

ГИПЕРБАРИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА: ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ И ПУТЬ РАЗВИТИЯ

Р.Н.АКАЛАЕВ, Е.М.БОРИСОВА, Е.А.ЕВДОКИМОВ, М.В.РОМАСЕНКО, О.А.ЛЕВИНА,
А.А.МИТРОХИН, А.А.СТОПНИЦКИЙ, С.Э.ХАЙДАРОВА

HYPERBARIC MEDICINE: THE HISTORY OF FORMATION AND PATH OF DEVELOPMENT

R.N.AKALAEV, E.M.BORISOVA, E.A.EVDOKIMOV, M.V.ROMASENKO, O.A.LEVINA,
A.A.MITRININ, A.A.STOPNITSKIY, S.E.HAYDAROVA

*Республиканский научный центр экстренной медицинской помощи,
Ташкентский институт усовершенствования врачей,
Российская медицинская академия последиplomного образования, Москва, Россия,
НИИ СП им. Н.В.Склифосовского, Москва, Россия,
Городская клиническая больница им. С.П.Боткина, Москва, Россия*

В статье освещены исторические аспекты и проведен ретроспективный анализ применения гипербарической оксигенации. Проанализированы данные литературы, посвященной гипербарической медицине, за последние десятилетия. В процессе эволюции представлены все виды барокамер. Уделено внимание стандартам применения гипербарической оксигенации, показаниям и противопоказаниям к использованию барокамер с точки зрения доказательной медицины и широте его применения в «современной эре». Показано, что баротерапия заняла важную нишу в клинической медицине и играет большую роль в комплексной терапии критических состояний различного генеза.

Ключевые слова: *гипербарическая оксигенация, барокамера, оксигенотерапия.*

In this article there are given the historical aspects of hyperbaric oxygenation and is performed retrospective analysis of its application. In addition, there were analyzed the literature data about hyperbaric medicine of last decade. In the course of evolution all types of hyperbaric chambers are demonstrated. We have given consideration to the standards of the application of hyperbaric oxygenation, indications and contraindication to its use in evidence-based medicine and the range of its application in "modern era". It has been shown that barotherapy has carved out its niche in clinical medicine and plays an important role in complex therapy of critical conditions of different etiology.

Keywords: *hyperbaric oxygenation, hyperbaric chamber, oxygen therapy.*

На сегодняшний день вопросы гипербарической оксигенации (ГБО) и применения барокамер в комплексе лечебных мероприятий при различных заболеваниях продолжает привлекать к себе самое пристальное внимание как при клинических, так и при экспериментальных исследованиях [5,8,15,22]. Это происходит на фоне волнообразного развития данного, очень необычного и интересного, а порой и очень спорного направления современной медицины [23,28,29].

Прошло три с половиной века с момента создания первой гипербарической камеры [37,38]. С тех далеких времен и до наших дней, историческому развитию её дальнейшему прогрессу посвящено немало интересных страниц [5,19,33].

Практически во всех странах мира сформировалось твердое мнение большинства ученых, что человечество обрело для медицины очень сильное оружие, научившись использовать кислород под повышенным давлением [19,22,36,40]. При этом следует отметить, что ГБО, как лечебная методика во многом обязана подводной медицине, ведь ее история берет начало от истоков подводных погружений. И сейчас в большинстве стран подводная и гипербарическая медицина являются частями единого целого [14].

Исторические факты указывают, что еще до открытия кислорода в 1660-1662 гг. английский физик и химик Р.Бойль в книге «Новые физико-механические опыты, касающиеся упругости воздуха, и их результаты» впервые описал влияние сжатого воздуха на живой организм [37]. В это же время (1662) в Лондоне Геншоу первым придумал использовать атмосферное давление

как средство лечения и впервые применил аэробаротерапию для лечения больных с заболеваниями легких и пищеварительного тракта. Построенная им деревянная барокамера положила начало гипербаротерапии атмосферным воздухом [36].

В XVIII веке великим русским ученым академиком Петербургской академии наук М.В.Ломоносовым был открыт закон сохранения массы вещества. При проведении опытов он впервые обнаружил присутствие в воздухе неизвестного газа, вступающего во взаимодействие с химическими веществами. Несколькими годами позже шведский ученый Шееле (1771) и английский ученый Пристли (1774) выделили этот газ в чистом виде [33]. Французский химик А.Лавуазье назвал «жизненный воздух» кислородом (образователем кислот или поддерживает горение) и определил, что кислород составляет 1/5 воздуха [5,22]. Даже легендарный писатель-фантаст Жюль Верн, в одном из своих романов писал, что «кислород – это почти что волшебный газ, благодаря которому мы живем».

Имеющиеся данные о роли кислорода в биологических средах и его транспорте создали предпосылки к более осмысленному подходу к лечению больных повышенным давлением воздуха. Начался новый этап развития гипербарической медицины [3,34,35].

Известно, что с лечебной целью нормобарический кислород впервые применил Шосье в 1780 г. [5]. Несколько позже в России С.И.Ананов (1873) обосновал и ввел в клиническую практику лечение кислородом в нормобарических условиях [3].

Достаточно широкое терапевтическое применение

гипербарического кислорода началось между серединой XIX и началом XX веков во Франции. В 1835 г. Жюно описал положительный эффект действия кислорода под высоким давлением на человека и сконструировал первую лечебную барокамеру [22]. Она представляла собой медный шар диаметром 1,5 метра, давление воздуха в котором поднималось до 4 ата (фото 1). За 1 ата было принято парциальное давление, равное 1 абсолютной атмосфере, т.е. ингаляция 100% кислородом при нормальном атмосферном давлении. В барокамере проводили лечение больных с параличами, лихорадкой, заболеваниями легких. Было установлено, что под давлением улучшаются самочувствие, аппетит, повышается работоспособность, изменяются функции жизненно важных органов [5].

