

## БИОЛОГИЯ

УДК 612.75

**В.С. Бакулин**

### **Максимальная аэробная производительность спортсменов после дозированных контрастных термовоздействий**

Изучено влияние режима сауны утром (8 ч) на показатели внешнего дыхания, газоэнергообмена и сердечной деятельности у 10 спортсменов-дзюдоистов при двукратном выполнении ими на следующие сутки (8 ч и 16 ч) ступенчато возрастающей мышечной работы «до отказа». Установлено, что после утреннего приема в сауне дозированных контрастных термопроцедур на следующие сутки достоверно возрастает утренняя максимальная аэробная производительность спортсменов.

**Ключевые слова:** термовоздействия, максимальная аэробная производительность.

**V.S. Bakulin**

### **Maximal Aerobic Productivity of Sportsmen after Dosed Contrast Thermal Influence in Conditions of Sauna**

Influence of a sauna mode in the morning (8 a. m.) on parameters of external breath, gas exchange, and an intimate activity of 10 sportsmen-judoists is studied at double performance by them next day (8 a. m. and 16 p. m.) in steps increasing muscular work till the "peak level". It is defined, that after morning taking sauna dosed contrast thermal procedures next day morning maximal aerobic productivity of sportsmen authentically increases.

**Key words:** thermal influences, maximal aerobic productivity.

Суховоздушная баня-сауна давно используется в практике как одно из доступных средств ускоренного восстановления и повышения общей и специальной работоспособности после утомительных физических и нервно-эмоциональных нагрузок [1–5, 8, 12].

В основе ее широкого применения лежит создание в организме кратковременной гипертермии при воздействии очень высокой температуры (70<sup>0</sup>С и выше) воздуха с низкой его относительной влажностью (15÷5%) и последующий выход из состояния гипертермии посредством водного или воздушного охлаждения [3, 9, 10, 11]. В этих случаях нормализующее действие сауны существенно зависит от степени достигнутого перегревания и скорости отведения избыточного тепла из организма [3].

Вместе с тем, до настоящего времени остается открытым вопрос о возможном влиянии термопроцедур сауны на аэробную производительность и в конечном итоге на общую физическую работоспособность [7]. Известно также, что мак-

симальная аэробная мощность выполняемой работы характеризуется циклическими изменениями (повышение и снижение) в течение суток [6]. Вследствие этого возникает потребность в направленном изучении действия термоконтрастных процедур в условиях сауны на показатели аэробной работоспособности.

Целью настоящей работы явилась физиологическая оценка влияния утреннего посещения сауны на максимальную аэробную производительность спортсменов в утреннее и дневное время следующих суток.

#### **Методика**

В исследованиях (5 серий экспериментов) участвовали 10 высококвалифицированных спортсменов-дзюдоистов в возрасте 22–26 лет.

В 1-й и 2-й сериях (до посещения сауны) они выполняли на велоэргометре ступенчато возрастающую физическую нагрузку мощностью от 50 до 350 Вт для достижения уровня максимального потребления кислорода (МПК). Длитель-

ность каждой ступени – 2 мин без отдыха между ними. Чтобы с большей четкостью выявить ответные реакции организма на заданную предельную нагрузку в разное время суток, эксперименты 1-й серии выполнены в 8 ч утра и 2-й серии – в 16 ч дня.

На следующее утро (8 ч) спортсмены посещали сауну (3 серия). С учетом методических рекомендаций [8], режим ее посещения включал:

- двукратное пребывание в парной (по 10 мин) при температуре (Т) и относительной влажности (φ) воздуха  $70 \pm 2^{\circ}\text{C}$  и  $10 \pm 2\%$ ;

- двукратное охлаждение (по 1 мин) в ванне бассейна с температурой воды  $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ;

- 10-минутный отдых в помещении с температурой воздуха  $23\text{--}25^{\circ}\text{C}$  после каждого водного охлаждения.

4-я и 5-я серии (после посещения сауны) проведены на следующие сутки (8 ч утра и 16 ч дня) с повторным нагрузочным велоэргометрическим тестированием для достижения у всех спортсменов уровня МПК.

