



Revista Brasileira de CIÊNCIAS DO ESPORTE

www.rbceonline.org.br



ARTIGO ORIGINAL

Avaliação e classificação da capacidade física aeróbia de atletas de basquetebol em cadeira de rodas

Bruna Danielle Campelo Corrêa^a, Raphael do Nascimento Pereira^b,
Allan Oliveira de Lira^a, Paulo Eduardo Santos Avila^c, Marlene Aparecida Moreno^b
e Valéria Marques Ferreira Normando^{a,*}

^a Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Curso de Fisioterapia, Belém, PA, Brasil

^b Universidade Metodista de Piracicaba, Faculdade de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Piracicaba, SP, Brasil

^c Universidade da Amazônia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Curso de Fisioterapia, Belém, PA, Brasil

Recebido em 18 de abril de 2017; aceito em 2 de janeiro de 2018

PALAVRAS-CHAVE

Aptidão física;
Teste de esforço;
Pessoas com
deficiência;
Esporte paralímpico

KEYWORDS

Physical fitness;
Exercise test;
Disabled persons;
Paralympics sports

Resumo Este estudo objetivou avaliar e classificar a capacidade física aeróbia (CFA) de atletas de basquetebol em cadeira de rodas (BCR). Foram avaliados 16 atletas de BCR (oito homens/oito mulheres), que tinham as seguintes características: idade ($27,2 \pm 7,4$ anos); massa corporal ($59,0 \pm 13,5$ kg); estatura ($153,4 \pm 21,3$ cm); tempo de deficiência ($20,3 \pm 12,3$ anos); tempo de prática esportiva ($9,0 \pm 6,9$ anos). Todos passaram por avaliação antropométrica e da CFA por meio do teste de 12 minutos para cadeirantes. Após as análises, observou-se que o consumo máximo de oxigênio dos atletas foi de, em média, $36,0 \pm 3,5$ ml/kg/min. Na análise qualitativa, a maioria dos atletas (62,5%) apresentou classificação da CFA "Excelente" ($p = 0,02$). Logo, conclui-se que os atletas avaliados apresentaram CFA acima do esperado, a maioria teve a classificação "Excelente". Isso sugere que a prática regular de BCR produz adaptações sistêmicas importantes ao sistema cardiorrespiratório.

© 2018 Publicado por Elsevier Editora Ltda. em nome de Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Evaluation and classification of the aerobic capacity of wheelchair basketball players

Abstract The aim of this study was to evaluate and classify the aerobic capacity (AC) of wheelchair basketball (WB) players. For that, 16 WB athletes (8 men / 8 women), which has the following characteristics: age (27.2 ± 7.4 years); body mass (59.0 ± 13.5 kg); Height (153.4 ± 21.3 cm); time of disability (20.3 ± 12.3 years); time of sports practice (9.0 ± 6.9 years).

* Autor para correspondência.

E-mail: valeriafisio@gmail.com (V.M. Normando).

<https://doi.org/10.1016/j.rbce.2018.01.015>

0101-3289/© 2018 Publicado por Elsevier Editora Ltda. em nome de Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

years). All of participants underwent for the anthropometric and AC variables BSR mat through the 12-minute aerobic test for wheelchair users. After the analysis, there was observed average maximal oxygen uptake of 36.0 ± 3.5 ml/kg/min. In the qualitative analysis, most of the athletes (62.5%) presented an "Excellent" AC classification ($p = 0.02$). Therefore, it is concluded that the athletes presented higher AC than expected, rated as "Excellent" for the most of these, suggesting that the regular practice of WB produces important systemic adaptations to the cardiorespiratory system.

© 2018 Published by Elsevier Editora Ltda. on behalf of Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

PALABRAS CLAVE

Aptitud física;
Prueba de esfuerzo;
Personas con
discapacidad;
Deportes
paralímpicos

Evaluación y clasificación de la capacidad aeróbica de jugadores de baloncesto en silla de ruedas

Resumen El objetivo de este estudio fue evaluar y clasificar la capacidad aeróbica (CA) de jugadores de baloncesto en silla de ruedas (BSR). Para ello, se evaluó a 16 atletas de BCR (8 hombres/8 mujeres), que presentaban las siguientes características: edad ($27,2 \pm 7,4$ años); masa corporal ($59,0 \pm 13,5$ kg); ($153,4 \pm 21,3$ cm); tiempo de deficiencia ($20,3 \pm 12,3$ años); tiempo de práctica deportiva ($9,0 \pm 6,9$ años). Todos pasaron por la evaluación de las variables antropométricas y de la CA según la prueba aeróbica de 12 minutos en silla de ruedas. Después del análisis, se observó que la absorción máxima de oxígeno de los atletas fue, por término medio, de $36,01 \pm 3,47$ ml/kg/min. En el análisis cualitativo, la mayoría de los atletas (62,5%) presentaron una clasificación de la CA «excelente» ($p = 0,02$). Por tanto, se concluye que los atletas evaluados presentan una CA mayor de lo esperado y en la mayoría de ellos se clasifica como «excelente», lo que sugiere que la práctica regular de BSR tendrá importantes ajustes sistémicos en el sistema cardiorrespiratorio.

