

УДК 612.43  
doi:10.18720/SPBPU/2/id23-244

## МАКСИМАЛЬНАЯ АЭРОБНАЯ МОЩНОСТЬ И СКОРОСТЬ ПРИРОСТА НАГРУЗКИ ВО ВРЕМЯ СТУПЕНЧАТОГО ТЕСТА

**Волков Василий Васильевич, Тамбовцева Ритта Викторовна**

*Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, Россия*

**Аннотация.** Максимальная аэробная мощность является одним из важных диагностических параметров при тестировании физической работоспособности спортсменов. 13 спортсменов-единоборцев выполнили тесты с возрастающей нагрузкой с величиной шага 30 Вт и длительностью 15, 30, 60, 120 и 240 секунд. Была показана достоверная разница ( $p \leq 0.01$ ) в максимальной мощности в конце нагрузочного теста при разной продолжительности шага нагрузки.

**Ключевые слова:** физическая работоспособность, максимальное потребление кислорода.

## MAXIMUM AEROBIC POWER AND RATE OF LOAD INCREASE DURING INCREMENTAL TEST

**Volkov Vasily Vasilyevich, Tambovtseva Ritta Victorovna**

*Russian Sports University (SCOLIPE), Moscow, Russia*

**Abstract.** Maximum aerobic power is one of the important diagnostic parameters when testing the physical performance of athletes. 13 martial artists completed tests with increasing load with a step size of 30 W and a duration of 15, 30, 60, 120 and 240 seconds. A significant difference ( $p \leq 0.01$ ) was shown in the maximum power at the end of the load test with different load step lengths.

**Keywords:** physical performance, maximum oxygen consumption.

### Введение

Оценка показателей максимального потребления кислорода (МПК) и максимальной аэробной мощности получила широкое распространение в клинической и спортивной диагностике [4]. Помимо того, что МПК является одним из самых распространенных маркеров выносливости спортсмена, была также продемонстрирована сильная связь максимальной мощности и спортивного результата [2,3]. Данный параметр, обычно, оценивают во время лабораторного теста с возрастающей нагрузкой и определяют в момент отказа от работы или в момент достижения испытуемым МПК. Существует рекомендуемая продолжительность такого нагрузочного тестирования, которая должна составлять 8–12 минут [5]. Но, данные рекомендации были основаны на разнице в максимальных значениях потребления кислорода при разной продолжительности теста. В свою очередь в литературе существуют данные, не подтверждающие необходимую информативную продолжительность для определения МПК [1,6]. Также было показано влияние скорости прироста нагрузки на показатели максимальной мощности работы в тесте с возрастающей нагрузкой [7,8].

Исходя из того, что максимальная аэробная мощность является информативным показателем, но может зависеть от протокола тестирования, авторы сформулировали цель исследования – изучить взаимосвязь максимальной мощности работы и скорости прироста нагрузки в тесте со ступенчато возрастающей нагрузкой у высококвалифицированных спортсменов-единоборцев.

### Методы исследования

#### *Испытуемые*

В эксперименте приняли участие 13 профессиональных спортсменов-единоборцев высокой квалификации (9 мужчин, 4 женщины, возраст  $26.6 \pm 6$  лет, вес  $72 \pm 11.7$  кг, рост  $176.2 \pm 10.5$  см).

#### *Организация эксперимента*

Испытуемые посещали клинику 2 раза с перерывом между посещениями 24–72 часа. За два посещения испытуемые должны были выполнить 5 максимальных нагрузочных тестов для определения аэробных возможностей.

#### *Протоколы тестирования*

Тестирование выполнялось на велоэргометре “Lode Excalibur” (Нидерланды). В течение эксперимента испытуемые выполняли пять тестов со ступенчато повышающейся нагрузкой до отказа с разной скоростью увеличения нагрузки. Каждый тест начинался с трехминутной разминки с мощностью работы 60 Вт и темпом педалирования 80 об/мин. Далее, в зависимости от протокола, при таком же темпе педалирования мощность работы возрастала на 30 Вт каждые 15, 30, 60, 120 и 240 секунд. Все тесты выполнялись до отказа, то есть до неспособности испытуемого поддерживать необходимый темп педалирования. Максимальную аэробную мощность определяли как нагрузку, которую испытуемый выполнил не менее чем на 3/4 по продолжительности ступени перед отказом от работы.

