

ДИНАМИКА АКТИВНОСТИ МОДУЛЯТОРОВ РИТМА МОЗГА У СПОРТСМЕНОВ В СОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ МАКРОЦИКЛА ПО ДАННЫМ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММ И ЕЕ РЕГУЛЯЦИЯ СРЕДСТВОМ НЕЙРОБИОУПРАВЛЕНИЯ

С.И. Еремеев, О.В. Еремеева, В.С. Кормилец

Показано закономерное изменение показателей спектрального анализа количественной электроэнцефалограммы спортсмена в течение тренировочного года, зависящее от функционального состояния организма, и возможность целенаправленной регуляции функционального состояния центральной нервной системы человека средством нейробиоуправления по протоколу усиления мощности ритмов головного мозга в альфа диапазоне.

Изучение закономерностей изменения электроэнцефалограммы (ЭЭГ) у спортсменов в течение большого цикла актуально само по себе, но актуальность становится еще большей, если использовать показатели ЭЭГ для оценки эффектов прикладной психофизиологической методики управления функциональным состоянием спортсмена – нейробиоуправления (НБУ) или тренинга с биологической обратной связью (ЭЭГ БОС тренинга).

Электроэнцефалография – широко распространенный метод параклинической диагностики функционального состояния головного мозга [27, 19, 20, 43, 11, 40, 46]. Основы метода и принципы клинической интерпретации данных ЭЭГ изложены во многих отечественных фундаментальных руководствах [3, 4, 5, 6]. Этот метод используют для диагностики начальной стадии заболеваний, функциональных и/или метаболических нарушений деятельности головного мозга как при наличии, так и при отсутствии его органических поражений. Как известно, тяжесть деструктивных органических поражений у человека не всегда соответствует глубине нарушения мозговых функций и структурные методы должны дополняться объективной оценкой функциональной активности головного мозга [27, 11, 43]. При широком спектре структурных и функциональных нарушений головного мозга в прогностическом отношении ЭЭГ существенно превосходит как традиционную клиническую оценку неврологического статуса, так и методы нейровизуализации (однако следует подчеркнуть отсутствие нозологической специфичности данных ЭЭГ) [27, 46, 41].

Как известно, становление паттернов ЭЭГ тесно связано с созреванием механизмов регуляции функциональных состояний головного мозга в цикле сон-бодрствование [21, 36, 13, 32].

Значение данных ЭЭГ в диагностике и прогнозе достаточно подробно представлено в литературе. Вместе с тем, в специальной литературе практически отсутствуют сведения о значении данных ЭЭГ в оценке функциональных состояний головного мозга. Обзоры современного состояния проблемы диагностического и прогностического значения нейрофизиологических показателей функционирования головного мозга отсутствуют как в отечественной, так и в зарубежной литературе [8, 41, 21].

В многочисленных работах по количественному изучению ЭЭГ доминируют работы, посвященные вопросам ЭЭГ при эпилепсии и шизофрении [6]. Вместе с тем, объективная и надежная оценка позитивной и негативной чувствительности ЭЭГ как метода параклинической диагностики на основании имеющихся на данный момент исследований, к сожалению, невозможна. Это связано как с малым количеством существующих в этой области работ, так и с методическими особенностями таких исследований [8].

Методическое замечание касается собственно подходов к анализу биоэлектрической активности головного мозга. Внимание клиницистов и исследователей нацелено в первую очередь на выявление грубых патологических форм активности при диагностике и дифференциальной диагностике судорожных состояний, для чего традиционно используется визу-

альный анализ данных ЭЭГ. Заключение о характере отклонений на ЭЭГ основывается на позитивной симптоматике, т.е. появлении измененных графоэлементов, несвойственных ЭЭГ здоровых людей. При этом фактически игнорируются негативные симптомы, т.е. отсутствие ритмических компонентов ЭЭГ, свойственных определенному функциональному состоянию человека. При таком подходе без достаточного анализа и заключения, как правило, остаются диагностические и прогностические значения таких показателей, выделяемых при визуальном анализе, как тип целостного паттерна ЭЭГ в определенном функциональном состоянии, его соответствие возрастной норме, а также наличие и характеристика негативных симптомов [41].

