

Avaliação de um teste progressivo de campo para a determinação da potência aeróbia em jogadores de goalball

Assessment of a graded exercise field test to the determination of aerobic capacity in goalball players

 Isabella Alves^{1,3}  Carlos Augusto Kalva-Filho²  Carlos Dellavechia de Carvalho³  Danilo Rodrigues Bertucci⁴
 Julia Causin Andreosi³  Felipe Alves Ribeiro⁴  Jônatas Augusto Cursiol²  Ciro Winckler⁵  Marcelo Papoti³
 Márcio Pereira Morato³

¹ Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, Brasil

² Universidade Estadual Paulista (Unesp), Bauru, Brasil

³ Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto, Brasil

⁴ Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFMT), Uberaba, Brasil

⁵ Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Santos, Brasil

HISTÓRICO DO ARTIGO

Recebido: 10 novembro 2022

Revisado: 09 agosto 2023

Aprovado: 17 agosto 2023

PALAVRAS-CHAVE:

Deficiência Visual;
Teste de Aptidão Física;
Paratletas.

KEYWORDS:

Visual Impairment;
Physical Fitness Testing;
Para-Athletes.

PUBLICADO:

29 agosto 2023

RESUMO

INTRODUÇÃO: O goalball é um esporte paralímpico desenvolvido especialmente para pessoas com deficiência visual. Embora a dinâmica do jogo ocorra por ações intermitentes subsidiadas pelo metabolismo anaeróbio alático, a exigência da modalidade é predominantemente aeróbia. Dessa forma, considerando a importância desse parâmetro para a manutenção e recuperação dos esforços, sua avaliação é fundamental para o treinamento do goalball.

OBJETIVO: Avaliar um protocolo progressivo específico para a determinação da potência aeróbia máxima em jogadores de goalball.

MÉTODOS: Um teste progressivo, denominado Fit-Go, foi desenvolvido e aplicado em 10 jogadores do sexo masculino. A reprodutibilidade e validade do Fit-Go foram testadas, respectivamente, com base nos momentos teste e reteste e, reteste e fase de verificação.

RESULTADOS: O teste Fit-Go demonstrou reprodutibilidade ao assumir que: (i) as análises de variância do consumo de oxigênio e frequência cardíaca não apresentaram efeitos entre os momentos teste e reteste, e; (ii) variações similares foram encontradas na percepção subjetiva de esforço. O Fit-Go se mostrou válido para as análises da frequência cardíaca máxima e concentração pico de lactato, uma vez que essas variáveis não apresentaram diferenças para ambas as situações de validação (i.e. reteste e esforço de verificação). A efetividade do Fit-Go no cumprimento de três ou mais critérios de exaustão confirmaram a funcionalidade do teste como um protocolo específico de intensidade progressiva para jogadores de goalball.

CONCLUSÃO: Treinadores(as) e cientistas do esporte podem utilizar o Fit-Go como protocolo progressivo máximo para jogadores(as) de goalball.

ABSTRACT

BACKGROUND: Goalball is a paralympic sport developed especially for people with visual impairments. Although the game occurs through intermittent actions subsidized by anaerobic alactic metabolism, the predominance is aerobic. Thus, considering the importance of this parameter for the maintenance and recovery of efforts, its evaluation is essential for *goalball* training.

OBJECTIVE: To analyze the reproducibility and validity of a specific graded exercise test to determine maximum aerobic capacity in goalball players.

METHODS: A progressive test, Fit-Go, was developed and applied to 10 male players. The reproducibility and validity of the Fit-Go were tested, respectively, based on the test and retest and retest and verification phases.

RESULTS: The Fit-Go test demonstrated reproducibility, assuming that: (i) the analysis of variance of oxygen consumption and heart rate showed no effects between the test and retest moments; (ii) similar variations were found in the rated perceived exertion. The Fit-Go proved valid for analyzing maximum heart rate and peak lactate concentration since these variables did not show differences for both validation situations (i.e., retest and verification effort). The effectiveness of Fit-Go in filling three or more exhaustion criteria confirmed the functionality of the test as a specific progressive intensity protocol for goalball players.

CONCLUSION: Coaches and sports scientists should use Fit-Go as a maximum progressive protocol for goalball players.

INTRODUÇÃO

O *goalball* é um esporte coletivo paralímpico, desenvolvido para pessoas com deficiência visual. O jogo é composto por ações determinantes de alta intensidade e curta duração, que são subsidiadas pelo metabolismo anaeróbio alático (ALVES et al., 2018). A dinâmica cíclica dessas ações, caracterizam o desenvolvimento consecutivo de princípios ofensivos e defensivos durante um jogo efetivo de dois tempos de 12 minutos cronometrados (MORATO et al., 2017). Dessa forma, constante disponibilização e restabelecimento energético são requeridos para a manutenção e recuperação dos esforços da partida, salientando a predominância aeróbia no *goalball* (ALVES et al., 2018).

Captar, transportar e utilizar o oxigênio durante o jogo são atividades atribuídas à potência aeróbia dos praticantes, a fim de restabelecer parte dos estoques de fosfocreatina muscular e manter a execução das ações e um volume maior de tempo (GUARBI et al., 2015; MILIONI et al., 2017). Durante uma partida, 56% da disponibilização energética advém da via aeróbia e sua taxa de utilização tem correlação inversa com a frequência de recuperações no jogo. Dessa forma, quanto maior for a potência aeróbia dos(as) praticantes, menor é a frequência de ações recuperativas (ALVES et al., 2018). Sabendo das diversas contribuições que a potência aeróbia tem para o desempenho no *goalball* e, ainda, que o próprio estímulo do jogo contribui para o aumento da aptidão física dos(as) praticantes (AKINOGLU; KOCAHAN, 2018; FURTADO et al., 2016; KARAKAYA; AKI; ERGUN, 2009), como avaliar o desempenho aeróbio de maneira específica nos jogadores?

Protocolos progressivos até a exaustão são usualmente utilizados para a análise de variáveis fisiológicas submáximas e máximas, como é o caso da potência aeróbia máxima, a partir do incremento da intensidade (*i.e.* velocidade ou inclinação) em esteiras ergométricas ou ainda da potência de saída em cicloergômetros (BENTLEY; NEWELL; BISHOP, 2017). Embora esses procedimentos frequentemente estimem o metabolismo energético por calorimetria indireta (MILIONI et al., 2017), testes em ergômetros não condizem com a especificidade organizacional do *goalball* (MORATO et al., 2012) e tornam-se análises com baixa especificidade (ALVES et al., 2018) e credibilidade para sua aplicação por não preservam a validade ecológica (DAVIDS, 1988).

