

УДК 796.922

Оценка функциональной подготовленности лыжников-гонщиков на основании относительных значений максимального потребления кислорода

Ардасhev Александр Евгеньевич¹, кандидат медицинских наук, доцент

Попова Анна Ивановна¹, кандидат педагогических наук, доцент

Чучков Виктор Михайлович^{1,2}, доктор медицинских наук, профессор

¹ *Чайковская государственная академия физической культуры и спорта, Чайковский*

² *Удмуртский государственный университет, Ижевск*

Аннотация. В статье рассмотрены факторы и подходы к анализу максимального потребления кислорода как показателя функциональной подготовленности лыжников-гонщиков. Предложен подход к оценке относительного максимального потребления, его модельные значения и уровни для оценки аэробного энергообеспечения спортсменов различного возраста на примере лыжников-гонщиков 15-22 лет. Рассмотрена возможность прогнозирования результатов функциональной подготовки.

Ключевые слова: лыжные гонки, функциональная подготовленность, факторы аэробного энергообеспечения, максимальное потребление кислорода, модельные значения, прогнозирование.

Assessment of the functional fitness of ski racers based on relative values of maximum oxygen consumption

Ardashev Alexander Evgenievich¹, candidate of medical sciences, associate professor

Popova Anna Ivanovna¹, candidate of pedagogical sciences, associate professor

Chuchkov Victor Mikhailovich^{1,2}, doctor of medical sciences, professor

¹ *Tchaikovsky State Physical Education and Sport Academy, Tchaikovsky*

² *Udmurt State University, Izhevsk*

Abstract. The article considers the factors and approaches to the analysis of maximum oxygen consumption as an indicator of the functional fitness of skiers-racers. An approach to estimating the relative maximum consumption, its model values and levels for estimating the aerobic energy supply of athletes of different ages is proposed, on the example of skiers-racers 15-22 years old. The possibility of predicting the results of functional training was considered.

Keywords: cross-country skiing, functional preparedness, aerobic energy supply factors, maximum oxygen consumption, model values, forecasting.

ВВЕДЕНИЕ. В циклических зимних видах спорта, включая лыжные гонки, для оценки функциональной подготовленности одними из основных показателей, характеризующих аэробное энергообеспечение спортсменов, являются максимальное потребление кислорода (л/мин) и относительное максимальное потребление кислорода (мл/мин/кг). Однако предварительное теоретическое исследование показало, что единых представлений об анализе значений этих показателей на сегодняшний день не существует, а сравнение результатов оценки максимального потребления кислорода (МПК) осуществляется с учетом различных факторов. Поэтому актуальной целью исследования стала разработка подхода, позволяющего проводить оценку относительных значений МПК у лыжников-гонщиков. Задачи исследования: установить характерные величины максимального потребления кислорода для лыжников-гонщиков; разработать и апробировать подход оценки относительных значений МПК у лыжников-гонщиков.

МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ. Исследования проводились с использованием материально-технической базы Федерального центра подготовки по зимним видам спорта «Снежинка» имени А.А. Данилова (структурное подразделение ФГБОУ ВО «Чайковская государственная академия физической культуры и спорта», многофункциональный спортивный комплекс). Характерные для лыжников-гонщиков величины МПК были установлены на основе данных учебно-методической и научной литературы.

С целью получения собственных данных максимального потребления кислорода лыжников-гонщиков проводилось эргоспирометрическое нагрузочное тестирование. Для этого использовали газоанализатор Metalyzer 3 b, для дозирования физической нагрузки – беговую дорожку фирмы Schiller. Начальная скорость перемещения полотна дорожки составляла 2,5 м/с. Каждые три минуты скорость увеличивали на 0,5 м/с. Работа длилась до отказа. Далее необработанные данные «выгружали» в виде таблиц Excel и подвергали математической обработке. Полученные значения относительного МПК сопоставляли с табличными значениями, полученными на основе подхода определения уровней функциональной готовности, предложенного А.И. Головачевым с соавторами [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. В учебной и научной литературе говорится, что величина МПК у лыжников гонщиков может составлять 80, 83, 85-90 мл/кг/мин. В изученных научных публикациях показатели относительного МПК варьируют в широком диапазоне: 67,9-85,1 мл/мин/кг у мужчин и 57,1-72,9 мл/мин/кг у женщин.

