УДК 612.822.3-053.2+797.2

ОСОБЕННОСТИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ДЕТЕЙ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ИМИ КУРСА ОБУЧЕНИЯ ДАЙВИНГУ

Аикин В.А.[1], Елохова Ю.А.[1], Поддубный С.К.[1], Голубкова С.И.[2]

[1]*ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта Министерства спорта Российской Федерации», Омск, Россия (644009, г. Омск, ул. Масленникова, 144), e-mail: rector@sibgufk.ru*
[2]*Бюджетное учреждение здравоохранения Омской области «Клинический диагностический центр» (644024, г. Омск, ул. Ильинская, 9), e-mail: office@okd-center.ru*

В работе изучалось влияние курса обучения дайвингу на биоэлектрическую активность головного мозга детей 12 лет. Исследованы изменения мощности (мкВ^2) альфа-ритма до и после погружения под воду с акваланго в начале и конце курса обучения дайвингу. Исследования показали, что у детей 12-летнего возраста после однократного занятия дайвингом происходит достоверное увеличение мощности альфа-ритма в теменных (С3-А1 до дайвинга 1,31±0,20; после дайвинга 2,22±0,54; С4-А2 1,36±0,30; после дайвинга 2,08±0,39 мкВ^2) и затылочных долях (О1-А1 до дайвинга 3,01±0,60; после дайвинга 4,88±0,70; О2-А2 до дайвинга 4,66±0,70; после дайвинга 5,83±0,80 мкВ^2) обоих полушарий головного мозга. Установлено, что в конце курса обучения дайвингу после подводного погружения с акваланго у детей в покое мощность альфа-ритма увеличилась во всех областях коры головного мозга, за исключением лобной доли левого полушария и височной доли правого полушария. Полученные данные свидетельствуют о том, что в процессе курса обучения детей дайвингу патологических изменений в биоэлектрической активности головного мозга зарегистрировано не было.

Ключевые слова: биоэлектрическая активность головного мозга, дети, дайвинг.

FEATURES BRAIN ACTIVITY IN CHILDREN AS THEY PASS TRAINING COURSE DIVING

Aikin V.A.[1], Elokhova Y.A.[1], Poddubny S.K.[1], Golubkova S.I.[2]

[1]*Siberian State University of Physical Culture and Sports Ministry of Sports of the Russian Federation, Omsk, Russia (644009, Omsk, ul. Maslennikov, 144), e-mail: rector@sibgufk.ru*
[2]*Byudzhetnoe health agency of the Omsk region, "Clinical Diagnostic Center" (644024, Omsk, ul. Elijah, 9), e-mail: office@okd-center.ru*

This paper studied the effect of diving course on the bioelectrical activity of the brain of children 12 years of age. The changes in power (mkV^2) alpha-rhythm before and after diving under water with scuba diving at the beginning and end of the course diving. Studies have shown that children 12 years of age after a single scuba diving with closed eyes there is a significant increase in capacity of the alpha-rhythm in the parietal (C3-A1 to diving 1,31±0,20; after diving 2,22±0,54; C4-A2 1,36±0,30; after diving 2,08±0,39 mkV^2) and occipital lobes (O1-A1 to diving 3,01±0,60; after diving 4,88±0,70; O2-A2 to diving 4,66±0,70; after diving 5,83±0,80 mkV^2) in both hemispheres of the brain. Found that in the end of the course after scuba diving scuba diving in children alone with closed eyes power of alpha-rhythm increased in all regions of the cerebral cortex, with the exception of the frontal lobe of the left hemisphere and the right hemisphere temporal lobe. These data indicate that during the course of diving children pathological changes in the cerebral bioelectric activity were registered.

Keywords: bioelectric brain activity, children, diving.

