

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ В ИГРОВЫХ ВИДАХ НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И НЕКОТОРЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ПОЛИМОРФИЗМОВ

В.В. МАРИНИЧ¹, В.П. ГУБА², Н.В. ШЕПЕЛЕВИЧ¹, С.Б. МЕЛЬНОВ³

¹Полесский государственный университет,

г. Пинск, Республика Беларусь

²Московский государственный областной университет,

г. Москва, Российская Федерация

³Международный государственный экологический университет им. А.Д.Сахарова,

г. Минск, Республика Беларусь

Введение. В современном детско–юношеском спорте весьма актуальной является проблема сохранения необходимого уровня эффективной работоспособности спортсмена в течение длительного времени, особенно в условиях соревновательной деятельности [1, 4, 8].

Повышается значимость текущих обследований с целью раннего выявления переходных функциональных состояний организма юных спортсменов в тренировочном процессе, а также профилактики начальных явлений переутомления, перетренированности, снижения уровня реактивности центральной нервной системы, иммунодефицита и снижения резистентности. Типичным психофизиологическим состоянием в спорте является высокая (непродуктивная) напряженность и как ее разновидность – спортивный стресс [5, 9, 11].

Актуальность проблемы контроля психофизического состояния спортсменов, т.е. деятельности, которая требует устойчивого внимания, быстрой реакции, стабильной работы психофизиологических функциональных систем, несомненна. В противном случае сохраняется остаточная усталость, следовательно, быстрее наступает утомление. Неполное же восстановление организма способствует развитию патологических состояний [5, 12, 14].

В настоящее время возникает серьезная необходимость комплексного диагностического исследования, занимающихся спортом высококвалифицированных подростков, с целью динамической оценки эффективности спортивной деятельности, составления индивидуального плана подготовки, фармакологического обеспечения и прогноза возможностей в процессе решения тренировочных задач [4]. Одновременно возникает и проблема оптимизации тренировочной деятельности, решение которой должно базироваться на результатах комплексных медико–биологических исследований. Такой комплексный подход позволяет эффективнее выявить взаимосвязь физиологических систем в процессе адаптации к физическим нагрузкам [13].

Под воздействием регулярных физических и психических нагрузок, сопровождающих жизнь спортсмена, происходят изменения в серотониновой передаче импульсов, а введение в организм агентов, препятствующих резкому возрастанию концентраций серотонина (5НТ) в ЦНС, повышает работоспособность во время спортивных тренировок и продлевает время до наступления у спортсмена утомления [1, 2, 3, 10, 21].

Участие серотониновой системы в процессах развития центрального утомления при выполнении физической работы, а также под воздействием психических нагрузок делает проблему изучения индивидуальных особенностей функционирования серотониновой и дофаминовой системы особенно актуальной не только с теоретической, но и с практической точки зрения [3, 10, 15, 16, 17, 20].

Своевременное выявление факторов, лимитирующих физическую деятельность, умение устранять эти факторы и адекватное применение средств коррекции помогают достичь высоких результатов в спорте и сохранить здоровье спортсмена. Применение различных видов физического воздействия, а также эффективность фармакологических средств, позволяют повышать работоспособность и возможность быстрого восстановления после экстремальной нагрузки [4].

Назначая спортсмену различные виды стимуляции, всегда следует учитывать индивидуальные особенности его организма, степень тренированности и выносливости, ограничивающие «верхнюю планку» – предел физиологически возможного адаптивного потенциала при мобилизации эндогенных механизмов обеспечения конечного спортивного результата [4].

Среди основных факторов, лимитирующих спортивную работоспособность, выделяют: биоэнергетические (анаэробные и аэробные) возможности спортсмена; нейромышечные (мышечная сила и техника выполнения упражнений); психологические (мотивация и тактика ведения спортивного состязания). Непременным условием установления фактора, лимитирующего работоспособность, являются методические возможности исследователя (биохимические и физиологические). К факторам, приобретающим особую значимость, на современном этапе анализа результатов спортивной подготовки, относятся также и генетические [1, 2, 4, 6].

