

УДК 796.072.2:612.821

ОПТИМИЗАЦИЯ ПСИХОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНОВ ПРИ ПРЕДЕЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ В ЖАРКОМ КЛИМАТЕ С ПОМОЩЬЮ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕРТВОГО ПРОСТРАНСТВА

Солопов И.Н., Камчатников А.Г., Сентябрев Н.Н., Горбанева Е.П.
*ФГБОУ ВПО «Волгоградская государственная академия физической культуры»,
Волгоград, e-mail: griffon123@mail.ru*

В данном исследовании были изучены физиологические и психофизиологические аспекты применения в тренировке спортсменов дополнительного «мертвого» пространства, позволяющего расширить адаптивные возможности организма к работе в условиях жаркого климата. Показано, что тренировка с дополнительным «мертвым» пространством вызывает существенные изменения со стороны ряда систем организма. В результате происходящей адаптации улучшается ряд параметров гемодинамики, значительно увеличиваются показатели системы внешнего дыхания. Несмотря на отмеченное значительное напряжение адаптивных возможностей организма, значимые негативные изменения психофизиологических функций, психической сферы отсутствовали. Более того, происходила оптимизация функционального состояния ЦНС и удерживалась на высоком уровне физическая работоспособность спортсменов. Включение в тренировочный процесс дыхания с дополнительным «мертвым пространством» переводит организм на новый этап адаптационного процесса, на более активное включение высших вегетативных центров в механизм адаптации к условиям повышенной физической нагрузки. Надо полагать, что тренировочная нагрузка с использованием дополнительного мертвого пространства потребовала мобилизации дополнительных функциональных резервов организма.

Ключевые слова: спортсмены, тренировка, функциональные возможности организма, эрготермическая нагрузка, гипертермия, дополнительное мертвое пространство, оптимизация психофункционального состояния спортсменов

OPTIMIZATION OF THE ATHLETES' PSYCHOFUNCTIONAL STATE UNDER MAXIMUM PHYSICAL EXERTION IN HOT CLIMATES WITH ADDITIONAL DEAD SPACE

Solopov I.N., Kamchatnikov A.G., Sentyabrev N.N., Gorbaneva E.P.
Volgograd State Academy of Physical Culture, Volgograd, e-mail: griffon123@mail.ru

Physiological and psychophysiological aspects of application of the additional dead space in athletes' training, allowing to increase the body adaptive capacity to work in a hot climate were studied in this research. It is shown that training with an additional dead space causes essential changes in some body systems. As a result of the ongoing adaptation a number of hemodynamic parameters improve, indicators of the external breathing system considerably increase. Despite the distinct considerable exertion of the body adaptive capacity, significant negative changes in psychophysiological functions, the mental sphere were absent. Moreover, there was an optimization of the CNS functional state and the athletes' performance remained at high level. Incorporation of breathing with additional dead space into training transfers the body to a new stage of adaptation process, to a more active involvement of higher autonomic centers in the mechanism of adaptation to increased physical activity. It should be assumed that the exercise with additional dead space required the mobilization of the additional functional reserves of the body.

Keywords: athletes, training, body functional capacity, ergo-thermal load, hyperthermia, additional dead space, optimization of athletes' psychofunctional condition

Одной из специфических особенностей спорта высших достижений является проведение учебно-тренировочной и соревновательной деятельности в сложных экологических условиях окружающей среды (жаркий, холодный и горный климат). В частности, для летних видов спорта с продолжительными и напряженными физическими нагрузками или нагрузками большого объема и интенсивности характерно сочетанное действие на организм спортсменов физических и термической нагрузки (эрготермические нагрузки). В этих случаях нарушение теплового и водно-солевого обмена, ведущее к перегреванию, дегидратации и падению компенсаторных возможностей сердечно-сосудистой систе-

мы, становится доминирующим фактором, лимитирующим двигательную деятельность [9, 10, 11, 12]. Появление признаков дегидратации организма, сопровождающиеся нарушением водно-солевого баланса, — одна из причин, приводящих к угнетению функций ЦНС и психоэмоционального статуса организма. В связи с этим одним из актуальных вопросов становится регуляция и коррекция психоэмоциональных состояний [2, 6, 8]. Одним из средств, позволяющих влиять на психоэмоциональные состояния человека в условиях тренировочного процесса, является гипоксическая тренировка [1, 5]. В связи с этим изучали динамику психофизиологического статуса в процессе тренировок с применением до-

полнительного «мертвого пространства» в условиях тренировок при высокой температуре окружающей среды.

