

**ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ, ПЕРЕНЕСШИХ
ТЯЖЕЛУЮ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВУЮ ТРАВМУ**

Э.М. АХМАДУЛЛИНА^{*,**}, Э.М. ХАСАНОВА^{**}, Р.А. БОДРОВА^{**}

^{*} ГАУЗ «Детская республиканская клиническая больница Министерства здравоохранения Республики Татарстан», Оренбургский тракт, д. 140, г. Казань, 420059, Россия, e-mail: elvira_elza@bk.ru

^{**} ГБОУ ДПО «Казанская государственная медицинская академия Минздрава России», ул. Бутлерова, д. 36, г. Казань, 420012, Россия

Аннотация. Черепно-мозговая травма является одной из наиболее актуальных проблем современной медицины. По данным всемирной организации здравоохранения, количество таких травм ежегодно увеличивается на 2%, составляя 35-40% в структуре общего травматизма. **Цель исследования** – изучить возможность применения комбинации методов реабилитации, что оказывает наиболее благоприятное влияние на нейропластичность, чем использование любого из подходов в отдельности и приводит к улучшению двигательной функции, оптимизации функционального восстановления после черепно-мозговой травмы. **Материалы и методы исследования.** Обследовано 40 больных с тяжелой черепно-мозговой травмой. Дизайн исследования включал в себя две группы. Методом рандомизации выделена основная группа – 19 (45%) пациентов, получавших в комплексе раннего восстановительного лечения фотохромотерапию, крайне высокочастотную терапию, транскраниальную магнитную стимуляцию и контрольная группа, в которую вошли 21 (55%) пациентов, получавших только базисное восстановительное лечение. **Результаты и их обсуждение.** В результате проведенного курса реабилитационной терапии с включением фотохромотерапии зеленым спектром, крайне высокочастотной терапии, транскраниальной магнитной стимуляции наблюдалось значительное улучшение мышечного тонуса в конечностях, который из мышечной гипотонии переходит в физиологический или пирамидный тонус по шкале Ашворт после лечения – 1-1+ баллов, повышение уровня сознания (по шкале комы Глазго до лечения 4-8 балла и после лечения 12-15 баллов), повышение двигательной активности. Отмечается улучшение функции глотания, дыхательной функции и коррекция судорожного синдрома (улучшение показателей ЭЭГ). **Заключение.** Динамика восстановления нарушенных функций находится в непосредственной зависимости от степени тяжести полученной травмы, раннего нейрохирургического и восстановительного лечения. Комбинация методов реабилитации (фотохромотерапия зеленым спектром, крайне высокочастотная терапия, транскраниальная магнитная стимуляция) оказывает наиболее благоприятное влияние на нейропластичность, чем использование любого из подходов в отдельности и приводит к улучшению двигательной функции, оптимизации функционального восстановления после черепно-мозговой травмы.

Ключевые слова: черепно-мозговая травма, реабилитация, фотохромотерапия, физические факторы реабилитации, транскраниальная магнитная стимуляция, крайне высокочастотная терапия.

PHYSICAL FACTORS OF REHABILITATION OF PATIENTS WITH SEVERE CRANIAL INJURY

Е.М. АКХМАДУЛЛИНА^{*,**}, Е.М. ХАСАНОВА^{**}, Р.А. БОДРОВА^{**}

^{*} SAIH "Children's Republican Clinical Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan", Orenburg tract, 140, Kazan, 420059, Russia, e-mail: elvira_elza@bk.ru

^{**} SBEI DPE "Kazan State Medical Academy" of the Ministry of Health of Russia", Butlerova str., 36, Kazan, 420012, Russia

Abstract. Traumatic brain injury is one of the most urgent problems of modern medicine. According to the World Health Organization, the number of such injuries increases by 2% annually, accounting for 35-40% in the structure of total injuries. **The research purpose** was to study the possibility of using a combination of rehabilitation methods, proving their most beneficial effect on neuroplasticity and improving motor function, optimizing functional recovery after traumatic brain injury, as opposed to using each approach separately. **Materials and methods.** 40 patients with severe traumatic brain injury were examined. The study design included two groups. The main group was selected by randomization - 19 (45%) patients with photochromotherapy, extremely high-frequency therapy, transcranial magnetic stimulation in the complex of early recovery treatment, and a control group that included 21 (55%) patients with only basic recovery treatment. **Results and its discussion.** As a result of the course of rehabilitation therapy with the inclusion of green spectrum photochromotherapy, extremely high-frequency therapy, transcranial magnetic stimulation, there was a significant improvement in muscle tone in the extremities, which passes from muscle hypotension to

