

УДК 796.01:612

РЕАКЦИЯ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ НА ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ У ХОККЕИСТОВ

Ф.А. Мавлиев, А.С. Назаренко

ФГБОУ ВО «Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма», Казань, Россия

Для связи с авторами: fanis16rus@mail.ru

Аннотация:

Цель – определить аэробные возможности организма и реакцию артериального давления у спортсменов-хоккеистов на физическую нагрузку максимальной аэробной мощности.

Материалы и методы. Были исследованы спортсмены, занимающиеся хоккеем с шайбой, в количестве 15 человек и возрасте 18-20 лет, имеющие разряды от 2-го до кандидата в мастера спорта, в соревновательном периоде тренировочного цикла. Измерение артериального давления (АД) систолического (АДС) и диастолического (АДД) производилось до начала тестирования и после него (после двухминутной заминки). Определялись абсолютные и относительные показатели максимального потребления кислорода (МПК); вентиляционный порог 1 (ВП) как один из показателей аэробно-анаэробного перехода; потребление кислорода (ПК) во время достижения ВП; дыхательный коэффициент (RER); глубина, частота и минутный объем дыхания (МОД), частота сердечных сокращений (ЧСС) на ВП и в момент достижения МПК.

Результаты. Стандартная реакция АДС на физическую нагрузку свойственна для большинства хоккеистов, однако имеется большое количество «неблагоприятных» изменений АДД ($p=0.016$), что, возможно, связано с соревновательным периодом тренировочного цикла. В то же время имеется основание предполагать определённую обусловленность неблагоприятной реакции АД (т.е. Δ АДД) от массы тела хоккеистов; корреляция индекса массы тела с этой аномальной реакцией – $r=0,67$ ($p=0,007$). Показатели относительного значения МПК находились практически в пределах средних значений данного вида спорта и составляли $56 \pm 7,21$ мл/кг/мин. Важно отметить, что у исследуемых хоккеистов отмечается линейная зависимость показателей максимального потребления кислорода с показателями потребления кислорода на вентиляционном пороге 1.

Заключение. В соревновательном периоде тренировочного цикла у некоторых хоккеистов отмечаются неблагоприятные реакции АД на нагрузку, что может являться следствием либо процессов утомления, либо отрицательных изменений в сердечной деятельности спортсменов из-за высокоинтенсивных физических нагрузок. Показатели относительного МПК находились практически в пределах средних значений данного вида спорта.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система, артериальное давление, максимальное потребление кислорода, соревновательный период, физическая нагрузка, хоккей, спортсмены.

THE REACTION OF CARDIORESPIRATORY SYSTEM TO PHYSICAL ACTIVITY OF HOCKEY PLAYERS

F.A. Mavliev, A.S. Nazarenko

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

Abstract:

The aim is to determine the aerobic body capacities and the reaction of arterial blood pressure in hockey players to the physical load of maximum aerobic power.

Materials and methods. The research covered 15 ice hockey players aged 18-20 with qualifications starting from 2nd rang up to Candidate Master of Sports, and it was carried out in the competitive period of a training cycle. Measurement of systolic (sABP) and diastolic (dABP) arterial blood pressure (ABP) was performed prior to testing and after it (in a two-minute time interval). We determined absolute and relative indicators of maximum oxygen consumption (MOC); ventilatory threshold 1 (VT) as one of the indicators of aerobic-anaerobic transition; oxygen consumption (OC) when reaching VT; respiratory exchange ratio (RER); depth, frequency, and respiratory minute volume (RMV), heart rate (HR) at VT and at the moment of reaching MOC.

Results. The standard response of sABP to physical activity is typical for the majority of hockey players, however, there are a large number of «adverse» changes in dABP ($p=0.016$), which probably relates to the competitive period of the training cycle. At the same time, it is reasonable to assume that adverse reaction of ABP (i.e. Δ dABP)

may relate to the body weight of hockey players – correlation of body mass index with this abnormal reaction is $r=0,67$ ($p=0,007$). The indices of MOC relative value stayed within the average values for this kind of sport, and they were equal to $56\pm 7,21$ ml/kg/min. It is important to note that the observed hockey players had a linear correlation between the indices of maximum oxygen consumption and the indices of oxygen consumption at ventilatory threshold 1.

