

botulinum toxin A for adult-onset spasticity // Muscle and Nerve. – 1997. – Vol. 20. – P. 208–220.

12. Chouinard P., Leonard G., Paus T. Changes in effective connectivity of primary motor cortex in stroke patients after rehabilitative therapy // Exp. Neurol. – 2006. – Vol. 201. – P. 375–387.

13. Davis T., Brodsky M., Carter V. Consensus statement on the use of botulinum neurotoxin to treat spasticity in adults // Pharmacy and Therapeutics. – 2006. – Vol. 31. – P. 666–682.

14. Formisano R. Late motor recovery is influenced by muscle tone changes after stroke // Arch. Med. Rehabil. – 2005. – Vol. 86. – P. 308–311.

15. Francisco G. Botulinum toxin for post-stroke spastic hypertonia: a review of its efficacy and application in clinical practice // Ann. Acad. Med. Singapore. – 2007. – Vol. 36. – P. 22–30.

16. Sheean G. Neurophysiology of spasticity // Upper motor neuron syndrome and spasticity. – Cambridge University Press, 2001. – P. 78–81.

УДК 614.81 : 627.77

В.А. Щеголев, С.В. Попов

НЕСЧАСТНЫЕ СЛУЧАИ, ВОЗНИКАЮЩИЕ С ВОДОЛАЗАМИ В СВЯЗИ С ОСОБЕННОСТЯМИ ВОДНОЙ СРЕДЫ И НЕСОБЛЮЖДЕНИЕМ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

Военный институт (физической культуры) Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова;
Военно-морская академия им. Н. Г. Кузнецова, Санкт-Петербург

Проведен анализ несчастных случаев с водолазами в СССР, Российской Федерации и зарубежных странах. По результатам исследований разных авторов, смертность в результате несчастных случаев при подводных погружениях среди популяции профессиональных водолазов составляет от 0,1 до 2 % в год. В последние годы увеличивается количество несчастных случаев при проведении спортивного и рекреационного дайвинга. Представлены обобщенные данные причин, способствующих возникновению несчастных случаев при подводных погружениях.

Ключевые слова: водолазы, акванавты, дайверы, дайвинг, экстремальные условия деятельности, чрезвычайные происшествия, кислородное голодание, баротравма легких, декомпрессионная болезнь, утопление.

В первые годы освоения глубин несчастные случаи с водолазами вследствие несовершенства или неисправности водолазной техники отмечались в 100 %, в последние годы этот показатель значительно снизился, количество же неправильных действий, приводящих к несчастным случаям, у водолазов, напротив, увеличилось [1, 2]. Установлено, что смертность водолазов в военно-морских силах (ВМС) ведущих стран Северо-Атлантического военного блока превышала смертность в Военно-морском флоте (ВМФ) СССР. Так, например, в ВМС США за 1946–1970 гг. зарегистрировано 503 несчастных случая с водолазами со смертельным исходом, причем на 1965 г. приходилось 94 случая, на 1970 г. – 135 случаев (в среднем 20 смертельных случаев в год). По данным Г.М. Соколова и соавт., среди 2 тыс. водолазов, попеременно регулярно выполнявших работы продолжительностью до 6–10 ч на глубинах до 200 м на морских нефтегазопромыслах Северного и Кельтского морей, в 1974–1975 гг. ежемесячно отмечалась гибель одного водолаза. Установлено, что среднегодовая гибель водолазов

ВМФ за 1961–1969 гг. составила $(4,0 \pm 0,7)$ человек, в том числе по аварийно-спасательной службе – $(1,8 \pm 0,2)$, по кораблям и частям ВМФ – $(2,2 \pm 0,5)$ человек [6].

Экстремальные условия деятельности повышали риск развития у водолазов профессионально обусловленных заболеваний и аварийных происшествий. Смертельным исходом заканчивались 6 % аварийных происшествий [4, 5]. Установлено также, что биологический возраст у водолазов, как минимум, на 10–12 лет опережал паспортный [3].

Сравнительный анализ смертности водолазов, выполненный А.И. Дмитруком, показывает, что ежегодная смертность водолазов в СССР составляла примерно 5–8 человек на 2000–2500 водолазов, а в США – до 40 случаев на 2000 профессиональных водолазов. В результате несчастных случаев ежегодно погибают 0,1 % водолазов и 1 % акванавтов. В США травматизм при работе коммерческих водолазов составляет 1,4 %, т. е. является таким же, как у американских военнослужащих в период войны во Вьетнаме. На основании анализа заболеваемости,

аварийных и смертельных случаев с водолазами, автор делает заключение о том, что эти события не являются только следствием ошибочных действий и отказов техники, а по преимуществу (60–70 % случаев) обусловлены неблагоприятными условиями протекания трудовых процессов [1].

