

УДК 616.831-001+615.835.3-08-039.34+355.01-051
<http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-1-58-63>

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГИПЕРБАРИЧЕСКОЙ ОКСИГЕНАЦИИ В КОМПЛЕКСНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ С ПОСЛЕДСТВИЯМИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ: ПРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

¹А.А. Гринцова *, ¹К.О. Каратаева , ²А.Б. Матийцев 

¹Республиканский центр профпатологии и реабилитации, г. Донецк, Россия

²Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького, г. Донецк, Россия

ЦЕЛЬ: Оценить влияние курса гипербарической оксигенации на показатели центральной гемодинамики, вариабельности сердечного ритма и способность концентрации и переключения внимания у военнослужащих с последствиями черепно-мозговой травмы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: Основную группу составили 50 пациентов с последствиями боевой черепно-мозговой травмы в возрасте от 25 до 45 лет, в комплексное лечение которых был включен курс гипербарической оксигенации. В группу контроля вошли 20 больных, получавших медикаментозную терапию в соответствии с клиническими протоколами. Лечение методом гипербарической оксигенации проводилось в бароаппаратах БЛКС-303 МК в режиме 0,3–0,7 атм с экспозицией изопрессии 40 мин. Курс гипербарической оксигенации включал 10 ± 2 сеанса ежедневно. Исследовали показатели вариабельности сердечного ритма, центральной гемодинамики. Для оценки концентрации внимания и способности его переключения применяли корректурную пробу Бурдона.

Статистика. Статистический анализ данных проводили с использованием программы Statistica for Windows 6.5. Сравнения представлены в виде медианы (Me) и квартильного размаха (LQ + UQ) (перцентили 25 % и 75 %). Критерием значимости считался $p < 0,05$. Для сравнения количественных показателей в основной и контрольной группах использовали критерий Манна–Уитни, при изучении динамики изменения показателей в исследуемых группах использовали Т-критерий Вилкоксона.

РЕЗУЛЬТАТЫ: Включение гипербарической оксигенации в комплексную терапию пациентов с последствиями боевой черепно-мозговой травмы приводило к достоверному снижению показателя симпатической активности – амплитуды моды – до 35,7 % (29,5 ÷ 48,0), уменьшению индекса напряжения до 116,5 %/с² (99,0 ÷ 122,0) и восстановлению показателя вегетативного равновесия LF/HF до 2,8 (2,5 ÷ 4,3). У пациентов с гиперкинетическим типом кровообращения в основной группе по сравнению с группой контроля наблюдалось достоверное снижение ударного индекса до 41,8 (40,7 ÷ 54,8) мл/м², индекса минутной работы сердца до 4,6 (4,4 ÷ 5,2) кгм/мин/м², уменьшение расхода энергии на перемещение крови до 12,3 (12,3 ÷ 12,7) Вт/л. Улучшение координации отмечено у 54 % основной группы в сравнении с 34 % группы контроля, уменьшение патологических рефлексов – у 50 % основной группы в сравнении с 22 % группы контроля, снижение выраженности расстройств глубоких рефлексов – у 55 % основной группы в сравнении с 28 % группы контроля. Проведение корректурной пробы Бурдона после курса ГБО в основной группе по сравнению с группой контроля показало достоверное уменьшение допущенных ошибок с 12,7 (10,2 ÷ 14,6) до 4,2 (3,7 ÷ 5,2) ($p < 0,001$); в группе контроля отмечено достоверное уменьшение ошибок с 11,8 (9,6 ÷ 12,8) до 8,4 (6,5 ÷ 10,2) ($p < 0,05$).

ОБСУЖДЕНИЕ: Раннее применение гипербарической оксигенации в комплексной терапии пациентов с последствиями боевой черепно-мозговой травмы способствует более быстрой нормализации центральной гемодинамики, уменьшению выраженности влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы, снижению степени централизации управления сердечным ритмом. Достоверный регресс очаговой симптоматики в основной группе сопровождался значительным улучшением концентрации и устойчивости внимания, способности его переключения по сравнению с группой контроля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Включение гипербарической оксигенации в комплексное лечение последствий черепно-мозговой травмы позволяет значительно повысить эффективность терапии, что выражается в более быстром восстановлении нарушенных функций мозга, активировании памяти и внимания, нормализации показателей вариабельности сердечного ритма и центральной гемодинамики, и способствует переходу на более экономичный режим работы в соответствии с новым уровнем оксигенации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морская медицина, гипербарическая оксигенация, центральная гемодинамика, вариабельность сердечного ритма, черепно-мозговая травма

