

ПРИМЕНЕНИЕ ГИПЕРБАРИЧЕСКОЙ ОКСИГЕНАЦИИ В КОМПЛЕКСНОЙ ТЕРАПИИ ПАЦИЕНТОВ С РАССТРОЙСТВАМИ ТРЕВОЖНО-ДЕПРЕССИВНОГО СПЕКТРА

Е.В. Драчева, Р.В. Ахапкин, А.В. Милехина

*Московский научно-исследовательский институт психиатрии – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии им. В.П. Сербского»
Минздрава России, Москва, Россия*

Депрессивные и тревожные расстройства остаются одной из ведущих причин глобального бремени болезней, оказывая значительное влияние на качество жизни, социальное функционирование и трудоспособность пациентов [1–5]. По данным эпидемиологических исследований, распространенность большого депрессивного расстройства остается высокой и имеет тенденцию к росту [6]. Несмотря на наличие эффективных фармакологических и психотерапевтических подходов, существенная доля пациентов демонстрирует недостаточный ответ на стандартную терапию, формируя группу с терапевтической резистентностью [7]. По различным данным, до 30–40% пациентов с депрессией не достигают полной ремиссии на фоне первой линии лечения [8]. В последние годы активно изучаются дополнительные биологические методы, направленные на модуляцию нейробиологических процессов, лежащих в основе аффективной патологии [9–11]. Одним из таких методов является гипербарическая оксигенация (ГБО), представляющая собой воздействие высокой концентрации кислорода при повышенном атмосферном давлении [12, 13].

Первоначально ГБО применялась преимущественно в соматической медицине, однако накопление данных о ее влиянии на нейропластичность, нейровоспаление и мозговую перфузию обусловило интерес к ее использованию в психиатрии [14, 15]. На сегодняшний день наибольшее количество исследований посвящено органически обусловленным аффективным нарушениям (постинсультная депрессия, посттравматические состояния) [16–19], количество данных о потенциальной эффективности метода и при первичных депрессивных и тревожных расстройствах остается ограниченным [20, 21].

Целью настоящего обзора является систематизация современных данных о применении ГБО в комплексном лечении расстройств депрессивно-тревожного спектра.

Материал и методы

Настоящий обзор выполнен с использованием систематического анализа научной литературы, посвященной применению ГБО в комплексной терапии депрессивных и тревожных расстройств, и связанных с ними нейробиологических механизмов. Поиск публикаций проводился в международной базе данных PubMed и российской научной электронной библиотеке eLibrary с использованием следующих ключевых слов и их комбинаций: “hyperbaric oxygen therapy and depression”, “hyperbaric oxygen and anxiety”, “HBOT and psychiatric disorders”, “hyperbaric oxygen and PTSD”, “hyperbaric oxygen and neuroplasticity”. Период поиска охватывал публикации с 2006 по 2026 год. На первом этапе поиска было идентифицировано 419 источников (PubMed – 396, eLibrary – 23). После удаления дубликатов и первичного скрининга по названию и аннотациям было исключено 294 источника, не соответствующих тематике (отсутствие прямой связи с депрессивными и тревожными расстройствами, отсутствие полнотекстового доступа, исследования, не относящиеся к нейробиологическим механизмам ГБО). На втором этапе был проведен полнотекстовый анализ с применением критериев включения (исследования применения ГБО при депрессивных, тревожных расстройствах и ПТСР, работы, изучающие влияние ГБО на нейропластичность, нейровоспаление и когнитивные функции, рандомизированные контролируемые исследования, метаанализы, систематические обзоры

и оригинальные исследования), который позволил включить в финальный обзор 51 источников, соответствующих критериям отбора. Часть работ носила фундаментальный или теоретический характер и использовалась для интерпретации механизмов действия ГБО (нейробиология, нейропластичность, воспаление). Из 51 включенных в обзор источников систематические обзоры и метаанализы составили 4 работы, рандомизированные контролируемые исследования – 11 работ, оригинальные исследования (обсервационные, проспективные, клинические) – 11 работ, обзоры и теоретические работы – 20, клинические рекомендации, монографии и руководства – 6 работ. Наибольшее количество работ было опубликовано в 2013–2024 гг. (34 источника), что может свидетельствовать о сохраняющемся интересе исследователей к применению ГБО при заболеваниях ЦНС и психических расстройствах тревожно-депрессивного спектра.

Результаты

Биологические эффекты гипербарической оксигенации

Ключевым физиологическим эффектом ГБО является устранение тканевой гипоксии. Однако современное понимание механизма действия метода значительно шире и включает сложные молекулярные и клеточные процессы [22, 23]. Одним из центральных концептов является так называемый «гипероксически-гипоксический парадокс», описанный Shai Efrati, согласно которому интермиттирующее воздействие гипероксии индуцирует каскады, аналогичные ответу на гипоксию, включая активацию факторов транскрипции и стимуляцию ангиогенеза [14, 23]. ГБО оказывает влияние на нейропластичность, способствуя активации нейрогенеза и синаптической перестройки [24–26]. Установлено, что ГБО стимулирует экспрессию нейротрофических факторов, включая BDNF и NGF, что имеет принципиальное значение для регуляции настроения и когнитивных функций [10, 14, 18, 27, 28].

Кроме того, ГБО обладает выраженным противовоспалительным действием, снижая уровень провоспалительных цитокинов, таких как TNF- α и IL-6, которые могут быть увеличены за счет гипоксии [23, 29]. Это особенно важно в контексте современных представлений о депрессии как о заболевании с выраженным компонентом нейровоспаления [9, 30, 31].

Патофизиология депрессивных и тревожных расстройств: точки приложения гипербарической оксигенации

Одним из ключевых звеньев патогенеза является нарушение нейропластичности, сопровождаю-

щееся снижением уровня мозгового нейротрофического фактора (BDNF) и уменьшением объема гиппокампа [10, 27, 32]. ГБО, стимулируя нейрогенез и синаптическую пластичность, потенциально может компенсировать данные изменения [23, 24]. Другим важным механизмом является системное нейровоспаление, характеризующееся повышением уровней IL-6, TNF- α и CRP, ассоциировано с выраженностью депрессивной симптоматики. Воспалительные цитокины участвуют в патогенезе депрессии через дисрегуляцию гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси, подавление нейропластичности за счет снижения BDNF и активации микроглии, а также через изменение метаболизма моноаминов посредством активации кинуренинового пути [30, 31]. Дополнительно значимую роль играют дисфункция гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси, митохондриальная дисфункция и оксидативный стресс. Эти процессы взаимосвязаны и способствуют нарушению энергетического метаболизма нейронов, усилению нейровоспаления и прогрессированию аффективной симптоматики [9, 32–35].

