

А.В. Чумаков, А.С. Свистов, Г.Г. Кутелев, С.В. Ефимов,  
М.В. Новиков, С.Л. Гришаев, Н.В. Шарова, Д.В. Реймов

## Рецидивирующий спонтанный пневмоторакс в практике акванавтов Военно-морского флота

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

**Резюме.** Рассматриваются возможные причины и последовательность развития спонтанного пневмоторакса у акванавтов Военно-морского флота. Установлено, что в результате воздействия факторов гипербарии у акванавтов Военно-морского флота происходит специфическое ремоделирование системы органов дыхания (нарастание эмфиземы легких и пневмофиброза с динамикой снижения скоростных показателей легочной вентиляции), которое продолжается после прекращения ими профессиональной деятельности. У одного из акванавтов в периоде отдаленного последствия глубоководных насыщенных спусков развился рецидивирующий спонтанный пневмоторакс. Проведён анализ вероятных причин этого заболевания, его связи с факторами водолазного труда. Для уточнения диагноза использовались лабораторные методики исследования, спирография, рентгенография и компьютерная томография органов грудной полости, перфузионная сцинтиграфия легких с макроагрегатами альбумина, мечеными  $^{99m}\text{Tc}$ . Проводился статистический анализ полученных данных. Проекция на факторную плоскость совокупных показателей легочной вентиляции у акванавтов показала обособленность исследуемого случая по отношению к показателям остальных акванавтов. Установлено, что рецидивирующий спонтанный пневмоторакс для акванавтов Военно-морского флота нетипичен. Тем не менее, совокупность инструментальных и лучевых исследований в особенности в сочетании с методами статистического анализа при групповом обследовании водолазов позволяет обнаружить риск данного заболевания на доклинической стадии.

**Ключевые слова:** акванавты Военно-морского флота, глубоководные насыщенные спуски, период отдаленного последствия патология системы органов дыхания, рецидивирующий спонтанный пневмоторакс, функция внешнего дыхания, лучевая диагностика.

**Введение.** Конъюнктура международной политики и экономики определяет приоритет освоения ресурсов Мирового океана и Арктики, в частности, прибрежных шельфовых месторождений, развития Северного морского пути. В ближайшие годы ожидается прорыв в проведении аварийно-спасательных работ на море. Особые задачи при этом возлагаются на Военно-морской флот (ВМФ).

Многие технические, спасательные, научно-исследовательские, специальные работы осуществляются с применением насыщенных водолазных спусков, отличающихся необходимостью длительного (до 1 месяца и более) пребывания человека под повышенным давлением газовой и водной сред. В отечественной водолазной практике глубина таких спусков составляет до 306 м в морских условиях, до 500 м – в барокамере. Для допуска к осуществлению насыщенных погружений водолазы-глубоководники получают дополнительную квалификацию «акванавт» [1, 4, 8, 9, 11, 16, 27, 28].

Воздействие неблагоприятных факторов водолазных спусков способствует стойкому изменению систем организма, развитию хронических заболеваний. Одной из наиболее подверженных действию условий гипербарии является система органов дыхания. По мере увеличения водолазного стажа при рентгенографии лёгких прослеживаются последовательные стадии: стойкого полнокрывия, преимущественно

фиброзных и эмфизематозных изменений. Прогрессирование эмфиземы лёгких у водолазов связано с возрастом. После прекращения трудовой деятельности у акванавтов ВМФ очевидны специфические изменения, включающие рентгеновские признаки эмфиземы лёгких и пневмофиброза, снижение скоростных показателей вентиляции (объединенных в термин «лёгкое водолаза»), нарастающие в рамках синдрома следового системного ремоделирования [1–7, 10, 12–15, 19–24, 26]. Представленный ниже клинический случай затрагивает проблему возможных исходов перестройки бронхолёгочного аппарата у водолазного состава ВМФ.