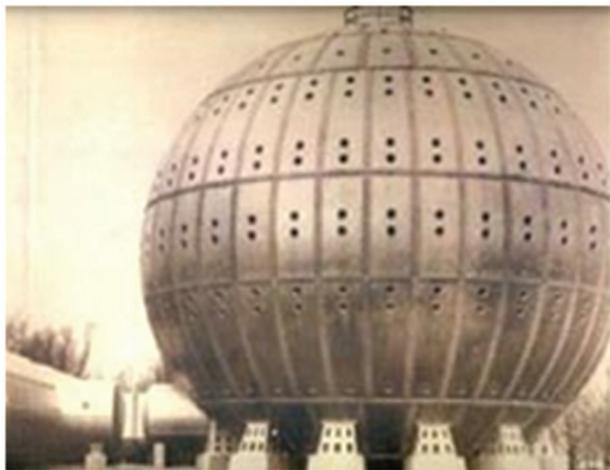


Фото 1. Первая лечебная барокамера в форме шара.

Авторитет «чудодейственного» метода способствовал быстрому распространению гипербарической медицины и во второй половине XIX века. Барокамеры появились во всех крупных городах многих стран Европы и в Америке.

В 1873 году хирург А. Smith применил лечебную рекомпрессию при так называемом кессонном заболевании. Однако рекомпрессионная барокамера (лечебный шлюз) была введена в практику лишь в 1885 г. (США), Paul Bert разработал и экспериментально обосновал современную десатурационную теорию развития декомпрессионной болезни и открыл токсическое действие высокого давления на живые организмы, которое было названо «эффект Поля Берта» [35]. В 1895г. Haldan выполнил эксперимент по влиянию CO на напряжение кислорода, в результате чего рекомендовал применять ГБО для лечения отравлений угарным газом [5,35].

В 1877 году Fontaine построил первую передвижную барооперационную, в которой Пеан с успехом выполнил 27 операций грыжесечения. Полученные результаты превзошли все ожидания [5], и с этого времени барокамеры появились во всех крупных европейских городах, а интерес к гипербарической медицине возрастал по мере технического прогресса и создания специальных средств, для работы при повышенном давлении.

С открытием кислорода стало понятно, что эффективность баролечения зависит, прежде всего, от увеличения содержания кислорода в барокамере, прямо зависящего от величины избыточного давления в ней.

Ретроспективный анализ показывает, что гипербарическая медицина переживала бурное развитие, и каждое столетие ознаменовано поиском ответа на вопрос о сущности лечебного действия сначала «сгущенного воздуха», а затем кислорода под повышенным давлением. По мнению Френсиса Ваттеля (2006-2009 гг.), изучив историю можно выделить 3 временных промежутка развития ГБО: 1. От Ренессанса к эпохе Просвещения – время открытий. 2. От середины XIX до начала XX века – время гипербарической терапии. 3. Со второй половины XX века и до сегодняшнего дня – повсеместное и широкое клиническое применение гипербарической медицины на научной основе.

В последние годы интерес к использованию ГБО при неотложных состояниях возобновился, количество гипербарических центров и отделений неуклонно возрастает во всех странах мира. Развитие новых высокотехнологичных методов объективизации эффектов ГБО с одной стороны и углубление знаний о патогенезе патофизиологических синдромов, лежащих в основе различных острых заболеваний и повреждений – с другой – привели к тому, что ГБО переживает в настоящее время новую «современную эру», или «ренессанс».

Так, на данный момент повсеместно функционирует множество отделений ГБО, в которых установлено более 8000 лечебных барокамер. В том числе в Китае – 2500, в России – 2000 отделений ГБО, в Японии – 400 гипербарических центров, а в Англии – около 200. В США более 1300 отделений и более 2000 барокамер: из них более 200 многоместных и 1300 барокамер с функцией ИВЛ. По состоянию на 2004 год в совокупности функционировало в Европейских странах – около 400, а в США – 800 центров ГБО, в то время как в 1999 году их насчитывалось – 500 [41,42].

В Узбекистане первый центр гипербарической оксигенации (бароцентр) был организован в конце 1992 года по инициативе академика В.В.Вахидова на базе филиала ВНЦХ. Бароцентр состоял из отделения многоместных медицинских барокамер (галокамер) и отделения лечебных (одноместных) барокамер. В 1 клинике ТашГосМИ (новое ТашМИ) с 1984 года функционировало отделение ГБО состоявшее из 4 барокамер (2 – ОКА, 2 – Иртыш). На сегодняшний день кабинеты ГБО функционируют в РНЦЭМП (фото 2), на заводе изготовителе ОАО «завод Узбекхиммаш» и многих других медицинских учреждениях. Одно из успешно функционирующих отделений ГБО организовано главным врачом Мамаджановым Х.Х. в Ферганском областном многопрофильном медицинском центре (фото 3).

Применение метода гипербарической оксигенации, возможно лишь при использовании специальных технических устройств – барокамер, необходимых для обеспечения лечебного процесса. Для проведения сеансов ГБО используют многоместные кислородно-воздушные (фото 8,9,10; рис.1), одноместные кислородные барокамеры (фото 2,3,4,5), специальные детские (фото 11). В многоместных, давление повышают воздухом, а кислород подают пациентам через маску, носовые канюли или ИВЛ. Существуют мобильные и портативные модели, которые могут быть размещены на транспортных средствах (фото 12). Многоместные барокамеры обладают рядом преимуществ по сравнению с одно-



Фото 2. Одноместная барокамера БЛКС - 3-01. РНЦЭМП, г. Ташкент.



Фото 3. Отделение ГБО. ОММЦ, г. Фергана.



Фото 4. Одноместная барокамера БЛКС – 303 ГКБ им. С.П.Боткина, Москва, Россия.



Фото 5. Одноместная барокамера с аппаратом искусственной вентиляции легких «Sechrist A500». Реанимационный барозал НИИ СП им. Н.В.Склифосовского.