Введение

Главной причиной патофизиологических изменений в центральной нервной системе у подводных пловцов является формирование инертных газовых пузырьков в крови и тканях, которые образуются во время или после дайвинга [8]. Данные нарушения могут развиваться даже при подводных погружениях без нарушения режимов декомпрессии [6]. В более тяжелых случаях развивается декомпрессионная болезнь, которая проявляется серьезными изменениями центральной нервной системы и может затронуть любую ее часть.

Декомпрессионная болезнь вызывает острые неврологические симптомы, такие как нарушение речи, слуха, зрения, а также двигательные расстройства и паралич [9]. Так, в исследовании J. Bjørnstad (2002) отмечается, что при этом наблюдаются патологические изменения биоэлектрической активности головного мозга. На электроэнцефалограмме регистрируются диффузные медленные волны, эпилептические знаки, у пострадавшего отмечаются эпилептиформные припадки [10].

В ранее проведенном нами исследовании установлено, что после однократного погружения под воду с аквалангом были отмечены изменения биоэлектрической активности головного мозга у детей. На ЭЭГ после занятия дайвингом зарегистрировано увеличение мощности альфа-ритма в теменных и затылочных областях коры головного мозга [1]. Поэтому представляется актуальным изучение изменений ЭЭГ у детей при многократных погружениях под воду.

Цель исследования

Изучить особенности динамики альфа-ритма головного мозга у детей 12 лет при прохождении ими курса обучения дайвингу.

Материал и методы исследования

В эксперименте приняли участие 64 здоровых мальчика в возрасте 12 лет, допущенных к занятиям дайвингом по состоянию здоровья.

Исследования проводились в крытом плавательном бассейне «Альбатрос» Сибирского государственного университета физической культуры и спорта города Омска. Погружение осуществлялись в сопровождении инструктора. Курс обучения состоял из 3 занятий по снорклингу и 10 занятий подводных погружений с аквалангом. Погружения осуществлялись на глубину 4,5 м, при температуре воды 27 °С.

Регистрация и анализ ЭЭГ проводились в стандартных условиях при температуре 22–24 ºС, в тихой комнате в спокойной обстановке. Все испытуемые в начале и конце курса обучения дайвингу прошли электроэнцефалографическое обследование на компьютерном 16-канальном электроэнцефалографе «Мицар». Показатели биоэлектрической активности головного мозга регистрировались до и после занятия дайвингом. Детям объяснялось, что запись ЭЭГ абсолютно безвредна и безболезненна. Во время исследования ребенок находился в удобном кресле в расслабленном состоянии. Регистрация ЭЭГ осуществлялась хлорсеребряными чашечковыми электродами, расположенными на поверхности головы в соответствии с требованиями международной системы 10–20 при закрытых (ГЗ) и открытых глазах (ГО). Одним из важных компонентов биоэлектрической активности головного мозга является альфа-ритм, который хорошо выражен только при отсутствии зрительных раздражителей. В качестве основной характеристики состояния мозга использовалась