Conclusion. During competitive period of the training cycle, some of the hockey players demonstrated adverse reactions of ABP to load, which may be a consequence of fatigue or negative changes in the cardiac activity of athletes because of high-intensity exercises. Relative MOC indicators stayed within the average values for this kind of sport.

Keywords: cardiovascular system, arterial blood pressure, maximum oxygen consumption, competitive period, physical activity, hockey, athletes.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время хоккей с шайбой получил большое развитие и распространение как в нашей стране, так и за рубежом. В данном виде спорта требуется проявление сложно-координационных движений переменной мощности, где задействовано большое количество мышечных групп, работающих в разных зонах энергетического обеспечения [8, 2]. В целом же подготовленность хоккеистов, а вместе с тем и высокие спортивные результаты в современном хоккее – понятие интегральное, включающее в себя оптимальные соотношения физической, технической, тактической, волевой и теоретической подготовленности [5]. При рассмотрении физической подготовленности необходима оценка не только анаэробной, но и аэробной работоспособности спортсменов [10, 8, 1]. В то же время в соревновательном периоде спортивной подготовки сложно произвести оценочное тестирование, так как практически все атлеты в этот период сводят предельные физические нагрузки вне соревновательной деятельности до минимума. Данный период включает в себя отрезок времени, который начинается с первой и заканчивается последней игрой календарных соревнований, и по сути представляет собой вариативное сочетание соревнований, имеющих различные отрезки времени между собой. В связи с этим можно ожидать у определенной категории атлетов состояние переутомления и перетренированности [5]. Поэтому полученные тестовые данные совместно со статистикой игровой деятельности позволят полноценно управлять тренировочным процессом в этом виде спорта, так как становится возможным с определенной долей вероятности оценить изменение физической работоспособности, обу-

словленное периодической соревновательной деятельностью и индивидуальными особенностями атлета.

Цель данного исследования – определить аэробные возможности организма и реакцию артериального давления у спортсменов-хоккеистов на физическую нагрузку максимальной аэробной мощности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Были исследованы спортсмены, занимающиеся хоккеем с шайбой, в количестве 15 человек и возрасте 18-20 лет, имеющие разряды от 2-го до кандидата в мастера спорта РФ, в соревновательном периоде тренировочного цикла. Показатели массы тела хоккеистов составляли $79,47\pm 10,35$ кг, роста – $179,8\pm 6,1$ см. Протокол нагрузки состоял из разминочной части (скорость от 0 до 7 км/ч) длительностью 2 минуты; самой нагрузки с плавным подъемом скорости – 1 км/ч в минуту; заминочной части, которая наступала после отказа атлета от выполнения нагрузки (падение скорости после отказа до 7 км/ч и плавный спуск до 0) длительностью 2 минуты.

Измерение артериального давления (АД) систолического (АДС) и диастолического (АДД) производилось до начала тестирования и после него (после двухминутной заминки).

Определялись абсолютные и относительные показатели максимального потребления кислорода (МПК); вентиляционный порог 1 (ВП) как один из показателей аэробно-анаэробного перехода; потребление кислорода (ПК) во время достижения ВП; дыхательный коэффициент (RER); глубина, частота и минутный объем дыхания (МОД), частота

сердечных сокращений (ЧСС) на ВП и в момент достижения МПК.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы SPSS 20.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Адекватной реакцией артериального давления (АД) на предъявляемую физическую нагрузку аэробного характера считается его повышение, регистрируемое в момент систолы (АДС), и незначительное изменение давления в момент диастолы сердца (АДД), которое может быть либо несколько пониженным, либо повышенным (не более 15% от нормы), или же оставаться на том же уровне [7]. В нашем случае стандартная реакция АДС на физическую нагрузку свойственна для большинства хоккеистов (рисунок 1). Возможно, большое количество «неблагоприятных» изменений АДД ($p=0.016$), регистрируемых у исследуемых хоккеистов, связано с соревновательным периодом тренировочного цикла (рисунки 1 и 2), поэтому мы считаем необходимым повторное тестирование и в других

периодах спортивной подготовки. Особенно это важно для тех хоккеистов, у которых отмечаются неблагоприятные реакции АД, что может являться причиной отрицательных изменений в сердечной деятельности атлетов из-за высокоинтенсивных физических нагрузок, которые в процессе соревнований неизбежны и сложно дозируются.

