

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА НА ОСНОВАНИИ НОВЫХ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

Ю.Н. Романов, А.П. Исеев

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Прогресс подготовки специалистов отрасли физической культуры и спорта, будущих профессионалов своего дела, требует постоянного обновления знаний профессорско-преподавательского состава. Однако данное направление профессиональной переподготовки зачастую носит формальный характер. Такое же положение сложилось и в тренерской среде, где система переподготовки ухудшилась. Современные научные и учебные знания формируются с учетом передовых дидактических позиций, дифференциации информации, следуя от простого к сложному, от сложного к простому, от частного к целому и наоборот и т. д. Однако на практике обучение и тренировка при совершенствовании совокупных характеристик двигательных способностей, функциональной и психофизиологической готовности, технического оснащения, тактической подготовки не изучаются в процессе интегральной подготовки (ИП) спортсменов, требующей обоснования с учетом нейрофизиологических, биомеханических, психолого-педагогических особенностей и предпосылок. Это диктует пересмотреть подходы, применяемые в спортивной тренировке и в процессе обучения, когда раздельно изучаются двигательные способности, навыки, возможности, установки, формирование мотивации и др.

Ключевые слова: интегральная подготовка, нейрофизиологический потенциал, локально-региональная мышечная выносливость, имитационное моделирование, аэробно-анаэробная подготовка, гипоксия, мозговые процессы, боевые практики, фазы адаптации, питание, нейрон, митоз.

Состояние и перспективы проблемы. Физиологическое и психофизиологическое обоснование ИП позволили успешно решать задачи спортивной тренировки без ущерба функциональному, метаболическому состоянию, психофизиологическим ресурсам организма и уровню здоровья в целом. Интегральная подготовка, включающая совокупность видов подготовки в сочетании с созданием искусственной гипоксии, развитием специальной локально-региональной мышечной выносливости (ЛРМВ) кикбоксеров в условиях имитационного моделирования, приближает тренировочный процесс к условиям соревнований. Современные данные нейрофизиологии свидетельствуют, что нейроны репродуцируются в процессе сбивающих факторов, в том числе риска [1]. Варьирование видами ИП в сочетании с развитием ЛРМВ в режиме аэробно-анаэробной подготовки и созданием искусственной гипоксии позволяет подвести кикбоксера к ответственным стартам на адекватном функциональном и метаболическом уровне, а также сохранить хороший нейрофизиологический потенциал. Спортивная наука получила широкое информационное поле в области кардиопульмональной системы, психомоторики, фар-

макологии, системных процессов интегративной деятельности организма. При этом слабым звеном в сфере знаний спортивного педагога остается динамика мозговых процессов и их влияние на регуляцию двигательной активности человека в физическом воспитании и спорте. Информационной моделью явилась ИП, включающая гравитационные, баллистические двигательные действия (ДД), сочетанные со стретчингом, плаванием, сауной и совокупным этапным применением всех видов подготовки, интерференций ДД в технические приемы в условиях боевых практик, формирования устойчивости к гипоксии искусственной и естественной. В контроле кикбоксеры обучались традиционно.

Мозг человека подобен суперкомпьютеру, у которого есть аппаратное и программное обеспечение. Эндогенные и экзогенные факторы, воздействующие на мозг, относят к биологическому кругу [1]. Систематизированность факторов приводит к росту адаптоспособности, оздоровлению. Психологический круг преодолевается оздоровлением мыслей. Социальный круг связан со снижением негативного воздействия среды, повседневного стресса, которые нормализуют функцию мозга и

ведут спортсмена к успешной деятельности. Духовный круг обеспечивается чувствительной связью с миром. Активность лобной коры, детерминирующей регуляцию ряда процессов, приходит в стабильное состояние только к двадцати пяти годам жизни индивидуума. Однако в процессе обучения в физкультурном вузе на это обращается мало внимания. Полноценная жизнь, особенно в спорте, неразрывно связана с функцией мозга. Кору лобных долей называют исполнительным мозгом. Стратегия питания и ЗОЖ способствуют сохранению здорового мозга. Рост новых нейронов продолжается у человека в течение жизни, но новое рождение начинается после смерти части нейронов вследствие интоксикации [1]. Замена нейронов, которые повреждены или погибли, поддерживает и развивает функциональные возможности мозга [1]. Когда количество новых нейронов достигает определенного уровня, запускается процесс клеточной гибели, который вновь снижает их количество. И этот механизм тоже «не знает», когда следует прекратить уничтожение клеток и когда опять запускать процесс формирования новых нейронов. Все это позволяет росту клеток мозга оставаться в оптимальном диапазоне, нейронным цепям функционировать в референтных границах, а при повреждениях мозговой деятельности в спортивных противоборствах (боксе, каратэ, кикбоксинге, самбо, савате, таэквондо и других видах спорта) возникает необходимость репродукции нейронов.

Абстрагируясь от нервных клеток к процессу митоза, следует отметить его важное значение у спортсменов (нами обследовано более 500 человек) по сравнению с контролем. Вероятно, правильный баланс митоза – апоптоза у лиц с повышенной двигательной активностью ведет к активации митоза. В противном случае наблюдаются нарушения в организме как на молекулярно-клеточном, так и органно-системном уровнях.