Клинические исследования гипербарической оксигенации при депрессивных расстройствах

Наиболее убедительная доказательная база применения метода ГБО накоплена в отношении органически обусловленных психических расстройств с сосудистыми нарушениями. В метаанализе, включившем 27 рандомизированных исследований, показано, что ГБО достоверно снижает выраженность депрессивной симптоматики по шкале HAM-D и увеличивает частоту клинического ответа [16, 19]. Рандомизированные исследования также демонстрируют, что применение ГБО у пациентов после инсульта сопровождается снижением уровня депрессии и повышением концентрации BDNF, что подтверждает участие нейротрофических механизмов [29]. Сходные результаты получены у пациентов с черепно-мозговой травмой: в исследованиях группы Shai Efrati показано улучшение как эмоционального состояния, так и когнитивных функций, включая внимание, память и исполнительные процессы [14, 25].

Отдельного внимания заслуживает влияние ГБО на когнитивные функции, которые тесно связаны с аффективной симптоматикой [36, 37]. В ряде исследований продемонстрировано, что терапия способствует улучшению нейропсихологических показателей, включая скорость обработки информации, внимание и исполнительные функции, что может быть связано с активацией нейропластичности и улучшением церебральной перфузии [38, 39]. По-

казано также уменьшение выраженности астении, нарушений сна и болевого синдрома, что дополнительно способствует редукции аффективной симптоматики.

Данные о применении ГБО при первичных депрессивных расстройствах остаются ограниченными. В рандомизированном исследовании Y. Bloch и соавт. показано, что даже нормобарическая оксигенация может оказывать антидепрессивный эффект, что косвенно подтверждает роль кислородного обмена в патогенезе депрессии [21, 22]. Клинические исследования и наблюдения также свидетельствуют о снижении выраженности депрессии при использовании ГБО в качестве адъювантной терапии [21, 40, 41]. В исследовании С.Н. Мухачева клинически значимые улучшения при применении ГБО совместно с медикаментозным лечением у пациентов с тревожными и депрессивными расстройствами достигается уже после 3–4 сеансов (на 22-ой день лечения), а после 10–12 сеансов (на 36-ой день лечения) симптоматика редуцируется при всех клинических вариантах тревожно-депрессивных расстройств [42].

Предполагается, что наибольшая эффективность может наблюдаться у пациентов с признаками нейровоспаления, когнитивного дефицита и соматизированных симптомов, что соответствует современным представлениям о гетерогенности депрессивных расстройств [9, 35].

В то же время отсутствие крупных рандомизированных контролируемых исследований ограничивает возможность однозначной оценки эффективности ГБО при первичных депрессивных расстройствах, что определяет необходимость дальнейших исследований с использованием стандартизированных протоколов терапии и унифицированных критериев оценки.

Клинические исследования гипербарической оксигенации при тревожных расстройствах и посттравматическом стрессовом расстройстве

Исследования применения ГБО при тревожных расстройствах и посттравматическом стрессовом расстройстве (ПТСР) демонстрируют положительные результаты, особенно у пациентов с резистентным течением и коморбидной неврологической патологией [43–48]. В рандомизированном контролируемом исследовании Keren Doenyas-Barak и соавт. показано, что ГБО приводит к значимому снижению клинических проявлений ПТСР, таких как повышение психомоторной активности и тревожного фона, что сопровождается улучшением когнитивных функций и качества жизни. Нейровизуализационные данные указывают на

изменения функциональной активности и микроструктуры мозга, включая нормализацию работы префронтально-лимбических сетей, что интерпретируется как проявление нейропластичности [47]. Сходные эффекты описаны в работах P.G. Narch и S.R. Andrews у пациентов с ПТСР и постконтузионным синдромом, где клиническое улучшение связывается с уменьшением нейровоспаления и улучшением церебральной перфузии [17, 44].

У пациентов с тревожными расстройствами также отмечается снижение уровня тревоги, что может быть обусловлено нормализацией активности лимбической системы и восстановлением регуляторной роли префронтальной коры [20]. При этом предполагается, что влияние ГБО на нейромедиаторные системы и церебральный метаболизм способствует стабилизации эмоциональной регуляции [15].

Представленные данные свидетельствуют о том, что доказательная база эффективности применения ГБО при депрессивных и тревожных расстройствах остается ограниченной. Большинство исследований выполнено на небольших выборках, часто включает пациентов с сопутствующей органической патологией (ЧМТ, постконтузионный синдром, сосудистые нарушения), а также характеризуется вариабельностью протоколов терапии и ограниченным числом плацебо-контролируемых исследований. Это затрудняет экстраполяцию полученных результатов на популяцию пациентов с первичными тревожными расстройствами и требует проведения целенаправленных рандомизированных исследований.

Механизмы действия гипербарической оксигенации на ЦНС

В контексте депрессивных и тревожных расстройств особое значение имеют механизмы, связанные с нейропластичностью, нейровоспалением, митохондриальной функцией и регуляцией нейрональных сетей [15, 24, 46].

Стимуляция ангиогенеза и репаративных процессов

Одной из исследуемых современных концепций ГБО является «гипероксически-гипоксический парадокс», предложенный Shai Efrati и соавт. Согласно этой концепции, повторяющиеся сеансы гипероксии способны вызывать клеточные реакции, характерные для гипоксических условий, в том числе активацию фактора HIF-1 α и регулируемых им генов [14, 24]. В результате активируются процессы ангиогенеза и нейрогенеза, а также усиливаются механизмы репарации тканей, что подтверждается как экспериментальными, так и клиническими исследованиями [48]. По данным обзорных работ,

ГБО оказывает нейропротективное действие: снижает выраженность ишемического повреждения нервной ткани и способствует запуску восстановительных процессов [26]. Особое значение эти эффекты могут иметь при хронической гипоперфузии головного мозга, которую рассматривают как один из возможных механизмов развития депрессивных расстройств [32].

Влияние на нейропластичность и нейротрофические факторы

Одним из эффектов ГБО является повышение экспрессии нейротрофических факторов, прежде всего BDNF, который играет важную роль в патогенезе депрессии [29, 30]. Снижение уровня BDNF связывают с развитием атрофических изменений гиппокампа и нарушением процессов эмоциональной регуляции [10, 35]. По данным ряда исследований, гипербарическая оксигенация способствует усилению нейрогенеза, повышает синаптическую пластичность и способствует восстановлению нейронных связей [25, 48, 49]. Эти изменения коррелируют с клиническим улучшением состояния пациентов, что позволяет рассматривать усиление нейропластичности как один из вероятных механизмов антидепрессивного действия ГБО [25, 48, 49].

Противовоспалительное действие

ГБО оказывает модулирующее влияние на нейроиммунные процессы, метод может способствовать снижению продукции провоспалительных цитокинов и уменьшать активацию микроглии, а также инициировать восстановление адаптивного нейроиммунного взаимодействия [18, 50]. Такие изменения могут содействовать уменьшению выраженности аффективной симптоматики, поскольку нейровоспаление рассматривается как один из важных механизмов патогенеза депрессии [8, 17, 31].

Влияние на митохондриальную функцию и оксидативный стресс

Под воздействием гипербарического кислорода происходит восстановление процессов окислительного фосфорилирования и увеличение синтеза АТФ [23]. Кратковременное повышение концентрации кислорода сопровождается контролируемым увеличением образования активных форм кислорода. Это запускает внутриклеточные сигнальные каскады и стимулирует экспрессию антиоксидантных ферментов, повышая устойчивость клеток к оксидативному стрессу [49]. Кроме того, ГБО может способствовать стабилизации митохондриальных мембран и снижению выраженности апоптоза, что положительно отражается на функциональном состоянии клеток головного мозга [49]. Таким обра-

зом, терапевтическое действие ГБО, по-видимому, связано с поддержанием баланса между умеренной индукцией оксидативного стресса и активацией антиоксидантной защиты [49].