© Авторы, 2023. Издательство ООО «Балтийский медицинский образовательный центр». Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа», в соответствии с лицензией CCBY-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercial-ShareAlike» / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>

*Для корреспонденции: Гринцова Анна Александровна, e-mail: agrincova@yandex.ru

*For correspondence: Anna A. Grintsova, e-mail: agrincova@yandex.ru

Для цитирования: Гринцова А.А., Каратаева К.О., Матийцев А.Б. Эффективность гипербарической оксигенации в комплексной реабилитации военнослужащих с последствиями черепно-мозговой травмы: проспективное исследование // *Морская медицина*. 2023. Т. 9, № 1. С.58-63, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-1-58-63>.

For citation: Grintsova A.A., Karataeva K.O., Matiytsiv A.B. Efficiency of hyperbaric oxygenation in complex rehabilitation of soldiers with traumatic brain injury: prospective study // *Marine medicine*. 2023. Vol. 9, No. 1. P. 58–63, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-1-58-63>.

EFFICIENCY OF HYPERBARIC OXYGENATION IN COMPLEX REHABILITATION OF SOLDIERS WITH TRAUMATIC BRAIN INJURY: PROSPECTIVE STUDY

¹ Anna A. Grintsova *, ¹ Ksenia O. Karataeva , ² Alexander B. Matiytsiv 

¹Republican Center of Professional Pathology and Rehabilitation, Donetsk, Russia

² Donetsk National Medical University named after M. Gorky, Donetsk, Russia

OBJECTIVE: Evaluate the effect of hyperbaric oxygenation course on indicators of central hemodynamics, heart-rate variability and ability to concentrate and switch attention in soldiers with traumatic brain injury.

MATERIALS AND METHODS: The main group contained 50 patients with combat traumatic brain injury, aged 25-45, whose comprehensive treatment course included hyperbaric oxygenation. The control group consisted of 20 patients, treated with medical therapy under the clinical protocol. Hyperbaric oxygenation treatment was carried out in BLKS-303 MK pressure apparatuses in the 0.3–0.7 at mode with an isopression exposure of 40 min. The course of hyperbaric oxygenation included 10±2 sessions per day. The indicators of heart-rate variability and central hemodynamics were measured. Bourdon proofreading sample was used to assess alertness and ability to switch attention.

Statistics. Statistical analysis of data was performed using “Statistica for Windows 6.5” program. Comparisons are shown as median values (Me) and quartile range (LQ÷UQ) (25% and 75% percentile). Criteria of significance was considered $p < 0,05$. the Mann-Whitney test was used to compare quantitative indicators in the main and control groups, the Wilcoxon T test was applied when studying the dynamics of change in indicators in the study groups.

RESULTS: Including hyperbaric oxygenation in the complex therapy of patients with combat traumatic brain injury led to significant reduction in indicators of sympathetic activity - mode amplitude - up to 35,7 % (29,5÷48,0), decrease of tension index up to 116,5 %/c² (99,0÷122,0) and recovery of vegetative equilibrium indicator LF/HF up to 2,8 (2,5÷4,3). Patients with hyperkinetic type of blood circulation in the main group, compared to the control group experienced significant reduction in stroke volume index to 41,8 (40,7÷54,8) ml/m² cardiac index up to 4,6 (4,4÷5,2) kg*m/min/m², decreased energy expenditure for blood moving to 12,3 (12,3÷12,7) Wh/l. improve coordination is observed in 54 % of the main group in comparison with 34 % of the control group, reduced pathological reflexes - in 50 % of the main group, compared to 22 % of the control group, decrease in the severity of deep reflection disorders - in 55 % of the main group versus 28 % of the control group. Conducting Bourdon proofreading sample test after HBO course in the main group, compared to the control group showed significant error reduction from 12,7 (10,2÷14,6) to 4,2 (3,7÷5,2) ($p < 0,001$); reliable error reduction from 11,8 (9,6÷12,8) to 8,4 (6,5÷10,2) ($p < 0,05$) was noted in the control group.

DISCUSSION: Early application of hyperbaric oxygenation in the complex therapy of patients with combat traumatic brain injury contributes to rapid normalization of central hemodynamics, decrease in the severity of impact on the sympathetic part of the autonomic nervous system, reduction in the degree of cardiac rhythm management centralization. Reliable regression of focal symptoms in the main group was accompanied by significant improvement in concentration and stability of attention, ability to switch it, compared to the control group.