**Цель исследования.** Обосновать возможные причины возникновения рецидивирующего спонтанного пневмоторакса у акванавтов ВМФ.

**Материалы и методы.** С апреля по июнь 2005 г. в клинике военно-морской терапии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (ВМА) обследован водолаз-глубоководник 47 лет, акванавт Военно-морского флота, пенсионер Министерства обороны Российской Федерации с 1994 г.

**Результаты и их обсуждение.** На момент обследования пенсионер С. жалоб не предъявлял, самочувствие было удовлетворительным.

Анамнез заболевания: до увольнения со службы ежегодно проходил плановое медицинское освидетельствование, признавался годным к службе по специальности. В дальнейшем за медицинской помощью не обращался, не обследовался.

Анамнез жизни: с 1978 по 1994 г. регулярно осуществлял водолазные спуски методом кратковременного погружения на глубины до 160 м. В 1989–1990 гг. участвовал в серии уникальных экспериментов по длительному пребыванию человека на предельных глубинах до 500 м – в глубоководных насыщенных водолазных спусках. Профессиональный стаж 16 лет, более 3000 спусковых часов под повышенным давлением. За время службы неоднократно переносил декомпрессионную болезнь лёгкой степени, клинически проявлявшуюся болями в коленных суставах, зудом кожи. После выхода на пенсию водолазные погружения не осуществлял, дальнейшая трудовая деятельность с воздействием экстремальных факторов гипербарии не связана. Продолжал работать на административной должности. В анамнезе хронические заболевания отрицал. Наследственность: бабушка по линии отца умерла от рака лёгких. Аллергологический анамнез не отягощён. Привычки: с 1981 г. регулярно курил по 10–12 сигарет в день, алкоголем не злоупотреблял.

Объективный статус: состояние удовлетворительное. Кожные покровы и слизистые оболочки обычной окраски. Отёков нет. Пульс ритмичный, удовлетворительного наполнения, 80 уд. в мин. Перкуторно границы сердца в пределах нормы, аускультативная картина без особенностей. Артериальное давление 110/80 мм рт. ст. Частота дыхательных движений 18–20 в мин. Дыхательные экскурсии лёгких не нарушены, подвижность нижнего лёгочного края с обеих сторон в норме. Перкуторно – коробочный звук. Дыхание везикулярное, с жёстким оттенком, без хрипов.

Выполнены лабораторные и инструментальные исследования: эритроциты  $4,9 \times 10^{12}/л$ , гемоглобин 153 г/л, среднее содержание гемоглобина в эритроците 31 пг/л, скорость оседания эритроцитов 5

мм/ч, лейкоциты  $4,9 \times 10^9/л$ ; щелочная фосфатаза 84,7 Ед/л, гамма-глутамилтранспептидаза 144,4 Ед/л (норма до 63 Е/л), альбумин/глобулин 1,57. Кривая Прайс-Джонса: макроциты 22%, средний диаметр эритроцитов 7,6  $\mu$ . Рентгенография органов грудной полости (рис. 1): выраженный перибронхиальный пневмофиброз, умеренная эмфизема лёгких с зонами крупноочаевой перестройки лёгочного рисунка, преимущественно в средних отделах (не исключены мелкие буллы). Исследование функции внешнего дыхания (рис. 2): жизненная емкость легких (ЖЕЛ) 122,1% от должного, функциональная жизненная емкость легких 111,3%, объема форсированного выдоха за 1 с (ОФВ<sub>1</sub>) 114,2%, максимальная объемная скорость (МОС)<sub>25%</sub> 118,7%, МОС<sub>50%</sub> 148,4%, МОС<sub>75%</sub> 95,9%, средняя объемная скорость выдоха 133,59%.