Testes de campo como, corrida e caminhada de uma milha (FURTADO et al., 2016; KARAKAYA; AKI; ERGUN, 2009) ou *Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1* (GOULART-SIQUEIRA et al., 2018), foram realizados com jogadores de *goalball* e se mostraram válidos e eficientes ao avançar os limites laboratoriais para avaliar o metabolismo aeróbio de jogadores de *goalball*. Entretanto, a especificidade advinda dos princípios táticos-técnicos nas fases ofensivas e defensivas (MORATO; GOMES; ALMEIDA, 2012) ainda não foram alcançadas com esses testes de campo.

Na busca pela especificidade da modalidade na avaliação física, Gulick e Malone (2011) propuseram um teste de campo (*modified beep test*), composto por ações de ataque e defesa representativas do jogo, com o objetivo de avaliar a potência aeróbia em atletas de *goalball*. As autoras verificaram uma alta correlação ($r=0,77$) entre o teste proposto e um teste incremental em cicloergômetro. Este avanço

permitiu uma alternativa para os(as) treinadores(as) avaliarem, prescreverem e monitorarem o condicionamento aeróbio de atletas de *goalball*. Embora muito relevante e inovador, o estudo possui algumas características procedimentais, como a não utilização do elemento estrutural “bola” durante o teste de campo e o uso do protocolo incremental em cicloergômetro para a análise de validade do método, que não são específicos para jogadores(as) de *goalball*.

Frente à pouca exposição de conteúdos relacionados à proposição de avaliações específicas no *goalball* (SIMIM et al., 2018) e considerando as possíveis adaptações de um teste físico já proposto para esta modalidade na literatura (GULICK; MALONE, 2011), o objetivo deste estudo foi avaliar um protocolo progressivo específico para a determinação da potência aeróbia máxima em jogadores de *goalball*.

MÉTODOS

O cálculo amostral foi realizado pelo *software G-power* (v. 3.1.9.4). Com um valor alfa admitido de 0,05 e potência estatística de 80%, foram obtidas dez pessoas pelo cálculo. Dessa forma, participaram voluntariamente do presente estudo dez jogadores do sexo masculino (idade média = $40\pm 11,36$ anos; massa corporal = $85,09\pm 17,83$ kg; estatura $1,72\pm 0,07$ m; experiência no *goalball* de 6 ± 7 anos) sem histórico de lesões musculoesqueléticas e participantes do campeonato estadual de *goalball* de 2019. Todos os procedimentos foram iniciados após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa para Seres Humanos da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (CAAE: 93692318.0.0000.5659; Parecer nº 2.808.287), e com a concordância por escrito, após a apresentação oral, do termo de consentimento livre e esclarecido.

Este estudo contempla os processos de análise de um protocolo progressivo específico em quadra, denominado *Fit-Go*. Este protocolo foi primeiramente baseado nas características de um teste de exercício incremental. Dessa forma, a partir da delimitação do início e duração dos estágios, definição dos incrementos e estabelecimentos dos critérios de exaustão, o exercício do teste pode permitir a determinação de variáveis fisiológicas submáximas e máximas (BENTLEY; NEWELL; BISHOP, 2017). O *Fit-Go* também se pautou no estudo das autoras Gulick e Mallone (2011), portanto, preservou a especificidade do exercício em quadra, mas, incrementou o uso da bola de *Goalball*, deixando mais específico quanto às ações tático-técnicas do jogo.

Para as análises de reprodutibilidade, o *Fit-Go* foi aplicado e replicado em duas situações distintas (*i.e.*, teste e reteste), nas quais, análises da variância e de índices de reprodutibilidade de variáveis fisiológicas foram verificadas. A validade do protocolo foi testada pelo cumprimento de critérios de exaustão previamente estabelecidos e pela comparação de duas situações (*i.e.* reteste e esforço de verificação) sob o comportamento de variáveis fisiológicas.

Desenvolvimento do teste progressivo de campo: Fit-Go

Como já mencionado, os procedimentos que contemplam um protocolo progressivo [*i.e.* aquecimento e aumento progressivo da intensidade ao longo dos estágios

até a exaustão (BENTLEY; NEWELL; BISHOP, 2017)] foram aprimorados para a elaboração do *Fit-Go*. Considerando que o teste foi desenvolvido para jogadores de *goalball* (i.e. pessoas com deficiência visual) em um cenário específico (i.e. quadra esportiva), a contabilização e sinalização para os esforços dos protocolos foram constantemente realizadas por um aplicativo gratuito para *smartphone* (*Exercise Timer*, *Neuron Digital*). Ainda, os esforços físicos envolvidos foram adaptados de estudos prévios que utilizaram ações representativas do jogo (GULICK; MALONE, 2011):

- 1) Ação 1 (Defesa): em posição de expectativa na demarcação de 1,5 metros paralela à linha do gol na área de defesa, o avaliado simula uma ação defensiva a partir do sinal sonoro com o deslize pela impulsão dos membros inferiores ou superiores;
- 2) Ação 2 (Transição ofensiva): o avaliado se levanta e retorna até a trave deslocando-se de costas, onde o avaliador entrega a bola sinalizando sua localização ao encostá-la no peito do avaliado;
- 3) Ação 3 (Arremesso): o avaliado realiza um arremesso em progressão com bola até o limite da área de defesa – três metros da trave;
- 4) Ação 4 (Transição defensiva): o avaliado retorna à posição inicial defensiva em expectativa – veja Figura 1).

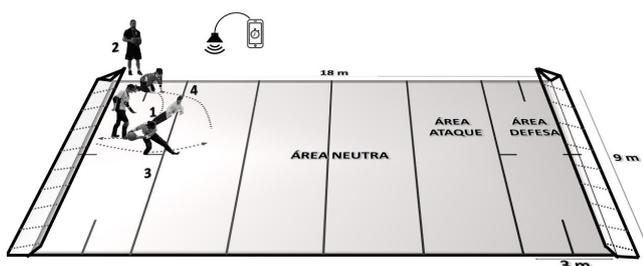


Figura 1. Ciclo de ações que compõem o *Fit-Go*. Ação 1 (Defesa); Ação 2 (Transição ofensiva); Ação 3 (Arremesso); e Ação 4 (Transição defensiva).