Нейромодуляторный эффект

По данным исследований с использованием методов функциональной нейровизуализации, ГБО увеличивает активность структур головного мозга, которые задействованы в регуляции эмоций, в том числе префронтальной коры, гиппокампа и лимбической системы, отмечаются восстановление связей между корковыми и подкорковыми отделами мозга и улучшение церебральной перфузии [48]. Результаты клинических исследований показывают, что на фоне прохождения курса ГБО могут улучшаться когнитивные функции и редуцироваться аффективная симптоматика. Одним из возможных объяснений этих изменений считается активация нейрональных сетей со сниженной функциональной активностью [14].

Безопасность, ограничения метода и перспективы применения

ГБО при соблюдении стандартных протоколов относится к безопасным методам лечения, что подтверждается данными клинической практики и обобщающими руководствами по гипербарической медицине [12, 13]. Наиболее частыми нежелательными явлениями являются баротравма среднего уха, синусовые боли и транзиторные нарушения зрения (обратимая миопия), обусловленные гипероксией. Более редкими осложнениями являются кислородная токсичность с развитием судорожного синдрома и баротравма легких, однако их частота остается крайне низкой [50, 51]. Абсолютным противопоказанием является пневмоторакс, тогда как ряд состояний (хронические заболевания легких, эпилепсия, клаустрофобия) рассматриваются как относительные ограничения и требуют индивидуальной оценки риска и пользы [12].

Особое значение в психиатрической практике имеет переносимость процедуры пациентами с тревожными расстройствами. Пребывание в барокамере может сопровождаться усилением тревоги и дискомфорта, однако применение психообразования, постепенной адаптации и поддерживающего терапевтического взаимодействия способствует повышению комплаентности и снижению субъективного напряжения [20].

Несмотря на накопленные данные, доказательная база применения ГБО в психиатрии остается ограниченной. Большинство исследований характеризуется небольшими выборками, гетерогенно-

стью клинических групп и вариабельностью протоколов (давление, длительность и число сеансов), что затрудняет сопоставление результатов [16]. Кроме того, преобладают исследования пациентов с органически обусловленными состояниями (постинсультные и посттравматические расстройства), тогда как данные о применении ГБО при первичных депрессивных и тревожных расстройствах остаются фрагментарными [22, 42, 46]. Существенным ограничением является также сложность проведения плацебо-контролируемых исследований.

Перспективы дальнейших исследований связаны с проведением рандомизированных контролируемых исследований, направленных на оценку эффективности ГБО при первичных аффективных расстройствах. Особый интерес представляет разработка персонализированных подходов с выделением подгрупп пациентов, потенциально более чувствительных к терапии (напр., с признаками нейровоспаления, когнитивного дефицита или терапевтической резистентности), что соответствует

современным представлениям о гетерогенности депрессии [9, 34]. Перспективным направлением является также изучение комбинированных терапевтических стратегий, включающих ГБО в сочетании с фармакотерапией и психотерапией, а также поиск биомаркеров ответа на лечение [52]. Сводные данные рандомизированных контролируемых исследований по применению ГБО при депрессивных и тревожных расстройствах представлены в табл. 1.

Сводные данные систематических обзоров и метаанализов по эффективности применения ГБО при тревожных и депрессивных расстройствах представлены в табл. 2.

Анализ представленных рандомизированных исследований и систематических обзоров свидетельствует о том, что наиболее высокий уровень доказательности об эффективности ГБО получен при вторичных аффективных нарушениях, органически обусловленных, в частности постинсультной депрессии и посттравматических состояниях, что ограничивает экстраполяцию результатов на

Таблица 1

Сводные данные рандомизированных контролируемых исследований по применению ГБО при депрессивных и тревожных расстройствах

Автор, год	Популяция	Дизайн	n	Протокол ГБО	Шкалы	Результаты
Feng J.J., Li Y.H. 2017 [20]	Спинальная травма (депрессия, тревога)	RCT	60	2.0 ATA, 60 мин, 48 сеансов	HAMD, HAMA, ASIA	↓ депрессии, ↓ тревоги, ↑ активности пациентов после инсульта
Tang M., Gong S., He J., 2026 [29]	Постинсультная депрессия	Double-blind, sham-controlled RCT	61	2.0 ATA, 90 мин, 20 сеансов	HAMD, BDNF, β-NGF	↓ депрессии, ↑ BDNF, ↑ β-NGF
Keren Doenayas-Barak, Catalogna M., Kutz I., Levi G., Hadanny A. et al, 2022 [47]	ПТСП	Prospective RCT	35	2.0 ATA, 90 мин, 60 сеансов	CAPS-V, BSI, BDI, нейровизуализация	↓ клиники ПТСП, улучшение микроструктуры мозга на MPT, ↑ функциональности
Bloch Y., Belmaker R.H., Shvartzman P. et al, 2021 [22]	Большое депрессивное расстройство	Double-blind RCT (нормобарическая O ₂)	55	Нормобарический O ₂ через маску, 60 мин	HAMD, CGI, SOC	Умеренный антидепрессивный эффект
Zilberman-Itskovich S., Catalogna M., Sasson E. et al, 2022 [39]	Пост-COVID (аффективные симптомы)	Sham-controlled RCT	73	2.0 ATA, 90 мин, 40 сеансов	Когнитивные и аффективные шкалы, PSQI, BSI, SF-36	Улучшение когнитивных и эмоциональных функций
Efrati S., Fishlev G., Bechor Y. et al, 2013 [25]	Постинсультные пациенты	Randomized prospective trial	74	2.0 ATA, 90 мин, 40 сеансов	Нейрокогнитивные тесты, СТ	Улучшение когнитивных функций, ↑ нейропластичности
Harch P.G., Andrews S.R., Rowe C.J. et al, 2020 [17]	Легкая ЧМТ, постконтузионный синдром	RCT	63	1.5 ATA, 60 мин, 40 сеансов	HAMD, HAM-A, PSQ, QOLIBRI	Улучшение когнитивных функций, ↓ депрессии
Boussi-Gross R., Golan H., Volkov O. et al, 2015 [43]	Постконтузионный синдром	Prospective RCT	56	1.5 ATA, 60 мин, 40 сеансов	EQ-5D, Mindstreams SPECT	Улучшение когнитивных функций

Сводные данные систематических обзоров и метаанализов по эффективности применения ГБО при тревожных и депрессивных расстройствах

Автор, год	Тип исследования	Популяция	Количество включенных исследований	Шкалы	Основные выводы
Liang X.X., Hao Y.G., Duan X.M. et al, 2020 [16]	Systematic review & meta-analysis	Постинсультная депрессия	27	HAMD, NIHSS, CSS, MASS	Значимое снижение депрессии при прохождении ГБО
Andrews S.R., Harch P.G., 2024 [44]	Systematic review	ПТСР	8	CAPS	Потенциальная эффективность ГБО при ПТСР

первичные расстройства тревожно-депрессивного спектра. При этом наблюдается значимое снижение депрессивной и тревожной симптоматики, подтвержденное валидированными шкалами.