Еще одной проблемой, ограничивающей полноценное использование ЭЭГ как диагностического инструмента, является отсутствие количественных критериев нарушений ЦНС, полученных при использовании адекватных методов математической обработки данных ЭЭГ. В современной клинической ЭЭГ широко используются количественные, в первую очередь спектральные, характеристики ЭЭГ. Хорошо известно, что количественные характеристики спонтанной биоэлектрической активности головного мозга высоко информативны для диагностики нарушений и прогноза широкого спектра нарушений деятельности мозга у детей и взрослых [1, 33, 41, 31, 39, 35]. Более того, показано, что количественная оценка не просто объективизирует заключение опытного эксперта, основанное на визуальном анализе ЭЭГ, но и предоставляет качественно новую диагностическую информацию. Поэтому считается целесообразным, чтобы наряду с визуальным анализом ЭЭГ, проводился и количественный анализ ЭЭГ, что позволило бы выделить количественные критерии тяжести изменения функционального состояния мозга и прогноза последующих нарушений [18, 31, 14]. Кроме того, сопоставление визуального и количественного анализа позволило выявить преимущества и недостатки каждого из них в решении конкретных диагностических задач, связанных с использованием ЭЭГ в диагностике и прогностике [41, 31, 42, 34, 39, 28], в том числе и у спортсменов [19, 20, 43].

Начало процесса накопления данных, необходимых для выработки системы универсальных количественных ЭЭГ-критериев и оценки функционального состояния головного мозга, совпадает с моментом осознания необходимости широкого использования статистических методов для оценки надежности полученных результатов. Оценка средних значений и их доверительных интервалов для ЭЭГ параметров, наиболее информативных в диагностическом плане, позволили бы использовать данные в сравнительном аспекте другими авторами [41, 42, 34, 28, 35].

В настоящее время признается возможным и необходимым содействовать соревнующимся атлетам в их работе по преодолению множественных отвлекающих факторов и стрессоров, для этого имеются условия, в игровых видах спорта, где имеются перерывы. Имеется и арсенал методов регуляции производительности, в том числе и психической [16].

Британская ассоциация наук о спорте (British Association of Sports Sciences) заказала исследование для обоснования стратегии в области фундаментальных исследований в науках о спорте в Великобритании. Ожидалось, что стратегия исследований должна была внести существенный вклад в повышение производительности элитных спортсменов. По данным этого исследования был сделан вывод о том, что способом решения проблемы должны стать междисциплинарные исследования. Усилия следовало сконцентрировать на четырех направлениях исследований: идентификация таланта у спортсмена, лечение травмы, обеспечение пиковой производительности, строгое выполнение технологии [15]. Очевидно, разработке новых междисциплинарных подходов к управлению производительностью в спорте уделяется специальное внимание.

Нейробиоуправление или электроэнцефалографическая биологическая обратная связь представляет собой технику тренировки индивида в изменении активности его мозга путем оперантного обусловливания (кондиционирования). Исследования показали, что нейробиоуправление помогает уменьшить симптомы некоторых психических и неврологических рас-

стройств и в настоящее время исследуется его применение для других расстройств и для усиления ненарушенной когнитивной способности [12]. Ранние исследования документировали наличие связи между специфическим функциональным состоянием коры головного мозга и оптимальным уровнем производительности в целом ряде задач. На этом основании тренинг с биологической обратной связью был рекомендован для тренировки индивидов в целях повышения их производительности. Обзор литературы показывает, что БОС тренинг, нейробиоуправление в частности, использовались для повышения производительности преимущественно в трёх областях: спортивная, когнитивная и артистическая производительность. Однако в связи с целым рядом методологических ограничений, отчётливая связь между БОС тренингом и улучшением производительности всё ещё остается дискуссионной [44, 45, 23, 24, 25, 26, 37, 38].

Главная методическая проблема нейробиоуправления определяется ограничениями информации, которая поступает от одного или от небольшого количества электродов на кожной поверхности головы. Актуальными остаются вопросы о связи эффектов тренинга и структур мозга, о том, может ли человек повысить мощность управляемого показателя в течение сессии тренинга, и получает ли после тренинга человек возможность повышать по своей воле значение этого параметра [17].