До начала и в ходе ступенчато повышающейся велоэргометрической нагрузки «до отказа» непрерывно (через каждые 30 с) на автоматизированном диагностическом комплексе «Eos-Sprint» (Англия) регистрировали частоту дыхания, дыхательный объем, минутный объем легочной вентиляции, потребление кислорода, выделение углекислого газа, дыхательный коэффициент, энерготраты, частоту сердечных сокращений, кислородный пульс.

До начала посещения сауны на 5-й и 10-й мин пребывания в парной, на 5-й и 10-й мин отдыха после водного охлаждения измеряли температуру тела (под языком), регистрировали ЧСС в ЭКГ-отведении по Нэбу. С помощью аускультативного метода Короткова измеряли систолическое (АДс) и диастолическое (АДд) артериальное давление. Среднее гемодинамическое давление (СГД) рассчитывали по формуле:  $\text{СГД} = (2\text{АДд} + \text{АДс}) / 3$ .

Проведено 50 экспериментов при участии в каждой серии 10 спортсменов. Статистическую обработку экспериментального материала проводили по критерию Стьюдента.

### Результаты исследования

Полученные результаты анализа исходных величин показателей аэробной производительности у обследуемых спортсменов перед началом проведения теста на МПК утром и днем до и после сауны представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, до посещения сауны отчетливо выявлялись различия между начальными (до нагрузки) величинами показателей внешнего дыхания, газоэнергообмена и сердечной деятельности у одних и тех же обследуемых в разное время суток. Так, в 8 ч утра до сауны частота дыхания (ЧД), дыхательный объем (ДО), минутный объем легочной вентиляции (VE), потребление кислорода ( $\text{VO}_2$ ), выделение углекислого газа ( $\text{VCO}_2$ ), энерготраты (ЭТ) и частота сердечных сокращений (ЧСС) оказались статистически значимо меньше перечисленных показателей в 8 ч утра после сауны, при этом дневной прирост ЧД составил в среднем 3 цикла/мин ( $p < 0,05$ ), ДО – 190 мл ( $p < 0,05$ ), VE – 4,9 л/мин ( $p < 0,01$ ),  $\text{VO}_2$  – 141 мл/мин ( $p < 0,01$ ),  $\text{VCO}_2$  – 127 мл/мин ( $p < 0,05$ ), ЭТ – 3кДж/мин ( $p < 0,01$ ), ЧСС – 8 уд/мин ( $p < 0,01$ ).

На фоне наблюдаемого разного исходного состояния обследуемых выполнение ими ступенчато (по 2 мин) возрастающей по мощности (от 50 до 350 Вт) мышечной работы приводило к отказу от ее продолжения утром на  $10,8 \pm 0,2$  мин и днем на  $11,8 \pm 0,3$  мин непрерывной нагрузки. Выявленные достоверные различия по данному показателю физической работоспособности позволяют полагать, что в дневных экспериментах предельная длительность заданной работы увеличилась в среднем на 60 с ( $p < 0,01$ ).

Таблица 1

*Исходные величины показателей внешнего дыхания, газоэнергообмена и сердечной деятельности у спортсменов-дзюдоистов перед физической нагрузкой ( $M \pm m$ )*

Исследуемый показатель	До сауны		После сауны	
	Утро (8 ч)	День (14 ч)	Утро (8 ч)	День (14 ч)
ЧД, цикл/мин	16,0±0,8	19,0±1,0*	17,0±1,0	19,0±1,0
ДО, мл	550,01±30,2	740,4±60,5*	740,1±50,7*	720,6±50,4
VE, л/мин (ВTPS)	8,9±0,7	13,8±1,0*	12,1±0,6**	13,3±1,0
$\text{VO}_2$ , мл/мин	265,3±26,2	406,2±31,4*	374,7±16,1**	404,4±29,7
$\text{VCO}_2$ , мл/мин	212,2±24,3	339,1±31,5*	325,7±18,8**	384,1±29,8

Исследуемый показатель	До сауны		После сауны	
	Утро (8 ч)	День (14 ч)	Утро (8 ч)	День (14 ч)
ДК, у. е.	0,80±0,05	0,84±0,03*	0,87±0,04**	0,95±0,05
ЭТ, кДж/мин	5,2±0,4	8,2±0,6*	7,7±0,04**	8,4±0,5
ЧСС, уд/мин	70,2±2,2	78,4±2,1*	78,7±2,1**	77,9±2,3

\*\* Достоверные различия относительно утренних величин;

– Достоверные различия по сравнению с утренними величинами до сауны.