CONCLUSION: Including hyperbaric oxygenation in the complex treatment of traumatic brain injury can significantly increase therapy efficiency, resulting in faster restoration of impaired brain functions, memory and attention activation, normalizing the indicators of heart-rate variability and central hemodynamics, and promotes transition to a more economical operating mode according to the new level of oxygenation.

KEYWORDS: marine medicine, hyperbaric oxygenation, central hemodynamics, heart-rate variability, traumatic brain injury

Введение. В практической деятельности врачей, оказывающих помощь военнослужащим в мирное и тем более в военное время, может возникнуть необходимость в короткие

сроки обеспечить неотложную медицинскую помощь, направленную на борьбу с кислородной недостаточностью, осложняющей многие заболевания, а также боевую травму, пораже-

ния отравляющими веществами, ранения, черепно-мозговую травму (ЧМТ), посттравматическое стрессовое расстройство (ПТСР) [1].

Независимо от вида и тяжести ЧМТ, в патогенезе основных развивающихся при ней синдромов существенную роль играет общая и локальная гипоксия головного мозга. Формируется своеобразный гипоксический круг: посттравматический (ишемический) вазоспазм, нарушение регуляторных механизмов по отношению к системе жизнеобеспечения и метаболизма, вторичной ишемии, роста внутричерепного давления [2]. Неизбежными и наиболее тяжелыми ее последствиями являются отек и набухание мозга, которые усугубляют гипоксию и сопутствующие ей нарушения функций нервной системы, способствуют развитию вторичных осложнений, связанных с нарушением центральной и церебральной гемодинамики, функции внешнего дыхания и др. После периода стабилизации у части больных в период последствий травмы формируются посттравматические когнитивные нарушения, преимущественно дисрегуляторного и нейродинамического характера, а также эмоционально-аффективные нарушения [3].

Своевременное и обоснованное включение в комплексное лечение гипербарической оксигенации (ГБО) увеличивает эффективность комплексного лечения, сокращает сроки восстановления и реабилитации пациентов [4].

Включение ГБО в схему лечения военнослужащих с последствиями черепно-мозговой травмы позволяет использовать саногенетические механизмы гипербарического кислорода: антигипоксический, энергетический, метаболический, адаптационный, мембранотропный [1]. Применение ГБО как компонента комплексного лечения ЧМТ стабилизирует состояние пациентов за счет нормализации соотношения доставки–потребления кислорода к тканям, уменьшает проявления гипоксии, нормализует показатели кислотно-щелочного состояния [2]. Использование ГБО в комплексной терапии пациентов с острой церебральной патологией способствует более быстрому восстановлению витальных функций, нормализации внутричерепного давления, улучшению газового состава крови, активизации антиоксидантной системы, а также ускорению регресса неврологических симптомов [5]. Трансляционные исследования ГБО на различных моделях ЧМТ показали ней-

ропротекторные эффекты при отсутствии кислородной токсичности при ведении пациентов под давлением менее 3 ати. ГБО является многообещающей безопасной терапевтической стратегией, противовоспалительные и антиапоптотические эффекты которой представляют собой многочисленные и взаимодополняющие механизмы, лежащие в основе нейропротекции [6].

Цель. Оценить влияние курса гипербарической оксигенации на показатели центральной гемодинамики, вариабельности сердечного ритма и способность концентрации и переключения внимания у военнослужащих с последствиями черепно-мозговой травмы.

Материалы и методы. Основную группу составили 50 пациентов с последствиями боевой черепно-мозговой травмы в возрасте от 25 до 45 лет, в комплексное лечение которых был включен курс ГБО. В группу контроля вошли 20 больных, получавших медикаментозную терапию в соответствии с клиническими протоколами. От каждого пациента получено письменное информированное согласие на проведение исследования и лечения.

Лечение методом ГБО осуществляли в барокомплексах БЛКС-303 МК, оснащенных компьютерным диагностическим комплексом «Кардио+». С помощью данного оборудования регистрировали вариабельность сердечного ритма (ВСР) на этапах сеанса. Центральную гемодинамику определяли путем выполнения интегральной реографии по методике М.И. Тищенко до и после курса ГБО. Для оценки концентрации внимания и способности его переключения применяли корректурную пробу Бурдона. Курс ГБО включал 8–12 сеансов ежедневно с величиной избыточного давления 0,3–0,7 ати и экспозицией изопрессии 40 мин.

