

ВЛИЯНИЕ НАПРЯЖЕННОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УТРЕННЕЕ, ДНЕВНОЕ И ВЕЧЕРНЕЕ ВРЕМЯ СУТОК НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СПОРТСМЕНОВ

В. С. Бакулин, В. И. Макаров, М. М. Богомолова

Волгоградская государственная академия физической культуры

Изучено влияние одинаковой по характеру мощности и продолжительности мышечной работы в утреннее, дневное и вечернее время суток на внешнее дыхание, газоэнергообмен, тепловое состояние, сердечную деятельность, нервную систему и работоспособность спортсменов. Установлено, что в микроклимате с оптимальными условиями теплоотдачи выполнение заданной работы сопровождается возрастанием функционального напряжения и утомления спортсменов в вечернее время за счет повышения «энергетической цены» такой работы.

Ключевые слова: циркадианные ритмы, физическая нагрузка, газоэнергообмен, тепловое состояние, работоспособность.

INFLUENCE OF INTENSIVE MOTION ACTIVITY IN THE MORNING, AFTERNOON AND EVENING DAILY TIME ON THE FUNCTIONAL STATE OF ATHLETES

V. S. Bakulin, V. I. Makarov, M. M. Bogomolova

The influence of workload of identical intensity and duration performed in the morning, afternoon and in the evening on the external respiration, gas-energy exchange, thermal state, cardiovascular system, nervous system and physical working capacity of sportsmen was studied. It has been established that the performance of assigned work in the microclimate with optimum conditions of heat transfer is accompanied by an increase in functional overstress and fatigue of athletes in the evening at the expense of increasing "energy cost" of such work.

Key words: circadian rhythm, physical load, gas-energy exchange, thermal state, physical working capacity.

Современные положения биоритмологии утверждают, что функции органов и систем человека на протяжении суток имеют характер ритмических колебаний в виде высоких и низких уровней активности [4, 9]. В связи с этим параметры суточных биоритмов используются при изучении механизмов адаптации, оценки текущего состояния здоровья и работоспособности человека [1, 4, 7]. Анализ литературных данных о разных уровнях функциональной активности спортсменов утром, днем и вечером [5, 6, 8] позволяет предположить, что воздействие в такие периоды суток одинаковой по мощности и продолжительности физической нагрузки может привести к существенным различиям в характере и степени выраженности реакций организма. Сравнительное изучение этих реакций приобретает особое значение при выборе режимов тренировочных нагрузок, исключающих возможность функционального перенапряжения и переутомления спортсменов.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Сравнительное изучение влияния на функциональное состояние спортсменов напряженной мышечной работы в утреннее, дневное и вечернее время суток.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования с участием 42 высококвалифицированных спортсменов в возрасте 20—23 лет про-

водили в утренние (9—10), дневные (14—15) и вечерние (18—19) часы. Чтобы с большей четкостью выявить ответные реакции организма на заданную физическую нагрузку, в термокамере создавали параметры микроклимата, соответствующие гигиеническим нормам для крытых спортивных сооружений. При этом температура (T), относительная влажность (ϕ) и подвижность воздуха (v) составляли $(17 \pm 1)^\circ\text{C}$, $(60 \pm 5) \%$ и $(0,3 \pm 0,1) \text{ м/с}$. В этих условиях спортсмены выполняли тяжелую физическую работу попеременно ногами и руками в режиме непрерывной нагрузки. Работа состояла из четырех циклов по 15 мин каждый и заключалась в педалировании на велоэргометре со скоростью 60 об/мин при мощности нагрузки 150 Вт и в подъеме штанги массой 16 кг на высоту 100 см в ритме 30 циклов/мин. Проведено 3 серии (84 эксперимента) при участии 14 спортсменов в каждой серии.