Интенсивные занятия спортом, не соответствующие генетической предрасположенности, приводят к ограничению специальной работоспособности, а в последствие и к снижению соревновательного результата. В настоящее время считается целесообразным построение спортивного отбора и выбор спортивной специализации с учетом генетической предрасположенности человека не только к выполнению различных нагрузок, но и возможности организма поддерживать гомеостаз, избежать развития дезадаптации и патологических состояний. Концепция отбора детей в конкретные виды спорта должна предусматривать применение здоровьесберегающих технологий в спортивной деятельности с учетом раннего определения генетических полиморфизмов предрасположенности ребенка к его дальнейшей высокой физической активности, с учетом типа энергообеспечения физической активности и своевременного прогнозирования риска развития патологических нарушений организма, препятствующих выполнению интенсивных физических нагрузок. В связи с этим, адекватный выбор типа нагрузок на основе генетической предрасположенности к различным видам деятельности на раннем этапе спортивной карьеры, а также коррекция тренировочного процесса на более поздних стадиях с учетом индивидуальных особенностей организма является одной из актуальных проблем современной спортивной науки [4, 7].

Цель работы: предложить программу коррекции учебно–тренировочного процесса на различных этапах подготовки на основании мониторинга функционального состояния вегетативной нервной системы у юных квалифицированных спортсменов игровых видов спорта (футбол и хоккей), оценки влияния полиморфизмов генов ACE и 5HTT.

Задачи исследования:

1. Оценить функциональное состояние вегетативной нервной системы в тренировочных периодах на основе анализа показателей зрительно–моторных реакций: простая зрительно–моторная реакция, реакция различения, реакции выбора и помехоустойчивости.
2. Провести анализ распространенности полиморфных локусов генов 5HTT, ACE и показать их взаимосвязь с характеристиками зрительно–моторных реакций.
3. Предложить рекомендации по коррекции тренировочного процесса в зависимости от выявленных изменений состояния вегетативной нервной системы распространенности полиморфных локусов генов 5HTT, ACE у юных спортсменов игровых видов спорта.

Методика и объекты исследований. В исследованиях использовался полноцветный зрительно–моторный анализатор комплекса «Психотест». Простая зрительно–моторная реакция (ПЗМР). Для максимально точной диагностики использовался средний показатель времени реакции на несколько десятков предъявлений стимула. Число ошибок свидетельствовало об устойчивости внимания обследуемого. При высокой устойчивости обследуемый удерживал внимание требуемой концентрации в течение всего обследования и не совершал ошибок при прохождении методики. ПЗМР позволила сделать вывод о свойствах и текущем функциональном состоянии центральной нервной системы, работоспособности. Реакция выбора – сложная сенсомоторная реакция, отражающая процесс обработки сенсорной информации центральной нервной системой по принципу отбора сигналов определенного цвета и формирования реакции на заданный вид, оценивала подвижность нервных процессов в ЦНС. Показатель среднего значения времени сложной сенсомоторной реакции выбора отражает инертность или подвижность нервных процессов. При этом оценивается их уравновешенность и сила.

Генетический анализ. В качестве проб биологического материала использовался буккальный эпителий. Предусматривалась оценка полиморфизмов L/S гена 5HTT, которая указала на то, что возможно определение предрасположенности к депрессии, устойчивости к психическим нагрузкам, развитию центрального утомления в условиях высоких физических и психических нагрузок, тем самым подтвердила возможность применения данного анализа при отборе в спорте. Для определения инсерционно–делеционного полиморфизма гена 5HTT проводилось ПЦР по описанной следующей парой праймеров (температура отжига – 58° C):

- ♦ прямой праймер: 5'–CAATCTCTGGTGGCTTCCCGTACATAT–3'
- ♦ обратный праймер: 5'–GACAAATCTGTCTTCTGGCTTCTGAA–3'

Для определения размеров продуктов амплификации проводился электрофорез. Генотипу LL соответствуют фрагменты длиной 311 п.о., генотипу L/S – два фрагмента длиной 267 и 311 п.о., а генотипу S/S – фрагмент длиной 267 п.о.