© 2018 Publicado por Elsevier Editora Ltda. en nombre de Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introdução

No esporte profissional, a incessante cobrança por melhores resultados e superação de metas audaciosas faz com que sejam desenvolvidos novos recursos técnicos e tecnológicos que auxiliem o aprimoramento do desempenho físico-esportivo durante as competições, o que leva atletas e treinadores a buscar nas ciências do esporte material adjuvante a esse processo (Marques et al., 2013; Sousa et al., 2013; De Rose Junior et al., 1999).

Diante desse prisma, a investigação da capacidade física aeróbica (CFA) apresenta-se como uma importante ferramenta de qualificação da capacidade de um atleta de fazer um exercício físico de longa duração (superior a quatro minutos), no qual a energia requerida para a atividade provém da fosforilação oxidativa. A principal medida da avaliação da CFA é o consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx), que, por sua vez, indica a capacidade máxima e integrada do organismo de extrair, transportar e usar as moléculas de oxigênio como substrato energético. Com esse dado podem-se identificar possíveis déficits metabólicos individualizados dentro de uma equipe desportiva. Por exemplo, é factível fazer o mapeamento da CFA de uma equipe de basquetebol em cadeira de rodas (BCR) em relação à classificação funcional e ao posicionamento de jogo de cada atleta e identificar, assim, os jogadores que estão fora dos padrões da equipe, é possível traçar objetivos e metodologias de treinamento específicas para cada atleta (Skucas e Pokvytyte, 2017; Iturricastillo et al., 2015; Caputo et al., 2009).

Levando-se em consideração a natureza intermitente e de alta intensidade dos esforços físicos feitos na prática do BCR (atividades alta intensidade e curta duração, intercaladas por períodos de baixa a moderada intensidade) (Goosey-Tolfrey, 2005; Padulo et al., 2015), associada ao tempo prolongado pelo qual os atletas devam manter esses esforços (estima-se que os jogadores de basquetebol para pessoas sem deficiências físicas percorram 5 km durante os 40 minutos de uma partida, no qual aproximadamente 10% das atividades feitas nesse período sejam esforços intermitentes de alta intensidade [Coutts, 1992]), a investigação e a classificação da CFA de jogadores de BCR é de suma importância, pois pode levar treinadores a identificar possíveis desvios de padrão dos atletas de acordo com as suas características de jogo, o que leva ao desenvolvimento de ações e estratégias de treinamento individualizadas para cada atleta de sua equipe.

Além dos fatores supracitados, sabe-se que as doenças cardiovasculares e respiratórias são as principais causas de morte em pessoas com deficiências físicas dependentes da cadeira de rodas para a locomoção. Para mais, o sedentarismo é o principal fator de risco para o desenvolvimento das desordens cardiorrespiratórias. Logo, é clinicamente crucial a avaliação da CFA na população em questão, como forma de cuidados referentes à manutenção da saúde desses sujeitos (Winslow e Rozovsky, 2003).

Assim, este estudo tem o objetivo de verificar e classificar a capacidade física aeróbica de jogadores de BCR. Espera-se encontrar valores e classificações acima da média

pré-estabelecida por Franklin, Swantek, Grais, Johnstone, Gordon e Timmis, 1990, uma vez que os sujeitos avaliados são atletas profissionais em nível nacional e internacional.

Material e métodos

Estudo com caráter transversal, feito de acordo com as normas de conduta em pesquisa experimental com seres humanos descritas na resolução 466/12 do Conselho Nacional de saúde, previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba (parecer: 57/13), no qual todos os voluntários assinaram previamente um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Amostra

O cálculo amostral foi feito por meio do aplicativo GraphPad StatMate, versão 1.01, com significância de 5% e um poder de teste de 80%. Esse foi baseado nos desvios-padrões da distância percorrida durante o teste de avaliação do DFA e, como resultado, obteve-se a sugestão de 13 sujeitos no grupo estudado.

Foram avaliados 16 atletas de BCR de ambos os gêneros, entre 19 e 44 anos, não tabagistas, sem alterações cardíacas e pulmonares diagnosticadas ou alterações motoras e cognitivas que impedissem as avaliações.

Todos os atletas treinavam de forma regular e em nível competitivo havia pelo menos 12 meses na mesma equipe de BCR. Os treinamentos eram feitos com frequência de cinco vezes por semana e duração de 4 horas por sessão (volume de treino = 20 horas/semana), na qual cerca de 40% dedicavam-se ao aprimoramento dos componentes físicos, com exercícios de alongamentos, força muscular, resistência muscular e aeróbia, e aproximadamente 60%, ao treinamento técnico e tático, com práticas de jogos e exercícios de posicionamento tático. Todos os atletas (homens e mulheres) passavam pela mesma rotina de treino e encontravam-se sob o mesmo período do ciclo de preparação esportiva (período preparatório).