В то же время имеется основание предполагать определённую обусловленность неблагоприятной реакции АД (т.е. Δ АДД) от массы тела хоккеистов; корреляция индекса массы тела с этой аномальной реакцией – $r=0,67$ ($p=0,007$). Как известно, масса тела у хоккеистов не является сильно лимитирующим фактором во время перемещений на льду. Однако во время игры масса тела может создавать большую ее инертность, что позволяет в ряде случаев получать преимущество над противником в контактно-силовой борьбе за шайбу. При этом отсутствуют корреляции индекса массы тела с показателями АДС и АДД как до, так и после физической нагрузки, что, по всей видимости, может иметь место лишь при его избыточных

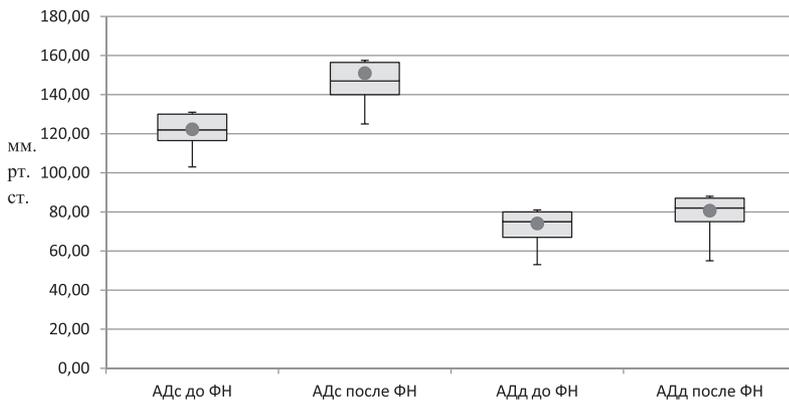


Рисунок 1 – Показатели артериального давления у исследуемых хоккеистов до и после физической нагрузки. Представлены максимальные, минимальные, средние (точки), медиана и 25 и 75 процентиля регистрируемых значений

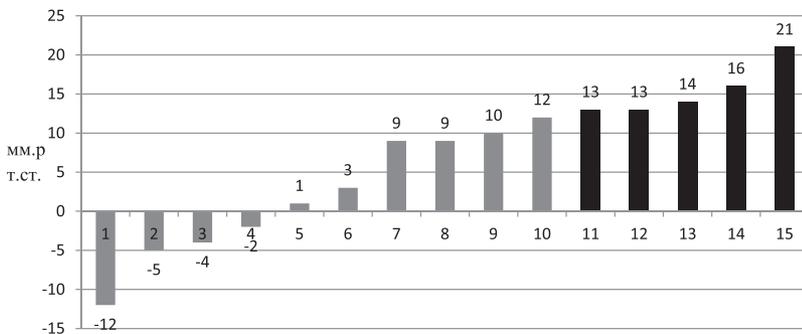


Рисунок 2 – Диапазон индивидуальных отличий реакций АДД у исследуемых в ответ на предъявляемую нагрузку (разница между АДД до и после нагрузки). Черным цветом выделены показатели, изменение которых было выше 15%

показателях, например, у больных артериальной гипертензией.

Несмотря на существенный разброс показателей диастолического давления, каких-либо статистически значимых корреляций этих показателей с аэробной работоспособностью организма спортсменов отмечено не было, что позволяет сделать предположение об отсутствии значимых влияний диастолического давления (в рамках нормальных значений) на данный аспект физической работоспособности.

Как известно, усиленная работа сердца направлена на создание достаточной величины пульсового давления, что и обеспечивает необходимую перфузию рабочих мышц и, соответственно, адекватные величины венозного возврата. В нашем случае это подтверждается тем, что имеется высокая положительная корреляция между пульсовым и систолическим давлением, отмечаемым после нагрузки ($r=0,81$, $p=0,0003$), что указывает на реализацию основного механизма, обеспечивающего повышенный минутный объем кровообращения – создание необходимого градиента давления в сосудах для повышения скорости кровотока (при условии адекватного сосудистого сопротивления). Данный факт может быть рассмотрен не только как особенность реакции организма на физическую нагрузку максимальной аэробной мощности, но и как свойство сердечно-сосудистой системы хоккеиста, фиксируемое в состоянии относительного покоя. При этом значение пульсового давления в состоянии относительного покоя имеет статистически значимую корреляцию со значением после максимальной аэробной нагрузки ($r=0,64$, $p=0,01$).

