

УДК 796.01:612

АЭРОБНАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ БАСКЕТБОЛИСТОВ-ПАРАЛИМПИЙЦЕВ

С.А. Сагидова, Ф.А. Мавлиев, А.С. Назаренко

ФГБОУ ВО «Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма», Казань, Россия
Для связи с авторами: sagidoff2007@yandex.ru

Аннотация

Цель – оценить уровень аэробной работоспособности баскетболистов-паралимпийцев в предсоревновательном периоде.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 10 баскетболистов-паралимпийцев на колясках, имеющих высокий уровень квалификации (от кандидата в мастера спорта до мастера спорта РФ), и 14 спортсменов, занимающихся легкой атлетикой (средние и длинные дистанции) и спортивным ориентированием, имеющих спортивную квалификацию от 1-го разряда до мастера спорта РФ. Тестовый стенд представлял собой тредбан Cosmos Quasar (для бегунов) и ручной эргометр MONARK Ergomedic 891 E (для баскетболистов на колясках) с применением ступенчато-возрастающей нагрузки и газоанализатора Metalyzer 3B (Германия). Определялись абсолютные и относительные показатели максимального потребления кислорода (МПК); вентиляционный порог (ВП) как показатели аэробно-анаэробного перехода; потребление кислорода (ПК) во время достижения ВП; дыхательный коэффициент (RER); глубина, частота и минутный объем дыхания (МОД).

Результаты. Показатели минутного объема дыхания и максимального потребления кислорода (как относительные, так и абсолютные) у баскетболистов-паралимпийцев значимо ниже и составляют 43,3% и 55,4% от таковых у бегунов, что в нашем случае, с учетом специфики их тренировок и двигательных нарушений, можно рассматривать как норму. У баскетболистов на колясках отмечается существенный разброс показателей МПК. При этом относительные величины МПК колебались от 18 мл/кг/мин до 45 мл/кг/мин, а абсолютные – от 1,14 л/мин до 2,6 л/мин, что можно рассматривать как следствие имеющихся нарушений функций опорно-двигательного аппарата, которые на различных уровнях лимитируют достижение МПК.

Заключение. Установлено, что у баскетболистов на колясках на фоне травматических повреждений спинного мозга содержание эритроцитов и уровень гемоглобина в покое соответствуют показателям здоровых спортсменов, но показатели минутного объема дыхания и максимального потребления кислорода значимо ниже, чем у бегунов. При этом в качестве слабого звена в кислородтранспортной системе у баскетболистов на колясках могут выступать как недостаточная скорость доставки кислорода к мышцам, недостаточная диффузионная способность и окислительный потенциал мышц, так и чрезмерное накопление метаболитов аэробного гликолиза, что отмечается, в частности, и у здоровых атлетов.

Ключевые слова: система крови, кислородная емкость крови, содержание эритроцитов, максимальное потребление кислорода, аэробная работоспособность, баскетбол на колясках, спортсмены.

AEROBIC PERFORMANCE OF PARALYMPIC BASKETBALL PLAYERS

S.A. Sagidova, F.A. Mavliev, A.S. Nazarenko

Volga Region State Academy of Physical Culture, Sport and Tourism, Kazan, Russia

Abstract

The goal is to assess the level of aerobic performance of the Paralympic basketball players in the pre-competition period.

Materials and methods. The study involved 10 highly qualified Paralympic basketball players in wheelchairs (varying from Candidate Master of Sports to Master of Sports of the Russian Federation) and 14 athletes practicing athletics (medium and long distances) and sport orienteering, having sport qualifications varying from 1 category to Master of Sports of the Russian Federation. The test stand was represented with Cosmos Quasar Treadmill (for runners) and hand-held MONARK Ergomedic 891 ergometer E (for basketball players in wheelchairs) with a step-up load and Metalyzer 3B gas analyzer (Germany). The authors determined absolute and relative indicators of maximum oxygen consumption (MOC); ventilation threshold (VT) as indicators of aerobic-anaerobic transition; oxygen consumption (OC) at the moment of VT achievement; respiratory coefficient (RER); depth, frequency and respiratory minute volume (RMV).

Results. The parameters of the respiratory minute volume and maximum oxygen consumption (both rela-

tive and absolute) in Paralympic basketball players are significantly lower, and they make up 43.3% and 55.4% of those of runners, which can be regarded as normal in our case, taking into account the specificity of their trainings and motor impairments. Wheelchair basketball players demonstrate a great spread of MOC indicators. The relative MOC values ranged from 18 ml / kg / min to 45 ml / kg / min, and absolute values from 1.14 l / min to 2.6 l / min. It can be considered as a consequence of the existing function disorders of the skeleto-muscular system, which at various levels limit the MOC achievement.