Ген ACE кодирует аминокислотную последовательность ангиотензин–превращающего фермента (АПФ), который является важным физиологическим регулятором артериального давления и водно–солевого обмена. ACE – наиболее изученный ген в генетике физической активности. С I–аллелью (Alu–повтор 287 п.о.) связывают предрасположенность человека к занятиям видами спорта, направленными на развитие выносливости и устойчивости к гипоксии в условиях высокогорья, с высоким приростом силовой выносливости в ответ на физические нагрузки. D–аллель ассоциируется с приростом динамической и взрывной силы, мышечной массы.

Для определения инсерционно–делеционного полиморфизма гена ACE проводится ПЦР со следующей парой праймеров (температура отжига – 58° С):

- ◆ прямой праймер: 5'–CTGCAGACCACTCCCATCCTTTCT–3'
- ◆ обратный праймер: 5'–GAACTGGCCATCACATTCGTGTCAGAT–3'

Для определения размеров продуктов амплификации проводится электрофорез. Генотипу I/I соответствуют фрагменты длиной 479 п.о., генотипу I/D – два фрагмента длиной 479 и 192 п.о., а генотипу D/D –фрагмент длиной 192 п.о.

Собственные исследования. В исследовании принимали участие 40 юных спортсменов ДЮСШ по футболу и хоккею в возрасте 12–15 лет в предсоревновательном и соревновательном периодах подготовки (до и после игры).

Результаты генетического анализа. При генетическом анализе юных футболистов и хоккеистов были установлены некоторые закономерности распределения полиморфизмов генов ACE_Al u I/D_rs4646994, 5HTT_L/S (таблица 1). Спортсмены исследованных групп имели различной выраженности реобладание D–аллеля гена ангиотензин–конвертирующего фермента, что ассоциируется с развитием быстроты, силы, высокими значениями анаэробной работоспособности, холерическим темпераментом.

Таблица 1 – Частота полиморфизмов генов исследованных спортсменов

Ген	Частоты генотипов, %		
Футболисты, n=20			
5HTT_L/S	LL	LS	SS
	20%	55%	25%
ACE_Al u I/D	DD	ID	II
	35%	45%	20%
Хоккеисты, n=20			
5HTT_L/S	LL	LS	SS
	10%	65%	25%
ACE_Al u I/D	DD	ID	II
	65%	25%	10%
Частота встречаемости аллелей выносливости			
	n	Аллели	
		I (ACE)	L (5HTT)
Футболисты	20	42,5%	47,5%
Хоккеисты	20	22,5%	42,5%
Частота встречаемости аллелей скорости–силы			
	n	Аллели	
		D (ACE)	S (5HTT)
Футболисты	20	57,5%	52,5%
Хоккеисты	20	77,5%	57,5%

При этом в группе хоккеистов отмечалось более выраженное доминирование данного признака по сравнению с футболистами.

Предрасположенность к развитию качеств как физических, так и психологических, способствует высокой адаптационной готовности организма и оптимальным показателям работоспособности

при соревновательных нагрузках у юных спортсменов в игровых видах спорта различной направленности.

При анализе полиморфизмов гена 5HTT серотониновой системы, являющегося маркером устойчивости к физическим и психическим нагрузкам, установлено, что обследованные юные спортсмены являлись в большей степени гетерозиготными (LS), либо носителями мутантной аллели S. В группе юных хоккеистов отмечалась тенденция к увеличению количества носителей S-аллели. При данном генотипе снижена концентрация переносчика серотонина. У носителей может быть выражена косвенная агрессия, низкие значения негативизма и раздражительности; в условиях интенсивных физических и психических нагрузок спортсмены, как правило, характеризуются более высокими скоростями простой и сложной реакции, но меньшей психической устойчивостью. Возможны высокие результаты в тренировке скоростно-силовых способностей при условии коррекции монотонии в тренировочном процессе.

Как следует из представленных выше данных, большинство обследованных спортсменов имеют достаточную предрасположенность по показателям быстроты/силы и выносливости при реализации спортивной специализации в игровых видах спорта. Коррекция монотонии и текущая психофизиологическая диагностика гомозиготных носителей SS позволяет вовремя скорректировать развивающееся центральное утомление и предотвратить вовлечение дефицита серотонина в лимитирование спортивной работоспособности.