Статистическую обработку полученных результатов выполняли с использованием пакета прикладных программ Statistica for Windows 6.5. Сравнения представлены в виде медианы (Me) и квартильного размаха ($LQ \div UQ$) (персентиля 25% и 75%). Критерием значимости считался $p < 0,05$. Для сравнения количественных показателей в основной и контрольной группах использовали критерий Манна–Уитни, при изучении динамики изменения показателей в исследуемых группах использовали T-критерий Вилкоксона.

Результаты. Под влиянием курса ГБО в основной группе по сравнению с группой кон-

троля происходило достоверное уменьшение симпатического влияния вегетативной нервной системы (ВНС), снижение степени централизации управления ритмом, выраженное в достоверном снижении показателя симпатической активности АМо с 58,0 (48,5 ÷ 66,8) до 35,7 % (29,5 ÷ 48,0), уменьшении ИН с 258,0 (188,0 ÷ 275,0) до 116,5 %/с² (99,0 ÷ 122,0) показателя вегетативного равновесия LF/HF с 4,5 (3,4 ÷ 4,8) до 2,8 (2,5 ÷ 4,3). В контрольной группе наблюдалась тенденция к снижению ($p > 0,1$) АМо с 62,4 (54,8 ÷ 68,8) до 56,2 % (49,7 ÷ 60,4), уменьшению ИН с 270,3 (188,0 ÷ 275,0) до 220,6 %/с² (165,0 ÷ 250,0), LF/HF с 4,4 (3,9 ÷ 4,6) до 4,1 (3,8 ÷ 4,3). В основной группе у пациентов к концу лечения наблюдалась тенденция к уменьшению VLF ($p < 0,1$). После курса ГБО система регуляции сердечного ритма у всех пациентов основной группы характеризовалась устойчивостью. Дисрегуляция центрального типа после лечения отмечена у 2 (10 %) пациентов группы контроля.

После лечения отмечены изменения показателей ЦГД: у пациентов с исходно гиперкинетическим типом кровообращения наблюдалось достоверное снижение ударного индекса (УИ) с 55,2 (49,4 ÷ 79,2) до 41,8 (40,7 ÷ 54,8) мл/м² в основной группе по сравнению с группой контроля: с 55,3 (53,4 ÷ 60,8) до 50,8 (45,4 ÷ 51,5) мл/м² ($p < 0,05$), а также снижение индекса минутной работы сердца (ИМР) с 5,9 (5,8 ÷ 6,3) до 4,6 (4,4 ÷ 5,2) кг·м/мин/м² в основной группе по сравнению с группой контроля: с 6,3 (5,9 ÷ 6,8) до 6,1 (5,7 ÷ 6,5) кг·м/мин/м² ($p < 0,05$); повышение удельного периферического сопротивления (УПСС) было отмечено как в основной группе, так и в группе контроля: с 1787 (1566 ÷ 1940) по 2416 (1968 ÷ 2794) дин·с·см⁻⁵ и с 1618 (1551–2169) по 2134 (1865 ÷ 2182) дин·с·см⁵ соответственно. У пациентов основной группы с исходно гипокинетическим типом кровообращения после курса ГБО наблюдалось достоверное повышение УИ с 35,9 (33,0 ÷ 37,1) до 45,7 (39,2 ÷ 48,7) мл/м², повышение ИМР с 2,9 (2,4 ÷ 3,4) до 4,2 (3,5 ÷ 4,8) кг·м/мин/м², уменьшение расхода энергии на перемещение крови (РЭ) с 13,4 (12,8 ÷ 14,3) до 12,3 (12,3 ÷ 12,7) Вт/л. У пациентов с исходно эукинетическим типом кровообращения в основной группе достоверно снизился РЭ с 14,3 (12,8 ÷ 15,0) до 13,4 (11,9 ÷ 14,3) Вт/л ($p < 0,05$) по сравнению с группой контроля, где снижение РЭ практически не наблюдалось: с 14,1

(13,2 ÷ 14,6) до 14,0 (12,8 ÷ 15,0) Вт/л. Также у пациентов с эукинетическим типом кровообращения в основной группе достоверно снизился ИМР с 4,5 (4 ÷ 5,5) до 4,2 (3,8 ÷ 4,6) кг·м/мин/м² по сравнению с группой контроля, где ИМР повысился с 4,6 (4,3 ÷ 5,5) до 5,0 (4,5 ÷ 5,5) кг·м/мин/м². Проведение коррекционной пробы Бурдона после курса ГБО в основной группе по сравнению с группой контроля показало достоверное улучшение концентрации и устойчивости внимания: количество допущенных ошибок до начала лечения уменьшилось с 12,7 (10,2 ÷ 14,6) до 4,2 (3,7 ÷ 5,2) ($p < 0,001$), что свидетельствовало о позитивном влиянии на концентрацию внимания и способность его переключения. В группе контроля отмечено достоверное уменьшение ошибок с 11,8 (9,6 ÷ 12,8) до 8,4 (6,5 ÷ 10,2) ($p < 0,05$).