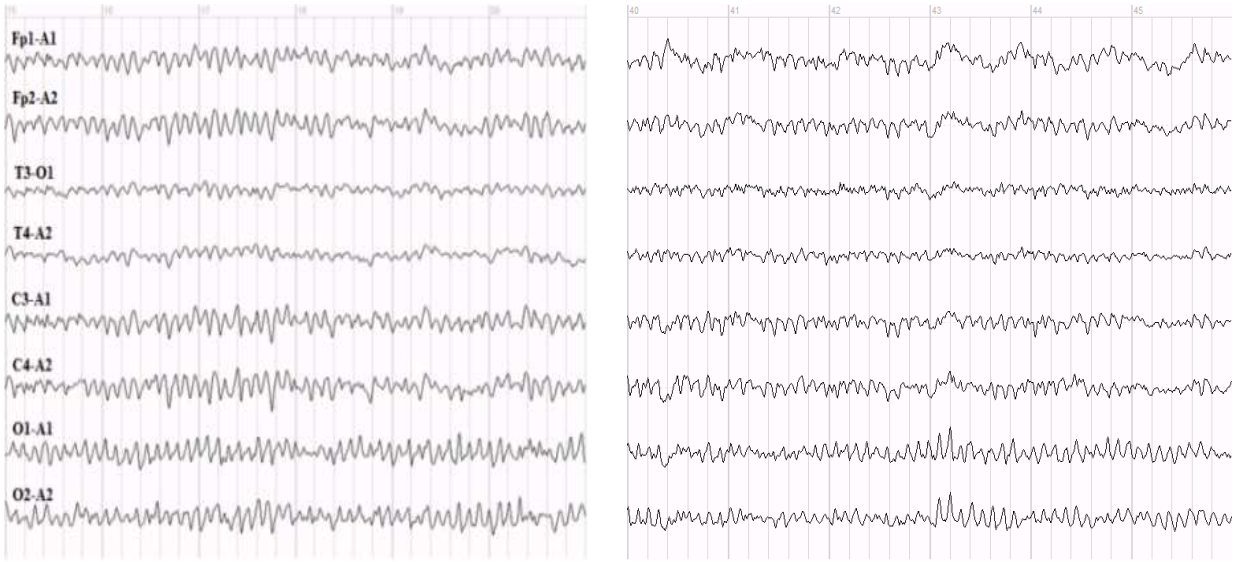
реакция активации, определяемая по депрессии альфа-ритма у испытуемого при открытии глаз [2]. Проводился визуальный анализ ЭЭГ, изучалась мощность ЭЭГ (мкВ^2) в альфа-диапазоне (8-13 Гц) биоэлектрической активности головного мозга. Для анализа использовались безартефактные эпохи ЭЭГ длительностью 6 с.

Полученный материал был обработан методами математической статистики. Сравнение групп по показателям проводилось методами непараметрической статистики с использованием критерия Вилкоксона. Результат считался достоверным при $P<0,05$. Значения параметров в работе представлены как M±m.

Результаты исследования и их обсуждение

Визуальный анализ ЭЭГ в конце курса обучения дайвингу выявил, что у детей в состоянии спокойного бодрствования до погружения под воду с аквалангом альфа-ритм локализовался в затылочных долях обоих полушарий головного мозга с амплитудой 50-60 мкВ и частотой 10 Гц. При открывании глаз на ЭЭГ регистрировалась хорошо выраженная реакция активации, то есть снижение амплитуды и мощности альфа-ритма, а также появление низкоамплитудного бета-ритма. Также выявлено, что альфа-ритм при этом локализовался в теменных областях коры головного мозга. Амплитуда волн составляла 40 мкВ.

После занятия дайвингом на ЭЭГ визуально отмечалось увеличение амплитуды альфа-волн до 70 мкВ. При этом альфа-ритм локализовался в теменных и затылочных областях коры головного мозга (рис. 1). Роста мощности тета- и дельта-ритмов в конце курса обучения дайвингу зарегистрировано не было.



А Б

Рис. 1. Электроэнцефалограмма ребенка М. после погружения под воду с аквалангом, в конце курса обучения (А – ГЗ; Б – ГО)

Анализ ЭЭГ, проведенный в конце курса обучения дайвингу, показал, что после погружения в состоянии расслабленного бодрствования с закрытыми глазами отмечалось достоверное увеличение (P<0,05) мощности альфа-ритма в лобной доли правого полушария (Fp2-A2 до дайвинга 0,88±0,10; после дайвинга 1,02±0,12 мкВ^2), височной доли левого полушария (T3-A1 до дайвинга 0,45±0,08; после дайвинга 0,78±0,10 мкВ^2), теменных и затылочных долях обоих полушарий головного мозга (табл. 1).