По данным М.Е. Brandley и М.А. Yotto, в период с 1975 по 1979 г. смертность среди водолазов США, работавших в Мексиканском заливе, составила 0,24–0,33 на каждую 1 тыс. водолазов в год, а в 1981–1988 гг. этот показатель увеличился до 0,48 [8]. R.I. McCallum, давая анализ летальных исходов на европейском участке нефтегазопромыслов Северного моря, указывает, что, несмотря на казалось бы небольшой процент смертности водолазов (1 % от общего числа водолазов всего региона), в отдельных секторах морских объектов этот процент был весьма высок. Так, из 36 случаев смерти водолазов 25 (70 %) приходится на британский сектор, 8 (22 %) – на норвежский сектор и 3 (8 %) – на немецкий и французский сектора. Распределение случаев гибели водолазов по категориям причин показало, что основная часть несчастных случаев (39 %) была связана с плохим состоянием здоровья водолазов и их ошибочными действиями, 17 % случаев возникало из-за неисправности водолазного снаряжения, в остальных 44 % случаев причины смерти не были установлены. Смерть у водолазов наступала от утопления (42 %), аэроземболии (14 %), кислородного голодания (11 %), баротравмы легких (8 %), перегревания (5 %), пневмоторакса и кардиопатий (по 3 %). В остальных 14 % случаев тела погибших не были найдены [17].

В США опубликованы статистические данные по несчастным случаям с водолазами и подводными пловцами со смертельным исходом за 5 лет (752 случая с 1969 по 1974 г.). Ежегодно происходили около 150 несчастных случаев, в том числе в 122 случаях с непрофессионалами при использовании аквалангов в автономном варианте. За 5 лет 44 случая произошло с профессионалами и полупрофессионалами при использовании аквалангов в автономном варианте и с подачей воздуха с поверхности, 2 случая зафиксировано с водолазами ВМС при исполнении служебных обязанностей и 2 случая – при взрывах баллонов со сжатым воздухом. Наиболее частыми причинами несчастных случаев являлись асфиксия или утопление, баротравма легких, ушиб головы, сердечный приступ, аспирация содержимого желудка. Из 14 выявленных при аутопсии случаев баротравмы легких воздушная эмболия крупных кровенос-

ных сосудов была обнаружена у 10 погибших, а в остальных 4 случаях быстрое всплытие или другие неожиданные воздействия приводили к иным острым нарушениям деятельности сердечно-сосудистой системы. Единичными причинами были острая декомпрессионная болезнь, патология желудочно-кишечного тракта и двусторонняя баротравма слухового анализатора. Обязательным условием возникновения несчастного случая являлись состояние паники и потеря сил. К ведущим причинам были отнесены также погодные условия, волнение моря, запутывание водолаза в водорослях и сигнальном тросе. Превышение глубины и острая сердечная недостаточность не расценивались как условия, способствующие возникновению аварийной ситуации. В качестве второстепенных причин рассматривались отсутствие возможности освободиться от грузов или неисправность жилета всплытия.

С. Майлс проанализировал 83 случая потери сознания под водой или на поверхности воды при использовании акваланга у профессиональных водолазов и любителей подводного плавания (табл. 1). В 61 случае (73 %) имелаась временная потеря сознания, однако пострадавшие пришли в себя и были спасены. 22 человека (27 %) из этой группы погибли [16]. Автор замечает, что если бы 27 % всех случаев потери сознания на суше заканчивались смертью, то произошло бы феноменальное увеличение смертности от несчастных случаев.

По данным изучения причин гибели при использовании аквалангов в США, большое значение имеет практический опыт профессиональной подготовки. Из 81 погибшего 37 % несчастных случаев произошли при погружении на глубину 1–5 м, 31 % погибших имели некоторый опыт спусков, по 16 % случаев гибели пришлось на лиц, имевших значительный опыт (инструкторы) и большой опыт (профессионалы). Из 135 случаев гибели 60,7 % пришлось на моря и океаны, 24,6 % – на озера и пруды, 8 % – на пещеры с озерами, 5,3 % – на реки, 1,5 % – на плавательные бассейны. Распределение погибших по глубинам погружений от 0 до 61 м показало, что наибольшее число случаев приходится на глубины 0–3,5 м (19 %) и 10–12 м (18 %), наименьшее – на глубины 23–35 м (5 %). Основной причиной гибели признано неправильное использование снаряжения или его отказ. Отмечено большое число отказов системы газоснабжения спасательных жилетов.

