

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДОЛАЗОВ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ УСТОЙЧИВОСТИ К ДЕКОМПРЕССИОННОЙ БОЛЕЗНИ

З. А. Левченко¹, С. С. Назаров², А. Н. Ятманов¹

¹ Военный учебно-научный центр Военно-морского флота «Военно-морская академия», г. Санкт-Петербург, Россия

² ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» МО РФ, г. Санкт-Петербург, Россия

PHYSIOLOGICAL AND PSYCHOLOGICAL FEATURES OF DIVERS WITH DIFFERENT LEVELS OF RESISTANCE TO DECOMPRESSION DISEASE

Z. A. Levchenko¹, S. S. Nazarov², A. N. Yatmanov¹

¹ Military Training and Scientific Center of the Navy "Naval Academy", Saint Petersburg, Russia

² S. M. Kirov Military Medical Academy of the Russian Defense Ministry, Saint Petersburg, Russia

Резюме

Цель: изучение физиологических и психологических особенностей водолазов с различным уровнем устойчивости к декомпрессионной болезни.

Материалы и методы. Обследовано 36 мужчин, профессиональных водолазов в возрасте 21–37 лет. На основании метода эхолокации после стандартного пересыщения организма азотом воздуха в барокамере (компрессия воздухом до 0,4 МПа (30 м вод. ст.) за 7 мин, изопрессия 60 мин, декомпрессия 63 мин), выявлено 8 человек неустойчивых и 28 устойчивых к декомпрессионному газообразованию.

Результаты. У устойчивых водолазов возраст и показатель RRmin методики вариационной пульсометрии статистически значимо ниже, чем у неустойчивых. Неустойчивые имеют статистически значимо более высокий уровень развития пространственного мышления и уровень реактивной тревожности.

Заключение. Пути дальнейшего изучения устойчивости к декомпрессионной болезни у водолазов лежат в области возрастной физиологии и физиологии стресса (4 табл.; библиография: 15 ист.).

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, водолаз, декомпрессионная болезнь, интеллектуальное развитие, прогноз, тревожность, устойчивость.

Статья поступила в редакцию 26.09.2019 г.

Summary

Objective: to study the physiological and psychological characteristics of divers with different levels of resistance to decompression sickness.

Materials and methods. The study involved 36 men; professional divers aged 21–37 years. Based on the echolocation method, after a standard supersaturation of the body with air nitrogen in a pressure chamber (air compression up to 0.4 MPa (30 m water) over 7 minutes, isopression 60 minutes, decompression 63 minutes), 8 people were unstable and 28 resistant to decompression gas formation.

Results. For stable divers, the age and RRmin indicator of the method of variational pulsometry are statistically significantly lower than for unstable ones. Unstable have a statistically significantly higher level of development of spatial thinking and the level of reactive anxiety.

Conclusion. Ways to further study resistance to decompression sickness in divers lie in the field of age-related physiology and physiology of stress (4 tables, bibliography: 15 refs).

Key words: decompression sickness, resistance, prognosis, diver, anxiety, heart rate variability, intellectual development.

Article received 26.09.2019.

В последние годы интенсивность боевой подготовки флота неуклонно повышается, водолазные подразделения стали активно функционировать не только во всех видах и родах войск Министерства обороны РФ, но и в других силовых ведомствах [1, 2]. Исследования последних лет показали, что практически каждое погружение приводит к появлению в тканях и кровотоке газовых пузырьков [3].

Декомпрессионная болезнь (ДБ) — заболевание, возникающее, главным образом, из-за быстрого понижения давления вдыхаемой газовой смеси,

в результате которого газы, растворенные в крови и тканях организма (азот, гелий — в зависимости от дыхательной смеси), начинают выделяться в виде пузырьков в кровь пострадавшего (происходит вспенивание крови) и разрушать стенки клеток и кровеносных сосудов, блокируют кровоток [4]. ДБ относится к наиболее часто встречающейся специфической патологии у водолазов [5, 6]. Так, при 6-часовой экспозиции на глубине 7–8 м и быстром всплытии ДБ отмечается у 5% водолазов; с 16 м — у 50%; с глубины 24 м — у 100% [7].

Этиология и патогенез ДБ изучались на основе многочисленных исследований, активно проводившихся во второй половине прошлого столетия [8]. За этот период были разработаны основные принципы и методы диагностики и профилактики [9]. Интенсивность декомпрессионного газообразования зависит, при прочих равных условиях, от индивидуальной устойчивости человека к ДБ [10–12].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучить физиологические и психологические особенности водолазов с различным уровнем устойчивости к декомпрессионной болезни.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На базе НИИ спасания и подводных технологий военно-учебного научного центра Военно-морского флота «Военно-морская академия» обследовано 36 мужчин, профессиональных водолазов в возрасте 21–37 лет. На основании метода эхолокации после стандартного пересыщения организма азотом воздуха в барокамере ПДК-2 (компрессия воздухом до 0,4 МПа (30 м вод. ст.) за 7 мин, изопрессия 60 мин, декомпрессия 63 мин [13]), выявлено 8 человек неустойчивых и 28 устойчивых к декомпрессионному газообразованию.

