

УДК 616-008.61-053.5:612.014.421.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЧЕТАННОГО ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКОГО ТРЕНИНГА БИОУПРАВЛЕНИЯ ПРИ КОРРЕКЦИИ СДВГ У ДЕТЕЙ 6–9 ЛЕТ

Сапина Е.А.

НИИ молекулярной биологии и биофизики СО РАМН, г. Новосибирск

РЕЗЮМЕ

Представлено исследование эффективности применения сочетанного электроэнцефалографического (ЭЭГ) и электромиографического (ЭМГ) тренинга у детей с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ). Для достижения цели исследования сравнивались три группы испытуемых до и после тренинга и через 6 мес по окончании тренинга. Дети 6–9 лет с СДВГ составили две группы: группа А прошла 10 сеансов сочетанного тренинга биоуправления (ЭЭГ- и ЭМГ-тренинг), а группа В прошла стандартный ЭЭГ-тренинг снижения соотношения мощности тета- и бета-ритмов. В третью, контрольную, группу вошли здоровые дети. Результаты показали эффективность сочетанного ЭЭГ- и ЭМГ-тренинга для повышения уровня самоконтроля, снижения тревожности и снижения мышечного напряжения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЭЭГ, ЭМГ, СДВГ, тета-ритм, бета-ритм, биологическая обратная связь, самоконтроль, тревожность.

Введение

Синдром дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ) определяется по МКБ-10 как полиморфное поведенческое расстройство, ключевыми критериями которого являются высокий уровень невнимания, импульсивность и гиперактивность. В настоящее время данное расстройство становится одним из наиболее распространенных нарушений среди детей и подростков. По данным Американской психиатрической ассоциации, СДВГ страдают от 3 до 7% несовершеннолетних [5]. Среди общего числа психоневрологических нарушений синдром дефицита внимания с гиперактивностью наблюдается у 20–30% детей и подростков [3]. В России диагноз «синдром дефицита внимания и гиперактивности» есть примерно у 2 млн детей [2]. Начиная с работы Любар [9], тренинг биоуправления зарекомендовал себя в качестве наиболее эффективного немедикаментозного метода коррекции СДВГ. По мере изучения особенностей этого синдрома определилось его разнообразие в проявлениях, в связи с чем возникла необходимость в индивидуализации протокола тренинга в зависимости от исходного уровня

мышечного напряжения, тревожности, невнимания и степени выраженности этих проявлений.

В стандартном протоколе [10] электроэнцефалографического (ЭЭГ) тренинга традиционно используется снижение мощности тета-ритма и повышение мощности бета-ритма. Любар впервые определил, что значение отношения мощности тета-ритма ЭЭГ к мощности бета-ритма больше единицы является основным признаком любого типа СДВГ [8]. Дальнейшие исследования показали высокую диагностическую значимость этого признака [10]. Также было отмечено, что у детей с СДВГ в состоянии покоя наблюдается повышенное мышечное напряжение [9]. Эти наблюдения были подтверждены в работе Potashkin, который проводил тренинги на снижение мышечного напряжения (электромиографический (ЭМГ) тренинг) у детей с СДВГ и показал их эффективность [11]. В работе Bakhshayesh проведено сравнение эффективности ЭЭГ- и ЭМГ-тренинга [6]. С точки зрения улучшения отдельных симптомов СДВГ показано, что при ЭМГ-тренинге преимущественно снижаются показатели гиперактивности и импульсивности, а при ЭЭГ-тренинге преимущественно улучшаются показатели внимания. Вышеуказанное исследование проводилось на выборке детей 6–14 лет, хотя установлено, что в разных детских возрастных груп-

✉ Сапина Елена Александровна, тел. 8 (383) 255-74-70;
e-mail: cdoastrum@mail.ru

пах признаки СДВГ проявляются по-разному и требуют различного подхода в коррекции [7]. Возможно, что разные типы тренингов обратной связи могут иметь неодинаковое воздействие на испытуемых разных возрастных групп.

