

ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ БАРОТРАВМЫ ЛЕГКИХ У ВОДОЛАЗОВ

Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6)

Баротравма легких – одно из наиболее тяжелых и распространенных специфических водолазных заболеваний. Диагностика баротравмы легких на месте водолазного спуска основывается на жалобах, медицинском осмотре пострадавшего и анализе обстоятельств водолазного спуска, с обязательной оценкой технического состояния водолазного снаряжения. В медицинских учреждениях дополнительно выполняют рентгенографию органов грудной клетки. При невыраженных и нетипичных клинических проявлениях диагноз «Баротравма легких» поставить сложно, что может привести к неправильному лечению и, следовательно, развитию осложнений. Рассмотрены 3 клинических случая заболеваний водолазов с подозрением на баротравму легких, в которых, наряду с общепринятыми методами диагностики, применяли компьютерную томографию. В 2 случаях диагноз баротравма легких был подтвержден и водолазам была проведена лечебная рекомпрессия, а в одном – данных за специфическую водолазную патологию не выявлено. Анализ показал, что использование компьютерной томографии при медицинском обеспечении водолазных спусков позволяет повысить эффективность диагностики и лечения баротравмы легких.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, водолазная медицина, водолаз, баротравма, компьютерная томография, легочная ткань, декомпрессия, лечебная рекомпрессия,

Введение

Все формы баротравмы легких необходимо рассматривать как потенциально тяжелое заболевание в связи с возможным развитием из-за разрыва легочной ткани артериальной газовой эмболии. Радикальным методом лечения баротравмы легких у водолазов является лечебная рекомпрессия, заключающаяся в помещении пострадавшего под повышенное давление газовой среды в барокамеру с целью растворения газовых пузырьков и устранения тканевой гипоксии, с последующей безопасной декомпрессией.

Причиной заболевания является возникновение при компрессии–декомпрессии (погружение под воду и всплытие) или при дыхании в изолирующем снаряжении разницы давлений в легких и окружающей среде, приводящей к чрезмерному расширению грудной клетки и перерастяжению легких за пределы их эластических свойств, а также возникновению гидравлической волны в сосудах и отрицательного ускорения [6]. Для развития баротравмы легких достаточен перепад давления от 5,2 до 10,4 кПа (40–80 мм рт. ст.) [7].

Повышение давления наиболее часто встречается при быстром всплытии водолаза с произвольной или непроизвольной задержкой дыхания с небольшой глубины на поверхность. Типичным примером снижения давления в легких по отношению к окружающей среде является осуществление вдоха при одновременном ограничении или полном прекращении поступления воздуха, или дыхательной газовой смеси в легкие (вдох из «пустого баллона»).

Вероятность возникновения баротравмы легких у водолазов в различных видах дыхательных аппаратов неодинакова. Это обусловлено конструктивными различиями схем дыхания и особенностями использования снаряжения. Наибольшую опасность представляют регенеративные аппараты (56,3% пострадавших использовали данное снаряжение), в 23,6% случаев баротравма легких возникла при пользовании водолазного снаряжения с открытой схемой дыхания (аквалангов). В последние годы возникновение баротравмы легких при дыхании в аквалангах увеличивается, что связано с ростом их

Мясников Алексей Анатольевич – д-р мед. наук, проф. каф. физиол. подвод. плавания Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6); e-mail: a_mjasnikov@mail.ru;

Кленков Ильяс Рифатьевич – ординатор каф. физиол. подвод. плавания Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6); e-mail: fugazik@mail.ru;

Чернов Василий Иванович – канд. мед. наук, доц. каф. физиол. подвод. плавания Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6);

Зверев Дмитрий Павлович – канд. мед. наук, нач. каф. физиол. подвод. плавания Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6); e-mail: z. d.p@mail.ru.

использования в подводном туризме (дайвинге). Малоопытные любители подводного плавания (дайверы), наряду с личным составом спецподразделений (подводные боевые пловцы, диверсанты, использующие ребризеры), составляют группу риска по этому заболеванию [2, 4].

Сотрудник кафедры физиологии подводного плавания Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова В.Я. Назаркин проанализировал 174 случая возникновения баротравмы легких и показал – 23% из них своевременно не распознаются, что связано со скудностью клинических проявлений заболевания, сложностью использования объективных методов диагностики у места водолазного спуска и недостаточным знанием медицинскими специалистами этиопатогенеза баротравмы легких [3]. Ошибка в диагностике стертых клинических форм баротравмы легких встречается чаще (34%), чем при манифестной форме (20%). Неизбежным следствием этого являются задержка с началом патогенетической терапии (31%) и ошибки в ее проведении (38%). Неполноценность диагностики и лечения заболевания предопределяет высокий уровень осложнений при баротравме легких, к которым относятся: бронхопневмонии и бронхиты; расстройства сердечно-сосудистой деятельности; цереброспинальные нарушения, проявляющиеся расстройствами чувствительности, парезами и параличами (47%). Летальность при баротравме легких у водолазов составляет 24% [5].