Следует отметить, что имеется линейная зависимость «рабочей» аэробной работоспособности

организма (на уровне ПАНО) с реальными спортивными достижениями атлетов в видах спорта на выносливость. Важно то, что атлет может длительное время поддерживать данную интенсивность работы и в случаях с высокой ЧСС, но возможны негативные изменения со стороны сердечной деятельности. Причиной этого может являться дефект диастолы, который может наблюдаться при режимах работы сердца от 180 и более уд/мин, особенно у нетренированных лиц или у тех, кто развивает скоростно-силовые качества. При этом у спортсменов, развивающих двигательное качество выносливость, подобные реакции сведены до минимума [6]. Однако в нашем исследовании значения ЧСС выше 180 уд/мин наблюдались у 6 атлетов, что является нежелательной реакцией, особенно если она наблюдается у хоккеистов и во время учебно-тренировочных нагрузок на льду.

Показатели относительного значения МПК находились практически в пределах средних значений данного вида спорта и составляли $56 \pm 7,21$ мл/кг/мин [5, 11]. Важно отметить, что у исследуемых хоккеистов отмечается линейная зависимость показателей максимального потребления кислорода с показателями потребления кислорода на вентиляционном пороге 1, которая имеет вид $y = 0,9583x + 12,016$ ($p < 0,0001$ для коэффициента регрессии и $p=0,048$ для коэффициента смещения по оси ординат), детерминированность - $R^2 = 0,8383$ ($r=0,92$, $p=0,000002$). При необходимости это можно использовать для облегченного варианта тестирования атлетов, например, с использованием 90% от первичного уровня мощности ранее выполненного атлетом теста, что не потребует достижения нагрузок на уровне МПК и выведения

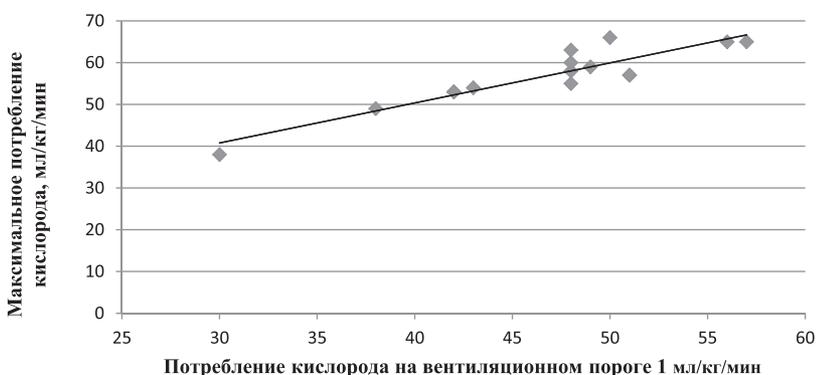


Рисунок 3 – Линейный тренд зависимости максимального потребления кислорода и потребления кислорода на вентиляционном пороге 1

ПК на уровень плато. Подобный подход будет уместен в случаях, когда требуется свести физические нагрузки вне тренировочной деятельности до минимума. Зависимость потребления кислорода на вентиляционном пороге 1 и МПК, на наш взгляд, обусловлена тем, что у всех атлетов имеется сходная аэробная работоспособность. Вариативность потребления кислорода на пороге анаэробного обмена у спортсменов, тренирующихся на выносливость, может быть довольно большой – 70-95% от уровня МПК, и такой явной зависимости может и не быть.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в соревновательном периоде тренировочного цикла у некоторых хоккеи-

стов отмечаются неблагоприятные реакции АД на нагрузку, что может являться следствием либо процессов утомления, либо отрицательных изменений в сердечной деятельности спортсменов из-за высокоинтенсивных физических нагрузок. Показатели относительного МПК находились практически в пределах средних значений данного вида спорта. При этом статистически значимых корреляций показателей диастолического давления с аэробной работоспособностью организма отмечено не было, что позволяет сделать предположение об отсутствии значимых влияний диастолического давления (в рамках нормальных значений) на данный аспект работоспособности организма хоккеистов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гуминский, А. А. Об аэробной производительности хоккеистов, ее значении и средствах повышения / А. А. Гуминский // Научно-спортивный вестник. – 1975. – № 1. – С. 20-25.
2. Занковец, В. Энциклопедия тестирований / В. Занковец. – М.: Спорт, 2016. – 456 с.
3. Мавлиев, Ф. А. Показатели физической работоспособности спортсменов, специализирующихся в хоккее с мячом / Ф. А. Мавлиев, А. С. Назаренко // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. – 2017. – № 7 (149). – С. 139-142.
4. Попов, Д. В. Аэробная работоспособность человека / Д. В. Попов, О. Л. Виноградова, А. И. Григорьев. – М.: Наука. – 2012. – 112 с.
5. Солодков, А. С. Физиология спорта: медико-биологические основы подготовки юных хоккеистов : учебное пособие / А. С. Солодков, И. В. Левшин, Л. В. Михно. – М., 2013. – 120 с.
6. Gledhill, N. Endurance athletes' stroke volume does

