

УДК 796;725.54.055:615.8;615.851.1

ИНДЕКСЫ ФОНОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ СПОРТСМЕНОВ С ДОМИНИРОВАНИЕМ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО МОДУЛЯТОРА СЕРДЕЧНОГО РИТМА И КУМУЛЯТИВНЫЙ ЭФФЕКТ НЕЙРОБИОУПРАВЛЕНИЯ

Еремеев С.И., Еремеева О.В., Харитонова Л.Г., Кормилец В.С.

ГОУ ВПО «Югорский государственный университет», Ханты-Мансийск
sergerem@list.ru

Проведен анализ кумулятивного эффекта на величину индексов электроэнцефалограммы нейробиоуправления по спектральной мощности альфа ритма в отведении С3-А1 у спортсменов высокой квалификации, у которых в подготовительном и соревновательном периоде относительная мощность спектра сердечного ритма в диапазоне очень низкой частоты превышала популяционную норму. Обнаружено генерализованное изменение индексов электроэнцефалограммы во всех стандартных частотных диапазонах как в локусе отбора сигнала для биологической обратной связи, так и за его пределами.

Ключевые слова: спортивная медицина, мозг, количественная электроэнцефалография, индексы, вариабельность ритма сердца, нейробиоуправление, альфа ритм, восстановительное лечение.

Введение

Диагностика и регуляция состояния здоровья и функционального состояния спортсменов в современной спортивной медицине является одной из центральных проблем [7]. Регуляция функционального состояния нервной системы спортсменов возможна средством нейробиоуправления [9]. Исследователи отмечают диагностическую ценность анализа количественных электроэнцефалограмм у спортсменов для оценки их функционального состояния в соревновательном периоде [3] и при развитии локального мышечного утомления [8]. Функциональное состояние человека может быть

описано как «специфические типы связей осцилляторных процессов на центральном и периферическом уровнях». Периферический уровень представлен сердечным ритмом, который находится под модулирующим контролем как минимум трех ритмически работающих осцилляторов, поэтому в его спектре обычно выделяют три зоны частотной модуляции периода сердечного цикла: метаболическую, сосудистую и дыхательную. Центральный уровень представлен ритмической активностью головного мозга [2]. Актуальность исследования обусловлена тем, что недостаточно подробно изучены эффекты восстановительного лечения средством

нейробиоуправления на функциональное состояние спортсменов с повышенным уровнем влияния метаболического модулятора сердечного ритма и фрагментарны сведения об особенностях связи осцилляторных процессов на центральном и периферическом уровнях в указанной группе спортсменов.

Целью исследования было получение новых сведений о кумулятивном эффекте нейробиоуправления по данным о величине индексов фоновой электроэнцефалограммы спортсменов с доминированием метаболического модулятора сердечного ритма.

Материал и методы исследования

Одноцентровое проспективное исследование выполнено по доэкспериментальному дизайну [5]. Участники исследования проходили предварительное тестирование, воздействие и итоговое тестирование (ретест). Критерии включения в выборку: активно тренирующиеся спортсмены различных специализаций; квалификация от 1-го разряда и выше; возраст от 17 до 27 лет включительно, состояние здоровья соответствует 1, 2, 3 медицинской группе, пол — любой, ритм сердца — синусовый, воздержание от приема возбуждающих напитков более 8 часов, курения — 3 часов, сон — более 7 часов. Критерии исключения из выборки: возраст менее 17 и более 27 лет; более 10% экстрасистол, несинусовый ритм сердца; таламический, стволовой тип ЭЭГ, ЭЭГ с признаками диффузного поражения мозга, поражения срединных структур и ствола мозга, поражения срединных или глубин-

ных структур полушарий, признаки поверхностного фокуса поражения мозга [4].

Экспериментальную группу составили 30 спортсменов, у которых доля метаболического модулятора в общей мощности спектра превышала уровень верхнего квартиля относительной спектральной мощности сердечного ритма в диапазоне очень низкой частоты — 42% у лиц женского пола и 45% у лиц мужского пола. Спортивную специализацию лыжные гонки имели 9, биатлон — 5, хоккей с шайбой — 5, рукопашный бой — 4, волейбол — 3, плавание — 2, бокс — 2 участника. Участники имели следующую спортивную квалификацию: МСМК — 1, МС — 14, КМС — 9, 1-й разряд — 6. Возраст участников исследования был $21,1 \pm 2,2$ года. Лица мужского пола — 22, женского пола — 8.

