МИНИСТЕРСТВО СПОРТА И ТУРИЗМА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР СПОРТА»

МЕТОД ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗА ПСИХОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ И АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ НА ПРЕДСОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ЭТАПЕ ПОДГОТОВКИ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

МИНСК 2023

Производственно-практическое издание

Булынко Екатерина Сергеевна
Степанова Елена Михайловна
Свирко Екатерина Федоровна
и др.

МЕТОД ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗА ПСИХОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ И АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ НА ПРЕДСОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ЭТАПЕ ПОДГОТОВКИ

Корректор А. Н. Чернявская
Компьютерная верстка А. Н. Чернявская
Оформление обложки А. Н. Чернявская

Подписано в печать 20.06.2023
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная №1. Гарнитура Times New Roman
Усл. печ. л. 2,30. Уч.-изд. л. 1,75. Тираж 50 экз. Заказ 275.

Издатель: РНПЦ спорта
Свидетельство № 1/447 от 14 ноября 2014 г.
Ул. Нарочанская, 8, 220062, Минск

Полиграфическое исполнение:
Государственное учреждение «Республиканский учебно-методический центр физического воспитания населения»
Свидетельство №1/42 от 1 октября 2013
Ул. Гусовского, 4-1, 220073, Минск.

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА И ТУРИЗМА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР СПОРТА»

Е. С. Булынко, Е. М. Степанова, Е. Ф. Свирко,
А. Л. Захаревич, Е. В. Хроменкова, В. В. Маринич

МЕТОД ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗА ПСИХОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ И АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ НА ПРЕДСОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ЭТАПЕ ПОДГОТОВКИ

Практическое пособие

Минск
РНПЦ спорта
2023

УДК 796.01+612.01+796.012+796.015
ББК 75.0+75.5
М54

Рекомендовано к изданию экспертной комиссией РНПЦ спорта,
протокол № 3 от 26 мая 2023 года.

Подготовлено в рамках мероприятия Государственной программы
«Физическая культура и спорта» на 2021–2025 гг.
«Разработать и внедрить метод оценки и прогноза психофункционального
состояния и адаптационных возможностей у юных спортсменов
при исследовании особенностей вегетативной нервной системы
в условиях предсоревновательной подготовки»

Авторы:
Е. С. Булынко, Е. М. Степанова, Е. Ф. Свирко,
А. Л. Захаревич, Е. В. Хроменкова, В. В. Маринич

Рецензенты:
кандидат психологических наук, доцент *П. И. Александрович;*
кандидат биологических наук *Н. Н. Иванчикова*

М54 **Булынко, Е.С.**
Метод оценки и прогноза психофункционального состояния и адаптационных возможностей юных спортсменов при исследовании особенностей вегетативной нервной системы на предсоревновательном этапе подготовки: практ. пособие / Е. С. Булынко [и др.]. – Минск: РНПЦ спорта, 2023. – 40 с.: ил.
ISBN 978-985-90574-3-4

УДК 796.01+612.01+796.012+796.015
ББК 75.0+75.5

В практическом пособии раскрыто понятие психофункционального состояния, определены методы его оценки и контроля с учетом адаптационных возможностей спортсменов на предсоревновательном этапе подготовки. Представлены разработанные протоколы психофизиологической диагностики, оценки текущего функционального состояния и адаптационных возможностей спортсменов с использованием «носимых устройств», а также протоколы молекулярно-генетического обследования.

Рекомендовано для спортивных психологов, спортивных врачей, спортсменов и тренеров.

ISBN 978-985-90574-3-4

© Издатель. Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта», 2023
© Оформление. Государственное учреждение «Республиканский учебно-методический центр физического воспитания населения», 2023

ДЛЯ ЗАМЕТОК

СОДЕРЖАНИЕ

Введение…… 3
1. Психофункциональное состояние: понятие, методы оценки и контроля……. 5
1.1. Оценка функционального состояния спортсменов и адаптационных возможностей в условиях предсоревновательной подготовки с использованием психофизиологического тестирования…… 7
1.2. Оценка функционального состояния юных спортсменов на основе биоэлектрической активности миокарда и вариабельности сердечного ритма……... 8
1.3. Контроль функционального состояния и адаптационных возможностей спортсменов……. 9
1.4. Молекулярно-генетические методы диагностики: представление изученных полиморфизмов……... 11
2. Особенности психофункционального состояния в различных группах видов спорта…… 14
3. Возможности применения «носимых устройств» для оценки предсоревновательной и соревновательной деятельности спортсмена как фактор выполнения соревновательных задач…….. 19
Заключение…… 23
Список использованных источников…….. 25
Приложения А – Протокол психофизиологической диагностики…… 27
Приложение Б – Протокол оценки текущего функционального состояния и адаптационного потенциала организма по показателям вариабельности ритма сердца и биоэлектрической активности миокарда. 30
Приложение В – Протокол молекулярно-генетического обследования…….. 31
Приложение Г – Протокол оценки адаптационных возможностей спортсменов с использованием «носимых устройств»…… 37

ВВЕДЕНИЕ

Спорт высших достижений на современном этапе развития требует от организма спортсмена показателей выносливости и скоростно-силовых качеств, находящихся на грани человеческих возможностей. В процессе тренировочной и соревновательной нагрузки спортсмен зачастую преодолевает состояния, с которыми редко сталкиваются обычные люди. Достижение определенного уровня спортивной подготовленности нередко сопряжено с состояниями перетренированности, острого и хронического утомления, поскольку повышенные физические нагрузки могут выступать фактором риска формирования хронической патологии.

Очевидно, что соревновательная успешность спортсмена не может зависеть исключительно от деятельности мышечной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Устойчивость к психологическому стрессу, особенности темперамента и характера, координационные способности, способность к приему и переработке информации, умственные способности далеко не полный перечень генетически детерминированных признаков (высшей нервной системы), в той или иной степени важных для высоких спортивных достижений [1]. Современный детско-юношеский спорт сталкивается с проблемой сохранения спортсмена в продуктивном и длительном состоянии высокой работоспособности, необходимом для эффективного преодоления нагрузок соревновательной деятельности [1, 2, 3].

Наибольшей проблемой, с которой сталкиваются профессиональные спортсмены, является высокая (непродуктивная) нервно-психическая напряженность, которая может проявляться как спортивный стресс. Поэтому проблема контроля психофизического состояния спортсменов является высоко актуальной в наши дни. Спортивная деятельность требует высокого уровня устойчивости внимания, быстроты реакции, стрессоустойчивости, стабильности работы психофункциональных систем и высокого уровня психофизиологических резервов. Иначе накопление остаточной усталости приведет к состоянию переутомления, требующему длительного восстановления и возможной потери необходимой для спортсмена высокой работоспособности. Недостаточное восстановление чревато развитием патологических состояний. Чтобы этого не допустить, необходимо своевременно подвергать квалифицированных спортсменов комплексному диагностическому обследованию с целью динамической оценки и прогноза эффективности спортивной деятельности с последующим составлением индивидуального плана подготовки. Специальная работоспособность обусловлена генетической предрасположенностью и может снижаться при неадекватном уровне физических нагрузок, что неизбежно будет приводить к снижению спортивных результатов. В связи с этим, расширение знаний в области

спортивной генетики открывает возможности генотипического спортивного отбора и более точного выбора спортивной специализации с учетом врожденных особенностей и предрасположенности человека не только к преодолению высокого уровня нагрузок, но и способности организма поддерживать оптимальный гомеостаз во избежание развития состояний дезадаптации и других патологий. В связи с этим индивидуальный подбор адекватных физических нагрузок на раннем этапе спортивной карьеры может базироваться на генетической предрасположенности к занятиям различными видами деятельности, а также в перспективе возможна коррекция тренировочного процесса у профессиональных спортсменов с учетом индивидуальных особенностей организма, что является одной из актуальных проблем современной спортивной науки [4].

В связи с изложенным возрастает значимость углубленных комплексных обследований спортсменов с целью ранней диагностики и коррекции функциональных состояний организма юных спортсменов в тренировочном процессе, а также профилактики начальных стадий утомления, состояний перетренированности, контроля уровня реактивности центральной нервной системы, повышения резистентности к неблагоприятным факторам внешней среды [5].

Такой комплексный подход открывает возможность мониторинга согласованности работы физиологических систем в процессе адаптации к физическим нагрузкам. Способность к психической регуляции реагирования на интенсивную физическую деятельность определяет поведенческие стратегии, регулируемые основными нейромедиаторными системами ЦНС, отвечающими за активность обмена серотонина и дофамина. Поэтому возможность оптимизации навыков психического контроля и восприятия интенсивности физических нагрузок лежит в пространстве регуляции уровня синтеза серотонина при различной экспрессии контролирующих этот процесс генов [6].