Procedimentos avaliativos

Todo o processo de avaliação foi feito em dois dias consecutivos, sempre no mesmo período do dia (manhã). No primeiro dia, após o aceite de participação por meio da assinatura do TCLE, todos os procedimentos eram esclarecidos aos atletas. Em seguida, preenchia-se uma ficha de avaliação elaborada para este estudo, na qual constavam perguntas referentes à saúde e às condições de treino dos atletas. Além disso, ainda no primeiro dia, fazia-se a mensuração das variáveis antropométricas. Já no segundo dia (24 horas após o primeiro dia de avaliação), os atletas passavam pela avaliação do DFA.

Variáveis antropométricas

A fim de mensurar a massa corporal, usou-se uma balança digital da marca Welmy, modelo W0500, com acurácia de 0,100 g. Essa avaliação foi executada com o auxílio de uma cadeira de rodas padronizada para todos os participantes,

a qual ficava sobre a balança, a sua massa era previamente computada e subtraída da massa mensurada de cada voluntário que sobre ela sentasse.

A avaliação da estatura foi padronizada para todos os voluntários e feita na posição supina sobre um tapete, foi usado um estadiômetro com campo de medição de 0 a 210 cm e acurácia de 1 mm.

Avaliação da capacidade física aeróbia

A avaliação da CFA foi efetuada por meio do teste de 12 minutos para cadeirantes (Franklin et al., 1990). Todos os voluntários deste estudo estavam familiarizados com os procedimentos, pois fazem parte da sua rotina de preparação esportiva (nenhum dos voluntários fez o teste pela primeira vez). O teste de 12 minutos para cadeirantes foi feito em quadra poliesportiva coberta, de piso rígido e não escorregadio, conforme os procedimentos descritos por Pereira et al. (2016). No local da avaliação foi delimitado um retângulo com medidas de 25 x 15 metros, com 12 cones, distribuídos em cada uma das extremidades e também a cada 2 metros de seus respectivos vértices, formaram um retângulo com perímetro de 75,32 m com marcações no chão a cada metro.

Antes do início do teste, com os atletas em repouso (após 10 minutos em sedestação), foram verificadas as variáveis: pressão arterial (PA) (método auscultatório com um esfigmomanômetro da marca Solidor, modelo aneroide [Wenzhou Qianglong Medical Appliance Factory, Wenzhou, Zhejiang, China]) e um estetoscópio da marca Littmann, modelo Master Classic II (3M Health Care. St. Paul, MN, USA); frequência cardíaca (FC) (por meio de um cardiofrequencímetro da marca Polar, modelo RS800CX[®] (Polar Electro Co. Ltda. Kempele, Oulu, Finland); saturação periférica de oxigênio (SpO₂) (com o auxílio de um oxímetro de pulso da marca Solmedica, modelo MD300C1 [Beijing Choice Electronic Tech. Co., Ltd.]); percepção subjetiva de esforço (PSE) para dispnéia (escala de Borg [0–10]).

Em seguida, os atletas foram orientados a fazer uma série de alongamentos para os seguintes grupos musculares: flexores e extensores do cotovelo e do punho; músculos peitorais; abdutores e rotadores laterais do ombro; extensores e flexores do tronco. Cada série de alongamento foi feita três vezes durante 30 segundos, com um intervalo de 30 segundos entre as séries. Além dos alongamentos, os voluntários foram encorajados a fazer duas voltas de aquecimento no circuito delimitado, deveriam manter durante essas voltas uma intensidade proporcional ao nível de 4 a 5 na escala de percepção subjetiva de esforço (Escala de Borg [CR-10]).

Após 2 minutos de repouso na posição de largada, deu-se início ao teste, no qual os atletas foram orientados a percorrer a maior distância possível durante 12 minutos, dentro do circuito delimitado. O teste iniciava e terminava com um sinal sonoro, era dado um estímulo verbal padronizado a cada minuto (p.ex.: “dois minutos de teste, e você está indo muito bem, continue assim”).

No fim do teste fez-se a verificação imediata da PA, FC, SpO₂ e PSE. Além disso, computou-se a distância total percorrida por cada atleta. Posteriormente, foi feito o cálculo do VO₂máx alcançado a partir da equação proposta por Franklin et al., (1990): VO₂máx (ml/kg/min) = distância (milhas) – 0,37/0,0337. Com os valores de VO₂máx em

Tabela 1 Classificação do desempenho físico aeróbio segundo Franklin et al. (1990)

Classificação	Distância(mi)	Distância(m)	VO ₂ máx(ml/kg/min)
Excelente	> 1,59	> 2.560	> 36,2
Bom	1,36-1,59	2.171-2.560	29,2-36,2
Médio	0,87-1,35	1.381-2.170	14,6-29,1
Abaixo da média	0,63-0,86	1.010-1.380	7,7-14,5
Ruim	< 0,63	< 1010	< 7,7

m = metros; mi = milhas; VO₂máx = consumo máximo de oxigênio.