До последнего времени единственным объективным методом диагностики баротравмы легких являлась рентгенография грудной клетки, которая способствует выявлению патологических изменений в анатомических структурах, расположенных в грудной полости. Однако рентгенография не способна выявить малые количества воздуха, которые могут стать причиной артериальной газовой эмболии, что часто приводит к ложноотрицательным результатам. В данном случае речь идет об отсутствии на рентгенограмме характерной для баротравмы легких рентгеносемиотики. Компьютерная томография (КТ) позволяет визуализировать «малые» признаки изменения паренхимы в отдельно взятой области, изучать на тонких, толщиной до 1 мм, срезах бронхиальное дерево вплоть до бронхиол, с последующей трехмерной реконструкцией изображения [9]. Метод КТ существенно расширяет возможности диагностики, так как определяет локализацию разрыва легочной

ткани, что может позволить выбрать оптимальное место для проведения плевральной пункции, необходимость проведения которой возникает при резком ухудшении состояния пострадавшего во время перехода с остановки на одной глубинной площадке на другую при декомпрессии [6].

Еще одним важным аспектом проблемы диагностики и лечения специфической водолазной патологии является то, что в «гражданских» высших медицинских учебных заведениях вопросы гипербарической физиологии и водолазной медицины практически не рассматриваются. Таким образом, сложилась ситуация, когда контингент людей, подвергающихся повышенному атмосферному давлению, расширился, количество обращений за медицинской помощью увеличилось, а пострадавшие не всегда имеют возможность проконсультироваться у специалиста, прошедшего обучение по водолазной медицине.

В 2011 г. разработаны Стандарты медицинской помощи водолазам с баротравмой легких и декомпрессионной болезнью, куда при оказании специализированной, в том числе высокотехнологичной помощи включена КТ [8]. Случаи применения КТ при диагностике специфической водолазной патологии единичны как из-за отдаленности лечебных учреждений от места проведения водолазного спуска, так и из-за необходимости немедленно начинать проведение лечебной рекомпрессии.

Клинические случаи и их анализ

Проанализировали 3 случая заболевания водолазов, при диагностике которых использовалась КТ.

1. Инструктор-водолаз З., водолазный стаж 1 год, 25 спусковых часов. При спуске на Черном море (отработка задачи «хождение в ластах по азимуту на точность») в аппарате ИДА-71П на глубине 6 м получил специфическое водолазное заболевание – баротравму легких. Во время спуска под воду почувствовал затруднение дыхания. Сразу после подъема на катер водолаз, еще включенный на дыхание из аппарата, несколько раз покашлял; на бумаге отмечались кровянистые пенные выделения алого цвета. При аускультации и перкуссии, в анализах крови патологических отклонений не выявлено, на рентгенограмме определялось только усиление легочного рисунка в нижних отделах легких. Для уточнения диагноза была выполнена КТ органов грудной полости, которая показала разрыв легочной ткани с излитием крови. Диагноз баротрав-

мы легких подтвержден, и больному выполнена лечебная рекомпрессия по II режиму [6]. В процессе повышения давления до 0,8 МПа водолаз сообщил о значительном улучшении своего состояния, через 10 мин нахождения под наибольшим давлением симптомы практически исчезли. После окончания лечебной рекомпрессии на контрольной КТ ранее выявленные патологические признаки отсутствуют. После медицинской реабилитации водолаз продолжил служебную деятельность [2].

На КТ органов грудной полости у водолаза 3. определяется неравномерная пневматизация легких по типу «матового стекла». На скане КТ легких (аксиальная проекция, «легочное окно» – уровень выходного отдела правого желудочка) определяется выраженная неравномерность пневматизации легких за счет геморрагического пропитывания с утолщением межацинозных, междольковых перегородок – симптом «матового стекла» (рис. 1а). Также отмечается утолщение межацитарных

и междольковых перегородок с заполнением альвеол гиперденсивными включениями (кровь), располагающимися преимущественно, субплеврально в задних и наружных отделах $S_{III}-S_{IX}$ правого легкого и $S_{III}-S_V$ левого легкого (см. рис. 1б).