В ходе исследований для оценки теплового состояния обследуемых регистрировали температуру кожи (в 11 точках) и оральную температуру ($T_{\text{ор}}$). На основании данных термометрии регистрировали средневзвешенную температуру (СВТ) кожи, среднюю температуру тела (СТТ), теплосодержание (Q) и теплонакопление (ΔQ) в организме [2]. Об интенсивности потоотделения судили по снижению массы тела обследуемых после пребывания в термокамере. Показателями внешнего дыхания и газоэнергообмена являлись минутный объем легочной вентиляции (VE),

потребление кислорода (VO_2) и энерготраты (ЭТ), определяемые методом непрямой калориметрии. Изучение сердечной деятельности производили по изменению частоты сердечных сокращений (ЧСС), регистрируемой в ЭКГ-отведении по Небу. Состояние высших отделов нервной системы и физической работоспособности оценивали по «времени простой зрительно-моторной реакции» (ВПЗМР) и «статической выносливости мышц кисти и предплечья». Оценку достоверности различий осуществляли по критерию Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В микроклиматических условиях с T равной (17 ± 1) °С, ϕ равной (60 ± 5) % и v равной ($0,3 \pm 0,1$) м/с выполнение одинаковой по характеру, мощности и продолжительности работы в утренние, дневные и вечерние часы сопровождалось возрастанием и стабилизацией на достигнутых уровнях показателей внешнего дыхания и газоэнергообмена (табл. 1).

Таблица 1

Динамика показателей внешнего дыхания и газоэнергообмена у спортсменов при интенсивной циклической работе в разное дневное время суток ($M \pm m$)

Время дня, ч	Показатели	Продолжительность (мин) и циклы (в скобках) нагрузки					Средние значения
		0	15(I)	30(II)	45(III)	60(IV)	
9–11	VE, л/мин	$7,5 \pm 0,3$	$38,4 \pm 2,6$	$48,4 \pm 2,7$	$40,0 \pm 2,3$	$51,0 \pm 2,4$	$44,5 \pm 1,5$
	VO_2 , л/мин	$0,26 \pm 0,01$	$1,53 \pm 0,09$	$2,00 \pm 0,11$	$1,7 \pm 0,1$	$2,11 \pm 0,09$	$1,84 \pm 0,06$
	ЭТ, кДж/мин	$5,6 \pm 0,2$	$31,4 \pm 1,7$	$39,4 \pm 1,7$	$32,3 \pm 1,7$	$42,9 \pm 1,6$	$36,5 \pm 1,3$
14–16	VE, л/мин	$8,5 \pm 0,3$	$40,0 \pm 2,3$	$49,0 \pm 2,2$	$41,7 \pm 2,1$	$51,4 \pm 2,1$	$45,6 \pm 1,6$
	VO_2 , л/мин	$0,30 \pm 0,01$	$1,54 \pm 0,06$	$2,0 \pm 0,1$	$1,77 \pm 0,10$	$2,12 \pm 0,08$	$1,86 \pm 0,05$
	ЭТ, кДж/мин	$6,1 \pm 0,2$	$31,4 \pm 1,4$	$41,8 \pm 2,1$	$33,6 \pm 1,9$	$43,5 \pm 1,7$	$37,6 \pm 1,4$
18–20	VE, л/мин	$9,5 \pm 0,3$	$54,8 \pm 2,5$	$49,3 \pm 2,1$	$65,9 \pm 2,6$	$49,5 \pm 2,2$	$54,8 \pm 1,9$
	VO_2 , л/мин	$0,37 \pm 0,02$	$2,20 \pm 0,08$	$1,90 \pm 0,07$	$2,50 \pm 0,08$	$1,92 \pm 0,10$	$2,16 \pm 0,06$
	ЭТ, кДж/мин	$7,4 \pm 0,2$	$46,2 \pm 1,5$	$39,7 \pm 1,6$	$49,5 \pm 1,6$	$40,8 \pm 2,0$	$44,1 \pm 1,3$

Примечание. Здесь и в табл. 2: I и III — работа ногами; II и IV — работа руками; * достоверные различия относительно утренних и дневных величин.