Исследования же по включению в контур обратной связи одновременно двух параметров – ЭМГ и ЭЭГ – у детей с СДВГ отсутствуют. Тем не менее как научный, так и практический интерес представляет задача оценки эффективности сочетанного ЭЭГ- и ЭМГ-тренинга у детей 6–9 лет, а также оценка пролонгированного действия этого тренинга.

Исходя из вышеизложенного, была поставлена цель настоящей работы – исследование эффективности сочетанного ЭЭГ-тренинга на снижение соотношения мощности тета- и бета-ритмов и ЭМГ-тренинга, направленного на снижение мышечного напряжения для коррекции СДВГ у детей 6–9 лет. При этом были определены следующие задачи: а) изучение эффекта сочетанного ЭЭГ- и ЭМГ-тренинга; б) получение результата в одной возрастной группе детей 6–9 лет; в) изучение длительности действия эффекта тренинга.

Материал и методы

В исследовании принял участие 21 ребенок: мальчики и девочки в возрасте от 6 до 9 лет с диагнозом «синдром дефицита внимания с гиперактивностью». Испытуемые были разделены на две группы – А и В по 11 и 10 детей соответственно. Группы не различались по возрасту, по типу СДВГ, начальному интегративному показателю внимания, уровням тревожности, самоконтроля и мышечного напряжения. Испытуемые группы А проходили двойной тренинг (ЭЭГ и ЭМГ), группы В – только ЭЭГ-тренинг.

Дизайн эксперимента включал в себя предварительное психометрическое тестирование и запись психофизиологических показателей для всех групп. Далее в группе А было проведено 10 сеансов тренинга нейробиоуправления, где перед испытуемыми была поставлена двойная задача: одновременно снижать соотношение мощности тета- и бета-ритмов и уровень мышечного напряжения. В группе В было проведено 10 сеансов тренинга нейробиоуправления, в котором перед испытуемыми ставилась одна задача – снижать уровень отношения мощности тета- и бета-ритмов, при этом велась регистрация интегральной электромиограммы без сигнала обратной связи. По окончании 10 сеансов в каждой группе повторно проводились психометрические тесты и психофизиологические измерения. Через 6 мес обе группы были протестированы снова.

Психометрическое тестирование включало тест на оценку внимания (корректирующая проба) [1], а также тест на тревожность Р. Тэмбла [4]. В качестве оценки самоконтроля использовалась модификация Стенфордского теста (Marshmallow-test) [12]. Также было проведено анкетирование родителей.

Регистрация ЭЭГ проводилась в спокойном состоянии и во время когнитивной нагрузки для определения тета-бета-соотношения в качестве показателя дефицита внимания с помощью программно-аппаратного комплекса «БОСЛАБ» с модулем БИ-012 по точкам Pz и Cz (монополярное отведение). Также велась регистрация интегральной электромиограммы. Каждая сессия тренинга длилась 16 мин, при этом предварительно регистрировались ЭЭГ и ЭМГ в состоянии покоя и во время когнитивной нагрузки.

Статистическая обработка данных проводилась в пакете Statistica 8. Результаты были обработаны с помощью *t*-критерия Стьюдента. Количественные данные были представлены в виде $M \pm m$, где M – среднее арифметическое выборки, m – ошибка среднего. В качестве достоверных рассматривались эффекты на уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты

В группе А с сочетанным ЭЭГ- и ЭМГ-тренингом уровень самоконтроля значимо повысился по сравнению с группой, где проводился исключительно ЭЭГ-тренинг на снижение соотношения мощности тета- и бета-ритмов. Через 6 мес при повторном проведении тестирования данный показатель остался на прежнем уровне, а статистически значимое различие между группами сохранилось ($p < 0,001$) (рис. 1, 2). Таким образом, сочетанный ЭЭГ- и ЭМГ-тренинг оказался более эффективным по сравнению со стандартным ЭЭГ-тренингом, причем эффект сохранился в течение 6 мес.

