

ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТИ СПОРТСМЕНОВ-ТУРИСТОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВЕЛОЭРГОМЕТРИЧЕСКОГО ТЕСТА И ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

INDIVIDUAL ESTIMATE OF THE ACCURACY OF DETERMINING THE POWER OF THE SPORTSMENS- TOURISTS ON THE RESULTS OF BICYCLE ERGOMETRIC TEST AND HEART RATE

**V. Yuzlekbaeva
E. Pushkarev
N. Mylnikova**

Summary. The article considers examples of how to calculate the power output using two methods: test on the bicycle ergometer and determination of the intensity using a calculation formula M. J. Karvonen. The accuracy of these methods is estimated.

Keywords: individualization, sports tourism, sports route, training activities, physical performance, power of work, regression equation.

Юзлекбаева Венера Марисовна

Аспирант, старший преподаватель, Уральский
государственный университет физической культуры
uvmt2311@mail.ru

Пушкарев Евгений Дмитриевич

К.б.н., доцент, Уральский государственный
университет физической культуры

Мыльникова Наталья Владимировна

Доцент, Уральский государственный университет
физической культуры

Аннотация. В статье рассмотрены примеры расчета мощности работы с помощью двух методов: ступенчатого велоэргометрического теста и определение интенсивности по расчетной формуле М. Й. Карвонена. Оценена точность применения этих методов.

Ключевые слова: индивидуализация, спортивный туризм, спортивный маршрут, тренировочная деятельность, физическая работоспособность, мощность работы, уравнение регрессии.

Введение

Для спортсмена-туриста целью занятий является успешное преодоление спортивного маршрута, соответственно преодоление всех естественных препятствий. Спортивный маршрут как соревновательная деятельность предъявляет множество требований к подготовленности занимающихся. Для достижения поставленной цели необходимо определить структуру организации подготовки, подобрать оптимальные физические нагрузки, осуществлять их регулярно в течение длительного периода времени. Физические нагрузки оказывают различные воздействия на организм каждого конкретного занимающегося, при этом степень (сила) выраженности их также различна. Реакция организма в данном случае является информацией с помощью которой можно индивидуально контролировать оказываемое воздействие, корректировать нагрузку и следить за динамикой изменений в физическом состоянии. Существует множество объективных и субъективных методов для получения информации о воздействии нагрузки на организм. Для наблюдений за влиянием нагрузки в практической деятельности часто применяется теоретически обоснованный способ использования значе-

ний частоты сердечных сокращений (*ЧСС*) [3, 5]. Другие более точные и объективные методы контроля — это медико-биологические тесты, например, тестирование на велоэргометре [1, 2, 4].

Изучив большое количество научной и методической литературы нам не удалось найти универсального способа определения интенсивности нагрузки по частоте сердечных сокращений. К сожалению, расчетные методики определения тренировочной *ЧСС* как по формуле, так и по таблице, крайне неточны, так как значения *ЧСС* очень вариативны [4, с. 252]. В нашей работе мы рассмотрели несколько способов определения мощности выполняемой спортсменами-туристами физической работы: расчет интенсивности нагрузки по формуле финского физиолога М. Й. Карвонена и определение физической работоспособности по динамике отношения минутного объема дыхания к мощности возрастающей нагрузки.

Цель исследования — сравнить точность определения мощности работы спортсмена-туриста по результатам велоэргометрии и по частоте сердечных сокращений, рассчитанных по уравнению регрессии и по формуле М. Й. Карвонена.

Таблица 1. Пример сравнения мощности работы рассчитанной двумя способами (женщины)