В конце июля 2005 г. на фоне полного благополучия при быстрой ходьбе обследуемый С. отметил внезапное появление резкой боли в районе правой подключичной области, быстро сменившейся приступообразным кашлем, усиливающимся при глубоком вдохе, одышку. По скорой помощи доставлен в городской стационар, где диагностирован впервые развившийся эпизод правостороннего спонтанного пневмоторакса. Выполнены торакоцентез, дренирование плевральной полости справа. В результате достигнуто полное расправление правого лёгкого, общее состояние, самочувствие нормализовались. Спустя три дня больной выписан. В начале сентября вечером на фоне полного благополучия в состоянии покоя у С. повторно возникла ранее описанная симптоматика. Обратился в тот же стационар. Диагностирован рецидивирующей правосторонний спонтанный пневмоторакс. В результате торакоцентеза, дренирования плевральной полости достигнут удовлетворительный результат.

Через четыре дня, сразу после выписки, приступ кашля и нарастающей одышки повторился вновь. Больной обратился за консультацией в ВМА, для стационарного лечения по неотложным показаниям направлен в клинику госпитальной хирургии. При анализе жалоб, анамнеза, результатов осмотра, диагно-

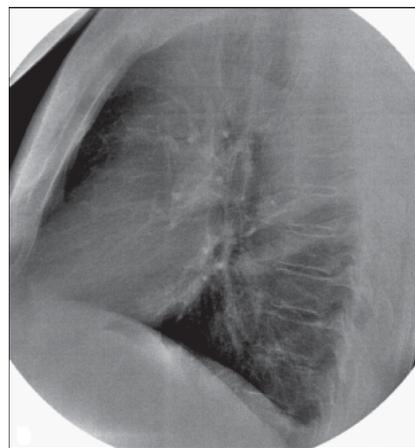
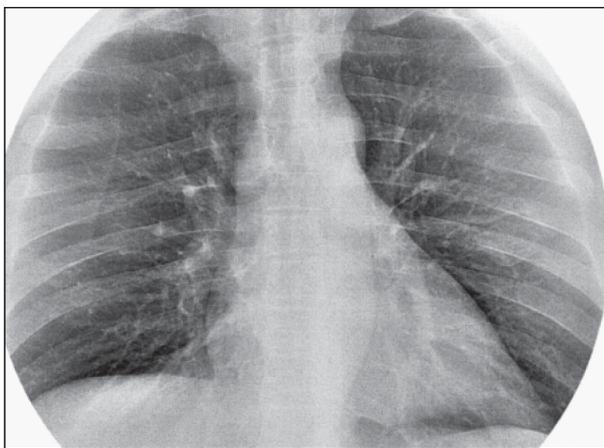


Рис. 1. Рентгенография органов грудной клетки при первичном обследовании

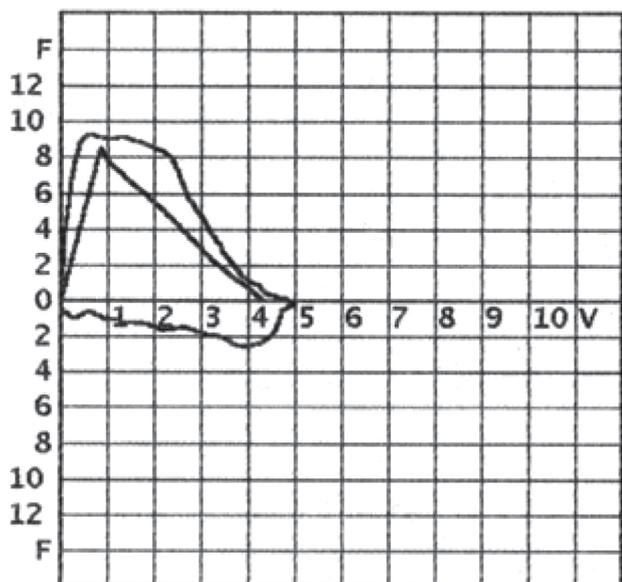


Рис. 2. Кривая «поток-объём» при первичном обследовании

стической торакографии, спиральной компьютерной томографии органов грудной полости подтверждён второй рецидив правостороннего спонтанного пневмоторакса на фоне буллёзной эмфиземы лёгких, обнаружена толстостенная полость в S<sub>4</sub> справа диаметром до 8 мм (рис. 3). Выполнена трансторакальная атипичная резекция верхушки лёгкого, индукция плевродеза тальком, дренирование плевральной полости справа. Выписан с удовлетворительным результатом, в дальнейшем наблюдался хирургом. Рецидивов заболевания не было.