В спорте принятие решений направлено на успешную спортивную результативность. Прием стимуляторов повышает мотивацию, прием поливитаминов и рыбьего жира укрепляют общее здоровье мозга. Не все мысли, возникающие в голове, принимаются на веру. Мысли нередко лгут. Ложная информация укрепляет веру тренеров в чудодействие стимуляторов. Мысли обладают большей силой. Важно повысить способности мозга к изменениям и адаптации. Занятия спортом могут быть эффективны для снятия беспокойства и повышения гибкости ума. Аминокислоты, пищевые добавки, энзимы, ферменты, витамины, биоэлементы повышают адаптивные возможности мозга.

Жесткие виды противоборств порождают устойчивые изменения в мозговых цепях, связанных со стрессоустойчивостью и способности к обучаемости. Повышение самооценки, центров удовольствия, социальные поддержки, нравственные принципы, усиление эмоциональных связей могут

повысить стрессоустойчивость, снизить тревожность.

Морфометрические и функционально-метаболические корреляции, идущие до 18–19 лет, переходят в специфические узкопрофильные интеграции и взаимозаменяемость функций и состояний. Специфика развития детерминирует морфологические, нейрофизиологические и биохимические преобразования. Звенья развития иногда вступают в противоречие с интегративными процессами организма в его индивидуальном созревании. Дифференциация и интеграция, избирательность и чувствительность звеньев функциональной системы (ФС) являются системообразующими факторами интегративной деятельности организма. Устойчивость процессов индивидуального развития детерминирована сложностью связей в регуляторных процессах организма в онтогенезе.

В процессе совершенствования интегральной спортивной подготовки идет преобразование генетических возможностей фенотипическими. Надежность организма обеспечивается системообразующими звеньями ФС. Универсальная роль адаптивных процессов детерминирована звеньями мозговой интегративной деятельности при соблюдении фаз адаптации в реальном времени процесса ИП и приобретает индивидуальную направленность и взаимозависимость. Однако со специализированной дифференциацией функции коррелятивные взаимоотношения приобретают узкоспециализированную направленность и автономность. Модифицированные интеграции и приобретения в организме связаны с изменениями среды воздействия. Коадаптация органов и систем происходит быстро и легко посредством их взаимного адаптивно-компенсаторного изменения в процессе индивидуального развития организма. Перестройка нейрофизиологических и других эндогенных механизмов развития есть наиболее существенный этап фазового процесса адаптации. Повышается пластичность, реактивность и чувствительность организма, ускоряя фазы адаптивных процессов и повышая спортивную результативность и саморегуляцию гомеостаза. В процессе спортивной тренировки происходит медленная аккумуляция интегрирующих механизмов, согласованность изменения отдельных звеньев ФС, обеспечивая функциональную специализированную гипертрофию и биологическую надежность организма. В условиях спортивного поединка возможен дефицит O_2 , когда можно оценить устойчивость к гипоксии спортсмена. И поэтому изучение в реальном времени стабильного состояния, переходных процессов, «за кислнения» в условиях боевых практик имитационного моделирования с применением телеметрической аппаратуры исключительно важно. Изменения происходят не только в нейромоторной и кардиореспираторной системах, но и в метаболическом состоянии, системе крови, перераспределении кровотока, обменных процессах,

ферментативной и гормональной активности, обновлении нейронов, дифференциации клеток (митоз). Одним из факторов прогресса является самостоятельность мышления: это независимость и отказ от принятых норм, поиск своего пути, креативность, вера в то, что Вы можете сделать свое дело лучше других. Однако зависимый уровень притязаний, недостаток профессиональной информации, стандартность, рецептурный подход, отставание образования от мировых образцов, вера в ее величество фармакологию все больше отдают российский спорт от мирового уровня ведущих держав. Жаль, что чиновники, отвечающие за развитие спорта, видят причины неудач в другом. Для прогресса необходимы перемены, способствующие движению вперед. Нужен конкурсный отбор и постоянная профессиональная конкуренция, доминантное состояние внутренней мотивации, баланс состояний в потоке информации. Психофизиологический климат в команде детерминруется префронтальной (лобной) корой, где идут процессы по формированию доверия, порядочности, честности. Передняя часть поясничной извилины обуславливает динамичность внимания, гибкость мышления в информационном потоке. Лица с повышенной активностью имеют низкие уровни нейромедиатора серотонина. Глубокая лимбическая система связана с эмоциональным настроением человека, базальные ганглии отвечают за регуляцию тревожности и мотивации, височные доли – за восприятие и память. Определение зон активности мозга исключительно важно в профессиональной деятельности, медицине, спорте, образовании. Например, базальные ганглии, ядерные образования, расположенные глубоко в мозге, участвуют в регуляции моторики. Ацетилхолин имеет отношение к проблемам мышечного аппарата, а височные доли контролируют эмоции. Дофамин – нейромедиатор, связанный с вниманием, моторикой и мотивацией, а норадреналин имеет отношение к настроению, концентрации и мотивации (внимание, тревожность). Передняя часть поясничной извилины является переключателем скоростей мозга, находится на стыке лобных долей, обеспечивает когнитивную гибкость. Теменные доли (верхняя задняя часть больших полушарий мозга) задействованы в обработке сенсорной визуальной информации, зрительном восприятии движений и чувства направления.