Проблема изучения индивидуальных особенностей функционирования серотониновой и дофаминовой системы актуальна не только с теоретической, но и с практической точки зрения, поскольку серотониновая и дофаминовая системы активно участвуют в процессах развития центрального утомления при выполнении физической и психической нагрузки. Исследование генетических маркеров, связанных с метаболизмом нейромедиаторов утомления, позволит судить об уровне нервно-психической устойчивости и резистентности к стресс-факторам, а также прогнозировать варианты возникновения состояний психологической дезадаптации, специфику формирования спортивно-важных качеств личности, наличие потенциальной приверженности к занятиям спортом.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ПРОТОКОЛ ОЦЕНКИ АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СПОРТСМЕНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ «НОСИМЫХ» УСТРОЙСТВ

Уровни статуса адаптации к нагрузке	Регистрируемые аналитические показатели	Интерпретация
СЛИШКОМ НИЗКАЯ НАГРУЗКА	– Совокупный анализ внешней и внутренней стороны нагрузки. – Интегральные показатели (↓): мышечная и кардионагрузка, энергозатраты, время восстановления. – Качество сна: уровень ночного восстановления очень хороший.	Последнее время спортсмен тренировался меньше, чем обычно
БАЛАНС	– Совокупный анализ внешней и внутренней стороны нагрузки. – Интегральные показатели (↑): мышечная и кардионагрузка, энергозатраты, время восстановления. – Ортостатическая проба: значения взаимной динамики ЧСС и ВСР в пределах нормы. – Качество сна: уровень ночного восстановления хороший.	Последняя тренировка и время, необходимое на восстановление после нее, сбалансированы
НАПРЯЖЕНИЕ	– Совокупный анализ внешней и внутренней стороны нагрузки. – Интегральные показатели (↑↑): мышечная и кардионагрузка, энергозатраты, время восстановления. – Ортостатическая проба: значения взаимной динамики ЧСС и ВСР выходят за пределы нормы. – Качество сна: уровень ночного восстановления снижен (↓).	Тренировочная нагрузка накопилась и стала высокой. Это также может означать, что спортсмен не полностью восстановился после прошлой тренировки и физической активности
ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЕ	– Совокупный анализ внешней и внутренней стороны нагрузки. – Интегральные показатели (↑↑↑): мышечная и кардионагрузка, энергозатраты, время восстановления. – Ортостатическая проба: значения взаимной динамики ЧСС и ВСР выходят за пределы нормы. – Качество сна: уровень ночного восстановления низкий (↓↓).	Последнее время было много тренировок, общая нагрузка очень высока

Генетический маркер	Генотип	Заключение
		Умеренная психологическая адаптация к физическим нагрузкам, устойчивость к утомлению.
DAT1_G2319A	AA (0)	Ген транспортера дофамина. Регулирует принятие решения, способность ориентироваться в сложных ситуациях, мотивационные качества. **ГЕНОТИП РИСКА** Риск развития синдрома дефицита внимания и гиперактивности, высокого уровня «поиска новизны». Снижение психологической адаптации к физическим нагрузкам и утомлению.
COMT_Val158 Met_G472A_rs4 680	GG (1)	Ген фермента метаболизма дофамина. **БЛАГОПРИЯТНЫЙ ГЕНОТИП** Предрасположенность к проявлениям высокой физической агрессивности. Умеренная (средняя) стрессоустойчивость. Неустойчивость к длительному стрессу.
COMT_Val158 Met_G472A_rs4 680	AG (2)	Ген фермента метаболизма дофамина. **ГЕНОТИП УСПЕХА** Высокие показатели памяти, внимания, координации движений, скорости двигательных реакций. Умеренная физическая агрессивность. Высокая стрессоустойчивость.
COMT_Val158 Met_G472A_rs4 680	AA (0)	Ген фермента метаболизма дофамина **ГЕНОТИП РИСКА** Ген ассоциирован с развитием высоких когнитивных способностей, низким риском развития депрессивных реакций, сниженной агрессивностью. Риск низкой стрессоустойчивости, высокой тревожности.

1. ПСИХОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ: ПОНЯТИЕ, МЕТОДЫ ОЦЕНКИ И КОНТРОЛЯ

Категориальный аппарат понятия «психофункциональное состояние» базируется на интеграции двух сущностных характеристик жизнедеятельности индивида – «психическое состояние» и «функциональное состояние». Психическое состояние, по определению Н. Д. Левитова, – это «целостная характеристика психической деятельности за определенный период времени, показывающая своеобразие протекания психических процессов в зависимости от отражаемых предметов и явлений действительности, предшествующего состояния и свойств личности» [7, с. 5]. В рамках теории функциональных систем П. К. Анохина под функциональным состоянием понимается комплексная характеристика деятельности различных физиологических систем организма при реализации поведенческих актов [8, с.17–65].

Функциональное состояние человека во многом зависит от психологического комфорта. Испытывая длительный дискомфорт, например, в условиях стресса, психологической или физической перегрузки, происходит дестабилизация всех систем организма: гуморальной регуляции, сердечно-сосудистой деятельности, функциональной работы центральной и периферической нервной системы и др. Таким образом, можно вывести понятие *психофункционального состояния как устойчивой целостной характеристики психической деятельности и физиологических систем организма за определенный период времени.*

Разработка и внедрение эффективных методов измерения психофункционального состояния, а также оценки и прогноза адаптационных возможностей спортсмена остается актуальной в спорте высших достижений.

Программа диагностики психофункционального состояния юных спортсменов состоит из 4 блоков:

1. Мониторинг функционального состояния сердечно-сосудистой системы.
2. Психофизиологическая диагностика.
3. Психологическая диагностика.
4. ДНК-диагностика полиморфизмов, значимых в спорте.

Таблица – Программа диагностики психофункционального состояния юных спортсменов

Метод исследования		Примечание
Исследование сердечно-сосудистой системы		
1	ЭКГ в покое, после нагрузки Клино-ортостатическая проба ЭКГ Оценка ритмограммы (вариабельность ритма сердца)	Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы Текущее функциональное состояние организма Оценка резервных возможностей организма
Психофизиологическая диагностика		
2	Зрительно-моторные реакции (простая зрительно-моторная реакция, реакция различения, реакция на движущийся объект, оценка внимания и помехоустойчивость)	Текущее функциональное состояние нервной системы, устойчивость к утомлению Оценка соответствия выбранного вида спорта возможностям нервной системы Оценка работоспособности нервной системы, уровня регуляции тренировочных и соревновательных нагрузок
Психологическая диагностика		
4	Восьмицветовой тест М. Люшера (в адаптации Л.Н. Собчик)	Оценка текущего психологического статуса: мотивации, стрессоустойчивости, готовности к энергетическим затратам, тенденции к отказу в ситуации неудачи, выраженности психологической защиты
Молекулярно-генетическая диагностика		
5	Исследование генетических маркеров (5HTT, COMT, DAT1, KDR, MCT1, EPAS, HIF1A, EPOR)	Генетические маркеры, ассоциированные с психофизиологическими возможностями, стрессоустойчивостью Генетические маркеры, ассоциированные с адаптацией к гипоксии

Генетический маркер	Генотип	Заключение
		Предрасположенность к высоким скоростям реакции, достаточной психологической устойчивости к утомлению, высокой стрессоустойчивости. Предрасположенность к развитию скоростных качеств.
5HTT_L/S	LL (2)	Ген серотонинового транспортера (регулирует обмен серотонина в головном мозге). **ГЕНОТИП УСПЕХА** Повышена концентрация переносчика серотонина. Высокая психологическая устойчивость к условиям высоких монотонных нагрузок. Устойчивость к развитию центрального утомления при интенсивных физических и психических нагрузках. Успешность в развитии качества выносливости.
5HTT_L/S	SS (0)	Ген серотонинового транспортера (регулирует обмен серотонина в головном мозге). Снижена концентрация переносчика серотонина. Возможно развитие высоких скоростей реакции, предрасположенность к успешному формированию скоростных качеств. Предрасположенность к развитию агрессивности и быстрому утомлению. Риск повышенной активации тромбоцитов, гиперкоагуляции.
DAT1_G2319A	GG (2)	Ген транспортера дофамина. Регулирует принятие решения, способность ориентироваться в сложных ситуациях, мотивационные качества. **ГЕНОТИП УСПЕХА** Высокая психологическая адаптация к физическим нагрузкам, устойчивость к утомлению.
DAT1_G2319A	AG (1)	Ген транспортера дофамина. Регулирует принятие решения, способность ориентироваться в сложных ситуациях, мотивационные качества. **БЛАГОПРИЯТНЫЙ ГЕНОТИП**