Однако в периоды работы ногами величины VE, VO_2 и ЭТ оказались больше вечером, чем утром и днем ($p < 0,01$) и мало отличались между собой, если работа выполнялась руками. При сопоставлении средних значений VE, VO_2 и ЭТ обнаружено, что они находились на более высоких уровнях ($p < 0,01$) вечером (табл. 1). В этих экспериментах общие затраты энергии (за 60 мин нагрузки) составили (2640 ± 60) кДж и были существенно больше, чем утром [(2202 ± 48) кДж, $p < 0,01$] или днем [(2253 ± 54) кДж, $p < 0,01$].

В ответ на действие физической нагрузки с высокими энерготратами регистрировалось усиление сердечной деятельности, что нашло отражение в учащении сердечных сокращений (табл. 2).

Таблица 2

Динамика ЧСС (уд/мин) у спортсменов при интенсивной циклической работе в разное дневное время суток ($M \pm m$)

Время дня, ч	Продолжительность (мин) и циклы (в скобках) нагрузки				
	0	15 (I)	30(II)	45(III)	60 (IV)
9–10	71 ± 2	140 ± 6	154 ± 5	145 ± 6	152 ± 5
14–15	71 ± 2	144 ± 6	155 ± 5	145 ± 7	154 ± 5
18–19	73 ± 1	$160 \pm 5^*$	160 ± 4	$174 \pm 3^*$	$166 \pm 4^*$

* Достоверные различия относительно утренних и дневных величин.

Так, уже на 15-й мин утренних и дневных экспериментов прирост ЧСС к исходной [(71 ± 2) уд/мин] составил соответственно (69 ± 4) и (73 ± 4) уд/мин. В ходе дальнейшего выполнения работы попеременно ногами и руками отмечалась относительная стабилизация ЧСС в пределах 148—158 и 140—150 уд/мин. В вечерних экспериментах та же физическая нагрузка вызвала более значительное увеличение ЧСС, особенно при работе ногами (табл. 2). В этом случае различия достигали 16—20 уд/мин (I цикл, $p < 0,05$) и 26—33 уд/мин (III цикл, $p < 0,01$) относительно утренних и дневных величин.

В рассматриваемом микроклиматическом режиме изменения показателей теплового состояния обследуемых утром, днем и вечером были практически одинаковыми. Они заключались в том, что в первые 15—30 мин от начала работы СВТ кожи увеличивалась на (1,6—1,9) °С, СТТ — на (1,4—1,6) °С и ΔQ — на (1,7—2,0) кДж/кг по сравнению с исходными значениями. За указанный период Тор либо незначительно снижалась (на 0,2 °С), либо не отличалась от исходной. В дальнейшем все исследуемые показатели удерживались почти на одних уровнях (табл. 3).

Не выявились различия и в степени выраженности потоотделительной реакции. Так, влагопотери обследуемых за 60 мин работы составили (670 ± 50) г (утро), (630 ± 60) г (день) и (650 ± 50) г (вечер).

Таблица 3

Показатели теплового состояния спортсменов при интенсивной циклической работе утром, днем и вечером ($M \pm m$)

Исследуемый показатель	Утро (9–10 ч)	День (14–15 ч)	Вечер (18–19 ч)
Тор, °С	36,60 ± 0,05 (0)	36,70 ± 0,05 (0)	36,60 ± 0,05 (0)
СВТ кожи, °С	33,4 ± 0,2 (2,1 ± 0,2)	33,4 ± 0,2 (1,8 ± 0,2)	33,7 ± 0,2 (1,6 ± 0,2)
СТТ, °С	36,20 ± 0,05 (0,60 ± 0,07)	36,30 ± 0,05 (0,60 ± 0,05)	36,30 ± 0,05 (0,60 ± 0,05)
Q, кДж/кг	126,0 ± 0,3 (22,0 ± 0,3)	126,3 ± 0,3 (2,1 ± 0,2)	126,3 ± 0,2 (1,8 ± 0,2)

Примечание. В скобках — прирост в конце работы к исходным величинам.

В конце утренних, дневных и вечерних экспериментов выявлено достоверное удлинение времени простой зрительно-моторной реакции, причем физическая нагрузка вечером приводила к резко выраженному удлинению этого времени (табл. 4).