№ ступени	Мощность ступени на велоэргометре, Вт	ЧСС по данным велоэргометрии, уд/мин	Мощность по формуле М. Й. Карвонена, Вт	Мощность по уравнению регрессии, Вт	$\delta_{\text{отн}1}, \%$	$\delta_{\text{отн}2}, \%$
Спортсменка А-59 кг, ЧСС _{покоя} — 62 уд/мин, аэробная мощность — высокая (3,1 Вт/кг)						
1	60	120	95	55	9	58
2	80	131	113	79	1	41
3	100	142	131	104	4	31
4	120	153	149	7	7	24
5	140	160	161	144	3	15
6	160	166	170	157	2	6
7	180	175	185	177	2	3
8	200	184	200	197	2	-
Спортсменка М-62 кг, ЧСС _{покоя} — 64 уд/мин, аэробная мощность — низкая (1,6 Вт/кг)						
1	60	146	101	56	7	68
2	80	159	117	84	5	46
3	100	168	128	103	3	28
4	120	176	138	120	0	15
5	140	185	149	139	1	6
6	160	194	160	158	1	-
$\delta_{\text{отн}1}$ — относительная погрешность для уравнения регрессии, $\delta_{\text{отн}2}$ — относительная погрешность для формулы М. Й. Карвонена						

Методика и организация исследования

В работе были проанализированы результаты тестирования физической работоспособности спортсменов-туристов зрелого возраста, преодолевающих спортивные маршруты. Занимающиеся выполняли ступенчатый велоэргометрический тест, мощность нагрузки возрастала каждые две минуты на 20 Вт у женщин и 30 Вт у мужчин. ЧСС непрерывно контролировалась и регистрировалась с помощью пульсометра «Polar», минутный объем дыхания измерялся в конце каждой ступени. По данным ступенчатой мощности обследуемого спортсмена на велоэргометре и соответствующей ЧСС получаем уравнение регрессии вида:

$$M_p = a + b \times n,$$

где M_p — расчетная мощность спортсмена (Вт), a и b — коэффициенты регрессии, n — ЧСС спортсмена (уд/мин).

Затем, оценим интенсивность (мощность) работы спортсмена по формуле М. Й. Карвонена [3, с. 27; 5, с. 39]:

$$I = \frac{\text{ЧСС}_{\text{нагрузки}} - \text{ЧСС}_{\text{покоя}}}{\text{ЧСС}_{\text{макс}} - \text{ЧСС}_{\text{покоя}}} \times 100\%,$$

где I — интенсивность нагрузки (%), $\text{ЧСС}_{\text{нагрузки}}$ — ЧСС во время физической нагрузки (уд/мин), $\text{ЧСС}_{\text{макс}}$ — ЧСС на последней ступени в велоэргометрии (уд/мин), $\text{ЧСС}_{\text{покоя}}$ — ЧСС в состоянии покоя (уд/мин).

Действительную мощность для ЧСС рассчитываем по формуле:

$$M_{\text{чсс}} = I \times M_{\text{эмах}},$$

где $M_{\text{чсс}}$ — расчетная мощность по формуле М. Й. Карвонена (Вт), $M_{\text{эмах}}$ — максимальная мощность последней ступени на велоэргометре (Вт).

Рассмотрим конкретные примеры. Уравнение регрессии, описывающее зависимость мощности велоэргометрии от ЧСС для спортсменки А:

$$M_A = -213 + 2,23 \times n,$$

где M_A — расчетная мощность велоэргометрической нагрузки (Вт), n — ЧСС, измеренная при соответствующей нагрузке (уд/мин).

Уравнение регрессии для спортсменки М:

$$M_M = -256 + 2,13 \times n,$$

Таблица 2. Пример сравнения мощности работы рассчитанной двумя способами (мужчины)

№ ступени	Мощность ступени на велоэргометре, Вт	ЧСС по данным велоэргометрии, уд/мин	Мощность по формуле М. Й. Карвонена, Вт	Мощность по уравнению регрессии, Вт	$\delta_{\text{отн1}}, \%$	$\delta_{\text{отн2}}, \%$
Спортсмен В-73 кг, ЧСС _{покоя} — 60 уд/мин, аэробная мощность — высокая (3,7 Вт/кг)						
1	90	113	127	93	3	41
2	120	123	146	122	2	22
3	150	132	167	148	1	11
4	180	142	192	177	2	7
5	210	152	213	205	2	1
6	240	164	243	240	0	1
7	270	176	-	275	2	-
Спортсмен Ж 64 кг, ЧСС _{покоя} — 59 уд/мин, аэробная мощность — низкая (2,3 Вт/кг)						
1	60	104	79	59	2	32
2	90	120	108	91	1	20
3	120	134	132	119	1	10
4	150	152	164	155	3	9
5	180	165	187	181	1	4
6	210	178	210	207	1	-
$\delta_{\text{отн1}}$ — относительная погрешность для уравнения регрессии, $\delta_{\text{отн2}}$ — относительная погрешность для формулы М. Й. Карвонена						

где M_M — расчетная мощность велоэргометрической нагрузки (Вт), n — ЧСС, измеренная при соответствующей нагрузке (уд/мин).