physiological or pyramidal tone on the Ashworth scale after treatment – 1-1+ points, an increase in the level of consciousness (on the Glasgow coma scale before treatment 4-8 points and after treatment 12-15 points), increased motor activity and correction of convulsive syndrome. **Conclusions.** The dynamics of recovery of impaired functions is directly dependent on the severity of the injury, early neurosurgical and rehabilitation treatment. A combination of rehabilitation methods (green spectrum phototherapy, extremely high-frequency therapy, transcranial magnetic stimulation) has the most favorable effect on neuroplasticity than using any of the approaches separately and leads to improved motor function, optimization of functional recovery after traumatic brain injury.

Keywords: traumatic brain injury, rehabilitation, phototherapy, physical factors of rehabilitation, transcranial magnetic stimulation, extremely high-frequency therapy.

Введение. *Черепно-мозговая травма* (ЧМТ) является одной из основных причин смерти и инвалидизации населения в большинстве стран мира [8]. Смертность от травм в большинстве стран стоит на втором месте после сердечно-сосудистых заболеваний [2]. Высокая заболеваемость и летальность в результате механических повреждений головного мозга, прежде всего, среди молодой и трудоспособной части населения выводят эту патологию за рамки медицинских проблем и ставят в ряд наиболее социально значимых [3, 7]. При тяжелых повреждениях головного мозга происходит срыв системных адаптационно-компенсаторных реакций на центральном и периферическом уровнях [13, 14].

Основными задачами ранней реабилитации пациентов с тяжелой ЧМТ являются создание условий для благоприятного течения компенсаторно-восстановительных процессов в головном мозге, уменьшение воспаления в зоне локализации травматического очага, улучшение метаболизма и кровоснабжения мозга, купирование стрессовой реакции, восстановление функциональных нейродинамических отношений и нарушенных функций, профилактика и лечение осложнений со стороны дыхательной и сердечно-сосудистой систем, профилактика пролежней и контрактур паретичных конечностей [11, 17].

Фотохромотерапия (ФХТ) – представляет собой местное и/или системное воздействие поляризованными электромагнитными волнами необходимого диапазона с использованием рецепторных ворот, транспортирующего соединительнотканного каркаса и каскада фотохимических реакций для доставки электромагнитной энергии в регуляторные системы, а также зоны, испытывающие ее дефицит или дисбаланс. Лечебный эффект обусловлен возникновением резонансного отклика молекулярных структур, при этом в них происходит угнетение патологических реакций (апоптоза, перекисного окисления липидов и других) и активизация физиологических, регуляторных и исполнительных реакций на молекулярном, клеточном и системном уровне с поддержанием в последующем локального и общего электромагнитного баланса. Механизм действия КВЧ-терапии обусловлен способностью электромагнитного излучения данного диапазона усиливать генерацию акусто-электрических колебаний клеточных мембран (колебаний Флериха), которые присущи всем живым клеткам и направлены на поддержание гомеостаза [4, 6]. *Транскраниальная магнитная стимуляция* (ТКМС) это метод нейростимуляции и нейромодуляции, основанный на электромагнитной индукции электрического поля в заданном участке головного мозга, осуществляется импульсным магнитным полем и может оказывать тормозящее или возбуждающее действие на корковую активность. Доказано, что под влиянием электромагнитного поля происходит уменьшение воспалительного отека в месте повреждения, ускоряется регенерация тканей, наблюдается гипотензивный эффект [5].

Цель исследования – изучить возможность применения комбинации методов реабилитации, что оказывает наиболее благоприятное влияние на нейропластичность, чем использование любого из подходов в отдельности и приводит к улучшению двигательной функции, оптимизации функционального восстановления после ЧМТ.

