

*Инна Александровна Чарыкова<sup>1</sup>, Евгений Александрович Стаценко<sup>1</sup>, Дмитрий Владимирович Руммо<sup>2</sup>*

## **ВЛИЯНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

*1ГУ «НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь»  
2УЗ «6-ая городская клиническая больница г. Минска»*

Ключевые слова: психофизиология, экстремальные условия

Аннотация. Настоящее исследование было проведено с целью установления влияния экстремальных условий деятельности, к каковым, несомненно, относится и спортивная деятельность, на показатели функционального состояния центральной нервной системы. Для этого нами проводилось изучение динамики результатов психофизиологического тестирования во время физической активности и постнагрузочного восстановления. С целью моделирования экстремальных условий труда для участия в исследовании были отобраны спортсмены игровых видов спорта в соревновательном периоде. Установлено, что уменьшение времени простой зрительно-моторной реакции после выполнения тренировочной нагрузки в сравнении с уровнем покоя свидетельствует об адекватной реакции ЦНС на физическую нагрузку, которая в физиологических условиях обладает активирующим действием на центральные регуляторные механизмы. Это может быть использовано для индивидуализации учебно-тренировочных нагрузок и внесения свое-временных корректив в план подготовки

Введение. Психофизиологический подход к изучению функциональных состояний, как известно, предусматривает изучение функциональных состояний человека по параметрам деятельности, в том числе работоспособности, с учетом ее эффективности (по показателям точности выполнения задания, стабильности, помехоустойчивости, выносливости и т. д.). С точки зрения психофизиологической оценки функциональных состояний, это причинно обусловленное явление, реакция не отдельной системы или органа, а личности в целом. При этом, если рассматривать человека как сложную систему, обладающую способностью экстремальной самоорганизации, динамически и адекватно приспособляющуюся к изменению внешней и внутренней сред, то и состояние человека следует понимать как системную реакцию [2, 6, 8].

В последнее время отмечается повышение интереса к изучению вопросов диагностики психофизиологического состояния как неотъемлемой части комплексного контроля спортсменов, профессиональная деятельность которых несомненно может использоваться для моделирования реальных условий активности лиц опасных профессий. Однако, мно-гочисленные существующие в настоящее время методы экспресс-анализа психофизиологических состояний (исследование психомоторики, сердечной деятельности и др.) не удовлетворяют потребностям тренировочного и соревновательного процесса, так как не позволяют проводить обследование больших контингентов спортсменов и оценивать результаты в реальном масштабе времени [4-7].

Для исследования состояний организма человека психофизиология использует широкий спектр методик изучения сердечно-сосудистых, дыхательных, кожно-гальванических реакций и других вегетативных проявлений. Как показывают многочисленные исследования, проста и надежна оценка функционального состояния организма и ЦНС по времени простой сенсомоторной реакции [1]. Время реакции (ВР) широко используется в психофизиологии и психологии как объективный и достаточно надежный показатель субъективных процессов и состояний. ВР применяется как индикатор типологических свойств нервной системы и как показатель развития моторики. В последние десятилетия ВР стало активно использоваться в когнитивной психологии как показатель скорости переработки информации [4, 6].

Актуальность тематики исследования определяется как теоретической, так и практической значимостью проблемы психофизиологического контроля учебно-тренировочного процесса и коррекции состояния спортсменов с помощью разрешенных средств и методов воздействия.

Важным критерием эффективной деятельности спортсмена является уровень его психического напряжения. При этом в целостном процессе психической регуляции деятельности личности можно наблюдать три ее главных компонента: интеллектуальный, эмоциональный и волевой. Не случайно в подготовке спортсменов высокой квалификации наряду с ее физическими, техническими, тактическими компонентами значительное место занимают волевая и психическая подготовка. Психическое напряжение проявляется на тренировке и соревнованиях. Напряжение в тренировочном процессе связано, главным образом, с необходимостью выполнять все более возрастающую физическую нагрузку. В экстремальных условиях соревнований к нему добавляется психическое напряжение, диктуемое целью достижения определенного результата. Условно напряжение в тренировке можно назвать процессуальным, а в соревновании – результативным. Обычно они появляются не только в деятельности, но и до нее, с той разницей, что процессуальное напряжение возникает непосредственно перед тренировкой, а результативное может возникать задолго до соревнования. Известно, что состояние психического напряжения, также как и физического утомления, чередуемые с отдыхом, являются средством достижения фазы суперкомпенсации, то есть – целью спортивной тренировки. Однако те супернагрузки, которые используются в современном спорте высших достижений могут привести к переутомлению, психической напряженности, то есть к понижению функции организма, что может рассматриваться как фактор отрицательный. Как правило, проблемами противодействия физическому переутомлению при понижении функций занимается физическая реабилитация, а при нарушении функций – медицинская реабилитация.