Генетический маркер	Генотип	Заключение
		Маркер выносливости. Генотип ассоциирован с бóльшими значениями площади поперечного сечения медленных мышечных волокон. Высокая скорость транспорта и утилизации лактата при высокой физической нагрузке.
MCT1_A1470T	AT (1)	Ген транспортера монокарбоксилатов 1 типа. Участвует в утилизации лактата. **БЛАГОПРИЯТНЫЙ ГЕНОТИП** Генотип обуславливает снижение на 40 % скорости транспорта и утилизации лактата при высокой физической нагрузке. Снижение эффективности энергообеспечения.
MCT1_A1470T	TT (0)	Ген транспортера монокарбоксилатов 1 типа. Участвует в утилизации лактата. **ГЕНОТИП РИСКА** Генотип обуславливает снижение скорости транспорта и утилизации лактата при высокой физической нагрузке на 60−65%, что ограничивает энергообеспечение организма при тренировке выносливости.
EPOR_(GGAA) n 185 bp	DD (1)	Ген рецептора эритропоэтина. **ГЕНОТИП РИСКА** Умеренный потенциал проявления и развития выносливости и устойчивости к гипоксии.
EPOR_(GGAA) n 185 bp	ID (1)	Ген рецептора эритропоэтина. Промежуточный гетерозиготный вариант гена. **БЛАГОПРИЯТНЫЙ ГЕНОТИП** Умеренный потенциал проявления и развития выносливости и устойчивости к гипоксии.
EPOR_(GGAA) n 185 bp	II (2)	Ген рецептора эритропоэтина. **ГЕНОТИП УСПЕХА** Высокая предрасположенность к проявлению и развитию выносливости. Генотип ассоциирован с достижением высоких значений аэробных показателей работоспособности (максимального потребления кислорода).
5HTT_L/S	LS (1)	Ген серотонинового транспортера (регулирует обмен серотонина в головном мозге). **БЛАГОПРИЯТНЫЙ ГЕНОТИП**

1.1. Оценка функционального состояния спортсменов и адаптационных возможностей в условиях предсоревновательной подготовки с использованием психофизиологического тестирования

Изучение психофизиологических особенностей человека, способных повлиять на результаты спортивной деятельности, имеет важное теоретическое и прикладное значение. Оценка функционального состояния (фоновая активность нервных центров, при которой реализуется та или иная деятельность человека) спортсмена является важной составляющей грамотного подхода к построению индивидуального тренировочного плана. Специфика вида спорта предъявляет высокие требования к индивидуальным психофизиологическим способностям, поскольку, во-первых, моторная и психологическая сложность спортивной деятельности предполагает обязательное наличие специфического комплекса высоко развитых психомоторных, перцептивных и когнитивных способностей; во-вторых, современные условия тренировочной и соревновательной деятельности требуют наличия определенного уровня личностных и психодинамических свойств, оптимизирующих процесс решения оперативных задач или, во всяком случае, способствующих их полной реализации; в-третьих, индивидуальное реагирование организма на спортивные нагрузки зависит от множества факторов и, в первую очередь, от подвижности, силы и динамичности нервных процессов [9–12].

Для диагностики психофизиологических особенностей функционального состояния ЦНС спортсменов использовались следующие методики:

1. Проективная методика «Восьмицветовой тест М. Люшера» (модификация Л. Н. Собчик). Обеспечивает возможность оперативной и достоверной диагностики психофизиологического состояния, стрессоустойчивости и работоспособности, помогает определить наличие и вероятные причины психологического стресса.

2. Методика «Простая зрительно-моторная реакция» (далее – ПЗМР) – используется для определения индивидуально-типологических особенностей высшей нервной деятельности, латентных периодов простой зрительно-моторной реакции на световой раздражитель (быстродействие), которые определяют прием и переработку информации. Результаты по методике «Простая зрительно-моторная реакция» позволяют сделать вывод о свойствах и текущем функциональном состоянии центральной нервной системы, что в свою очередь указывает на работоспособность обследуемого [12].

3. Методика «Реакция различения» (далее – СЗМР) предназначена для определения индивидуально-типологических особенностей высшей нервной деятельности, латентных периодов сложной зрительно-моторной

реакции на световой раздражитель, для измерения подвижности нервных процессов в ЦНС [12].

4. Методика «Реакция на движущийся объект» (далее – РДО) используется для определения уровня согласованности процессов возбуждения и торможения в центральной нервной системе.

5. Методика «Оценка внимания» используется для измерения уровня концентрации и устойчивости внимания.

6. Методика «Помехоустойчивость». Помехоустойчивость – это характеристика внимания, отражающая способность человека сопротивляться воздействию фоновых признаков (помех) при восприятии какого-либо объекта [12].

В приложении А представлен пример протокола психофизиологической диагностики.

1.2. Оценка функционального состояния юных спортсменов на основе биоэлектрической активности миокарда и вариабельности сердечного ритма

Анализ ВСР с оценкой активности вегетативных механизмов регуляции сердечной деятельности является информативным методом изучения функциональных резервов сердечно-сосудистой системы и «физиологической цены» адаптации. Это связано с тем, что текущая активность симпатического и парасимпатического звена регуляции ритма сердца изменяется в ответ на регулярные тренировочные нагрузки и позволяет судить о функционально-адаптивном статусе организма в целом.

Параметры вариабельности сердечного ритма измерялись при помощи аппаратно-программного комплекса «Поли–Спектр». В соответствии с международными стандартами происходила регистрация 5-минутной ЭКГ в 12-ти стандартных отведениях [13]. Анализировались показатели спектрального частотного анализа ВСР: высокочастотный компонент (high frequency – HF), низкочастотный компонент (low frequency – LF) и отношение низкочастотного компонента к высокочастотному компоненту (LF/HF), суммарная мощность спектра (total power – TP). TP отражает суммарную активность нейрогуморальных влияний на сердечный ритм (определяется как сумма мощностей волн в диапазонах HF, LF, VLF и ULF).

В приложение Б представлен пример протокола оценки текущего функционального состояния и адаптационного потенциала организма по показателям вариабельности ритма сердца и биоэлектрической активности миокарда [13, 14].

Одним из значимых показателей для общей оценки ВСР является SDNN. По данным литературы, изменение величины SDNN

Генетический маркер	Генотип	Заключение
HIF1A_Pro582Ser_C1744T	CT (1)	Ген является ведущим регулятором реакций, возникающих при дефиците кислорода. Обеспечивает быстрый ответ на гипоксический стресс, включает гены, регулирующие процесс ангиогенеза, вазомоторный контроль, энергетический метаболизм, эритропоэз. **БЛАГОПРИЯТНЫЙ ГЕНОТИП** Высокая устойчивость к гипоксии. Генотип ассоциирован с достаточными возможностями развития аэробных показателей работоспособности (максимального потребления кислорода). Постепенный прирост показателей физической работоспособности и максимальной мощности в ответ на аэробные нагрузки, тренировки в среднегорье.
HIF1A_Pro582Ser_C1744T	TT (2)	Ген является ведущим регулятором реакций, возникающих при дефиците кислорода. Обеспечивает быстрый ответ на гипоксический стресс, включает гены, регулирующие процесс ангиогенеза, вазомоторный контроль, энергетический метаболизм, эритропоэз. **ГЕНОТИП УСПЕХА** Высокая транскрипционная активность гена. Высокая устойчивость к гипоксии. Предрасположенность к высокой физической работоспособности. Генотип ассоциирован с предельными возможностями развития аэробных показателей работоспособности (максимального потребления кислорода). Улучшение показателей физической работоспособности и максимальной мощности в ответ на аэробные нагрузки, тренировки в среднегорье.
MCT1_A1470T	AA (2)	Ген транспортера монокарбоксилатов 1 типа. Участвует в утилизации лактата. **ГЕНОТИП УСПЕХА**

Генетический маркер	Генотип	Заключение
		Снижение возможностей обеспечения тренировки в условиях гипоксии и развития качества выносливости.
EPAS1_A9262G _rs1867785	AG (1)	Ген, индуцируемый гипоксией. Запускает экспрессию генов, повышающих адаптацию организма в условиях гипоксии. Ген играет важную роль в митохондриальном и катехоламиновом гомеостазе, регуляций сердечного выброса, ангиогенезе, продукции эритропоэтина, ремоделировании сосудов. **БЛАГОПРИЯТНЫЙ ГЕНОТИП** Умеренные возможности обеспечения тренировки в условиях гипоксии и развития качества выносливости.
EPAS1_A9262G _rs1867785	GG (2)	Ген, индуцируемый гипоксией. Запускает экспрессию генов, повышающих адаптацию организма в условиях гипоксии. Ген играет важную роль в митохондриальном и катехоламиновом гомеостазе, регуляций сердечного выброса, ангиогенезе, продукции эритропоэтина, ремоделировании сосудов. **ГЕНОТИП УСПЕХА** Высокие возможности обеспечения тренировки в условиях гипоксии. Предрасположенность к преимущественному проявлению качества выносливости, высокая устойчивость к гипоксии.
HIF1A_ Pro582Ser_C174 4T	CC (1)	Ген является ведущим регулятором реакций, возникающих при дефиците кислорода. Обеспечивает быстрый ответ на гипоксический стресс, включает гены, регулирующие процесс ангиогенеза, вазомоторный контроль, энергетический метаболизм, эритропоэз. **УМЕРЕННО БЛАГОПРИЯТНЫЙ ГЕНОТИП** Умеренная устойчивость к гипоксии. Средние возможности развития аэробных показателей работоспособности (максимального потребления кислорода).