Материалы и методы исследования. Обследовано 40 больных с тяжелой ЧМТ, находившихся на лечении в ГАУЗ ДРКБ МЗ РТ, г. Казань и ГАУЗ ГКБ №7 г. Казань. Методом рандомизации выделена основная группа – 19 (45%) пациентов, получавших в комплексе раннего восстановительного лечения ФТХ, КВЧ-терапию, ТКМС и контрольная группа, в которую вошли 21 (55%) пациентов, получавших только базисное восстановительное лечение. Неврологическое исследование включало количественную оценку нарушений уровня сознания по *шкале ком Глазго* (ШКГ), *шкале восстановления после комы* (CRS-R), *данные нейровизуализации (компьютерная томография)*, ЭЭГ.

Пациентам основной группы, наряду с традиционной медикаментозной терапией, проводилась ФХТ с помощью узкополосного поляризованного излучения с длиной волны 540 ± 20 нм (зеленый спектр). Условием проведения ФХТ явилась стабильность функций органов жизнеобеспечения. КВЧ-терапию назначали в ранний период заболевания. В КВЧ-терапии использовалось облучение точки *VG.14*, расположенную между остистыми отростками *C7-Th 1* позвонков, которая является точкой пересечения сосуда Ду-май и всех Ян-каналов и отвечает за нормализацию работы сердца и мозга, а длина волны 4,9 нм способствует улучшению реологических свойства крови и за счет этого улучшению проводимости по стволу головного мозга. Курс лечения 10-15 процедур ежедневно.

Для лечения применяли магнитный стимулятор «Нейро-МС», фирмы «Нейрософт». Использовали малый кольцевой индуктор, величиной магнитной индукции 0,4 Тл на область коры головного мозга, отвечающую за сокращение мышц рук и ног. Работали низкочастотным импульсным магнитным полем – 1 Гц. При наличии парезов и параличей в процедуру включали область шейного и поясничного утолщений спинного мозга и мышцы разгибатели руки и сгибатели ноги. Сила магнитной индукции до 1 Тл, частотой 0,5-1 Гц. Амплитуду импульса увеличивали до появления сокращения мышцы. Стимуляцию проводили контактно, стабильно до 2 минут на каждое поле, суммарное время воздействия на голову 6 минут, на паретичные конечности до 12 минут. Общее время 1 процедуры не превышало 18 минут. Курс лечения 10-15 процедур ежедневно.

Для проведения ФХТ использовали аппарат «Биоптрон MedAll», фильтр зеленого спектра. Параметры излучения: мощность излучения 20 Вт, удельная мощность в среднем 40 мВт/см², длина волны 540±20 нм. Плотность потока световой энергии в минуту 2,4 Дж/см², общее время воздействия 12 минут. Облучение проводили на «воротниковую» зону, ладони, стопы, глазничную область по контактно-лабильной методике в течение 3 мин на каждое поле. Использовался непрерывный режим воздействия, интенсивность излучения 100%. Курс лечения состоял из 10 процедур, проводимых ежедневно. Наличие трахеостомы, зондового питания и катетеризации мочевого пузыря не являлось противопоказанием к проведению ФХТ. По окончании курса лечения из 10 процедур было повторено комплексное исследование, оценивающее эффективность проведенного реабилитационного физиотерапевтического воздействия. Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью стандартных методов обработки научных исследований.

Результаты и их обсуждение. Все пациенты, находящиеся под наблюдением, получили тяжелую черепно-мозговую травму. Средний возраст составил 10-18 лет (средний возраст 15,2±1,5 лет). Все пациенты были доставлены в приемное отделение клиники и госпитализированы в нейрохирургическое отделение в течение 1-6 ч. после получения травмы, что позволяло своевременно оказывать специализированную медицинскую помощь.