Результаты исследования и их обсуждение.

Электрэнцефалография (ЭЭГ) отражает сложную структуру, или мозаику, активности коры головного мозга, которая у здорового человека отличается определенной картиной, соответствующей гармонической сочетанности протекания основных нервных процессов в мозге. Двигательные области коры больших полушарий служат основным звеном, в котором образованный в коре больших полушарий и ее ассоциативных и других зонах (а не только в моторной зоне) замысел превращается

в программу движения. Рецепторный аппарат двигательной системы входит в систему восходящей неспецифической активации структур мозга и особенно ретикулярной формации ствола. Определенные двигательные акты, физические упражнения обладают способностью вызывать изменения психического статуса организма – снижать психоэмоциональное напряжение, повышать умственную работоспособность, т. е. повышать процессы активации в ЦНС. Данное исследование входит в государственную программу ПНР-5 «Энергосбережение» (РФФИ в рамках научного проекта № 12-07-00443-а).

Обследованию подвергались две группы кикбоксеров (I группа – МСМК, МС; II группа – КМС, МС), находящихся на начальном этапе непосредственной подготовки к соревнованиям, и группа контроля (III группа).

Оценка изменений ЭЭГ в группах производилась визуальным и количественным методами.

При анализе фоновой и реактивной ЭЭГ применялась визуальная методика Е.А. Жирмунской (1997) с выделением:

- 1) организованных (моноритмических) паттернов, отличающихся превалированием какого-то основного ритма;
- 2) дезорганизованных паттернов, в которых выражена нерегулярная активность, состоящая из множества беспорядочно перемешанных компонентов.

В свою очередь, организованные паттерны подразделялись на гиперсинхронизированный вариант (1а), при котором увеличивается индекс и амплитуда колебаний какого-либо диапазона частот с генерализацией их по всем областям мозга, и десинхронизированный вариант (1б), характеризующийся нарушением ритмических, медленных волновых компонентов, их заменой на более быстрые колебания с меньшей амплитудой. Результаты визуальной оценки ЭЭГ у обследуемых спортсменов представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, варианты нормы ЭЭГ встречаются почти в 25 % случаев у спортсменов-кикбоксеров I и II групп наблюдения, почти в 10 раз реже у молодых мужчин из III группы контроля (нетренированный контингент).

Паттерн гиперсинхронизации альфа-активности отмечается в 1/4 случаев в группах наблюдения и в 1/3 случаев в группе контроля. Паттерн характеризуется усилением альфа-активности по индексу и амплитуде, сглаживанием зональных различий, с возникновением на этом фоне коротких всплесков дельта-активности, чаще в лобных областях, усиливающихся после пробы с гипервентиляцией. Паттерн формируется в условиях угнетения активности ретикулярной формации ствола мозга и заднего гипоталамуса, при усилении деятельности неспецифического таламуса за счет освобождения от тормозных влияний со стороны ретикулярной формации мозга, при спокой-

Результаты визуальной оценки ЭЭГ у обследуемого контингента

Варианты изменений ЭЭГ	Количество наблюдений и %					
	I группа n = 12		II группа n = 26		III группа (контроль) n = 34	
	n	%	n	%	n	%
Вариант нормы ЭЭГ	3	25	6	23	2	6
Паттерн гиперсинхронизации альфа-активности	3	25	7	27	12	35
Паттерн десинхронизации альфа-активности	2	16,6	3	12	7	20
Паттерн гиперсинхронизации бета-активности низкой частоты	4	33,4	6	23	5	15
Паттерн дезорганизации ритмов с наличием пароксизмальных вспышек при ГВ	0	0	4	15	8	24

ном состоянии переднего гипоталамуса, ассоциативных ядер таламуса [7–9], демонстрирует усиление деятельности гипоталамо-гипофизарной области (высший центр вегетативного регулирования).

Как показало наше исследование, электрическая активность головного мозга спортсменов-кикбоксеров обладает определенной пространственно-временной организацией, включая как визуальную картину биопотенциалов с наличием ряда ЭЭГ-паттернов, так и структуру межцентральных отношений когерентных характеристик ЭЭГ со специфической реорганизацией этих электрофизиологических показателей при разных видах тренировочной деятельности (направленное изменение функционального состояния головного мозга).