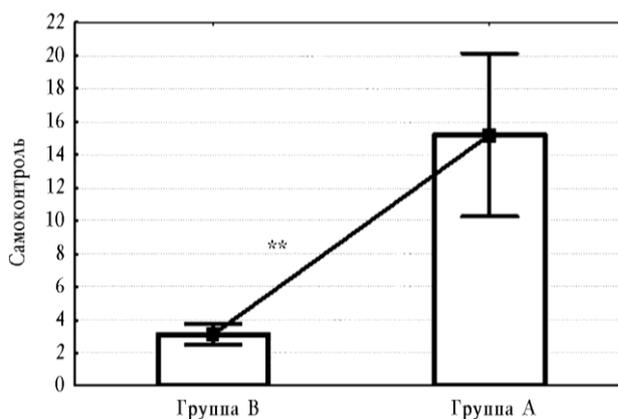


Рис. 1. Сравнение показателей самоконтроля после курса биоуправления

управления в группе с сочетанным ЭЭГ- и ЭМГ-тренингом (группа А) с группой со стандартным ЭЭГ-тренингом (группа В) ($p < 0,001$)

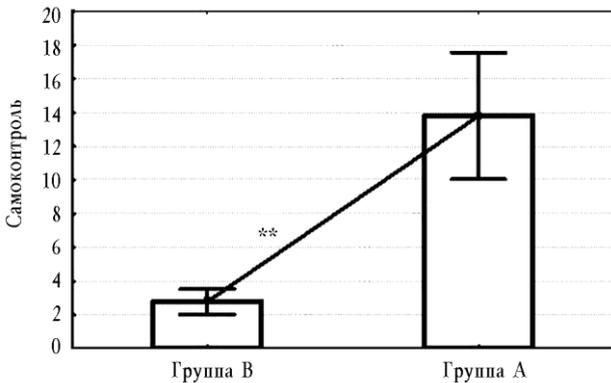


Рис. 2. Сравнение показателей самоконтроля через 6 мес после курса биоуправления в группе с сочетанным ЭЭГ- и ЭМГ-тренингом (группа А) с группой со стандартным ЭЭГ-тренингом (группа В) ($p < 0,001$)

Анализ результатов теста Теммла показал, что у испытуемых группы А, перед которыми ставилась задача снижения мышечного напряжения и соотношения мощности тета- и бета-ритмов во время тренингов обратной связи, значительно снизился уровень тревожности по сравнению с группой В, участники которой должны были снижать исключительно соотношения мощности тета- и бета-ритмов ($p < 0,01$) (рис. 3). Тестирование, проведенное через 6 мес после окончания курса биоуправления, не показало значимого различия между этими группами, что, возможно, говорит о необходимости увеличения количества сессий тренинга, либо отражает влияние факторов среды, нивелирующих коррекционный эффект.

Сопоставление результатов по тесту «Корректирующая проба» в группах А и В до и после проведения курса тренинга выявило значимое улучшение внимания по интегральному показателю в обеих группах ($p < 0,01$). При тестировании через 6 мес этот эффект сохранился.

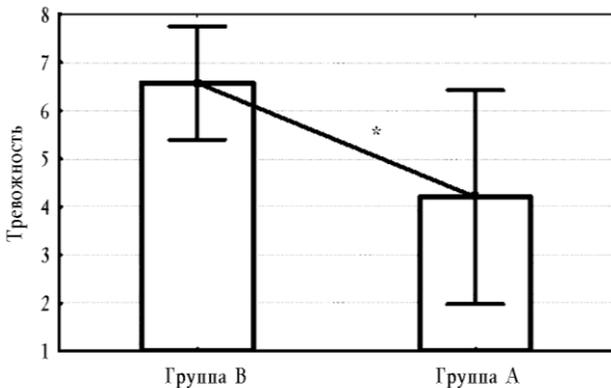


Рис. 3. Сравнение уровня тревожности по тесту Теммла в группе с сочетанным ЭЭГ- и ЭМГ-тренингом (группа А) с группой со стандартным ЭЭГ-тренингом (группа В) ($p < 0,01$)

Уровень мышечного напряжения у испытуемых группы А после курса значительно изменился по сравнению с испытуемыми группы В ($p < 0,001$) (рис. 4). Этот результат сохранился в течение 6 мес на том же уровне значимости ($p < 0,001$) (рис. 5). Данный результат подтверждает эффективность использования тренинга снижения ЭМГ для детей с СДВГ, причем результат сохраняется довольно длительное время. Таким образом, решается одна из значимых проблем СДВГ – снижение мышечного напряжения.