Анализ 23 несчастных случаев со смертельным исходом водолазов-спелеологов во Франции с 1950 по 1979 г. [10] был проведен по трем

Таблица 1

Причины несчастных случаев и их количественное соотношение на воде и под водой

Причина	Число несчастных случаев		
	травмы, заболевания	со смертельным исходом	всего
Кислородный обморок	21	-	21
Истощение запасов воздуха или кислорода в баллонах, отработанная или с низким парциальным давлением кислорода газовая смесь	14	3	17
Асфиксия	6	9	15
Отравление кислородом	4	4	8
Баротравма легких:			
эмфизема	1	-	1
пневмоторакс	1	-	1
газовая эмболия	1	-	1
Подводный взрыв	-	1	1
Обострения заболевания в воде:			
эпилепсия	3	1	4
пневмония	3	1	4
коронарный тромбоз	-	1	1
Нападение акул	-	1	1
Причина неизвестна	7	1	8
Итого	61	22	83

группам причин: смерть из-за технических неисправностей, по медицинским причинам и неопределенным причинам. Было отмечено, что несчастные случаи можно было бы предотвратить, если бы водолазы соблюдали 4 условия техники безопасности: 1) имели бы надежное снаряжение, находящееся в хорошем состоянии и приспособленное к спускам в сифоны пещер; 2) хорошо знали бы принципы погружений и их физиологические последствия; 3) были бы технически и физически хорошо подготовлены; 4) прошли бы специальное медицинское обследование.

В результате ретроспективного обследования деятельности 956 французских профессиональных водолазов с 1974 по 1986 г. (около 1 500 000 погружений в течение рассматриваемого периода) количество погибших в результате несчастных случаев во время работы составило 1,31 % (10 человек) [13].

Значительное число смертельных случаев с погружением в воду в последние годы связано с развитием спортивного и рекреационного дайвинга. Ежегодный анализ причин смерти дайверов в Австралии проводят J. Lippmann и соавт. В 2008 г. в Австралии зарегистрировано 19 смертей в результате дайвинга. 12 смертей произошли в результате асфиксии при подводном плавании, 1 дайвер погиб при ударе об лодку, 1 – от встречи с акулой, 2 – в результате гипоксии, связанной с вероятностью развития гипервентиляции. Сердечная недостаточность могла способствовать смерти 5 аквалангистов [14].

За 34 года (1972–2005 гг.) проанализирован 351 несчастный случай гибели аквалангис-

тов в Австралии. Проблемы с оборудованием чаще встречались в конце 1980-х годов и проявлялись в меньшей степени в 2005 г. Средний возраст погибших увеличился на 16 лет, при этом женщины были на 3 года моложе мужчин. Основными причинами смерти была асфиксия (49 %), церебральная артериальная (25 %) и сердечная (19 %) газовая эмболия [7].

P. Buzzacott и соавт. проанализировали 24 отчета о погибших в результате рекреационного дайвинга в Западной Австралии. Сертифицированные дайверы совершали значительно меньше опасных действий, чем несертифицированные ($p < 0,01$). Отмечается необходимость изменений существующих правил погружения в воду. Указывается, что число смертельных случаев при погружениях с берега или частного самолета были в 3 раза больше, чем при коммерческих погружениях с лодки [9].

V. Stemberga и соавт. ретроспективно изучили судебно-медицинские и полицейские отчеты 47 случаев гибели при подводном погружении в Хорватии в 1980–2010 гг. 93 % погибших были мужчины, 60 % – иностранные граждане, 79 % – туристы и находились в свободном одиночном плавании. У $1/3$ погибших, в основном туристов, имелись признаки острой, хронической или врожденной патологии, которые могли стать причиной гибели. В статье обсуждаются проблемы правового и медицинского контроля за аквалангистами, способствующие снижению смертности [11].

Y. Ihama и соавт. проанализировали 40 вскрытий погибших в результате подводного плавания в Японии (1982–2007 гг.). Мужчин было 34, женщин – 6. Возраст погибших соста-

Таблица 2
Распределение аварийных происшествий с водолазами ВМФ СССР–России за 1972–1997 гг. по глубинам, % ($M \pm m$)

Глубина, м	Доля происшествий
До 20	69,6 $\pm$ 4,2
От 20 до 60	11,4 $\pm$ 2,7
Более 60	15,9 $\pm$ 3,1
В ПДК	3,1 $\pm$ 0,7

вил от 19 до 65 лет, в среднем ($41 \pm 12,9$) года. Отмечается увеличение возраста погибших в 1995–2007 гг. по сравнению с 1995–1994 гг. 60 % смертельных случаев составили лица старше 40 лет. Заболевания могли стать причиной гибели в 28,5 % случаев [15].