Репродукция новых нейронов, ускоренный митоз в процессе фаз специализированной адаптации увеличивает биологическую устойчивость организма в его индивидуальном развитии. Формирование новых корреляционных связей интегративной деятельности целостного организма играет критериальную роль в стабилизации системобразующих звеньев в процессе отбора по перспективности. В процессе многолетнего отбора создаются механизмы нейрофизиологического регуляторного характера, гарантирующие нормальное развитие ФС в условиях воздействия экстремальных факторов при больших тренировочных нагрузках (БТН). Устойчивость адаптации сложившейся системы корреляций регуляторного характера базируется на нейрофизиологических соединительно-тканых интеграциях. Процесс многолетней подготовки идет по пути адекватных фазовых адаптационных изменений с дифференцированным отбором ключевых индикаторов состояния ФС. В процессе спортивного совершенствования широкое значение приобретает детерминация ИП посредством реализации практических потенциальных ресурсов. Создаются новые наследственные и приобретенные нормы реакций вначале неустойчивого характера, из которых выделяются более стабильные реакции, защищенные регуляторными механизмами от возможного их нарушения.

В ряде видов спорта (художественная гимнастика, фигурное катание, спортивная гимнастика, акробатика, плавание, спортивные балльные танцы, прыжки на лыжах, горнолыжный спорт, спортивные игры) цикл обучения начинается с 5–6 лет с приучения к общемоторной подготовке продолжительностью до 2 лет. Затем дети, обладающие нормальной функциональной физической подготовленностью переводятся в учебно-тренировочные группы (УТГ), в которых за 3 года отбираются способные для работы в УТГ. Из этой группы проводится отбор в группы высшего спортивного мастерства. Итого весь процесс подготовки включает 7–8 лет, в течение которого отдельные занимающиеся центров спортивной подготовки достигают уровня МС и МСМК и совершенствуются для достижения высших спортивных результатов. К возрасту 13–14 лет нейромоторное обеспечение двигательной деятельности достигает уровня, когда нейроны обеспечивают возможность выполнения сложных технико-тактических действий на уровне мышечной саморегуляции и включения нейронов большого мозга в совокупное управление ДД, когда управляемости мотонейронов на их реализацию не хватает. Другая группа видов спорта (спортивные соревнования, лыжные гонки, спортивное ориентирование, конькобежный спорт, легкая атлетика, тяжелая атлетика, спортивная борьба) характерна началом занятий в 10–12 лет с прохождением тех же этапов, что и у детей с более ранними условиями занятий. У данной группы детей общемоторная подготовка закладывается в ДОУ, МОУ, бытовых условиях, полевых работах. Достигнутая нейронная зрелость позволяет избрать вид спорта после 2 лет приучения и моторной подготовки, начиная с 13–14 лет, когда нейроны, обеспечивающие ключевые ДД позволяют выполнять упражнения своего вида спорта. Создание школы завершается к 18–20 годам и успешные отбираются в группы высшего спортивного мастерства, сборные команды. Процесс обучения и совершенствования в спорте базируется на представлении о простых и сложных ДД. Известно, что за счет вербальных слов передается лишь 7%

информации, за счет звуковых средств – 38 % и посредством невербальных средств – 55 % информации. Имеются данные о том, что словесная информация в современной спортивной подготовке последовательно уменьшается, составляя 30 %, а невербальные средства общения составляют более 70 %. Зная генетические особенности двигательной сферы спортсменов, предоставляется возможность оптимального построения процесса подготовки. Профессиональная адаптация в спорте специализированно объединяет нейрогенную интегративную двигательную деятельность, ответственную за мышечную активность. Доминирование нейронов, детерминирующих регуляцию ДД и генетически обусловленные факторы, позволяют решать задачи обучения и совершенствования в процессе подготовки. Развитие нейрофизиологии позволило применить теорию информации для количественной оценки ее переработки и принятия решения. Механизм обратных связей различного вектора находит широкое применение в спорте, физическом воспитании, педагогике, физиологии и психологии. Скорость обработки информации, приучение к занятиям спортом, обучаемость зависят от нейронно-генетической организации индивидуума. Процессы саморегуляции, согласно концепции П.К. Анохина [2], являются фундаментом при обучении ДД по принципу уровня сложности структуры или адекватности морфофункциональным особенностям организма при наличии обратной информации о результатах ДД. Следовательно, регуляция и саморегуляция, контроль и самоконтроль, управление и самоуправление обеспечивают сохранность динамического гомеостаза и адаптивно-компенсаторных процессов, сопровождающих спортивную деятельность.

Принцип саморегуляции лежит в плоскости нейронного распределения в управлении ДД человека в спорте. Интегративная деятельность организма с помощью обратной афферентации в динамических средовых воздействиях позволяет достичь определенного результата, хотя и не всегда положительного. Гипотетически можно предположить, что избирательная совокупность нейронов большого мозга и мотонейронов, делегирование первых в связи с потребностью вторых сохранить или повысить ДД характерна для семантики изменений, происходящих в организме спортсмена. В нейрофизиологии для изучения процессов дуального управления в деятельности биологических систем регулирования издавна используется технология селективно-управляемых биоэлектронных систем [4]. Данное положение базируется на принципах избирательности, чувствительности и дифференцирования. Нейронная мозаика двигательной функциональной и молекулярно-клеточной системы образована сетью нейронов периферического и центрального происхождения. В процессе занятий спортом (обучения, совершенствования) и достижения автоматизма в ДД ослабляется логи-

ческая сеть формальных нейронов. Процессы управления ДД обеспечиваются тончайшими технологиями селекции, дифференцирования двигательной информации (мотонейроны) и функций скелетных мышц и, при необходимости, включением центральной нервной системы, обеспечивающей способность сохранить высокую работоспособность и сохранность системы. При этом максимальная афферентация должна превосходить максимальное отклонение управляемого, саморегулируемого параметра [11].

