

УДК 797.2+612.8

ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ ДАЙВИНГОМ НА ЦЕНТРАЛЬНУЮ НЕРВНУЮ СИСТЕМУ ЧЕЛОВЕКА

Елохова Ю.А., Поддубный С.К., Аикин В.А.

*ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта
Министерства спорта Российской Федерации», Омск, e-mail: rector@sibgufk.ru*

В обзоре представлены современные литературные данные о влиянии занятий дайвингом, комплекса факторов водной среды на организм человека. Основными из которых являются изменение гравитации, психоэмоциональный стресс, физические нагрузки, обжим грудной клетки, воздействие дыхательных газов, перераспределение жидких сред организма и гипотермия. При этом неблагоприятное воздействие на центральную нервную систему оказывают наркотическое действие азота, изменение видимости и слышимости под водой, токсические свойства кислорода. Симптомы поражения центральной нервной системы проявляются нарушением зрения (туннельное зрение, нарушение аккомодации), слуха (звон в ушах, появление посторонних звуков), тошнотой, тремором (особенно мышц лица), повышенной чувствительностью к внешним раздражителям и головокружением. Изучение литературы показало, что нарушения наблюдаются при повторных погружениях в течение суток, нарушении режима труда и отдыха при дайвинге, осуществлении погружений под воду в первые двенадцать часов после полета на самолете.

Ключевые слова: центральная нервная система, биоэлектрическая активность головного мозга, дайвинг, дети

INFLUENCE OF OCCUPATIONS BY DIVING ON THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM OF THE PERSON

Elokhova Y.A., Poddubny S.K., Aikin V.A.

*Siberian State University of Physical Culture and Sports Ministry of Sports
of the Russian Federation, Omsk, e-mail: rector@sibgufk.ru*

Modern literary data on influence of occupations by diving, complex of factors of the water environment are presented in the review on a human body. Gravitation change, psychoemotional stress, physical activities, thorax compression, influence of respiratory gases, redistribution of liquid environments of an organism and hypothermia are basic of which. Thus an adverse effect on the central nervous system properties of oxygen have narcotic effect of nitrogen, visibility and audibility change under water, toxic. Symptoms of defeat of the central nervous system are shown by sight violation (tunnel sight, accommodation violation), hearing (a ring in ears, emergence of foreign sounds), nausea, a tremor (especially face muscles), hypersensibility to external irritants and dizziness. Studying of literature showed that violations are observed at repeated immersions within a day, not observance of a mode of work and rest when diving, implementation of immersions under water at the first twelve o'clock after flight by plane.

Keywords: central nervous system, the electrical activity of the brain, diving, children

Популярность подводного плавания с аквалангом в последние два десятилетия значительно возросла. Занятия дайвингом в качестве рекреационного спорта стали доступны взрослым и детям [13, 22]. В соответствии с условиями Всемирной конфедерации подводной деятельности подводный пловец первого уровня может начать обучение дайвингу в двенадцатилетнем возрасте, при этом ограничений по половому признаку не существует.

Известно, что обучение детей подводному плаванию с аквалангом осуществляется по общепринятой программе для взрослых [12]. Важно отметить, что большая ответственность при этом лежит на дайвинструкторе. Учитывая анатомо-физиологические особенности детского организма необходимо корректировать методику обучения детей дайвингу и процедуру контроля функционального состояния [21]. Научные исследования распространенности заболеваний и фатальных случаев при занятиях дайвингом показали, что значительный процент несчастных эпизодов приходится на

детский и подростковый возраст. Так, данные иностранных авторов показывают, что до 10% всех осложнений со смертельным исходом приходится на дайверов в возрасте от 11 до 20 лет [23, 25].

В любительском дайвинге медицинские осмотры осуществляются, как правило, по инициативе самих занимающихся. Этим объясняется тот факт, что в литературе имеется крайне мало сведений о влиянии гипербарической среды на организм детей и взрослых [18]. Во время погружений с аквалангом на организм человека неблагоприятно воздействует повышенное давление водной и газовой сред. Факторами высокого давления газовой среды и дыхательных смесей являются механическое давление газов, его перепады, высокое парциальное давление газов и избыточное их проникновение в ткани и жидкости организма, а также высокая плотность газовой смеси, которая вызывает затруднение дыхания.