Tabela 2 Características dos atletas avaliados

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	D. padrão
Idade (anos)	19,0	44,0	27,2	7,4
Massa corporal (kg)	44,0	97,0	59,0	13,5
Estatura (cm)	85,0	176,0	153,4	21,3
Tempo de deficiência (anos)	1,0	40,0	20,3	12,3
Tempo de prática esportiva (anos)	1,0	24,0	9,0	6,9

cm = centímetros; D. padrão = desvio-padrão; kg = quilogramas.

mãos, fez-se a classificação desse por intermédio da tabela também desenvolvida por Franklin et al. (1990) (tabela 1). Além disso, efetuou-se também a análise da frequência cardíaca de reserva (FCreserva), que foi feita com o objetivo de dimensionar a intensidade do exercício aeróbio durante o teste de esforço.

Análise estatística

Foi feita por meio do Pacote Estatístico SPSS, versão 19.0, em que se adotou a estatística descritiva (média e desvio-padrão) para caracterização da amostra, para os dados quantitativos e os índices absolutos e relativos para os dados qualitativos, além da estatística inferencial por meio do teste *t* de Student para comparação entre as médias das variáveis quantitativas estudadas entre os diferentes grupos (feminino e masculino) e do teste do qui-quadrado para comparar a prevalência na classificação do VO₂máx medido. Adotou-se um nível de significância de $p \leq 0,05$.

Resultados

A amostra foi constituída por 16 atletas, oito do sexo feminino, com média de $25,6 \pm 5,9$ anos, e oito do sexo masculino, com média de $28,9 \pm 8,7$ anos, que tinham as características descritas na tabela 2. A etiologia das deficiências físicas e a classificação funcional de jogo dos atletas podem ser vistas na tabela 3.

Com relação à classificação funcional de jogo feita previamente pela Confederação Brasileira de Basquetebol em Cadeira de Rodas (CBBC), de acordo com as normas técnicas descritas pela *International Wheelchair Basketball Federation* (IWBF), 37,5% da amostra (seis atletas) são 4,5; 25% (quatro) são 4,0; 12,5% (dois) são 2,5, enquanto para as classificações 1,5, 2,0, 3,0 e 3,5 observou-se a prevalência

Tabela 3 Etiologia da deficiência física e classificação funcional de jogo pela *International Wheelchair Basketball Federation*

Variáveis	Homens	Mulheres
Etiologia da deficiência física		
Sequela de poliomielite	2	2
Malformação congênita de MMII e MMSS	1	0
Malformação congênita MMII	3	1
Amputação unilateral	1	2
Amputação bilateral	0	1
Alterações ortopédicas de MMII	1	2
Classificação funcional pela IWBF		
1 - 1.5	1	0
2 - 2.5	2	1
3 - 3.5	2	0
4 - 4.5	3	7

IWBF = *International Wheelchair Basketball Federation*; MMII = membros inferiores; MMSS = membros superiores.

de 6,3% (um atleta) para cada classificação, sem diferença estatística nessa prevalência ($p = 0,12$).

Após computação, cálculo e análise das variáveis pré e pós-teste de avaliação da capacidade física aeróbia (tabela 4), o VO₂máx médio observado foi de $35,1 \pm 4,7$ ml/kg/min para as mulheres e $36,9 \pm 1,4$ ml/kg/min para os homens, não houve diferença significativa entre os gêneros (tabela 5). Já no que concerne ao resultado dos valores de VO₂máx agregados (mulheres + homens), o valor médio obtido foi de $36,0 \pm 3,5$ ml/kg/min.

Do ponto de vista qualitativo, a amostra apresentou dez atletas (62,5%) com nível de capacidade física aeróbia classificado como "Excelente", cinco (31,3%) com nível "Bom" e um (6,3%) com nível "Médio". Isso refletiu que a maioria dos atletas apresentou nível de capacidade física aeróbia classificado como "Excelente" ($p = 0,02$).