Целью исследования было получение новых данных о динамике активности модуляторов ритма мозга у спортсменов в макроцикле в условиях регуляции их курсом нейробиоуправления.

Были поставлены следующие задачи: Изучить качественные и количественные показатели биоэлектрической активности головного мозга спортсменов в подготовительном и соревновательном периодах. Изучить количественные показатели ЭЭГ спортсменов в соревновательном периоде после прохождения курса НБУ как средства рекреации.

Методы и организация исследования. Оценка биоэлектрической активности мозга и сеансы нейробиоуправления проводились при помощи 21-канального электроэнцефалографа «Мицар-ЭЭГ 201» по стандартной методике. Постоянная времени составляла 0,3 с, полоса пропускания по высоким частотам – 30 Гц. В качестве референта (А) использовались электроды на мочке ушей. Electroды располагались по международной схеме 10-20. Запись ЭЭГ проводилась в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами (фоновая ЭЭГ) и при воздействии функциональных нагрузок. Регистрация ЭЭГ производилась в условиях ограничения мощности световых и звуковых раздражителей, после разъяснения сути процедуры, убеждения в ее безопасности и безболезненности.

Биоуправление было направлено на увеличение спектральной мощности ЭЭГ в диапазоне α -ритма. Управляемый параметр для ЭЭГ-БОС тренинга представлял собой спектральную мощность α -ритма в монополярном канале C_3-A_1 , полученную при помощи преобразования Фурье. Расчет спектра (или спектральной плотности мощности) производился с использованием метода Уэлча при 50 % перекрытии сегментов. Ширина окна была задана равной 4 секундам. Использовали окно Хемминга. Формирование обратной связи производилось с использованием акустического сигнала в виде серии щелчков. Пороговый уровень управляемого параметра устанавливался для каждой сессии в зависимости от исходной спектральной мощности α ритма. Вводная часть сеанса тренинга подразумевала ознакомление с пороговым уровнем регулируемого параметра [10, 9, 2]. Цель тренинга заключалась в поддержании состояния спокойного бодрствования, повышенного уровня мощности спектра в диапазоне α ритма независимо от наличия или отсутствия раздражителей.

Курс НБУ имел микроцикловую организацию, что было вызвано необходимостью решать различающиеся задачи на начальном этапе курса и в последующем. Курс НБУ складывался из обучающего первого микроцикла и последующих за ним 2 – 4 тренирующих микроциклов. Микроцикл имел продолжительность неделю. В течение 5 суток без перерывов проводились сеансы тренинга, по одному сеансу в день. Затем следовало 2 суток отдыха. Дли-

тельность сеансов достигала 45 минут в обучающем и 36 минут в тренирующем микроцикле. Сеанс тренинга проводился в первой половине дня и предшествовал спортивным тренировкам. Каждому пациенту проводилось от 15 до 25 сеансов биоуправления. Сеанс состоял из двух циклов записи фоновых значений в начале и конце исследования по 120 с каждый и цикла тренинга (основная часть сеанса). Тренинг имел интервальное построение: 3 минуты активного управления параметром, затем 1 минута отдыха. Длительность основной части сеанса в обоих случаях составляла 32 минуты. Пациенту давалось задание изменять свое внутреннее состояние таким образом, чтобы сигнал обратной связи прерывался как можно реже. Такой режим обратной связи мог быть достигнут только при увеличении спектральной мощности α ритма. При оценке успешности воздействия подсчитывался результат по сеансу и по курсу в целом. Кроме того, успешность подсчитывалась по индексу и амплитуде, при этом успешными считали те циклы, в которых мощность или амплитуда регулируемого параметра в циклах обучения изменялась в нужном направлении на менее чем на 10% от фоновых значений.

Все ЭЭГ оценивались визуально, в соответствии с классификацией, предложенной И.А. Святогор [7], которая позволяла определять нормальные корково-подкорковые взаимоотношения и преимущественный уровень их нарушения: корковый, таламический, гипоталамический и стволовой. Количественный анализ ЭЭГ проводился по показателям амплитуды, мощности и доли (%) карты спектров по диапазонам ЭЭГ.