В своих работах J.A.S. Kinney (1977) отмечает, что толерантность человека к давлению водной и газовой сред проявляется

отсутствием нарушений физиологических функций [15]. Известно, что к воздействию гипербарической среды особенно чувствительна центральная нервная система человека [6]. Важную роль при этом играет функциональное состояние нервной системы подводника [10]. При действии перечисленных выше факторов возможны физиологические и патологические реакции организма подводника со стороны центральной нервной системы: появление нервного синдрома высоких давлений, наркотическое действие азота, кислородное голодание, проявление токсического воздействия кислорода, функциональная перестройка работы слуховых и речевых аппаратов, признаки астеноневротического синдрома, вегетативная и эмоциональная лабильность, снижение показателей умственной и физической работоспособности, реактивные состояния (невроты, психозы), энцефалопатии и очаговые изменения в мозге [7]. Поражение центральной нервной системы при занятиях дайвингом возникают в результате неправильных погружений под воду с аквалангом, что может привести к серьезным изменениям в деятельности ЦНС или к смерти [17]. Симптомы поражения центральной нервной системы проявляются нарушением зрения (туннельное зрение, нарушение аккомодации), слуха (звон в ушах, появление посторонних звуков), тошнотой, тремором (особенно мышц лица), повышенной чувствительностью к внешним раздражителям и головокружением [24].

Определенное место в структуре неспецифической заболеваемости дайверов занимают расстройства периферической и центральной нервной системы. Главной причиной патофизиологических изменений у подводных пловцов является формирование инертных газовых пузырьков в крови и тканях, которые образуются непосредственно во время или после дайвинга [18]. Данные нарушения могут развиваться даже при подводных погружениях без нарушения режимов декомпрессии и при обучении дайвингу в условиях бассейна [9]. В более тяжелых случаях развивается декомпрессионная болезнь, которая проявляется серьезными изменениями центральной нервной системы и может затронуть любой ее отдел [16]. Декомпрессионная болезнь вызывает острые неврологические симптомы, такие как нарушения речи, слуха, зрения, а также двигательные расстройства и паралич [13]. Так, в исследовании J. Vjørnstad (2002) отмечается, что при этом наблюдаются патологические изменения биоэлектрической активности головного мозга [11]. На электроэнцефалограмме регистрируются

диффузные медленные волны, эпилептические знаки, при этом у пострадавшего отмечаются эпилептиформные припадки [20]. Также в исследованиях Н.В. Newton (2008) показаны изменения биоэлектрической активности головного мозга (появление медленноволновой активности) у людей, получивших осложнения при занятиях рекреационным дайвингом [19]. По данным С.С. Ушакова (2005), у водолазов после декомпрессионных погружений происходили негативные изменения в нервной системе. На электроэнцефалограмме (ЭЭГ) регистрировалось увеличение амплитуды альфа-ритма в лобных долях обоих полушарий, снижение данного ритма в затылочных долях, а также регистрируется медленно-волновая активность [8].

При дайвинге неблагоприятные изменения в организме человека могут наблюдаться при повторных погружениях в течение суток, при несоблюдении режима труда и отдыха в период подводных погружений с аквалангом, при осуществлении спусков под воду в первые двенадцать часов после полета на самолете [8]. В этот момент неврологические симптомы могут проявляться когнитивными или сенсорными нарушениями, головокружением, ухудшением координации, а также нарушением чувствительности и парестезиями. В наиболее тяжелых случаях в течение первого часа после погружения, а иногда и сутки после погружения, отмечаются опасные для жизни клинические симптомы [14].

Исследованиями установлено, что после однократного погружения под воду с аквалангом отмечаются изменения биоэлектрической активности головного мозга у детей 12-и лет. На электроэнцефалограммах детей после занятия дайвингом регистрируется увеличение мощности альфа-ритма в теменных и затылочных областях коры головного мозга [1]. Установлено также, что после занятия дайвингом происходит снижение спектральной мощности дельта-ритма во всех областях коры головного мозга. В то же время достоверных изменений биоэлектрической активности головного мозга в тета-диапазоне не отмечается. Таким образом, авторы работы утверждают, что рекреационные погружения под воду с аквалангом детей 12-ти лет при обучении их дайвингу не вызывают патологических изменений биоэлектрической активности головного мозга и не приводят к увеличению медленноволновой активности [2].

Известно, что плавание под водой с аквалангом вызывает изменение восприятия времени и пространства. В исследовании,

проведенном на 12-летних мальчиках, установлено, что у большинства детей восприятие времени под водой практически не изменяется и только у некоторых из них время под водой замедляется или ускоряется. Также было отмечено достоверное снижение максимальной кистевой силы под водой, обусловленное, возможно, влиянием гипогравитации и гипотермии. В то же время проведение пробы на точность воспроизведения движений под водой свидетельствует об отсутствии достоверных различий в показателях с данными до и после погружения [3].