Таблица 4

Влияние интенсивной циклической работы на сенсомоторную реакцию и статическую выносливость у спортсменов утром, днем и вечером ($M \pm m$)

Исследуемый показатель	Утро (9–10 ч)	День (14–15 ч)	Вечер (18–19 ч)
Время простой зрительно-моторной реакции, мс	201 ± 5 (+16 ± 3,9*)	184 ± 2,7 (+12 ± 2*)	251 ± 7 (+53 ± 8*#)
Статическая выносливость: время удержания нагрузки на динамографе (0,75 максимальной силы мышц), с	35,1 ± 2,1 (-0,5 ± 2,3*)	36,8 ± 2,6 (-8,4 ± 2,2*)	27,2 ± 1,9 (-15,7 ± 2,1*#)

Примечание. В скобках — изменения к исходным (до работы) величинам.

* Достоверные различия относительно исходных величин; достоверные различия по сравнению с величинами в конце работы утром и днем.

В результате сравнительного изучения статической выносливости мышц кисти и предплечья было получено статистически значимое ее снижение, о чем судили по укорочению времени удержания заданной нагрузки на динамографе (табл. 4). Однако вечерняя физическая нагрузка к моменту ее прекращения вызывала наибольшее падение статической выносливости (37 % против 19–20 % утром, днем и вечером).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как показали исследования при участии 42 спортсменов — мужчин высокой квалификации и одного возраста, выполнение одинаковой мышечной работы (попеременно ногами — велоэргометр и руками — подъем груза) продолжительностью

(60 ± 3) мин (до «отказа») в утреннее (9–10 ч), дневное (14–15 ч) и вечернее (18–19 ч) время суток сопряжено с расходом энергии в количестве соответственно (2202 ± 40), (2253 ± 54), (2675 ± 60) кДж/ч. Сравнительный анализ динамики и абсолютных величин показателей энергообмена позволяет полагать, что увеличение затрат энергии вечером обусловлено дополнительным их приростом (в среднем 520 кДж) при работе ногами. В целом, согласно классификации тяжести физической нагрузки по уровню энерготрат, работа утром и днем относится к разряду «тяжелая», а вечером — к разряду «очень тяжелая» [3].

Несмотря на разную по степени тяжести работу вечером (по сравнению с работой утром или днем), 60-минутное ее проведение в микроклимате с T равной (17 ± 1) °С, ϕ равной (65 ± 3) % и v равной (0,3 ± 0,1) м/с сопровождается стабилизацией показателей теплового состояния организма на исходном (до работы) или близком к нему уровне. Это означает, что в рассматриваемых условиях микроклимата при выполнении «тяжелой» и «очень тяжелой» работы система терморегуляции способна за счет интенсификации испарительной теплоотдачи не допускать перегревания спортсменов.

Результатом действия проведенной физической работы на функциональные системы организма спортсменов является развитие у них выраженного утомления, о чем можно судить по достоверному замедлению скорости двигательной реакции на световой сигнал и уменьшению времени удержания статической мышечной нагрузки на динамографе. Вместе с тем вечерняя физическая работа, оказывая большее (по сравнению с утренней и дневной) нагрузочное действие на внешнее дыхание и энергообмен, сердечную деятельность и двигательный аппарат, приводит к значительному замедлению скорости зрительно-моторной реакции и укорочению времени удержания заданной статической нагрузки. Полученные данные позволяют заключить, что очень тяжелая работа в вечернее время вызывает наибольшее снижение функциональной активности высших отделов центральной нервной системы и падение мышечной работоспособности.