свидетельствует о смещении вегетативного баланса в сторону преобладания одного из отделов ВНС: увеличение SDNN указывает на усиление парасимпатической, а уменьшение значений – на усиление симпатической нервной регуляции сердечного ритма [13].

1.3. Контроль функционального состояния и адаптационных возможностей спортсменов

Оценку общего состояния спортсмена и его готовность к соревновательной деятельности важно проводить с учетом психофункционального состояния ЦНС. Это позволит дать объективную оценку воздействия различных типов нагрузки на адаптационные возможности спортсменов. Существуют следующие виды контроля психофункционального состояния спортсмена:

– текущий контроль позволяет оценивать изменения в текущем состоянии спортсмена за относительно короткий период тренировочного процесса. Например, в течение одного микроцикла или одного тренировочного занятия. Текущий контроль можно проводить после определенного тренировочного занятия, либо проводить ежедневный мониторинг утром и вечером в условиях учебно-тренировочных сборов. Длительность текущего контроля может составлять приблизительно 3–5 мин. Целью текущего контроля служит выявление влияния тренировочных микроциклов или отдельных занятий на конкретные компоненты психофункционального состояния, которые обуславливают активность, точность и стабильность саморегуляции двигательной деятельности. По итогам текущего контроля возможно индивидуализировать процесс подготовки спортсменов;

– оперативный контроль направлен на динамическую оценку изменений психофункционального состояния в процессе подготовки к выполнению конкретных упражнений или сразу после них [12]. Оперативный контроль осуществляется непосредственно на тренировке и занимает не более 30–90 с. Оперативный контроль осуществляется с целью оценки актуального состояния психической готовности спортсмена к исполнению спортивного действия и оценки влияния выполненного действия на психофункциональное состояние. По результатам оперативного контроля возможно производить экстренные корректировочные мероприятия состояния спортсмена или специфики выполнения заданий непосредственно по ходу тренировки.

Прогнозирование вероятных моделей поведения спортсменов в различных тренировочных или соревновательных условиях методологически осуществляется на основании оперативного и текущего контроля. Прогноз строится только на основании полученных данных без

учета иных возможных количественных или качественных изменений. Прогнозируется возможность реализации спортсменом поставленных задач с учетом динамики его психофункционального состояния и предполагаемых спортивных нагрузок. Такой вид прогнозирования направлен на решение задач в ходе отдельной тренировки или серии тренировочных занятий, в конкретных соревновательных условиях или определенном старте, поединке. Как правило, на заключительном учебно-тренировочном сборе путем экстраполяции и аналогии по умозаключению осуществляется прогноз психофункциональной готовности спортсмена к предстоящему соревнованию [15].

Используя результаты оперативного прогнозирования возможностей спортсменов, тренер может принять во внимание влияние иных факторов, таких как уровень подготовки соперника или текущая ситуация по ходу соревнований, и выработать оптимальный вариант технико-тактических действий. Нередко опытные тренеры, именно на основе оперативного прогнозирования, с учетом знания актуальных сильных и слабых сторон психофункциональной готовности своих спортсменов, применяют новые технико-тактические ходы, отходя от привычных отработанных схем, чем вносят элемент неожиданности для противника, что приводит команду к победе.

Поэтапный контроль дает возможность оценки стабильности психофункционального состояния спортсменов на протяжении всего периода подготовки. Осуществляется этапный контроль в начале и в конце каждого этапа и, как правило, проводится в специально оборудованных помещениях. Обследование может занимать до 60 мин на одного спортсмена. Учитываются социально-психологические и иные условия подготовки, содержание и направленность тренировочного процесса, поставленные перед спортсменами задачи. К социально-психологическим условиям относятся горизонтальные отношения в команде (спортсменов между собой и внутри тренерского штаба) и по вертикали (между спортсменами и тренерами), личное отношение спортсменов к тренировочному процессу и соревнованиям, мотивация и уверенность в своих силах, адекватная оценка уровня физической и психологической подготовки, функционирование процессов саморегуляции и двигательной скоординированности, актуальные конфликты и эмоциональное состояние. Частота обследований зависит от годичного планирования, специфики вида спорта и других условий. Рекомендуется проводить этапный контроль три раза за макроцикл: на первом и втором этапе подготовительного периода и в соревновательный период. Если в течение года планируется 2–3 макроцикла, поэтапные обследования проводят в соревновательном периоде – один раз в макроцикле, и на основе этих данных строят тренировочный процесс в последующем макроцикле [16].

ПРИЛОЖЕНИЕ В

ПРОТОКОЛ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Генетический маркер	Генотип	Заключение
Адаптация организма в условиях гипоксии, психологическая устойчивость		
KDR (VEGFR2)_A1719T_Gln 472His_rs1870377	TT (1)	Ген рецептора 2-го типа фактора роста эндотелия сосудов. Определяет адаптацию организма в условиях гипоксии. Регулирует проницаемость сосудов, рост кровеносных капилляров. **БЛАГОПРИЯТНЫЙ ГЕНОТИП** Умеренные возможности обеспечения тренировки в условиях гипоксии и развития качества выносливости.
KDR (VEGFR2)_A1719T_Gln 472His_rs1870377	AT (2)	Ген рецептора 2-го типа фактора роста эндотелия сосудов. Определяет адаптацию организма в условиях гипоксии. Регулирует проницаемость сосудов, рост кровеносных капилляров. **БЛАГОПРИЯТНЫЙ ГЕНОТИП** Достаточные возможности обеспечения тренировки в условиях гипоксии и развития качества выносливости.
KDR (VEGFR2)_A1719T_Gln 472His_rs1870377	AA (2)	Ген рецептора 2-го типа фактора роста эндотелия сосудов. Определяет адаптацию организма в условиях гипоксии. Регулирует проницаемость сосудов, рост кровеносных капилляров. **ГЕНОТИП УСПЕХА** Предрасположенность к преимущественному проявлению качества выносливости, высокая устойчивость к гипоксии.
EPAS1_A9262G_rs1867785	AA (0)	Ген, индуцируемый гипоксией. Запускает экспрессию генов, повышающих адаптацию организма в условиях гипоксии. Ген играет важную роль в митохондриальном и катехоламиновом гомеостазе, регуляций сердечного выброса, ангиогенезе, продукции эритропоэтина, ремоделировании сосудов. **ГЕНОТИП РИСКА**

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ПРОТОКОЛ ОЦЕНКИ ТЕКУЩЕГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ И АДАПТАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ОРГАНИЗМА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА И БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МИОКАРДА

<table>
<tr><th>Биоэлектрическая активность миокарда</th><th>Интегральная оценка показателей вариабельности ритма сердца</th><th>Динамическая оценка показателей вариабельности ритма сердца</th></tr>
<tr><td>– Нормальная ЭКГ
– Допустимые ЭКГ изменения (феномены, характерные для «сердца спортсмена»)
– Умеренная брадикардия</td><td>– Хорошая общая спектральная мощность ВРС
– Баланс отделов ВНС характеризуется преобладанием активности парасимпатического отдела
– Текущее функциональное состояние хорошее</td><td>– Увеличение мощности спектра нейрогуморальной регуляции (↑)
– Увеличение мощности HF компонента (↑↑)
– Увеличение симпатико-адреналовой активности (↑)</td></tr>
<tr><td>– «Пограничные» изменения на ЭКГ
– Отсутствие отрицательной динамики при ранее имеющихся изменениях на ЭКГ
– Недостаточное восстановление ЧСС после ФН</td><td>– Общая спектральная мощность ВРС в пределах нормативных значений
– Баланс отделов ВНС характеризуется преобладанием смешанного типа
– Прослеживается тенденция к усилению симпатических влияний на регуляцию ритма сердца
– Текущее функциональное состояние удовлетворительное</td><td rowspan="2">– Снижение (↓↓) или значительное увеличение мощности спектра нейрогуморальной регуляции (↑↑↑)
– Увеличение мощности LF компонента (↑↑)
– Увеличение симпатико-адреналовой активности (↑↑)
– Формирование маловариативного (ригидного) ритма на фоне брадикардии или резковыраженного нерегулярного ритма на фоне тахикардии</td></tr>
<tr><td>– Патологические («нетипичные») изменения на ЭКГ
– Наличие отрицательной динамики при ранее имеющихся изменениях на ЭКГ
– Замедленное восстановление ЧСС после ФН
– Выраженная бради/тахикардия</td><td>– Общая спектральная мощность ВРС снижена
– Баланс отделов ВНС характеризуется преобладанием симпатического отдела
– Большая доля VLF компонента
– Текущее функциональное состояние снижено</td></tr>
</table>

Информация, полученная в процессе этапного контроля, может быть использована для уточнения хода подготовки спортсмена, создания индивидуальных модельных характеристик уровня подготовленности и состояния готовности спортсменов к соревнованиям, а также (на этапе непосредственной предсоревновательной подготовки) для определения конкретных средств психологического воздействия и психологической подготовки спортсменов к соревнованиям. Данные этапного контроля позволяют осуществлять прогнозирование психофункционального состояния спортсмена и его готовности к спортивной деятельности на определенные промежутки времени, наиболее эффективными в этом отношении являются краткосрочные прогнозы.