Более детальный анализ учебно-методической и научной литературы позволил выявить, что к основным факторам, определяющим величину максимального потребления кислорода у лыжников-гонщиков, относятся: возрастная детерминация показателей аэробной производительности [2, 3, 4]; весоростовые показатели [3]; половые особенности [4]; физиологические особенности [5]; техника лыжного хода [6]; направленность тренирующего воздействия мышечных нагрузок [7]; период и продолжительность макроцикла [8, 9]; способ дозирования физической нагрузки во время проведения эргоспирометрического исследования МПК [10]; предрасположенность к определенным дистанциям [8]; уровень квалификации спортсменов [1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10].

Исходя из вышесказанного можно предположить, что значительный разброс нормативных значений МПК может быть связан именно с особенностями организации самих исследований. Поэтому при анализе показателей МПК желательно учитывать выявленные факторы.

Например, сортировка данных, опубликованных в научных источниках, показала, что у квалифицированных спортсменов, имеющих I спортивный разряд и КМС, средние значения относительного МПК варьируют в пределах 67,9-68,4 мл/мин/кг. Мастера спорта, выступающие на уровне всероссийских соревнований, имеют относительные значения МПК в среднем 71,34-75 мл/мин/кг. Лучшие спортсмены – призёры международных соревнований достигают средних значений относительного МПК на уровне 82,8-85,1 мл/мин/кг. Физиологический предел данного показателя для мужчин 90 мл/мин/кг и женщин 80 мл/мин/кг. Очевидно, что такой подход себя оправдывает.

С точки зрения определения уровней функциональной готовности заслуживает внимания идея А.И. Головачева с соавторами [1], основанная на законе нормального распределения, суть которого состоит в том, что примерно 68,2% значений будут находиться в интервале $\bar{x} \pm SD$ (средний уровень), от 1 SD до 2 SD примерно 13,6 % (уровень выше среднего), от 2 SD до 3 SD примерно 2,1 % (высокий уровень) и более 3 SD примерно 0,1 % (модельный уровень), от -1 SD до -2 SD примерно 13,6 % (уровень ниже среднего), от -2 SD до -3 SD примерно 2,1 % (низкий уровень). Предположим, нам необходимо рассчитать достаточные уровни относительного МПК для лыжников гонщиков 19-22 лет.

В публикации Т. Ф. Абрамовой с соавторами [2] находим, что для данного возраста $\bar{x} \pm SD$ составляет 68,3 $\pm$ 4,9 мл/мин/кг, далее, используя описанный выше принцип, находим искомые уровни. Результаты расчётов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчётов достаточных уровней относительного МПК для лыжников-гонщиков 15-22 лет

Уровень	Возраст					
	15-16 лет		17-18 лет		19-22 года	
	от	до	от	до	от	до
Модельный	78,71	≤	80,75	≤	83	≤
Высокий	73,54	78,71	76	80,75	78,1	83
Выше среднего	68,37	73,54	71,25	76	73,2	78,1
Средний	58,03	68,37	61,75	71,25	63,4	73,2
Ниже среднего	52,86	58,03	57	61,75	58,5	63,4
Низкий	≤	52,86	≤	57	≤	58,5

На основе полученных уровней нами были сопоставлены относительные значения МПК у лыжников мужского пола в возрасте от 15 лет до 21 года (таблица 2) с расчётными значениями, представленными в таблице 1.

Таблица 2 – Оценка полученных относительных значений МПК лыжников различного возраста

№ спортсмена	Разряд/звание	Возраст	Относительное МПК (мл/мин/кг)	Уровень	Прогнозируемый уровень относительного МПК к 20 годам (мл/мин/кг)
1	кмс	19	73,67	выше среднего	76,67
2	кмс	17	68,18	средний	77,18
3	1	17	67,37	средний	76,37
4	1	15	66,47	средний	81,47
5	1	16	63,58	средний	75,58
6	1	17	63,34	средний	72,34
7	мс	18	61,66	средний	67,66
8	1	16	60,70	средний	72,70
9	1	17	61,10	ниже среднего	70,10
10	кмс	21	60,88	ниже среднего	57,88
11	1	19	59,65	ниже среднего	62,65
12	1	18	57,85	ниже среднего	63,85
13	1	16	53,58	ниже среднего	65,58

Как видно из таблицы 2, относительные значения МПК в данной группе распределились по трём уровням: выше среднего (1 человек), средний (7 человек) и ниже среднего (5 человек).