На контрольной КТ, выполненной после окончания лечебной рекомпрессии, признаков баротравмы легких не отмечено (см. рис. 1в, г).

У водолаза 3. рентгеносемиотика не укладывается в рамки типичных клинических форм баротравмы легких. На томограмме выявлены признаки выраженного отека легких с отсутствием эмфиземы и пневмоторакса, которые характерны для баротравмы легких. Особенности возникновения отека легких при баротравме исследовал В.Я. Назаркин [3]. Он выделил атипичную форму баротравмы легких вследствие гидротравмы, которая возникает из-за действия гидростатического давления при нырянии и имеет сходные при-

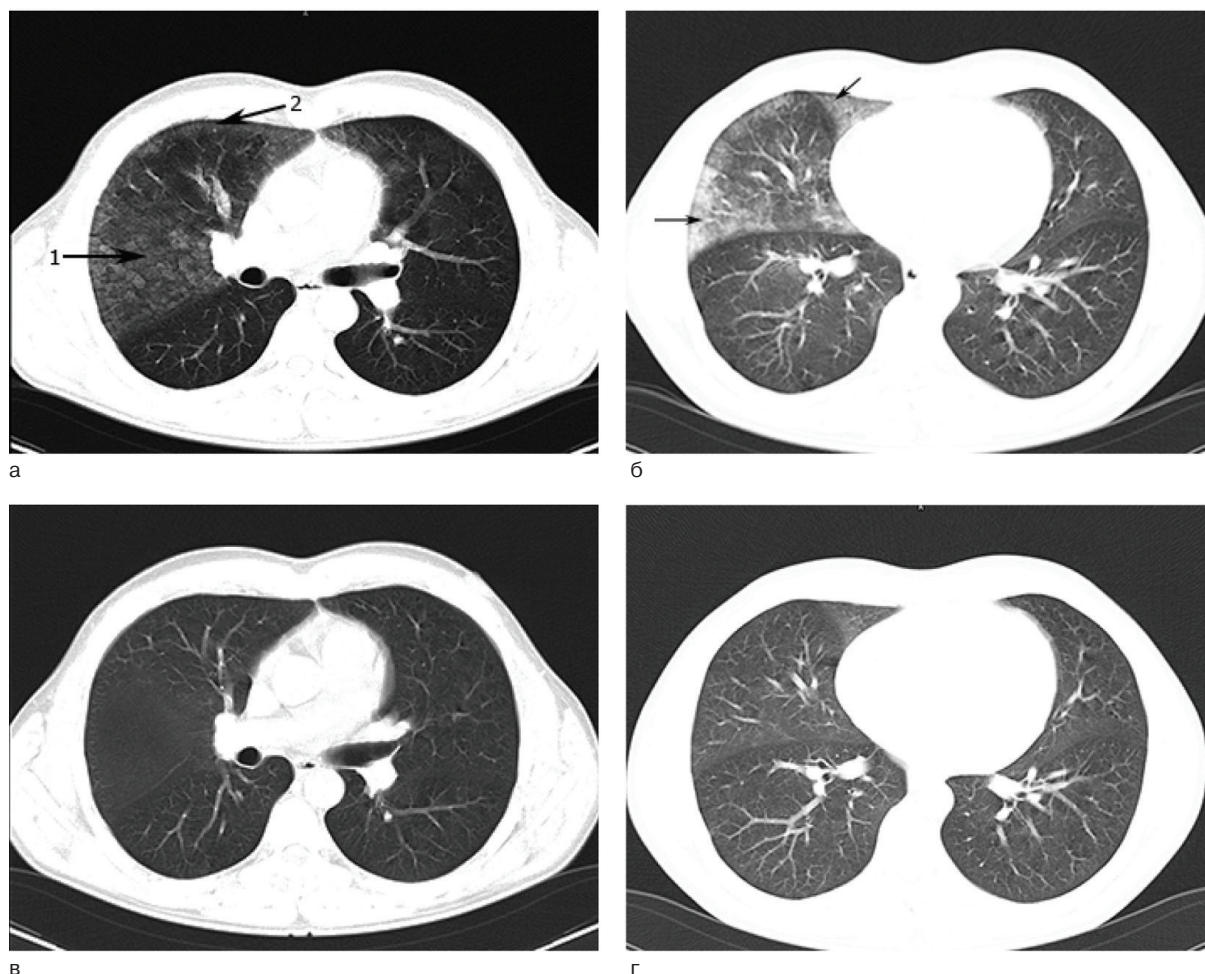


Рис. 1. Компьютерная томограмма инструктора-водолаза 3. (аксиальная проекция, «легочное окно») до лечебной рекомпрессии: а) 1 – симптом «матового стекла»; 2 – кровь; б) стрелки – субплевральные кровоизлияния; в, г – после лечебной рекомпрессии.