Краткосрочные прогнозы (от 3-х месяцев до 1 года) рассчитаны на перспективу только количественных изменений. Краткосрочное прогнозирование связано с определением наиболее вероятных темпов развития тренированности в результате применяющихся средств и методов, системы построения тренировки в макроциклах, периодах и на отдельных этапах. Разновидностью краткосрочного прогнозирования является прогноз на успешность спортивной игровой команды в предстоящем спортивном сезоне. Прогноз базируется на определении потенциальной ценности, резервных возможностей, состояния здоровья и соревновательной надежности каждого игрока, а также на определении социально-психологических характеристик коллектива (социометрия, преемственность, психологический климат и др.). Наиболее приемлемые методы прогнозирования – экспертные оценки, моделирование и умозаключение по аналогии. Верификация прогноза предполагает достаточную тесноту связи между прогнозной моделью успешности игрока с реальной его игровой эффективностью в течение спортивного сезона ($r=0.722-0.657$, $p<0.01$) [15].

1.4. Молекулярно-генетические методы диагностики: представление изученных полиморфизмов

В качестве ДНК-содержащего материала для молекулярно-генетического исследования использовался буккальный эпителий. Забор осуществляется путем соскоба клеток слизистой оболочки ротовой полости на внутренней стороне щеки специальными одноразовыми стерильными зондами. Для соблюдения чистоты взятия материала перед забором осуществлялось полоскание полости рта водой или физиологическим раствором.

Алгоритм забора буккального эпителия после подписания информированного согласия на исследование:

1) забор материала проводился в стерильных перчатках;

2) код пробы был нанесен на корпус тупфера при помощи водостойкого маркера;

3) вскрытие стерильного тупфера;

4) соскоб эпителиальных клеток внутренней поверхности щеки путем интенсивного трения ватной частью тупфера;

5) закрытие тупфера.

Условия хранения биологического материала: при температуре +2–4°С не более 48 ч. Транспортировка образцов осуществлялась в термоконтейнерах с холодовыми элементами. При -20ºС образец мог храниться в течение нескольких месяцев, а при -70ºС – неограниченно долго.

Основные полиморфизмы, по которым проводилось исследование:

Полиморфизм I/D гена ACE – ангиотензинпревращающий фермент, циркулирующий во внеклеточном пространстве и регулирующий кровяное давление, баланс электролитов, катализирует расщепление неактивного ангиотензина I до активного ангиотензина II. Одной из функций ангиотензина II является влияние на активность нейротрансмиттеров – серотонина, дофамина.

Полиморфизм G634C гена VEGFA. Основной фактор роста эндотелия сосудов, улучшает кровоснабжение мышечной ткани, как скелетной мускулатуры, так и миокарда через увеличение количества новообразованных сосудов. Синтез VEGF увеличивается под влиянием аэробных тренировок, а при воздействии гипоксии и забеге на сверхдлинные дистанции – снижается.

Полиморфизм Gln472His гена KDR – белок VEGFR2, связанный с пролиферацией капилляров, вызванной мышечной активностью.

Полиморфизм L/S гена 5HTT – белок, осуществляющий выведение нейротрансмиттеров из синаптической щели и, соответственно, регулирующий функцию серотонина.

Полиморфизм T102C гена 5HT2A – рецептор серотонина 2A, широко распространенный в организме в периферических тканях. В центральной нервной системе локализован в неокортексе и базальных ганглиях. В мозгу экспрессируется в районах, которые считаются ответственными за когнитивные функции, таких как префронтальный кортекс, особенно в пирамидальных нейронах и интернейронах. В синапсах расположен только на постсинаптической мембране.

Полиморфизм Val158Met гена COMT – фермент катехол-О-метилтрансфераза, участвующий в кортикальном метаболизме дофамина (в распаде дофамина в префронтальной коре мозга), деградируя катехоламины (такие как норэпинефрин, эпинефрин и дофамин).

Полиморфизм G2319A гена DAT1 – транспортер дофамина, осуществляющий обратный захват дофамина из синапса и доставку его в пресинаптический терминал.

Группа	Показатель	Значение	Характеристика
	Концентрация внимания в условиях помех, у.е.	0,91–1,00	
	ФУС в условиях помех, у.е.	3,8–4,49	
	УР в условиях помех, у.е.	1,00–1,49	
	УФВ в условиях помех, у.е.	2,70–3,09	
ЗОНА РИСКА	ПЗМР, время реакции, мс	231–300	Имеют низкую или среднюю скорость реакции и не способны сохранять скорость при усложнении деятельности
	ФУС, у.е.	0–4,29	
	УР, у.е.	0–1,49	
	УФВ, у.е.	0–3,19	
	СЗМР, реакция различения, мс	271–400	
	Количество ошибок, у.е.	4–10	
	Время принятия решения, мс	90–150	
	Количество точных реакций, %	0–50	
	Устойчивость внимания	1,21–1,60	
	Концентрация внимания	1,01–1,20	
	Устойчивость внимания в условиях помех, у.е.	1,21–1,60	
	Концентрация внимания в условиях помех, у.е.	1,01–1,20	
	ФУС в условиях помех, у.е.	0–3,79	
	УР в условиях помех, у.е.	0–0,99	
	УФВ в условиях помех, у.е.	0–2,69	

Группа	Показатель	Значение	Характеристика
ЗОНА КОРРЕКЦИИ	СЗМР, реакция различения, мс	271–300	
	Количество ошибок, у.е.	0–1	
	Время принятия решения, мс	65–90	
	Количество точных реакций, %	80–100	
	Устойчивость внимания	1,00–1,20	
	Концентрация внимания	0,91–1,00	
	Устойчивость внимания в условиях помех, у.е.	1,00–1,20	
	Концентрация внимания в условиях помех, у.е.	0,91–1,00	
	ФУС в условиях помех, у.е.	4,50–4,89	
	УР в условиях помех, у.е.	1,50–2,00	
	УФВ в условиях помех, у.е.	3,10–3,8	
	ПЗМР, время реакции, мс	0–200	Те, кто, имея высокую скорость реакции, не способны сохранять точность движения при усложнении деятельности
	ФУС, у.е.	4,30–4,70	
	УР, у.е.	1,50–2,20	
	УФВ, у.е.	3,20–3,80	
	СЗМР, реакция различения, мс	0–270	
	Количество ошибок, у.е.	2–4	
	Время принятия решения, мс	0–65	
	Количество точных реакций, %	50–80	
	Устойчивость внимания	1,00–1,20	
	Концентрация внимания	0,91–1,00	
	Устойчивость внимания в условиях помех, у.е.	1,00–1,20	

Полиморфизм T3208G гена DRD2 – Д2-рецепторы дофамина, находящиеся на дофаминергических нейронах, сопряженный с G-белками и ингибирующий аденилатциклазу под воздействием дофамина. Ген экспрессируется в коре головного мозга, в среднем мозге, и особенно широко распространен в лимбической системе. От режима функционирования данного рецептора и уровня дофамина зависит стратегия приспособительного поведения.

Полиморфизм A1470T гена MCT1 – протонсшитый мембранный носитель, который транспортируют монокарбоксилаты (лактат и пируват) через клеточную мембрану. Лактат является модератором одного из типов рецепторов глутамата и усиливает их активность. Его транспорт играет важную роль в формировании долговременной памяти. Лактат может выполнять функции сигнальной молекулы.

Полиморфизм R577X гена ACTN3 – белок альфа-актинин-3, обеспечивающий быстрое сокращение мышечных волокон, принимает участие в регуляции дифференциации и сокращении миофибрилл.

Полиморфизм Ser12Thr гена TFAM – транскрипционный фактор А митохондрий, активирующий транскрипцию и участвующий в репликации митохондриальной ДНК.

Полиморфизм (GGAA)n 185 bp гена EPOR – рецептор эритропоэтина кодирует белок, содержащий одну связанную с мембраной область. Эритропоэтин связывается с двумя молекулами EPOR. Это приводит к гомодимеризации рецептора с последующей активацией нескольких путей сигнальной трансдукции (передачи сигнала).

Полиморфизм C1742T гена HIF1A – субъединица 1α фактора гипоксии, основной регулятор транскрипции клеточного и развивающего ответа на гипоксию.

Полиморфизм A9262G гена EPAS1 – субъединица фактора транскрипции, участвующая в индукции генов, регулируемых кислородом, и который индуцируется при падении концентрации кислорода (гипоксия). Белок содержит основной домен димеризации белка спираль-петля-спираль, а также домен, обнаруженный в белках сигнальной трансдукции, которые реагируют на уровни кислорода.