Если рассматривать тренировочный процесс спортсменов как педагогический процесс управления состояниями спортсмена с замкнутой петлей обратной связи, то весьма важным компонентом здесь является система контроля. При управлении психическим состоянием такой контроль принято называть психодиагностикой. Цели и задачи. Настоящее исследование было проведено с целью установления влияния экстремальных условий деятельности, к каковым, несомненно, относится и спортивная деятельность, на показатели функционального состояния центральной нервной системы. Для этого нами проводилось изучение динамики

результатов психофизиологического тестирования во время физической активности и постнагрузочного восстановления. С целью моделирования экстремальных условий деятельности для участия в исследовании были отобраны спортсмены игровых видов спорта в соревновательном периоде, когда к интенсивным физическим нагрузкам добавляется выраженный психоэмоциональный компонент, связанный с переживаниями.

Организация и методы исследования. Исследование проводилось на профессиональных квалифицированных спортсменах футбольного клуба «Локомотив» г. Минск возрастом 21-30 лет, прошедших многолетнюю адаптацию к специфическим физическим и психоэмоциональным нагрузкам данного вида спорта. В ходе исследования все спортсмены несколько раз: перед тренировкой, непосредственно после двухчасовой тренировки и через 40 минут, в течение которых они отдыхали, прошли психофизиологическое обследование по стандартному набору методик, предназначенных для комплексного контроля функционального состояния центральной нервной системы. Учитывая что исследование проводилось в соревновательном периоде подготовки, тренировочные занятия состояли из специальнофизических упражнений, направленных на дальнейшее оттачивание спортивного мастерства.

Психофизиологическое тестирование проводилось с использованием компьютерного комплекса НС-ПсихоТест, разработанного ООО «Нейрософт» (Россия). Психофизиологическое тестирование включало оценку показателей простой и сложной двигательной реакции, показателей психоэмоционального состояния (уровень ситуативной тревоги, коэффициент вегетатики).

Методика «Простая зрительно-моторная реакция» (ПЗМР): обследуемому последовательно предъявляются световые сигналы красного цвета. При появлении сигнала необходимо как можно быстрее нажать на соответствующую кнопку, стараясь при этом не допускать ошибок (ошибками считаются преждевременное нажатие кнопки и пропуск сигнала). Световой сигнал подается в достаточно случайные моменты времени. Интервал между сигналами составляет от 0,5 до 2,5 с. Оценка результатов производится на основании среднего значения времени реакции: чем оно меньше, тем выше скорость реагирования и тем более подвижной является нервная система. Результаты по методике ПЗМР позволяют сделать вывод о свойствах и текущем функциональном состоянии центральной нервной системы, что в свою очередь указывает на работоспособность обследуемого, подвижность нервных процессов и т.п.

Методика «Реакция различения» относится к разряду сложной зрительно-моторной реакции» (СЗМР): в отличие от простой реакции, реакция различения осуществляется на один определенный стимул из нескольких разнообразных стимулов. Поэтому процесс обработки сенсорной информации центральной нервной системой происходит не только по принципу наличия либо отсутствия сигнала, но и по принципу различения сигналов, отбора сигналов определенного цвета из общего их числа и формирования реакции на заданный вид сигнала.

Методика «Реакция различения» предназначена для измерения подвижности нервных процессов в центральной нервной системе (ЦНС). Поскольку результат по данной методике отражает общую подвижность нервных процессов, на которую оказывают влияние физиологические особенности зрительного анализатора и периферической нервной системы, то для диагностики подвижности нервных

процессов в ЦНС рекомендуется проводить обследования по данной методике в сочетании с обследованиями по методике ПЗМР. Разность между средним временем реакции различения и средним временем ПЗМР отражает скорость протекания нервных и психических процессов в центральной нервной системе (т.н. «время центральной задержки»), а именно время переработки сигнала корковым отделом анализатора. Помимо расчета времени сенсомоторной реакции используемый компьютерный комплекс выдает значения целого ряда показателей, смысл которых напрямую следует из названия: число ошибок опережения, число ошибок выбора цвета, коэффициент точности и т.п.