В ноябре 2005 г. проведено контрольное обследование в клинике военно-морской терапии ВМА. Состояние обследуемого удовлетворительное, стабильное. При рентгенографии – полное расправление лёгочных полей на фоне мелкоячеистой перестройки лёгочного рисунка с сетчатой перестройкой более крупными ячейками в средней и нижней доле, умеренная эмфизема. С целью определения локализации булл в

лёгочной ткани на фоне полной реконвалесценции повторно выполнена высокоразрешающая спиральная компьютерная томография грудной клетки – определено наличие бессосудистых зон в S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub> правого, в S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> и S<sub>8</sub> левого лёгких, мелких булл диаметром до 0,5 см с обеих сторон – картина септальной эмфиземы лёгких (см. рис. 3).

При диагностике эмфиземы лёгких перфузионная сцинтиграфия является более чувствительным методом, чем компьютерная томография высокого разрешения. Поэтому для определения дальнейшего прогноза заболевания производили поиск зон гипоперфузии лёгочной ткани при помощи изотопных методов исследования.

При перфузионной сцинтиграфии лёгких в качестве радиофармпрепарата использовали макроагрегаты альбумина, меченые <sup>99m</sup>Tc. Режим сбора: настройка на фотопик 140 кэВ, вращение детектора по кругу, матрица 256 256, не менее 500 тыс. имп. на проекцию, низкоэнергетический параллельный коллиматор с окном симметричного энергетического окна дифференциального дискриминатора шириной 20%. Изображения оценивали с обеих сторон в передней, задней, боковых и косых проекциях.

Выявлено двухстороннее диффузное снижение перфузии лёгочной ткани без достоверных признаков очаговой гипоперфузии радиофармпрепарата (рис. 4).

Существует зависимость между размером, распространённостью дефектов перфузии и возможностью их изотопной визуализации. Так, дефекты объёмом 4 мм<sup>3</sup> не выделяются даже при общей площади поражения, большей 50% сканируемого лёгкого, 8 мм<sup>3</sup> – выявляют при площади, большей 27%, 16 мм<sup>3</sup> – 6%. Учитывая, что в рассматриваемом случае после оперативного лечения спонтанного пневмоторакса крупных булл лучевыми методами не выявлено, предполагается, что участки гипоперфузии отсутствовали, либо имели малые размеры при диффузном их распространении.

Возникает вопрос. Является ли спонтанный пневмоторакс у обследуемого С. закономерным следстви-

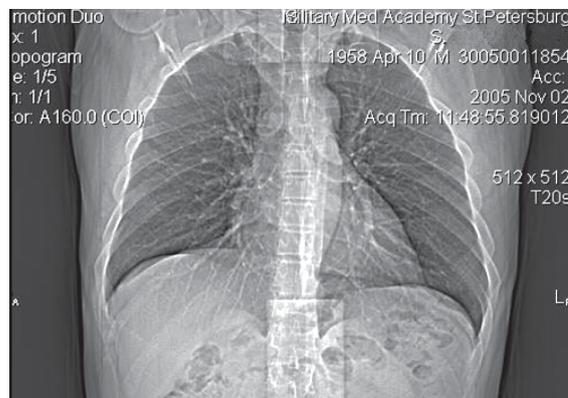
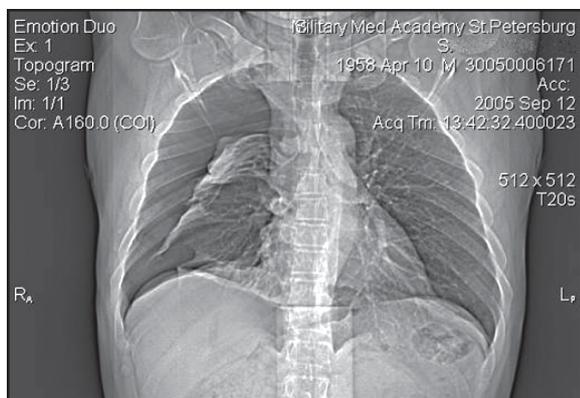