Обсуждение

Современные исследования позволяют рассматривать ГБО как перспективный адъювантный метод лечения депрессивных и тревожных расстройств. Терапевтическое действие ГБО связано с влиянием на несколько звеньев патогенеза, включая нейропластичность, нейровоспаление, ангиогенез и функциональную организацию нейрональных сетей [24, 25, 50]. Экспериментальные и клинические исследования показывают, что применение ГБО может влиять на основные механизмы развития аффективных расстройств, в том числе нарушения нейротрофической поддержки, иммунной регуляции и энергетического обмена в нейронах [9].

Наиболее убедительные данные получены при лечении аффективных расстройств органического генеза, прежде всего депрессии после инсульта и черепно-мозговой травмы. У пациентов этих групп применение ГБО сопровождается уменьшением выраженности депрессивной и тревожной симптоматики, что подтверждается результатами рандомизированных исследований и метаанализов. Наряду с клиническим улучшением отмечаются и объективные нейробиологические изменения, включая повышение уровня нейротрофических факторов и улучшение функциональной активности головного мозга [16, 29, 48].

Для непсихотических депрессивных и тревожных расстройств неорганической этиологии количество качественных исследований в настоящее время значительно меньше. Тем не менее имею-

щиеся данные указывают на потенциальную эффективность применения ГБО, особенно при ее использовании в комплексном лечении [20, 22, 46], что может быть связано с тем, что органическая и первичная депрессия имеют ряд общих патофизиологических механизмов, к которым можно отнести нейровоспаление, снижение нейропластичности и нарушение работы нейрональных сетей [9, 10].

Несмотря на обнадеживающие результаты в настоящее время существует ряд ограничений для широкого внедрения метода ГБО при лечении расстройств тревожно-депрессивного спектра, к ним относятся недостаточная стандартизация протоколов лечения, неоднородность исследуемых выборок и небольшое количество крупных рандомизированных контролируемых исследований, посвященных первичным аффективным расстройствам [16]. Кроме того, проведение плацебо-контролируемых исследований ГБО сопряжено с методологическими трудностями, поэтому интерпретировать имеющиеся результаты следует с определенной осторожностью.

Заключение

ГБО может рассматриваться как потенциально эффективный компонент комплексной терапии депрессивных и тревожных расстройств, однако ее широкое внедрение в клиническую практику требует дальнейшего накопления доказательной базы, включая проведение многоцентровых рандомизированных исследований, направленных на оценку эффективности метода при неорганических формах депрессии, а также разработку критериев отбора пациентов и оптимальных терапевтических протоколов.

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Работа проводилась в рамках выполнения государственного задания «Разработка медицинского изделия в виде специального программного обеспечения, предназначенного для помощи в принятии решений по скринингу, комплексной дифференцированной диагностике и лечению социально-стрессовых расстройств в разные возрастные периоды» (регистрационный номер: 12402080060-1).