Fonte: Autoria própria

O comprometimento da aprendizagem incidental pela pessoa com deficiência visual, foi considerado para a elaboração do teste (LIEBERMAN, 2017). Por isso, o estímulo das informações sensoriais remanescentes foi utilizado (OLIVEIRA FILHO et al., 2006) e fortalecido durante o processo de familiarização do *Fit-Go*. Dessa forma, em momentos prévios durante os treinamentos, o ciclo de ações (1, 2, 3 e 4) propostas pelo *Fit-Go*, foram implementadas aos atletas, para que estes aprendessem sobre o teste e fornecessem feedbacks sobre seu desenvolvimento. A partir da experimentação das ações, foi possível estabelecer a organização lógica e os procedimentos para a aplicação do *Fit-Go*.

O protocolo foi composto por uma ordenação de estágios que perduraram por aproximadamente um minuto (Tabela 1). Cada estágio foi composto por frequências pré-estabelecidas do ciclo de ações 1, 2, 3 e 4 (veja a Figura 1). A progressão da intensidade nos estágios ocorreu pelo aumento da densidade da sequência (i.e. incremento no número de ciclos de ações para um menor tempo de execução). Dessa forma, a cada novo estágio foi acrescentado um novo ciclo de ações e diminuído em um segundo

a duração desse estágio. Os três primeiros estágios foram concebidos como períodos adaptativos, nos quais a dinâmica da realização do protocolo foi constantemente praticada e aprimorada. Portanto, o número de ciclos foi mantido, sendo reduzida apenas a duração de sua execução. Em seguida, a progressão dos estágios foi realizada até a exaustão ou a incapacidade do participante em voltar para a primeira ação do ciclo por pelo menos três vezes consecutivas.

Tabela 1. Caracterização procedimental do protocolo progressivo *Fit-Go*.

Ordenação dos Estágios	Número de ciclos cumpridos	Duração (segundos)	
		De cada ciclo (ações de 1 a 4)	Dos estágios
<i>Adaptação</i>			
1	4	15	60
2	4	14	56
3	4	13	52
<i>Progressão</i>			
4	5	12	60
5	6	11	66
6	7	10	70
7	8	9	72
8	9	8	72
9	10	7	70
10	11	6	66
n+1	n+1	n-1	F*S

Nota: o número de estágios variou de acordo com o desempenho dos participantes, portanto: n = número anterior da mesma coluna; F*S = multiplicação entre o número de ciclos e o tempo de realização no mesmo estágio.

Análises da aplicabilidade do Fit Go

O experimento foi realizado em uma quadra específica para a prática de *goalball*, com piso em epóxi sem juntas ou relevos, como forma de padronizar as adaptações e facilidades de acesso já conhecidas pelos jogadores de *goalball*. As demarcações táteis da quadra foram cheçadas previamente e correspondem aos fios proeminentes (i.e. barbantes) sob fitas adesivas de cor contrastante, conforme as regras oficiais da modalidade. Diante disso, a aplicabilidade do teste foi analisada como base em análises de reprodutibilidade e validade do *Fit-Go* correspondem a três situações distintas: teste (i.e. protocolo *Fit-Go*), reteste (i.e. protocolo *Fit-Go*) e esforço de verificação (i.e. esforço máximo na intensidade correspondente ao último estágio alcançado na situação teste) (NOLAN; BEAVEN; DALLECK, 2014).

Vale destacar que, os estágios finais incompletos na situação "teste" foram considerados para o esforço de verificação, apenas quando o número de ciclos cumpridos excedeu 50% da frequência pré-determinada. A situação reteste foi aplicada 72 e 96 horas após o teste para três e sete participantes, respectivamente. O esforço de verificação foi realizado no mesmo dia do reteste para nove atletas (i.e. aproximadamente 30 minutos após recuperação do último esforço). Além disso, para um atleta, a fase de verificação foi aplicada 96 horas após o reteste, devido a uma falha técnica na configuração da sinalização dos esforços pelo aplicativo utilizado.

A reprodutibilidade do *Fit-Go* foi verificada pela: a) análise da variância de quatro variáveis fisiológicas [*i.e.*, consumo de oxigênio (VO_2) em repouso (VO_{2BASAL}) e após o exercício (VO_{2PICO}); concentrações sanguíneas de lactato ([Lac]) em repouso ([Lac]_{BASAL}) e após o exercício ([Lac]_{PICO}); frequência cardíaca (FC) em repouso (FC_{BASAL}), durante os estágios e após o exercício ($FC_{MÁX}$); e, percepção subjetiva do esforço (PSE) durante os estágios e após o exercício]; e b) pela verificação de três índices de reprodutibilidade [*i.e.* coeficiente de correlação intraclasse (CCI); erro tí_{PICO} (ET); e, coeficiente de variação (CV%)].

A validade foi testada pelo cumprimento de critérios de exaustão previamente estabelecidos: coeficiente respiratório (QR > 1,0); $FC_{MÁX}$ > 95% da predita para idade; [Lac]_{PICO} > 8,0 mM; PSE score 10 (EDVARSDEN; HEM; ANDERSSON, 2014); VO_{2PICO} obtido no esforço de verificação < VO_{2PICO} obtido na situação teste (NOLAN; BEAVEN; DALLECK, 2014); pela efetividade do protocolo (*i.e.* indivíduos que cumpriram três ou mais critérios de exaustão); e pela análise comparativa de quatro variáveis fisiológicas (*i.e.* VO_{2PICO} , $FC_{MÁX}$, [Lac]_{PICO} e PSE).