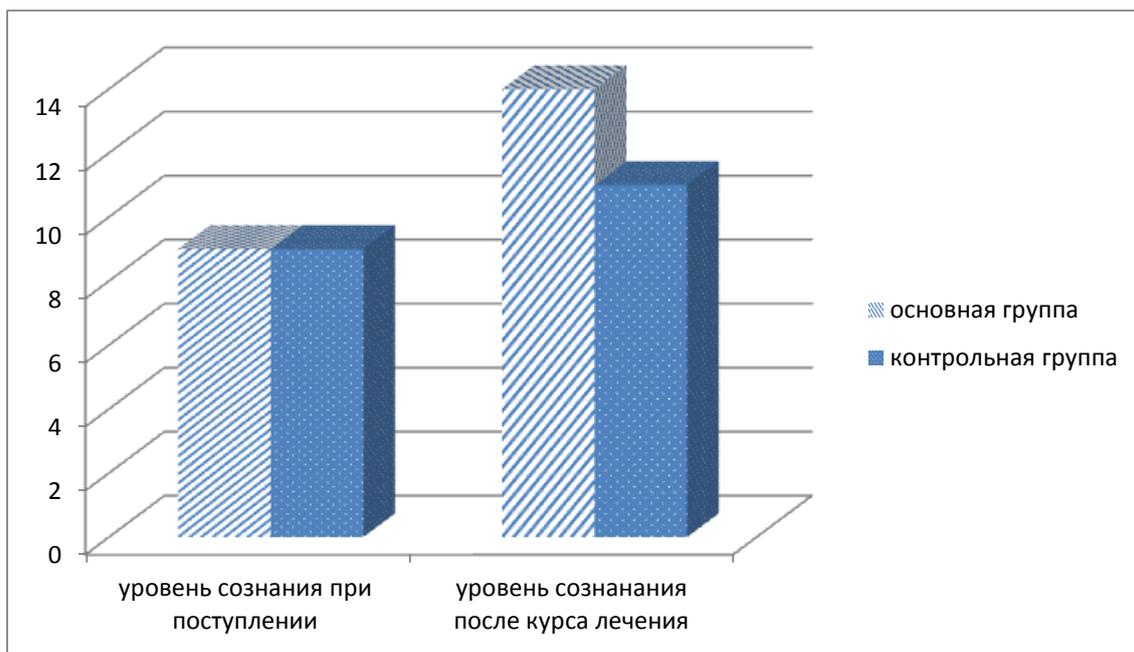


Рис. 1. Изменение уровня сознания по шкале Глазго при поступлении и после курса лечения

В результате проведенного курса реабилитационной терапии с включением фотохромотерапии зеленым спектром, КВЧ-терапии, ТКМС наблюдалось значительное улучшение мышечного тонуса в конечностях, который из мышечной гипотонии переходит в физиологический или пирамидный тонус по шкале Ашворт после лечения – 1-1+ баллов, повышение уровня сознания по ШКГ до лечения 4-8 балла (8.89±2.7) и после лечения 12-15 баллов (13.57±2.5, уровень достоверности и эффективности у 47% пациентов) (рис. 1), повышение двигательной активности по шкале функциональной независимости FIM: полная зависимость от окружающих (самостоятельно может выполнить менее 25% необходимых действий) – 16.1 ±2.4 при поступлении; и умеренная зависимость (самостоятельно выполняет 50-75% необходимых для исполнения задания действий) – 48.1±2.7, уровень достоверности и эффективности у 47% по-

сле реабилитации (рис. 2). Отмечается улучшение функции глотания, дыхательной функции и коррекция судорожного синдрома (улучшение показателей ЭЭГ).