Таблица 1

Сравнение мощности альфа-ритма (мкВ^2) у детей 12 лет при обучении их дайвингу (глаза закрыты, M±m)

Отведения	Альфа-ритм			
	начало курса обучения		конец курса обучения	
	до дайвинга, ГЗ	после дайвинга, ГЗ	до дайвинга, ГЗ	после дайвинга, ГЗ
Fp1-A1	0,68±0,05	0,98±0,13	0,86±0,02	0,97±0,13
Fp2-A2	0,71±0,13	1,00±0,19	0,88±0,10	1,02±0,12*
T3-A1	0,30±0,05	0,57±0,10	0,45±0,08	0,78±0,10* **
T4-A2	0,55±0,10	0,64±0,10	0,49±0,09	0,77±0,10
C3-A1	1,31±0,20	2,22±0,54*	1,42±0,27	2,41±0,54*
C4-A2	1,36±0,30	2,08±0,39*	1,41±0,20	2,21±0,40*
O1-A1	3,01±0,60	4,88±0,70*	3,81±0,70	5,41±0,70*
O2-A2	4,66±0,70	5,83±0,80*	4,35±0,40	6,20±0,60*

Примечание: * P<0,05 достоверность по сравнению с данными до дайвинга

** P<0,05 по сравнению с данными начала курса обучения дайвингу

При проведении функциональной пробы (открытие глаз) отмечалось достоверное увеличение (P<0,05) мощности альфа-ритма во всех областях коры головного мозга, за исключением теменной доли левого полушария (табл. 2).

Таблица 2

Сравнение мощности альфа-ритма (мкВ^2) у детей 12 лет при обучении их дайвингу (глаза открыты, M±m)

Отведения	Альфа-ритм			
	начало курса обучения		конец курса обучения	
	до дайвинга, ГО	после дайвинга, ГО	до дайвинга, ГО	после дайвинга, ГО
Fp1-A1	0,20±0,03	0,40±0,04	0,18±0,01	0,63±0,08*
Fp2-A2	0,19±0,03	0,36±0,05	0,24±0,03	0,71±0,10* **
T3-A1	0,10±0,01	0,20±0,04	0,11±0,03	0,40±0,05* **

T4-A2	0,14±0,03	0,27±0,06	0,11±0,03	0,40±0,08*
C3-A1	0,40±0,10	0,61±0,20	0,43±0,10	0,42±0,10
C4-A2	0,40±0,02	0,63±0,03	0,43±0,10	0,89±0,10*
O1-A1	0,39±0,10	0,69±0,10	0,30±0,07	0,85±0,20*
O2-A2	0,33±0,06	0,59±0,10	0,40±0,03	0,84±0,10*

Примечание: * P<0,05 по сравнению с данными до дайвинга

** P<0,05 по сравнению с данными начала курса обучения дайвингу

В ранее проведенном исследовании показано, что в начале курса обучения дайвингу после подводного погружения с аквалангом отмечалось распространение альфа-ритма с локализацией его максимума в теменно-затылочных областях коры головного мозга. При открытии глаз отмечалась достаточно выраженная реакция активации, снижение амплитуды альфа-ритма [1]. Результаты настоящего исследования показали, что в конце курса обучения детей дайвингу после подводного погружения с аквалангом биоэлектрическая активность головного мозга в альфа-диапазоне в покое при закрытых глазах достоверно увеличилась во всех областях коры головного мозга.

Известно, что четкий и устойчивый альфа-ритм у детей в 10-12-летнем возрасте в 50% случаев локализуется в затылочно-теменных областях коры головного мозга. Кроме того, альфа-ритм может регистрироваться в центральных и лобных областях. В данном возрасте у детей альфа-ритм имеет частоту до 10 Гц и амплитуду до 90 мкВ [5]. Известно также, что у здорового человека в состоянии спокойного бодрствования при отсутствии внешних раздражителей наибольшие значения альфа-ритма регистрируются в затылочных долях головного мозга. Снижение мощности или десинхронизация альфа-ритма возникает при повышении уровня функциональной активности мозга, например при открытии глаз, напряженном внимании, чувстве страха и ощущении боли [2].