Рис. 3. Компьютерная томография высокого разрешения грудной клетки. Слева: спонтанный правосторонний пневмоторакс, коллапс правого лёгкого, смещение средостения влево. Справа: через 1 месяц после оперативного лечения: полное расправление правого лёгкого, множественные мелкие буллы в области верхушек лёгких

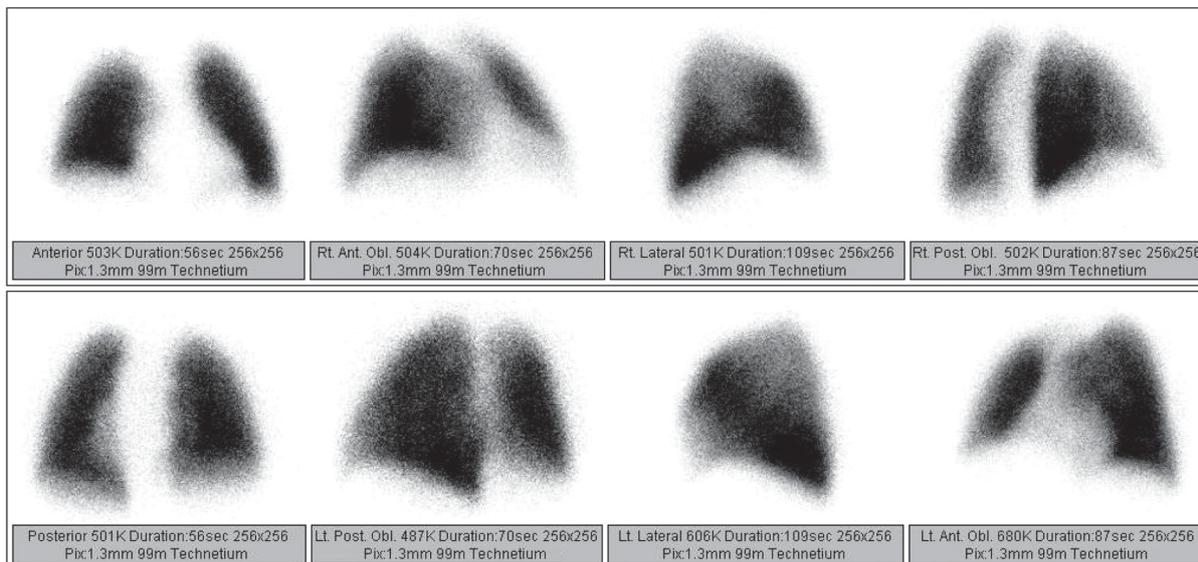


Рис. 4. Результаты перфузионной сцинтиграфии лёгких через 1 месяц после оперативного лечения: диффузное снижение перфузии лёгочной ткани в апикальных отделах

ем профессионально обусловленного бронхолёгочного ремоделирования?

A. Hoiberg, C. Blood [25] показали, что это заболевание среди водолазов встречается весьма редко. Следовательно, описанный случай можно считать исключительным. В пользу этого вывода – результаты проекции на факторную плоскость совокупных показателей вентиляции, рассчитанных, исходя из ЖЕЛ, ОФВ<sub>1</sub>, МОС<sub>25%</sub>, МОС<sub>50%</sub>, МОС<sub>75%</sub> акванавтов (n=18), в числе которых С. проходил первичное обследование (рис. 5).