В диапазоне тренировочно-соревновательных ДД мотонейроны находятся в оптимальном состоянии и при достижении пиковых нагрузок для обеспечения спортивной результативности обращаются за экспресс-помощью и делегированием к нейронам двигательной зоны большого мозга. Этим и обеспечивается интегративная деятельность организма в условиях спортивной деятельности. Молекулярно-клеточные процессы в мышце, вызывающие утомление и снижение импульсации (торможение), уменьшают эффективность обратной афферентации. Спортсмены в условиях утомления используют резервы мотивационного и эмоционального вектора действия и сохраняют высокую работоспособность, вскрывая и используя резервы своего организма. Возникает проблема повышения эффективности саморегулирующейся системы, включая процессы оптимального соотношения детерминированных и вероятностных нейрофизиологических механизмов.

Концепция нейромоторного и нейронального взаимоотношения позволяет судить о симпатности управления ДД, в том числе точности и быстродействию при коррекции ошибок технического аспекта, а также функционального и метаболического аспектов. В отличие от классической семантики центральной регуляции в концепцию положен пусковой и главный механизм нейромоторики, который в интеграции с нейронами большого мозга придает необходимый эффект выполняемой двигательной деятельности. Из этого следует, что мышечное движение поддерживает в системной регуляции организма оптимальное взаимодействие и выбирает варианты принятия решения. Однако саморегуляция требует дополнительных расходов энергии автономного характера и может увеличивать общие энергетические траты, цену адаптации. При этом самоорганизацию следует не только связывать с процессом формирования целенаправленных реакций, обеспечивающих гомеостаз. Б. Бернс подчеркивает, что «любая общая теория, в которой кора рассматривается как сеть взаимосвязанных нейронов, должна принимать во внимание эту устойчивость поведения» [3]. Подбор батарей физических упражнений, которые становятся обыденными, позволит системе мотонейронов управлять ДД избранного вида спорта. Нейрофизиологические и совокупные физиологические и метаболические данные и математическое прогнозирование

позволяют дифференцировать значения нейромоторного аппарата как ведущие в управлении динамическими функциональными системами переработки информации, принятия решения в обучении и совершенствовании на основе «афферентного синтеза» и «акцептора действия». В этой связи возникает вопрос о минимальных и максимальных значениях регулирования нейромоторным аппаратом и состоянием организма спортсмена, включение нейронов большого мозга и их делегирование в процесс овладения техническими действиями. Стратегия регулирования идет от мышцы и вновь возвращается к ней. Вероятно, что процесс обучения должен идти по пути поиска технологий моделирования адаптивных процессов, обеспечивающих динамический гомеостаз организма спортсменов. Необходим управляемый педагогический и медико-биологический «эксперимент» для поиска эффективных разноуровневых сложодинамических систем в биологии и педагогике для определения диапазонов допустимой формализации значений объекта с адекватной системой управления.

Структурно-функциональные нейронные регуляторы и их интеграции определяют стратегии адаптации, обучения и совершенствования.

Существующие теории значительно продвинули проблему селективного управления и выявление информативных критериев биоритмической активности. Однако все исследования детерминируются механизмами мозга, но не в процессе овладения ДД, ошибки которой лежат в нарушении рефлекторной деятельности, а в нарушении взаимосвязей нейрональной регуляции.

Фоновая напряженность присуща тренировочному процессу спортсменов и лишь в отдельных динамических ситуациях проявлялось стресс-напряжение. Проявляемые механизмы структурно-функциональных нейромоторных изменений в процессе тренировки не вызывают необходимости делегирования нейронов большого мозга на реализацию ДД. Наиболее не изученными остаются переходные процессы в среде нейромоторного обеспечения, когда автономной саморегуляции недостаточно и востребована нейронная «помощь» большого мозга. В период БТН адаптивно-компенсаторные процессы касаются как обеспечивающих, так и базовых систем при переработке информации и принятии решения.

Наблюдаются переходы от генерализованной к дифференцированной реакции при обучении и совершенствовании ДД. Проявляются неспецифические реакции при принятии решения. В этом аспекте при наличии сбивающих факторов переходные процессы пролонгируют возможные парадоксальные нейромоторные и вегетативные сдвиги, ведущие к развитию отрицательных эмоциональных состояний, внутреннего конфликта и страха.

В процессе обучения и совершенствования последовательно уменьшается поток эффективных

сигналов мотонейронов в сегментарный и надсегментарный отделы большого мозга. Вследствие этого повышается двигательная чувствительность, избирательность и дифференцирование на разных уровнях системного и молекулярно-клеточного функционирования.

Математическое моделирование адапционных процессов спортсменов позволили определить вектор действий и поведения в условиях опережающего отражения внешней среды.