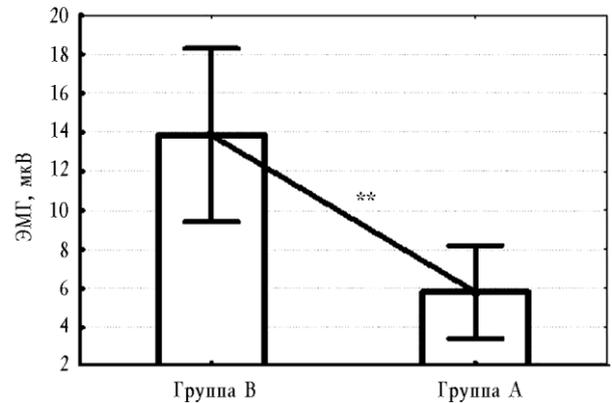


Рис. 4. Сравнение уровня мышечного напряжения после курса биоуправления в группе с сочетанным ЭЭГ- и ЭМГ-тренингом (группа А) с группой со стандартным ЭЭГ-тренингом (группа В) ($p < 0,001$)

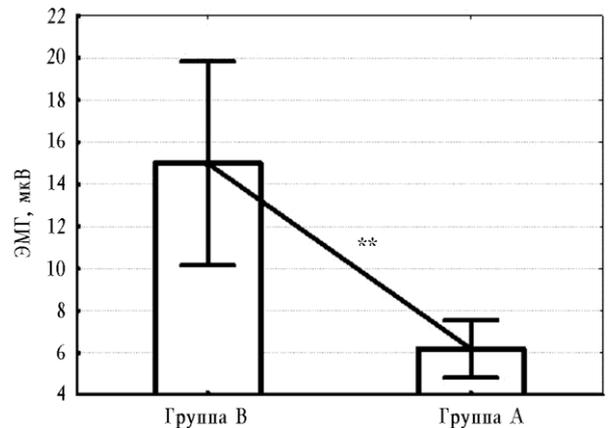


Рис. 5. Сравнение уровня мышечного напряжения через 6 мес после курса биоуправления в группе с сочетанным ЭЭГ- и ЭМГ-тренингом (группа А) с группой со стандартным ЭЭГ-тренингом (группа В) ($p < 0,001$)

Сравнение соотношения мощности тета- и бета-ритмов в группах А и В до и после проведения курсов тренингов продемонстрировало значимое снижение этого показателя в обеих группах ($p < 0,01$). Тестирование после 6 мес по окончании тренинга показа-

ло сохранение этого эффекта. Полученный результат соответствует литературным данным, т.е. оба типа тренинга дают эффект снижения основного ЭЭГ-показателя СДВГ – соотношения мощности тета- и бета-ритмов.

Обсуждение

Предыдущие исследования описывали высокое или повышенное мышечное напряжение у детей с СДВГ как значимый фактор. В то же время одновременное использование снижения мышечного напряжения и соотношения мощности тета- и бета-ритмов в контуре обратной связи для целей коррекции СДВГ ранее не изучалось. В данном исследовании показано, что по сравнению с традиционным ЭЭГ-тренингом при СДВГ ЭЭГ-тренинг с использованием целенаправленного снижения мышечного напряжения влияет на определенные психологические характеристики в большей степени.

Так, повышение уровня самоконтроля с последующим сохранением эффекта в течение 6 мес оказалось более выраженным в группе А. Вероятно, именно одновременное выполнение двух задач тренинга способствует улучшению показателей самоконтроля.

Изменение уровня тревожности к концу курса тренинга также оказалось важной характеристикой сочетанного ЭЭГ- и ЭМГ-тренинга.