знаки с обжатию грудной клетки. Развитие гидротравмы возникает в следующей последовательности: первичное переполнение сосудистой сети легких, появление застоя крови, набухание и отек легочной ткани с последующими вторичным разрывом сосудов и газовой эмболией. Генез и клинические проявления заболевания отличают его от типичной формы баротравмы легких, которая является следствием возникновения перепада давления и чрезмерного расширения легочной ткани. Общими для этих форм заболеваний являются повреждение легочной ткани и возможность развития артериальной газовой эмболии.

Водолаз несколько раз за один спуск совершал всплытие на поверхность с последующим погружением, в результате чего возникло пропотевание жидкой части крови и серозной жидкости в интеральвеолярное и интербронхиальное пространства, что, вероятно, и явилось условием для появления гидротравмы.

2. При погружении в бассейне водолаз-любитель С. отрабатывал на грунте прием «спасение партнера». Во время всплытия почувствовал резкое ухудшение самочувствия (резкую головную боль, дезориентацию в пространстве, общую слабость, кратковременную потерю сознания). Водолаз не отрицал задержку дыхания во время всплытия. В стационаре выполнена магнитно-резонансная томография головного мозга, признаков нарушения мозгового кровообращения не выявлено, и, несмотря на сохраняющуюся головную боль и общую слабость, пострадавший не был госпитализирован. На следующее утро симптомы усилились и к тому же появились новые – чувство нехватки воздуха и припухлости в области шеи. Проконсультирован водолазным врачом, было рекомендовано выполнение КТ органов грудной полости, по результатам которой поставлен диагноз «Баротравма легких» и проведена лечебная рекомпрессия.