Полученные в ходе исследований результаты свидетельствуют о достаточном участии в процессе спортивной деятельности множества полиморфных генов, каждый из которых в отдельности вносит лишь небольшой вклад в общее развитие физических качеств человека.

На этом основании, молекулярно-генетическая диагностика в спорте должна безусловно применяться в исследованиях с использованием определенных маркеров, как дополнение к уже существующим фенотипическим тестам, используемым в рамках медико-биологического обеспечения спорта.

Анализ зрительно-моторных реакций. При исследовании «простой зрительно-моторной реакции» у юных хоккеистов отмечено следующее распределение: доминирование средних и низких скоростей, высокая скорость ПЗМР не превысила 8 % обследованных. Количество ошибок при проведении ПЗМР не достигало критических значений, что свидетельствует о замедлении передачи сигналов в ЦНС в результате переутомления. Однако при оценке устойчивости внимания и итоговой работоспособности у 75 % футболистов отмечается снижение данных параметров к нижней границе нормы. При этом у 25 % обследованных футболистов отмечалось значительное снижение работоспособности, что характеризует переменную емкость разрешающей способности метода оценки зрительных реакций.

При оценке общего числа ошибок в группе хоккеистов юниоров при проведении методики ПЗМР, «реакция выбора» установлено, что у 65 % обследованных количество ошибок не превышало 5, при этом 5–10 неправильных нажатий регистрировалось у 25 %, более 10 – у 10 % спортсменов.

В группе футболистов оценивался преобладающий тип высшей нервной деятельности: 75 % юных спортсменов-футболистов имели подвижный тип, четверть обследованных промежуточный между инертным и подвижным типом высшей нервной деятельности. У спортсменов-хоккеистов отмечалась тенденция к увеличению числа, обследованных с подвижным типом ВНД (рис. 1).

При оценке общего числа ошибок в группе хоккеистов юниоров при проведении методики ПЗМР, «реакции выбора» установлено, что у 50 % спортсменов количество ошибок не превышало 10, 11–20 не правильных нажатий регистрировалось у 27 %, 22–30 – у 15 % спортсменов и 8 % обследованных имели от 31 до 50 неверных «ответов».

Среди обследованных юниоров хоккеистов и футболистов в обеих группах в предсоревновательном периоде регистрировалась оптимальная мобилизация их физических и психических ресурсов (рис. 2).

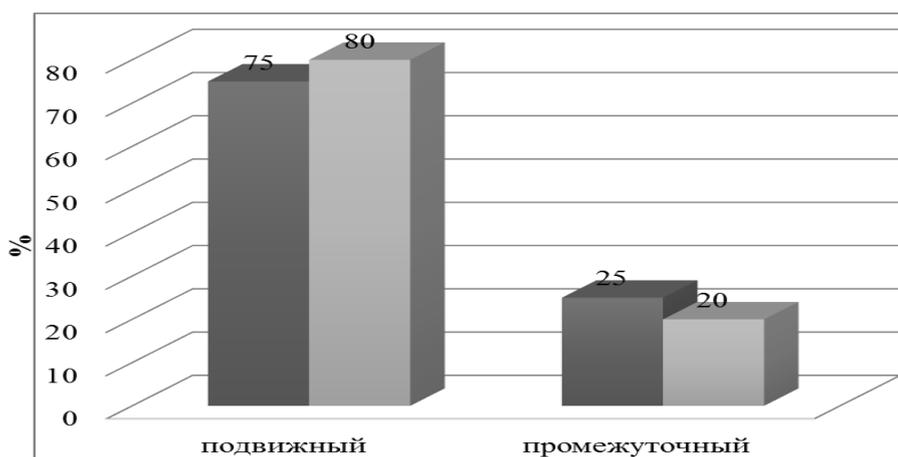


Рисунок 1 – Оценка типов высшей нервной деятельности юных футболистов и хоккеистов



Рисунок 2 – Показатели мобилизации физических и психических ресурсов у юных футболистов и хоккеистов

При исследовании ПЗМР и реакции выбора у групп хоккеистов и футболистов установлено достоверное различие в скоростях простой зрительно–моторной реакции ($p < 0,05$), времени принятия решения, функциональном уровне ЦНС.