До барокамерного тестирования проводилось исследование с использованием следующих методик. Анамнестические данные: длительность работы по специальности, количество часов погружений. Физиологические пробы: артериальное давление по методу Короткова, частота сердечных сокращений, вариационная пульсометрия. Психофизиологические пробы: реакция на движущийся объект, простая зрительно-моторная реакция, критическая частота световых мельканий, компьютерная стабیلография. Психологические

тесты: самооценка самочувствия, активности и настроения, тест «нервно-психическая адаптация» (НПА), многоуровневый личностный опросник «Адаптивность», уровень интеллектуальных способностей по методике КР-3-85, уровень личностной и реактивной тревожности по методике Спилберга-Ханина.

Статистический анализ выполняли с помощью пакета программ Statistica10,0. Сравнительный анализ в независимых группах проводился с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Показано, что у устойчивых водолазов возраст, срок службы и опыт службы статистически значимо ($p < 0,05$) ниже, чем у неустойчивых (табл. 1).

Существует точка зрения, что с увеличением опыта водолазных погружений устойчивость к ДБ у водолаза повышается [4]. В группах обследованных среднее время спусковых часов равно 185 часов у устойчивых и 400 часов у неустойчивых, при этом статистических различий в группах не выявлено. Таким образом, можно предположить, что 185 спусковых часов достаточно для формирования профессиональной устойчивости у водолаза. Разница возраста в 4 года (25,43 лет против 29,75) оказывает значимое влияние на устойчивость водолаза к ДБ.

Показатель минимального расстояния между RR зубцами (RRmin) методики вариационной пульсометрии статистически значимо ($p < 0,05$) ниже у устойчивых водолазов (табл. 2).

Поскольку у устойчивых водолазов RRmax незначительно выше, то более широкий размах показателей RR интервалов указывает на меньшее влияние центральной нервной системы (ЦНС) на уровень регуляции сердца, что можно расценивать как меньший уровень стрессового напряже-

Таблица 1

Анамнестические данные обследованных, $M \pm s$

Показатель	Устойчивые	Неустойчивые
Возраст, лет	25,43 ± 3,5	29,75 ± 6,2*
Срок службы, лет	6,78 ± 2,4	10,1 ± 5,1*
Опыт службы, мес.	15,2 ± 15,7	37,67 ± 30,2*
Время спусковых часов, час	185,07 ± 124,2	400,75 ± 292,8

Примечание. * — $p < 0,05$.

ния у устойчивых водолазов, хотя индекс напряжения у них ниже, но не значимо ($p > 0,05$).

Обследованные обеих групп успешно выполнили тест интеллектуального развития КР-3-85 (табл. 3).

Уровень общего интеллектуального развития различается в группах не значимо, но выше у неустойчивых — 75 баллов против 72,14 у устойчивых. При этом субтест «Кубы» статистически значимо ($p < 0,05$) лучше выполнили неустойчивые водолазы, то есть они имеют более высокий уровень развития пространственного мышления. Можно предположить, что устойчивость в данном случае обусловлена степенью угнетения

функций ЦНС при стабилизации мембран, которое выше у «более продвинутых» водолазов. С другой стороны ситуация, когда «более умные» люди достигают меньших успехов, чем их «менее умные» коллеги, является реальной проблемой в образовании [15].

Уровень личностной тревожности у водолазов обеих групп соответствует умеренному уровню, а реактивной — низкому (табл. 4).

Уровень реактивной тревожности перед проведением пробы на чувствительность к декомпрессионному газообразованию статистически значимо ($p < 0,05$) выше у неустойчивых водолазов.

Таблица 2

Показатели методики вариационной пульсометрии обследованных, $M \pm s$

Показатель	Устойчивые	Неустойчивые
Z, у.е.	90,17 ± 113,2	57,89 ± 20,7
Мода, мс	977,51 ± 142	1005,96 ± 107,6
Амплитуда, у.е.	94,29 ± 20,6	99 ± 15,6
RRmax, мс	1181,14 ± 154,2	1170,67 ± 170,9
RRmin, мс	737,29 ± 65,7	814,33 ± 91,2*
RRcp, мс	978,58 ± 138,5	979,66 ± 100,3
Размах RR, мс	428,57 ± 172,5	356,33 ± 126,8
Индекс напряжения, у. е.	144,02 ± 87,7	162,8 ± 75,3

Примечание. * — $p < 0,05$.