Одновременно регистрировались однонаправленные и стремительные нарастающие сдвиги со стороны показателей, характеризующих состояние внешнего дыхания, газоэнергообмена и сер-

дечную деятельность. В табл. 2 приведены конечные величины всех исследуемых показателей, полученные к моменту наступления отказа обследуемых от дальнейшего продолжения работы.

Таблица 2

**Величины показателей максимальной аэробной производительности у спортсменов-дзюдоистов при двукратной физической нагрузке повышающейся мощности утром и днем, до и после сауны (M±m)**

Исследуемый показатель	До сауны		После сауны	
	Утро (8 ч)	День (14 ч)	Утро (8 ч)	День (14 ч)
Предельная длительность работы (до отказа), мин	10,8±0,2	11,8±0,3*	12,0±0,3**	11,6±0,3
Энергетическая стоимость работы, кДж	480±27	581±31*	588±33**	557±32
ЧД, цикл/мин	59±1,7	64±1,8*	63±2	64±1,9
ДО, л	2,28±0,07	2,39±0,09*	2,51±0,08*	2,49±0,09
VE, л/мин (ВТПС)	133,2±3,9	147,5±3,8*	154,9±4,6**	155,3±5,0
VO <sub>2</sub> , (МПК) л/мин	3,69±0,1	3,93±0,08*	3,96±0,08**	3,84±0,1
VCO <sub>2</sub> , л/мин	3,95±0,09	4,24±0,08*	447±0,09**	4,84±0,09
ДК, усл. ед.	1,07±0,05	1,08±0,05*	1,13±0,04**	0,26±0,04
ЧСС, уд/мин	176±2	182±1*	182±1**	185±1

\* – Достоверные различия относительно утренних величин;

\*\* – Достоверные различия по сравнению с утренними величинами до сауны.

Из сравнительного анализа данных табл. 2 (до сауны) следует, что основные показатели максимальной аэробной мощности имели наибольшие абсолютные значения в дневных экспериментах. Об этом судили по достоверному увеличению VE со 133,2±3,9 (утро) до 147,5±3,8 (день) л/мин (p<0,01) преимущественно за счет роста ЧД с 59±1,7 (утро) до 64±1,8 (день) цикл/мин (p<0,05), возрастанию МПК с 3,69±0,1

(утро) до 3,93±0,08 (день) л/мин (p<0,05), ЧСС со 176±2 (утро) до 182±1 (день) уд/мин (p<0,05) и энергетической стоимости выполнения работы с 480±27 (утро) до 581±31 (день) кДж (p<0,05).

В табл. 3 представлены экспериментальные данные, отражающие функциональные изменения в организме спортсменов при утреннем посещении сауны (8 ч) после двукратного тестирования на МПК в 8 и 16 ч предыдущих суток.

Таблица 3

**Динамика физиологических показателей у спортсменов при дозированных контрастных термовоздействиях в условиях сауны (M±m)**

Исследуемый показатель	Исходные величины (до сауны)	Режим посещения сауны			
		10-я мин 1-й тепловой экспозиции	10-я мин 1-го отдыха после водного охлаждения	10-я мин 2-й тепловой экспозиции	10-я мин 2-го отдыха после водного охлаждения
Тор, °С	36,4±0,1	37,9±0,1	36,6±0,08	38,1±0,1	36,6±0,1
ЧСС, уд/мин	66±2	107±3	65±2	113±2	66±2

Исследуемый показатель	Исходные величины (до сауны)	Режим посещения сауны			
		10-я мин 1-й тепловой экспозиции	10-я мин 1-го отдыха после водного охлаждения	10-я мин 2-й тепловой экспозиции	10-я мин 2-го отдыха после водного охлаждения
АД, мм. рт. ст					
АДс	110±2	118±1,5*	107±2	119±2	106±2
АДд	68±2	59±3	66±2	60±2	65±2
СГД	81±2	79±2	79±2	80±2	79±2