Tabela 4 Variáveis relacionadas ao teste de avaliação do desempenho físico aeróbio

Variável	Mínimo	Máximo	Média	D. padrão
FC inicial (bpm)	62,0	107,0	82,1	11,5
FC máxima (bpm)	156,0	198,0	177,9	12,6
FC reserva	66,0	124	95,8	13,6
PAS inicial (mmHg)	100,0	140,0	118,7	10,2
PAS final (mmHg)	120,0	180,0	155,0	16,3
PAD inicial (mmHg)	70,0	100,0	81,2	9,6
PAD final (mmHg)	60,0	100,0	77,5	11,8
SpO ₂ inicial (%)	97,0	99,0	98,4	0,7
SpO ₂ final (%)	92,0	99,0	97,0	1,9
PSE inicial (Borg 0-10)	0,0	5,0	1,4	1,7
PSE final (Borg 0-10)	7,0	10,0	9,0	1,3
Distância percorrida (m)	2079,3	2786,8	2548,3	187,9
VO ₂ máx (ml/Kg/min)	27,46	40,4	36,0	3,5

FC = frequência cardíaca; PAD = pressão arterial diastólica; PAS = pressão arterial sistólica; PSE = percepção subjetiva de esforço; SpO₂ = saturação periférica de oxigênio; VO₂máx = consumo máximo de oxigênio.

Tabela 5 Análise comparativa entre os atletas do gênero feminino e masculino quanto ao consumo máximo de oxigênio e à distância percorrida no teste de avaliação do desempenho físico aeróbio

Variável	Feminino	Masculino	T	P
Distância percorrida (m)	2.500,2 ± 254,5	2.596,4 ± 75,2	-1,03	0,34
VO ₂ máx (ml/Kg/min)	35,1 ± 4,7	36,9 ± 1,4	-1,02	0,34

VO₂máx: Consumo máximo de oxigênio.

Discussão

Após as análises propostas, pôde-se observar que a classificação do VO₂máx dos jogadores de BCR estudados foi, na maior parte, "Excelente". Além disso, observou-se um VO₂máx de, em média, 36,0 ± 3,5 ml/kg/min (35,1 ± 4,7 ml/kg/min para as mulheres; 36,9 ± 1,4 ml/kg/min para os homens).

De acordo com Bisi et al. (2011), o VO₂máx define-se como a capacidade máxima do organismo de retirar do meio externo, transportar e usar o oxigênio como substrato energético de uma determinada atividade física, teve forte relação com o condicionamento do sistema cardiorrespiratório (comumente denominado de capacidade física aeróbia).

Para Fletcher et al. (2001), em uma população de adultos hígidos entre 20 e 29 anos (semelhante à média observada neste estudo), espera-se um VO₂máx de 43 ± 7,2 ml/kg/min para os homens e de 36 ± 6,9 ml/kg/min para as mulheres. Neste estudo o valor médio de VO₂máx foi de 36,9 ± 1,4 ml/kg/min para os homens e de 35,1 ± 4,7 ml/kg/min para as mulheres. Isso indica que, apesar das limitações físicas dos atletas estudados, a CFA desses atletas mostrou-se quase semelhante à de pessoas sem deficiências físicas. Atribuem-se esses achados à rotina de treinamento e competição vivida por esses atletas, o que, possivelmente, produziu adaptações metabólicas sistêmicas capazes de gerar esses resultados.

Muitos testes de campo, como o *shuttle run test* (adaptado para cadeirantes) e o próprio teste de Franklin (teste de 12 minutos para cadeirantes), têm moderada ou forte correlação com os testes laboratoriais de mensuração direta

do VO₂máx (Vanderthommen et al., 2002). Além disso, em estudo com atletas com lesão medular traumática em que se adaptou o protocolo de Léger e Boucher, puderam-se observar resultados semelhantes aos obtidos pela mensuração direta do VO₂máx, além de correlação positiva entre as duas modalidades de análise (Vinet et al., 2002). Nesse sentido, pode-se inferir que comparar estudos com esses dois métodos de avaliação do VO₂máx (mensuração direta e indireta) é útil e pertinente.

Em mensuração direta do VO₂máx, por meio de ergoespirometria (com esteira ergométrica), Silva e Torres (2002) analisaram a capacidade física aeróbia de atletas de um time masculino de BCR e obtiveram como resultado um VO₂máx médio igual a 49,7 ± 6,7 ml/kg/min, valor que supera a média dos atletas masculinos do presente estudo, porém tem a mesma classificação ("Excelente") segundo o escore proposto por Franklin et al. (1990).

Vanderthommen et al. (2002) avaliaram, por meio de um teste de campo com característica incremental e de múltiplos estágios, feito em pista de atletismo (Teste de Leger e Boucher), a CFA de 37 sujeitos (35 homens e duas mulheres), usuários de cadeira de rodas no cotidiano ou em atividades esportivas. Como resultado, obtiveram um VO₂máx médio de 25,2 ± 5,9 ml/kg/min, abaixo do observado nos atletas avaliados pelo presente estudo. Mais recentemente, em estudo desenvolvido por Flores et al. (2010), no qual se usou o teste de 12 minutos na avaliação de nove atletas de handebol em cadeira de rodas (com mais de um ano de prática esportiva), observou-se um nível de capacidade física aeróbia "Médio" (VO₂máx = 22,79 ± 5,12 ml/kg/min), ou seja, abaixo do nível apresentado por esta pesquisa.