Сравнение мощности физической нагрузки рассчитанной двумя способами представлено в таблице 1 для женщин и в таблице 2 для мужчин. В примере приведены результаты спортсменов, как с высокой, так и с низкой физической работоспособностью, которую оценивают по аэробной мощности (более 3 Вт/кг — высокая работоспособность, менее 3 Вт/кг — низкая работоспособность).

Относительная погрешность для уравнения регрессии имеет следующий вид:

$$\delta_{\text{отн1}} = \frac{|M_p - M_э|}{M_э} \times 100\%,$$

где M_p — расчетная мощность по уравнению регрессии (Вт), $M_э$ — экспериментальная мощность ступени по велоэргометрии (Вт).

Относительная погрешность для формулы М. Й. Карвонена имеет следующий вид:

$$\delta_{\text{отн2}} = \frac{|M_{pk} - M_э|}{M_э} \times 100\%,$$

где M_{pk} — расчетная мощность по формуле М. Й. Карвонена (Вт).

Уравнение регрессии для спортсмена В:

$$M_B = -213 + 2,23 \times n,$$

Уравнение регрессии для спортсмена Ж:

$$M_J = -150 + 2,00 \times n.$$

Результаты исследования и их обсуждение

Из приведенных таблиц видно, что относительная погрешность по уравнению регрессии значительно меньше (у мужчин от 0 до 3%, у женщин от 0 до 9%), чем по формуле М. Й. Карвонена (у мужчин от 0 до 41%, у женщин от 3 до 68%).

Все уравнения регрессии адекватно описывают экспериментальные данные велоэргометрии, так как их значимость критерия Фишера мала $F < 0,001$ (F значимость).

По уравнению регрессии можно оценивать мощность только в интервале от минимальных до максимальных экспериментальных данных по ЧСС.

Выводы

1. Данное исследование проведено для определения индивидуальной текущей работоспособности спортсменов-туристов в условиях тренировочного процесса и спортивного маршрута.

2. Индивидуальные оценки текущей работоспособности по обоим способам будут тем точнее, чем они ближе по времени к лабораторной велоэргометрии.
3. Применение расчетных формул может быть уточнено и расширено с помощью не только велоэргометрических тестов, но и других медико-биологических методов для оценки работоспособности.
4. Предлагаемый подход может быть применен и в других видах спортивной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вашляев, Б. Ф. Способ определения (оценки) физической работоспособности по динамике отношения минутного объема дыхания к мощности возрастающей нагрузки: патент № 2449727 / Б. Ф. Вашляев, И. Р. Вашляева, И. Ю. Сазонов, А. И. Доронина, М. Г. Фарафонов, Т. Н. Шачкова, В. Ю. Вишнев. — Москва, 2012.
2. Губа, В. П. Теория и методика современных спортивных исследований: монография / В. П. Губа, В. В. Маринич. — М.: Спорт, 2016. — 232 с.
3. Ландырь, А. П. Мониторинг сердечной деятельности в управлении тренировочным процессом в физической культуре и спорте / А. П. Ландырь, Е. Е. Ачкасов. — М.: Триада — X, 2011. — 176 с.
4. Михайлов, В. М. Нагрузочное тестирование под контролем ЭКГ: велоэргометрия, тредмилл-тест, степ-тест, ходьба. — 2-изд., перераб. и доп. — Иваново: ОАО «Издательство «Талка», 2008. — 548 с.
5. Янсен, П. ЧСС, лактат и тренировки на выносливость: пер. с англ. / П. Янсен. — Мурманск: Издательство «Тулома», 2006. — 160 с.

© Юзлекбаева Венера Марисовна (uvm2311@mail.ru),

Пушкарев Евгений Дмитриевич, Мильникова Наталья Владимировна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Уральский государственный университет физической культуры