Наступает адаптивная саморегуляция психофизиологических процессов интегративной деятельности организма спортсменов. Центральная идея работы лежит в плоскости: мотонейрон, нервный центр, системообразующие функции спортсмена в условиях БТН и наличия гипоксии.

Интегративная деятельность организма осуществляется с помощью нейронной организации регуляторных систем. Однако индивидуальность у каждого человека проявляется по-разному, обеспечивая профессиональную (операторскую, спортивную, творческую, умственную) деятельность. Многоуровневая система управления включает для каждого вида деятельности, исходя из генетической предрасположенности, доминантную роль нейронов, например, для спортсменов двигательных зон большого мозга. Роль других нейронов, особенно в период приучения к ДД и их совершенствования, последовательно снижается, а иногда может отсутствовать. Внутри- и межсистемные координативные детерминированы пусковыми механизмами, идущими от мышц, запускающих взаимодействие органов и систем организма и регуляцию сегментарного и надсегментарного уровней. Принцип регуляции сокращения скелетных мышц заключается в том, что чувствительные импульсы при ДД корректируются самими мотонейронами посредством сличения и выявления ошибок у квалифицированных спортсменов.

Делегирование нейронов из большого мозга в сегментарные системы управления вызывает новый этап приспособительной регуляции при совершенствовании ДД. Каждый мотонейрон, аксон которого покидает спинной мозг, иннервирует большее количество мышечных волокон в зависимости от поставленных задач и вовлеченных групп мышц. Быстрореагирующие мышцы с целевой точностью ДД имеют меньшее количество регулирующих нейронов по сравнению с крупными, которые включают большее количество привлеченных нейронов на моторную единицу. В межмышечной координативной интегративной нейрональной деятельности лежит при сокращении в поддержке друг друга. Симпатность взаимодействий обеспечивает размерное включение мышц при выполнении сложных технико-тактических действий, что важно для процесса обучения и совершенствования. Следует также отметить, что суммация сокращения многих мышечных волокон протекает с помощью мотонейронов последовательно, что

обеспечивает плавное сокращение даже в условиях низкой частоты сигналов.

Мозжечок связан с нейромоторной организацией движений посредством обратной афферентации и акцептора действия, позволяющих сравнивать и корректировать реальные ДД с программируемыми мышечной системой. Он также помогает коре большого мозга программировать следующее последовательное движение заранее, за долю секунды предвосхищая его. Это способствует плавному переходу от одного ДД к другому.

Система нейромоторной организации позволяет усиливать или ослаблять ДД в последующем цикле, дифференцированно произвольно расслаблять и сокращать мышцы, устранять ошибки. Такая возможность связана с изменениями возбужденно-тормозных динамических процессов нейромоторной организации (мышцы, нейроны, мозжечок). Это позволяет последующим мышечным сокращениям лучше соответствовать запланированным ДД. Включение моторной и премоторной зон, соматосенсорной коры большого мозга позволяют организовывать вектор кортикоспинальной интеграции (ядра моста, мостомозжечковый тракт, оливомозжечковый тракт, базальные ганглии, обширные области ретикулярной формации и спинного мозга, вестибуломозжечковые волокна и др.).

Регуляция равновесия, позы, рецепторные сокращения мышц агонистов и антагонистов в периферических частях конечностей, особенно в кистях и пальцах рук, координация сложных ДД, инициируемых корой большого мозга в сочетании с психофизиологическими звеньями обеспечивают интегративную деятельность организма системой статокINETической устойчивости.

Мозжечок имеет около 30 млн идентичных функциональных единиц. Функциональные единицы коры мозжечка это клетки Пуркиньи и глубокого ядра. Выходящие из мозжечка сигналы действуют по принципу «включение-выключение» и «выключение-включение».

Многопараметрический мониторинг позволяет расширить существующие знания о нейронной организации и динамическом биоуправлении в процессе освоения ДД, оптимальности переработки информации и принятии решения.

За все технические действия отвечает нейронная двигательная система, включающая не только СКУ, но и энергоинформационные процессы интегративной деятельности организма с симватными связями жесткого и гибкого вектора действия. Цикличность волновых процессов адаптации обуславливает структурные и информационно-энергетические взаимодействия между звеньями функциональной системы методом прямых и обратных связей. Процесс подготовки базируется на авторегуляторных изменениях в моторной системе, обеспечивая ее оптимальное состояние и алгоритмы его формирования. При этом необходимо иметь в виду, что адаптивная система, осуществляя поиск

во время тренировочных воздействий, имеет ряд технологий достижения успешной деятельности. Большие значения имеет широкое внедрение автоуправляемого исследования в практику спорта. Это возможно при понимании спортивными педагогами и спортсменами необходимости исследований для успешной деятельности. Для этого необходима современная неинвазивная, экспресс-диагностирующая аппаратура, профессионализм исследователей и консенсус тренеров и ученых. Математическое обоснование критериев подготовленности и состояний позволит выбрать ведущие для данного вида спорта и специализации в нем.