В приложение В представлен пример протокола молекулярно-генетического обследования спортсменов.

2. ОСОБЕННОСТИ ПСИХОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ГРУППАХ ВИДОВ СПОРТА

Существуют различные классификации видов спорта по степени их влияния на физическое состояние человека, по направленности на развитие и формирование необходимых психофизиологических качеств и т.д. Согласно теории и методике физического воспитания подобная группировка дает возможность объединить различные виды спорта, системы физических упражнений по их специфике и выделить в них обобщающую характеристику, которая может помочь при индивидуальном подборе вида или системы физических упражнений [17].

Виды спорта в соответствии с принятой классификацией по специфике двигательной нагрузки и структуре построения соревновательного и тренировочного процесса делятся на:

– циклические – к которым относятся беговые дисциплины легкой атлетики, велосипедный спорт, гребля академическая, гребля на байдарках и каноэ, плавание и т.п.;

– скоростно-силовые – такие как тяжелая атлетика, легкоатлетические прыжки и метания;

– сложнокоординационные – прыжки в воду, прыжки на батуте, спортивная и художественная гимнастика, стрельба стендовая и пулевая, стрельба из лука, парусный спорт, синхронное плавание, конный спорт;

– единоборства – дзюдо, бокс и тайский бокс, фехтование, вольная и греко-римская борьба, таэквондо;

– спортивные игры – футбол, гандбол, баскетбол, волейбол, водное поло, хоккей на траве, пляжный футбол и волейбол, настольный теннис, теннис;

– многоборья и комбинированные виды – триатлон, конное троеборье, современное пятиборье, легкоатлетическое десятиборье и семиборье.

Циклические виды спорта

Для циклических видов спорта характерно многократное повторение определенных циклов двигательных стереотипов, в которых каждая последующая фаза движения является повторением фазы первого цикла. Поэтому повторяющиеся циклы образуют единый стереотип движения, где каждый цикл является продолжением предыдущего и началом последующего. Специфика циклических видов спорта вырабатывает у спортсменов особый тип психологической выносливости, характеризующий способность переносить длительные монотонные

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ПРОТОКОЛ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Группа	Показатель	Значение	Характеристика
ЗОНА УСПЕХА	ПЗМР, время реакции, мс	0–200	Имеют высокую точность и способны сохранять высокую скорость реакции при усложнении деятельности
	ФУС, у.е.	4,71–7,00	
	УР, у.е.	2,21–4,00	
	УФВ, у.е.	3,81–5,00	
	СЗМР, реакция различения, мс	0–270	
	Количество ошибок, у.е.	0	
	Время принятия решения, мс	0–65	
	Количество точных реакций, %	80–100	
	Устойчивость внимания	0,70–0,99	
	Концентрация внимания	0,60–0,90	
	Устойчивость внимания в условиях помех, у.е.	0,70–0,99	
	Концентрация внимания в условиях помех, у.е.	0,60–0,80	
	ФУС в условиях помех, у.е.	4,91–7,00	
	УР в условиях помех, у.е.	2,01–4,00	
	УФВ в условиях помех, у.е.	3,81–5,00	
ЗОНА КОРРЕКЦИИ	ПЗМР, время реакции, мс	201–230	Те, кто, имея высокую точность, не способны сохранять скорость реакции
	ФУС, у.е.	4,30–4,70	
	УР, у.е.	1,50–2,20	
	УФВ, у.е.	3,20–3,80	

15. Баландин, В. И. Психолого-педагогические основы прогнозирования в спорте: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / В. И. Баландин. – СПб., 2000. – 359 с.

16. Психология физического воспитания и спорта: учебник для физкультурных вузов / под ред. А. В. Родионова. – М.: Академический проект, 2004. – 576 с.

17. Родионов, А. В. Психология высших спортивных достижений / А. В. Родионов. – М.: Физкультура и спорт, 1983. – 112 с.

18. Крестовников, А. Н. Очерки по физиологии физических упражнений / А. Н. Крестовников. – М.: Физкультура и спорт, 1951. – 529 с.

19. Харре, Д. Учение о тренировке / Д. Харре. – М., 1971. – 254 с.

20. Оплавин, С. М. Физическая культура в жизни человека / С. М. Оплавин, Ю. Т. Чихаев. – СПб.: Знание, 1986. – 32 с.

21. Кремнев, И. Большой теннис / И. Кремнев. – Ростов н/Д: Феникс, СПб.: «Северо-Запад», 2007. – 182 с.

22. Маклаков, А. Г. Общая психология / А. Г. Маклаков. – СПб.: Питер, 2001. – 592 с.

23. Кищенко, Е. С. Психологическое состояние футболиста перед играми [Электронный ресурс] / Е. С. Кищенко // Социально-гуманитарное знание в эпоху дигитализации социума: сб. науч. трудов по материалам Междунар. науч.-практ. конф., Белгород, 30 нояб. 2021 г. – Дата доступа: 10.04.2023. – Режим доступа: https://apni.ru/article/3277-psikhologicheskoe-sostoyanie-futbolista-pered.

24. Гороховский, В. Л. Большой теннис: для всех и каждого / В. Л. Гороховский, В. Е. Романовский. – Ростов н/Д: Феникс, 2004. – 346 с.

нагрузки. Также спортсмены должны обладать такими двигательными качествами, как быстрота и физическая выносливость [2, 9, 17]. Оценка психофункционального состояния спортсмена в циклических видах спорта предполагает:

– психомоторные качества – скорость простой зрительно-моторной реакции, способность различать временные интервалы, уровень быстроты движений;

– психофизиологические особенности – слабая нервная система, инертность нервных процессов, преобладание внешнего торможения над внешним возбуждением.

Скоростно-силовые виды спорта

В подготовке спортсменов этой группы видов спорта акцент делается на развитие силы и быстроты мышечного сокращения. Система скоростно-силовых качеств сопряжена со скоростными и силовыми возможностями организма спортсмена. К скоростной подготовленности относят комплекс свойств, связанных с выполнением двигательных действий за минимально короткий промежуток времени [18]. При оценке скоростных способностей обращается особое внимание на скорость простой и сложной зрительно-моторной реакции, быстроту отдельных движений, скоростно-частотные характеристики движений. Силовые способности определяются по максимальной и взрывной силе; силовой выносливости.

Проявление скоростно-силовых качеств связано с запредельным напряжением мышц, с высокой мощностью и скоростью проявляемым при выполнении упражнений. При этом напряжение не должно достигать предельной величины. Быстрота движений должна сочетаться со значительной силой мышц, как при прыжках в длину и в высоту с места и с разбега. Пропорция скоростно-силовой нагрузки в некотором роде определяется весом внешнего отягощения. Таким образом, чем тяжелее отягощение, тем большее значение имеют силовые характеристики (например, подъем штанги), а чем меньше отягощение, тем большее значение придается скорости (метание копья или диска). Скорость имеет свои разновидности и может быть как общей, так и специальной. Развитие общей скорости включено в программу общей физической подготовки [18, 19, 20].

Во многом именно спортивная техника имеет решающее влияние на скорость движений, частоту и скорость реакции. Поэтому специальная подготовка часто направлена, в первую очередь, на отработку правильной техники движений, а затем уже на наработку скорости. Спортсмен учится контролировать положение центра тяжести тела, регулировать направление усилий ускорения рычагов, использовать инерцию движений и т.д. Большая

роль уделяется быстроте проявления «взрывной» мышечной силы. Именно взрывная сила отвечает за способность к реализации максимальной мощности силы за короткий период времени в процессе выполнения движения, и достигается это за счет стартовой и ускоряющей силы. Стартовая сила определяется способностью мышц к быстрому развитию рабочего усилия в начальный момент их напряжения. Ускоряющая сила – это способность мышц к скорости наращивания рабочего усилия в условиях их начавшегося сокращения [5, 19].

Оценка психофункционального состояния спортсмена в скоростно-силовых видах спорта предполагает:

– психомоторные качества – скорость простой и сложной зрительно-моторной реакции, уровень быстроты движений, взрывная сила, силовая выносливость;

– психофизиологические особенности – слабая или средняя сила нервной системы, подвижность нервных процессов, уравновешенность по «внешнему» балансу.