Goosey-Tolfrey, Batterham e Tolfrey, 2003 avaliaram o comportamento do VO_2 pico em atletas britânicos de BCR por meio da análise direta com um protocolo incremental em um ergômetro de cadeira de rodas. Esses atletas foram divididos em dois grupos de acordo com o seu controle de tronco e a sua classificação funcional. Os atletas do grupo 1 (classificação funcional entre 1 e 2,5 – baixo controle de tronco) apresentaram um VO_2 pico de $35,1 \pm 5,7$ ml/kg/min, enquanto que os atletas do grupo 2 (classificação funcional entre 4 e 4,5 – bom controle de tronco) apresentaram um VO_2 pico de $38,7 \pm 7,5$ ml/kg/min, não houve diferenças relevantes entre os grupos. Esses achados corroboram os apresentados pelo presente estudo e ressaltam que, apesar de grande parte dos atletas desta pesquisa ter classificação funcional entre 4 e 4,5, os resultados aqui apresentados podem ser usados como base para a comparação de atletas de diferentes classificações funcionais em futuros estudos.

Devido à dificuldade de encontrar dados semelhantes na literatura em atletas de BCR do gênero feminino, confrontou-se os achados deste estudo (VO_2 máx = $35,1 \pm 4,7$ ml/Kg/min) com os dados apresentados por Gentil et al. (2001), os quais avaliaram o VO_2 máx (por meio do teste cardiopulmonar – análise direta) das atletas da Seleção Brasileira Feminina de Basquetebol (pessoas sem deficiências físicas – VO_2 máx = $49,9 \pm 5,4$ ml/Kg/min). A partir dessa análise, observou-se que as atletas avaliadas por Gentil et al. (2001) apresentaram valores superiores aos encontrados no presente estudo. Essa discrepância possivelmente explica-se pelo volume muscular envolvido nas atividades físicas durante as avaliações propostas, pois sabe-se que durante a propulsão da cadeira de rodas usam-se, predominantemente, músculos dos membros superiores, do tórax e do tronco, enquanto que, durante a corrida (protocolo feito por Gentil et al. [2001]) usam-se músculos dos membros inferiores, tronco, tórax e membros superiores. Logo, ao se comparar o volume muscular envolvido nessas duas atividades, observa-se que na corrida tem-se uma maior atividade muscular e, por consequência, uma maior demanda metabólica (consumo de oxigênio) durante a atividade, o que faz com que se observem valores de VO_2 máx superiores em testes de esforço que usem os membros inferiores como efetores da atividade física. Contudo, é importante ressaltar que a classificação do nível da capacidade física aeróbia das atletas avaliada por este estudo foi "Bom". Isso significa que se encontram dentro dos padrões esperados para sua modalidade esportiva.

Em estudo feito por Van der Woude et al. (2002), foi analisado (por meio de um ergômetro computadorizado adaptado à cadeira de rodas) o condicionamento cardiopulmonar de atletas cadeirantes (dentre eles atletas de BCR) e observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre o VO_2 máx das atletas do gênero feminino ($1,24 \pm 0,58$ L/min) e masculinos ($1,86 \pm 0,68$ L/min). Esses resultados não corroboram os encontrados no corrente estudo, pois não se encontrou diferença entre a CFA das mulheres e dos homens, o que, possivelmente, pode ser explicado pela rotina de treinamento dos atletas estudados, uma vez que a carga, o volume, a frequência e a metodologia de treinamento dos atletas do gênero masculino e feminino eram as mesmas.

Deve-se observar que, diferentemente da maioria dos estudos disponíveis sobre o tema em questão, na presente pesquisa não se avaliaram atletas com lesão medular

traumática, porém é válido ressaltar que essa condição influencia decisivamente os valores de VO_2 máx, que, assim como o gênero, a idade e o grau de funcionalidade, o nível de lesão medular pode determinar o nível de capacidade física aeróbia, pois quanto mais alta for a lesão, mais limitadas tendem a ser a captação máxima de oxigênio, bem como a frequência cardíaca máxima, devido a distúrbios de inervação autonômica, especialmente se o nível da lesão for acima de T5, pois a inervação simpática do coração deriva-se dos seguimentos medulares de T1 a T4 (Van der Woude et al., 2002; Valent et al., 2007; Furmaniuk et al., 2010; Leicht et al., 2012).