В качестве базовой методики для выявления первичных параметров психоэмоционального состояния был выбран восьмицветный тест Люшера, который относится к категории проективных методов и основан на предположении о том, что предпочтение одних цветов другим связаны с устойчивыми личностными характеристиками испытуемого и особенностями его переживания актуальной ситуации. В ходе теста испытуемый последовательно выбирает цвета от наиболее приятных по восприятию к наименее предпочтительным. Исходя из его выбора и расстановки приоритетов можно оценить уровень ситуативной тревоги и коэффициент вегетатики. Теоретическим обоснованием данной методики является концепция ее автора, заключающаяся в том, что различные цвета символизируют те или иные потребности человека и симпатия или антипатия к определенному цвету отражает степень актуальности и удовлетворенности данной потребностью. Уровень удовлетворенности актуальных потребностей в свою очередь определяется психоэмоциональное состояние человека [3].

Статистическая обработка полученных данных производилась с помощью программного обеспечения Statistica 6.0.

Результаты и обсуждение. Результаты психофизиологического тестирования спортсменов до начала тренировок, сразу после их окончания и спустя 40 минут отдыха представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика результатов психофизиологического тестирования во время физической активности и постнагрузочного восстановления

Показатель, ед. измерения	До физической нагрузки, $M_1 \pm m_1$	Сразу по окончании физической нагрузки, $M_2 \pm m_2$	$p_{1-2}$	После 40 минут отдыха, $M_3 \pm m_3$	$p_{1-3}$	$p_{2-3}$
ПЗМР, мс	210,06±3,62	212,33±6,23	>0,05	201,89±4,17	>0,05	>0,05
Функциональный уровень нервной системы, мс	4,86±0,09	4,57±0,29	>0,05	4,33±0,38	>0,05	>0,05
Устойчивость нервной системы	2,24±0,14	2,07±0,18	>0,05	1,99±0,20	>0,05	>0,05
Уровень функциональных возможностей	3,88±0,14	3,63±0,26	>0,05	3,49±0,32	>0,05	>0,05
Реакция различения	296,33±8,46	280,00±6,85	>0,05	312,28±8,78	<0,05	>0,05
Число ошибок опережения	0,56±0,36	3,22±0,85	<0,05	0,22±0,13	<0,05	>0,05
Коэффициент точности	0,08±0,01	0,18±0,03	<0,05	0,06±0,01	<0,05	>0,05
Число ошибок выбора цвета	1,61±0,35	1,11±0,23	>0,05	1,22±0,25	>0,05	>0,05
Время центральной задержки, мс	86,28±8,05	67,67±7,12	>0,05	110,39±7,53	<0,05	>0,05

Из полученных данных следует, что сразу же по окончании тренировки у спортсменов при проведении тестирования по методике СЗМР отмечается достоверное увеличение числа ошибок опережения в ходе проведения 0,85;  $p \pm 0,36$  до 3,22±тестирования (с 0,56<0,05) и, как следствие, достоверное снижение точности реакции: коэффициент точности Уиппла, который выявляется 0,01

до±соотношение ошибок и правильных нажатий достоверно увеличился с 0,08 0,03;  $p \pm 0,18 < 0,05$  (методика вычисления коэффициента такова, что чем меньше данный показатель, тем выше степень точности выполнения заданий). Выявленные изменения указывают на снижение устойчивости внимания, которое в физиологических условиях обуславливается силой и уравновешенностью нервных процессов.