Сложнокоординационные виды спорта

Сложная координация связана, в первую очередь, с восприятием и анализом структуры движений, способностью к мысленному воспроизведению, качественной оценке динамических и пространственно-временных характеристик движений своего тела, взаимосвязанностью отдельных движений и их совокупности, пониманием двигательных задач и способностью прогнозировать их последовательность, способностью подбора оптимального способа выполнения движения. Моторная память во многом определяет уровень координационных способностей и формируется на основе свойства центральной нервной системы запоминать движения и воспроизводить их в случае необходимости [21]. У спортсменов, специализирующихся в сложно-координационных видах спорта, моторная память контролирует профессиональные навыки и обеспечивает реализацию координационных способностей на высоком уровне в тренировочных и соревновательных условиях. Моторная память формирует эффективные паттерны быстрых двигательных актов в таких условиях, когда центральная нервная система не успевает переработать информацию, поступающую от рецепторов [17, 20]. При оценке психофункционального состояния спортсмена в сложно-координационных видах спорта необходимо обратить внимание на:

– психомоторные качества – скорость зрительно-моторной реакции, мышечно-двигательная чувствительность, точность восприятия пространства и микроинтервалов времени, устойчивость вестибулярных реакций, свойства внимания, помехоустойчивость;

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Антипова, О. С. Психофизиологический статус детей и подростков, занимающихся различными видами спортивной деятельности: дис. … канд. биол. наук: 19.00.02 / Антипова Ольга Сергеевна; ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет». – Кемерово, 2014. – 210 с.
2. Баранов, С. Н. Изменения психофизиологических показателей лыжников на различных этапах тренировочного процесса / С. Н. Баранов // Символ науки. – 2017. – № 12. – С. 168–169.
3. Бардамов, Г. В. Роль индивидуально-психофизиологических особенностей в спортивной подготовке единоборцев / Г. В. Бардамов // Вестник Бурятского Государственного университета. – 2014. –№ 13. – С. 13–18.
4. Березин, Ф. Б. Психическая и психофизиологическая адаптация человека / Ф. Б. Березин. – Л.: ЛГУ, 1988. – 256 с.
5. Бакаев, В. В. Механизмы адаптации к физическим нагрузкам при развитии основных физических качеств / В. В. Бакаев, В. С. Васильева // Путь науки: Междунар. науч. журнал. – 2015. – № 12 (22). – С. 69–71.
6. Ахметов, И. И. Молекулярная генетика спорта: монография / И. И. Ахметов. − М.: Советский спорт, 2009. − 268 с.
7. Левитов, Н. Д. О психических состояниях человека / Н. Д. Левитов. – М.: Просвещение, 1964. – 343 с.
8. Анохин, П. К. Очерки по физиологии функциональных систем / П. К. Анохин. – М.: Наука, 1975. – 448 с.
9. Близнюк, Ю. В. Психофизиологические особенности квалифицированных пловцов, специализирующихся в способе кроль на груди / Ю. В. Близнюк, Т. В. Яременко // Слобожанський науково-спортивний вісник. – 2013. – № 3 (36). – С. 53–57.
10. Психология: учебник для институтов физической культуры / Под ред. В. М. Мельникова. – М.: Физкультура и спорт, 1987. – 367 с.
11. Казьмин, В. И. Методы повышения эффективности группового взаимодействия волейболистов: автореф. дис. … канд. пед. наук: 13.00.04 / В. И. Казьмин. – М., 1983. – 24 с.
12. Сопов, В. Ф. Методы измерения психических состояний в спортивной деятельности.: метод. рекомендации по проведению практикума специализации. – М.: РГУФК, 2004. – 25 с.
13. Михайлов, В. М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения / В. М. Михайлов. – Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2002. – 290 с.
14. International recommendations for electrocardiographic interpretation in athletes / S. Sharma [et al.] // European Heart Journal. – 2017. – Vol. 69, № 8. – P. 1057–1075.

к сложнокоординационной деятельности в ходе тренировочного процесса, а также его готовности к соревнованиям; для оценки воздействия различной нагрузки на адаптационные процессы спортсменов; для оценки состояния спортсменов после выполнения тренировочных нагрузок определенного временного периода на данный момент.

В основе современной спортивной подготовки должен быть принцип адекватности тренировочной нагрузки психофункциональному состоянию спортсмена, то есть ее индивидуализация, исходя из возрастных особенностей, особенностей вида спорта и периода подготовки, интенсивности соревновательной деятельности.

Темпы физического и психического совершенствования юных спортсменов определяются особенностями возрастного развития, индивидуальными особенностями, обусловленными главным образом спецификой индивидуальных проявлений свойств высшей нервной деятельности.

– психофизиологические особенности – слабая или средняя нервная система, подвижность нервных процессов, уравновешенность по «внешнему» балансу.

Единоборства

В современных спортивных единоборствах спортсмены постоянно сталкиваются с физическими и психическими нагрузками высокой интенсивности, сложной координационной деятельностью, поэтому для них важна эффективная система вегетативного энергообеспечения [3]. Считается, что деятельность спортсменов-единоборцев, в первую очередь, отличается перцептивно-интеллектуальными и эмоционально-волевыми свойствами, которые должны работать в условиях дефицита времени и непрерывного изменения характеристик внешней среды, поэтому у них должны быть автоматизированы процессы восприятия и анализа ситуации, принятия решений и исполнения действий. В условиях соревнования от спортсмена требуется не только реакция на воспринимаемые изменения действий противника, но и оперативная мыслительная деятельность для своевременного анализа ситуации и выбора оптимальной тактики боя [3]. Во многом результат схватки определяется эффективностью работы высших психических функций. Поэтому стабильность и баланс психофизиологического состояния определяет успешность спортсмена на соревнованиях [15, 17].

При оценке психофункционального состояния спортсмена в единоборствах необходимо уделить внимание на:

– психомоторные качества – скорость зрительно-моторной реакции, устойчивость вестибулярных реакций, свойства внимания, помехоустойчивость;

– психофизиологические особенности – слабая нервная система, подвижность нервных процессов, преобладание возбуждения или уравновешенность по «внешнему» балансу.

Спортивные игры

Спортивные игры отличаются от других видов спорта спецификой соревновательной деятельности. В ходе матча спортсмен постоянно сталкивается со множеством стрессовых ситуаций, которые требуют выбора стратегии реагирования. Эффективность действий при этом определяется не только скоростью анализа и реагирования на игровую ситуацию, но и спецификой индивидуального восприятия. Многообразие игровой деятельности объединяет ряд психических функций, которые наиболее важны для успешного исхода соревнований. В первую очередь, это касается когнитивных процессов, восприятия и переработки, хранения и передачи

информации. Спортивные игры характеризуются высокими скоростями: постоянное изменение внешних условий требует высокой устойчивости, быстрого переключения и распределения внимания, а также мобилизации спортсмена по ходу всей игры [10, 21–24].

При оценке психофункционального состояния спортсмена в спортивных играх необходимо уделить внимание на:

– психомоторные качества – скорость зрительно-моторной реакции, способность различать временные интервалы, устойчивость вестибулярных реакций, свойства внимания, помехоустойчивость;

– психофизиологические особенности – подвижность нервных процессов.

Многоборья и комбинированные виды спорта

Комбинированные виды спорта и многоборья характеризуются смешанной структурой деятельности, которая включает циклические и ациклические нагрузки. В многоборьях спортсмену необходимо преодолевать разносторонние воздействия, для чего необходимо обладать высоким уровнем психофизической подготовленности, навыками рационального расходования сил и времени на распределение усилий в соответствии с характером нагрузки [10].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Достижение высокой результативности спортсмена требует активизации всех его функциональных возможностей, включающих совокупность сложных взаимодействий нейрорегуляторных, психологических, физиологических, спортивно-технических и других компонентов функциональных систем. Функциональная подготовленность носит системообразующий характер и отражает способность организма спортсмена к достижению конкретного результата.

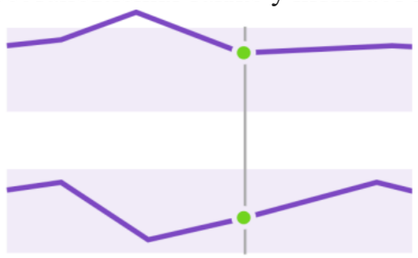
Функциональное состояние организма как интегративная характеристика общего уровня функционирования всех систем организма включает функциональные резервы и такой важный системообразующий фактор, как адаптация. Уровень функционального состояния, в первую очередь, определяет состояние центральной нервной системы. Ретикулярная формация активирует специфическую активность, необходимую для поддержания состояния активного бодрствования. Активность восприятия, внимание, скорость мыслительных процессов, моторная активность, уровень мотивации и эмоциональное состояние – регулируются нейрорегуляторными процессами. Центральная нервная система является ядром регуляции психофизиологических состояний и поведения, что делает ее физиологической основой механизмов регуляции.

Психофизиологические особенности определяют характер взаимодействия человека с окружающей его средой, т.е. стратегию адаптации. Особенности адаптационного процесса определяются величиной нейрофизиологических резервов, энергетического и регуляторного потенциала человека.

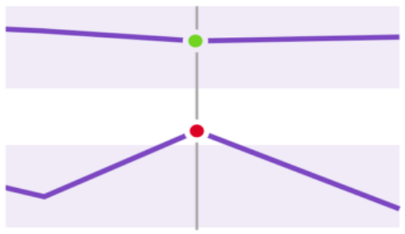
Диагностика психофункционального состояния включает определение уровня развития психомоторных качеств: скорости простой и сложной зрительно-моторной реакции, точности реакции выбора, реакции на движущейся объект, устойчивости и концентрации внимания, помехоустойчивости и др., которые характеризуют точность, интенсивность и эффективность управления в пространстве и во времени, лежат в основе скоростных, координационных и других способностей. Навыки координации движений, быстрая ориентировка в пространстве, скорость принятия решений, точность и рациональность формирования двигательных актов – основы успешного ведения соревновательной деятельности и достижения высоких спортивных результатов.