М.Р. Ramnefjell и соавт. исследовали обстоятельства и посмертные выводы о 40 несчастных случаях дайвинга в западной Норвегии с 1983 по 2007 г. В 33 случаях снаряжение для подводного плавания было изучено в рамках судебно-медицинской экспертизы и в 27 – выявлены его дефекты. Предположено, что у 6 дайверов эти дефекты явились явной причиной смерти. 18 дайверов погибли на глубинах 10 м или менее. 5 водолазов достигли глубин ниже 100 м, и 2 из них погибли на этой глубине. У 20 дайверов были приятели, в том числе 9 из них находились во время смерти товарища и не были подготовлены к оказанию помощи под водой. 12 дайверов ныряли в одиночку. Удушье было причиной смерти у 31 дайвера, в том числе у 1 – обнаружен алкоголь в крови и у 2 – в моче. 9 водолазов умерли от внезапной декомпрессии, легочной баротравмы и других сопутствующих заболеваний. Исследование показывает, что большинство смертей можно избежать, если безопасность плавания была бы соблюдена [12].

Нами проанализированы аварийные происшествия с водолазами ВМФ за период 1972–1997 гг. по материалам отчетов. Результаты этого анализа представлены в табл. 2–4. В табл. 4

Таблица 3
Распределение аварийных происшествий с водолазами в зависимости от вида снаряжения, % ($M \pm m$)

Вид водолазного снаряжения	Доля происшествий
Автономное	72,6 $\pm$ 4,2
Другие виды	27,3 $\pm$ 2,3

представлены причины гибели водолазов в ВМФ и военнослужащих Сухопутных войск [5].

Наиболее часто аварийные происшествия с водолазами происходили на малых и средних глубинах (81 %) при использовании автономного снаряжения (более 72 %). Именно на малых и средних глубинах при использовании автономного снаряжения имели место 60 % летальных исходов аварийных происшествий (см. табл. 2).

Наибольшим числом смертельных исходов заканчиваются кислородное голодание [в ВМФ – ($21,3 \pm 4,0$) %, в Сухопутных войсках – ($72,5 \pm 7,1$) %] и баротравма легких – соответственно ($22,2 \pm 4,0$) и ($25,0 \pm 6,9$) % (см. табл. 4).

По критерию напряженности и опасности специальность водолаза-глубоководника является экстремальной. Его труд предъявляет наиболее высокие требования к эмоциональной сфере, сенсомоторной координации, способности различать зрительные и звуковые сигналы. Установлено, что в 50 % случаев ошибочные действия водолаза совершает при работе на грунте и в 30 % – при проверке снаряжения. Наиболее часто появлению ошибочных действий способствует дефицит внимания и эмоциональной устойчивости. Наряду с операторскими качествами, большое значение для надежности в деятельности водолазов имеют также физические качества: мышечная выносливость и сила.

Заключение

По результатам исследований разных авторов, смертность в результате несчастных случа-

Таблица 4
Структура причин летальных исходов в СССР–России (1972–1997 гг.)

Причина	Военно-морской флот		Сухопутные войска	
	n	% ($M \pm m$)	n	% ($M \pm m$)
Кислородное голодание	23	21,3 $\pm$ 3,94	29	72,5 $\pm$ 7,06
Отравление кислородом	10	9,3 $\pm$ 2,79	-	-
Отравление углекислым газом	5	4,6 $\pm$ 2,02	1	2,5 $\pm$ 2,47
Баротравма легких	24	22,2 $\pm$ 4,0	10	25,0 $\pm$ 6,85
Декомпрессионная болезнь	14	13,0 $\pm$ 3,24	-	-
Утопление	14	13,0 $\pm$ 3,24	-	-
Сдавление (обжим)	5	4,6 $\pm$ 2,02	-	-
Механическая травма	6	5,6 $\pm$ 2,21	-	-
Ожоги химические	1	0,9 $\pm$ 0,91	-	-
Ожоги термические	5	4,6 $\pm$ 2,02	-	-
Другие заболевания и травмы	1	0,9 $\pm$ 0,91	-	-
Всего	108	100,0	40	100,0

ев при подводных погружениях среди популяции профессиональных водолазов составляет от 0,1 до 2 % в год. Причинами несчастных случаев при подводных погружениях в нашей стране и за рубежом являются:

- недостатки отбора, подготовки и тренировок водолазов и практическое отсутствие какой-либо подготовки рекреационных дайверов к подводному погружению;
- недостаточная подготовленность руководящего и обеспечивающего спуски персонала;
- нарушение требований руководящих нормативных документов и неправильные действия спускающихся водолазов, руководящего и обеспечивающего персонала, связанные с недостаточными знаниями или самоуверенностью. Отсутствие документов, регламентирующих деятельность учреждений и частных лиц, осуществляющих рекреационный и спортивный дайвинг;
- паника и снижение физической работоспособности;
- неисправность водолазного снаряжения и средств обеспечения спусков;
- плохие погодные условия, волнение моря;
- недостаточный медицинский контроль за состоянием здоровья и физическим состоянием водолазов и особенно дайверов при их освидетельствованиях и медицинских осмотрах перед спусками.

Литература

1. Дмитрук А.И. Медицина глубоководных погружений. – СПб. : Изд-во СПбГИПТ, 2004. – 288 с.
2. Евдокимов В.И., Горячкина Т.Г., Владимиров М.В. Информационный поиск и анализ изображений в сфере безопасности подводных объектов (1994–2009 гг.) // Пробл. управления рисками в техносфере. – 2010. – № 4. – С. 28–38.
3. Медведев Л.Г., Стаценко А.В. Медико-социальные аспекты профессиональной деятельности водолазов и подводников // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. – 2008. – № 2. – С. 19–23.
4. Нейман И.Л. Физиологическое обоснование требований и методик отбора водолазов-глубоководников. – Л. : ВМедА, 1982.
5. Никонов С.В. Теория и практика медицины подводных аварий и катастроф : автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2000. – 24 с.
6. Разработка научно обоснованных методов отбора, подготовки и тренировки водолазов-глубоководников ВМФ : отчет о НИР 40-09-73 / Соколов Г.М., Александров И.А., Ильин Н.А. [и др.]. – Ломоносов : 40-й НИИ Минобороны РФ, 1995. – 73 с.
7. An analysis of the causes of compressed-gas diving fatalities in Australia from 1972–2005 / J. Lippmann, A. Baddeley, R. Vann, D. Walker // Undersea & hyperbaric medicine : journal of the Undersea and Hyperbaric Medical Society. – 2013. – Vol. 40, N 1. – P. 49–61.
8. Brandley M., Yotto M.A. The new living Heart. – Holbrook : Massachusetts, 1996. – 496 p.
9. Buzzacott P., Rosenberg M., Pikora T. Western Australian recreational scuba diving fatalities, 1992 to 2005 // Australian and New Zealand Journal of Public Health. – 2009. – Vol. 33, N 3. – P. – 212–214.
10. Chaillot E., Wolkiewicz J., Andres D. La plongee souterraine. Procedure de securite et accidents // Medsubhyp. – 1983. – Vol. 2, N. 4. – P. 11–17.
11. Dive-related fatalities among tourist and local divers in the northern Croatian littoral (1980–2010) / V. Stemberga, A. Petaros, V. Rasic [et al.] // J. of Travel Medicine. – 2013. – Vol. 20, N 2. – P. 101–106.
12. Fatal diving accidents in Western Norway 1983–2007 / M.P. Ramnefjell, I. Morild, S.J. Mork, P.K. Lilleng // Forensic Science International. – 2012. – Vol. 223, N 1/3. – P. e22–e26.
13. Pathologie liee a la prongee? dans une population de 956 plongeurs professionnels / P. Barre, T. Beaumier, F. Conso, G. Susbielle, D. Choudat // Archives des Maladies Professionnelles de Medecine du Travail et de Securite Sociale. – 1988. – Vol. 49, N 6. – P. 389–395.
14. Provisional report on diving-related fatalities in Australian waters 2008 / J. Lippmann, D. Walker, C. Lawrence [et al.] // Diving and hyperbaric medicine : the journal of the South Pacific Underwater Medicine Society. – 2013. – Vol. 43, N 1. – P. 16–34.
15. Scuba-diving related deaths in Okinawa, Japan, from 1982 to 2007 / Y. Ihama, T. Miyazaki, C. Fuke [et al.] // Legal Medicine. – 2008. – Vol. 10, N 3. – P. 119–124.
16. Mails C. Heal Yourself with Yoga. – Bombay : London, 2003.
17. McCallum R.I. Summary of known diving fatalities associated with the Northern European all and gas industries. – Personal Report, 1977.