryan V. A., Samochernykh K. A. Endoscopy in paediatric neurosurgery. SPb.: Branko; 2015. 276 p. (In Russ.)].
3. Evensen K. B., Eide P. K. Measuring intracranial pressure by invasive, less invasive or non-invasive means: limitations and avenues for improvement. Fluids Barriers CNS. 2020;17(1). Doi: 10.1186/s12987-020-00195-3.
4. Eide P. K., Sorteberg W. Outcome of Surgery for Idiopathic Normal Pressure Hydrocephalus: Role of Preoperative Static and Pulsatile Intracranial Pressure. World Neurosurgery. 2016;(86):186–193. Doi: 10.1016/j.wneu.2015.09.067.
5. Popovic D., Khoo M., Lee S. Noninvasive Monitoring of Intracranial Pressure. BIOMENG. 2009;2(3):165–179. Doi: 10.2174/1874764710902030165.
6. Xu W., Gerety P., Aleman T., Swanson J., Taylor J. Noninvasive methods of detecting increased intracranial pressure. Childs Nerv Syst. 2016;32(8):1371–1386. Doi: 10.1007/s00381-016-3143-x.
7. Zhang X., Medow J. E., Iskandar B. J. Invasive and noninvasive means of measuring intracranial pressure: a review. Physiol Meas. 2017;38(8):R143–R182. Doi: 10.1088/1361-6579/aa7256.
8. Schubert-Bast S., Berghaus L., Filmann N., Freiman T., Strzelczyk A., Kieslich M. Risk and risk factors for epilepsy in shunt-treated children with hydrocephalus. European Journal of Paediatric Neurology. 2019;23(6):819–826. Doi: 10.1016/j.ejpn.2019.09.004.
9. Tully H. M., Kukull W. A., Mueller B. A. Clinical and Surgical Factors Associated With Increased Epilepsy Risk in Children With Hydrocephalus. Pediatric Neurology. 2016;5(9):18–22. Doi: 10.1016/j.pediatrneurol.2016.02.011.
10. Venkataramana N. Hydrocephalus Indian scenario – A review. J Pediatr Neurosci. 2011;6(3):11. Doi: 10.4103/1817-1745.85704.
11. Tadevosyan A., Kornbluth J. Brain Herniation and Intracranial Hypertension. Neurologic Clinics. 2021;39(2):293–318. Doi: 10.1016/j.ncl.2021.02.005.
12. Legatt A. D. Brainstem Auditory Evoked Potentials (BAEPs). Encyclopedia of the Neurological Sciences. Published online. 2014:505–508. Doi: 10.1016/b978-0-12-385157-4.00520-0.
13. Детская нейрохирургия: Национальное руководство / под ред. К. А. Самочерных. СПб.: ПЗР, 2024. 576 с. [Pediatric neurosurgery: National guidelines; eds by K. A. Samochernykh. SPb.: PZR; 2024. 576 p. (In Russ.)].

Сведения об авторах

Магомед Рамазанович Маматханов – доктор медицинских наук, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории нейрохирургии детского возраста, врач-нейрохирург нейрохирургического отделения № 7 для детей Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова (Санкт-Петербург, Россия);

Константин Эдуардович Лебедев – кандидат медицинских наук, врач-невролог нейрохирургического отделения № 7 для детей Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова (Санкт-Петербург, Россия);

Константин Борисович Абрамов – кандидат медицинских наук, заместитель главного врача, врач-

нейрохирург Российского научно-исследовательского нейрохирургического института им. проф. А. Л. Поленова – филиала Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова (Санкт-Петербург, Россия);

Никита Константинович Самочерных – врач-нейрохирург нейрохирургического отделения № 5 Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова (Санкт-Петербург, Россия);

Михаил Сергеевич Николаенко – кандидат медицинских наук, врач-нейрохирург нейрохирургического отделения № 7 для детей Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова (Санкт-Петербург, Россия).

Information about the authors

Magomed R. Mamakhanov – Dr. of Sci. (Med.), Senior Researcher at the Research Laboratory of Child Neurosurgery, Neurosurgeon of the Department of Child Neurosurgery No. 7, V. A. Almazov National Medical Research Center (St. Petersburg, Russia);

Konstantin E. Lebedev – Cand. of Sci. (Med.), Neurologist at the Department of Child Neurosurgery No. 7, V. A. Almazov National Medical Research Center (St. Petersburg, Russia);

Konstantin B. Abramov – Cand. of Sci. (Med.), Deputy Chief Physician, Neurosurgeon, Polenov Neurosurgery

Institute – the branch of Almazov National Medical Research Centre (St. Petersburg, Russia);

Nikita K. Samochernykh – Neurosurgeon at the Department of Neurosurgery № 5, V. A. Almazov National Medical Research Center (St. Petersburg, Russia);

Mikhail S. Nikolaenko – Cand. of Sci. (Med.), Neurosurgeon at the Department of Child Neurosurgery No. 7, V. A. Almazov National Medical Research Center (St. Petersburg, Russia).

Принята к публикации 06.05.2024

Accepted 06.05.2024