Em complemento e, como parte do processo de análise de um novo teste de aptidão física, treinadores(as) de *goalball* e os jogadores(as) participantes deste estudo foram questionados sobre a razoabilidade e aceitabilidade do *Fit-Go* (validade do constructo e facial, respectivamente) (CRONBACH, 1988). De maneira informal, questões foram apresentadas durante o desenvolvimento do protocolo e de sua familiarização: (i) o teste contempla as ações do jogo?; (ii) a presença da bola é relevante?; (iii) a progressão no teste condiz com a progressão da intensidade?; entre outras perguntas. Todos os respondentes afirmaram a representatividade do *Fit-Go* para a aplicação com jogadores de *goalball*. Os peritos da modalidade certificaram que o protocolo preenchia as necessidades técnicas (*i.e.* composição pelas quatro ações presentes na auto-organização do jogo: defesa, transição ofensiva, arremesso com a bola e transição defensiva) (MORATO; GOMES; ALMEIDA, 2012) e de um teste progressivo (*i.e.* aquecimento e aumento progressivo da intensidade ao longo dos estágios até a exaustão) (BENTLEY; NEWELL; BISHOP, 2017).

As análises do VO_{2BASAL} e VO_{2PICO} foram realizadas por calorimetria indireta (FERRANNINI, 1988; MILIONI et al., 2017) utilizando-se da técnica de retro extrapolação (ALVES et al., 2018; CAMPOS et al., 2017; CHAVERRI et al., 2016; LÉGER; SELIGER; BRASSARD, 1980) por meio dos analisadores de gases metabólicos Quark e K4b2 (Cosmed, Roma, Itália), calibrados seguindo as diretrizes do fabricante antes do início das avaliações. A utilização destes dois analisadores de gases foi necessária para o cumprimento das avaliações no período de coletas pré-determinado. Evidências científicas apontam que ambos os equipamentos apresentam variações dentro do limite de concordância, quando aplicados em um mesmo protocolo em dias diferentes (ELSENMAN et al., 2003).

Para a análise do consumo de oxigênio em repouso, a linha de amostra do analisador de gases foi acoplada ao participante e o VO_{2BASAL} foi assumido como a média dos valores de VO_2 durante um minuto. Enquanto, para a análise após o exercício, utilizando-se da técnica de retro extrapolação, foi possibilitado ao participante desempenhar

o protocolo progressivo sem o acoplamento da máscara (LÉGER; SELIGER; BRASSARD, 1980). E, imediatamente após a exaustão no teste (aproximadamente 3 segundos), o participante foi fixado à linha de amostra, instruído a respirar normalmente e permanecer sentado e estático em uma cadeira ao lado do local da quadra (*i.e.* exatamente ao lado do espaço de avaliação). Os valores de VO_2 dos primeiros 30 segundos de recuperação foram transformados em log e plotados linearmente em função do tempo. Com a adição da linha de tendência no gráfico, o valor do intercepto-y da equação da reta, após reversão dos valores do logaritmo, foi considerado o VO_{2PICO} (CAMPOS et al., 2017).

Para as análises das [Lac] foram obtidas amostras de 25 μ L de sangue do lóbulo da orelha por meio de lancetas e coletas por capilares calibrados. O sangue coletado foi depositado em tubos eppendorf com 50 μ L de fluoreto de sódio (concentração de 1%). As amostras foram congeladas a -12°C para análise em equipamento específico (Lactímetro YSI-2300, *Yellow Springs Instruments*®, Ohio, EUA).

A normalidade dos dados foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk, pelo qual, foi observado uma distribuição normal dos valores imputados. A comparação entre os protocolos de *Fit-Go* nas situações teste e reteste foi realizada por meio de uma análise de variância para modelos mistos contendo fatores fixos (situação e estágio) e randômicos (sujeito). Esta análise foi seguida pelo teste *pos-hoc* de Sidak, quando necessário.

O coeficiente de correlação intraclasse (CCI) [0,90 - 1,00 = excelente; 0,80 - 0,89 = boa; 0,60 - 0,79 = regular; <0,59 = fraca, (GIANNICHI, 1984)], erro típico (ET) e coeficiente de variação (CV) (HOPKINS, 2000). O cumprimento dos critérios nas situações teste e reteste foram verificados por meio do teste Qui-quadrado com consequente interpretação pelo teste de Fisher. Por fim, as respostas do *Fit-Go* da situação reteste foram comparadas aos valores do esforço de verificação por meio do teste t de *Student* para amostras dependentes. Todas as análises foram realizadas no *software* SPSS versão 20.0 (IBM Corp., NY, USA), adotando-se um nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta as respostas fisiológicas durante as situações teste e reteste, para as comparações no domínio do tempo (*i.e.* valores de repouso e valores na exaustão), situação e interação (*i.e.* teste e reteste). O VO_2 demonstrou efeitos significativos do tempo ($F=167,8$; $p < 0,01$), mas nenhum efeito significativo das situações ($F=1,02$; $p=0,33$) ou interações ($F=0,48$; $p=0,49$). Resultados semelhantes foram observados para a FC, a qual apresentou efeitos do tempo ($F=26,2$; $p=0,001$), mas não da situação ($F=1,67$; $p=0,20$) ou interação ($F=0,38$; $p=0,88$).

A similaridades dos valores na comparação teste e reteste sinalizam a reprodutibilidade dos resultados para essas variáveis (*i.e.* VO_2 e FC). Apesar da PSE ter apresentado efeitos significativos do tempo ($F=41,6$; $p=0,01$) e da situação ($F=5,62$; $p=0,02$), não houve interações significativas ($F=0,84$; $p=0,53$), o que indica variações similares entre o teste e reteste. A [Lac] foi a única variável que demonstrou valores dependentes da situação de avaliação (*i.e.* valores superiores na situação teste). Isto porque em suas análises, houve efeitos significativos do tempo ($F=252,8$;

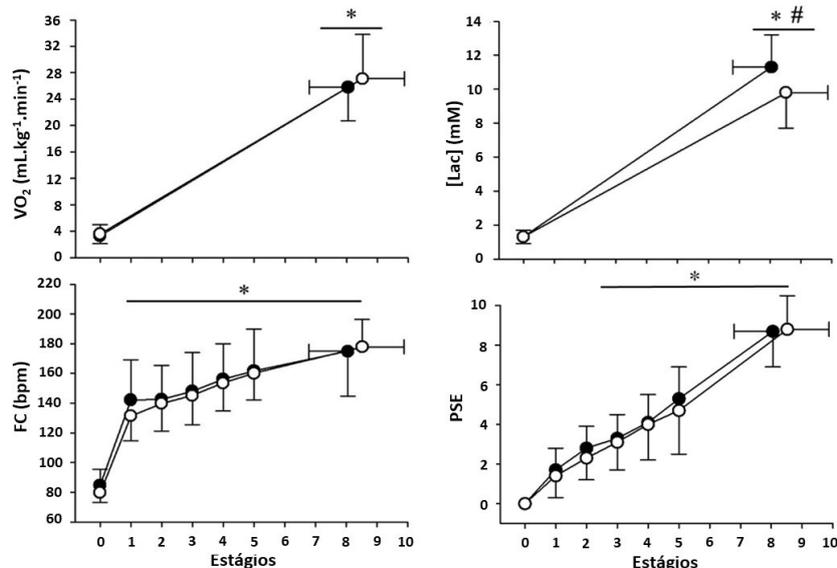


Figura 2. Valores médios e desvio padrão do consumo de oxigênio (VO_2) e concentrações sanguíneas de lactato ([Lac]) em repouso e após o exercício; frequência cardíaca (FC) e percepção subjetiva de esforço (PSE) em repouso, durante os estágios e após o exercício.