В исследовании приняли участие 30 спортсменов. Спортивная специализация лыжные гонки была у 10, биатлон – 4, бокс – 4, рукопашный бой – 2, хоккей с шайбой – 4, минифутбол – 4, плавание – 2. Спортивная квалификация участников была следующей – МСМК – 2, МС – 9, КМС – 10, 1-й разряд – 9. Возраст участников исследования был $20 \pm 1,7$ года. Лица мужского пола – 22, женского – 8. Обследование в подготовительном периоде выполнялось в августе – сентябре. Обследование в соревновательном периоде выполнялось в ноябре – феврале. Курс НБУ участники исследования проходили в течение декабря – января месяцев.

Результаты исследования. В подготовительном периоде ЭЭГ участников характеризовалась паттернами коркового типа электроэнцефалограмм. Реакция на свет была сохранена. При проведении пробы с открыванием глаз отмечалась реакция десинхронизации – полная одномоментная депрессия α ритма во всех отведениях. На участке десинхронизации регистрировалась β активность. При закрывании глаз исходный паттерн активности восстанавливался полностью. Особенностью реактивности головного мозга представителей группы с исходной низкой мощностью α ритма было замедленное восстановление исходного паттерна активности. Медленные волны не были выражены или были представлены низкоамплитудной медленноволновой активностью с амплитудой до 30 мкВ.

У всех участников тренинга в начале курса α ритм в полосе частот от 8 до 13 Гц регистрировался в задних отделах головного мозга с наиболее высокой амплитудой в затылочных областях. Альфа-ритм был регулярный, доминировал на ЭЭГ. Амплитуда α ритма варьировала от 20 до 50 мкВ. Была выражена амплитудная модуляция, что проявлялось формированием альфа – «веретен». Форма α волн не искажена. Билатерально синхронные всплески α ритма не наблюдались.

В полосе частот от 13 до 20 Гц регистрировался β_1 ритм в виде отдельных элементов в передних отделах головного мозга или был редуцирован. В полосе частот от 20 до 30 Гц регистрировался β_2 -ритм в виде отдельных элементов в передних отделах головного мозга. В части наблюдений β_2 -ритм был редуцирован, что считается вариантом нормы. В полосе частот от 30 до 40 Гц регистрировался γ ритм в виде отдельных элементов в передних отделах головного мозга. В части наблюдений γ ритм был редуцирован, что считается также вариантом нормы. Паттерн фоновой ЭЭГ был устойчивый. Топическая характеристика биоэлектрической активности головного мозга по времени существования определенного ритма, как и качественный анализ ЭЭГ, показала малую выраженность в фоновой записи или полное отсутствие медленных (δ и θ) ритмов практически во всех отведениях. Величина индекса α ритма демонстрировала нормальный ростро-каудальный градиент. В наибольшей мере ин-

декс α ритма был выражен в отведениях P_3 , P_z , P_4 , O_1 , O_2 . Индекс α ритма варьировал от 35 до 50%. Средняя частота α ритма была 10-13 Гц, устойчивая. Индекс β ритма варьировал от 30 до 50 %. Пароксизмальной, очаговой активности не было выявлено. В подготовительном периоде отмечалась организованная ритмическая активность головного мозга. Таким образом, в подготовительном периоде ЭЭГ спортсменов имела черты коркового типа.

С началом соревновательного периода с позиций качественной характеристики ЭЭГ спортсменов осталась по-прежнему коркового типа, но с признаками дезорганизации легкой степени ритмической активности. ЭЭГ претерпела определенные количественные изменения, которые можно расценивать как отражение дезорганизации ритмической активности.

Результаты анализа центральной тенденции и меры рассеивания α индекса в изученной группе до воздействия курса НБУ показал, что α индекс фоновой ЭЭГ был выражен в теменно-затылочных отведениях T_5 , P_3 , P_z , P_4 , T_6 , O_1 , O_2 , имел низкий уровень средних значений, высокие значения среднего квадратического отклонения, стандартной ошибки среднего, что свидетельствует о значимой вариабельности этого показателя и о гетерогенности выборки по показателю α индекса. Индекс α ритма варьировал от 10 до 35%. Средняя частота α ритма была по-прежнему 10-13 Гц, устойчивая. Индекс β ритма варьировал от 30 до 55 %. Пароксизмальной, очаговой активности не было выявлено. В качестве физиологической интерпретации данных мы полагаем, что участники изучаемой группы во время проведения исследования находились в состоянии гиперактивации головного мозга, выраженной в различной степени у различных индивидов. В соревновательном периоде отмечалась легкая степень дезорганизации ритмической активности головного мозга.