ЛИТЕРАТУРА

1. World Health Organization. Anxiety disorders. Geneva: WHO; 2023. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/anxiety-disorders> (дата обращения: 16.03.2026).
2. Ахапкин Р.В., Бобров А.Е., Вазагаева Т.И., Костюкова Е.Г., Мазо Г.Э., Мосолов С.Н., Хасанова А.К. Депрессивный эпизод, рекуррентное депрессивное расстройство // Клинические рекомендации. Взрослые. 2024. URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/301_3 (дата обращения: 18.03.2026).
3. Краснов В.Н. Расстройства аффективного спектра. М.: Практическая медицина, 2011. 432 с.
4. Александровский Ю.А. Пограничные психические расстройства: руководство для врачей. 5-е издание, переработанное и дополненное. Москва: Общество с ограниченной ответственностью Издательская группа "ГЭОТАР-Медиа"; 2021. 552 с. DOI: 10.33029/9704-6298-0-BOR-2021-1-552
5. Петелин Д.С., Сорокина О.Ю., Галютдинова А.Н. и соавт. Тревожные расстройства в клинической практике (обзор литературы с клинической иллюстрацией) // Медицинский совет. 2024. Т. 18, № 12. С. 52–60. DOI: 10.21518/ms2024-297
6. Gutiérrez R.L., Porras-Segovia A., Dunne H., Andrade-González N., Cervilla J.A. Prevalence and correlates of major depressive disorder: a systematic review // Brazilian Journal of Psychiatry. 2020. Vol. 42, No 6. P. 657–672. DOI: 10.1590/1516-4446-2020-0650
7. Цукарзи Э.Э., Ильин С.А., Мосолов С.Н. Применение транскраниальной магнитной стимуляции и электросудорожной терапии при терапевтически резистентных депрессиях // Современная терапия психических расстройств. 2015. № 4. С. 25–32.
8. Rush A.J., Wisniewski S.R., Trivedi M.H. et al. Acute and longer-term outcomes in depressed outpatients requiring one or several treatment steps: a STAR*D report // Am. J. Psychiatry. 2006. Vol. 163, No 11. P. 1905–1917. DOI: 10.1176/ajp.2006.163.11.1905
9. Miller A.H., Raison C.L. The role of inflammation in depression: from evolutionary imperative to modern treatment target // Nat. Rev. Immunol. 2016. Vol. 16, No 1. P. 22–34. DOI: 10.1038/nri.2015.5
10. Duman R.S., Aghajanian G.K., Sanacora G. et al. Synaptic plasticity and depression: new insights from stress and rapid-acting antidepressants // Nat. Med. 2016. Vol. 22, No 3. P. 238–249. DOI: 10.1038/nm.4050
11. Шпорт С.В., Макушкина О.А., Леурда Е.В. Приоритетные зарубежные исследования в области психического здоровья // Социальная и клиническая психиатрия. 2024. Т. 34, № 1. С. 5–18. DOI: 10.34757/0869-4893.2024.34.1.001
12. Матье Д. Гипербарическая медицина: практическое руководство. Пер. с англ. Москва: Лаборатория знаний, 2016. 776 с.
13. Чуркин Е.А. Применение гипербарической оксигенации в психиатрической практике: методические рекомендации. МЗ РФ. М., 1994. 25 с.
14. Efrati S., Ben-Jacob E. Reflections on the neurotherapeutic effects of hyperbaric oxygen // Expert Review of Neurotherapeutics. 2014. Vol. 14, No 3. P. 233–236. DOI: 10.1586/14737175.2014.884928
15. Barata P., Camacho O., Lima C.G., Pereira A.C. The role of hyperbaric oxygen therapy in neuroregeneration and neuroprotection: A review // Cureus. 2024. Vol. 16, No 6. P. e62067. DOI: 10.7759/cureus.62067
16. Liang X.X., Hao Y.G., Duan X.M. et al. Hyperbaric oxygen therapy for post-stroke depression: A systematic review and meta-analysis // Clin. Neurol. Neurosurg. 2020. Vol. 195. P. 105910. DOI: 10.1016/j.clineuro.2020.105910
17. Harch P.G., Andrews S.R., Rowe C.J. et al. Hyperbaric oxygen therapy for mild traumatic brain injury persistent postconcussion syndrome: a randomized controlled trial // Med. Gas. Res. 2020. Vol. 10, No 1. P. 8–20. DOI: 10.4103/2045-9912.279978
18. Tal S., Hadanny A., Sasson E. et al. Hyperbaric Oxygen Therapy Can Induce Angiogenesis and Regeneration of Nerve Fibers in Traumatic Brain Injury Patients // Front Hum. Neurosci. 2017. Vol. 11. P. 508. DOI: 10.3389/fnhum.2017.00508
19. Cao H., Ju K., Zhong L., Meng T. Efficacy of hyperbaric oxygen treatment for depression in the convalescent stage following cerebral hemorrhage // Experimental and Therapeutic Medicine. 2013. Vol. 5, No 6. P. 1609–1612. DOI: 10.3892/etm.2013.1043
20. Feng J.J., Li Y.H. Effects of hyperbaric oxygen therapy on depression and anxiety in the patients with incomplete spinal cord injury (a STROBE-compliant article) // Medicine (Baltimore). 2017. Vol. 96, No 29. P. e7334. DOI: 10.1097/MD.00000000000007334
21. Mi K., Guo Q., Xu B.-Y., Wang M., Bi H. Efficacy of hyperbaric oxygen combined with escitalopram in depression and its effect on cognitive function // Pakistan Journal of Medical Sciences. 2021. Vol. 37, No 4. P. 1054–1057. DOI: 10.12669/pjms.37.4.3993
22. Bloch Y., Belmaker R.H., Shvartzman P. et al. Normobaric oxygen treatment for mild-to-moderate depression: a randomized, double-blind, proof-of-concept trial // Sci. Rep. 2021. Vol. 11, No 1. P. 18911. DOI: 10.1038/s41598-021-98245-9
23. Cui C., Jiang X., Wang Y. et al. Cerebral hypoxia-induced molecular alterations and their impact on the physiology of neurons and dendritic spines: a comprehensive review // Cell. Mol. Neurobiol. 2024. Vol. 44, No 1. P. 58. DOI: 10.1007/s10571-024-01491-4
24. Hadanny A., Efrati S. Oxygen-a limiting factor for brain recovery // Crit. Care. 2015. Vol. 19, No 1. P. 307. DOI: 10.1186/s13054-015-1034-2
25. Efrati S., Fishlev G., Bechor Y. et al. Hyperbaric oxygen induces late neuroplasticity in post stroke patients—randomized, prospective trial // PLoS One. 2013. Vol. 8, No 1. P. e53716. DOI: 10.1371/journal.pone.0053716
26. Calvert J.W., Cahill J., Zhang J.H. Hyperbaric oxygen and cerebral physiology // Neurol. Res. 2007. Vol. 29, No 2. P. 132–141. DOI: 10.1179/016164107X174156.
27. Marcolongo-Pereira C., Quintela Castro F.C., Mazioli Barcelos R. et al. Neurobiological mechanisms of mood disorders: Stress vulnerability and resilience // Front Behav. Neurosci. 2022. Vol. 16. P. 1006836. DOI: 10.3389/fnbeh.2022.1006836
28. Вазагаева Т.И., Ахапкин Р.В., Александровский Ю.А. Роль мозгового нейротрофического фактора в возникновении эффектов антидепрессантов при терапии депрессии // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2019. Т. 74, № 1. С. 20–28.
29. Tang M., Gong S., He J. Hyperbaric Oxygen Therapy Upregulates Neurotrophic Factors to Ameliorate Post-Stroke Depression: A Randomized Sham-Controlled Trial // Neuropsychiatr Dis. Treat. 2026. Vol. 22. P. 573494. DOI: 10.2147/NDT.S573494
30. El Amine B., Fournier J., Minoves M. et al. Cerebral oxidative stress, inflammation and apoptosis induced by intermittent hypoxia: a systematic review and meta-analysis of rodent data // European Respiratory Society. 2024. Vol. 33, No 174. P. 240162. DOI: 10.1183/16000617.0162-2024
31. Miller A.H., Maletic V., Raison C.L. Inflammation and its discontents: the role of cytokines in the pathophysiology of major depression // Biological Psychiatry. 2009. Vol. 65, No 9. P. 732–741. DOI: 10.1016/j.biopsych.2008.11.029.
32. Najjar S., Pearlman D.M., Devinsky O., Najjar A., Zagzag D. Neurovascular unit dysfunction with blood-brain barrier hyperpermeability contributes to major depressive disorder: a review of clinical and experimental evidence // Journal of Neuroinflammation. 2013. Vol. 10. Article 142. DOI: 10.1186/1742-2094-10-142
33. Аведисова А.С., Захарова К.В., Гаскин В.В. и соавт. Клинические и нейровизуализационные характеристики апатической депрессии // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2017. Т. 117, № 8. С. 11–17. DOI: 10.17116/jnevro20171178111-17
34. Raison C.L., Capuron L., Miller A.H. Cytokines sing the blues: inflammation and the pathogenesis of depression // Trends Immunol. 2006. Vol. 27, No 1. P. 24–31. DOI: 10.1016/j.it.2005.11.006
35. Rock P.L., Roiser J.P., Riedel W.J., Blackwell A.D. Cognitive impairment in depression: a systematic review and meta-analysis // Psychological Medicine. 2014. Vol. 44, No 10. P. 2029–2040. DOI: 10.1017/S0033291713002535
36. Шмуклер А.Б. Значение когнитивных нарушений для оценки патогенеза, клинической картины и лечения депрессий // Социальная и клиническая психиатрия. 2016. Т. 26, № 4. С. 57–62.
37. Волель Б.А., Петелин Д.С., Ахапкин Р.В. и соавт. Особенности когнитивного функционирования и эмоционального состояния у пациентов // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2018. Т. 10, № 1. С. 78–82. DOI: 10.14412/2074-2711-2018-1-78-82