Фото 6. Вариант одноместной барокамеры.



Фото 7. Вариант одноместных барокамер.

местными: присутствие медперсонала и возможность лучшего контроля состояния пациента. А также при этом имеется возможность применения и более широкого спектра аппаратуры, со строгим учетом противопожарной безопасности. Однако, серьезным недостатком многоместных бароаппаратов является сложность их экономического и технологического обеспечения. Одноместные барокамеры привлекают относительно низкой стоимостью и простотой в эксплуатации, одна-

ко серьезным минусом является повышенная пожароопасность и отсутствие доступа к пациенту во время сеанса. Некоторые лечебные учреждения располагают одноместными барокамерами, оснащенными аппаратом для проведения искусственной вентиляции легких (ИВЛ) производства фирмы «Sechrist» (США) (фото 5).

Система управления многоместных аппаратов обеспечивает проведение сеанса в режимах компрессии, изопреции, плановой декомпрессии. При необходи-



Фото 8. Операционно-реанимационная многоместная барокамера. Каролингская клиника, Стокгольм, Швеция (отделение открыто в 2005 г.).



Рис. 1. Самая большая в мире барокамера (HAUX-QUADRO-SYSTEM). Университетский госпиталь, Лилль, Франция.



Фото 9. Монтаж барокамеры HAUX-QUADRO-SYSTEM. Университетский госпиталь, Лилль, Франция.

Фото 10. Барокамера OxyHeal-5000 перед установкой в университетской клинике города Левис, провинция Квебек, Канада, 2012 год.

мости на режиме изопрессии с целью регулирования физических параметров газовой среды (температура, влажность, концентрация CO₂ и т.п.), в барокамере проводится режим продувки. В случае необходимости непланового завершения сеанса в любой момент возможно проведение срочной и экстренной декомпрессии.

Для всех типов барокамер необходимо выполнение определенных требований к оборудованию помещений, в которых они устанавливаются. Основным принципом применения кислородных бароаппаратов является принцип безопасности и, прежде всего, пожаро- и взрывоопасности. Поэтому непременным условием проведения сеансов ГБО должно быть строгое соблюдение правил техники безопасности всеми сотрудниками отделения.

Надо отметить, что работы в этой области сопряжены и с определенными опасностями. Малейшая искра

в барокамере со сжатым кислородом может вызвать пожар или взрыв. При технических неполадках может произойти разгерметизация камеры со всеми вытекающими последствиями [25]. Все это заставляет считать работы по гипербарической оксигенации очень тонкими, требующими чрезвычайно большого внимания, технического обеспечения и глубокого знания всех явлений, которые способны вызывать повышенное давление газа [32]. Все это отражается в разработке принципиально новых бароаппаратов (фото 15).

По мере роста знаний, анализа результатов лечения и накопленной научной информации, показания к применению ГБО на сегодняшний день довольно широко варьируют. На 7-ой Европейской консенсусной конференции по гипербарической медицине в Лилле (Франция), 3-4 декабря 2004 года были приняты показания к



Фото 11. Детский центр. Тампа Бэй, штат Флорида, США, 2013 год.



Фото 12. Мобильная барокамера. Кливленд, штат Огайо, США. Университетская клиника.



Фото 13. Многоместная барокамера.



Фото 14. Многоместная барокамера.

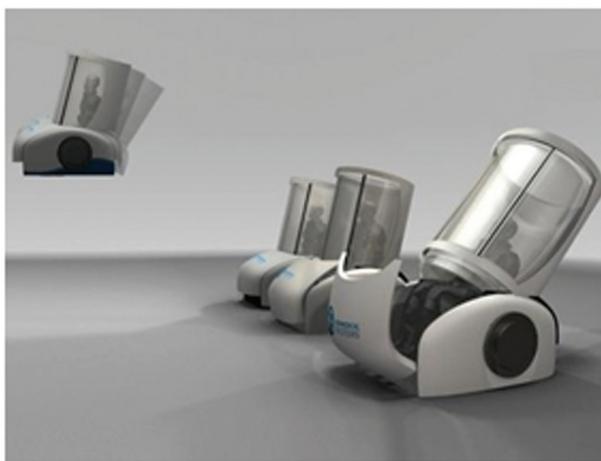


Фото 15. Варианты концепции новой барокамеры. Автор J. Dougherty, 2011 год.



методу гипербарической оксигенации отвечающие всем требованиям доказательной медицины. Итак, на данный момент абсолютными показаниями к применению ГБО являются: клостридиальная инфекция, отравления окисью углерода, отравление метгемоглобинообразователями (MtHb), газовая эмболия сосудов, декомпрессионная болезнь, баротравма лёгких, ботулизм, тромбоэмболия лёгочной артерии. Существует, конечно, определенный круг противопоказаний, ограничивающих использование гипербарического кислорода [29]. Противопоказаниями к проведению гипербарической терапии являются: кла-

устрофобия, эпилепсия, тяжелые формы гипертонической болезни, нарушения проходимости слуховых труб, острые респираторные заболевания, сливная двусторонняя пневмония, пневмоторакс, повышенная чувствительность к кислороду. Следует отметить, что при наличии абсолютных жизненных показаний к ГБО, большинство противопоказаний может быть устранено (введение седуксена при эпилепсии, парацентез барабанных перепонки, назначение гипотензивных средств при гипертонической болезни и т.д.). И правильнее говорить о наличии определенных факторов риска при проведении данного

метода, значение которых и их прогностическая роль в каждой конкретной ситуации должна отдельно оцениваться врачом осуществляющим сеанс ГБО.