Обращает внимание обособленность случая С. по отношению к совокупным величинам остальных акванавтов. Интересным явлением представляется

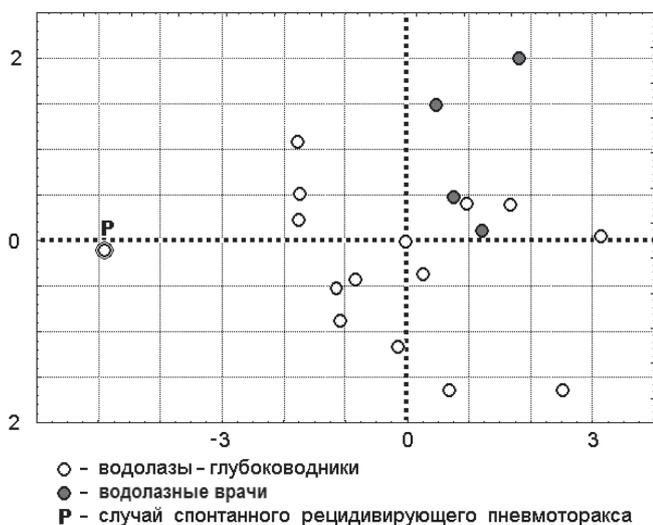


Рис. 5. Проекция совокупных показателей лёгочной вентиляции акванавтов на факторную плоскость

очевидная группировка показателей водолазов-глубоководников и водолазных врачей, что может быть обусловлено различиями профиля деятельности этих специалистов. Помимо профессионального и возрастного, риск спонтанного пневмоторакса могут определять и другие факторы [4, 14., 17, 18, 21]. Но всё же достоверный его прогноз у акванавтов Военно-морского флота представляется весьма затруднительным.

**Заключение.** Рецидивизирующий спонтанный пневмоторакс, по нашему мнению, не является типичным для акванавтов ВМФ. Тем не менее, совокупность инструментальных и лучевых исследований в особенности в сочетании с методами статистического анализа при групповом обследовании водолазов позволяет обнаружить риск данного заболевания на доклинической стадии.

Литература

1. Гуляр, С.А. Организм человека и подводная среда / С.А. Гуляр [и др.]. – Киев: Здоров'я, 1977. – 184 с.
2. Гуляр, С.А. Адаптивные реакции у человека при многократном действии глубоководных сатурационных погружений / С.А. Гуляр [и др.] // Физиол. журн. – 1991. – Т. 37, № 4. – С. 11–19.
3. Дмитрук, А.И. Отдалённые последствия систематического действия комплекса факторов реальной погружений на вентиляторную функцию лёгких водолазов-глубоководников / А.И. Дмитрук, В.Н. Ильин // Авиакосмич. и экол. медицина. – 1992. – Т. 26, № 1. – С. 15–19.
4. Дмитрук, А.И. Медицина глубоководных погружений / А.И. Дмитрук. – СПб.: СПб ГИПТ, 2004. – 292 с.
5. Евстропова, Г.Н. Развитие патологии у водолазов в процессе профессиональной трудовой деятельности / Г.Н. Евстропова [и др.] // Индифферентные газы в водолазной практике, биологии и медицине: мат. Всерос. конф., Москва, 15–16 ноября 1999 г. – М.: Слово, 2000. – С. 53–59.