Следует подчеркнуть, что одной из основных причин возникновения чрезвычайных ситуаций при дайвинге является психологическая неготовность занимающихся к экстремальной деятельности. Возможность несчастного случая в значительной мере определяется психической и физической реакцией подводника на стресс. Поэтому готовность к экстремальной деятельности, по мнению ряда авторов, является важнейшим фактором ее эффективности [5]. Установлено, что большинство детей 12-летнего возраста, выбирающих занятия дайвингом, являются экстравертами со средним уровнем тревоги и только 5% из них – умеренные интроверты с низким уровнем тревоги. Кроме того, показано, что большинство из них имеют высокий уровень эмоциональной устойчивости и искренности [4].

Таким образом, в настоящее время нет еще окончательного мнения относительно минимальной глубины погружения под воду, при которой наступают первоначальные функциональные сдвиги в центральной нервной системе человека. Общей характерной особенностью воздействия повышенного давления на организм является временный, преходящий, обратимый характер происходящих изменений в деятельности ряда физиологических систем организма. К осложнениям и специфическим заболеваниям приводят нарушения правил и режимов спусков под воду, а также недооценка функционального состояния дайвера перед погружением. При этом травмы и заболевания центральной нервной системы возникают при многократном воздействии на организм подводного пловца экстремальных факторов подводного погружения, нарушении режимов декомпрессии и техники безопасных спусков под воду. Однако до настоящего времени нет никаких доказательств долгосрочных неврологических изменений, повреждений головного мозга при занятиях рекреационным дайвингом.

Список литературы

1. Аикин В.А., Елохова Ю.А., Поддубный С.К. Особенности альфа-ритма головного мозга у подростков занимающихся дайвингом // Омский научный вестник. Серия Ресурсы Земли. Человек. – № 2 (114). – 2012. – С. 92–96.
2. Аикин В.А., Елохова Ю.А., Поддубный С.К., Голубкова С.И. Изменение биоэлектрической активности головного мозга в тета- и дельта-диапазонах у юных дайверов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4; URL: <http://www.science-education.ru/110-9563> (дата обращения: 21.11.2013).
3. Огородников М.А., Поддубный С.К., Аикин В.А., Елохова Ю.А. Влияние водной среды на состояние двигательных функций у детей, занимающихся дайвингом // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5; URL: <http://www.science-education.ru/111-10682> (дата обращения: 20.11.2013).
4. Поддубный С.К., Елохова Ю.А., Огородников М.А. Индивидуально-психологические особенности юных дайверов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5; URL: <http://www.science-education.ru/111-10737> (дата обращения: 18.11.2013).
5. Родионов А.В. Системное исследование психологического состояния при экстремальной деятельности // Системная психология и социология. – 2011. – № 4. – С. 106–115.
6. Следков А.Ю., Довгуша В.В. Особенности функционирования организма человека в гипербарической среде. – СПб., 2003. – 152 с.
7. Смолин В.В., Соколов Г.М., Павлов Б.Н., Шереметьева Н. Влияние на организм водной и гипербарической газовой сред // DIVETEK. – 2006. – № 6 (20). – С. 34–37.
8. Ушаков С.С. Состояние нервной системы при воздействии повышенного давления водной и газовой сред. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2005. – 166 с.
9. Юрьев А.Ю., Шитов А.Ю., Панченкова И.А., Ярославцев М.Ю. Динамика неспецифических адаптационных реакций и действий на организм факторов повышенного давления // Вестник Российской военной медицинской академии. – 2012. – № 3. – С. 141–145.
10. Bennett M.H., Fanzca M.D., Lehm J.P. et al. Recompression and Adjunctive Therapy for Decompression Illness // ANESTHESIA & ANALGESIA. – 2010. – Vol. 111, № 3. – P. 757–762.
11. Bjørnstad J., Nyland H., Skeidsvoll H., Aanderud L., Eidsvik S. Neurologic decompression sickness in sports divers // Tidsskr Nor Laegeforen. – 2002. – 122. – P. 1649–1651.
12. Day C., Stolz U., Mehan T.J. Diving-related injuries in children < 20 years old treated in emergency departments in the United States: 1990–2006 // Pediatrics. – 2008. – № 122 (2) – P. 388–394.
13. Francis T.J.R., Mitchell S.J. Pathophysiology of decompression sickness / T.J.R. Francis, S.J Mitchell, A.O. Brubakk T.S. Neuman In: Bennett and Elliott's Physiology and Medicine of Diving. – Saunders, Philadelphia, 2003. – P. 530–557.
14. James T., Francis R., Mitchell S.J. Manifestations of decompression disorders. In: Brubakk A.O., Neuman T.S., eds. Bennett and Elliott's Physiology and medicine of diving. – London: WB Saunders, 2003. – P. 578–599.
15. Kinney J.A.S. Kay C.L., Luria S.M. Visual evoked responses and EEG's of 16 divers // Undersen Biomedical Research. – 1977. – Vol. 4, № 1. – P. 55–66.
16. Knauth M. Long-Term Neurologic Damage and Brain Lesions in Recreational Divers // Clinical Neuroradiology. – 2008. – № 1. – P. 54–59.
17. Møllerløkken A., Gaustad S.E., Havnes M.B., Gutvik C.R., Hjelde A., Wisløff U., Brubakk A.O. Venous gas embolism as a predictive tool for improving CNS decompression safety // Eur. J. Appl. Physiol. – 2012. – Vol. 112, № 2. – P. 401–409.
18. Muth C.-M., Tetzlaff K. Tauchen mit Kindern aus tauchmedizinischer Sicht // Caisson. – 2007. – № 4. – P. 34–36.