Conclusion. It has been revealed that the number of red blood cells and hemoglobin level of wheelchair basketball players with traumatic spinal cord injuries correspond to those of healthy athletes at rest, but the parameters of respiratory minute volume and maximum oxygen consumption are significantly lower than in runners. Meanwhile among the weakest elements of the oxygen transport system of wheelchair basketball players there are insufficient velocity of oxygen delivery to the muscles, insufficient diffusion capacity and oxidative potential of muscles, and excessive accumulation of metabolites of aerobic glycolysis, which is common for healthy athletes as well.

Keywords: blood system, oxygen capacity of blood, the number of red blood cells, maximum oxygen consumption, aerobic performance, basketball in wheelchairs, athletes.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема повышения физической работоспособности как у здоровых спортсменов, так и у спортсменов, имеющих нарушения функции опорно-двигательного аппарата, до сих пор остается актуальной в области спортивной физиологии и медицины [1]. Очевидно, что повышение физической работоспособности у лиц, имеющих двигательные нарушения в области верхнего плечевого пояса в результате травматического повреждения спинного мозга, осложняется в связи с влиянием мышечной нагрузки на ослабленный моторный сегмент. При этом установлено, что у спортсменов с учетом их двигательных повреждений в патологический процесс вовлекается большее число двигательных единиц, которые участвуют в локомоциях и поддержании различных поз [2, 3, 4]. В то же время к организму спортсменов предъявляются повышенные требования в условиях передвижения на коляске с одновременно выполняемой спортивной работой для обеспечения физической работоспособности. Баскетболистам на колясках необходимо обладать умением удерживать позу при различных игровых ситуациях, координированно передвигаться по площадке с одновременным ведением мяча, обеспечивая точность передачи и бросков в кольцо.

При анализе научной литературы определены объективные проблемы функциональной оценки работоспособности спортсменов на колясках, в том числе по определению показателей максимального потребления

кислорода [5]. Вследствие имеющихся двигательных нарушений у баскетболистов на колясках стандартные методы оценки максимального потребления кислорода невозможны. Следовательно, необходимы адекватные методы исследования, связанные с их профессиональной спортивной деятельностью, обеспечивающие точность и специфичность оценки физической работоспособности [6]. На основании вышеизложенного была сформулирована цель исследования: оценить уровень аэробной работоспособности спортсменов-баскетболистов на колясках в предсоревновательном периоде.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для сравнительного анализа аэробных возможностей баскетболистов на колясках были использованы результаты тестов у спортсменов, занимающихся легкой атлетикой и спортивным ориентированием, которые объединены под общим названием – бегуны.

В исследовании приняли участие 10 спортсменов-баскетболистов на колясках высокой квалификации (от кандидата в мастера спорта до мастера спорта РФ) и 14 спортсменов, занимающихся легкой атлетикой (средние и длинные дистанции) и спортивным ориентированием, имеющих спортивную квалификацию от 1-го разряда до мастера спорта РФ. Тестовый стенд представлял собой тредбан Cosmos Quasar (для бегунов) и ручной эргометр MONARK Ergomedic 891 E (для баскетболистов на колясках) с применением

ступенчато-возрастающей нагрузки и газоанализатора Metalyzer 3В (Германия). Бегуны выполняли тестирование с повышающейся нагрузкой: двухминутная разминка, тестовая нагрузка с динамикой возрастания 1 км/ч в минуту, начиная с 7 км/ч. В конце проводилась двухминутная заминка. Баскетболисты на колясках выполняли ступенчатый тест на ручном велоэргометре. Тест начинался с нагрузки 80 Вт и повышался каждые 2 минуты на 30 Вт. Определялись абсолютные и относительные показатели максимального потребления кислорода (МПК); вентиляционный порог (ВП) как показатели аэробно-анаэробного перехода; потребление кислорода (ПК) во время достижения ВП; дыхательный коэффициент (RER); глубина, частота и минутный объем дыхания (МОД). У баскетболистов на колясках были исследованы гематологические показатели системы крови. Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью программы SPSS 20.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В нашем исследовании установлено, что показатели максимального потребления кислорода существенно выше у лиц, занимающихся тренировкой на выносливость (бегуны), чем у баскетболистов на колясках, что, на наш взгляд, определяется несколькими очевидными причинами: 1. Количество вовлеченных в работу мышечных групп существенно выше при беговой тестовой нагрузке, и, соответственно, выше их

суммарный уровень окислительных возможностей, что выражается в достижении больших значений МПК и потребления кислорода на пороге анаэробного обмена.