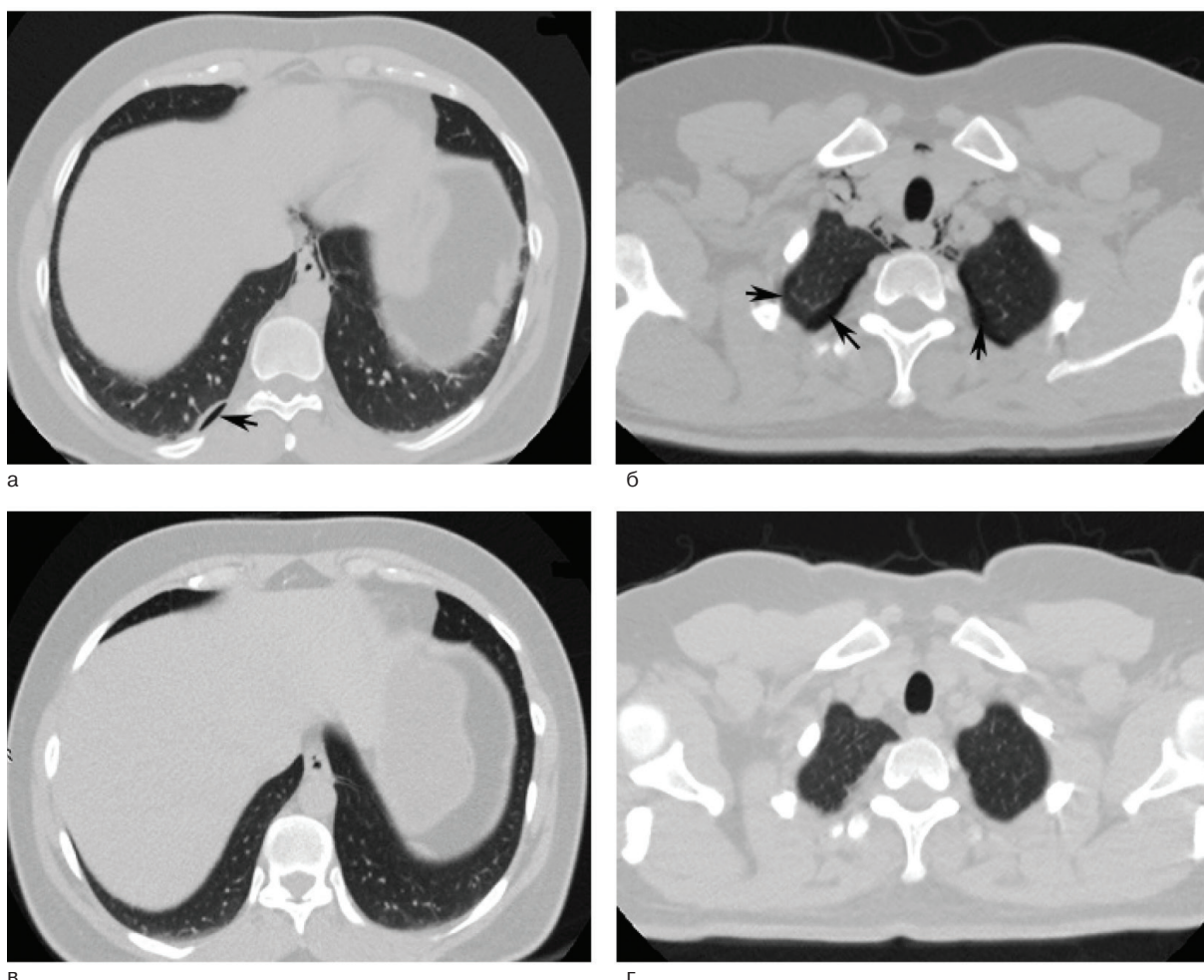


Рис. 2. Компьютерная томограмма водолаза С. (аксиальная проекция, «легочное окно») до лечебной рекомпрессии: а – в S_x правого легкого стрелкой показан пристеночный локальный пневмоторакс; б – в апикальных отделах правого и частично левого легких стрелками показано наличие воздуха в виде полосок; в, г – после лечебной рекомпрессии.

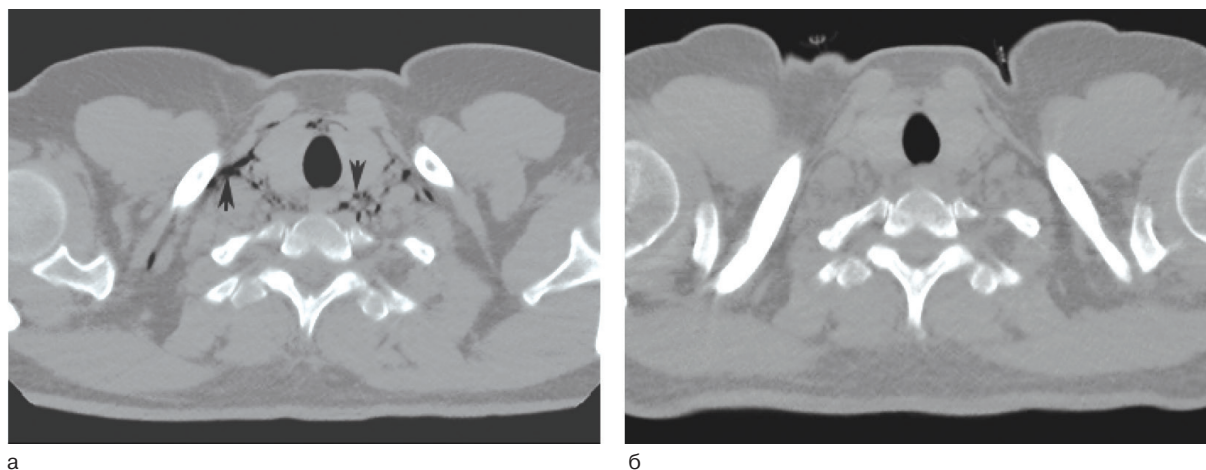


Рис. 3. Компьютерная томограмма водолаза С. (аксиальная проекция, «мягкотканое окно»): а – до лечебной рекомпрессии, стрелками показаны участки воздуха в подкожно-жировой клетчатке и межмышечных пространствах шеи; б – после лечебной рекомпрессии.

На серии КТ (аксиальная проекция, «легочное окно» на уровне реберно-диафрагмальных синусов) определяется в S_x правого легкого пристеночный локальный пневмоторакс размером около 4×20 мм (рис. 2а), в апикальных отделах правого легкого визуализируется полоска воздуха в плевральной полости толщиной до 6 мм (см. рис. 2б). На контрольной КТ после проведенного лечения характерных для баротравмы легких признаков не выявлено (рис. 2в, г).

На КТ у водолаза С. (аксиальная проекция, «мягкотканое окно») также определяется подкожная и межмышечная эмфизема груди и шеи. Кроме этого, в легких диссоциируется воздух в средостении (пневмомедиастинум) (рис. 3а). После лечебной рекомпрессии на контрольной КТ отмечено, что ранее выявленные признаки не обнаружены (см. рис. 3б).