19. Newton H.B., Burkart J., Pearl D., Padilla W. Neurological Decompression Illness and Hematocrit: Analysis of a consecutive series of 200 recreational scuba divers // *Neurological DCI and Hematocrit*. – 2008. – Vol. 35, № 2. – P. 99–106.
20. Richardson D. Children and diving: the recreational-diving training perspective // *SPUMS*. – 2003. – Vol. 33, № 2. – P. 83–90.
21. Rügger M., Schwarb D. Berufliches Tauchen und Arbeiten im Überdruck. – Luzern: Suva, Abt. Arbeitsmedizin, 2012. – 98 p.
22. Schipke J.D. Tauchunfälle des VDST: 2007 – 2010 // *CAISSON*. – 2011. – № 4. – P. 10–12.
23. Schwerzmann M., Seiler Ch. Recreational scuba diving, patent foramen ovale and their associated risks // *SWISS MED WKLY*. – 2001. – Vol. 131, № 6. – P. 365–374.
24. Tetzlaff K., Klingmann Ch., Muth C.-M., Piepho T., Welslau W. Checkliste Tauchtauglichkeit. – Stuttgart: Gentner Verlag, 2008. – 224 p.
25. Winkler B., Tetzlaff K., Muth C.-M. Unfälle und Zwischenfälle bei Kindertauchveranstaltungen // *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. – 2011. – Vol. 62, № 2. – P. 42–46.
11. Bjørnstad J., Nyland H., Skeidsvoll H., Aanderud L., Eidsvik S., *Neurologic decompression sickness in sports divers*, *Tidsskr Nor Laegeforen*, 2002, no.122, pp. 1649–1651.
12. Day C., Stolz U., Mehan T.J., *Diving-related injuries in children < 20 years old treated in emergency departments in the United States: 1990-2006*, *Pediatrics*, 2008, no. 122 (2), pp. 388–394.
13. Francis T.J.R., Mitchell S.J., *Pathophysiology of decompression sickness*. In: Bennett and Elliott's Physiology and Medicine of Diving, Saunders, Philadelphia, 2003. pp. 530–557.
14. James T., Francis R., Mitchell S.J. *Manifestations of decompression disorders*. Brubakk A.O., Neuman T.S., eds. Bennett and Elliott 's Physiology and medicine of diving. London, WB Saunders, 2003. pp. 578–599.
15. Kinney J.A.S. Kay C.L., Luria S.M., *Visual evoked responses and EEG's of 16 divers*, *Undersen Biomedical Research*, 1977, vol. 4, no. 1, pp. 55–66.
16. Knauth M. *Long-Term Neurologic Damage and Brain Lesions in Recreational Divers*, *Clinical Neuroradiology*, 2008, no. 1, pp. 54–59.
17. Møllerløkken A., Gaustad S.E., Havnes M.B., Gutvik C.R., Hjelde A., Wisløff U., Brubakk A.O. *Venous gas embolism as a predictive tool for improving CNS decompression safety*, *Eur J. Appl Physiol*, 2012, vol. 112, no. 2, pp. 401–409.
18. Muth C.-M. Tetzlaff, K., *Tauchen mit Kindern aus tauchmedizinischer Sicht*, *Caisson*, 2007, no.4, pp. 34–36.
19. Newton H.B., Burkart J., Pearl D., Padilla W., *Neurological Decompression Illness and Hematocrit: Analysis of a consecutive series of 200 recreational scuba divers*, *Neurological DCI and Hematocrit*, 2008, vol. 35, no. 2, pp. 99–106.
20. Richardson D. Children and diving: the recreational-diving training perspective, *SPUMS*, 2003, vol. 33, no. 2, pp. 83–90.
21. Rügger M. Schwarb D. *Berufliches Tauchen und Arbeiten im Überdruck*. Luzern, Suva, Abt. Arbeitsmedizin, 2012. 98 p.
22. Schipke J.D. *Tauchunfälle des VDST: 2007 – 2010*, *CAISSON*, 2011, no. 4, pp. 10–12.
23. Schwerzmann M., Seiler Ch. *Recreational scuba diving, patent foramen ovale and their associated risks*, *SWISS MED WKLY*, 2001, vol. 131, no. 6, pp. 365–374.
24. Tetzlaff K., Klingmann Ch., Muth C.-M., Piepho T., Welslau W. *Checkliste Tauchtauglichkeit*. Stuttgart, Gentner Verlag, 2008. 224 p.
25. Winkler B., Tetzlaff K., Muth C.-M. Unfälle und Zwischenfälle bei Kindertauchveranstaltungen, *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, vol. 62, no. 2, 2011, pp. 42–46.