На сегодняшний день, вне всякого сомнения, ГБО или оксигенотерапия – это прежде всего искусственное увеличение кислородной емкости крови за счет дополнительного растворения кислорода в плазме в результате повышения PO_2 во вдыхаемой газовой смеси вследствие увеличения общего барометрического давления внешней среды [22]. В основе терапевтического эффекта гипербарической оксигенации лежит значительное увеличение кислородной емкости крови и других сред организма, улучшающее доставку кислорода к клеткам и его использование в биологическом окислении. Количество дополнительно растворенного в плазме кислорода при его парциальном давлении, равном 1 абсолютной атмосфере, т.е. в 1 ата (ингаляция 100% кислородом при нормальном атмосферном давлении) составляет в среднем 2 об.%. С повышением давления в барокамере во время сеанса ГБО на каждую избыточную атмосферу содержание плазменного кислорода увеличивается на 2,3 об.%. Функциональная активность аппарата внешнего дыхания и системы кровообращения при этом может оставаться без существенных изменений, а часто даже снижаться. Благодаря тому, что в условиях ГБО переносчиком O_2 на этапе легочной капилляр – тканевой капилляр становится не столько Hb, сколько плазма крови, гипербарический O_2 способен достигать клеток даже при помощи плазматических капилляров, что может существенно улучшить транспорт O_2 к тканям. Следует подчеркнуть, что сеанс ГБО в режиме 3,0 ата позволяет компенсировать потерю или инактивацию практически всего Hb, а также снижение объема тканевого кровотока (сердечного выброса) почти в 1,5 раза и иногда даже более. Патогенетические механизмы воздействия ГБО на организм обусловлены возникновением как прямых, связанных с повышенной концентрацией кислорода в тканях, так и косвенных эффектов, обусловленных действием избыточной оксигенации рефлекторным путем через различные рецепторные образования. При ГБО умеренно усиливается перекисное окисление липидов (ПОЛ), сопровождающееся компенсаторным увеличением мощности всех звеньев антиоксидантной системы, что имеет саногенетическое значение при многих патологических состояниях [1,15].

Одним из конкретных механизмов, посредством которых ГБО может оказывать терапевтический эффект, является активация окислительного фосфорилирования и усиление энергообразования в ткани. Гипербарический кислород, активируя транспорт электронов от субстрата к кислороду, способен оказывать влияние на сопряжение реакции на разных ферментативных путях регуляции метаболических процессов, совершающихся в мембранах, митохондриях, цитоплазме, рибосомах и т.д. Гипербарический кислород мобилизует также многие системы дезинтоксикации организма при гипоксии. Активация дезинтоксикационных процессов осуществляется через ингибирование образования токсических метаболитов, активацию их разрушения и стимуляцию биосинтеза малотоксических веществ. ГБО стимулирует биосинтетические, репаративные и регенераторные процессы в различных тканях. Регенераторные процес-

сы под влиянием ГБО активируются в тканях головного мозга, скелетных мышцах, костной ткани и др. [26,29].

В условиях гипероксии различные системы организма переходят на более экономный уровень функционирования. При этом урывается дыхание, уменьшается частота сердечных сокращений, снижается сердечный индекс и активность свертывающей системы, изменяется иммунологическая реактивность, повышается работоспособность. ГБО оказывает также влияние на фармакокинетику, фармакодинамику и токсичность лекарств. Она потенцирует действие диуретических, антиаритмических, антибактериальных и цитостатических препаратов [15,19,23].

Накопленный за последние десятилетия опыт применения гипербарического кислорода в комплексной терапии различных заболеваний и состояний показал, что в основе многообразия лечебного действия ГБО лежат перечисленные выше физиологические эффекты - биоэнергетический, репаративно-регенеративный, детоксикационный, стимулирующий или ингибирующий, антибактериальный, фармакодинамический, деблокирующий, иммуномодулирующий или иммунокорректирующий, радиомодифицирующий, вазопрессорный, и компрессионный [5,8]. Таким образом, O_2 под повышенным давлением оказывает влияние на метаболизм и функцию различных структур организма как рефлекторным путем, так и в результате прямого своего действия, а также вследствие участия в процессах нейроэндокринной регуляции функциональной активности клетки.

За последние 50 лет баротерапия заняла важную нишу в комплексной интенсивной терапии критических состояний различного генеза. Представляем лишь некоторые аспекты применения баротерапии в экстренной медицине.

Многие стороны применения гипербарической оксигенации в хирургии к настоящему времени изучено подробно. Следует подчеркнуть, что одним из наиболее важных элементов лечебного комплекса при перитоните практически любой этиологии является быстрая ликвидация пареза и паралича кишечника. В частности не вызывает сомнений развитие при этом кислородной недостаточности как одного из патогенетических аспектов динамики заболевания. При перитонитах содержание кислорода в артериальной крови по объему понижается на 2-3%, а в венозной – на 3-4% [16]. Кислородная недостаточность, в определенной степени поддерживается нарушениями внешнего дыхания и газообмена в силу развивающегося пареза кишечника и ограничения подвижности диафрагмы. Как показали исследования [7], объем легочной вентиляции при перитонитах снижается почти вдвое, а ЖЕЛ в 1,5 раза. Специально проведенными исследованиями удалось установить, что по мере развития пареза и паралича кишечника резко возрастают гипоксические и метаболические изменения в стенке кишки, что по закону «порочного круга» усугубляет нарушение моторики и приводит, в конце концов, к полной утрате функций кишечника. Даже однократное воздействие ГБО (2,5 ата, экспозиция 1 ч) в эксперименте способствовало восстановлению активности дыхательных ферментов кишечной стенки [6]. Изучая влияние кислорода при нормальном и повышенном давлении на резорбцию газов из замкнутой кишечной петли, [9]

привело к заключению, что при повышении давления улучшаются не только диффузия газа из просвета кишки, но и ее тонус. Установлено, что восстановление моторики желудочно-кишечного тракта под воздействием ГБО в значительной степени обусловлено усилением амплитуды и частоты перистальтических и тонических волн, оказывая тем самым ваготоническое действие [4]. Можно предположить, что положительную роль в улучшении состояния больного с перитонитом играет и детоксикационный эффект, оказывая существенное влияние на макроорганизмы (особенно на неклостридиальные анаэробы), и усиливает действие антибактериальной терапии.