Nota: Símbolos fechados = teste; Símbolos abertos = reteste;

* Efeitos significativos do tempo em relação aos valores de repouso ($p < 0,05$);

Efeitos do tempo e da situação com interação significativa ($p < 0,05$).

$p = 0,001$), da situação ($F = 7,18$; $p = 0,015$) e, também, uma interação significativa ($F = 7,96$; $p = 0,011$).

A Tabela 2 apresenta os valores obtidos para os índices de reprodutibilidade. Foi atingido um nível "bom" de precisão da medida para o CCI da PSE, "regular" para VO_2 e [Lac] e "fraco" para FC. Baixos erros típicos acompanhados de valores dentro do esperado para o CV% (*i.e.* aproximadamente 10%) (ATKINSON; NEVILL, 1998) foram demonstrados para todas as variáveis analisadas.

Tabela 2. Índices de reprodutibilidade das variáveis observadas nas situações teste e reteste.

Variáveis	CCI	ET	CV%
PSE (u.a.)	0,84*	0,7	7,9
VO_2 (mL.Kg ⁻¹ .min ⁻¹)	0,71*	3,2	12,4
[Lac] (mM)	0,64*	1,2	11,7
FC (bpm)	0,52*	17,3	9,9

* $p < 0,05$.

Nota: CCI = Coeficiente de correlação intraclass; ET = Erro típico; CV% = Coeficiente de variação; VO_2 = Consumo de oxigênio; FC = Frequência cardíaca; PSE = Percepção subjetiva de esforço; [Lac] = Concentrações sanguíneas de lactato.

A Tabela 3 demonstra as frequências observadas no cumprimento dos diferentes critérios para a determinação do VO_{2PICO} . O teste qui-quadrado não demonstrou associação entre a situação e o cumprimento dos diferentes critérios e isto salienta que foi similar o número de participantes que cumpriram e não cumpriram os critérios verificados em ambas as situações. Inclusive o último critério da tabela, de efetividade do *Fit-Go* (*i.e.* participantes, que cumpriram três ou mais critérios), não foi associado entre as situações.

A Figura 3 demonstra as comparações realizadas entre o teste incremental da situação reteste e o esforço de verificação realizado em aproximadamente 30 minutos após a recuperação. Apenas os valores de VO_{2PICO} e QR foram significativamente diferentes ($p < 0,04$). Para o VO_{2PICO} apenas dois participantes aumentaram seus valores durante a fase de verificação (*i.e.* + 0,25 e + 3,43 mL.kg⁻¹.min⁻¹, respectivamente). Dos participantes que não atingiram o critério

do QR (*i.e.* quatro avaliados), dois aumentaram seus valores após o esforço de verificação. As [Lac] foram inferiores a 8 mM apenas para um participante, o que se manteve após o esforço de verificação. Resultados semelhantes foram observados para a FC (*i.e.* dois participantes). A PSE do esforço de verificação foi obtida apenas para 50% dos participantes, impossibilitando as comparações com a situação reteste.

Importante destacar que para todos os resultados obtidos foi descartada a possibilidade de efeitos de aprendizagem (CAVAZZOTTO et al., 2014; WATT; HOPKINS; SNOW, 2002). Além da experiência prática dos participantes com o *goalball* e, portanto, compreensão total das habilidades motoras exigidas no jogo e no *Fit-Go*, o processo de familiarização ao protocolo foi implementado previamente ao desenvolvimento deste experimento. Para tanto, os resultados aqui apresentados foram decorrentes do estímulo ao teste e não pela adaptação (aprendizagem) dos atletas a ele.

Tabela 3. Quantidade de participantes que cumpriram ou não cumpriram os critérios para determinação do consumo VO_{2PICO} de oxigênio nas situações teste e reteste.

Variáveis	Teste		Reteste		p
	Cumpriram	Não cumpriram	Cumpriram	Não cumpriram	
95% da FC_{MAX}	8 (8,0)	2 (2,0)	8 (8,0)	2 (2,0)	1,00
PSE score 10	5 (5,0)	5 (5,0)	5 (5,0)	5 (5,0)	1,00
[Lac] > 8mM	10 (9,5)	0 (0,5)	9 (9,5)	1 (0,5)	0,99
QR > 1,0	7 (6,5)	3 (3,5)	6 (6,5)	4 (3,5)	0,99
Verificação	8 (7,5)	2 (2,5)	8 (7,5)	2 (2,5)	1,00
Efetividade	10 (9,5)	0 (0,5)	8 (9,0)	2 (0,5)	0,47

Nota: FC = Frequência cardíaca (> 95% da FC_{MAX} predita para idade); PSE = Percepção subjetiva de esforço (score 10); [Lac] = Concentrações sanguíneas de lactato (> 8,0 mM); QR = coeficiente respiratório (> 1,0); Verificação (VO_{2PICO} obtido no esforço de verificação < VO_{2PICO} obtido na situação teste); Efetividade: funcionalidade do protocolo em determinar o consumo pico de oxigênio (indivíduos que cumpriram três ou mais critérios).