Материалы и методы исследования

Обследовали мужчин-бегунов, (исследуемая группа – 8 человек, контрольная группа – 8 человек, возраст 19–23 года), прошедших клиничко-физиологическое обследование и допущенных к экспериментам. Исследования осуществлялись на базе кафедры анатомии и физиологии и медико-санитарной части ФГБОУ ВПО «ВГАФК». Во время тренировок использовали специальное устройство для создания дополнительного «мертвого» пространства посредством увеличения остаточной резервной емкости легких.

На основании литературных данных была определена дозировка дополнительных воздействий на дыхательную систему в пределах 10–20% от общего объема тренировочной работы.

Проводилось постепенное увеличение объема «мертвого» пространства от микроцикла (недельного) к микроциклу. Эксперимент охватывал 3 недели в подготовительном периоде. Дополнительная функциональная нагрузка на дыхание использовалась в разминке и в работе аэробного и смешанного (аэробно-анаэробного) режима энергообеспечения.

Был проведен анализ динамики показателей функционального состояния спортсменов – участников исследования с использованием комплексного спиреоэргометрического и психофизиологического исследования в начале и в конце эксперимента. Регистрировались следующие психофизиологические показатели: показатель активности регуляторных систем (ПАРС), показатель суммарного эффекта вегетативной регуляции кровообращения (SDNN), показатель активности парасимпатического звена ве-

гетативной регуляции (RMSSD), стресс-индекс (SI), проба тремора рук, методика «теппинг тест» [3, 7].

Работа выполнена при соблюдении основных биоэтических правил и требований к научным обоснованием планируемых исследований, анализом возможных рисков и дискомфорта, получением информированного согласия от участников исследования [4].

Обработка полученных результатов выполнялась с использованием статистического программного пакета «Microsoft Excel».

Результаты исследования и их обсуждение

Фоновые обследования показали отсутствие значимых различий между контрольной и экспериментальной группами. Значения ПАРС указывали на оптимальный уровень активности регуляторных систем – (значение < 3, в 40% = 0, в 60% = 1). Стресс-индекс (SI) колебался от 50,5 до 147,8 усл. ед. (норма 50–150), его средняя величина составила $113 \pm 4,41$ усл. ед., что говорит о сбалансированности состояния регуляторных систем (рис. 1). Показатель суммарного эффекта вегетативной регуляции кровообращения (SDNN) варьировался от 45,0 до 68,4 мс. Значения показателя активности парасимпатического звена вегетативной регуляции (RMSSD) находились в границах от 26 до 45 мс. Частота сердечных сокращений (HR) составляла $73,6 \pm 4,06$ уд./мин. Совокупность этих данных говорит о нормальных гомеостатических процессах в организме обследуемых, т.е. о нормальной работе адаптационных механизмов.

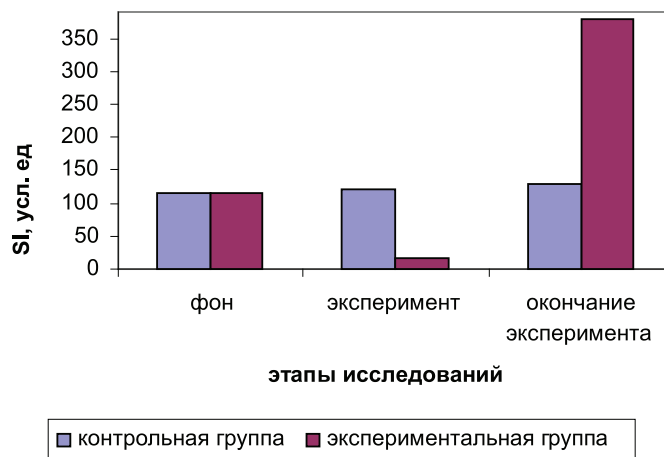


Рис. 1. Динамика значений стресс-индекса при тренировке с ДМП

На следующем этапе (июнь) после проведенных воздействий на тренировках с помощью дополнительного мертвого пространства группы различались по их функциональному состоянию. Значения ПАРС в контрольной группе составляли 2 до 4 баллов, при этом 95% обследованных име-

ли 2 балла, 5% – 4–3 балла (рис. 2). Это говорит о том, что 95% обследуемых на момент второго обследования имели оптимальный уровень напряжения регуляторных систем, который находится в диапазоне 0–3 балла.