Больные с острой тонкокишечной непроходимостью (ОТКН) составляют значительную часть всех хирургических больных. Несмотря на постоянное совершенствование хирургической техники, спаечный процесс сопровождается практически каждой обширной лапаротомией, что в 2,6-20,3% случаев впоследствии становится причиной механической, нередко рецидивирующей непроходимости тонкой кишки. Уже с самого начала заболевания, независимо от причины ОТКН, развивается целый каскад патофизиологических синдромов, основой которых является гипоксия смешанного генеза, усугубляющая в свою очередь гемодинамические расстройства, нарушения микроциркуляции в кишечной стенке с развитием в ней ишемии, выраженных метаболических нарушений, расстройством секреторных процессов, переваривающей и всасывательной деятельности кишечника и, следовательно, синдрома кишечной недостаточности [4,9]. Кроме того, происходят нарушения реологических свойств крови, иммунологических и биохимических показателей, что в конечном итоге приводит к развитию эндотоксикоза и полиорганной недостаточности [22,31].

В НИИ СП им. Н.В.Склифосовского ГБО применяется при различных формах кишечной непроходимости. В трети случаев спаечной кишечной непроходимости и функциональных нарушений желудочно-кишечного тракта сеансы ГБО, включенные в комплекс лечения таких больных, приводят к регрессу клинико-рентгенологической симптоматики, а в ряде случаев разрешению непроходимости, в зависимости от степени выраженности механического компонента и глубины функциональных нарушений желудочно-кишечного тракта. Показан выраженный дезинтоксикационный эффект гипербарического кислорода, определены сроки включения ГБО в комплексное лечение кишечной непроходимости и продемонстрировано профилактическое значение метода в плане развития послеоперационных осложнений [6,22].

Положительные результаты получены при различных формах острого панкреатита. В частности, при отечной форме панкреатита значительно быстрее проходит болевой синдром, реже в патологический процесс вовлекается парапанкреатическая клетчатка. При деструктивных формах панкреатита включение ГБО в комплекс лечения способствует более благоприятному течению заболевания, а также профилактике гнойно-септических осложнений. Эти данные коррелируют с результатами УЗИ и КТ-исследований [23,30].

При реконструктивных операциях на пищеводe использование ГБО предотвращает формирование некроза трансплантируемого сегмента и стимулирует регене-

рацию тканевых элементов трансплантата [6,29].

При отравлении окисью углерода ГБО является методом выбора. По данным отделения реанимации и интенсивной терапии токсикологического центра РНЦЭМП в 2002-2012 годах, острые отравления угарным газом колебались от 6,8 до 7,9% от общего числа поступивших, а уровень летальности менялся от 9,4% в 2002 до 3,2% в 2012 году. [2]. Анализ клинических результатов показывает, что уже в течение 1-го сеанса ГБО или спустя 3-5 часов после нее у 90% больных, уровень сознания которых был угнетен до комы, отмечается его восстановление [2]. Следует отметить, что сравнительное клинико-психопатологическое исследование больных, получавших сеансы ГБО и их не получавших, выявляет четко очерченные различия, по динамике психопатологического синдрома кинеза. Следует отметить, что восстановление сознания при проведении сеанса ГБО сопровождается снижением содержания СоНв в 4-5 раз в тех случаях, когда исходно наблюдаются его высокие уровни, или полной диссоциацией при исходно невысоком уровне СоНв [43].

При применении ГБО при острых отравлениях опиатами, было показано уменьшение в 2,3 раза количество органических психоневрологических расстройств, сокращение в 2 раза летальности у данной категории больных. Использование ГБО приводит к нормализации указанных параметров гомеостаза на 2-4 суток раньше, чем у больных контрольной группы. Примечательно, что при этом происходит нормализация показателей, не поддающихся коррекции при стандартной терапии. Установлено, что повышение уровня серотонина в крови после отдельного сеанса и курса ГБО у больных с острыми отравлениями сопровождается восстановлением сознания. «Пульсообразное» изменение уровня серотонина у пациентов с острыми отравлениями опиатами обуславливает улучшение клинических и нейропсихологических показателей функции головного мозга [37].

При острых отравлениях метгемоглобинообразователями, применение ГБО в комплексном лечении имеет серьезное значение. Метгемоглобинообразующие яды – общее название химических веществ-окислителей, которые при попадании в организм вызывают превращение гемоглобина в метгемоглобин, путем окисления железа, находящегося в гемоглобине. Образованное стойкое соединение препятствует присоединению кислорода к гемоглобину, тем самым нарушается процесс доставки кислорода к клеткам органов и тканей, т.е. развивается гемическая гипоксия. Клиническая картина острых отравлений метгемоглобинообразователями характеризуется наличием токсической энцефалопатии различной степени выраженности. Клинико-психоневрологическое обследование показывает, что у больных на первый план выступают общемозговые расстройства. После проведения детоксикационной и антидотной терапии необходимо как можно раньше в комплекс лечения включить ГБО. После сеанса ГБО метгемоглобин в крови не обнаруживается [20]. Сравнительная токсиметрическая оценка содержания метгемоглобина в крови у больных до и после сеансов ГБО показывает, что даже при содержании метгемоглобина больше 50% происходит полная его диссоциация [10].