Спортсмены под номерами: 10, 11, 12, 13 вряд ли могут рассчитывать на успех в гонке на средних и длинных дистанциях (здесь более высокие требования к максимальному потреблению кислорода), но могут проявить себя в лыжном спринте. Однако, учитывая, что максимальный прирост относительного МПК составляет 1-3 мл/мин/кг/год [4], то спортсмен под номером 13 к 20 годам (прирост относительного МПК идет до 20 лет) [3] может увеличить данный показатель до 66 мл/мин/кг, что будет соответствовать среднему уровню (таблица 1).

Наилучший прогноз имеет спортсмен под номером 4, т.к. при условии

прироста относительного МПК на 3 мл/мин/кг/год, возможно, к 20 годам позволит увеличить данный показатель до 81,5 мл/мин/кг/год, что соответствует высокому уровню.

Таким образом, вышеописанный подход оценки относительного МПК позволяет оценить не только текущий уровень данного показателя, но и помочь с выбором спортивной дисциплины (спортивной ориентации), спрогнозировать его возможное изменение к определенному возрасту.

Нетрудно рассчитать, что для достижения модельного значения относительного МПК 83 мл/мин/кг к 19 годам, при условии ежегодного прироста данного показателя на 3 мл/мин/кг, в 15 лет максимальное потребление кислорода у перспективного спортсмена должно составлять 71 мл/мин/кг, что соответствует уровню «выше среднего» (таблица 2).

Данный подход к оценке относительного МПК позволяет оценить не только текущий уровень данного показателя, но и спрогнозировать его возможное изменение к определенному возрасту.

ВЫВОДЫ. Таким образом, в ходе проведенного исследования было установлено, что в имеющейся научно-методической литературе изложены весьма противоречивые сведения о величинах МПК, достаточных для лыжников-гонщиков.

Проведенный анализ научной литературы и собственные данные позволили разработать подход к расчету достаточных уровней МПК для лыжников-гонщиков различного возраста и функциональной подготовленности.

Завышение или, наоборот, занижение данного показателя в модели успешного спортсмена может стать причиной неправильного планирования тренировочного процесса и причиной либо перетренированности вследствие завышения показателя, либо недостаточного уровня развития мощности окислительной системы энергообеспечения, что будет иметь негативное влияние на проявление выносливости у лыжников-гонщиков.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Головачев А. И., Бутулов Е. Л., Горбунова Е. А. [и др.]. Научно-методическое обеспечение российских лыжников-гонщиков и биатлонистов при подготовке к XXII Олимпийским зимним играм 2014 года в Сочи (Россия) // Вестник спортивной науки. 2013. № 5. С. 16–21.
2. Абрамова Т. Ф., Головачев А. И., Никитина Т. М. [и др.]. Динамика особенностей телосложения, показателей работоспособности и энергообеспечения у лыжников на этапах "спортивного" онтогенеза с учетом биологической зрелости // Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология. 2012. № 3. С. 38–55.
3. Ingjer F. Development of maximal oxygen uptake in young elite male cross-country skiers: A longitudinal study // Journal of Sports Sciences. 1992. № 10 (1). P. 49–63.
4. Magi A., Kõks S., Unt E. Maximal Oxygen Uptake in Estonian Young Cross-Country Skiers: A Longitudinal Study // Sănătate Publică, Economie și Management în Medicină. 2015. Vol. 64 (7). P. 22–25.
5. Haugen T. [et al.]. New Records in Human Power // Int J Sports Physiol Perform. 2018. Jul 1. № 13(6). P. 678–686. DOI 10.1123/ijspp.2017-0441.
6. Holmberg H. C., Rosdahl H., Svedenhag J. Lung function, arterial saturation and oxygen uptake in elite cross-country skiers: influence of exercise mode // Scand J Med Sci Sports. 2007. № 17 (4). P. 437–444.
7. Головачев А. И., Колыхматов В. И. Влияние тренировочного процесса, основанного на применении регламентированных мышечных нагрузок, на динамику показателей специальной выносливости лыжников-гонщиков, специализирующихся в спринте // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2014. № 9 (115). С. 24–32.
8. Головачев А. И., Колыхматов В. И., Широкова С. В. [и др.]. Индивидуально-типологические особенности становления компонентов физической подготовленности спортсменов высокой квалификации на этапах олимпийского цикла подготовки // Современная система спортивной подготовки в биатлоне : материалы IX Всероссийской научно-практической конференции, Омск, 21 апреля 2021 года. Омск : Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, 2021. С. 6–27.