### Результаты исследования и их анализ

Все протоколы существенно отличались по времени работы между собой. Разница между протоколами

**Средние значения максимальной мощности и времени работы до отказа в протоколах с разной продолжительностью нагрузочной ступени. Значения представлены в ваттах и секундах ( $\pm$  SD)**

	Продолжительность нагрузочной ступени				
	15 сек	30 сек	60 сек	120 сек	240 сек
Максимальная мощность, Вт	365 $\pm$ 61	302 $\pm$ 49,7	257,5 $\pm$ 43,3	226 $\pm$ 29,9	214 $\pm$ 36,4
Время теста, сек	152 $\pm$ 30,4	241 $\pm$ 50,9	395 $\pm$ 86,6	653 $\pm$ 156,9	1172 $\pm$ 289,4

с длительностью ступени 15 и 240 секунд была почти восьмикратной. В таблице 1 показано среднее значение максимальной мощности и среднее время работы до отказа по каждому протоколу.

Статистически значимой разницы по максимальной мощности ( $p \leq 0.01$ ) не было обнаружено только между протоколами с длительностью нагрузочной ступени 120 и 240 секунд. Но, наблюдалась тенденция в сторону уменьшения мощности с увеличением продолжительности работы. Что касается остальных тестов, то была показана достоверная ( $p \leq 0.01$ ) разница между протоколами по мощности отказа. Полученные данные согласуются с работой Adami и соавторов [1], в которой также сравнивалась влияние скорости нарастания нагрузки на максимальную аэробную мощность. В этой работе 16 молодых здоровых мужчин выполнили шесть тестов с возрастающей нагрузкой с шагом прироста 25 Вт. Продолжительность шага составила 15, 30, 60, 90, 120, и 180 секунд. Было показано, что показатели максимальной мощности обратно пропорциональны продолжительности тестирования. Текущие данные подтверждают и расширяют наблюдения Adami и соавторов. В качестве новых дополнений можно отметить следующее: в нашем исследовании участвовали профессиональные спортсмены-единоборцы, участвовали и женщины, и мужчины и использовался более широкий диапазон длительности нагрузочной ступени. Что же касается тренированных атлетов, то в эксперименте Weston и соавторов приняли участие 12 здоровых, хорошо тренированных велосипедистов [8]. Желаящие были допущены к исследованию, если они имели минимальный, МПК которых превышало 60 мл/кг/мин. И в этой работе также было показано, что максимальная мощность работы зависела от скорости прироста нагрузки. Полученные данные в совокупности с данными литературы поднимают вопрос о корректности интерпретации показателя «максимальная аэробная мощность», который в отличие от МПК [1], сильно зависит от протокола тестирования. В будущих исследованиях необходимо установить взаимосвязь показателя

максимальной мощности, полученного в разных протоколах со спортивным результатом.

### Заключение

Использование продолжительности нагрузочной ступени 15, 30, 60, и 120 секунд с приростом мощности работы 30 Вт выявило статистически значимые различия в достигнутой максимальной аэробной мощности в тесте с возрастающей нагрузкой у высококвалифицированных спортсменов-единоборцев. Разница между протоколами с продолжительностью нагрузочной ступени 120 и 240 секунд была на уровне тенденции в сторону уменьшения максимальной мощности с увеличением продолжительности.

### Литература

1. Adami A., Sivieri A., Moia C., Perini R., Ferretti G. Effects of step duration in incremental ramp protocols on peak power and maximal oxygen consumption. *Eur J Appl Physiol.* 2013 Oct; 113(10):2647-53.
2. Borszcz FK, Tramontin AF, de Souza KM, Carminatti LJ, Costa VP. Physiological Correlations With Short, Medium, and Long Cycling Time-Trial Performance. *Res Q Exerc Sport.* 2018 Mar; 89(1):120-125.
3. Hawley JA, Noakes TD. Peak power output predicts maximal oxygen uptake and performance time in trained cyclists. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1992; 65(1):79-83.
4. Levine BD. VO<sub>2</sub>max: what do we know, and what do we still need to know? *J Physiol.* 2008 Jan 1;586(1):25-34.
5. Midgley AW, Bentley DJ, Luttikholt H, McNaughton LR, Millet GP. Challenging a dogma of exercise physiology: does an incremental exercise test for valid VO<sub>2</sub> max determination really need to last between 8 and 12 minutes? *Sports Med.* 2008;38(6):441-7.
6. Shimizu M, Myers J, Buchanan N, Walsh D, Kraemer M, McAuley P, Froelicher VF. The ventilatory threshold: method, protocol, and evaluator agreement. *Am Heart J.* 1991 Aug;122(2):509-16.
7. Vinetti G, Fagoni N, Taboni A, Camelio S, di Prampero PE, Ferretti G. Effects of recovery interval duration on the parameters of the critical power model for incremental exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2017 Sep;117(9):1859-1867.
8. Weston SB, Gray AB, Schneider DA, Gass GC. Effect of ramp slope on ventilation thresholds and VO<sub>2</sub>peak in male cyclists. *Int J Sports Med.* 2002 Jan;23(1):22-7.

\* \* \*