Все мышцы тела спортсмена профессионально реконструируются в зависимости от задач, этапа, периода подготовки спортсмена. Изменяются не только составляющие структурные, функциональные и метаболические звенья, но и мышцы, зависящие от обменных процессов, и нейрональные последовательные регуляторы их интегративной деятельности. Совокупные влияния обеспечивают энергообеспечение мышцы в динамических условиях спортивной деятельности.

Итак, мотонейроны являются иннерваторами скелетных мышц и в зависимости от их специализированности усиливаются нейронными регуляторами. В случае утомления нервно-мышечного соединения в условиях гипоксии нарушается подпитка центрального нейронального звена. Это происходит при гипервентиляции, источающем режиме мышечных и психофизиологических воздействий. Скорость проведения потенциала действия в волокнах скелетной мышцы составляет 3–5 м/с, а скорость нейронального воздействия почти в 20 раз быстрее. Вероятно, создаются условия, которые позволяют делегировать нейроны в работающие мышцы в связи с возросшей необходимостью.

В норме гипервентиляция вызывает сдвиг кислотно-щелочного равновесия, активацию гипоталамо-диэнцефальных структур и вследствие этого гиперкапнию и гипогликемию (снижение уровня сахара в крови). В меньшей степени в литературе рассматривается вопрос о гипоксическом влиянии гипервентиляции [6–13]. В норме у здорового взрослого испытуемого при стандартной 3-минутной гипервентиляции отмечается небольшое усиление синхронизации альфа-ритма, больше в передних отделах мозга, увеличивается его частота и амплитуда. Это приводит к некоторому размыванию альфа-ритма на все отделы и смещение его локализации в срединные структуры или практически к неизменности локализации при нерезком усилении и сохранении градиента [5]. Представленная проблема не нашла широкого обсуждения в спорте, хотя и появились работы нейрофизиологического направления в исследованных фитнес-технологиях [10, 12]. Выявление динамики ЭЭГ показателей, нейропластичности исключительно важно в период подготовки к социально значимым соревнованиям на начальном этапе подготовки.

Оздоровительные технологии в образовательном процессе

Обследованию подвергались кикбоксеры высшей квалификации, а также спортсмены КМС и МС на 19-канальном электроэнцефалографе «Нейрон-спектр-3» производства фирмы «Нейрософт» (Россия). При этом использовались монополярные отведения от областей головного мозга с установкой накожных электродов по международной системе «10–20» с референтным электродом на мочке ипсилатерального уха. 50 % объема нагрузок отводилось гравитационным баллистическим действиям, естественной и искусственной гипоксии, стретчингу, упражнениям с отягощениями, плаванью. Такой режим нагрузок продолжался в течение двух месяцев, затем наступал этап интерференции (1 месяц) и заключительной подготовки к соревнованиям.

Результаты исследования параметров амплитуды ЭЭГ, фоновых и при гипервентиляции в двух группах кикбоксеров представлены в табл. 2.

Отличия параметров частот на фоновой ЭЭГ и при гипервентиляции незначительные, что соответствует физиологической норме. Между группами спортсменов прослеживаются следующие различия. В I группе самые высокие показатели частот и по полушариям на фоновой ЭЭГ они симметричны, при пробе с гипервентиляцией отмечается равномерное снижение частоты альфа-ритма. Во II группе показатели частот среднего уровня с преобладанием в левом полушарии, при гипервентиляции повышение параметров отмеча-

ется в большей степени в правом полушарии. Латерализация изменений с преобладанием слева связана с максимальной нагрузкой на моторные зоны доминантного полушария.

Важными показателями альфа-ритма являются его распределение по областям коры головного мозга и реактивность. Доминирование альфа-ритма во всех группах исследования отмечалось в затылочно-теменных областях и не изменялось при пробе с гипервентиляцией, что соответствует физиологическим показателям.

В настоящем исследовании при гипервентиляции отмечено снижение амплитудных показателей ЭЭГ обеих групп на 8,7 %, что свидетельствует об усилении процессов десинхронизации и повышении функционального состояния головного мозга, которому способствует активация ретикулярной формации и усиление внимания.

При пробе мышечного усилия в I группе не выявлено изменений частоты альфа-ритма, во II группе произошло повышение частоты альфа-ритма на 3 %. Проба на однократную вспышку света (проба активации коры) выявила депрессию (снижение амплитуды альфа-ритма) на 73 % в I группе, на 82 % – во II группе; подавление альфа-активности было у представителей группы высшего спортивного мастерства на 12 % ниже. Восстановление альфа-ритма зафиксировано в I группе на 82 %, во II группе – на 96 %. Показатели редукции и восстановительных способностей биоэлектрической

Таблица 2
Параметры амплитуды ЭЭГ фоновые и при гипервентиляции в двух группах спортсменов