Особый интерес представляют выявленные достоверные различия, по расчетному показателю времени принятия решения (ВПР). ВПР оказалось ниже у хоккеистов, что, возможно, связано с большими требованиями к аналитической деятельности при выборе решения на исполнение в специфике спортивной деятельности (таблица 2).

Фармакологическая коррекция. Для выявления причин, препятствующих повышению работоспособности, текущая диагностика состояния спортсмена должна основываться на системе основных условий, быть срочной, информативной, достоверной, сформированной на логически четко построенной системе простых и легко выполнимых тестов, желательно не требующих ни сложного специального оборудования, ни особой подготовки персонала.

В работе применялись регуляторы психического статуса, компенсирующие избыточные психические реакции при спортивной деятельности, особенно в игровых видах спорта.

К группе лекарственных средств, которая в большей или меньшей степени регулирует психический статус спортсменов, относятся:

- препараты для коррекции нарушений сна;
- антигистаминные;
- средства для коррекции избыточных психических реакций;
- седативные средства (зверобой, кора белой ивы, валериана, пустырник).

Таблица 2 – Значение скоростей зрительно–моторных реакций, показатели вариабельности ритма сердца у обследованных спортсменов

Показатели		Футболисты, n=18	Хоккеисты, n=16
ПЗМР	Среднее время реакции, мс	214,86±15,23	229,12±21,45*
	Функциональный уровень, у.е.	4,65±0,44*	4,72±0,41
	Уровень функциональных возможностей, у.е.	3,71±0,63	3,58±0,66
Сложная ЗМР	Среднее время реакции, мс	313,1±33,16	310,16±26,14
Время принятия решения, мс		98,24±19,2	81,04±11,6*
TP, мс ² /Гц		4746(1125–15615)	2722 (632–4263)*
LF/HF		9,0 (2,8–28,3)	6,9(2,0–15,5)
LF, %		54,1 (33,7–67,0)	47,9 (30,0–61,1)
HF, %		5,7(1,7–14,9)	7,5(2,8–17,9)
* – достоверные различия на уровне значимости p<0,05			

Общий анализ исследований показал, что необходима общая структура коррекций проводимых исследований, ориентируясь на которую возрастает их эффективность (рис. 3).