Оценка вариабельности ритма сердца (ВРС) проводилась в положении лежа при помощи электрокардиографа «Поли-Спектр-8/ЕХ» и программного пакета «Поли-Спектр-Ритм». Запись ритма сердца и анализ проводили по протоколу коротких записей [6]. Оценка биоэлектрической активности мозга (ЭЭГ) проводилась по стандартной методике при помощи 21-канального электроэнцефалографа «Нейрон-Спектр-5». Электроды располагались по международной схеме 10-20. В качестве референта (А) использовались электроды на мочках ушей. Регистрация ЭЭГ проводилась в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами (фоновая ЭЭГ). Анализ индексов ритма, а не спектральной мощности или когерентности продиктован стрем-

лением получить данные о закономерностях именно временной организации взаимодействия осцилляторов мозга, поскольку одним из информативных методов анализа состояний сложных систем считается анализ темпоральных паттернов [10]. Индексы усреднялись между участниками группы по отведениям. Поскольку при суммации потенциалов разнонаправленные случайные отклонения сглаживаются пропорционально квадратному корню числа наблюдений [1], усредненные данные представляют собой типичный групповой признак и лучше подходят для выявления эффектов воздействия.

Между предварительным и итоговым тестированием участники экспериментальной группы в своем тренировочном процессе получали восстановительное лечение в целях оптимизации функционального состояния (воздействие) в виде курса нейробиоуправления по спектральной мощности альфа ритма в отведении C_3-A_1 электроэнцефалограммы (НБУ). Сеансы НБУ проводились при помощи многоканального интерфейса биоуправления БИ-012. НБУ было направлено на увеличение спектральной мощности электроэнцефалограммы в диапазоне α -ритма. Курс НБУ состоял из 15 сеансов, проводившихся 1 раз в день микроциклами по 5 сеансов с перерывом на 2 дня [3]. Статистический анализ. Соответствие распределения нормальному закону оценивали по гистограммам распределения вариантов в сравнении с величиной ожидаемого нормального распределения и с использованием

Shapiro-Wilk W теста. Наличие эффекта от курса нейробиоуправления устанавливали с использованием парного теста Wilcoxon при уровне значимости различий $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Состояние осцилляторных процессов периферического уровня, выраженное в параметрах ВРС, до воздействия характеризовалось значимыми межиндивидуальными различиями. Частота сердечных сокращений (ЧСС) составляла $69,8 \pm 12,0$. Относительная спектральная мощность сердечного ритма в диапазоне очень низких частот (% VLF) составляла $54,4 \pm 8,6$ %; низкой частоты — $31,1 \pm 9,0$ %; высокой частоты (% HF) — $14,5 \pm 6,6$ %.

Среди показателей кардиоинтервалографии средняя длительность кардиоинтервалов, мода и медиана составили $0,89 \pm 0,16$ сек., вариационный размах составил $0,20 \pm 0,10$ сек. Амплитуда моды составила $50,50 \pm 14,97$ %. Индекс напряжения составил $142,6 \pm 53,8$.

После воздействия произошло значимое ($p < 0,05$) уменьшение ЧСС до $60,4 \pm 10,0$, относительной мощности спектра в диапазоне % VLF — до $39,9 \pm 12,8$. Средняя величина % VLF вошла в диапазон интерквартильного размаха, но при этом в группе увеличились меры рассеивания признака. Воздействие вызвало значимое увеличение относительной спектральной мощности сердечного ритма в диапазоне HF до $23,0 \pm 13,4$ % и в диапазоне LF — до