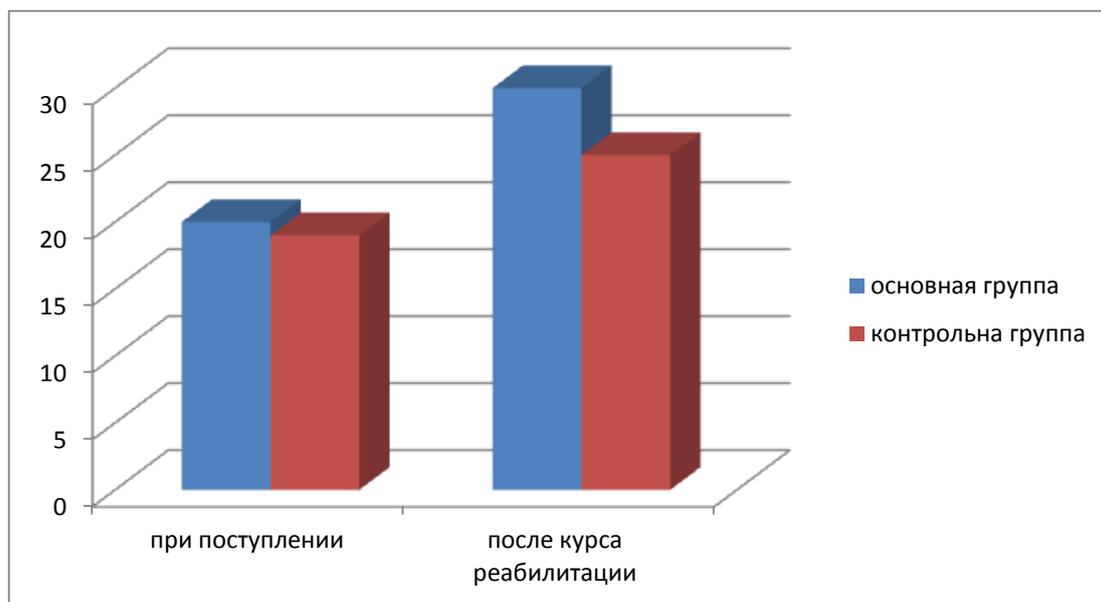


Рис. 2. Оценка зависимости от окружающих по шкале FIM при поступлении и после лечения

Заключение:

1. Динамика восстановления нарушенных функций находится в непосредственной зависимости от степени тяжести полученной травмы, раннего нейрохирургического и восстановительного лечения.

2. Использование фотохромотерапии с помощью поляризованного излучения с длиной волны 540 ± 20 нм позволяет создать наиболее адекватные условия для благоприятного протекания компенсаторно-регенераторных механизмов в головном мозге за счет восстановления нарушенной ауторегуляции мозгового кровообращения, снижения выраженности процессов отека-набухания головного мозга, улучшения кровообращения в микроциркуляторном русле, стабилизации процессов возбуждения и торможения в центральной нервной системе.

3. У пациентов, получавших ФХТ с помощью узкополосного поляризованного излучения с длиной волны 540 ± 20 нм отмечается более отчетливая динамика восстановления нейровегетативного статуса и двигательных нарушений.

4. КВЧ-терапия, назначенная пациентам с черепно-мозговой травмой в ранний период, позволяет нормализовать реологические свойства крови.

5. Ритмическая транскраниальная магнитная стимуляция приводит к улучшению проводимости по кортикоспинальному тракту, уменьшая степень двигательных нарушений и нормализуя биоэлектрическую активность головного мозга в ранний период тяжелой ЧМТ.

6. Комбинация методов реабилитации (фотохромотерапия зеленым спектром, крайне высокочастотная терапия, транскраниальная магнитная стимуляция) оказывает наиболее благоприятное влияние на нейропластичность, чем использование любого из подходов в отдельности и приводит к улучшению двигательной функции, оптимизации функционального восстановления после черепно-мозговой травмы.

Литература

1. Валиуллина С.А., Шарова Е.А. Заболеваемость детей черепно-мозговой травмой в Российской Федерации: эпидемиология и экономические аспекты // Казанский медицинский журнал. 2015. №4. С. 581–587. DOI 2015;96(4):581-587.
2. Заваденко Н.Н., Немкова С.А. Нарушения развития и когнитивные дисфункции у детей с заболеваниями нервной системы. Научно-практическое руководство. Москва, 2016. 360 с.
3. Семенова Ж.Б., Мельников А.В., Саввина И.А., Лекманов А.У., Хачатрян В.А., Горельшев С.К. Рекомендации по лечению детей с черепно-мозговой травмой // Российский вестник. 2016. Т. VI, №2. С. 112–127.
4. Хадарцев А.А. Биофизические аспекты управления жизнедеятельностью коронавирусов (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. 2020. Т. 27. № 1. С. 119–124.
5. Хадарцев А.А., Грязев М.В., Куротченко Л.В., Куротченко С.П., Луценко Ю.А., Субботина Т.И., Яшин А.А. Экспериментальная магнитобиология: воздействие полей сложной структуры: Моно-

графия. Серия «Экспериментальная электромагнитобиология», вып. 2/ Под ред. Т.И. Субботиной и А.А. Яшина. Москва– Тверь – Тула: Изд-во ООО «Триада», 2007. 112 с.