6. Исследование в обоснование критериев профессионального отбора и мер социально-правовой защиты специалистов МО РФ, работающих под повышенным давлением: отчет о НИР (закл.): шифр «Компор» / под рук. Б.Н. Павлова; ГНЦ РФ ИМБП. – М.: Б. и., 2000. – 263 с.
7. Исследование путей повышения эффективности оценки и прогноза последствий водолазного труда на организм человека: отчет о НИР (закл.): шифр «Последствие» / под рук. Г.П. Мотасова; в.ч 20914. – Ломоносов: Б. и., 2003. – 144 с.
8. Правила водолазных служб Военно-морского флота. ПВС ВМФ-2002. – М.: Воениздат, 2003. – 290 с.
9. Семко, В.В. Экспериментальные водолазные погружения на глубины до 500 м / В.В. Семко [и др.] // Индифферентные газы в водолазной практике, биологии и медицине: материалы Всерос. конф., Москва, 15–16 ноября 1999 г. – М.: Слово, 2000. – С. 128–132.
10. Следков, А.Ю. Особенности функционирования организма человека в гипербарической среде: (по материалам исслед. НИИ пром. и мор. мед.) / А.Ю. Следков, В.В. Довгуша. – СПб.: Б.и., 2003. – 152 с.
11. Смолин, В.В. Характеристика экстремальных воздействий на организм водолазов-глубоководников при спусках методом длительного пребывания и основная задача медицинского обеспечения этих спусков / В.В. Смолин // Авиакосмич. и экол. медицина. – 1992. – Т. 26, № 1. – С. 11–13.
12. Титков, С.И. Состояние основных функциональных систем человека после длительного пребывания в гипербарической среде / С.И. Титков [и др.] // Физиол. журн. – 1991. – Т. 37, № 4. – С. 97–101.
13. Титков, С.И. Отдаленные последствия длительного пребывания человека в гипербарических условиях / С.И. Титков, В.Л. Уставщиков, А.Е. Кругляк // Авиакосмич. и экол. медицина. – 1992. – Т. 26, № 1. – С. 13–14.
14. Чумаков, А.В. Состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем у лиц, длительно пребывавших под повышенным давлением на предельных глубинах: дис. ... канд. мед. наук / А.В. Чумаков. – СПб., 2007. – 301 с.
15. Чумаков, А.В. Сердечно-сосудистая и дыхательная системы акванавтов: проблема разграничения нормы и патологии / А.В. Чумаков [и др.] // Баротерапия в комплексном лечении и реабилитации раненых, больных и пораженных: VII Всеарм. науч.-практ. конф., 12–13 марта 2009 г. – СПб.: ВМА, 2009. – С. 80.
16. Чумаков, А.В. Метод длительного пребывания под повышенным давлением: история развития, направления исследований, перспективы применения / А.В. Чумаков [и др.] // Экология человека. – 2010. – № 18. – С. 17–21.
17. Чумаков, А.В. Исследование роли генетического полиморфизма в развитии специфической патологии у акванавтов ВМФ / А.В. Чумаков [и др.] // Воен.-мед. журн. – 2011. – Т. 332. – № 12. – С. 19.
18. Чумаков, А.В. О роли генетических механизмов в процессах системного ремоделирования у акванавтов ВМФ / А.В. Чумаков [и др.] // Воен.-мед. журн. – 2011. – Т. 332. – № 12. – С. 49–50.
19. Чумаков, А.В. Динамика эхокардиографических показателей у акванавтов ВМФ в период отдаленного последствия глубоководных (до 500 м) насыщенных спусков / А.В. Чумаков [и др.] // Воен.-мед. журн. – 2013. – Т. 334, № 7. – С. 51–55.
20. Чумаков, А.В. Закономерности развития и динамика костно-суставных изменений в периоде отдаленного последствия глубоководных насыщенных водолазных спусков / А.В. Чумаков [и др.] // Мед. катастроф. – 2013. – Т. 81, № 1. – С. 17–22.
21. Чумаков, А.В. «Лёгкое водолаза»: особенности ремоделирования системы органов дыхания у акванавтов ВМФ в период отдаленных последствий глубоководных насыщенных спусков / А.В. Чумаков [и др.] // Воен.-мед. журн. – 2013. – Т. 334, № 1. – С. 44–48.
22. Чумаков, А.В. Некоторые аспекты длительного пребывания под повышенным давлением на предельных глубинах и его последствия с позиции патофизиологии критических состояний / А.В. Чумаков [и др.] // Фундаментальная и прикладная гидрофизика: сб. науч. трудов РАН. – 2014. – Т. 7, № 2. – С. 91–94.
23. Штерн, Б.М. Исследование сердца и лёгких у работающих в условиях сжатого воздуха методами функциональной рентгенодиагностики / Б.М. Штерн // Вестн. рентгенологии и радиологии. – 1961. – № 5. – С. 22–26.
24. Broussolle, B. Respiratory function during a simulated saturation dive to 51 ATA (500 meters) with a helium-oxygen mixture / B. Broussolle [et al.] // Underwater physiology V: proc. of the fifth symp. on underwater physiology / ed. by C.J. Lambertsen. – Bethesda (Md): FASEB, 1976. – P. 79–90.
25. Hoiberg, A. Age-specific morbidity and mortality rates among U. S. Navy enlisted divers and controls / A. Hoiberg, C. Blood // Undersea biomed. res. – 1985. – Vol. 12, № 2. – P. 191–203.
26. Peterson, R.E. Pulmonary mechanical functions in man breathing dense gas mixtures at high ambient pressures – Predictive Studies III / R.E. Peterson, W.B. Wright // Underwater physiology V: proc. of the fifth symp. on underwater physiology / ed. by C.J. Lambertsen. – Bethesda (Md): FASEB, 1976. – P. 67–77.
27. Semko, V. Saturation dives to 50 ATA / V. Semko [et al.] // Undersea & Hyperb. Med. – 1997. – Vol. 24. – Suppl.: Vth high pressure biology meet. – P. 58.
28. Semko, V. Saturation dives up to 51 ATA: the review of main results / V. Semko [et al.] // High pressure biology and medicine: papers presented at the Vth Intern. meet. on high pressure biology, St. Petersburg, Russia, 7–9 July 1997 / ed. by P.B. Bennett, I. Demchenko, R.E. Marquis. – New York: Univ. of Rochester press, 1998. – P. 175–184.