Значительное снижение уровня мышечного напряжения является закономерным результатом тренинга. Непосредственно во время проведения сессий наблюдался рост мышечного напряжения у испытуемых группы В, в которой проводился тренинг снижения соотношения мощности тета- и бета-ритмов. Вероятно, это происходило потому, что дети очень старались решить поставленную задачу и поэтому чрезмерно напрягались. Вследствие отсутствия дополнительного контроля ЭМГ в этой группе испытуемые не могли самостоятельно снизить мышечное напряжение и, как правило, довольно часто описывали свое субъективное состояние как чрезмерную усталость. Это явление полностью отсутствовало в группе А, в которой дети целенаправленно должны были снижать мышечное напряжение в дополнение к снижению соотношения мощности тета- и бета-ритмов.

Заключение

Разнообразие проявления синдрома дефицита внимания с гиперактивностью постоянно требует совершенствования технологии биоуправления, а также повышения уровня ее эффективности для приспособления коррекционной работы к различным типам и степени тяжести синдрома.

Результаты данного исследования показали более высокую эффективность тренинга нейробиоуправления, если перед испытуемыми ставится дополнительная задача контроля мышечного напряжения. При этом эффект относится преимущественно к таким показателям, как самоконтроль, тревожность и снижение мышечного напряжения. Таким образом, не только тета-бета-соотношение, но и уровень мышечного напряжения должны быть использованы в качестве управляемых параметров при коррекции СДВГ. Еще один важный вывод связан с тем, что эффект сочетанного тренинга сохраняется, по крайней мере, до 6 мес для таких параметров, как самоконтроль и уровень мышечного напряжения.

Представляется необходимым изучение влияния социальных факторов, а также нахождение критерия определения необходимого и достаточного количества сеансов для длительного сохранения эффекта тренинга биоуправления в зависимости от индивидуальных особенностей протекания СДВГ.

Литература

1. *Корректирующая проба (тест Бурдона)* // Альманах психологических тестов. М.: КСП, 1995. С. 107–111.
2. *Мальшиев В.Г.* Основные способы коррекции ADHD-синдрома. М.: Спутник, 2008. 5 с.
3. *Сороко С.И., Трубочев В.В.* Нейрофизиологические и психофизиологические основы адаптивного биоуправления. СПб.: Политехника-сервис, 2010. 392 с.
4. *Тест тревожности (Р. Тэмпл, М. Дорки, В. Амен)* // И.Б. Дерманова. Диагностика эмоционально-нравственного развития. СПб.: Речь, 2002. С. 19–28.
5. *American Psychiatric Association.* Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders // Fourth Edition, Text Revision. Washington, DC: American Psychiatric Association, 2000.
6. *Bakhshayesh A.R., Hänsch S., Wyschkon A., Rezaei M.J., Esser G.* Neurofeedback in ADHD: a single-blind randomized controlled trial // *European Children and Adolescent Psychiatry.* 2011. V. 2. P. 481–491.
7. *Barkley R.A.* Attention deficit hyperactivity disorder: A handbook for diagnosis and treatment. New York: Guilford, 2006.
8. *Lubar J.F.* Discourse on the development of EEG diagnostics and biofeedback for attention deficit/hyperactivity disorders // *Applied Psychophysiology and Biofeedback.* 1991. V. 3. P. 201–225.
9. *Lubar J.F., Shouse M.* EEG and behavioral changes in hyperkinetic child concurrent with training of the sensorimotor rhythm (SMR): A preliminary report // *Biofeedback and Self Regulation.* 1976. V. 1. P. 293–306.
10. *Monastra V.J., Lubar J.F., Linden M., VanDeusen P., Green G., Wing W.* Assessing attention deficit hyperactivity disorder via quantitative electroencephalography: An initial validation study // *Neuropsychology.* 1999. V. 13. P. 424–454.
11. *Potashkin B.D., Beckles N.* Relative efficacy of ritalin and biofeedback treatments in the management of hyperactivity // *Biofeedback and Self Regulation.* 1990. V. 4. P. 305–320.
12. *Walter M., Ebbesen E.B., Zeiss A.R.* Cognitive and attentional mechanisms in delay of gratification // *J. of Personality and Social Psychology.* 1972. V. 2. P. 204–218.