2. Баскетбол как вид спорта ситуационного характера требует от спортсменов развития комплекса физических качеств, направленных в основном на развитие скоростно-силовых качеств и координации движения. В связи с этим не следует ожидать высоких значений аэробной работоспособности от спортсменов данной специализации.

3. Метод ручной велоэргометрии в отличие от тестовой нагрузки на беговой дорожке накладывает на организм спортсмена определенные ограничения для полноценной реализации внешнего дыхания.

4. Уровень и характер повреждения спинного мозга, а как следствие этого, и функциональное состояние опорно-двигательного аппарата у баскетболистов на колясках.

Оценка кислородтранспортной системы не является полноценной без объективного исследования гематологических параметров, которые у баскетболистов на колясках не выходили за рамки физиологической нормы. При этом установлены следующие количественные характеристики: количество эритроцитов – $4,8 \pm 0,9$ кл/л, содержание гемоглобина – $145 \pm 3,74$ г/л, в соответствии с этим кислородная емкость крови составляет $19,5 \pm 0,53\%$, что соответствует уровню тренированных спортсменов. В связи с этим данный аспект можно не рассматривать как лимитирующий. На рисунке 1 видно, что показатели минут-

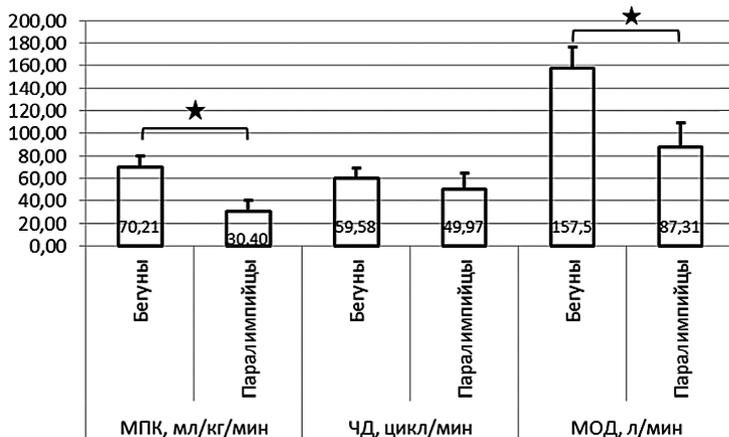


Рисунок 1 – Показатели внешнего дыхания и максимального потребления кислорода у бегунов и баскетболистов на колясках

★ – статистическая значимость при $p < 0.05$

ного объема дыхания и максимального потребления кислорода (как относительные, так и абсолютные) у баскетболистов на колясках значительно ниже и составляют 43,3% и 55,4% от таковых у бегунов, что в нашем случае, с учетом специфики их спортивных тренировок и двигательных нарушений, можно рассматривать как норму.

В процессе исследования установлен низкий объем аэробных нагрузок, используемых во время тренировочного процесса у баскетболистов на колясках, который, по всей видимости, привел к относительно низкой эффективности дыхания, выразившейся в меньшей ее глубине ($1,88 \pm 0,36$ против $2,7 \pm 0,4$ у бегунов) и статистически незначимой разнице в частоте дыхания. Для более точных данных, на наш взгляд, необходима оценка здоровых атлетов посредством ручного эргометра, что и даст более объективные данные.

Достижение вентиляционного порога, который косвенно указывает на порог анаэробного обмена, у баскетболистов на колясках соответствовало второй ступени теста (110 Вт), что по времени в среднем соответствовало 152 ± 50 секундам; в сравнении с показателями бегунов это составляет 29%. При этом объем дыхания составлял 33,9% от такового у бегунов (рисунок 2). С учетом того, что объемные характеристики дыхания у баскетболистов на колясках как на ВП, так и на МПК были существенно ниже, чем у бегунов, можно предположить, что у паралимпийцев в ходе теста, кроме всего прочего, отмечается низкий функционал внешнего дыхания. Все это вместе с небольшим количеством вовлеченных в работу мышечных групп, которые

имели еще и более низкие «окислительные» возможности [7, 8], в сумме определяет особенности аэробной работоспособности. Об этом косвенно можно судить, опираясь на значения объема дыхания на уровне МПК у баскетболистов на колясках, который составлял 55,9% от данных бегунов, а на уровне ВП – 33,8%.