6. Хадарцев А.А., Москвин С.В. КВЧ-лазерная терапия. Москва-Тверь, 2016.
7. Ding K., Gupta P.K., Diaz-Arrastia R. Epilepsy after Traumatic Brain Injury. In: Laskowitz D., Grant G. (Eds.). *Translational Research in Traumatic Brain Injury. Chapter 14, Frontiers in Neuroscience*. CRC Press/Taylor and Francis Group, Boca Raton, Florida, 2016. P. 299–314.
8. Popernack M.L., Gray N., Reuter-Rice K. Moderate-to-Severe Traumatic Brain Injury in Children: Complications and Rehabilitation Strategies // *J Pediatr Health Care*. 2015. №29(3). P. 1–7.
9. Aimun A.B., Jamjoom, Jonathan Rhodes, Peter J.D. Andrews, Seth G.N. Grant. The synapse in traumatic brain injury // *Review Brain*. 2021. №144(1). P. 18–31. DOI: 10.1093/brain/awaa321.
10. Gimbel S.I., Ettenhofer M.L., Cordero E., Roy M., Chan L. Brain bases of recovery following cognitive rehabilitation for traumatic brain injury: a preliminary study // *Brain Imaging Behav*. 2021. №15(1). P. 410–420. DOI: 10.1007/s11682-020-00269-8.
11. Hammond F.M., Perkins S.M., Corrigan J.D., Nakase-Richardson R., Brown A.W., O'Neil-Pirozzi T.M., Zasler N.D., Greenwald B.D. Functional Change from Five to Fifteen Years after Traumatic Brain Injury // *J Neurotrauma*. 2021. №38(7). P. 858–869. DOI: 10.1089/neu.2020.7287.
12. Kristina G. Witcher, Chelsea E. Bray, Titikorn Chunchai, Fangli Zhao, Shane M. O'Neil, Alan J. Gordillo, Warren A. Campbell, Daniel B. McKim, Xiaoyu Liu, Julia E. Dziabis, Ning Quan, Daniel S. Eiferman, Andy J. Fischer, Olga N. Kokiko-Cochran, Candice Askwith, Jonathan P. Godbout. Brain Injury Causes Chronic Cortical Inflammation and Neuronal Dysfunction Mediated by Microglia // *J Neurosci. Traumatic* 2021. №41(7). P. 1597–1616. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.2469-20.2020.
13. Lannin N.A., Coulter M., Laver K., Hyett N., Ratcliffe J., Holland A.E., Callaway L., English C., Bragge P., Hill S., Unsworth C.A. Public perspectives on acquired brain injury rehabilitation and components of care: A Citizens' Jury // *Health Expect*. 2021. №24(2). P. 352–362. DOI: 10.1111/hex.13176.
14. Lawati K.A., Sharif S., Maqbal S.A., Rimawi H.A., Petrosioniak A., Belley-Cote E.P., Sharma S.V., Morgenstern J., Fernando S.M., Owen J.J., Zeller M., Quinlan D., Alhazzani W. Efficacy and safety of tranexamic acid in acute traumatic brain injury: a systematic review and meta-analysis of randomized-controlled trials. Rochweg B // *Intensive Care Med*. 2021. №47(1). P. 14–27. DOI: 10.1007/s00134-020-06279-w.
15. Liu S., Shi C., Ma X., Zhao B., Chen X., Tao L. Clin. Cognitive deficits and rehabilitation mechanisms in mild traumatic brain injury patients revealed by EEG connectivity markers // *Neurophysiol*. 2021. №132(2). P. 554–567. DOI: 10.1016/j.clinph.2020.11.034.
16. Oyesanya T.O., Moran T.P., Espinoza T.R., Wright D.W. Arch Phys. Regional Variations in Rehabilitation Outcomes of Adult Patients With Traumatic Brain Injury: A Uniform Data System for Medical Rehabilitation Investigation // *Med Rehabil*. 2021. №102(1). P. 68–75. DOI: 10.1016/j.apmr.2020.07.011.
17. Patel P.D., Stafflinger J.E., Marwitz J.H., Niemeier J.P., Ottens A.K. Secreted Peptides for Diagnostic Trajectory Assessments in Brain Injury Rehabilitation // *Neurorehabil Neural Repair*. 2021. №35(2). P. 169–184. DOI: 10.1177/1545968320975428.
18. Tenovuo O., Diaz-Arrastia R., Goldstein L.E., Sharp D.J., van der Naalt J., Zasler N.D. Assessing the Severity of Traumatic Brain Injury-Time for a Change? // *J Clin Med*. 2021. №10(1). P. 148. DOI: 10.3390/jcm10010148.
19. Witcher K.G., Bray C.E., Chunchai T., Zhao F., O'Neil S.M., Gordillo A.J., Campbell W.A., McKim D.B., Liu X., Dziabis J.E., Quan N., Eiferman D.S., Fischer A.J., Kokiko-Cochran O.N., Askwith C. Traumatic Brain Injury Causes Chronic Cortical Inflammation and Neuronal Dysfunction Mediated by Microglia., Godbout JP // *J Neurosci*. 2021. №41(7). P. 1597–1616. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.2469-20.2020.
20. Yengo-Kahn A.M., Reynolds R.A. Mild Traumatic Brain Injury in Children. Bonfield C // *Pediatr Clin North Am*. 2021. №68(4). P. 857–874. DOI: 10.1016/j.pcl.2021.04.011.