В экспериментальной группе уровень ПАРС был выше (5 баллов). У 30% обслед-

дуремых уровень напряжения регуляторных систем составлял $17,3 \pm 3,35$ усл. ед., снижение показателя свидетельствует об активации автономного контура и усилении парасимпатической регуляции.

Понижение SI у спортсменов в состоянии относительного покоя является результатом напряженности тренировочного режи-

ма. Их SDNN был равен $89,5 \pm 4,28$ мс, это еще раз указывает и подтверждает усиление автономной регуляции, то есть рост влияния дыхания на ритм сердца. Аналогично информацию о преобладании парасимпатического звена регуляции над парасимпатическим можно получить из показателя RMSSD, значение которого составляло $97,2 \pm 3,66$.

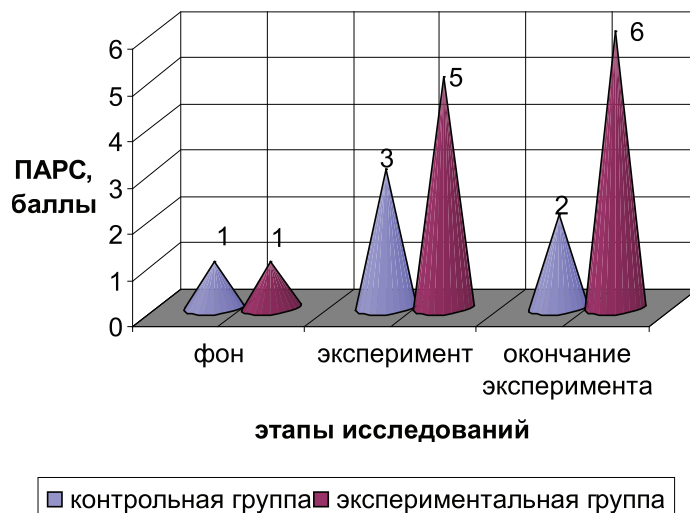


Рис. 2. Динамика значений ПАРС при тренировке с ДМП

В экспериментальной группе 70% обследуемых с умеренно функциональным напряжением SI составлял $128,2 \pm 4,61$ усл. ед., у остальных 30% SI составлял $379,3 \pm 3,04$ усл. ед., что свидетельствует о преобладании центрального контура и усилении симпатической регуляции. У таких лиц подавление активности автономного контура выражается в показателях SDNN, которые составляли $39,5 \pm 5,28$, что связано с усилением симпатической регуляции. HR составлял $76,0 \pm 2,82$.

На следующем этапе обследования (сентябрь) уровень напряжения регуляторных систем по ПАРС в контрольной группе был оптимален (от 2 до 3 баллов). В контрольной группе стресс-индекс был равен $71,4 \pm 1,27$, что говорит об относительном балансе вегетативной регуляции. Участники этой группы имели значения ПАРС = 1, SDNN = $56,2 \pm 4,04$, RMSSD = $37,1 \pm 1,84$. В экспериментальной группе значения ПАРС составляли от 3 до 6 баллов, что говорило о напряжении регуляторных систем, нарушении гомеостаза и срыве адаптации (ПАРС = 3–6 баллов). У этих спортсменов преобладали парасимпатические влияния на ритм сердца, выросла активность автономной регуляции (SDNN = $142 \pm 3,22$ мс, RMSSD = $91,4 \pm 2,93$). HR составлял $57 \pm 2,02$ уд./мин.

Как видно из оценки ВСР, на втором этапе увеличение значений SI и SDNN обусловлено значительным напряжением регуляторных систем в экспериментальной группе (ПАРС = 3–6 баллов). В процесс регуляции включались высшие уровни управления, что существенно подавляло активность автономного контура. В процессе адаптации организма к длительному действию физической нагрузки росла активность регуляторных систем, вегетативный баланс постепенно смещался в сторону усиления тонуса симпатической системы. Особенности адаптационной реакции существенно зависят от индивидуального типа регуляции.

В последующий период исследования (октябрь) в экспериментальной группе вегетативный баланс устанавливается на новом уровне с некоторым преобладанием парасимпатического звена регуляции и существенным снижением SI (SI = $93,3 \pm 1,07$) и ПАРС (ПАРС равен от 2 до 4). SI и ПАРС указывают на новый этап адаптационного процесса, на более активное включение высших вегетативных центров в механизм адаптации к условиям повышенной физической нагрузки. Это означает, что тренировочная нагрузка с использованием ДМП потребовала мобилизации дополнительных функциональных резервов организма. Если в течение (фоно-

вого) первого периода обследования, когда физическая нагрузка имела привычный характер, сохранение сердечно-сосудистого гомеостаза обеспечивали внутрисистемные механизмы регуляции кровообращения, то при более длительном действии физической нагрузки потребовалось более активное вмешательство межсистемного

уровня управления (надсегментарных отделов вегетативной регуляции).