Поступила в редакцию 22.11.2012 г.

Утверждена к печати 07.12.2012 г.

Сапина Елена Александровна (✉) – научный сотрудник НИИ молекулярной биологии и биофизики СО РАМН (г. Новосибирск)

✉ Сапина Елена Александровна, тел. 8 (383) 255-74-70; e-mail: cdoastrum@mail.ru

NEUROFEEDBACK AND EMG TRAINING COMBINING EFFICIENCY STUDY IN 6–9 YEARS OLD ADHD CHILDREN

Sapina Ye.A.

Russian Medical Science Academy Siberian Branch, Molecular Biology and Biophysics Research Institute, Novosibirsk, Russian Federation

ABSTRACT

The research goal was to study neurofeedback and EMG combining training efficiency in ADHD children. To achieve the goal three groups were compared before and after training and six months later. Experimental group included ADHD children 6–9 years old. It was divided into two: group A trained theta-beta ratio and muscle tension decrease simultaneously while group B trained only theta-beta ratio decrease. Control group included healthy children. The results showed significant effect of combined EEG and EMG training for self-control improvement, anxiety and muscle tension decrease in comparison with standard EEG training.

KEY WORDS: EEG, EMG, ADHD, theta-rhythm, beta-rhythm, biofeedback, self-control, anxiety.

Bulletin of Siberian Medicine, 2013, vol. 12, no. 2, pp. 161–165

References

1. Correction test (test Bourdon). *Almanac of psychological tests*. Moscow, 1995. Pp. 107–111 (in Russian).
2. Malyshev V.G. *The main methods of correction of ADHD syndrome*. Moscow, Sputnik Publ., 2008. 5 p. (in Russian).
3. Soroko S.I., Trubachev V.V. *Neurophysiological and psychophysiological bases of adaptive biomanagement*. St. Petersburg. Polytechnic-service Publ., 2010. 392 p. (in Russian).
4. Test anxiety. I.B. Dermnova. *Diagnosis of emotional-moral development*. St. Petersburg. Rech Publ., 2002. Pp. 19–28 (in Russian).
5. American Psychiatric Association. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. Fourth Edition, Text Revision*. Washington, DC: American Psychiatric Association, 2000.
6. Bakhshayesh A.R., Hänsch S., Wyschkon A., Rezaei M.J., Esser G. Neurofeedback in ADHD: a single-blind randomized controlled trial. *European Children and Adolescent Psychiatry*, 2011, vol. 2, pp. 481–491.
7. Barkley R.A. *Attention deficit hyperactivity disorder: A handbook for diagnosis and treatment*. New York, Guilford, 2006.
8. Lubar J.F. Discourse on the development of EEG diagnostics and biofeedback for attention deficit/hyperactivity disorders. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 1991, vol. 3, pp. 201–225.
9. Lubar J.F., Shouse M. EEG and behavioral changes in hyperkinetic child concurrent with training of the sensorimotor rhythm (SMR): A preliminary report. *Biofeedback and Self Regulation*, 1976, vol. 1, pp. 293–306.
10. Monastra V.J., Lubar J.F., Linden M., VanDeusen P., Green G., Wing W. Assessing attention deficit hyperactivity disorder via quantitative electroencephalography: An initial validation study. *Neuropsychology*, 1999, vol. 13, pp. 424–454.
11. Potashkin B.D., Beckles N. Relative efficacy of ritalin and biofeedback treatments in the management of hyperactivity. *Biofeedback and Self Regulation*, 1990, vol. 4, pp. 305–320.
12. Walter M., Ebbesen E.B., Zeiss A.R. Cognitive and attentional mechanisms in delay of gratification. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1972, vol. 2, pp. 204–218.

Sapina Yelena A., Molecular Biology and Biophysics Research Institute, Novosibirsk, Russian Federation

✉ Sapina Yelena A., Ph.: +7 (383) 255-74-70; e-mail: cdoastrum@mail.ru