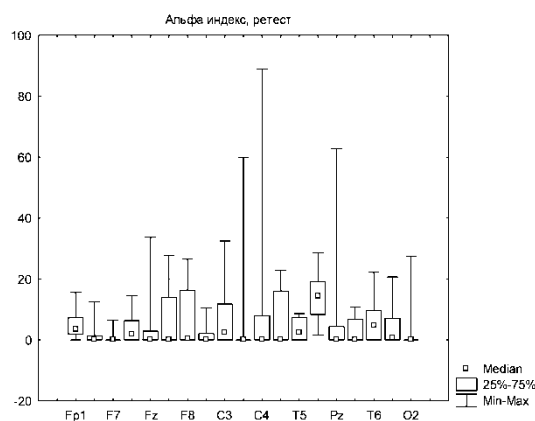
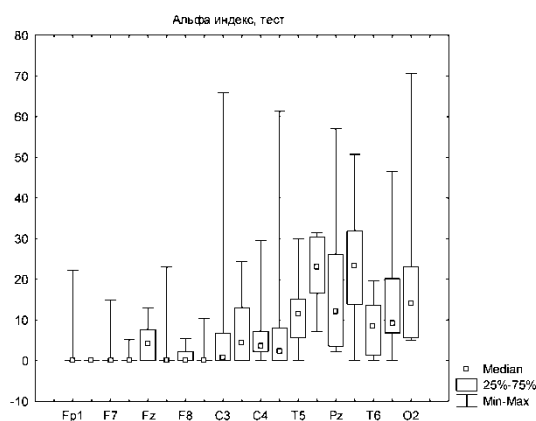
37,0 ± 13,4 %. Среди показателей кардиоинтервалографии увеличились все показатели центральной тенденции (среднее М, мода Мо, медиана Ме) до 1,01 ± 0,15 сек. Среди вторичных показателей вариационной пульсометрии значимые различия до и после воздействия обнаружены не были.

В фоновой электроэнцефалограмме спортсменов исследованной группы после воздействия ростокаудальный градиент индекса сгладился за счет повышения его в лобных и центральных отведениях (p<0,05), что сочеталось с увеличением спектральной мощности ритма сердца в диапазоне высокой частоты, что ранее отмечалось [2] как признак снижения стрессовой нагрузки.

После воздействия ростокаудальный градиент тета индекса сгладился за счет его повышения в лобных и центральных отведениях и понижения в центральных, парietальных и

окципитальных отведениях (p<0,05) до уровня 2-5 %. Уменьшились до 50-55 % и максимальные значения тета индекса.

Средние значения альфа индекса до воздействия имели заметный ростокаудальный градиент от 0 % в лобных отведениях до 24 % в парietальных отведениях. В 75 % наблюдений альфа индекс в парietальных отведениях превышал 30 %. Максимальное значение в 70 % было отмечено затылочных отведениях. После воздействия средние значения альфа индекса значительно увеличились в полюсных лобных и лобных отведениях F3, F4, F8. Значимое уменьшение альфа индекса было отмечено в парietальных и окципитальных отведениях и в отведении Т5. Ростокаудальный градиент сгладился в результате разнонаправленного изменения альфа индекса. Увеличилась дисперсия индекса (рисунок).



Пространственное распределение группового значения альфа индекса до (тест) и после (ретест) курса нейробиоуправления у спортсменов с доминированием метаболического модулятора сердечного ритма

Бета индекс в диапазоне 13 — 18 Гц значимо повысился в отведениях Fp1, Fp2, F3,

Fz, F8, T3, C3, T6. Значимое уменьшение было отмечено в затылочных отведениях и в

отведении Т5. В результате уменьшился рострокаудальный градиент по бета 1 индексу.

Среднее значение бета индекса в диапазоне 18 — 25 Гц значительно увеличилось в отведениях Fp1, Fp2, F3, Fz, F8, T3, C3, T4 и уменьшилось в отведениях T5, Pz, P4. Хотя уровень средних значений в большинстве наблюдений остался на уровне 2 %, максимальные значения бета 2 индекса увеличились с 6 до 13 %.

Таким образом, подтверждается кумулятивный эффект восстановительного воздействия, представленного курсом нейробиопроуправления по спектральной мощности альфа ритма головного мозга, на индексы ритмов электроэнцефалограммы у спортсменов высокой квалификации. Поскольку под влиянием курса нейробиопроуправления в различных областях головного мозга одновременно наблюдаются и процессы активации (в областях с невысоким уровнем индексов), и процессы деактивации осцилляторов (в областях с более высоким уровнем индексов,) то курс нейробиопроуправления можно рассматривать как воздействие, не столько стимулирующее тормозные или активирующие структуры мозга, сколько как воздействие, модулирующее работу этих структур.