Параллельно изучали координацию точных движений, состояние сенсомоторной активности обследуемых и влияние на них физиологического дрожания руки – тремора по методике «динамическая координация» (табл. 1).

Таблица 1

Динамика показателей мышечной координации при тренировке с ДМП

Показатели	I период (июнь)	II период (сентябрь)	III период (октябрь)
<i>Экспериментальная группа</i>			
Частота касаний, Гц	0,59 ± 2,47	1,56 ± 0,72	2,98 ± 2,56
Время выполнения, мс	5126 ± 1,83	5432 ± 3,58	4163 ± 2,07
Среднее время касаний, мс	269 ± 1,89	306 ± 2,96	101 ± 1,29
<i>Контрольная группа</i>			
Частота касаний, Гц	0,59 ± 2,47	5,73 ± 1,59	3,88 ± 2,91
Время выполнения, мс	5021 ± 1,03	4623 ± 3,81	5819 ± 3,61
Среднее время касаний, мс	264 ± 0,89	273 ± 1,28	173 ± 2,29

Заметно, что на период второго обследования по пробе тремора рук заметно увеличение в экспериментальной группе как частоты касания, времени выполнения и среднего времени касаний по сравнению относительно стабильными показателями динамического тремора контрольной группы.

Еще одним показателем была максимальная частота движений по методике «теппинг тест». Она обеспечивает возможность оценить характеристики максимально возможного темпа постукивания, зависимость от времени выполнения задания. Длительность обследования 20 с, модальность – свет.

При работе умеренной и большой интенсивности основные причины утомления

связаны с работой систем вегетативного обеспечения, а при работе максимальной интенсивности — с развитием запредельного торможения в нервных центрах. Именно поэтому с помощью теппинг-теста определяется выносливость нервной системы, и обязательным условием выполнения теста для определения силы нервной системы становится работа в максимальном темпе.

Максимальный темп и средний интервал реакций снижается уже на втором этапе в экспериментальной группе и остается на сниженном уровне в течение III этапа обследования (табл. 2). В третьем периоде исследования в экспериментальной группе темп работы снижается после первых 10 с.

Таблица 2

Динамика показателей частоты движений при тренировке с ДМП

Показатели	Период обследования	I период (июнь)	II период (сентябрь)	III период (октябрь)
<i>Контрольная группа</i>				
Средний интервал реакций, мс		148 ± 2,05	155 ± 1,50	152 ± 1,81
СКО интервалов реакций, мс		16 ± 1,75	9 ± 0,82	7 ± 1,02
Тренд интервалов, мс		0,4 ± 0,11	0,6 ± 0,05	0,4 ± 0,08
Шкала ПДР, баллы		0 ± 0,10	0 ± 0,10	0 ± 0,12
<i>Экспериментальная группа</i>				
Средний интервал реакций, мс		158 ± 1,69	99 ± 2,25	118 ± 2,66
СКО интервалов реакций, мс		14 ± 2,49	42 ± 3,24	55 ± 2,62
Тренд интервалов, мс		0,7 ± 0,08	0,4 ± 0,11	0,1 ± 0,16
Шкала ПДР, баллы		0 ± 0,11	1 ± 1,15	3 ± 1,24

При этом возможно периодическое возрастание и убывание темпа. На всех этапах обследования в контрольной группе темп нарастал до максимального в пер-

вые 10 с работы. Эти результаты указали на повышенную нагрузку на психофизиологические функции в экспериментальной группе.