Установлено, что у водолазов после неврологической декомпрессионной болезни происходит патологическое изменение биоэлектрической активности головного мозга [7]. При таких изменениях на ЭЭГ регистрируются диффузная медленноволновая активность, эпилептические знаки, а также могут отмечаться эпилептиформные припадки [10]. Результаты проведенного исследования показали, что в процессе курса обучения детей дайвингу патологических изменений в биоэлектрической активности головного мозга зарегистрировано не было.

В исследованиях [3; 4] установлено, что неблагоприятная экологическая обстановка в некоторых регионах нашей страны вызывает напряжение адаптационно-приспособительных реакций организма человека. В современном мире наиболее неблагоприятным фактором, негативно влияющим на здоровье людей, является окружающая среда. Поэтому проблема укрепления здоровья населения имеет первостепенное значение. Важно отметить, что

занятия дайвингом позволяют оптимизировать состояние здоровья, работоспособность и занимают особое место в системе оздоровления организма человека. Известно также, что занятия дайвингом положительно влияют на центральную нервную систему и деятельность головного мозга человека, увеличивают общую устойчивость организма к действию факторов среды.

Выводы

1. Исследования показали, что при однократном погружении под воду с аквалангом у детей 12 лет происходит достоверное увеличение мощности альфа-ритма в теменных и затылочных долях обоих полушарий головного мозга. Установлено также, что в конце курса обучения дайвингу после подводного погружения с аквалангом у детей отмечается увеличение мощности альфа-ритма во всех областях коры обоих полушарий головного мозга. Принимая во внимание то, что хорошо выраженный на ЭЭГ альфа-ритм отражает сбалансированность адаптивных механизмов организма, можно сделать заключение о благоприятном влиянии занятий дайвингом на функцию центральной нервной системы детей.

2. Количественный анализ характеристик альфа-ритма у людей, занимающихся дайвингом, является важным показателем функционального состояния головного мозга и может быть использован для объективной оценки состояния подводников. Целесообразно сочетать ЭЭГ с другими методами оценки центральной нервной системы (клиническими, физиологическими, психологическими). Такой подход, по нашему мнению, позволит не только дать объективную характеристику состояния подводников, но и углубить представления о механизмах развития патологических процессов у человека в условиях гипербарической среды.

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. – 2012. – № 2 (114). – С. 92–96.

2. Зенков Л.Р. Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии). Руководство для врачей. – 5-е изд. – М. : МЕДпрессинформ, 2012. – 356 с.

3. Ляпин В.А. Сравнительная характеристика показателей потерь здоровья населения разных возрастных групп // Здоровье населения и среда обитания : информ. бюллетень. – 2004. – № 8 (137). – С. 9–12.

4. Ляпин В.А. Здоровье населения промышленного центра Западной Сибири // Сибирь-Восток : всеросс. мед. науч.-произв. журн. – 2003. – № 7 (67). – С. 17–19.
5. Сергеева Е.Г. Возрастные особенности функционального развития мозга у школьников, проживающих в условиях Европейского Севера : дис. ... канд. биол. наук. – СПб., 2009. – 168 с.
6. 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.
7. Bjornstad J., Nyland H., Skeidsvoll H., Aanderud L., Eidsvik S. Neurologic decompression sickness in sports divers // Tidsskr Nor Laegeforen. – 2002. – 122. – P. 1649–1651.
8. Mollerlokken 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. – V. 112, № 2. – P. 401-409.
9. 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.
10. Rüegger M. Schwarb D. Berufliches Tauchen und Arbeiten im Überdruck. – Luzern : Suva, Abt. Arbeitsmedizin, 2012. – 98 p.

Рецензенты:

Чернышев А.К., д.м.н., профессор кафедры «Детская хирургия», Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Омская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г.Омск.

Ляпин В.А., д.м.н., профессор кафедры «Анатомия, физиология, спортивная медицина и гигиена», Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта» Министерства спорта Российской Федерации, г.Омск.