Эти изменения выражались в том, что при первом воздействии горячего и сухого воздуха ( $T=70\pm 2^{\circ}\text{C}$  и  $\phi=10\pm 2\%$ ) наблюдалось непрерывное увеличение оральной температуры ( $T_{ор}$ ), прирост которой на 5-й мин экспозиции составил  $0,7\pm 0,08^{\circ}\text{C}$  и на 10-й –  $1,5\pm 0,1^{\circ}\text{C}$  по отношению к исходной, равной  $36,4\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ . После выхода из парной и минутного охлаждения в ванне бассейна с температурой воды  $28\pm 2^{\circ}\text{C}$  и последующего 10-минутного отдыха происходило уменьшение  $T_{ор}$  до  $37,3\pm 0,09^{\circ}\text{C}$  (5-я мин) и  $36,6\pm 0,1$  (10-я мин).

Повторное пребывание в парной вызывало такой же рост  $T_{ор}$ , абсолютная величина которой на 10-й минуте экспозиции достигала  $38,1\pm 0,1^{\circ}\text{C}$  и была больше исходной (до сауны) на  $1,7\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ . Однако после охлаждающей гидропроцедуры  $T_{ор}$  на 10-й минуте отдыха приблизилась к исходному уровню (табл. 3).

Двукратное создание в организме спортсменов кратковременной гипертермии сопровождалось напряжением у них сердечно-сосудистой системы. С самого начала теплового воздействия усиление сердечной деятельности выражалось в значительном учащении сердечных сокращений. По мере перегревания ЧСС увеличилась и в конце первой тепловой нагрузки достигала  $107\pm 3$  уд/мин, а в конце второй –  $113\pm 2$  уд/мин. После охлаждения в воде и последующего отдыха ЧСС восстанавливалась до начальной величины ( $66\pm 2$  уд/мин).

Одновременно регистрировались разнонаправленные изменения показателей АД, но они не были резко выражены, так, АДс увеличивалось на 8–9 мм. рт. ст ( $p<0,01$ ), АДд, напротив, снижалось на 8–9 мм. рт. ст. ( $p<0,01$ ), а СГД практически не изменялось. В периоды отдыха величины АДс и АДд уже на 5-й мин возвращались к исходным (табл. 3).

Описанная динамика и абсолютные значения показателей теплового состояния и сердечно-сосудистой системы дают основание полагать,

что разработанный режим посещения сауны хорошо переносится спортсменами-дзюдоистами.

Результаты изучения влияния принимаемых утром дозированных термоконтрастных процедур на аэробную производительность спортсменов в течение следующего дня приведены в табл. 1 и 2.

Как следует из данных табл. 1, после посещения сауны в утренних экспериментах исходные величины таких показателей, как ДО, VE,  $\text{VO}_2$ ,  $\text{VCO}_2$ , ЭТ, ЧСС, были достоверно ( $p<0,05$ ) больше указанных показателей в утренних экспериментах до сауны.

На фоне разного исходного функционального состояния обследуемых предельная продолжительность ступенчато повышающейся велоэргометрической нагрузки «до отказа» составила  $10,8\pm 0,2$  мин (до сауны) и  $12,0\pm 0,3$  мин (после сауны), то есть она удлинялась на  $72\pm 5$  с ( $p<0,01$ ). К этому времени конечные величины других показателей максимальной аэробной работоспособности оказались также более высокими (табл. 2). В частности, уровень МПК достигал  $3,96\pm 0,08$  л/мин и по отношению к утреннему до сауны ( $3,69\pm 0,09$  л/мин) был больше на  $270\pm 60$  мл/мин ( $p<0,01$ ). Максимальная ЧСС к моменту отказа увеличилась до  $182\pm 1$  уд/мин (против  $176\pm 2$  уд/мин).

Вместе с тем, использование утром дозированных термопроцедур не получило отражения в максимальной аэробной производительности спортсменов-дзюдоистов при дневной физической нагрузке. На это указывало, прежде всего, отсутствие в 16 ч дня статистически значимых различий между исходными величинами показателей внешнего дыхания, газоэнергообмена и сердечной деятельности до и после посещения сауны. И поэтому проведение заданной физической нагрузки нарастающей мощности на фоне одинакового исходного состояния обследуемых приводит к одинаковым и равноценным по степени выраженности функциональным

сдвигам в организме. Об этом свидетельствовало отсутствие достоверных различий между такими показателями максимальной аэробной работоспособности, как предельная продолжительность физической нагрузки «до отказа» и ее энергетическая стоимость, уровень МПК, величины VE и ЧСС (табл. 2).