На томограммах водолаза-любителя С. определяется рентгеносемиотика типичной смешанной формы баротравмы легких. Визуализируется воздух в легочной ткани, плевральной полости, средостении, подкожно-жировой клетчатке и межмышечных пространствах шеи. Причиной попадания воздуха в данные области является разрыв легочной ткани в субплевральной части S_x правого легкого, на томограмме в этом месте видны налеты фибрина. До лечебной рекомпрессии воздух периодически попадал в сосудистое русло, что способствовало эмболизации сосудов мелкого калибра и ишемическим проявлениям в кровоснабжаемых тканях. Субъективно это проявлялось кратковременной потерей сознания, головной болью и разбитостью. Без проведения лечебной рекомпрессии существовала вероятность закупор-

ки газовым пузырьком артериальных сосудов жизненно важных органов.

Аналогичный случай описывается в литературе [1]. Водолаз Р. (девушка), 27 лет, водолазный стаж 3 года. Во время второго погружения на глубине 12 м не смогла выровнять давление в полости среднего уха, в результате чего появились носовое кровотечение и кровоизлияние в склеры глаз. После подъема на пирс в нижней части грудной клетки почувствовала боль, которую в воде не ощущала. Через три дня из-за нарастающей боли обратилась за медицинской помощью. На рентгенограмме обнаружен пневмомедиастинум. Проведен курс гипербарической оксигенации (4 сеанса под давлением 0,25–0,3 МПа с экспозицией 45 мин), после которого отметила улучшение самочувствия, но через 7 сут повторно обратилась с жалобами на вновь возникшую боль. Была выполнена КТ органов грудной полости, на которой обнаружены патологические изменения, характерные для пневмоторакса. Лечение в виде сеансов гипербарической оксигенации позволило в какой-то степени уменьшить размер газовых пузырьков и улучшить оксигенацию тканей. Однако отсутствие регламентированной лечебной рекомпрессии привело к появлению остаточных явлений.

В руководстве для врачей по водолазной медицине Германии [10] описан случай (девушка, 26 лет, погружавшаяся в Средиземном море). После 4-го погружения появилась слабость в мышцах правой руки и правой ноги, которая прошла через полчаса. На следующий день во время погружения она почувствовала тошноту и головокружение. После выхода на поверхность заметила слабость во всем теле и потерю общей чувствительности, речь

была невнятная и заторможенная. Пациентке на месте назначили дыхание 100% медицинским кислородом, под действием которого в течение 2 ч возникло ухудшение самочувствия в виде усиления симптомов, в связи с чем девушка отказалась от дальнейшего лечения и вернулась в Германию. Выполнена КТ органов грудной полости, на которой обнаружена эмфизема в виде усиленной пневматизации на протяжении 2 см, что свидетельствует о перенесенной баротравме легких.

В представленных случаях отсутствие лечебной рекомпрессии привело к развитию осложнений в виде структурных нарушений в легких.

3. Водолаз-любитель Г., 33 года, совершил два погружения в акваланге под воду в Красном море на глубину 18 м. После второго погружения во время выхода из воды почувствовал сильную боль за грудиной и в левом коленном суставе, однако за медицинской помощью не обратился. Через три дня на фоне болей в груди и коленном суставе кратковременно потерял сознание, в себя пришел самостоятельно. По прибытию в Россию посетил несколько лечебных учреждений, выполнил множество диагностических и лечебных процедур, но улучшения не отметил, а напротив, появились боли в позвоночнике.

Для дифференциальной диагностики между специфической водолазной патологией: декомпрессионная болезнь (характерные боли в коленном суставе, лучезапястных суставах и позвоночнике) или баротравма легких (боли в груди, небольшая глубина погружения) и заболеваниями, не связанными с погружением под воду, была проведена КТ органов грудной полости.

У водолаза Г. на КТ данных за специфическую водолазную патологию не обнаружено, что позволило избежать проведения ненужной в данном случае лечебной рекомпрессии. Пациент был госпитализирован в кардиологический стационар для дальнейшего обследования и лечения.

Заключение

Сведения об использовании компьютерной томографии в диагностике баротравмы легких водолазов немногочисленны. При манифестной форме баротравмы легких необходимо сразу проводить водолазу лечебную рекомпрессию. В сомнительных случаях, когда диагноз «Баротравма легких» не очевиден, следует выполнить дополнительные исследования, важнейшим из которых явля-

ется компьютерная томография. Нераспознанные и, следовательно, нелеченные случаи баротравмы легких являются одной из причин ухудшения состояния здоровья водолазов.