not plateau: major advantage is diastolic function / N. Gledhill, D. Cox, R. Jamnik // *Med Sci Sports Exerc.* – 1994. – № 26 (9). – P. 1116-1121.

7. Kenney, W. L. *Physiology of Sport and Exercise 6th Edition* / W. L. Kenney, J. Wilmore, D. Costill. – Human kinetics, 2015. – 648 p.
8. Leiter, J. R. *Aerobic Development of Elite Youth Ice Hockey Players* / J. R. Leiter, D. M. Cordingley, P. B. MacDonald // *The Journal of Strength & Conditioning Research.* – 2015. – Т. 29. – № 11. – P. 3223-3228.
9. MacDougall, J. D. *Physiological testing of the high-performance athlete* / J. D. MacDougall, H. A. Wenger, H. J. Green. – Champaign, Ill.: Human Kinetics Books, 1991. – P. 223-308.
10. Montgomery, D. L. *Physiology of ice hockey* / D. L. Montgomery // *Sports Med.* – 1988. – P. 99-126.
11. Moroščák, J. *Anaerobic and aerobic fitness of ice hockey players throughout annual training cycle* / J. Moroščák // *J. Gymnasium.* – 2017. – Т. 14. – № 2. – P. 156-164.

LIST OF REFERENCES

1. Guminsky, A. A. On the aerobic performance of hockey players, its significance and improvement methods / A. A. Guminsky // *Scientific and sport bulletin.* – 1975. – № 1. – P. 20-25.
2. Zankovets, V. *Encyclopedia of testing* / V. Zankovets. – M.: Sport, 2016. – 456 p.
3. Mavliev, F. A. Indicators of physical performance of ball hockey players / F. A. Mavliev, A. S. Nazarenko // *Scientific notes of P.F. Lesgaft university.* – 2017. – № 7 (149). – P. 139-142.
4. Popov, D. V. *Human aerobic capacity* / D. V. Popov, O. L. Vinogradova, A. I. Grigoriev. – M.: Nauka. – 2012. – 112 p.
5. Solodkov, A. S. *Physiology of sport: medical and biological fundamentals of training of young hockey players : textbook* / A. S. Solodkov, I. V. Levshin, L. V. Mikhno. – M., 2013. – 120 p.
6. Gledhill, N. *Endurance athletes' stroke volume does not plateau: major advantage is diastolic function /*

N. Gledhill, D. Cox, R. Jamnik // *Med Sci Sports Exerc.* – 1994. – № 26 (9). – P. 1116-1121.

7. Kenney, W. L. *Physiology of Sport and Exercise 6th Edition* / W. L. Kenney, J. Wilmore, D. Costill. – Human kinetics, 2015. – 648 p.
8. Leiter, J. R. *Aerobic Development of Elite Youth Ice Hockey Players* / J. R. Leiter, D. M. Cordingley, P. B. MacDonald // *The Journal of Strength & Conditioning Research.* – 2015. – Т. 29. – № 11. – P. 3223-3228.
9. MacDougall, J. D. *Physiological testing of the high-performance athlete* / J. D. MacDougall, H. A. Wenger, H. J. Green. – Champaign, Ill.: Human Kinetics Books, 1991. – P. 223-308.
10. Montgomery, D. L. *Physiology of ice hockey* / D. L. Montgomery // *Sports Med.* – 1988. – P. 99-126.
11. Moroščák, J. *Anaerobic and aerobic fitness of ice hockey players throughout annual training cycle* / J. Moroščák // *J. Gymnasium.* – 2017. – Т. 14. – № 2. – P. 156-164.