Контроль психофункционального состояния ЦНС можно использовать для оценки общего состояния спортсмена, его готовности

тяжелой была тренировка по отношению к опыту тренировок, а статус восстановления также учитывает прошлые тренировки и активность.



Восстановление



Не восстановление

Уровни статуса восстановления:

«Баланс» – последняя тренировка и время, необходимое на восстановление после нее, сбалансированы.

«Напряжение» предупреждает о том, что тренировочная нагрузка накопилась и стала высокой. Это также может означать, что спортсмен не полностью восстановился после прошлой тренировки и физической активности.

«Перенапряжение» – последнее время было много тренировок, общая нагрузка очень высока. Со временем это благоприятно скажется на уровне физической подготовленности и результативности. Просто необходимо выделять достаточно времени на полноценный отдых перед следующим периодом тяжелой тренировки или перед соревнованием.

«Слишком низкая нагрузка» – последнее время спортсмен тренировался меньше, чем обычно.

Статус кардионагрузки показывает отношение вашего текущего напряжения к выносливости, помогает понять, как тренировочный режим влияет на готовность выдерживать кардиотренировки. Постоянная перетренированность может привести к спортивным травмам, снижению иммунитета.

Уровни статуса кардионагрузки:

– **перетренированность** (> 1.3) – нагрузка намного выше, чем обычно;

– **эффективность** (1.0 – 1.3) – нагрузка постепенно возрастает;

– **поддержание** (0.8 – 1.0) – нагрузка немного меньше, чем обычно;

– **детренированность** (< 0.8) – нагрузка гораздо меньше, чем обычно;

В приложении Г представлен пример протокола оценки адаптационных возможностей спортсменов с использованием «носимых» устройств.

3. ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ «НОСИМЫХ УСТРОЙСТВ» ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРЕДСОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ И СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПОРТСМЕНА КАК ФАКТОР ВЫПОЛНЕНИЯ СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ

Соревновательная деятельность спортсмена – многогранный процесс, требующий соответствия различных компонентов, в том числе и правильного «подведения» спортсмена в процессе непосредственной подготовки. Особенно важным в этом отношении является предсоревновательный микроцикл, т.к. часто он связан с переездом, изменением режима питания и сна, накоплением «груза ответственности», особенным соотношением нагрузок и отдыха, обоснованным влиянием обстановочных (ранее названных) факторов и необходимостью сохранения, а, возможно, и улучшения соревновательной готовности.

Наиболее ярко сложность предсоревновательного микроцикла в современной системе международных соревнований проявляется в игровых видах спорта, т.к. спортсмены, часто тренируются в различных клубах. В предсоревновательном микроцикле задача обеспечения их соревновательной готовности усложняется.

На первый план может выходить не сохранение, а приобретение индивидуальной и командной соревновательной готовности, что связано с достаточно высокими концентрированными тренировочными нагрузками. Важно не допустить срыва адаптационных механизмов, обеспечить оптимальное сочетание соответствующих по направленности и величине нагрузок и отдыха. При этом каждый спортсмен начинает предсоревновательный микроцикл со своего индивидуального уровня готовности, обоснованного тренировочным процессом в клубе. Таким образом, на первый план выходит строгий контроль параметров внешней и внутренней стороны нагрузок, которые могут обеспечить развитие специальной подготовленности и не вызовут ее снижения, а также процессов восстановления, которые будут связаны с интервалами отдыха, длительностью и качеством сна, восстановительными тренировочными и внетренировочными мероприятиями.

На помощь тренеру и врачу для решения этой сложной задачи приходят современные технологии – «носимые» устройства. С технической точки зрения такие устройства используют в своей работе технологии GPS, акселерометрии, пульсометрии, анализа вариабельности сердечного ритма и пр. Достаточно хорошо и давно зарекомендовавшим себя представителем подобных устройств является Polar.

В нашем исследовании применялась командная система TeamPro для анализа тренировочной и игровой деятельности, спортивные часы

Vantege V2 и датчик сердечного ритма Polar H10 для анализа сна, восстановления и проведения ортостатической пробы.

Результатом стали следующие регистрируемые и аналитические показатели цикла, тренировки (игры) или отдельных ее частей:

– внешней стороны нагрузки (абсолютные и парциальные продолжительности, дистанция, максимальная и средняя скорость, ускорения и замедления, мощность, продолжительность или процент времени нахождения в зонах интенсивности по скорости и мощности и пр.);

– внутренней стороны нагрузки (абсолютные и парциальные максимальная, минимальная и средняя ЧСС, продолжительность или процент времени нахождения в зонах интенсивности по ЧСС, ВСР);

– интегральные показатели (величина мышечной и кардионагрузки, количественный показатель величины тренировочной нагрузки, энерготраты, время, требующееся на полное восстановление);

– показатели качества сна (общая продолжительность сна, продолжительность отдельных фаз, степень общего восстановления (с учетом величины нагрузок и интервалов отдыха), степень ночного восстановления (с учетом качества и продолжительности сна, ВСР).

– показатели ортостатической пробы (ЧСС и ВСР покоя лежа, ЧСС и ВСР пиковое, ЧСС и ВСР стоя).

Уровень ночного восстановления (Nightly Recharge) показывает, как во время сна восстановилось тело спортсмена после тренировок и нагрузок. Функция объединяет автоматически измеренную информацию о сне и вегетативной нервной системе (ВНС) игрока.

Представление оценки

Варианты оценки:

очень хороший – хороший – ОК – снижен – низкий – очень низкий

Статус ВНС дает информацию о том, насколько хорошо успокоилась за ночь вегетативная нервная система спортсмена по шкале от -10 до +10. Ноль и приближенные значения — обычный уровень спортсмена. ВНС контролирует два набора действий, которые может выполнять тело: «борьба или бегство» и «отдых и усвоение». Чем выше статус ВНС, тем больше преобладает система, которая отвечает за «отдых и усвоение», по сравнению с обычным уровнем игрока.

Статус сна дает сравнение обычного сна спортсмена и его сна за прошлую ночь. Оценка сна в виде числа показывает, насколько хорошим и продолжительным был сон по сравнению с обычными значениями игрока. Зеленый цвет означает, что статус был обычным или лучше, чем обычно.

Показатели качества сна

Оценка сна дает представление о том, как долго и насколько хорошо спортсмен спал. При этом производится сравнение индивидуальных показателей с вариантом нормы. Шкала оценки сна – от 1 до 100. Хорошие показатели находятся в промежутке от 70 до 85. При этом учитываются:

Время сна — это общее время с момента засыпания и до момента пробуждения. Устройство Polar отслеживает движения тела и определяет время засыпания и пробуждения. Устройство также определяет незаметные пробуждения в течение всего времени сна.

Фактическое время сна — это время, проведенное в состоянии сна с момента засыпания до момента пробуждения. Это время сна, не считая незаметных пробуждений. Фактическое время сна включает только время, проведенное непосредственно в состоянии сна.

Непрерывность сна показывает, насколько непрерывным был сон. Непрерывность сна оценивается по шкале от 1 до 5. Высшая оценка «5» означает сон без пробуждений. Оценка выше «3» — длительные периоды сна с эпизодическими пробуждениями. Оценка ниже «3» — короткие отрезки сна с несколькими пробуждениями.

Соотношение фаз сна. Легкий сон представляет собой фазу сна, в ходе которой можно легко проснуться. Легкий сон способствует умственному и физическому восстановлению, хотя в этом отношении быстрый сон (БДГ) и глубокий сон являются наиболее важными фазами сна. Сон становится более легким к утру.

Показатели ортостатической пробы

Тест широко используется спортсменами в качестве инструмента для отслеживания баланса между отдыхом и тренировками. Тест основан на измерении ЧСС и вариабельности сердечного ритма лежа и стоя утром до завтрака. Изменения в этих показателях отражают изменения в вегетативной нервной системе. Измеряются следующие показатели:

– *ЧСС отдых и ВСР (RMSSD) отдых*: ЧСС и вариабельность сердечного ритма в положении лежа.

– *ЧСС пик*: самая высокая частота сердечных сокращений после того, как спортсмен встал.

– *ЧСС стоя и ВСР (RMSSD) стоя*: ЧСС и вариабельность сердечного ритма в положении стоя.

Оценка основывается на анализе взаимной динамики показателей ЧСС и ВСР. Если измеренные значения выходят за пределы нормального отклонения, отмеченного фиолетовой зоной, считается, что спортсмен не восстановился.

Уровень статуса восстановления

Оценивается общая нагрузка (интенсивность, объем и частота тренировок и активности), а также время, необходимое на восстановление. Показатели тренировочной нагрузки дают представление о том, насколько