Обсуждение. Применение ГБО в комплексном лечении пациентов с боевой черепно-мозговой травмой способствовало трансформации гиперкинетического и гипокинетического типов кровообращения в эукинетический. Модулирующий эффект ГБО у пациентов основной группы реализовался за счет рефлекторного влияния гипероксии через сосудистые хеморецепторы и опосредованного влияния вследствие активации синтеза биологически активных веществ. Снижение симпатического влияния ВНС и централизации управления сердечным ритмом в основной группе было более быстрым и устойчивым, что характеризовалось отсутствием дисрегуляции сердечного ритма; в группе контроля в 20 % случаев после лечения отмечена дисрегуляция центрального типа, а спектральные характеристики ритма отображали преобладание гуморально-метаболической регуляции.

Положительные результаты курса ГБО характеризовались улучшением как субъективных, так и объективных признаков заболевания. Больные отмечали улучшение общего самочувствия (90,3 %), нормализацию ночного сна (88 %), уменьшение ощущения тяжести в голове (80,1 %), снижение интенсивности головных болей (71 %), прекращение или значительное ослабление головокружения (80,6 %), прекращение «шума в голове» (89 %). У 75 % больных наблюдалось снижение выраженности эмоциональной лабильности. К концу лечения зафиксирован достоверный ($p < 0,01$) регресс очаговой симптоматики: улучшение координа-

ции отмечено у 54 % пациентов основной группы в сравнении с 34 % пациентов группы контроля, уменьшение патологических рефлексов у 50 % основной группы в сравнении с 22 % группы контроля, снижение выраженности расстройств глубоких рефлексов у 55 % основной группы в сравнении с 28 % группы контроля. Исследование концентрации и переключаемости внимания показало преимущество использования гипербарического кислорода, что выразалось в значительном уменьшении количества ошибок

и высокой скорости при выполнении тестов.

Заключение. Включение ГБО в комплексное лечение последствий ЧМТ позволяет значительно повысить эффективность терапии, что выражается в более быстром восстановлении нарушенных функций мозга, активировании памяти и внимания, нормализации показателей вариабельности сердечного ритма и центральной гемодинамики, и способствует переходу на более экономичный режим работы в соответствии с новым уровнем оксигенации.

Сведения об авторах

Гринцова Анна Александровна – кандидат медицинских наук, врач-анестезиолог отделения интенсивной терапии гипербарической оксигенации Республиканского центра профпатологии и реабилитации Министерства здравоохранения ДНР, 83000, г. Донецк, проспект Ильича, 104; e-mail: agrincova@yandex.ru, ORCID 0000-0002-2204-830X, SPIN 6662-4236;

Каратаева Ксения Олеговна – заведующая отделением интенсивной терапии гипербарической оксигенации Республиканского центра профпатологии и реабилитации Министерства здравоохранения ДНР, 83000, г. Донецк, проспект Ильича, 104; e-mail: kseniia-hbo@mail.ua; ORCID 0000-0002-6219-730X;

Матийцев Александр Богданович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры хирургии факультета последипломного образования Донецкого национального медицинского университета имени М. Горького. г. Донецк, проспект Ильича, 16; e-mail: hirurgia-fipo@dnmu.ru; ORCID 0000-0001-8813-1766; SPIN 8175-6169

Information about the authors:

Anna A. Grintsova – Cand. of Sci. (Med.), anesthetist at the Hyperbaric Oxygen Intensive Care Unit of Republican Center of Professional Pathology and Rehabilitation of the Ministry of Health of the DPR. 83000, Donetsk, Ilyich Avenue, 104. ORCID 0000-0002-2204-830X. SPIN 6662-4236, e-mail: agrincova@yandex.ru