Выводы

1) у спортсменов высокой квалификации с доминированием метаболического модулятора сердечного ритма особенно состоянием временных паттернов биоэлектрической активности мозга являются повышенные уровни дельта и тета индек-

сов в центральных, париетальных и окципитальных отведениях, а также выраженный рострокаудальный градиент осцилляторной активности с признаками депрессии в лобных долях в альфа и в бета диапазонах электроэнцефалограммы;

2) восстановительное лечение в виде курса нейробиопроуправления по спектральной мощности в альфа диапазоне электроэнцефалограммы вызывает значимый кумулятивный эффект во временных показателях фоновой биоэлектрической активности мозга у спортсменов высокой квалификации с доминированием метаболического модулятора сердечного ритма;

3) кумулятивный эффект представлен модулирующим активностью центральных осцилляторных процессов влиянием, проявляющимся во всех стандартных частотных диапазонах электроэнцефалограммы, а не только в альфа диапазоне, спектральная мощность которого была управляемым параметром биологической обратной связи;

4) кумулятивный эффект курса нейробиопроуправления представлен генерализованным в пространстве неокортекса модулирующим активностью осцилляторных процессов влиянием, которое прослеживается во всех отведениях, а не только в локусе, служившем источником управляющего сигнала биологической обратной связи.

Научное исследование проводится в рамках реализации федеральной целевой программы «Научные и научно-педаго-

гические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы.

Список литературы

1. Гнездицкий В.В. Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография (картирование и локализация источников электрической активности мозга). – М.: МЕДпресс-информ. – 2004. – 624 с.
2. Данилова Н.Н., Астафьев С.В. Внимание человека как специфическая связь ритмов ЭЭГ с волновыми модуляторами сердечного ритма // Журн. высш. нервн. деят. – 2000. – Т. 50. – Вып. 5. – С. 791 – 804.
3. Еремеев С.И., Еремеева О.В., Кормилец В.С. Динамика активности модуляторов ритма мозга у спортсменов в соревновательном периоде макроцикла по данным спектрального анализа количественных электроэнцефалограмм и ее регуляция средством нейробиоуправления // Вестн. Югорского ун-та. – 2008. – Т. 11, № 4. – С. 35–43.
4. Зенков Л.Р. Клиническая электроэнцефалография с элементами эпилептологии. 3-е изд. – М.: МЕДпресс-информ. – 2004. – 368 с.
5. Кэмпбелл Д. Модели экспериментов в социально-психологических и прикладных исследованиях. – С-Пб.: Социально-психологический центр. – 1996. – 390 с.
6. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. Изд. 2-е, перераб. и доп. – Иваново: Иван. гос. мед. академия. – 2002. – 290 с.
7. Перхуров А.М. Очерки донозологической функциональной диагностики в спорте / Под науч. ред. проф. Б.А. Поляева. – М.: РАСМИРБИ. – 2006. – 152 с.
8. Попова Т.В., Корюкалов Ю.И., Коурова О.Г. Вариабельность биоэлектрической активности мозга при различных состояниях спортсменов // Теория и практика физической культуры. – 2006. – № 8. – С. 20–22.
9. Тристан В.Г., Погадаева О.В. Нейробиоуправление в спорте. – Омск: Изд-во СибГАФК. – 2001. – 136 с.
10. Borrie A., Jonsson G.K., Magnusson M.S. Temporal pattern analysis and its applicability in sport: an explanation and exemplar data // J. Sports Sci. – 2002 – V. 20, № 10. – P. 845 – 852.

THE NEUROBIOFEEDBACK CUMULATIVE EFFECT ON THE ELECTROENCEPHALOGRAPHIC INDEXES IN THE HIGH QUALIFIED ATHLETES WITH THE DOMINANCE OF METABOLIC MODULATION OF HEART RATE VARIABILITY

Eremeev S.I., Eremeeva O.V., Kcharitonova L.G., Kormilez V.S.

Ugorsky state university, Khanty-Mansiysk, sergerem@list.ru

The neurobiofeedback cumulative effect on the electroencephalographic indexes in the high qualified athletes with the dominance of metabolic modulation of heart rate variability is carried out. The general changing of quantitative electroencephalogram indexes of all standard diapasons of frequency are revealed both in the locus of biofeedback control and overall brain convex surface.

Keywords: sport medicine, brain, quantitative electroencephalography, index, heart rate variability, neurobiofeedback, alpha rhythm, reconstruction treatment.