9. Polat M., Korkmaz Eryılmaz S., Aydoğan S. Seasonal variations in body composition, maximal oxygen uptake, and gas exchange threshold in cross-country skiers // *Open access journal of sports medicine*. 2018. Vol. 9. pp. 91–97. DOI 10.2147/OAJSM.S154630.

10. Головачев А. И., Кузнецов В. К., Чулков С. А., Широкова С. В. Исследование особенностей функционирования систем энергообеспечения юных лыжников-гонщиков в условиях выполнения предельных мышечных нагрузок различной длительности // *Вестник спортивной науки*. 2006. № 4. С. 24–27.

REFERENCES

1. Golovachev A. I., Butulov E. L., Gorbunova E. A. [et al.] (2013), “Scientific and methodological support of Russian skiers-racers and biathletes in preparation for the XXII Olympic Winter Games 2014 in Sochi (Russia)”, *Bulletin of Sports Science*, № 5, pp. 16–21.

2. Abramova T. F., Golovachev A. I., Nikitina T. M. [et al.] (2012), “Dynamics of physique features, performance indicators and energy supply among skiers at the stages of sports ontogenesis, taking into account biological maturity”, *Bulletin of Moscow University, Series 23, Anthropology*, No. 3, pp. 38–55.

3. Ingjer F. (1992), “Development of maximal oxygen uptake in young elite male cross-country skiers: A longitudinal study”, *Journal of Sports Sciences*, No. 10 (1), pp. 49–63.

4. Magi A., Köks S., Unt E. (2015), “Maximal Oxygen Uptake in Estonian Young Cross-Country Skiers: A Longitudinal Study”, *Sănătate Publică, Economie și Management în Medicină*, Vol. 64 (7), pp. 22–25.

5. Haugen T., Paulsen G., Seiler S., Sandbakk Ø. (2018), “New Records in Human Power”, *Int J Sports Physiol Perform*, No. 13 (6), pp. 678–686.

6. Holmberg H. C., Rosdahl H., Svedenhag J. (2007), “Lung function, arterial saturation and oxygen uptake in elite cross-country skiers: influence of exercise mode”, *Scand J Med Sci Sports*, № 17 (4), pp. 437–444.

7. Golovachev A. I., Kolykhmatov V. I. (2014), “The influence of the training process based on the use of regulated muscle loads on the dynamics of special endurance indicators of skiers-racers specializing in sprint”, *Scientific notes of the University named after P.F. Lesgaft*, No. 9 (115), pp. 24–32.

8. Golovachev A. I., Kolykhmatov V. I., Shirokova S. V. [et al.] (2021), “Individual and typological features of the formation of components of physical fitness of highly qualified athletes at the stages of the Olympic training cycle”, *Modern system of sports training in biathlon, Materials of the IX All-Russian Scientific and Practical Conference (Omsk, April 21, 2021)*, Omsk, Siberian State University of Physical Culture and Sports, pp. 6–27.

9. Polat M., Korkmaz Eryılmaz S., Aydoğan S. (2018), “Seasonal variations in body composition, maximal oxygen uptake, and gas exchange threshold in cross-country skiers”, *Open access journal of sports medicine*, Vol. 9, pp. 91–97.

10. Golovachev A. I., Kuznetsov V. K., Chulkov S. A., Shirokova S. V. (2006), “Study of the peculiarities of the functioning of power supply systems for young skiers-racers in conditions of performing extreme muscle loads of different duration”, *Bulletin of Sports Science*, № 4, pp. 24–27.

Информация об авторах:

Ардашев А.Е., доцент кафедры Адаптивной физической культуры и медико-биологических дисциплин, alear74@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-3446-5893>.

Попова А. И., доцент кафедры Адаптивной физической культуры и медико-биологических дисциплин, annaiporova@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0003-3446-5893>

Чучков В.М., профессор кафедры Адаптивной физической культуры и медико-биологических дисциплин, vmchuchkov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9959-689X>.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 20.02.2024.

Принята к публикации 19.03.2024.