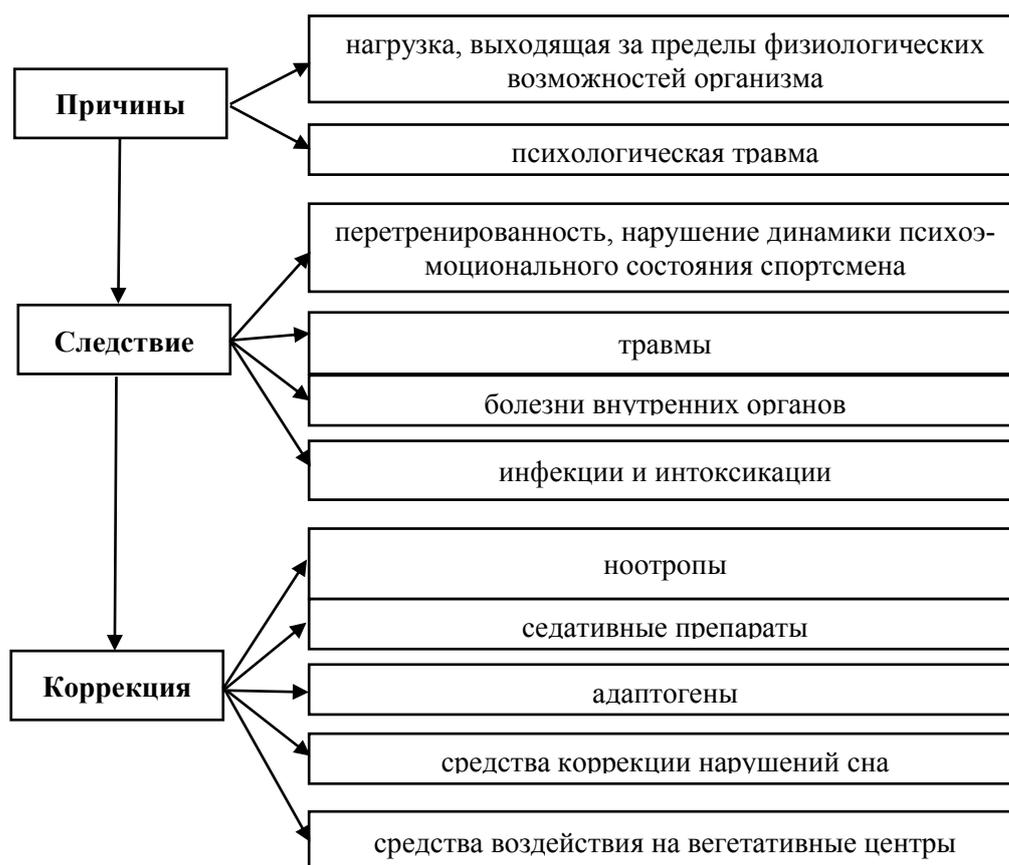


Рисунок 3 – Структура коррекции и анализа угнетения центральной, периферической и вегетативной нервной системы

Заключение. В результате оценки функционального состояния вегетативной нервной системы и эмоционального реагирования у юных спортсменов (футболистов и хоккеистов) наблюдается колебания скоростей зрительно–моторной реакции, нарастание количества технического брака в выполнении основных двигательных действий по мере появления переутомления, а также взаимо-

зависимость типов высшей нервной деятельности с итоговой работоспособностью и вегетативным балансом.

Контроль данных показателей в реальном времени позволяет эффективно корректировать тренировочный процесс по уровню и динамике специфических зрительно–моторных реакций, времени принятия решения и показателей эмоционального состояния юных спортсменов игровых видов спорта.

Исследование распределения полиморфизмов гена 5HTT 40 юных футболистов и хоккеистов показало, что около 25 % юных футболистов относились к неблагоприятному генетическому варианту, склонному к проявлению косвенной агрессии, что может повлиять на перспективы их тренировочной и соревновательной успешности.