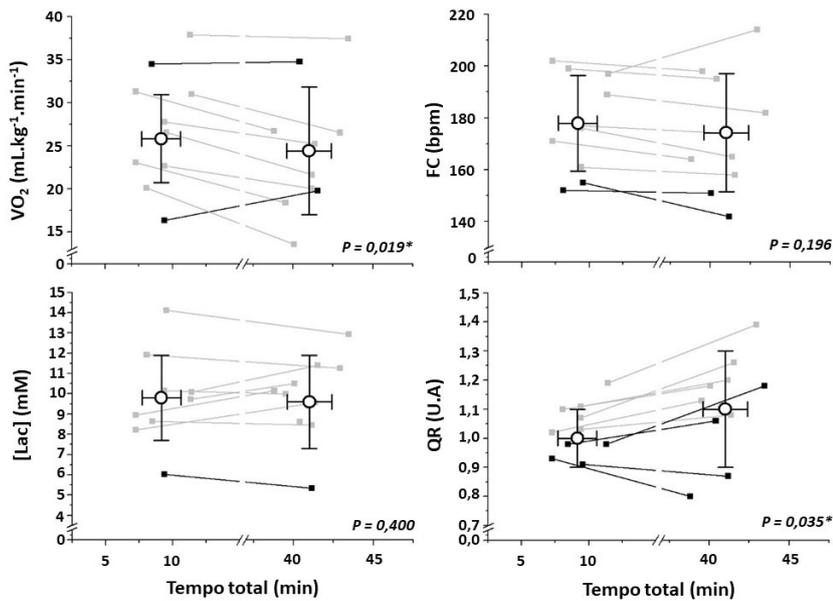


Figura 3. Valores médios e desvio padrão do consumo de oxigênio (VO_2), frequência cardíaca (FC), concentrações sanguíneas de lactato ([Lac]) e quociente respiratório (QR) ao final da situação reteste (símbolos vazios à esquerda) e após a exaustão no esforço de verificação (símbolos vazios à direita).

Nota: Símbolos em cinza = valores apresentados pelos participantes que cumpriram os respectivos critérios para a determinação do VO_{2PICO} ;

Símbolos em preto = valores apresentados pelos participantes que não cumpriram os respectivos critérios para a determinação do VO_{2PICO} .

* Efeitos significativos ($p < 0,05$).

Fonte: Autoria própria.

O objetivo do presente estudo foi analisar um protocolo progressivo específico para a determinação da potência aeróbia máxima em jogadores de *goalball*. Nossos resultados confirmaram a reprodutibilidade nas situações teste e reteste do *Fit-Go* assumindo que: (i) as análises de variância do VO_2 e FC não apresentaram efeitos da situação; e (ii) a PSE obteve variações similares e bons índices de reprodutibilidade. O valor do VO_{2PICO} obtido na situação reteste não foi confirmado no esforço de verificação. Contudo, a efetividade do *Fit-Go* no cumprimento de três ou mais critérios de exaustão em 100% e 80% dos participantes na situação teste e reteste, respectivamente, confirmaram a funcionalidade do protocolo na determinação da potência aeróbia máxima de jogadores de *goalball*. Além disso, o *Fit-Go* se mostrou válido para as análises de dois índices máximos (*i.e.* $FC_{MÁX}$ e $[Lac]_{PICO}$), uma vez que essas variáveis não apresentaram diferenças no reteste e esforço de verificação. Os resultados acima expostos asseguram a utilização do *Fit-Go* como um protocolo progressivo específico para a determinação da potência aeróbia de jogadores de *goalball*.

Consistência, precisão operacional e temporal (ATKINSON; NEVILL, 1998) foram obtidas no *Fit-Go* para as variáveis VO_2 , FC e PSE. Considerando que análises de reprodutibilidade de testes de campo são usualmente desenvolvidas e validadas para a aplicação no contexto prático, os resultados obtidos no presente estudo detêm uma significância prática do procedimento (MORROW; JACKSON, 1993). Adaptado da proposta de Gulick e Malone (2011), o *Fit-Go* foi bem-sucedido como um teste incremental até a exaustão por meio de esforços específicos baseados nas fases ofensiva e defensiva do *goalball* (MORATO; GOMES; ALMEIDA, 2012).

A análise do consumo de oxigênio para a determinação da potência aeróbia foi diferente dos procedimentos anteriormente aplicados com praticantes de *goalball*. A calorimetria indireta de forma ininterrupta em teste laboratorial (ALVES et al., 2018; GULICK; MALONE, 2011) foi ocasionalmente alterada para um procedimento válido sem o acoplamento constante da máscara do analisador

de gases: a técnica de retro extrapolação (LÉGER; SELIGER; BRASSARD, 1980). Baseada em experiências prévias com jogadores de *goalball*, esse procedimento potencializa a especificidade do protocolo quando aplicada em ambiente esportivo, principalmente por reduzir os constrangimentos impostos pelo uso do equipamento durante o exercício (ALVES et al., 2018; CAMPOS et al., 2017; CHAVERRI et al., 2016). Os resultados oriundos da reprodutibilidade do VO_2 no *Fit-Go* confirmam a capacidade de reproduzir esta variável sob essa nova perspectiva de avaliação em contexto paradesportivo.

O *Fit-Go* se mostrou efetivo no cumprimento de três ou mais critérios mínimos de exaustão em 100% e 80% dos participantes na situação teste e reteste, respectivamente. Para o alcance do cumprimento integral dos critérios, acreditamos, primeiramente, que a familiarização com o protocolo deve ser intensificada com os(as) jogadores(as), principalmente, com relação à noção de exaustividade. Considerando que a exigência do *goalball* é predominantemente aeróbia (ALVES et al., 2018), um jogo pode ocorrer sem que haja um estado de exaustão. Logo, os limites e extensões do incremento da intensidade das ações podem ser desconhecidos aos atletas.

Além disso, o controle nutricional para análise do QR (JEUKENDRUP; WALLIS, 2005) e a familiarização com a PSE (*i.e.* inclusão desse método na rotina de treinamento) (FOSTER et al., 2001) são necessárias em futuras pesquisas que pretendam utilizar essas variáveis como critérios de exaustão. As análises da [Lac] como critério se mostraram mais eficazes entre todas as variáveis verificadas, provavelmente pelas ações de deslocamento para defender a bola, em posição horizontal no solo seguidas pelas ações de se levantar do solo, e para arremessar em posição vertical.