38. Hadanny A., Malka Daniel-Kotovsky M., Suzin G. et al. Cognitive enhancement of healthy older adults using hyperbaric oxygen: a randomized controlled trial // *Aging* (Albany NY). 2020. Vol. 12, No 13. P. 13740–13761. DOI: 10.18632/aging.103571
39. Zilberman-Itskovich S., Catalogna M., Sasson E. et al. Hyperbaric oxygen therapy improves neurocognitive functions and symptoms of post-COVID condition: randomized controlled trial // *Sci. Rep.* 2022. Vol. 12, No 1. P. 11252. DOI: 10.1038/s41598-022-15565-0
40. Полянский Д.А., Милехина А.В., Драчева Е.В. Использование метода гипербарической оксигенации в терапии депрессивных расстройств // *Социальная и клиническая психиатрия*. 2025. Т. 35, № 1. С. 45–52.
41. Полянский Д.А., Милехина А.В., Драчева Е.В. Применение гипербарической оксигенотерапии в комплексном лечении пациентов с рекуррентным депрессивным расстройством // *Социальная и клиническая психиатрия*. 2023. Т. 33, № 4. С. 48–54.
42. Мухачев С.Н. Изучение эффективности гипербарической оксигенации в лечении смешанного тревожного и депрессивного расстройства: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.01.06 / Московский государственный медико-стоматологический университет. М., 2011. 25 с.
43. Boussi-Gross R., Golan H., Volkov O. et al. Improvement of memory impairments in poststroke patients by hyperbaric oxygen therapy // *Neuropsychology*. 2015. Vol. 29, No 4. P. 610–621. DOI: 10.1037/neu0000149
44. Andrews S.R., Harch P.G. Systematic review and dosage analysis: hyperbaric oxygen therapy efficacy in the treatment of posttraumatic stress disorder // *Front Neurol*. 2024. Vol. 15. P. 1360311. DOI: 10.3389/fneur.2024.1360311
45. Wolf G., Cifu D., Baugh L. et al. The effect of hyperbaric oxygen on symptoms after mild traumatic brain injury // *J. Neurotrauma*. 2012. Vol. 29, No 17. P. 2606–2612. DOI: 10.1089/neu.2012.2549
46. Ahmadi F., Khalatbary A.R. A review on the neuroprotective effects of hyperbaric oxygen therapy // *Med. Gas. Res.* 2021. Vol. 11, No 2. P. 72–82. DOI: 10.4103/2045-9912.311498
47. Doenya-Barak K., Catalogna M., Kutz I., Levi G., Hadanny A., Tal S., Daphna-Tekoha S., Sasson E., Shechter Y., Efrati S. Hyperbaric oxygen therapy improves symptoms, brain's microstructure and functionality in veterans with treatment-resistant post-traumatic stress disorder: A prospective, randomized, controlled trial // *PLoS One*. 2022. Vol. 17, No 2. P. e0264161. DOI: 10.1371/journal.pone.0264161
48. Boussi-Gross R., Golan H., Fishlev G. et al. Hyperbaric oxygen therapy can improve post concussion syndrome years after mild traumatic brain injury - randomized prospective trial // *PLoS One*. 2013. Vol. 8, No 11. P. e79995. DOI: 10.1371/journal.pone.0079995
49. Schottlender N., Gottfried I., Ashery U. Hyperbaric Oxygen Treatment: Effects on Mitochondrial Function and Oxidative Stress // *Biomolecules*. 2021. Vol. 11, No 12. P. 1827. DOI: 10.3390/biom11121827
50. Thom S.R. Hyperbaric oxygen: its mechanisms and efficacy // *Plast. Reconstr. Surg.* 2011. Vol. 127 Suppl 1. P. 131S–141S. DOI: 10.1097/PRS.0b013e3181fbc2bf
51. Sadri R.A., Cooper J.S. Hyperbaric complications // *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459191/> (дата обращения: 16.03.2026).
52. Цыганков Б.Д., Мухачев С.Н., Джангильдин Ю.Т., Добровольская Ю.В. Комплексная терапия с применением метода гипербарической оксигенации на примере смешанного тревожно-депрессивного расстройства // *Психическое здоровье*. 2011. Т. 9, № 6(61). С. 50–54.

REFERENCES

1. World Health Organization. Anxiety disorders. Geneva: WHO; 2023. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/anxiety-disorders> (accessed on: 16.03.2026).
2. Akhapiin RV, Bobrov AE, Vazagaeva TI, Kostyukova EG, Mazo GE, Mosolov SN, Khasanova AK. Depressivnyi ehpizod, rekurrentnoe depressivnoe rasstroistvo. Klinicheskie rekomendatsii. Vzroslye. 2024. URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/301_3 (accessed on: 18.03.2026). (In Russ.)
3. Krasnov VN. Rasstroistva affektivnogo spektra. Moscow: Prakticheskaya meditsina; 2011. 432 p. (In Russ.)
4. Aleksandrovskiy YuA. Pogranichnye psikhicheskie rasstroistva: rukovodstvo dlya vrachei. 5th ed. Moscow: Geotar-Media; 2021. 552 p. (In Russ.) DOI: 10.33029/9704-6298-0-BOR-2021-1-552
5. Petelin DS, Sorokina OYu, Galyautdinova AN, et al. [Anxiety disorders in clinical practice (literature review with clinical illustration)]. *Meditsinskiy sovet [Medical Council]*. 2024;18(12):52–60. (In Russ.) DOI: 10.21518/ms2024-297
6. Gutiérrez RL, Porras-Segovia A, Dunne H, Andrade-González N, Cervilla JA. Prevalence and correlates of major depressive disorder: a systematic review. *Braz J Psychiatry*. 2020;42(6):657–72. DOI: 10.1590/1516-4446-2020-0650
7. Tsukarzi EE, Ilyin SA, Mosolov SN. [Application of transcranial magnetic stimulation and electroconvulsive therapy in treatment-resistant depression]. *Sovremennaya terapiya psikhicheskikh rasstroystv [Contemporary Therapy of Mental Disorders]*. 2015;(4):25–32. (In Russ.)
8. Rush AJ, Wisniewski SR, Trivedi MH, et al. Acute and longer-term outcomes in depressed outpatients requiring one or several treatment steps: a STAR*D report. *Am J Psychiatry*. 2006;163(11):1905–17. DOI: 10.1176/ajp.2006.163.11.1905
9. Miller AH, Raison CL. The role of inflammation in depression: from evolutionary imperative to modern treatment target. *Nat Rev Immunol*. 2016;16(1):22–34. DOI: 10.1038/nri.2015.5
10. Duman RS, Aghajanian GK, Sanacora G, et al. Synaptic plasticity and depression: new insights from stress and rapid-acting antidepressants. *Nat Med*. 2016;22(3):238–49. DOI: 10.1038/nm.4050
11. Shport SV, Makushkina OA, Leurda EV. [Priority foreign research in the field of mental health]. *Sotsialnaya i klinicheskaya psikhatriya [Social and Clinical Psychiatry]*. 2024;34(1):5–18. (In Russ.) DOI: 10.34757/0869-4893.2024.34.1.001
12. Mathieu D. [Hyperbaric medicine: practical guide]. Moscow: Laboratoriya znaniy; 2016. 776 p. (In Russ.)
13. Churkin EA. Giperbaricheskaya meditsina: prakticheskoe rukovodstvo. MZ RF. Moscow, 1994. 25 p. (In Russ.)
14. Efrati S, Ben-Jacob E. Reflections on the neurotherapeutic effects of hyperbaric oxygen. *Expert Rev Neurother*. 2014;14(3):233–6. DOI: 10.1586/14737175.2014.884928
15. Barata P, Camacho O, Lima CG, Pereira AC. The role of hyperbaric oxygen therapy in neuroregeneration and neuroprotection: a review. *Cureus*. 2024;16(6):e62067. DOI: 10.7759/cureus.62067
16. Liang XX, Hao YG, Duan XM, et al. Hyperbaric oxygen therapy for post-stroke depression: a systematic review and meta-analysis. *Clin Neurol Neurosurg*. 2020;195:105910. DOI: 10.1016/j.clineuro.2020.105910
17. Harch PG, Andrews SR, Rowe CJ, et al. Hyperbaric oxygen therapy for mild traumatic brain injury persistent postconcussion syndrome: a randomized controlled trial. *Med Gas Res*. 2020;10(1):8–20. DOI: 10.4103/2045-9912.279978
18. Tal S, Hadanny A, Sasson E, et al. Hyperbaric oxygen therapy can induce angiogenesis and regeneration of nerve fibers in traumatic brain injury patients. *Front Hum Neurosci*. 2017;11:508. DOI: 10.3389/fnhum.2017.00508
19. Cao H, Ju K, Zhong L, Meng T. Efficacy of hyperbaric oxygen treatment for depression in the convalescent stage following cerebral hemorrhage. *Exp Ther Med*. 2013;5(6):1609–12. DOI: 10.3892/etm.2013.1043
20. Feng JJ, Li YH. Effects of hyperbaric oxygen therapy on depression and anxiety in patients with incomplete spinal cord injury. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(29):e7334. DOI: 10.1097/MD.00000000000007334
21. Mi K, Guo Q, Xu BY, Wang M, Bi H. Efficacy of hyperbaric oxygen combined with escitalopram in depression and its effect on cognitive function. *Pak J Med Sci*. 2021;37(4):1054–7. DOI: 10.12669/pjms.37.4.3993
22. Bloch Y, Belmaker RH, Shvartzman P, et al. Normobaric oxygen treatment for mild-to-moderate depression: a randomized, double-blind, proof-of-concept trial. *Sci Rep*. 2021;11:18911. DOI: 10.1038/s41598-021-98245-9