Таким образом, при воздействии одной и той же по характеру мощности и продолжительности физической нагрузки на организм спортсменов утром, днем и вечером в микроклимате с оптимальными условиями теплоотдачи основной причиной возрастания функционального напряжения и утомления в вечернее время суток (после 18 ч) можно считать повышение «энергетической цены» работы за счет затрат энергии при нагрузке на нижние конечности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алякринский Б. С., Степанова С. Н. По закону ритма. — М.: Наука, 1985. — 176 с.
2. Афанасьева Р. Ф., Шлейфман Ф. М., Деденко И. Н. Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и профилактики охлаждения и перегрева: Методические рекомендации. — М., 1990. — 17 с.
3. Дорис Х., Келловей. Исходные данные для проектирования системы жизнеобеспечения. / Основы космической биологии и медицины. — М.: Наука, 1975. — С. 17—20.
4. Комаров Ф. И. Хронобиология и хрономедицина. — М.: Медицина, 1989. — 399 с.
5. Лаптев А. П. Гигиеническое исследование влияния различных факторов на психофизиологические функции, связанные с двигательной деятельностью: Автореф. ... док. мед. наук. — М., 1979. — 43 с.
6. Максаковский А. А. Особенности проявления психофизиологических функций у юных пловцов под воздействием суточных биоритмов / Актуальные вопросы физической культуры и спорта. — Волгоград, 2002. — № 8. — С. 10—11.
7. Оранский И. Е., Царфис Г. Г. Биоритмология и хроноterapia. — М.: Высшая школа, 1989. — 159 с.
8. Тристан В. Г., Корягина Ю. В. Хронобиологические основы тренировки / Физиологические основы тренировки физической культуры и спорта. Учебное пособие. — Омск: Сиб.ГАФК. — 2001. — С. 78—82.
9. Шабалин В. Н., Шатохина С. Н. // Вестник Российской АМН. — 2000. — № 8. — С. 4—7.

УДК 616. 248: 615. 814. 1+615. 849. 19-08

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАЗЕРОПУНКТУРЫ И КРАЙНЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ПУНКТУРЫ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ В РАЗНЫЕ ВОЗРАСТНЫЕ ПЕРИОДЫ

И. Э. Есауленко, А. В. Никитин, О. Л. Шаталова

Государственная медицинская академия им. Н. Н. Бурденко

Дана оценка эффективности лазеропунктуры (ЛП) и крайне высокочастотной (КВЧ) пунктуры для купирования приступов больных смешанной формой бронхиальной астмы в разные возрастные периоды. Представлена специальная схема лечения больных в молодом и пожилом возрасте с разной степенью тяжести заболевания по точкам акупунктуры с применением ЛП и КВЧ терапии.

Ключевые слова: смешанная форма бронхиальной астмы, биологически активная точка, миллиметровое электромагнитное излучение, лазеропунктура.

ANALYSIS OF EFFECTIVENESS OF LASER PUNCTURE AND EXTREMELY HIGH FREQUENCY (EHF) PUNCTURE IN COMPLEX TREATMENT OF BRONCHIAL ASTHMA PATIENTS OF DIFFERENT AGES

I. E. Esaulenko, A. V. Nikitin, O. L. Shatalova

The authors present an estimation of efficiency of laser puncture and EHF puncture for arresting attacks in patients with mixed bronchial asthma at different age periods. A regimen of therapy for young and elderly patients with varying degrees of asthma severity is presented, with consideration of acupuncture points and laser and EHF puncture.

Key words: mixed form of bronchial asthma, biologically active point, millimeter E-field radiation, laser puncture.

Бронхиальная астма является одним из наиболее распространенных хронических заболеваний, представляющим серьезную медико-социальную проблему. В настоящее время актуален поиск патогенетических механизмов немедикаментозного лечения больных бронхиальной астмой [3]. Среди них немаловажное значение имеют методы физической терапии, а именно лазеропунктура и КВЧ-пунктура, являющаяся одним из способов купирования приступов удушья. В лазеропунктуре используется электромагнитное излучение оптического диапазона, длина волны 0,89 мкм, про-

никающее через неповрежденную кожу на глубину до 5—6 см.

КВЧ-пунктура это вариант КВЧ-терапии, при которой используется низкоинтенсивное (0,01—0,8 мкВт) широкополосное шумовое электромагнитное излучение (ЭМИ) (30—325 ГГц) миллиметрового диапазона, которое поглощается кожей на глубине менее 1 мм.

Электромагнитное излучение оптического и микроволнового диапазонов не имеет принципиальных отличий. В основе эффекта в каждом случае лежат структурно-функциональные изменения мембранных образований клеток и внутриклеточных органелл, ко-