Ksenia O. Karataeva - head of the department of Intensive Care for Hyperbaric Oxygenation of the Republican Center of Professional Pathology and Rehabilitation of the Ministry of Health of the DPR. 83000, Donetsk, Ilyich Avenue, 104. ORCID 0000-0002-6219-730X. e-mail: kseniia-hbo@mail.ua

Alexander B. Matiytsiv – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Surgery, Faculty of Postgraduate Education, Donetsk National Medical University named after M. Gorky. Donetsk, Ilyich Avenue, 16. ORCID 0000-0001-8813-1766. SPIN 8175-6169, e-mail: hirurgia-fipo@dnmu.ru

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Наибольший вклад распределен следующим образом. Вклад в концепцию и план исследования, вклад в сбор данных, вклад в анализ данных и выводы, вклад в подготовку рукописи — А.А. Гринцова, К.О. Каратаева, А.Б. Матийцев.

Author contribution. All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Special contribution: AAG, KOK, ABM contribution to the concept and plan of the study. AAG, KOK, ABM, contribution to data collection. AAG, KOK, ABM, contribution to data analysis and conclusions. AAG, KOK, ABM, contribution to the preparation of the manuscript.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Соответствие принципам этики: Одобрение этического комитета не требовалось. Каждый респондент (испытуемый) дал добровольное согласие на обработку своих персональных данных в ходе проводимого исследования.

Adherence to ethical standards: The approval of the ethics committee was not required. Each respondent (subject) gave voluntary consent to the processing of their personal data during the study.

Поступила/Received: 22.12.2022

Принята к печати/Accepted: 10.01.2023

Опубликована/Published: 30.03.2023

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Ладария Е.Г., Гринцова А.А., Каратаева К.О., Ляшенко Е.Г. Гипербарическая оксигенация как метод реабилитации военнослужащих с последствиями черепно-мозговой травмы // *Вестник неотложной и восстановительной хирургии*. 2019. Т. 4, № 2. С. 72–77 [Ladariya E.G., Grintsova A.A., Karataeva K.O., Lyashenko E.G. Hyperbaric oxygenation as a method of rehabilitation in soldiers with the traumatic brain injury. *Herald of emergency and reconstructive surgery*, 2019, Vol.4, № 2, pp. 72–77 (In Russ.)].
2. Женило В.М., Лебедева Е.А., Куртасов А.А. К вопросу о применении гипербарической оксигенации как компонента комплексной интенсивной терапии при тяжелой сочетанной черепно-мозговой травме // *Российский журнал боли*. 2018. № 2(56). С. 6–7. [Zhenilo V.M., Lebedeva E.A., Kurtasov A.A. On the question of the use of as a component of complex intensive care for severe traumatic brain injury. *Russian journal of pain*, 2018, № 2, pp. 6–7 (In Russ.)].
3. Юрин А.А., Болехан С.В. Оценка немедикаментозных методов лечения последствий легкой черепно-мозговой травмы // *Известия Российской военно-медицинской академии*. 2020. Т. 39, № S3–2. С. 206–211 [Yurin A.A. Volekhan S.V. Assessment of non-medical methods of treatment of consequences of mild traumatic brain injury. *Izvestia of the Russian Military Medical Academy*, 2020, Vol. 39, № S3–2, pp. 206–211 (In Russ.)].
4. Васкин К.Н. Опыт применения ГБО в лечении тяжелой черепно-мозговой травмы // *Гипербарическая физиология и медицина*. 2011. № 2. С. 4–7 [Vaskin K.N. Experience of using HBO in the treatment of severe traumatic brain injury. *Hyperbaric physiology and medicine*, 2011, № 2, pp. 4–7 (In Russ.)].
5. Левина О.А., Ромасенко М.В., Крылов В.В., Петриков С.С., Гольдин М.М., Евсеев А.К. Гипербарическая оксигенация при острых заболеваниях и повреждениях головного мозга. Новые возможности. Новые решения. *Нейрохирургия*. 2014. № 4. С. 9–15 [Levina O.A., Romasenko M.V., Krylov V.V., Petrikov S.S., Goldin M.M., Evseev A.K. Hyperbaric oxygenation therapy at acute cerebral diseases and brain damages. The new opportunities and new solutions. *Russian journal of neurosurgery*, 2014, 4, 9–15 (In Russ.). doi: 10.17650/1683-3295-2014-0-4-9-15].
6. Huang L., Obenaus A. Hyperbaric oxygen therapy for traumatic brain injury. *Med Gas Res*, 2011, 1, 21. doi: 10.1186/2045-9912-1-21.