A.V. Chumakov, A.S. Svistov, G.G. Kutelev, S.V. Efimov, M.V. Novikov, S.L. Grishaev, N.V. Sharova, D.V. Reimov

### Recurrent spontaneous pneumothorax in practice aquanauts of Navy

**Abstract.** Possible causes and sequence of spontaneous pneumothorax in aquanauts of the Navy have been discussed. Early it was found that the impact of factors in hyperbaric aquanauts Navy takes specific remodeling of the respiratory system (increase in pulmonary emphysema and pulmonary fibrosis reduce the dynamics of speed parameters of pulmonary ventilation), which continues after the termination of their professional activities. One of aquanauts in the period of remote aftereffects of deep saturated slopes developed recurrent spontaneous pneumothorax. The analysis of the probable causes of this disease, its relationship with the factors of diving work. Use diagnostic methods: laboratory research, spirometry, radiography and computed tomography of the chest, lung perfusion scintigraphy with macroaggregates of albumin labeled with  $^{99m}\text{Tc}$ . Statistical analysis of the data. The projection on the factorial plane aggregates pulmonary ventilation in aquanauts showed isolation of the test case in relation to the performance of other aquanauts. It was found that for recurrent spontaneous pneumothorax aquanauts Navy atypical. However, a plurality of tool and radial research especially in conjunction with the methods of statistical analysis for the group examination of divers can detect the risk of this disease at the preclinical stage.

**Key words:** aquanauts Military-Navy, deep saturated slopes, distant aftereffects, respiratory pathology, recurrent spontaneous pneumothorax, lung function, beam diagnostics.

Контактный телефон: +7-911-238-93-47; e-mail: deadmoroz@fromru.org