Картирование амплитуд, мощностей и долей спектров по диапазонам показало качественно однотипную локализацию максимумов и минимумов при различных количественных значениях параметров. В фоновой ЭЭГ в лобных отведениях отмечалась повышенная активность в δ диапазоне, что считается нехарактерным для нормальной ЭЭГ взрослого человека. В α диапазоне отмечалась довольно ассиметричная ($P_4 > P_3$) активность под париетальными и окципитальными электродами.

Таким образом, в подготовительном периоде ЭЭГ спортсменов имела черты коркового типа с признаками дезорганизации.

Прохождение курса НБУ, направленного на повышение мощности спектра ЭЭГ в α диапазоне, внесло определенные изменения в качественные и количественные показатели фоновой ЭЭГ спортсменов в соревновательном периоде. Качественные изменения характеризовались уменьшением проявлений дезорганизации ритмической активности фоновой ЭЭГ коркового типа.

Картирование амплитуд, мощностей и долей спектров по диапазонам выявило изменение их топических особенностей по сравнению с исходным состоянием. В первую очередь в фоновой ЭЭГ отмечалось увеличение спектральной мощности ЭЭГ в α диапазоне практически в 2,5 раза, с 21,3 мкВ² до 51,8 мкВ².

Изменился характер распределения мощности по поверхности головного мозга. Если до проведения тренинга активность имела структуру асимметричную с двумя экстремумами, то после проведения курса НБУ доминировала симметричная структура активности с одним экстремумом. По мнению Л.Р. Зенкова [6] и Т.А. Строгановой и соавт. [8], изменение распределения потенциалов в α диапазоне отражает изменение вкладов таламического пейсмекера и активности кортикальных нейронных сетей. При одном экстремуме источник α ритма имеет срединное происхождение. Синхронизация α ритма отражает улучшение, а десинхронизация – ухудшение функционального состояния коры мозга.

Второе заметное изменение в фоновой ЭЭГ было представлено уменьшением спектральной мощности в δ диапазоне. Активность в диапазоне δ и θ ЭЭГ взрослого человека типична для состояния дремоты, но не бодрствования [6, 8]. Поэтому уменьшение активности в

низкочастотных диапазонах можно рассматривать как признак улучшения функционального состояния коры головного мозга в состоянии бодрствования.

Выводы. Адаптация квалифицированного спортсмена к тренировочной и соревновательной нагрузке в подготовительном периоде проходила при доминировании среди ЭЭГ участников паттернов коркового типа электроэнцефалограмм и устойчивой организованной ритмической активности головного мозга.

Адаптация квалифицированного спортсмена к тренировочной и соревновательной нагрузке в соревновательном периоде вызывает изменение качественных и количественных показателей ЭЭГ. В частности, в фоновой ЭЭГ в лобных отведениях отмечалась повышенная активность в δ диапазоне, а в париетальных отведениях усилились проявления асимметрии спектральной мощности в α диапазоне. При сохранении в ЭЭГ участников паттернов коркового типа электроэнцефалограмм появляются признаки гиперактивации пейсмекеров α и δ ритмов.

Нейробиоуправление, направленное на усиление спектральной мощности в α диапазоне, вызывает изменение спектральных характеристик фоновой ЭЭГ преимущественно в α и δ диапазонах, оптимизирует активность пейсмекеров α и δ ритмов и инициирует перестройку кортикально-субкортикальных взаимодействий среди спортсменов в соревновательном периоде.

В фоновой ЭЭГ отмечается увеличение спектральной мощности ЭЭГ в α диапазоне в 2,5 раза. Отмечено уменьшение спектральной мощности в δ диапазоне после прохождения курса НБУ.

Обнаружено изменение топических характеристик ритмов мозга в α диапазоне. Топика ритмов после курса НБУ изменилась с асимметричной с двумя экстремумами на симметричную с одним экстремумом.