### Выводы

1. Максимальная аэробная производительность высококвалифицированных спортсменов-дзюдоистов в возрасте 22–26 лет, выполняющих двукратную физическую нагрузку повышающейся мощности утром (после 8 ч) и днем (после 16 ч), возрастает во вторую половину дневного времени. Это выражается в достоверном увеличении предельной длительности нагрузки «до отказа», достижении более высокого уровня абсолютного МПК и ЧСС.

2. Режим посещения сауны, включающий двукратное (по 10 мин) воздействие горячего сухого воздуха ( $T=70\pm 2^{\circ}\text{C}$  и  $\varphi=10\pm 2\%$ ), двукратное (по 60 с) охлаждение в бассейне ( $T\text{ воды}=28\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) и двукратный (по 10 мин) отдых после охлаждения в помещении ( $T\text{ воздуха}=24\pm 1^{\circ}\text{C}$ ), создает в организме спортсменов состояние умеренной гипертермии, быструю нормализацию температурного гомеостаза и сердечно-сосудистой системы.

3. Утренний прием дозированных контрастных термопроцедур в условиях сауны, обеспечивающий позитивный эффект в функциональном состоянии организма, отчетливо повышает на следующие сутки утреннюю (после 8 ч) и не изменяет дневную (после 16 ч) максимальную аэробную производительность спортсменов-дзюдоистов.

### Библиографический список

1. Бирюков, А.А. Баня и массаж [Текст] / А.А. Бирюков. – М. : Физкультура и спорт, 1997. – 96 с.
2. Бирюков, А.А., Кафаров, К.А. Средства восстановления работоспособности спортсмена [Текст] / А.А. Бирюков, К.А. Кафаров. – М. : Физкультура и спорт, 1979. – 154 с.
3. Богомолова, М.М. Физиологическое обоснование оптимизации постнагрузочного восстановления спортсменов посредством дозированных контрастных термовоздействий [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук. / М.М. Богомолова. – Астрахань, 2007. – 23 с.
4. Буровых, А.Н., Файн, Л.М. Восстановление работоспособности с помощью массажа и бани [Текст] / А.Н. Буровых, Л.М. Файн. – М. : Физкультура и спорт, 1985. – 154 с.
5. Краус, Н. Сауна [Текст] / Н. Краус. – М. : Иностран. лит., 1977. – 77 с.
6. Кривошеков, С.Г. Суточный ритм аэробной производительности [Текст] / С.Г. Кривошеков, В.Ф. Осипов, Ю.А. Власов // Физиология человека. – 1980. – Т. 6, №2. – С. 310–315.
7. Кучкин, С.Н. Резервы дыхательной системы и аэробная производительность организма [Текст] : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / С.Н. Кучкин. – Казань, 1986. – 48 с.
8. Минх, А.А. Методические рекомендации по применению суховоздушных бань при занятиях спортом и физической культурой [Текст] / А.А. Минх. – №10/8–37. – М. : МЗ СССР, 1974. – 13 с.
9. Мирзоев, О.М. Применение восстановительных средств в спорте [Текст] / О.М. Мирзоев. – М. : СпортАкадемПресс, 2000. – 202 с.
10. Собалевский, В.И. Влияние сауны на сердечно-сосудистую систему и работоспособность спортсменов [Текст] : автореф. дис. ... канд. мед. наук / В.И. Собалевский. – Тарту, 1980 – 23 с.
11. Судаков, К.В. Вегетативные реакции человека при разных режимах тепло-холодовых воздействий в условиях сауны [Текст] / К.В. Судаков, В.В. Синичкин, А.А. Хасанов // Физиология человека. – 1987. – Т. 13., №1. – С. 113–115.
12. Vuori J. Sport and sauna//Sauna-Arehiv. 1976. – №1. – Р. 1–23.