Аналогичные изменения устойчивости внимания вследствие утомления во время физических нагрузок мы наблюдали в другом эксперименте, когда у спортсменов после тренировки было отмечено увеличение числа ошибок и возрастание коэффициента точности, однако при проведении тестирования по методике ПЗМР. Через 40 минут после начала отдыха устойчивость внимания повысилась до первоначального уровня, о чем свидетельствует достоверное 0,13 ( $p \pm 0,85$  до 0,22±снижение числа ошибок опережения с 3,22<0,05). Вместе с тем в динамике постнагрузочного восстановления отмечено достоверное увеличение 7,53 мс,  $p \pm 7,12$  до 110,39±времени центральной задержки (с 67,67<0,05), что свидетельствует о значительном увеличении времени переработки сигнала корковым отделом анализатора. Выявленное снижение скорости протекания нервных и психических процессов в центральной нервной системе на фоне практически неизменного показателя длительности простой сенсомоторной реакции приводит к достоверному увеличению времени сложной зрительно-моторной реакции различения (с 8,78,  $p \pm 6,85$  до 312,28±280,00<0,05). Данные изменения можно охарактеризовать как охранное торможение, развивающееся сразу по окончании действия длительного возбуждающего фактора, к которым относится двухчасовая тренировка в соревновательном периоде. Оно же может свидетельствовать о начале и вместе с тем еще незавершенности процессов восстановления после физических и психоэмоциональных нагрузок. Нами были отмечены разнонаправленные изменения показателя ПЗМР у спортсменов. В связи с этим по результатам проведенного исследования все спортсмены были разделены на две группы: в первую вошли футболисты, у которых время простой зрительно-моторной реакции увеличилось после выполнения тренировочной нагрузки (7 человек), вторую группу составили спортсмены, у которых, наоборот, скорость реакции повысилась, а время уменьшилось (11 человек). Результаты психофизиологического тестирования спортсменов обеих группы в динамике представлены в таблицах 2, 3.

Таблица 2 – Динамика результатов психофизиологического тестирования спортсменов первой группы

Показатель, ед. измерения	До физической нагрузки, $M_1 \pm m_1$	Сразу по окончании физической нагрузки, $M_2 \pm m_2$	$p_{1-2}$	После 40 минут отдыха, $M_3 \pm m_3$	$p_{2-3}$	$p_{1-3}$
ПЗМР, мс	213,43±4,99	232,29±7,10	<0,05	204,14±4,67	>0,05	<0,05
Функциональный уровень нервной системы	4,76±0,07	3,89±0,67	>0,05	4,07±0,69	>0,05	>0,05
Устойчивость нервной системы	2,03±0,14	1,51±0,34	>0,05	1,80±0,34	>0,05	>0,05
Уровень функциональных возможностей	3,67±0,14	2,87±0,53	>0,05	3,23±0,57	>0,05	>0,05
Реакция различения	305,43±17,58	291,86±7,81	>0,05	320,71±20,06	>0,05	>0,05
Число ошибок опережения	0	4,14±1,42	<0,05	0	>0,05	<0,05
Коэффициент точности	0,07±0,01	0,19±0,04	<0,05	0,05±0,01	>0,05	<0,05
Число ошибок выбора цвета	0,86±0,34	0,71±0,29	>0,05	1,29±0,42	>0,05	>0,05
Время центральной задержки, мс	92,00±17,60	59,57±8,38	>0,05	116,57±17,99	>0,05	<0,05

Таблица 3 – Динамика результатов психофизиологического тестирования спортсменов второй группы

Показатель, ед. измерения	До физической нагрузки, $M_1 \pm m_1$	Сразу по окончании физической нагрузки, $M_2 \pm m_2$	$p_{1-2}$	После 40 минут отдыха, $M_3 \pm m_3$	$p_{2-3}$	$p_{1-3}$
ПЗМР, мс	207,91±5,07	199,64±6,87	>0,05	200,45±6,28	>0,05	>0,05
Функциональный уровень нервной системы	4,92±0,13	5,01±0,09	>0,05	4,49±0,46	>0,05	>0,05
Устойчивость нервной системы	2,37±0,20	2,43±0,13	>0,05	2,11±0,26	>0,05	>0,05
Уровень функциональных возможностей	4,02±0,21	4,11±0,15	>0,05	3,65±0,39	>0,05	>0,05
Реакция различения, мс	290,55±8,52	272,45±9,63	>0,05	306,91±7,32	<0,05	>0,05
Число ошибок опережения	0,91±0,58	2,64±1,06	>0,05	0	<0,05	>0,05
Коэффициент точности	0,08±0,01	0,18±0,04	>0,05	0,06±0,01	<0,05	>0,05
Число ошибок выбора цвета	2,09±0,49	1,36±0,31	>0,05	1,18±0,33	>0,05	>0,05
Время центральной задержки, мс	82,64±7,65	72,82±10,37	>0,05	106,45±5,48	<0,05	<0,05