Улучшение функционального состояния головного мозга спортсменов в соревновательном периоде позволяет считать нейробиоуправление по α ритму эффективным средством рекреации в спортивном процессе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбачевская, Н.Л. Особенности формирования ЭЭГ у детей в норме и при общих (первазивных) расстройствах развития : автореферат дис. ... докт. биол. наук / Н.Л. Горбачевская – М., 2000. – 43 с.
2. Гринь-Яценко, В.А. Использование метода биологической обратной связи по электроэнцефалограмме в коррекции нарушения внимания детей / В.А. Гринь-Яценко, Ю.Д. Кропотов, В.А. Пономарев, Л.С. Чутко, Е.А. Яковенко Фролова // Биоуправление-4: теория и практика. – Новосибирск: ЦЭРИС, 2002. – С. 108-115.
3. Жирмунская Е.А. Клиническая электроэнцефалография. / Жирмунская Е.А. – М.: Мэйби, 1991. – 77 с.
4. Жирмунская, Е.А. В поисках интерпретации феноменов ЭЭГ / Жирмунская Е.А. – М. – 1996. – 117с.
5. Зенков, Л.Р. Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии) / Зенков Л.Р. – Таганрог: Издательство ТРТУ. – 1996. – 358с.
6. Зенков, Л.Р. Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии). Руководство для врачей / Л.Р. Зенков. – 3-е изд. – М.: МЕДпресс-информ, 2004. – 368 с.
7. Святогор, И.А. Нейрофизиологические, психологические и клинические аспекты биоуправления потенциалами мозга у больных с дезадаптационными расстройствами / И.А. Святогор, И.А. Моховикова // Биоуправление-4: теория и практика. – Новосибирск: ЦЭРИС, 2002. – С. 44-52.
8. Строганова, Т.А. Электроэнцефалография в неонатологии / Т.А. Строганова, М.Г. Дегтярева, Н.Н. Володин / под ред. Н.Н. Володиной. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2005. – 280 с.
9. Суворов, Н.Б. Биоуправление: ритмы кардиореспираторной системы и ритмы мозга / Н.Б. Суворов, Н.Л. Фролова // Биоуправление-4: теория и практика. – Новосибирск: ЦЭРИС, 2002. – С. 35-44.
10. Тристан, В.Г. Нейробиоуправление в спорте /В.Г. Тристан, О.В. Погадаева. – Омск: Изд-во СибГАФК, 2001. – 136 с.
11. Amodio, P. Detection of minimal hepatic encephalopathy: normalization and optimization of the Psychometric Hepatic Encephalopathy Score. A neuropsychological and quantified EEG study. / Amodio P., Campagna F., Olanas S., Iannizzi P., Mapelli D., Penzo M., Angeli P., Gatta A. – J. Hepatol. – 2008. – V. 49. – № 3. – P. 346-353.
12. Angelakis, E. EEG neurofeedback: a brief overview and an example of peak alpha frequency training for cognitive enhancement in the elderly / E. Angelakis, S. Stathopoulou, J.L. Frymiare, D.L. Green, J.F. Lubar, J. Kounios. – Clin. Neuropsychol., 2007. – V. 21. – N 1. – P. 110-129.
13. Arana-Lechuga, Y. Sleep-EEG patterns of school children suffering from symptoms of depression compared to healthy controls. / Arana-Lechuga Y., Nuñez-Ortiz R., Terán-Pérez G., Castillo-Montoya C. - World J. Biol. Psychiatry. – 2008. – V. 9. - № 2. - P. 115-120.
14. Babiloni, C. Free copper and resting temporal EEG rhythms correlate across healthy, mild cognitive impairment, and Alzheimer's disease subjects. / Babiloni C., Squitti R., Del Percio C., Cassetta E. et al. – Clin. Neurophysiol. - 2007. – V. 118. – № 6. – P. 1244-1260.
15. Burwitz, L. Future directions for performance-related sports science research: an interdisciplinary approach / L. Burwitz, P.M. Moore, D.M. Wilkinson. – J. Sports Sci., 1994. – V. 12. – N 1. – P. 93-109.
16. Clark, T.P. The sport psychiatrist and golf / T.P. Clark, I.R. Tofler, M.T. Lardon. – Clin. Sports Med. – 2005. – V. 24. – N 4. – P. 959-971.
17. Congedo, M. Low-resolution electromagnetic tomography neurofeedback / M. Congedo, J.F. Lubar, D. Joffe. – IEEE Trans. Neural. Syst. Rehabil. Eng., 2004. – V. 12. – N 4. – P. 387-397.
18. Dat, T.H. Electroencephalographic signal classification based on time-frequency decomposition and nonparametric statistical modeling. / Dat T.H., Shue L., Guan C. – Conf. Proc. IEEE Eng.