Em estudo que avaliou atletas tetraplégicos de alto rendimento com lesões medulares de entre os níveis cervicais C5-C7 (completas e incompletas), observou-se um VO_2 máx médio de $0,96 \pm 0,17$ L/min (Goosey-Tolfrey et al., 2006). No referido estudo, o maior valor de VO_2 máx obtido foi de 1,2 L/min (o que, em valor relativo, equivaleria a aproximadamente 17,39 ml/kg/min, considerando que o voluntário tinha 69 Kg); ademais a média de frequência cardíaca máxima (FC máx) foi de 134 ± 19 batimentos por minuto. Observa-se que esses valores são quantitativamente inferiores aos obtidos no atual estudo com atletas sem lesão medular traumática, em que o valor máximo de VO_2 máx foi de 40,41 ml/Kg/min e a média de FC máx foi de $177,88 \pm 12,59$ batimentos por minuto.

Outra pesquisa com atletas paralímpicos (27 de BCR e 18 corredores em cadeira de rodas) concluiu que os atletas com lesão medular entre os níveis torácicos T1-T7 e os atletas com sequelas de poliomielite (com classificação funcional IWBF entre 1,0 e 2,5 e classificação *Paralympic Racing Classification* (PRC) de T3) apresentavam valores de VO_2 máx menores ($p = 0,03$) do que os atletas com lesões medulares baixas (entre os níveis T10-S2) e amputados de membros inferiores classificados entre 3,0 e 4,0 (IWBF) e T4 (PRC) (classificação representativa de excelente controle de tronco em sedestação). Esses últimos tinham uma média de VO_2 máx igual a $2,67 \pm 0,59$ l/min ($38,7 \pm 7,5$ ml/kg/min) e aqueles com lesões medulares em nível de T1 a T7 e com sequelas de poliomielite apresentavam média de $2,35 \pm 0,37$ l/min ($35,1 \pm 5,7$ ml/kg/min) (Goosey-Tolfrey et al., 2003).

Diversos estudos demonstram que o nível e o volume (horas semanais) de treinamento influenciam positivamente sobre diversas condições cardiovasculares, especialmente sobre o valor de VO_2 máx. O treinamento regular pode aprimorar a capacidade aeróbia, durante o exercício, em até 25% (Goosey-Tolfrey et al., 2003). Ao avaliar 20 atletas de BCR, de 17 a 38 anos, por meio de cadeira de rodas ergométrica computadorizada, antes e após dois anos de treino de resistência aeróbia e trabalho de condicionamento físico geral para os jogos paralímpicos, Goosey-Tolfrey (2005) verificou incremento no VO_2 máx de 2,65 para 2,83 L/min ($p = 0,01$). Isso demonstra que o treino de BCR gera efeitos sistêmicos importantes e capazes de aprimorar a capacidade física aeróbia de pessoas com deficiências físicas.

Algumas limitações foram encontradas neste estudo e devem ser apontadas. Sabe-se que, para obtenção dos valores acurados referentes ao DFA, deve-se fazer um teste de exercício cardiopulmonar. Contudo, diante das opções de testes de campo adaptados para a população avaliada, o teste de 12 minutos para cadeirantes mostrou-se como uma possibilidade viável para obtenção da variável investigada,

mesmo tendo ciência de se tratar de um teste autocalibrado. Além disso, é possível que um teste de esforço cadenciado externamente e com característica intermitente atendesse de forma mais satisfatória a especificidade do esforço físico feito na prática do BCR. Contudo, o uso de um teste de campo feito no mesmo ambiente de treinamento e jogo dos atletas aumenta a especificidade da avaliação e torna os resultados desta pesquisa mais palpáveis aos profissionais da área. A associação de todos esses fatores confere uma grande relevância científica a este estudo, principalmente por aproximar ciência e realidade prática. Apesar das limitações supracitadas, ressaltamos a importância deste estudo para a comunidade científica, técnicos e treinadores, que precisam de respostas práticas e que deem embasamento teórico e científico à suas práticas diárias.

Assim, pode-se concluir que a grande maioria dos atletas avaliados por este estudo apresentou nível de capacidade física aeróbia acima do esperado, com valores de VO_2 máx semelhantes ao que se tem descrito na literatura científica internacional. O que deixa sugestivo que a prática regular de BCR produza adaptações sistêmicas importantes à saúde do sistema cardiorrespiratório de pessoas com deficiências físicas.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Financiamento

O presente estudo contou com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (Capes) por meio da concessão de bolsa de pós-graduação (Capes/Prosup) ao autor Raphael do Nascimento Pereira.