Применение гипербарического кислорода, как компонента лечения термических ожогов принято во

многих странах мира. При изучении опубликованных сообщений становится очевидным, что важным звеном патогенеза острого периода ожоговой болезни является гипоксия. Исследование газового состава крови в период ожогового шока в эксперименте [17] показало, что в первые часы после тяжелых ожогов развивается выраженная гипоксемия, и напряжение кислорода в тканях уже через 2 ч после ожога на 25% поверхности тела снижается не только в зоне поражения, но и в тканях, не подвергшихся термическому воздействию. С 1965 г. появляются сообщения о клиническом применении ГБО в комбустиологии. Первые из них посвящены сочетанию ожоговой травмы с отравлением угарным газом [38], а в последующем изучались результаты применения ГБО и при изолированном ожоговом поражении [39]. В настоящее время накоплен большой опыт использования ГБО во все периоды ожоговой болезни в условиях эксперимента и клиники. Имеются сообщения о положительном влиянии ГБО на микроциркуляторное русло и гемореологию [40]. Авторы отмечают увеличение капиллярной сети, ускорение кровотока, нормализацию сосудистого тонуса. Уменьшение отека в лечении постишемических состояний и ожогов с помощью ГБО может быть связано с сохранением аэробного метаболизма, который играет большую роль в поддержании целостности сосудистого русла. В механизме гемореологического и микроциркуляторного действия ГБО определенную роль играет ее дезинтоксикационный эффект и влияние на процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ), так как и среднемолекулярные пептиды (СМП) и продукты ПОЛ, обладают значительным мембраноповреждающим и агрегирующим действием [1]. Детоксикационный эффект ГБО осуществляется путем ингибирования образования токсичных метаболитов, активации их микросомального окисления и улучшения детоксикационной функции печени [28]. Детоксикация организма способствует и так называемый деблокирующий эффект ГБО, выражающийся в освобождении от связи с токсичными веществами гемоглобина, миоглобина, цитохромоксидазы [30], а также улучшение функции почек, способствующее выведению токсинов из организма. На актуальность проблемы лечения больных с термическими поражениями указывает то, что по данным отдела комбустиологии РНЦЭМП 28000 обожженных ежегодно нуждаются в специализированной помощи. Следует отметить, что количество больных с глубокими и обширными ожогами увеличивается с каждым годом, в связи с чем лечение данной категории больных представляет собой важную медико-социальную проблему [34], а применение ГБО у них не вызывает сомнений.

В настоящее время выполняется ряд многоцентровых международных исследований применения ГБО в травматологии и ортопедии при переломах нижней трети голени с повреждением мягких тканей, при реперфузионном синдроме после реваскуляризации нижних конечностей, хирургической инфекции после экстренных вмешательств и некоторые другие. По данным РНЦЭМП за год травмы конечностей составляют около 47,7% от общего числа больных с механическими повреждениями [36]. Известно, что травма, а тем более последующие оперативные вмешательства приводят к ряду общих и местных неблагоприятных реакций организма. При

этом в зоне повреждения конечности могут оказаться в условиях гипоксии вследствие разрыва магистральных артерий, сдавливания сосудов при отеке, разможения мышц, отрыва лоскутов кожи, препятствующей процессу сращения костных отломков. В последние годы для стимуляции остеогенеза используют различные способы сочетанного воздействия – как общего, так и местного, и направленного на улучшение гомеостаза тканей в зоне повреждения. Одним из таких методов и является ГБО, находящая все более широкое применение в травматологии. ГБО, по мнению ряда авторов [18], способствует уменьшению выраженности метаболических нарушений в поврежденном сегменте конечности. При этом уменьшаются сроки сращения костных отломков и снижается выраженность общей воспалительной реакции на травму. Реовазографическими исследованиями установлено, что в поврежденном сегменте конечности наблюдались значительные нарушения кровообращения. После проведения курса ГБО уменьшается гипоксия травмированных тканей, повышается тонус сосудов, улучшается венозный отток, увеличивается пульсовый объем. При обследовании больных [21] после курса ГБО, отмечалось снижение уровня кальция и неорганического фосфора в плазме крови, что объяснялось активацией метаболических процессов в тканях и улучшением усвоения минеральных солей формирующейся костной мозоли [23].

Существуют убедительные экспериментальные и клинические данные, подтверждающие положительное воздействие гипербарической оксигенации в нейрохирургии, а в частности при черепно-мозговой травме. Черепно-мозговая травма (ЧМТ) относится к наиболее распространенному виду повреждений и составляет от 40 до 55% всех видов травм, при этом уровень летальности достигает 5-10%, а при тяжелых травмах варьируется от 41 до 85%. По данным РНЦЭМП только за последний год поступило 3175 больных с черепно-мозговой травмой различной степени тяжести [27]. Применение ГБО в остром периоде тяжелой черепно-мозговой травмы, помимо более быстрого восстановления нарушенных функций, позволяет предотвратить или существенно сократить число жизненно опасных осложнений – менингита и менингоэнцефалита, нагноения операционной раны, пролежней, пневмонии. Особо следует подчеркнуть, что раннее включение ГБО в комплексное лечение пострадавших с черепно-мозговой травмой способствует значительному (в 3 раза) уменьшению частоты травматических психозов при отсутствии непосредственного анатомического повреждения лобных долей, когда психические расстройства играют роль очагового симптома наряду с другими неврологическими признаками поражения указанных областей мозга [13,45]. При повреждении других зон мозга развивающийся отек также способствует формированию психических расстройств (так называемые «психозы при отеке мозга»), и именно такие психозы, регрессируют под влиянием гипербарической оксигенации [11,27].

Использование ГБО при ишемическом инсульте также способствует более быстрому и полноценному регрессу очаговой неврологической симптоматики. Нередко, непосредственно во время сеанса ГБО по данным НИИ СП им. Н.В.Склифосовского, у больных отмечается увеличение объема движений в паретичных конечностях

стях, а при наличии у них речевых расстройств больные после сеанса могли уже произносить отдельные слова или слоги. Особенно ярко эти эффекты были заметны при максимально раннем начале ГБО, в пределах так называемого «терапевтического окна» [11,23,27].