Dessa forma, como foi realizado por Gulick e Malone (2011), o teste de campo ("*modified beep test*") foi associado ao teste incremental em cicloergômetro (*i.e.* com procedimento "padrão ouro") e contribuiu para a determinação e predição da potência aeróbia máxima em jogadoras de *goalball*. Na busca por mais especificidade nas análises, as

comparações para a validação no presente estudo foram feitas entre um teste proposto (*i.e.* *Fit-Go*) e por um esforço máximo baseado no mesmo conteúdo das atividades do *Fit-Go*. Nesse sentido, a fim de confirmar os índices máximos obtidos no *Fit-Go*, um esforço de verificação foi utilizado (NOLAN; BEAVEN; DALLECK, 2014). Aplicado pelo menos após 30 minutos de recuperação do último teste realizado, um protocolo com intensidade próxima a 100% da VO_{2PICO} foi implementado até a exaustão dos participantes. Ainda assim, o VO_{2PICO} apresentou diferença entre as situações reteste e esforço de verificação e a confirmação da potência aeróbia máxima, por esse método, não foi obtida. Entretanto, a $FC_{MÁX}$ e $[Lac]_{PICO}$ foram confirmadas no esforço de verificação e, portanto, se mostraram válidas no *Fit-Go*.

CONCLUSÃO

Treinadores(as) e cientistas do esporte podem e devem utilizar o *Fit-Go* como protocolo progressivo máximo para jogadores de *goalball*. A consistência operacional e temporal das medidas do teste foi comprovada e, por isso, as medidas são confiáveis para a replicação do protocolo. Nesse sentido, a FC e PSE se mostraram de baixo custo para aplicação, são reprodutíveis e apropriadas para o estabelecimento de âncoras fisiológicas para o treinamento. Embora o VO_{2PICO} não tenha sido confirmado no esforço de verificação, a efetividade do *Fit-Go* no cumprimento de três ou mais critérios de exaustão foi assegurada e a capacidade de determinar a potência aeróbia máxima foi identificada. Dessa forma, junto à validação do protocolo pelos treinadores e participantes do estudo, nossos achados salientam a possibilidade de identificação de índices físicos relacionados ao desempenho para a avaliação, prescrição e monitoramento de equipes de *goalball* de nível amador.

Limitações advindas da falta de controle nutricional e pouca familiarização com o estado de exaustão pelos atletas precisam ser salientadas. Futuros estudos podem aprimorar a aplicabilidade do *Fit-Go* ao controlar esses fatores, bem como, propor análises longitudinais para avaliar a eficácia do teste a longo prazo e sua sensibilidade ao treinamento. Finalmente, é importante salientar que todos os participantes, inclusive os treinadores, receberam um relatório resumido em áudio com os principais resultados e possíveis implicações práticas para o desempenho no treinamento esportivo de *goalball*.

AGRADECIMENTOS

Nossos sinceros agradecimentos aos atletas participantes, à Associação dos Deficientes Visuais de Ribeirão Preto e Região (ADEVIRP) por ceder o espaço para o experimento e aos membros dos laboratórios Grupo de Estudos em Pedagogia do Esporte e Análise de Jogo (GEPEAJ-RP) e do Grupo de Estudos em Ciências Fisiológicas e Exercício (GECIFEX) pela colaboração com este estudo.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores do estudo declaram não haver conflito de interesses.

FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo nº 141378/2021-2).

REFERÊNCIAS

- AKINOGLU, B.; KOCAHAN, T. Comparison of muscular strength and balance in athletes with visual impairment and hearing impairment. *Journal of Exercise Rehabilitation*, v. 14, n. 5, p. 765-70, 2018. DOI: <https://doi.org/10.12965/jer.1836304.152>
- ALVES, I. S.; KALVA-FILHO, C. A.; AQUINO, R.; TRAVITZKI, L.; TOSIM, A.; PAPOTI, M.; MORATO, M. P. Relationships between aerobic and anaerobic parameters with game technical performance in elite *goalball* athletes. *Frontiers in Physiology*, v. 9, Article 1636, p. 1-10, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01636>
- ATKINSON, G.; NEVILL, A. M. Statistical methods for assessing measurement error (Reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine*, v. 1998, n. 4, p. 2017-38, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1049/ic:19970197>
- BENTLEY, D. J.; NEWELL, J.; BISHOP, D. Incremental exercise test design and analysis: Implications for performance diagnostics in endurance athletes. *Sports Medicine*, v. 37, n. 7, p. 575-86, 2017. DOI: <https://doi.org/10.2165/00007256-200737070-00002>
- CAMPOS, E. Z.; KALVA-FILHO, C. A.; GOBBI, R. B.; BARBIERI, R. A.; ALMEIDA, N. P.; PAPOTI, M. Anaerobic contribution determined in swimming distances: Relation with performance. *Frontiers in Physiology*, v. 8, Article 755, p. 1-6, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00755>
- CAVAZZOTTO, T. G.; BRAZ, A. G.; FERREIRA, S. A.; QUEIROGA, M. R. Efeito da aprendizagem no desempenho de repetidos testes de Wingate. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, v. 36, n. 1, p. 59-69, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0101-32892014000100005>
- CHAVERRI, D.; IGLESIAS, X.; SCHULLER, T.; HOFFMANN, U.; RODRÍGUEZ, F. A. Estimating peak oxygen uptake based on postexercise measurements in swimming. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 11, p. 419-24, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0524>
- CRONBACH, L. J. Five perspectives on validity argument. In: WAINER, H.; BRAUN, H. I. (Orgs.) *Test validity*. New York: Routledge, 1988. p. 3-17.
- DAVIDS, K. Ecological validity in understanding sport performance: some problems of definition. *Quest*, v. 40, n. 2, p. 126-36, 1988. DOI: <https://doi.org/10.1080/00336297.1988.10483894>
- EDVARDSEN, E.; HEM, E.; ANDERSEN, S. A. End criteria for reaching maximal oxygen uptake must be strict and adjusted to sex and age: A cross-sectional study. *PLoS ONE*, v. 9, n. 1, p. 18-20, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085276>
- EISENMANN, J. C.; BRISKO, N.; SHADRICK, D.; WELSH, S. Comparative analysis of the Cosmed Quark b2 and K4b2 gas analysis systems during submaximal exercise. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v. 43, n. 2, p. 150-5, 2003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12853896/>
- FERRANNINI, E. The theoretical bases of indirect calorimetry: A review. *Metabolism*, v. 37, n. 3, p. 287-301, 1988. DOI: [https://doi.org/10.1016/0026-0495\(88\)90110-2](https://doi.org/10.1016/0026-0495(88)90110-2)
- FOSTER, C.; FLORHAUG, J. A.; FRANKLIN, J.; GOTTSCHALL, L.; HROV, L. A.; SUZANNE, P.; DOLESHAL, A.; DODGE, C. A New approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 15, n. 1, p. 109-15, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1519/00124278-200102000-00019>
- FURTADO, O. L. P. C.; MORATO, M. P.; POTENZA, M.; GUTIERREZ, G. L. Health-related physical fitness among young *goalball* players with visual impairments. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, v. 110, n. 4, p. 257-67, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1177/0145482x1611000405>
- GHARBI, Z.; DARDOURI, W.; HAJ-SASSI, R.; CHAMARI, K.; SOUSSI, N. Aerobic and anaerobic determinants of repeated sprint ability in team sports athletes. *Biology of Sport*, v. 32, n. 3, p. 207-12, 2015. Disponível em: https://www.termedia.pl/Journal/-78/pdf-25742-10?filename=5_22044%20Article.pdf
- GIANNICHI, R. S. *Medidas e avaliação em educação física*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- GOULART-SIQUEIRA, G.; BENÍTEZ-FLORES, S.; FERREIRA, A. R. P.; ZAGATTO, A. M.; FOSTER, C.; BOULLOSA, D. Relationships between different field test performance measures in elite *goalball* players. *Sports*, v. 7, n. 6, p. 1-7, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports7010006>
- GULICK, D. T.; MALONE, L. A. Field test for measuring aerobic capacity in paraplegic *goalball* athletes. *International Journal of Athletic Therapy & Training*, v. 16, n. 5, p. 22-5, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1123/ijatt.16.5.22>
- HOPKINS, W. G. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Medicine*, v. 30, n. 1, p. 1-15, 2000. DOI: <https://doi.org/10.2165/00007256-200030010-00001>