Параметры	I группа		II группа	
	Фон	ГВ	Фон	ГВ
Амплитуда альфа-ритма слева, мкВ	52,67 ± 20,67 27,00–88,00	Депрессия на 8,7 %	56,77 ± 12,67 37,00–82,00	Депрессия на 8,69 %
Амплитуда альфа-ритма справа, мкВ	58,83 ± 21,83 24,00–98,00	Депрессия на 8,7 %	54,69 ± 10,79 36,00–73,00	Депрессия на 8,69 %
Частота альфа-ритма слева, Гц	10,07 ± 0,69 9,20–11,60	8,25 ± 2,75 0,00–11,80	9,98 ± 0,56 9,10–11,40	10,08 ± 0,58 8,40–11,50
Частота альфа-ритма справа, Гц	10,02 ± 0,72 9,20–11,60	8,57 ± 2,86 0,00–11,50	9,95 ± 0,50 9,10–11,40	10,25 ± 0,53 9,10–11,50
Частота альфа-ритма при пробе усилия слева, Гц	9,92 ± 0,59 8,70–11,60		12,03 ± 3,69 9,10–36,00	
Частота альфа-ритма при пробе усилия справа, Гц	9,83 ± 0,67 8,70–11,60		12,69 ± 4,97 9,10–45,00	
Депрессия альфа-ритма при ОГ, %	73,33 ± 21,33 45,00–98,00		82,77 ± 14,01 54,00–99,00	
Восстановление альфа-ритма при ЗГ, %	81,33 ± 19,56 32,00–112,0		96,08 ± 28,09 49,00–222,0	
Частота бета-ритма низкой частоты слева, Гц	18,50 ± 3,83 13,00–26,00		18,00 ± 2,46 13,00–23,00	
Частота бета-ритма низкой частоты справа, Гц	18,50 ± 4,00 13,00–27,00		19,08 ± 2,57 14,00–28,00	
Частота бета-ритма высокой частоты слева, Гц	13,33 ± 1,33 11,00–16,00		16,69 ± 2,33 12,00–22,00	
Частота бета-ритма высокой частоты справа, Гц	15,17 ± 2,22 12,00–21,00		17,85 ± 3,40 13,00–26,00	

активности головного мозга в двух группах спортсменов были физиологическими.

Анализ бета-ритма в двух группах спортсменов не выявил отличий по параметрам низкочастотной составляющей и показал увеличение частоты бета-ритма высокой частоты у спортсменов II группы на 30 % по сравнению с показателями I группы. Выявленные отличия связаны с разными значениями потребления кислорода в исследуемых группах в зависимости от уровня спортивного мастерства.

При гипервентиляционной пробе амплитудные показатели претерпели изменения, а именно: повышение амплитуды альфа-активности произошло по всем зонам коры головного мозга в разной степени.

Анализ фоновых и реактивных показателей биоэлектрической активности в группах исследования позволил выявить повышение функционального состояния головного мозга у спортсменов-кикбоксеров и снижение функционального состояния головного мозга у мужчин группы контроля.

Литература

1. Амэн, Д.Дж. Великолепный мозг в любом возрасте / Д.Дж. Амэн; пер. с англ. Ю.В. Рябининой // Психология. Мозговой штурм. – М.: Эксмо, 2012. – 480 с.
2. Анохин, П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса: моногр. / П.К. Анохин. – М.: Медицина, 1968. – 547 с.
3. Бернс, Б. Неопределенности в нервной системе / Б. Бернс. – М.: Мир, 1969. – 166 с.
4. Бундзен, П.В. Современные технологии укрепления психофизиологического состояния здоровья населения / П.В. Бундзен, О.М. Евдокимова, Л.Э. Унесталь // Теория и практика физической культуры. – 1996. – № 8. – С. 57.
5. Гнездицкий, В.В. Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография (картирование и локализация источников электрической активности мозга) / В.В. Гнездицкий. – Таганрог, 2000. – С. 357–424.
6. Егорова, И.С. Электроэнцефалография / И.С. Егорова. – М.: Медицина, 1973. – 119 с.
7. Жирмунская, Е.А. В поисках объяснения феноменов ЭЭГ / Е.А. Жирмунская. – М.: Биола, 1997. – 117 с.
8. Жирмунская, Е.А. Клиническая электроэнцефалография (цифры, гистограммы, иллюстрации) / Е.А. Жирмунская. – М.: Вега-Принт, 1993. – 33 с.
9. Жирмунская, Е.А. Функциональная взаимозависимость больших полушарий мозга человека / Е.А. Жирмунская. – Л.: Наука, 1989. – 203 с.
10. Королева, М.В. Особенности гемодинамики и биоэлектрической активности головного мозга у женщин 20–40 лет при занятиях фитнесом: автореф. дис. ... канд. биол. наук / М.В. Королева. – Челябинск, 2009. – 22 с.
11. Меницкий, Д.Н. Очерки прикладной нейрокибернетики / под ред. Д.Н. Меницкого. – Л.: Медицина, 1973. – 229 с.
12. Эрлих, В.В. Системно-синергетические интеграции в саморегуляции гомеостаза и физической работоспособности человека в спорте: моногр. / В.В. Эрлих, А.П. Исаев, В.В. Корольков. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2012. – 266 с.
13. Spelman, R. EEG primer / R. Spelman // Butterworth Publishers, 1982. – P. 23.

Поступила в редакцию 11 сентября 2012 г.