References

1. Valiullina SA, Sharova EA. Zabolevaemost' detej cherepno-mozgovoj travmoj v Ros-sijskoj Federacii: jepidemiologija i jekonomicheskie aspekty [Morbidity of children with traumatic brain injury in the Russian Federation: epidemiology and economic aspects]. *Kazanskij medicinskij zhurnal*. 2015;4:581-7. DOI 2015;96(4):581-587. Russian.
2. Zavadenko NN, Nemkova SA. Narusheniya razvitiya i kognitivnye disfunkcii u detej s zabolevanijami nervnoj sistemy [Developmental disorders and cognitive dysfunctions in children with diseases of the nervous system]. *Nauchno-prakticheskoe rukovodstvo*. Moscow; 2016. Russian.
3. Semenova ZhB, Mel'nikov AV, Savvina IA, Lekmanov AU, Hachatrjan VA, Gorelyshev SK. Rekomendacii po lecheniju detej s cherepno-mozgovoj travmoj [Recommendations for the treatment of children with traumatic brain injury]. *Rossijskij vestnik*. 2016;VI(2):112-27. Russian.
4. Khadartsev AA. Biofizicheskie aspekty upravleniya zhiznedeyatel'nost'yu koronavirusov (obzor literatury) [Biophysical aspects of coronavirus life control (literature review)]. *Journal of New Medical Technologies*. 2020;1:119-24. DOI: 10.24411/1609-2163-2020-16610. Russian.