Referências

- Bisi MC, Stagni R, Gnudi G. *Autonomic detection of maximal oxygen uptake and ventilatory threshold*. *Comput Biol Med* 2011;41(1):18–23.
- Caputo F, Oliveira MFM, Greco CC, Denadai BS. *Exercício aeróbio: aspectos bioenergéticos, ajustes fisiológicos, fadiga e índices de desempenho*. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2009;11(1):94–102.
- Coutts KD. *Dynamics of wheelchair basketball*. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24(2):231–4.
- De Rose Junior D, Deschamps S, Korsakas P. *Situações causadoras de estresse no basquetebol de alto rendimento: fatores competitivos*. *Ver Paul Educ Fis* 1999;13(2):217–29.
- Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam CB, Eckel R, Fleg J, Froelicher VF, Leon AS, Piña IL, Rodney R, Simons-Morton DA, Williams MA, Bazzarre T. *Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association*. *Circulation* 2001;104(14):1694–740.
- Flores LJF, Pereira NM, Silva AAC, Campos LFCC, Gouveia RB, Pena LGS, et al. *Potência aeróbia de praticantes de handebol em cadeira de rodas por meio de um teste de quadra*. *Cad. Ed. Fis* 2010;9(17):75–83.
- Franklin BA, Swantek KI, Grais SL, Johnstone KS, Gordon S, Timmis GC. *Field test estimation of maximal oxygen consumption in wheelchair users*. *Arch Phys Med Rehabil* 1990;71(8):574–8.
- Furmaniuk L, Cywińska-Wasilewska G, Kaczmarek D. *Influence of long-term wheelchair rugby training on the functional abilities of persons with tetraplegia over a two-year period post-spinal cord injury*. *J Rehabil Med* 2010;42(7):688–90.
- Gentil DAS, Oliveira CPS, Neto TLB, Tambeiro VL. *Avaliação da seleção brasileira feminina de basquete*. *Rev Bras Med Esporte* 2001;7(2):53–6.
- Goosey-Tolfrey V, Batterham AM, Tolfrey K. *Scaling Behavior of VO_2 peak in trained wheelchair athletes*. *Med Science Sports Exercise* 2003;35(12):2106–11.
- Goosey-Tolfrey V, Castle P, Webborn N. *Aerobic capacity and peak power output of elite quadriplegic games players*. *Br J Sports Med* 2006;40(8):684–7.
- Goosey-Tolfrey V. *Physiological profiles of elite wheelchair basketball players in preparation for the 2000 paralympic games*. *Human kinetics publishers* 2005;22(1): 57–66.
- Iturricastillo A, Granados C, Yanci J. *Changes in Body Composition and physical performance in wheelchair basketball players during a competitive season*. *Journal of Human Kinetics* 2015;48:157–65.
- Leicht CA, Bishop NC, Goosey-Tolfrey VL. *Submaximal exercise responses in tetraplegic, paraplegic and non-spinal Cord injured elite wheelchair athletes*. *Scand J Med Sci Sports* 2012;22(6):729–36.
- Marques RFR, Gutierrez GL, Almeida MAB, Menezes RF. *Mídia e movimento paraolímpico no Brasil: relações sob o ponto de vista de dirigentes do Comitê Paralímpico Brasileiro*. *Rev Bras Educ Fis Esporte* 2013;27(4):583–96.
- Padulo J, Attene G, Migliaccio GM, Cuzzolin F, Vando S, Ardigo LP. *Metabolic optimization of the basketball free throw*. *J Sports Sci* 2015;33(14):1454–8.
- Pereira RN, Abreu MFR, Gonçalves CB, Corrêa WFS, Mizuhira DR, Moreno MA. *Respiratory muscle strength and aerobic performance of wheelchair basketball players*. *Motriz* 2016;22(3):124–32.
- Silva AC, Torres FC. *Ergoespirometria em atletas paraolímpicos brasileiros*. *Rev Bras Med Esporte* 2002;8(3):107–16.
- Sousa A, Corredeira R, Pereira AL. *Desporto paraolímpico em Portugal: da sua génese à atualidade*. *Rev Port Cien Desp* 2013;13(1):93–112.
- Skucas K, Pokvytyte V. *Short-term moderate intensive high-volume training program provides aerobic endurance benefit in wheelchair basketball players*. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 2017;57(4):338–44.
- Valent LJ, Dallmeijer AJ, Houdijk H, Talsma E, van der Woude LH. *The effects of upper body exercise on the physical capacity of people with a spinal cord injury: a systematic review*. *Clin Rehab* 2007;12(4):315–30.
- Van der Woude LHV, Bouten C, Veeger HEJ, Guinn T. *Aerobic work capacity in elite wheelchair athletes: A cross-sectional analysis*. *Am J Phys Med Rehabil* 2002;81(4):261–71.
- Vanderthommen M, Francaux M, Colinet C, Lehance C, Lhermerout C, Crielaard JM, et al. *A multistage field test of wheelchair users for evaluation of fitness and prediction of peak oxygen consumption*. *J Rehabil Reser Develop* 2002;81(4):261–71.
- Vinet A, Gallais DL, Bouges S, Bernard PL, Poulain M, Varray A, et al. *Prediction of VO_2 peak in wheelchair-dependent athletes from the adapted Léger and Boucher test*. *Spinal Cord* 2002;40:507–12.
- Winslow C, Rozovsky J. *Effect of spinal cord injury on the respiratory system*. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation* 2003;82:803–14.