Повышение скорости (и уменьшение времени выполнения) ПЗМР может свидетельствовать об адекватной реакции ЦНС на физическую нагрузку, которая в физиологических условиях обладает активирующим действием на центральные регуляторные механизмы, что наблюдается во второй группе спортсменов. Это подтверждается улучшением показателей устойчивости нервной системы (с 2,37(+)-0,20 до 2,43(+)-0,13;  $p > 0,05$ ) и уровня функциональных возможностей (с 0,15;  $p \pm 4,02(+)-0,21$  до 4,11 > 0,05) в данной группе спортсменов, в то время как в первой группе динамика изменений данных показателей имеет противоположную направленность: наряду с увеличением времени ПЗМР (с 213,43(+)-4,99 до 232,29(+)-7,10 мс;  $p < 0,05$ ) отмечается снижение устойчивости нервной системы (с 2,03(+)-0,14 до 1,51(+)-0,34 ;  $p > 0,05$ ) и уровня их функциональных возможностей (с 3,67(+)-0,14 до 2,87(+)-0,53;  $p > 0,05$ ). В результате этого при межгрупповом сравнении перечисленных трех показателей (ПЗМР, устойчивость нервной системы, уровень функциональных возможностей) на момент окончания тренировки отличия носят достоверный характер. При межгрупповом сравнении всех показателей психофизиологического тестирования после 40 минут отдыха от тренировки никаких достоверных отличий не выявлено.

При сравнении показателей психоэмоционального состояния футболистов двух групп достоверных отличий также не выявлено (уровень ситуативной тревоги - 0,33 во второй,  $\pm 0,53$  в первой группе и 0,82 ситуативной тревоги - 1,57  $p > 0,10$  соответственно,  $\pm 0,14$  и 1,27  $\pm 0,05$ ; коэффициент вегетатики Шипаша 1,31  $p > 0,05$ ), что свидетельствует о неинформативности данных показателей психоэмоционального состояния при оценке текущего уровня адаптации к выполняемой физической нагрузке.

Вывод:

1. Физические нагрузки современного спорта снижают точность движений, что подтверждается увеличением числа ошибок опережения и изменениями коэффициента точности при проведении психофизиологического тестирования. Через 40 минут после начала отдыха устойчивость внимания повысилась до первоначального уровня, о чем свидетельствует достоверное снижение числа ошибок опережения.
2. Уменьшение времени простой зрительно-моторной реакции после выполнения тренировочной нагрузки в сравнении с уровнем покоя свидетельствует об адекватной реакции ЦНС на физическую нагрузку, которая в физиологических

условиях обладает акти-вирующим действием на центральные регуляторные механизмы.

3. Выявленные закономерности изменения простой зрительно-моторной реакции и показателей функциональных возможностей нервной системы позволяют использовать их при оценке состоятельности адаптационных процессов. Это может быть использовано для индивидуализации учебно-тренировочных нагрузок и внесения своевременных корректив в план подготовки.

4. По полученным нами данным показатели психоэмоционального состояния спортсменов-футболистов показатели психоэмоционального состояния неинформативны при оценке текущего уровня адаптации к выполняемой физической нагрузке.

#### Литература

1. Апчел, В. Я. Стресс и стрессоустойчивость человека / В. Я. Апчел, В. Н. Цыган. СПб.: ВМА, 1999. 86 с.
2. Ладик, Б. Б. Психофизиологическая структура личности / Б. Б. Ладик. М.: Мед. лит., 2006. 352 с.
3. Люшер, М. Цветовой тест Люшера / М. Люшер. М.: АСТ, 2007. 190 с.
4. Марищук, В. Л. Психодиагностика в спорте: учеб. пособие для вузов / В. Л. Марищук, Ю. М. Блудов, Л. К. Серова. М.: Просвещение, 2005. 349 с.
5. Осипова, А. А. Общая психокоррекция: учеб. пособие для студентов вузов / А. А. Осипова. М.: ТЦ «Сфера», 2001. 512 с.
6. Психофизиология: учебник для вузов / под ред. Ю. И. Александрова. 3-е изд. доп. и перераб. СПб.: Питер, 2007. 464 с.
7. Суздальницкий, Р. С. Избранные лекции по спортивной медицине: учеб. издание / Р. С. Суздальницкий. М.: Натютморт, 2003. С. 119–133.
8. Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса / под ред. Дж. Дункана МакДугалла, Говарда Э. Уэнгера, Говарда Дж. Грина. Киев: Олимпийская литература-ра, 1998. 430 с.