References

1. Aikin V.A., Elokhova Yu.A., Poddubny S.K., *Features of the alpha-rhythm of the brain in adolescents engaged in diving*, *Omsk Scientific Bulletin. Series Resources of the Earth. People*, 2012, no. 2 (114), pp. 92–96.
2. Aikin V.A., Elokhova Yu.A., Poddubny S.K., Golubkova, S.I. (2013). *Change of bioelectric activity of a brain in a theta – and delta ranges at young divers*, *Modern problems of science and education*, 2013, no. 4; available at: <http://www.science-education.ru/110-9563> (accessed: 21.11.2013).
3. Ogorodnikov M.A., Poddubny S.K., Aikin V.A., Elokhova Yu.A., *Influence of the water environment on a condition of motive functions at children diving*, *Modern problems of science and education*, 2013, no. 5; available at: <http://www.science-education.ru/111-10682> (accessed: 20.11.2013).
4. Poddubny S.K., Elokhova Yu.A., Ogorodnikov M.A., *Influence of the water environment on a condition of motive functions at children diving*, *Modern problems of science and education*, 2013, no. 5; URL: <http://www.science-education.ru/111-10737> (accessed: 18.11.2013).
5. Rodionov A.V., *System research of a psychological condition at extreme activity*, *System psychology and sociology*, 2011, no. 4, pp. 106–115.
6. Sledkov A.Yu., Dovgusha V.V. *Features of the functioning of the human body in a hyperbaric environment*. SPb., 2003. 152 p.
7. Smolin V.V., Sokolov G.M., Pavlov B.N., Sheremetova N. *The effect on the body of water and gas hyperbaric environments*, *DIVETEK*, 2006, no. 6 (20), pp. 34–37.
8. Ushakov S.S. *The nervous system under the influence of high pressure water and gas environments: dis...kand. med. nauk*. SPb., 2005. 166 p.
9. Yurev A.Yu., Shitov A.Yu., Panchenkova I.A., Yaroslavtsev M.Yu. *The dynamics of adaptive responses and actions on the body of factors increased pressure*, *Bulletin of the Russian Academy of Military Medical*, 2012, no. 3, pp. 141–145.
10. Bennett M.H., Fanzca M.D., Lehm J.P. et al., *Recompression and Adjunctive Therapy for Decompression Illness, ANESTHESIA & ANALGESIA*, 2010, vol. 111, no. 3, pp. 757–762.

Рецензенты:

Чернышев А.К., д.м.н., профессор кафедры «Детской хирургии», ГБОУ ВПО «Омская государственная медицинская академия» Министерство здравоохранения Российской Федерации, г. Омск.

Ляпин В.А., д.м.н., профессор кафедры «Анатомии, физиологии, спортивной медицины и гигиены», ГБОУ ВПО «Сибирского государственного университета физической культуры и спорта» Министерства спорта Российской Федерации, г. Омск.

Работа поступила в редакцию 05.12.2013.