Сравнительный анализ течения ишемического инсульта в основной и контрольной (без ГБО) группах показал, что включение ГБО в комплекс лечения предотвращает нарастание отека мозга на 3-4 день заболевания, а также устраняет причины развития таких осложнений, как пневмония, пролежни, декомпенсация сердечно-сосудистой системы. Назначение ГБО предупреждает развитие повторных ишемических эпизодов в остром периоде инсульта. Исследование функции внешнего дыхания и центральной гемодинамики у больных с ЧМТ и инсультом показало корректирующее влияние ГБО на основные параметры этих систем, что способствовало уменьшению общей и регионарной гипоксии и препятствовало поддержанию и нарастанию ишемии и отека мозга [27,45].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Какими словами должна быть закончена эта статья? У ГБО есть будущее или нет? Итак, все факты развития и применения ГБО обсуждены. При этом, становится очевидным, что в течение последних десятилетий отмечается постоянная тенденция к росту числа научных публикаций о стандартах применения гипербарической оксигенации. Это приводит к прогрессивному росту восприятия ГБО как ценного метода лечения при ряде определенных заболеваний. Анализируя историю развития гипербарической медицины, нам кажется, что человечество на протяжении такого длительного промежутка исторического развития клинической медицины не могло ошибаться. Могут быть ошибочными определенные периоды исторического развития, могут ошибаться определенные личности, но в целом человечество на протяжении такого длительного периода своего прогрессивного развития ошибиться не может. Будущее у гипербарической медицины есть! И мы должны быть одними из тех, кто это будущее будет приближать. И не только приближать, но и двигать вперед! При этом необходимо учитывать, что проведенный анализ литературы подчеркивает удивительную широту возможного применения гипербарической оксигенации в медицине, и это связано в первую очередь с её неспецифическим и нормализующим действием в тех случаях, когда нарушены нормальные взаимоотношения между организмом и кислородом, а эти взаимоотношения лежат в основе абсолютного большинства жизненных процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азизова О.А. Роль физико-химических изменений клеточной мембраны и свободнорадикальных процессов в патологии. Физ.-хим. мед.: проблема атеросклероза, детоксикации и иммунокоррекции. М 1991; 46-62.
2. Акалаев Р.Н., Стопницкий А.А. Оптимизация лечения острых отравлений угарным газом. Общая реаниматол 2012;VIII(3):42-44.
3. Ананов С.И. О терапевтическом применении вдыханий кислорода. Дис.... д-ра мед. наук. СПб 1873;40.

4. Байдин С.А., Биккулова Д.Ш., Костюков Ю.И. и др. Влияние ГБО на состояние вегетативной нервной системы у больных хирургического профиля. Гипербарическая физиол и медицина 1996;4:10-16.
5. Байдин С.А., Громеницкий А.Б., Рубинчик Б.А. Руководство по гипербарической медицине. М Медицина 2008;16-17.
6. Белокуров Ю.Н., Рыбачков В.В. Гипербарическая оксигенация при критических состояниях в хирургии. Ярославль 1981;147-152.
7. Бельков А.В., Лукич В.Л., Кузнецов А.И. Изменения функции внешнего дыхания у больных распространенным гнойным перитонитом в условиях гипербарической оксигенации. Гипербарическая физиология и медицина 2001;1:10-12.
8. Воробьев К.П. Концепция гипербарической оксигенации в интенсивной терапии: от физиологических моделей до клинических рекомендаций. Булл гипербарической биол и медицины. Воронеж-Москва 2002;10(1-4):125-128.
9. Воронцова Е.В., Кирячков Ю.Ю., Кузьмина Е.Г. и др. Многокомпонентная оценка клинической эффективности сеанса и курса гипербарической оксигенации у хирургических больных. Гипербарическая физиол и медицина. М 2000;3:14.
10. Галеев И.К., Кричевский А.Д., Иванников Н.Ф. и др. Применение перфторана и гипербарической оксигенации при массовом остром отравлении метгемоглобинообразующим ядом. Медицина катастроф. М 2003;4:12.
11. Жданов Г.Г., Александрович Л.М., Кулигин А.В. и др. Гипербарическая оксигенация при гипоксии мозга. Гипербарическая физиология и медицина. 2000;1:22-23.
12. Женило В.М., Чернышов В.Н., Куртасов А.А., Сависько А.А. и др. Применение индивидуального подхода при расчете режимов ГБО-терапии. Гипербарическая физиология и медицина. 2002;1:38-40.
13. Казанцева Н.В. Механизмы лечебного действия различных режимов гипербарии при ишемии мозга. Булл гипербарической биол и медицины 2002;1-4:160-163.
14. Кулешов В.И. Разработка проблем баротерапии кафедрой физиологии подводного плавания на рубеже веков. Сб. "Баротерапия в комплексном лечении и реабилитации раненых, больных и пораженных". СПб ВМА 2000;3-5.
15. Кулешов В.И. Общефизиологическое действие гипербарического кислорода. Гипербарическая физиол и медицина 2006;3:21.
16. Кокуев В.А., Хрыкова Е.В., Пушкарев А.С., Кутуков В.Е. Оценка эффективности включения гипербарической оксигенации в комплексную интенсивную терапию больных перитонитом. Вестн интенс тер 2002;5:130-133.
17. Кочетыгов Н.И., Поздняков П.К., Селиванов Е.А. и др. Системная гемодинамика, микроциркуляция, кислородный режим организма при ожоговом шоке и его лечение в эксперименте. Глубокие и обширные ожоги. Тез. докл. 2-й Всесоюз. конф. М 1979;22-24.
18. Краснов А.Ф., Давыдкин Н.Ф., Цыганов Р.Г. и др. Ги-