Особо следует выделить то, что у баскетболистов на колясках отмечается существенный разброс показателей МПК. При этом относительные величины МПК колебались от самого низкого значения 18 мл/кг/мин до 45 мл/кг/мин, а абсолютные – от 1,14 л/мин до 2,6 л/мин, что можно рассматривать как следствие имеющихся нарушений функций опорно-двигательного аппарата, которые на различных уровнях лимитируют достижение МПК. В то же время в качестве слабого звена могут выступать как недостаточная скорость доставки кислорода к мышцам, недостаточная диффузионная способность и окислительный потенциал мышц, так и чрезмерное накопление метаболитов, что отмечается, в частности, у здоровых атлетов [9]. Любая составляющая из этого звена может быть резко ослаблена в результате нарушений функций опорно-двигательного аппарата у баскетболистов на колясках, что, несомненно, требует отдельных исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, установлено, что у баскетболистов на колясках на фоне травматических повреждений спинного мозга содержание эритроцитов и уровень гемоглобина в покое соответствуют показателям здоровых спортсменов. При этом установлено, что показате-

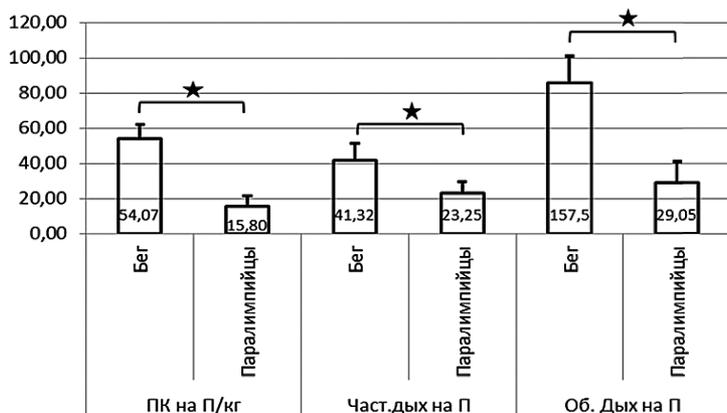


Рисунок 2 – Показатели потребления кислорода и дыхания на вентиляционном пороге у бегунов и баскетболистов на колясках

★ – статистическая значимость при $p < 0,05$

ли минутного объема дыхания и максимального потребления кислорода значимо ниже, чем у бегунов. Исследование демонстрирует, что относительные величины МПК у баскетболистов на колясках колебались от 18 мл/кг/мин до 45 мл/кг/мин, а абсолютные – от

1,14 л/мин до 2,6 л/мин, что можно отчасти рассматривать как следствие имеющихся нарушений функций опорно-двигательного аппарата, которые на различных уровнях лимитируют достижение МПК, так и специфику выполненного теста.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Айзятуллова, Е. Д. Изменение максимального потребления кислорода спортсменов-лыжников при наличии полиморфизма Ser/Pro – 582 в гене HIF1A / Е. Д. Айзятуллова, А. В. Жарков // Спортивная медицина: Наука и практика : материалы X международной научной конференции по вопросам состояния и перспектив развития медицины в спорте высших достижений «Спорт-мед 2015», посвященной памяти профессора А. В. Чоговадзе. Второй научно-практической конференции «Медицинское обеспечение спорта высших достижений». Приложение № 4, 2015. – С. 3-4.
2. Тома, А. И. Возможности электростимуляции у пострадавших с позвоночно-спинномозговыми повреждениями / А. И. Тома, В. Г. Нинель, И. А. Норкин, Г. В. Тома, А. А. Смолькин / Травматология и ортопедия России. – 2010. – 2 (56) – С. 72-75.
3. Мошонкина, Т. Р. Регуляция локомоторной активности при помощи эпидуральной и чрескожной электрической стимуляции спинного мозга у животных и человека / Т. Р. Мошонкина, П. Е. Мусиенко, И. Н. Богачева, Н. А. Шербаклова, О. А. Никитин, А. А. Савохин, А. Н. Макаровский, Р. М. Городничев, Ю. П. Герасименко // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2012. – № 3. – С. 129-137.
4. Cheatwood J. L., Emerick A. J., Kartje G. L. Neuronal plasticity and functional recovery after ischemic