- Med. Biol. Soc. – 2006. – V. 1. – P. 2292-2295.
19. Del Percio, C. Cortical alpha rhythms are correlated with body sway during quiet open-eyes standing in athletes: a high-resolution EEG study. / Del Percio C., Brancucci A., Bergami F., Marzano N. et al. - Neuroimage. - 2007. – V. 36. - № 3. – P. 822-829.
 20. Del Percio, C. Cortical alpha rhythms are correlated with body sway during quiet open-eyes standing in athletes: a high-resolution EEG study. / Del Percio C., Brancucci A., Bergami F., Marzano N. et al. - Neuroimage. – 2007. – V. 36. – № 3. – P. 822-829.
 21. Doran S.M. Sleep and developmental disabilities: assessment, treatment, and outcome measures. Review. / Doran S.M., Harvey M.T., Horner R.H. – Ment. Retard. – 2006. – V. 44. – № 1. – P. 13-27.
 22. Egner, T. EEG signature and phenomenology of alpha/theta neurofeedback training versus mock feedback / T. Egner, E. Strawson, J.H. Gruzelier. – Appl. Psychophysiol. Biofeedback, 2002. – V. 27. – N 4. – P. 261-270.
 23. Egner, T. Ecological validity of neurofeedback: modulation of slow wave EEG enhances musical performance / T. Egner, J.H. Gruzelier. – Neuroreport., 2003. – V. 14. – N 9. – P. 1221-1224.
 24. Egner, T. EEG biofeedback of low beta band components: frequency-specific effects on variables of attention and event-related brain potentials / T. Egner, J.H. Gruzelier. – Clin. Neurophysiol., 2004. – V. 115. – N 1. – P. 131-139.
 25. Egner, T. The effects of neurofeedback training on the spectral topography of the electroencephalogram / T. Egner, T.F. Zech, J.H. Gruzelier. – Clin. Neurophysiol., 2004. – V. 115. – N 11. – P. 2452-2460.
 26. Egner, T. Neurofeedback treatment of epilepsy: from basic rationale to practical application / T. Egner, M.B. Sterman. – Expert Rev. Neurother., 2006. – V. 6. – N 2. – P. 247-257.
 27. Fountain, N.B. EEG is an essential clinical tool: pro and con. / Fountain N.B., Freeman J.M. - Epilepsia. - 2006. – V. 47. – № 1. – P. 23-25.
 28. Ghosh-Dastidar, S. Principal component analysis-enhanced cosine radial basis function neural network for robust epilepsy and seizure detection. / Ghosh-Dastidar S., Adeli H., Dadmehr N. - IEEE Trans Biomed Eng. 2008. – V. 55. – № 2. – P. 512-518.
 29. Gruzelier, J.H. Critical validation studies of neurofeedback / J.H. Gruzelier, T. Egner. – Child Adolesc. Psychiatr. Clin. N. Am., 2005. – V. 14. – N 1. – P. 83-104.
 30. Gruzelier, J.H. Validating the efficacy of neurofeedback for optimizing performance / J.H. Gruzelier, T. Egner, D.J. Vernon. – Prog. Brain Res., 2006. – V. 159. – P. 421-431.
 31. Huang, L. Discrimination of cerebral ischemic states using bispectrum analysis of EEG and artificial neural network. / Huang L., Zhao J., Singare S., Wang J., Wang Y. Med. Eng. Phys. – 2007. – V. 29. – № 1. – P. 1-7.
 32. Jackson, C. Dynamics of a memory trace: effects of sleep on consolidation. / Jackson C., McCabe B.J., Nicol A.U., Grout A.S., Brown M.W., Horn G. – Curr. Biol. – 2008. – V. 25. – № 6. – P. 393-400.
 33. Klimesch W. Upper alpha ERD and absolute power: their meaning for memory performance. / Klimesch W., Doppelmayr M., Hanslmayr S. – Prog. Brain Res. – 2006. – V. 159. – P. 151-165.
 34. Lehtonen, J. Online classification of single EEG trials during finger movements. / Lehtonen J., Jylänki P., Kauhanen J.L., Sams M. – IEEE Trans. Biomed. Eng. – 2008. – V. 55. – № 2. – P. 713-720.
 35. Leon-Carrion, J. A QEEG index of level of functional dependence for people sustaining acquired brain injury: the Seville Independence Index (SINDI). / Leon-Carrion J., Martin-Rodriguez J.F., Damas-Lopez J., Martin J.M., Dominguez-Morales M.R. - Brain Inj. – 2008. – V. 22. – № 1. – P. 61-74.
 36. McCann, U.D. The effect of catecholamine depletion by alpha-methyl-para-tyrosine on measures of cognitive performance and sleep in abstinent MDMA users. / McCann U.D., Peterson