- пербарическая оксигенация как новое направление в травматологии и ортопедии. *Анналы травматол ортопед* 1996;3:70-76.
19. Леонов А.Н. Элементы научной теории гипербарической медицины. *Журн теорет практ мед* 2003;1(1):7-16.
 20. Марупов А.М., Стопницкий А.А., Юсупов О.П. Отравления метгемоглобинообразующими ядами как разновидность бытовой химической травмы. IX Республиканская научно-практическая конференция «Актуальные проблемы организации экстренной медицинской помощи». Навои 2010;178.
 21. Мартель И.И., Долгунова Т.И., Николайчук Е.В. и соавт. Гипербарическая оксигенация в системе лечения по методу Илизарова у больных с открытыми переломами. *Вестн хир* 2003;162(6):35-39.
 22. Матьё Д. Гипербарическая медицина: практическое руководство; пер. с англ. М 2009;13-24.
 23. Митрохин А.А. ГБО в неотложной медицине: состояние и проблемы. *Журн неотложная медицина* 2011; (2): 11-15.
 24. Осипов А.Н., Владимиров Ю.А., Азизова О.А. Актуальные формы кислорода и их роль в организме. *Успехи биол химии* 1990;31:180-208.
 25. Панченков Н.Р., Ткачева Т.И., Скоробулатов А.В. Гипербарическая оксигенация в комплексной терапии больных с термической травмой. Матер. VI науч.- прак. конф. по пробл. термич. повреждений. Горький 1990;93-94.
 26. Пасечник И.Н. Механизмы повреждающего действия активных форм кислорода на биологические структуры у больных в критических состояниях. *Вестн интенсив тер* 2001;4:3-9.
 27. Ромасенко М.В., Крылов В.В., Левина О.А. Нейропротекторное действие гипербарической оксигенации при острой ишемии головного мозга. *Журн неврол и психиат* 2003;9:181.
 28. Сабиров Д.М., Акалаев Р.Н., Махкамов К.Э., Ростальная А.Л., Дадаев Х.Х. Морфологические изменения головного мозга при тяжелой черепно-мозговой травме. Матер. 2-го съезда неотложной медицины. Москва 2013;88.
 29. Савилов П.Н., Дьячкова С.Я. Иммунобиологические механизмы гипербарической оксигенации. *Бюлл гипербар биол мед* 2002; 1-4:138-141.
 30. Савилов П.Н. Биологические эффекты гипербарической оксигенации. *Бюлл гипербар биол мед* 2002;1-4:122-125.
 31. Савилов П.Н. Леоновское учение о гипeroxическом саногенезе – методологическая основа гипербарической кислородной терапии критических состояний. Матер. IV съезда анестезиологов и реаниматологов Узбекистана. Ташкент 2013; 188-189.
 32. Смолле-Джетнер Ф., Бустер В., Ковач Х. Показания к гипербарической оксигенации (ГБО): прошлое-настоящее-будущее. Освежающий курс лекций. Архангельск 1997;237-242.
 33. Фаустов А.С., Лобеева Н.В., Авербах Т.Е. Промышленная токсикология и гипербарическая оксигенация. *Бюлл гипербар биол мед* 1994;2(1-2):26-40.
 34. Хаджибаев А.М., Фаязов А.Д., Камилов У.Р., Ажинязов Р.С. Результаты 10-летней деятельности комбустиологической службы в системе экстренной медицины. *Хирургия Узбекистана* 2012;2:63-67.
 35. Хаджибаев А.М., Эрметов А.Т., Юлдашев Ф.А. Комплексное лечение распространенного перитонита. Методические рекомендации. Ташкент 2011.
 36. Хаджибаев А.М., Валиев Э.Ю., Холматов А.А. Организация оказания хирургической помощи больным травматологического профиля в условиях РНЦЭМП. *Хирургия Узбекистана*. Ташкент 2007; 2:43-47.
 37. Хапий Х.Х., Бокерия Л.А. К вопросам взрыво- и пожароопасности ингаляционных и наркотических средств в условиях гипербарической оксигенации. *Гипербарическая оксигенация. Клиническое применение и техника безопасности*. Москва 1977; 6.
 38. Холден Дж.С., Пристли Дж.Г. Дыхание: Пер. 2-го англ. издания. М; Л Биомедгиз, 1937;464.
 39. Voerema I. The use of hyperbaric oxygen. *Amer Heart J* 1965;69(3):289-292.
 40. Paule B., Vattelle T. Memore les effets de la compression de l'air appliqué au creusement des puits a'hygiene publiq 1854;278(2):241-304.
 41. *Physiology and Medicine of Hyperbaric Oxygen Therapy*; Dr. Tom S. Neuman, Dr. Stephen R. Thom; Saunders; 1 edition (June 5, 2008)
 42. Robert Boyle «New experiments, physico-mechanical, touching the spring of the Air and its effects, made in the most part in a new pneumatical engine». Оксфорд 1662.
 43. Wada J., Jkeda R., Kamata K. et al. Oxygen hyperbaric treatment for carbon monoxide poisoning and severe burn in coal mine (hokutanyubari) gas explosion. *Igakunoaymi (Japan)*. 1965; 5 (1) : 53-54.
 44. Wada J., Jkeda R., Kayaga H. et al. Oxygen hyperbaric treatment and severe burn. *Jap Med J* 1966;13:2203-2204.
 45. Yin D, Zhou C, Kusaka I, Calvert JW, Parent AD, Nanda A, Zhang JH. Inhibition of apoptosis by hyperbaric oxygen in a rat focal cerebral ischemie model. *J Cereb Blood Flow Metab* 2003;23(7):855-64.
 46. Zamboni W.A., Roth A.C., Russel R.C. et al. Morphological analysis of microcirculation during reperfusion of ischemic skeletal muscle and the effect of hyperbaric oxygen. *Plast Reconstr Surg* 1993;91: 1110-1111.

Контакт: Акалаев Рустам Нурмухамедович.
 Отделение токсикологии РНЦЭМП.
 100115, Ташкент, ул. Фархадская, 2.
 Тел.: +99890-9331451 E-mail: dr.akalaev@mail.ru.