Анализ представленных клинических наблюдений, в диагностике и лечении которых авторы принимали участие, и данные литературы свидетельствуют, что компьютерная томография является информативным методом диагностики баротравмы легких и позволяет оценить эффективность проведенной лечебной рекомпрессии.

Для систематизации рентгеносемиотики баротравмы легких, по данным компьютерной томографии, необходимо проведение клинко-экспериментальных исследований.

Литература

1. Митрохин А.А., Семенцов В.Н., Булатов Н.Н., Воднева М.М. Клинический случай диагностики и лечение баротравмы средостения у дайвера любителя // Баротерапия в комплексном лечении раненых, больных и пораженных : материалы IX всеарм. науч.-практ. конф. СПб. : ВМедА, 2015. С. 63.
2. Мясников А.А., Кленков И.Р., Дробович Г.В. Роль лучевой диагностики при баротравме легких в Вооруженных силах Российской Федерации // Баротерапия в комплексном лечении раненых, больных и пораженных: материалы IX всеарм. науч.-практ. конф. СПб. : ВМедА, 2015. С. 69.
3. Назаркин В.Я. Барогипертензионные поражения и баротравма легких при погружении человека под воду. Л. : ВМедА, 1979. 58 с.
4. Назаркин В.Я., Левшин И.В. Баротравма легких в водолазной практике. Л. : ВМедА, 2009. 51 с.
5. Назаркин В.Я. Условия баротравматического повреждения легких // Баротерапия в комплексном лечении раненых, больных и пораженных: материалы V всеарм. науч.-практ. конф. СПб. : ВМедА, 2003. С. 65.
6. Правила водолазной службы Военно-морского флота (ПВС ВМФ-2002). Ч. II. Медицинское обеспечение водолазов Военно-морского флота. М. : Воениздат, 2004. 176 с.
7. Сапов И.А. Физиология подводного плавания / под ред. И.А. Сапова. Л. : ВМедА, 1986. 436 с.
8. Соколов Г.М., Комаревцев В.Н. Принципы баротерапии при декомпрессионной болезни и баротравме легких на этапах оказания помощи // Баротерапия в комплексном лечении раненых, больных и пораженных: материалы IX всеарм. науч.-практ. конф. СПб. : ВМедА, 2015. С. 74.
9. Стрэнг Д.Г., Догра В. Секреты компьютерной томографии : пер. с англ. М.; СПб. : Бино : Диалект, 2012. 448 с.
10. Klingmann Ch., Tetzlaff K. Moderne Tauchmedizin. Handbuch für Tauchlehrer, Taucher und Ärzte. 2., vollständig überarbeitete Auflage. Alfons W. Gentner Verlag GmbH & Co. KG. Stuttgart, 2012. S. 248–249.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

Поступила 29.02.2016

Для цитирования. Мясников А.А., Кленков И.Р., Чернов В.И., Зверев Д.П. Возможности компьютерной томографии для диагностики и оценки эффективности лечения баротравмы легких у водолазов // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2016. № 2. С. 66–72. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-2-66-72

Abilities of computed tomography in terms of diagnosing and estimation of pulmonary barotrauma treatment efficacy in divers

Mjasnikov A.A., Klenkov I.R., Chernov V.I., Zverev D.P.

Kirov Military Medical Academy (Academica Lebedeva Str., 6, St. Petersburg, 194044, Russia)

Aleksey Anatol'evich Mjasnikov – Dr. Med. Sci. Prof., the Department of physiology of scuba diving; e-mail: a_mjasnikov@mail.ru;
Il'jas Rifat'evich Klenkov – doctor, the Department of physiology of scuba diving; e-mail: fugazik@mail.ru;
Chernov Vasilij Ivanovich – PhD Med. Sci. Associate Prof. of Department of physiology of scuba diving.
Dmitrij Pavlovich Zverev – PhD Med. Sci., Head of the Department of physiology of scuba diving; e-mail: z. d.p@mail.ru.

Abstract. Pulmonary barotrauma is one of the most serious and common diseases in divers. Pulmonary barotrauma diagnosis at the dive point is based on the complaints, physical examination of the patient and analysis of the dive-related circumstances followed by obligatory evaluation of the technical condition of patient's diving equipment. Medical institutions additionally perform chest radiography. If the clinical symptoms are scarce or atypical, pulmonary barotrauma is difficult to diagnose, which can result in maltreatment and, consequently, development of complications. Three clinical cases of divers with suspected pulmonary barotrauma are considered; in them, computed tomography was used along with well-established diagnostic methods. In two cases pulmonary barotrauma diagnosis was confirmed and the divers underwent therapeutic recompression, while in the third case no specific diving pathology was detected. According to our results, computed tomography used for medical support related to dives enhances efficacy of pulmonary barotrauma diagnosis and treatment.