Таблица 3

Уровень интеллектуального развития обследованных, $M \pm s$

Показатель, балл	Устойчивые	Неустойчивые
Аналогии	22,5 ± 3,7	22,75 ± 2,5
Вербальная память	18,07 ± 5,2	17 ± 3,8
Силлогизмы	15,29 ± 5,4	15,75 ± 4,2
Кубы	16,29 ± 3,2	19,5 ± 5,8*
Общее интеллектуальное развитие	72,14 ± 12,7	75 ± 12,8

Примечание. * — $p < 0,05$.

Таблица 4

Уровень тревожности обследованных, $M \pm s$

Показатель, балл	Устойчивые	Неустойчивые
Личностная тревожность	32,79 ± 6,1	36,5 ± 6,6
Реактивная тревожность	23,50 ± 4,7	29,75 ± 5,7*

Примечание. * — $p < 0,05$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У устойчивых к декомпрессии водолазов возраст и показатель RRmin методики вариационной пульсометрии статистически значимо ниже, чем у неустойчивых. Неустойчивые водолазы имеют ста-

тистически значимо более высокий уровень развития пространственного мышления и уровень реактивной тревожности. Пути дальнейшего изучения устойчивости к декомпрессионной болезни у водолазов лежат в области возрастной физиологии и физиологии стресса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Zverev D. P., Shitov A. Yu., Andrusenko A. N. Status and development prospects of diving medicine and barotherapy. *Military Medical Journal*. 2018; 339 (12): 83–5. Russian (Зверев Д. П., Шитов А. Ю., Андрусенко А. Н. Состояние и перспективы развития водолазной медицины и баротерапии. *Воен.-мед. журн.* 2018; 339 (12): 83–5).
2. Mosyagin I. G., Stroy A. V. The concept of the development of diving medicine in the Navy. *Marine medicine*. 2015; 1 (4): 6–8. Russian (Мосягин И. Г., Строй А. В. Концепция развития водолазной медицины в Военно-морском флоте. *Морская медицина*. 2015; 1 (4): 6–8).
3. Kobryanova I. V., Yusupov V. V., Kravchenko Yu. V. Problematic issues of organization of medical and psychological rehabilitation of servicemen. In: *Mediko-psihologicheskaya rehabilitaciya: problemy, tendencii, perspektivy* (Medical and psychological rehabilitation: problems, trends, prospects. Proceedings of the Scientific Conference). Sevastopol. 2019; 43–6. Russian (Кобряннова И. В., Юсупов В. В., Кравченко Ю. В. Проблемные вопросы организации медико-психологической реабилитации военнослужащих. В кн. *Медико-психологическая реабилитация: проблемы, тенденции, перспективы*. Материалы научно-практической конференции. Севастополь, 2019; 43–6).
4. Myasnikov A. A., Efitsenko E. V., Zverev D. P., Klenkov I. R. Chronic decompression sickness and its diagnosis. *Bulletin of the military medical Academy* 2018; 4 (64): 26–31. Russian (Мясников А. А., Ефиденко Е. В., Зверев Д. П., Кленков И. Р. Хроническая декомпрессионная болезнь и ее диагностика. *Вестник Вестн. Рос. воен.-мед. акад.* 2018; 4 (64): 26–31).
5. Borisov D. N., Rusev I. T., Korovin R. A., Baranovskiy A. M. The structure and dynamics of the incidence of military personnel of the Armed forces of the Russian Federation in 2004–2013. *Military Medical Journal*. 2015; 54: 587. Russian (Борисов Д. Н., Русев И. Т., Коровин Р. А., Барановский А. М. Структура и динамика заболеваемости военнослужащих Вооруженных сил Российской Федерации в 2004–2013 гг. *Воен.-мед. журн.* 2015; 54: 587).
6. Myasnikov A. A., Petreev I. V., Shitov A. Yu., Andrusenko A. N. Problematic issues of naval medicine. *Military Medical Journal*. 2014; 335 (5): 89–91. Russian (Мясников А. А., Петреев И. В., Шитов А. Ю., Андрусенко А. Н. Проблемные вопросы военно-морской медицины. *Воен.-мед. журн.* 2014; 335 (5): 89–91).
7. Chumakov A. V., Motasov G. P., Neustroev A. P. et al. The method of prolonged exposure to high pressure: development history, research directions, application prospects. *Human ecology*. 2010; 2: 17–21. Russian (Чумаков А. В., Мотасов Г. П., Неустроев А. П. и др. Метод длительного пребывания под повышенным давлением: история развития, направления исследований, перспективы применения. *Экология человека*. 2010; 2: 17–21).
8. Simonenko V. B., Mosyagin I. G. Naval medicine: past, present and future. *Marine medicine*. 2016; 2 (3): 7–15. Russian (Симоненко В. Б., Мосягин И. Г. Военно-морская медицина: прошлое, настоящее и будущее. *Морская медицина*. 2016; 2(3): 7–15).
9. Volkov L. K., Myasnikov A. A., Myasnikov A. A. et al. Resistance of people to decompression sickness and non-specific methods of increasing it. *Aerospace and environmental medicine*. 1999; 33(4): 40–3. Russian (Волков Л. К., Мясников А. А., Мясников А. А. и др. Устойчивость людей к декомпрессионной болезни и неспецифические методы ее повышения. *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 1999; 33 (4):40–3).
10. Zverev D. P., Myasnikov A. A., Shitov A. Yu. et al. Water-electrolyte metabolism and excretory system functions in divers: new approaches to determining resistance to decompression sickness. *Military Medical Journal*. 2018; 339(4): 42–8. Russian (Зверев Д. П., Мясников А. А., Шитов А. Ю. и др. Водно-электролитный обмен и функции выделительной системы у водолазов: новые подходы к определению устойчивости к декомпрессионной болезни. *Воен.-мед. журн.* 2018; 339(4): 42–8).
11. Mosyagin I. G. Prevention of morbidity of Navy personnel in 2014. *Marine collection*. 2014; 2008 (7): 64–9. Russian (Мосягин И. Г. Профилактика заболеваемости личного состава ВМФ в 2014 г. *Морской сборник*. 2014; 2008(7): 64–9).
12. Shitov A. Yu. The current state of the problem of prevention of decompression sickness. *Attending physician*. 2011; 11: 70. Russian (Шитов А. Ю. Современное состояние проблемы профилактики декомпрессионной болезни. *Лечащий врач*. 2011; 11: 70).
13. Instruction on the procedure for medical examination of diving personnel of the Navy. Moscow; 2003: 10. Russian (Инструкция о порядке проведения медицинского освидетельствования водолазного состава Военно-морского флота. М.; 2003: 10).
14. Sivashchenko P. P., Baranovskiy A. M., Kushnirchuk I. I., Borisov D. N. *Military medical statistics*. St. Petersburg; 2017: 74. Russian (Сивашченко П. П., Барановский А. М., Кушнирчук И. И., Борисов Д. Н. *Военно-медицинская статистика*. Санкт-Петербург; 2017: 74).