Выявленные функциональные изменения определяют необходимость рационального фармакологического вмешательства с целью оптимизации обменных процессов в центральной и вегетативной нервной системах, а также способствуют сохранению высокой физической и психической работоспособности юных атлетов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахметов, И.И. Анализ комбинаций генетических маркеров мышечной деятельности / И.И. Ахметов, [и др.] // Генетические, психофизические и педагогические технологии подготовки спортсменов. Сб. науч. тр. – СПб. – 2006. – С. 95–102.
2. Ахметов, И.И. Генетические маркеры предрасположенности к занятиям футболом / И.И. Ахметов, [и др.] // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2007. – №11(33). – С. 5–10.
3. Ахметов, И.И. Молекулярная генетика спорта : монография / И.И. Ахметов. – М.: Советский спорт, 2009. – 268 с.
4. Губа, В.П. Основы спортивной подготовки : монография / В.П. Губа. – М.: Советский спорт, 2012. – 360 с.
5. Губа, В.П. Влияние психологических качеств высококвалифицированных мини–футболистов на успешность конечного результата / В.П. Губа, С.Л. Скорович, В.В. Маринич // Спортивный психолог. – 2013. – №2. – С. 33–36.
6. Губа, В.П. Интегральная оценка функционального состояния системы внешнего дыхания квалифицированных спортсменов, специализирующихся в мини–футболе / В.П. Губа, С.Л. Скорович, В.В. Маринич // Теория и практика физической культуры. – 2013. – №10. – С. 21–25.
7. Губа, В.П. Комплексный подход в оценке функционального состояния профессиональных спортсменов / В.П. Губа, В.В. Маринич // Вестник спортивной науки. – 2013. – №6. – С. 47–52.
8. Губа, В.П. Талант и критические точки генотипа / В.П. Губа. – М.: Наука и жизнь, 2013. – С. 33.
9. Кулиненко, О.С. Фармакологическая помощь спортсмену: коррекция факторов, лимитирующих спортивный результат / О.С. Кулиненко. – М.: Советский спорт, 2007. – 146 с.
10. Макарова, Г.А. Фармакологическое обеспечение в системе подготовки спортсменов / Г.А. Макарова. – М.: Советский спорт, 2003. – 160 с.
11. Психодиагностика функциональных состояний человека / Под ред. А.Б. Леонова. – М., 1984. – 469 с.
12. Рогозкин, В.А. Генетические маркеры физической работоспособности человека / В.А. Рогозкин, И.Б. Назаров, В.И. Казаков // Теория и практика физической культуры. – 2000. – №12. – С.34–36.
13. Сейфулла, Р.Д. Спортивная фармакология: справочник / Р.Д. Сейфулла. – М.: ЗАО «СпортФарма, 1999. – 128 с.
14. Смирнов, В.Н. Физиология центральной нервной системы / В.Н. Смирнов, В.Н. Яковлев. – М., 2004. – 389 с.
15. Солодков, А.С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: учебник / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб. – М.: ТерраСпорт, Олимпия пресс, 2001. – 520 с.
16. Спортивная медицина: Справочное издание – М.: Терра–Спорт, 1999. – 240 с.
17. Физиология человека: В 3–х томах. Т. 1. Пер. с англ. / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. – М.: Мир, 1996. – 323 с.
18. Чарыкова, И.А. Информативность показателей психофизиологического состояния и гормонального статуса в контроле физических нагрузок при тренировках пловцов / И.А. Чарыкова, Е.А. Стаценко, Н.А. Парамонова // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2009. – № 3. – С. 27–31.
19. Чарыкова, И.А. Психофизиологические критерии перетренированности у спортсменов / И.А. Чарыкова, Е.А. Стаценко // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. – 2010. – № 2. – С. 50–53.
20. Gerardo Florez. Genetics and cell biology. Association Between the STin2 VNTR Polymorphism of the Serotonin Transporter Gene and Treatment Outcome in Alcohol–Dependent Patients/ Gerardo Florez, Pilar Saiz, Paz Garcia–Portilla// Alcohol & Alcoholism. 2008. V.43.P.516–522.
21. Kay, W. The Long and the Short of it: Associations Between 5–HTT Genotypes and Coping With Stress / Kay Wilhelm, Jennifer E.Siegel, Adam W.Finch// Psychosomatic Medicine. 2007. – V.69. – P. 614–620.

22. Landolt, H.-P. Antagonism of serotonergic 5-HT_{2A/2C} receptors: mutual improvement of sleep, cognition and mood/ H.-P. Landolt, R. Wehrle// European Journal of Neuroscience. 2009. – V.29. – P. 1795–1809.

THE FUNCTIONAL STATE OF THE AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM OF YOUNG ATHLETES IN GAMES: ANALYSIS OF KINDS BASED ON SOME PSYCHOLOGIC RESEARCH AND INDICATORS OF GENETIC POLYMORPHISM

V.V. MARINICH, V.P. GUBA, N.V. SHEPELEVICH, S.B. MELNOV

Summary

In scientific and methodical support of children and youth sport at the present stage, it is urgent timely identification of the factors limiting physical activity, the ability to eliminate these factors and adequate use of means of correction help to achieve high results, while maintaining the health of the athlete. Study of distribution of polymorphisms of genes 5HTT and ACE of representatives of game kinds of sports allows the early specialization to the selection of persons exposed to greater speed–power of success and psychological stability. Evaluation of simple and complex visual–motor reactions in different periods of training in young athletes allows a comparison of the genetic and phenotypic markers of prognosis successful sports activity.

Keywords: polymorphism of genes, genetic markers, predisposition to sports.

© Маринич В.В., Губа В.П., Шепелевич Н.В., Мельнов С.Б.

Поступила в редакцию 6 октября 2014г.