23. Cui C, Jiang X, Wang Y, et al. Cerebral hypoxia-induced molecular alterations and their impact on the physiology of neurons and dendritic spines: a comprehensive review. *Cell Mol Neurobiol*. 2024;44(1):58. DOI: 10.1007/s10571-024-01491-4
24. Hadanny A, Efrati S. Oxygen-a limiting factor for brain recovery. *Crit Care*. 2015;19(1):307. DOI: 10.1186/s13054-015-1034-2
25. Efrati S, Fishlev G, Bechor Y, et al. Hyperbaric oxygen induces late neuroplasticity in post stroke patients: randomized prospective trial. *PLoS One*. 2013;8(1):e53716. DOI: 10.1371/journal.pone.0053716
26. Calvert JW, Cahill J, Zhang JH. Hyperbaric oxygen and cerebral physiology. *Neurol Res*. 2007;29(2):132–41. DOI: 10.1179/016164107X174156
27. Marcolongo-Pereira C, Quintela Castro FC, Mazioli Barcelos R, et al. Neurobiological mechanisms of mood disorders: stress vulnerability and resilience. *Front Behav Neurosci*. 2022;16:1006836. DOI: 10.3389/fnbeh.2022.1006836
28. Vazagaeva TI, Akhapiin RV, Aleksandrovskiy YuA. [The role of brain-derived neurotrophic factor in the effects of antidepressants in depression treatment]. *Zh nevrol psikiatr im SS Korsakova* [SS Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry]. 2019;74(1):20–8. (In Russ.)
29. Tang M, Gong S, He J. Hyperbaric oxygen therapy upregulates neurotrophic factors to ameliorate post-stroke depression: a randomized sham-controlled trial. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2026;22:573494. DOI: 10.2147/NDT.S573494
30. El Amine B, Fournier J, Minoves M, et al. Cerebral oxidative stress, inflammation and apoptosis induced by intermittent hypoxia: a systematic review and meta-analysis of rodent data. *Eur Respir Rev*. 2024;33(174):240162. DOI: 10.1183/16000617.0162-2024
31. Miller AH, Maletic V, Raison CL. Inflammation and its discontents: the role of cytokines in the pathophysiology of major depression. *Biol Psychiatry*. 2009;65(9):732–41. DOI: 10.1016/j.biopsych.2008.11.029
32. Najjar S, Pearlman DM, Devinsky O, Najjar A, Zagzag D. Neurovascular unit dysfunction with blood–brain barrier hyperpermeability contributes to major depressive disorder: a review of clinical and experimental evidence. *J Neuroinflammation*. 2013;10:142. DOI: 10.1186/1742-2094-10-142
33. Avedisova AS, Zakharova KV, Gaskin VV, et al. [Clinical and neuroimaging characteristics of apathetic depression]. *Zh Nevrol Psikiatr Im SS Korsakova* [SS Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry]. 2017;117(8):11–7. (In Russ.) DOI: 10.17116/jnevro20171178111-17
34. Raison CL, Capuron L, Miller AH. Cytokines sing the blues: inflammation and the pathogenesis of depression. *Trends Immunol*. 2006;27(1):24–31. DOI: 10.1016/j.it.2005.11.006
35. Rock PL, Roiser JP, Riedel WJ, Blackwell AD. Cognitive impairment in depression: a systematic review and meta-analysis. *Psychol Med*. 2014;44(10):2029–40. DOI: 10.1017/S0033291713002535
36. Shmukler AB. [The significance of cognitive disorders for assessment of pathogenesis, clinical picture and treatment of depressions]. *Sotsialnaya i klinicheskaya psikiatriya* [Social and Clinical Psychiatry]. 2016;26(4):57–62. (In Russ.)
37. Volel BA, Petelin DS, Akhapiin RV, et al. [Features of cognitive functioning and emotional state in patients]. *Nevrologiya, neyropsikiatriya, psikhosomatika* [Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics.]. 2018;10(1):78–82. (In Russ.) DOI: 10.14412/2074-2711-2018-1-78-82
38. Hadanny A, Daniel-Kotovsky M, Suzin G, et al. Cognitive enhancement of healthy older adults using hyperbaric oxygen: a randomized controlled trial. *Aging (Albany NY)*. 2020;12(13):13740–61. DOI: 10.18632/aging.103571
39. Zilberman-Itskovich S, Catalogna M, Sasson E, et al. Hyperbaric oxygen therapy improves neurocognitive functions and symptoms of post-COVID condition: randomized controlled trial. *Sci Rep*. 2022;12(1):11252. DOI: 10.1038/s41598-022-15565-0
40. Polyanskii DA, Milekhina AV, Dracheva EV. [The use of hyperbaric oxygen therapy in the treatment of depressive disorders]. *Sotsialnaya i Klinicheskaya Psikiatriya* [Social and Clinical Psychiatry]. 2025;35(1):45–52. (In Russ.)
41. Polyanskii DA, Milekhina AV, Dracheva EV. [The use of hyperbaric oxygen therapy in the complex treatment of patients with recurrent depressive disorder]. *Sotsialnaya i Klinicheskaya Psikiatriya* [Social and Clinical Psychiatry]. 2023;33(4):48–54. (In Russ.)
42. Mukhachev SN. *Izuchenie effektivnosti giperbaricheskoy oksigenatsii v lechenii smeshannogo trevozhnogo i depressivnogo rasstroystva* [PhD thesis]. [Moscow (Russia)]: Moskovskiy gosudarstvennyy mediko-stomatologicheskii universitet [Moscow State University of Medicine and Dentistry]; 2011. 25 p. (In Russ.)
43. Boussi-Gross R, Golan H, Volkov O, et al. Improvement of memory impairments in poststroke patients by hyperbaric oxygen therapy. *Neuropsychology*. 2015;29(4):610–21. DOI: 10.1037/neu0000149
44. Andrews SR, Harch PG. Systematic review and dosage analysis: hyperbaric oxygen therapy efficacy in the treatment of posttraumatic stress disorder. *Front Neurol*. 2024;15:1360311. DOI: 10.3389/fneur.2024.1360311
45. Wolf G, Cifu D, Baugh L, et al. The effect of hyperbaric oxygen on symptoms after mild traumatic brain injury. *J Neurotrauma*. 2012;29(17):2606–12. DOI: 10.1089/neu.2012.2549
46. Ahmadi F, Khalatbary AR. A review on the neuroprotective effects of hyperbaric oxygen therapy. *Med Gas Res*. 2021;11(2):72–82. DOI: 10.4103/2045-9912.311498
47. Doeniyas-Barak K, Catalogna M, Kutz I, Levi G, Hadanny A, Tal S, Daphna-Tekoha S, Sasson E, Shechter Y, Efrati S. Hyperbaric oxygen therapy improves symptoms, brain's microstructure and functionality in veterans with treatment-resistant post-traumatic stress disorder: a prospective, randomized, controlled trial. *PLoS One*. 2022;17(2):e0264161. DOI: 10.1371/journal.pone.0264161
48. Boussi-Gross R, Golan H, Fishlev G, et al. Hyperbaric oxygen therapy can improve post concussion syndrome years after mild traumatic brain injury: randomized prospective trial. *PLoS One*. 2013;8(11):e79995. DOI: 10.1371/journal.pone.0079995
49. Schottlender N, Gottfried I, Ashery U. Hyperbaric oxygen treatment: effects on mitochondrial function and oxidative stress. *Biomolecules*. 2021;11(12):1827. DOI: 10.3390/biom11121827
50. Thom SR. Hyperbaric oxygen: its mechanisms and efficacy. *Plast Reconstr Surg*. 2011;127(Suppl 1):131S–141S. DOI: 10.1097/PRS.0b013e3181f8e2bf
51. Sadri RA, Cooper JS. Hyperbaric complications. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459191/> (accessed on: 16.03.2026).
52. Tsygankov BD, Mukhachev SN, Dzhangildin YuT, Dobrovolskaya YuV. [Complex therapy using hyperbaric oxygenation in mixed anxiety-depressive disorder]. *Psikhicheskoe zdorov'e* [Mental Health]. 2011;9(6):50–4. (In Russ.)