15. *Kostromina S. N., Medina Bracamonte N. A., Zashchirinskaya O. V.* Modern trends of pedagogical psychology and psychology of education. Bulletin of St. Petersburg University. Series 16. Psychology. Pedagogy. 2016; 1: 109–17. Russian (*Костромина С. Н.,*

Медина Бракамонте Н. А., Защиринская О. В. Современные тенденции педагогической психологии и психологии образования. Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 16. Психология. Педагогика. 2016; 1: 109–17).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Левченко Земфира Ахатовна — канд. мед. наук, майор медицинской службы, начальник научно-исследовательской лаборатории НИИ спасания и подводных технологий, ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», 198411, Россия, г. Санкт-Петербург, г. Ломоносов, ул. Морская, д. 4

Назаров Сергей Сергеевич — канд. мед. наук, начальник научно-исследовательской лаборатории научно-исследовательского отдела (медико-психологического сопровождения) НИЦ, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» МО РФ, 194044, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6

Ятманов Алексей Николаевич — канд. мед. наук, капитан медицинской службы, младший научный сотрудник НИИ спасания и подводных технологий, ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», 198411, Россия, г. Санкт-Петербург, г. Ломоносов, ул. Морская, д. 4

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Levchenko Zemfira A. — Ph. D. (Medicine), the Head of the Research Laboratory of the Research Institute for Rescue and Underwater Technologies of the Naval Research Center of the Navy “Naval Academy”, 4, Morskaya str., Lomonosov, Saint Petersburg, Russia, 198411

Nazarov Sergey S. — Ph. D. (Medicine), the Head of the Scientific Research Laboratory of the Research Department of Medical and Psychological Support of the Research Center, S. M. Kirov Military Medical Academy of the Russian Defense Ministry, 6, Akademika Lebedeva str., Saint Petersburg, Russia, 194044

Yatmannov Alexey N. — Ph. D. (Medicine), Captain of Medical Service, Junior Researcher, Research Institute of Rescue and Underwater Technologies, Naval Research Center of the Navy “Naval Academy”, 4, Morskaya str., Lomonosov, Saint Petersburg, Russia, 198411