- stroke // Topics in stroke rehabilitation. 2008. Vol. 15. P. 42–45
5. Пупырева, Е. Д. Влияние экспериментальной и природной гипоксии на функциональные резервы организма и физическую работоспособность спортсменов : автореф. дис. канд.биол.наук / Е. Д. Пупырева. – Ульяновск, 2011. – 23 с.
 6. Мавлиев, Ф. А. Особенности аэробной работоспособности спортсменов в условиях неспецифического тестирования / Ф. А. Мавлиев, А. С. Назаренко, А. В. Орлов, Ю. В. Болтиков // Известия ТулГУ. Физическая культура. Спорт. – 2017. – № 3. – С. 111-115.
 7. Балькин, М. В. Изменения газового состава крови и процессы свободнорадикального окисления липидов в миокарде при адаптации к физическим нагрузкам / М. В. Балькин, С. А. Сагидова, А. В. Жарков / Рос. физиол. жур. им. И. М. Сеченова. – 2015. – Том: 101, № 9. – С. 1007-1012.
 8. Сагидова, С. А. Влияние околопредельных физических нагрузок на процессы свободнорадикального окисления и реактивность сосудов микроциркуляторного русла / С. А. Сагидова // Наука и спорт: Современные тенденции. – 2017. – № 1 (том 14). – С. 83-89.
 9. Попов, Д. В. Аэробная работоспособность человека / Д. В. Попов, О. Л. Виноградова, А. И. Григорьев // Ин-т медико-биологических проблем РАН. – 2012. – С. 111.

LIST OF REFERENCES

1. Aizyatulova, E.D. Alteration of the maximum oxygen consumption of athletes skiers with Ser / Pro - 582 polymorphism existing in the HIF1A gene / E. D. Aizyatulova, A.V. Zharkov / Sport Medicine: Science and Practice. Materials of the X Sport-Med 2015 International Scientific Conference on the status and prospects of the medicine development in elite sports, dedicated to the memory of Professor A.V. Chogovadze. The second Conference on Science and Practice «Medical support of elite sports». Appendix № 4, 2015. – P. 3-4.
2. Toma, A. I. Electrostimulation potential for individuals with spinal injuries / A. I. Toma, V. G. Ninel, I. A. Norkin, G. V. Toma, A. A. Smolkin / Traumatology and Orthopedics of Russia. – 2010. – № 2 (56). – P. 72-75.
3. Moshonkina, T. R. Regulation of locomotor activity with epidural and percutaneous electrical stimulation of the spinal cord in animals and humans / T. R. Moshonkina, P. E. Musienko, I. N. Bogacheva, N. A. Shcherbakova, O. A. Nikitin, A. A. Savokhin, A. N. Makarovskiy, R. M. Gorodnichev, Yu. P. Gerasimenko / Ulyanovsk Medical Biological Journal. – 2012. – No. 3. – P. 129-137.
4. Cheatwood J. L. Neuronal plasticity and functional recovery after ischemic stroke / J. L. Cheatwood, A. J. Em-

- erick, G. L. Kartje // Topics in stroke rehabilitation. 2008. Vol. 15. P. 42-45.
5. Pupyreva, E. D. The influence of experimental and natural hypoxia on the functional reserves of the body and physical performance of athletes : dis. thesis ... cand. biol. sciences. – Ulyanovsk, 2011. – 23 p.
 6. Mavliev, F. A. Features of aerobic performance of athletes in conditions of nonspecific testing / F. A. Mavliev, A. S. Nazarenko, A.V. Orlov, Yu.V. Boltikov // Izvestiya TulGU. [Bulletin of TulGU]. Physical Culture. Sport. – 2017. – No. 3. – P. 111-115.
 7. Balykin, M. V. Alterations of the gas composition of blood and the processes of free radical lipid oxidation in myocardium during adaptation to physical exercises / M. V. Balykin, S. A. Sagidova, A. V. Zharkov // I.M. Sechenov Russian Physiology Journal. – 2015. – Volume: 101, No. 9. – P. 1007-1012.
 8. Sagidova, S. A. Influence of near-limit physical efforts on the processes of free radical oxidation and vascular reactivity of microcirculation / S. A. Sagidova // Science and Sport: Current Trends. – № 1 (volume 14), 2017. – P. 83-89.
 9. Popov, D. V. Human aerobic performance / D. V. Popov, O. L. Vinogradova, A. I. Grigoriev // Institute of Medical and Biological Problems of the Russian Academy of Sciences. – 2012. – P. 111.