Keywords: emergency situation, medicine of diving, diver, barotrauma, computed tomography, lung tissue, decompression, therapeutic recompression.

References

1. Mitrokhin A.A., Sementsov V.N., Bulatov N.N., Vodneva M.M. Klinicheskii sluchai diagnostiki i lechenie barotravmy sredosteniya u daivera lyubitelya [A clinical case of diagnosing and treatment of mediastinal barotraumias in an amateur diver]. *Baroterapiya v kompleksnom lechenii ranennykh, bol'nykh i porazhennykh* [Barotherapy as part of comprehensive treatment of the wounded, affected and diseased people]: IX Scientific. Conf. Proceedings. Sankt-Peterburg. 2015. P. 63. (In Russ.)
2. Mjasnikov A.A., Klenkov I.R., Drobovich G.V. Rol' luchevoi diagnostiki pri barotravme legkikh v Vooruzhennykh silakh Rossijskoi Federatsii [The role of the roentgen diagnostics in case of pulmonary barotrauma in the Armed Forces of the Russian Federation]. *Baroterapiya v kompleksnom lechenii ranennykh, bol'nykh i porazhennykh* [Barotherapy as part of comprehensive treatment of the wounded, affected and diseased people]: IX Scientific. Conf. Proceedings. Sankt-Peterburg. 2015. P. 69. (In Russ.)
3. Nazarkin V.Ya. Barogipertenzionnye porazheniya i barotravma legkikh pri pogruzhenii cheloveka pod vodu [Barohypertension traumas and pulmonary barotrauma caused by diving]. Leningrad. 1979. 58 p. (In Russ.)
4. Nazarkin V. Ya., Levshin I.V. Barotravma legkikh v vodolaznoi praktike [Diving and pulmonary barotrauma]. Leningrad. 2009. 51 p. (In Russ.)
5. Nazarkin V. Ya. Usloviya barotravmaticheskogo povrezhdeniya legkikh [Conditions facilitating barotraumatic pulmonary injury]. *Baroterapiya v kompleksnom lechenii ranennykh, bol'nykh i porazhennykh* [Barotherapy as part of comprehensive treatment of the wounded, affected and diseased people]: V Scientific. Conf. Proceedings. Sankt-Peterburg. 2003. P. 65. (In Russ.)
6. Pravila vodolaznoi sluzhby Voenno-morskogo flota (PVS VMF-2002) [Rules of the diving service of the Navy (RDSN-2002)]. Pt. II. *Meditsinskoe obespechenie vodolazov Voenno-morskogo flota* [Medical support of divers of the Navy]. Moskva. 2004. 176 p. (In Russ.)
7. Sapov I.A. Fiziologiya podvodnogo plavaniya [Physiology of diving]. Leningrad. 1986. 436 p. (In Russ.)
8. Sokolov G.M., Komarevtsev V.N. Printsipy baroterapii pri dekompressionnoi bolezni i barotravme legkikh na etapakh okazaniya pomoshchi [Principles of barotherapy in case of compressed-air disease and pulmonary barotrauma at the stage of delivery of care]. *Baroterapiya v kompleksnom lechenii ranennykh, bol'nykh i porazhennykh* [Barotherapy as part of comprehensive treatment of the wounded, affected and diseased people]: IX Scientific. Conf. Proceedings. Sankt-Peterburg. 2015. P. 74. (In Russ.)
9. Streng D. G., Dogra V. Sekrety komp'yuternoi tomografii [Secrets of computed tomography]. Moskva ; Sankt-Peterburg. 2012. 448 p. (In Russ.)
10. Klingmann Ch., Tetzlaff K. Moderne Tauchmedizin. Handbuch für Tauchlehrer, Taucher und Ärzte. 2., vollständig überarbeitete Auflage. Alfons W. Gentner Verlag GmbH&Co.KG. Stuttgart, 2012. S. 248–249.

Received 29.02.2016

For citing. Mjasnikov A.A., Klenkov I.R., Chernov V.I., Zverev D.P. Vozmozhnosti komp'yuternoi tomografii dlya diagnostiki i otsenki effektivnosti lecheniya barotravmy legkikh vodolazov. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2016. N 2. Pp. 66–72. (In Russ.)

Mjasnikov A.A., Klenkov I.R., Chernov V.I., Zverev D.P. Abilities of computed tomography in terms of diagnosing and estimation of pulmonary barotrauma treatment efficacy in divers. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 2. Pp. 66–72. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-2-66-72