5. Khadartsev AA, Gryazev MV, Kurotchenko LV, Kurotchenko SP, Lutsenko YuA, Subbotina TI, Yashin AA. Eksperimental'naya magnitobiologiya: vozdeystvie poley slozhnoy struktury: Monografiya. Pod redaktsiey TI Subbotinoy i AA Yashina [Experimental magnetobiology: the impact of field for complex structures: Monograph. Edited by T. Subbotina and Yashin]. Moscow – Tver' – Tula: Izd-vo OOO «Triada»; 2007. Russian
6. Moskvina SV, Khadartsev A.A. KVCh-lazernaya terapiya [EHF-laser therapy]. Moskva-Tver': OOO «Izdatel'stvo «Triada»; 2016. Russian.
7. Ding K, Gupta PK, Diaz-Arrastia R. Epilepsy after Traumatic Brain Injury. In: Laskowitz D., Grant G. (Eds.). Translational Research in Traumatic Brain Injury. Chapter 14, Frontiers in Neuroscience. CRC Press/Taylor and Francis Group, Boca Raton, Florida. 2016; 299-314
8. Popernack ML, Gray N, Reuter-Rice K. Moderate-to-Severe Traumatic Brain Injury in Children: Complications and Rehabilitation Strategies. *J Pediatr Health Care*. 2015;29(3):1-7.
9. Aimun AB Jamjoom, Jonathan Rhodes, Peter JD Andrews, Seth GN Grant. The synapse in traumatic brain injury. *Review Brain* 2021 Feb 12;144(1):18-31. DOI: 10.1093/brain/awaa321.
10. Gimbel SI, Ettenhofer ML, Cordero E, Roy M, Chan L. Brain Imaging Behav. Brain bases of recovery following cognitive rehabilitation for traumatic brain injury: a preliminary study. 2021;15(1):410-20. DOI: 10.1007/s11682-020-00269-8.
11. Hammond FM, Perkins SM, Corrigan JD, Nakase-Richardson R, Brown AW, O'Neil-Pirozzi TM, Zasler ND, Greenwald BD Functional Change from Five to Fifteen Years after Traumatic Brain Injury. *J Neurotrauma*. 2021;38(7):858-69. DOI: 10.1089/neu.2020.7287.
12. Kristina G Witcher, Chelsea E Bray, Titikorn Chunchai, Fangli Zhao, Shane M O'Neil, Alan J Gordillo, Warren A Campbell, Daniel B McKim, Xiaoyu Liu, Julia E Dziabis, Ning Quan, Daniel S Eiferman, Andy J Fischer, Olga N Kokiko-Cochran, Candice Askwith, Jonathan P Godbout. *J Neurosci. Traumatic Brain Injury Causes Chronic Cortical Inflammation and Neuronal Dysfunction Mediated by Microglia*. 2021;41(7):1597-616. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.2469-20.2020.
13. Lannin NA, Coulter M, Laver K, Hyett N, Ratcliffe J, Holland AE, Callaway L, English C, Bragge P, Hill S, Unsworth CA. Public perspectives on acquired brain injury rehabilitation and components of care: A Citizens' Jury. *Health Expect*. 2021;24(2):352-62. DOI: 10.1111/hex.13176.
14. Lawati KA, Sharif S, Maqbali SA, Rimawi HA, Petrosioniak A, Belley-Cote EP, Sharma SV, Morgenstern J, Fernando SM, Owen JJ, Zeller M, Quinlan D, Alhazzani W, Efficacy and safety of tranexamic acid in acute traumatic brain injury: a systematic review and meta-analysis of randomized-controlled trials. *Rochweg B. Intensive Care Med*. 2021;47(1):14-27. DOI: 10.1007/s00134-020-06279-w.
15. Liu S, Shi C, Ma X, Zhao B, Chen X, Tao L. Clin. Cognitive deficits and rehabilitation mechanisms in mild traumatic brain injury patients revealed by EEG connectivity markers. *Neurophysiol*. 2021;132(2):554-67. DOI: 10.1016/j.clinph.2020.11.034.
16. Oyesanya TO, Moran TP, Espinoza TR, Wright DW. Arch Phys. Regional Variations in Rehabilitation Outcomes of Adult Patients With Traumatic Brain Injury: A Uniform Data System for Medical Rehabilitation Investigation. *Med Rehabil*. 2021;102(1):68-75. DOI: 10.1016/j.apmr.2020.07.011.
17. Patel PD, Stafflinger JE, Marwitz JH, Niemeier JP, Ottens AK. Secreted Peptides for Diagnostic Trajectory Assessments in Brain Injury Rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair*. 2021;35(2):169-84. DOI: 10.1177/1545968320975428.
18. Tenovuo O, Diaz-Arrastia R, Goldstein LE, Sharp DJ, van der Naalt J, Zasler ND. *J Clin Med*. Assessing the Severity of Traumatic Brain Injury-Time for a Change? 2021;10(1):148. DOI: 10.3390/jcm10010148.
19. Witcher KG, Bray CE, Chunchai T, Zhao F, O'Neil SM, Gordillo AJ, Campbell WA, McKim DB, Liu X, Dziabis JE, Quan N, Eiferman DS, Fischer AJ, Kokiko-Cochran ON, Askwith C Traumatic Brain Injury Causes Chronic Cortical Inflammation and Neuronal Dysfunction Mediated by Microglia., Godbout JP. *J Neurosci*. 2021;41(7):1597-616. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.2469-20.2020.
20. Yengo-Kahn AM, Reynolds RA, Mild Traumatic Brain Injury in Children. *Bonfield CM. Pediatr Clin North Am*. 2021;68(4):857-74. DOI: 10.1016/j.pcl.2021.04.011.

Библиографическая ссылка:

Ахмадуллина Э.М., Хасанова Э.М., Бодрова Р.А. Физические факторы реабилитации пациентов, перенесших тяжелую черепно-мозговую травму // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2021. №5. Публикация 3-8. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-5/3-8.pdf> (дата обращения: 30.09.2021). DOI: 10.24412/2075-4094-2021-5-3-8*

Bibliographic reference:

Akhmadullina EM, Khasanova EM, Bodrova RA. Fizicheskie faktory rehabilitatsii pacientov, perenesshih tzhazheluju cherepno-mozgovuju travmu [Physical factors of rehabilitation of patients with severe cranial injury]. *Journal of New Medical Technologies, e-edition*. 2021 [cited 2021 Sep 30];5 [about 6 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-5/3-8.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2021-5-3-8

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-5/e2021-5.pdf>