- S.C., Ricaurte G.A. - Neuropsychopharmacology. – 2007. – V. 32. – № 8. – P. 1695-1706.
37. Raymond, J. Biofeedback and dance performance: a preliminary investigation / J. Raymond, I. Sajid, L.A. Parkinson, J.H. Gruzelier. – Appl. Psychophysiol. Biofeedback, 2005. – V. 30. – N 1. – P. 64-73.
38. Raymond, J. The effects of alpha/theta neurofeedback on personality and mood / J. Raymond, C. Varney, L.A. Parkinson, J.H. Gruzelier. - Brain Res. Cogn. Brain Res., 2005. – V. 23. – N 2-3. – P. 287-292.
39. Ruchow, M. Electrophysiological evidence for reduced inhibitory control in depressed patients in partial remission: a Go/Nogo study. / Ruchow M., Groen G., Kiefer M., Beschoner P., Hermle L., Ebert D., Falkenstein M. – Int. J. Psychophysiol. – 2008. – V. 68. – № 3. – P. 209-218.
40. Sinha, R.K. Artificial neural network and wavelet based automated detection of sleep spindles, REM sleep and wake states. / Sinha R.K. – J. Med. Syst. – 2008. – V. 32. – №. – P. 291-299.
41. Stroganova T.A. Abnormal EEG lateralization in boys with autism. / Stroganova T.A., Nygren G., Tsetlin M.M., Posikera I.N., Gillberg C., Elam M., Orekhova E.V. – Clin. Neurophysiol. – 2007. – V. 118. – № 8. – P. 1842-1854.
42. Ubeyli, E.D. Modified mixture of experts for analysis of EEG signals. / Ubeyli E.D. – Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. – 2007. – P. 1546-1549.
43. Vecchio, F. Functional cortico-muscular coupling during upright standing in athletes and nonathletes: a coherence electroencephalographic-electromyographic study. / Vecchio F., Del Percio C., Marzano N., Fiore A., Toran G., Aschieri P., Gallamini M., Cabras J., Rossini P.M., Babiloni C., Eusebi F. – Behav Neurosci. – 2008. – V. 122. – № 4. – P. 917-927.
44. Vernon, D.J. The effect of training distinct neurofeedback protocols on aspects of cognitive performance / D.J. Vernon, T. Egner, N. Cooper, T. Compton, et al. – Int. J. Psychophysiol., 2003. – V. 47. – N 1. – P. 75-85.
45. Vernon, D.J. Can neurofeedback training enhance performance? An evaluation of the evidence with implications for future research / D.J. Vernon. – Appl. Psychophysiol. Biofeedback, 2005. – V. 30. – N 4. – P. 347-364.
46. Wang, H. Local temporal common spatial patterns for robust single-trial EEG classification. / Wang H., Zheng W. - IEEE Trans. Neural. Syst. Rehabil. Eng. – 2008. – V. 16. – № 2. – P. 131-139.