ПРИМЕНЕНИЕ ГИПЕРБАРИЧЕСКОЙ ОКСИГЕНАЦИИ В КОМПЛЕКСНОЙ ТЕРАПИИ ПАЦИЕНТОВ С РАССТРОЙСТВАМИ ТРЕВОЖНО-ДЕПРЕССИВНОГО СПЕКТРА

Е.В. Драчева, Р.В. Ахапкин, А.В. Милехина

Московский научно-исследовательский институт психиатрии – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии им. В.П. Сербского» Минздрава России, Москва, Россия

В научном обзоре с целью систематизации современных данных проанализировано применение гипербарической оксигенации (ГБО) при депрессивных, тревожных расстройствах и посттравматическом стрессовом расстройстве. Обзор выполнен с элементами систематического анализа литературы с оценкой клинических и

экспериментальных исследований. Показано, что терапевтические эффекты ГБО реализуются через многокомпонентные механизмы, включая стимуляцию нейропластичности, ангиогенеза и репаративных процессов, противовоспалительное действие, нейромодуляцию, а также влияние на митохондриальную функцию

и оксидативный стресс. Установлено, что наиболее убедительная доказательная база получена при органически обусловленных аффективных нарушениях, где ГБО сопровождается значимым снижением депрессивной и тревожной симптоматики. В отношении первичных депрессивных и тревожных расстройств данные остаются ограниченными, однако свидетельствуют о потенциальной эффективности метода в составе комплексной терапии. Новизна работы заключается в интеграции клинических и нейро-

биологических аспектов действия ГБО в психиатрии и уточнении ее терапевтического потенциала при различных вариантах аффективной патологии.

Ключевые слова: гипербарическая оксигенация, депрессивные расстройства, тревожные расстройства, посттравматическое стрессовое расстройство, нейропластичность, нейровоспаление, ангиогенез, когнитивные нарушения.

APPLICATION OF HYPERBARIC OXYGEN THERAPY IN THE COMPREHENSIVE TREATMENT OF PATIENTS WITH ANXIETY-DEPRESSIVE SPECTRUM DISORDERS

EV Dracheva, RV Akhapkin, , AV Milekhina

Moscow Research Institute of Psychiatry – Branch of V. Serbsky National Medical Research Centre for Psychiatry and Narcology, Moscow, Russia

In this scientific review, with the aim of systematizing current evidence, the use of HBOT in depressive and anxiety disorders as well as post-traumatic stress disorder is analyzed. The review was conducted with elements of a systematic literature analysis, including clinical and experimental studies. It is shown that the therapeutic effects of HBOT are mediated through multiple mechanisms, including stimulation of neuroplasticity, angiogenesis and reparative processes, anti-inflammatory action, neuromodulation, and modulation of mitochondrial function and oxidative stress. The most robust evidence has been established in cases of organically determined affective

disorders, where HBOT is associated with a significant reduction in depressive and anxiety symptoms. In contrast, evidence for primary depressive and anxiety disorders remains limited, although available data suggest potential efficacy of HBOT as part of a comprehensive therapy. The novelty of this review lies in the integration of clinical and neurobiological perspectives on HBOT and in clarifying its therapeutic potential across different forms of affective pathology.

Keywords: hyperbaric oxygen therapy, depressive disorders, anxiety disorders, post-traumatic stress disorder, neuroplasticity, neuroinflammation, angiogenesis, cognitive impairment.

Драчева Елизавета Валерьевна – младший научный сотрудник отделения социально-стрессовых расстройств отдела интегративной психиатрии Московского научно-исследовательского института психиатрии – филиала ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии им. В.П. Сербского» Минздрава России; SPIN-код: 6731-3973; ORCID: 0009-0005-0477-4876; e-mail: dracheva.e@serbsky.ru (автор для корреспонденции)

Ахапкин Роман Витальевич – доктор медицинский наук, доцент, директор Московского научно-исследовательского института психиатрии – филиала ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии им. В.П. Сербского» Минздрава России; SPIN-код: 9966-0084; ORCID: 0000-0002-7045-0547; e-mail: akhapkin.r@serbsky.ru

Милехина Алла Владимировна – кандидат медицинских наук, заведующая 5 клиническим отделением (отделение стресс-провоцированных и коморбидных психических расстройств) Московского научно-исследовательского института психиатрии – филиала ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии им. В.П. Сербского» Минздрава России; SPIN-код: 6986-2395; e-mail: milekhina.a@serbsky.ru