JEUKENDRUP, A. E.; WALLIS, G. A. Measurement of substrate oxidation during exercise by means of gas exchange measurements. *International Journal of Sports Medicine*, v. 26, n. 1, Supplement, S28-S37, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-2004-830512>

KARAKAYA, İ. Ç.; AKI, E.; ERGUN, N. Physical fitness of visually impaired adolescent *goalball* players. *Perceptual and Motor Skills*, v. 108, n. 1, p. 129-36, 2009. DOI: <https://doi.org/10.2466/pms.108.1.129-136>

LÉGER, L. A.; SELIGER, V.; BRASSARD, L. Backward extrapolation of VO_2 max values from O_2 recovery curve. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 12, n. 1, p. 24-7, 1980.

LIEBERMAN, L. J. Visual impairments. In: WINNICK, J. P.; PORRETTA, D. L. (Orgs.). *Adapted physical education and sport*. 6. ed. Champaign: Human Kinetics, 2017.

MILIONI, F.; ZAGATTO, A. M.; BARBIERI, R. A.; ANDRADE, V. L.; SANTOS, J. W. dos; GOBATO, C. A.; ...; PAPANOTI, M. Energy systems contribution in the running-based anaerobic sprint test. *International Journal of Sports Medicine*, v. 38, n. 3, p. 226-32, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0042-117722>

MORATO, M. P.; FURTADO, O. L. P. C.; GAMERO, D. H.; MAGALHÃES, T. P.; ALMEIDA, J. J. G. Development and evaluation of an observational system for *goalball* match analysis. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, v. 39, n. 4, p. 398-407, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rbce.2016.08.002>

MORATO, M. P.; GOMES, M. S. P.; ALMEIDA, J. J. G. Os processos auto-organizacionais do *goalball*. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, v. 34, n. 3, p. 741-60, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-32892012000300015>

MORROW, J. R.; JACKSON, A. W. How "significant" is your reliability? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, v. 64, n. 3, p. 352-5, 1993. DOI: <https://doi.org/10.1080/02701367.1993.10608821>

NOLAN, P. B.; BEAVEN, M. L.; DALLECK, L. Comparison of intensities and rest periods for VO_2 max verification testing procedures. *International Journal of Sports Medicine*, v. 35, n. 12, p. 1024-9, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0034-1367065>

OLIVEIRA FILHO, C. W.; MATARUNA, L.; SQUARISI, A. J.; ARAÚJO, P. F.; ALMEIDA, J. J. G. As relações do jogo e o desenvolvimento motor na pessoa com deficiência visual. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, v. 27, n. 2, p. 131-47, 2006. Disponível em: <http://revista.cbce.org.br/index.php/RBCE/article/view/97>

SIMIM, M. A. M.; SILVA, B. V. C.; FACUNDO, L. A.; FERNANDES, L. A.; MOTA, G. R. O estado da arte das pesquisas em esportes coletivos para pessoas com deficiência: uma revisão sistemática. *Arquivos de Ciências do Esporte*, v. 6, n. 1, p. 5-10, 2018. DOI: <https://doi.org/10.17648/aces.v6n1.2526>

SPENCER, M.; BISHOP, D.; DAWSON, B.; GOODMAN, C. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Medicine*, v. 35, n. 12, p. 1025-44, 2005. DOI: <https://doi.org/10.2165/00007256-200535120-00003>

WATT, K. K. O.; HOPKINS, W. G.; SNOW, R. J. Reliability of performance in repeated sprint cycling tests. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 5, n. 4, p. 354-61, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1440-2440\(02\)80024-X](https://doi.org/10.1016/S1440-2440(02)80024-X)

E-MAIL DOS AUTORES

Isabella Alves (Autor Correspondente)

✉ santosalvesisabella@gmail.com

Carlos Augusto Kalva-Filho

✉ kalvafilho@yahoo.com.br

Carlos Dellavechia de Carvalho

✉ carlos_dellavechia@hotmail.com

Danilo Rodrigues Bertucci

✉ danbertucci9@hotmail.com

Julia Causin Andreosi

✉ juandreossi18@gmail.com

Felipe Alves Ribeiro

✉ felipealves1856@gmail.com

Jônatas Augusto Cursiol

✉ joe_a_c@hotmail.com

Ciro Winckler

✉ ciro.winckler@unifesp.br

Marcelo Papoti

✉ mpapoti@yahoo.com.br

Márcio Pereira Morato

✉ mpmorato@usp.br