Список литературы

1. Бобылева О.В. Эффекты острой гипоксии и курса гипокситренировки на результативность операторской деятельности человека и ее психофизиологическое обеспечение: автореф. дис. ... к.б.н. – М., 2006. – 24 с.
2. Волков Н., Олейников В. Стресс и адаптация в процессе тренировки // Олимпийский спорт и спорт для всех: проблемы здоровья, рекреации, спортивной медицины та реабілітації: четвертий Міжнародний науковий конгрес. – Киев, 2000. – С. 21.
3. Габриэлян А.С. Информативность психофизиологических показателей человека-оператора в условиях высоких температур / А.С. Габриэлян, А.Н. Ажаев // Физиология человека. – 1990. – Т. 16. – № 5. – С. 137–141.
4. Генин А.М., Ильин Е.А., Копланский А.С. Биотические правила поведения исследования на человеке и животных в авиационной, космической и морской медицине // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2001. – Т. 35. – № 4. – С. 14–20.
5. Горанчук В.В., Сапова Н.И., Иванов А.О. Гипокситерапия. – СПб.: Элби-СПб., 2003. – 536 с.
6. Доскин В.А., Лаврентьева Н.А., Строчная О.М. Тест дифференцированной самооценки функционального состояния // Вопросы психологии. – 1973. – № 6. – С. 141–145.
7. Егоров А.С., Загрядский В.П. Психофизиология умственного труда. – Л.: Наука, 1973. – 131 с.
8. Ильин, Е.П. Психофизиология состояний человека. – СПб.: Изд-во «Питер», 2005. – 412 с.
9. Платонов В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения. – Киев: Олимпийская литература, 2004. – 408 с.
10. Gallway A. Cardiovascular and metabolic responses to heat stress // J. Physiol. Proc. – 1999. – № 521. – P. 108–120.
11. Hughson R.L. Hyperthermia, Hypothermia and Problems of Hydration // Endurance in Sport, Blackwell Scientific Publisher. – 1992. – P. 458–470.
12. Nadel E.R. Problems with temperature regulation during exercise: Academic Press. – New York, 1977. – 154 p.

References

1. Bobyleva O.V. Jeffecty ostroj gipoksii i kursa gipoksitrenirovki na rezul'tativnost' operatorskoj dejatel'nosti cheloveka i ee psihofiziologicheskoe obespechenie : avto-ref. dis. ... k.b.n. Moskva 2006 24 p.
2. Volkov N., Olejnikov V. Stress i adaptacija v processe trenirovki // Chetvertij Mizhnarodnij naukovij kongres «Olimp-

jskij sport i sport dlja vsih: problemi zdorov'ja, rekreacii, sportivnoi medicini ta rehabilitacii». Kiev, 2000. pp. 21.

3. Gabrijeljan A.S. Informativnost' psihofiziologicheskikh pokazatelej cheloveka-operatora v uslovijah vysokih temperatur / A.S. Gabrijeljan, A.N. Azhaev // Fiziologija chelo-veka. 1990. T. 16. no. 5. pp. 137–141.
4. Genin A.M., Il'in E.A., Koplanskij A.S. Biojeticheskie pravila povedenija issledovanija na cheloveke i zhivotnyh v aviacionnoj, kosmicheskoj i morskoy medicine // Aviakosmicheskaja i jekologicheskaja medicina. 2001. T. 35. no. 4. pp. 14–20.
5. Goranchuk V.V., Sapova N.I., Ivanov A.O. Gipoksiterapija. SPb.: Jelbi-SPb., 2003. 536 p.
6. Doskin V.A., Lavrent'eva N.A., Strochnaja O.M. Test differencirovannoj samoocenki funkcional'nogo sostojanija // Voprosy psihologii. 1973. no. 6. pp. 141–145.
7. Egorov A.S., Zagradskij V.P. Psihofiziologija umstvennogo truda L.: Nauka, 1973. 131 p.
8. Il'in, E.P. Psihofiziologija sostojanij cheloveka / E.P. Il'in SPb.: Izd-vo «Pi-ter», 2005. 412 p.
9. Platonov V.N. Sistema podgotovki sportsmenov v olimpijskom sporte. Obshhaja teo-rija i ee prakticheskie prilozhenija / V.N.Platonov. Kiev: Olimpijskaja literatura, 2004. 408 p.
10. Gallway A. Cardiovascular and metabolic responses to heat stress // J. Physiol. Proc. 1999. no. 521. pp. 108–120.
11. Hughson R.L. Hyperthermia, Hypothermia and Problems of Hydration / R.L.Hughson // Endurance in Sport, Blackwell Scientific Publisher. 1992.pp. 458–470.
12. Nadel E.R. Problems with temperature regulation during exercise / E.R. Nadel : Academic Press. New York, 1977. 154 p.

Рецензенты:

Корягина Ю.В., д.б.н., профессор кафедры анатомии, физиологии, спортивной медицины и гигиены, зам. директора по научной работе НИИ деятельности в экстремальных условиях, ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», г. Томск;
Осадшая Л.Б., д.м.н., доцент кафедры нормальной физиологии, ГБОУ ВПО «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Волгоград.
Работа поступила в редакцию 11.07.2013.