

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI**

**Programa de Pós-Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional**

**Andreza Letícia Gomes**

**AVALIAÇÃO DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA PELO  
*INCREMENTALSHUTTLE WALKING TEST* EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES  
ASSINTOMÁTICOS DO SEXO MASCULINO**

Diamantina

2018

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI**

**Programa de Pós-Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional**

**Andreza Letícia Gomes**

**AVALIAÇÃO DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA PELO  
*INCREMENTALSHUTTLE WALKING TEST* EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES  
ASSINTOMÁTICOS DO SEXO MASCULINO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Hércules Ribeiro Leite

Coorientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Amaral Mendonça

Diamantina

2018

Ficha Catalográfica - Sistema de Bibliotecas/UFVJM  
Bibliotecária: Jullyele Hubner Costa CRB-6/2972

G633a Gomes, Andreza Leticia.

Avaliação da aptidão cardiorrespiratória pelo *Incremental Shuttle Walking Test* em crianças e adolescentes assintomáticos do sexo masculino / Andreza Leticia Gomes. – Diamantina, 2018.  
62 p. il.

Orientador: Hércules Ribeiro Leite

Coorientadora: Vanessa Amaral Mendonça

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional) –Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

1. *Incremental shuttle walking test*. 2. Aptidão cardiorrespiratória.  
3. Consumo máximo de oxigênio. I. Leite, Hércules Ribeiro. II. Mendonça, Vanessa Amaral. III. Título.

**CDD 612.044**

Elaborada com os dados fornecidos pela autora.

**Andreza Letícia Gomes**

**AVALIAÇÃO DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA PELO  
INCREMENTAL SHUTTLE WALKING TEST EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES  
ASSINTOMÁTICOS DO SEXO MASCULINO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Hércules Ribeiro Leite

Data de aprovação 10/11/2017

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vanessa Amaral Mendonça  
Faculdades de Ciências Biológicas e da Saúde-UFVJM

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vanessa Pereira de Lima  
Faculdades de Ciências Biológicas e da Saúde-UFVJM

---

Prof<sup>a</sup>. Ana Paula Nogueira Nunes  
Faculdades de Ciências Biológicas e da Saúde-UFVJM

Diamantina

## **DEDICATÓRIA**

A minha mãe, Zu, por sonhar comigo meus sonhos.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me amparar em todos os momentos, por guiar meu caminho e fornecer forças para seguir em frente e finalizar essa gratificante etapa da minha vida.

Aos meus pais, pelo berço, pelos valores, por me tornarem quem sou pelo amparo e amor incondicional.

A minha família, por acreditarem no meu sonho e me ajudarem a concretizá-lo.

A minha sobrinha Alice, por ser luz, por me motivar diariamente a ser e fazer o melhor.

Ao meu afilhado Marcelo, por me trazer alegria e tornar essa caminhada mais leve.

Aos meus amigos, Angélica, Endi, pelas risadas, pelos conselhos, por me acompanharem nessa trajetória.

A Tati e Crislaine, pelas muitas horas de trabalho árduo doado.

Ao meu orientador Hércules, por lapidar o talento, aparar os excessos, corrigir os equívocos e me ajudar a concretizar esse plano que pra mim é tão importante.

A minha coorientadora Vanessa, pela sabedoria ao conduzir esse trabalho, fazendo com que houvesse crescimento não só acadêmico, mas também pessoal.

Aos professores e colegas do departamento de Fisioterapia.

Aos professores e colegas do Programa de Pós-graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional.

Aos adolescentes e seus responsáveis que contribuíram para a realização desse estudo.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente com o aprendizado adquirido.

## EPÍGRAFE

*“Seja como os pássaros que, ao pousarem um instante sobre ramos muito leves, sentem-nos ceder, mas cantam! Eles sabem que possuem asas.”*

(Victor Hugo)

## RESUMO

O *Incremental Shuttle Walking Test* (ISWT) vem sendo utilizado na avaliação da aptidão cardiorrespiratória (ACR) de crianças e adolescentes com diferentes condições de saúde. Não se sabe se a resposta cardiorrespiratória apresentada por adolescentes saudáveis no ISWT irá se assemelhar aquela induzida pelo teste de esforço cardiopulmonar (TECP). Os objetivos deste estudo foram: (1) Avaliar se o ISWT é um teste máximo para adolescentes assintomáticos do sexo masculino. (2) Propor uma equação matemática para prever o pico do consumo de oxigênio ( $VO_2$  pico) e, (3) testar a confiabilidade dessa equação para essa população. **Métodos:** No primeiro estágio do estudo, 26 participantes realizaram o ISWT e o TECP. No segundo estágio 50 participantes realizaram o ISWT duas vezes. Em ambos os estágios foram avaliados  $VO_2$  pico, a frequência cardíaca máxima (FC máx.) e o pico da razão de troca respiratória (R pico). No terceiro estágio foram comparados os valores do  $VO_2$  pico preditos pela equação criada e obtidos de forma direta no ISWT. **Resultados:** Não houve diferença significativa no  $VO_2$  pico, R pico e FC máx. obtidos no ISWT e TECP. Os valores encontrados para o  $VO_2$  pico ( $r = 0,44$ ,  $p = 0,002$ ) e R pico ( $r = -0,53$ ,  $p < 0,01$ ) obtidos no ISWT e TECP apresentaram correlação moderada e significativa, além de concordância na análise de Bland-Altman. A velocidade da marcha foi a variável que explicou 48% ( $R^2 = 0,48$ ,  $p = 0,000$ ) da variação no  $VO_2$  pico no ISWT. Foi criada a equação  $VO_2 \text{ previsto} = 5,490 + (17,093 \times \text{Velocidade da Marcha})$ . Os resultados obtidos pela equação foram comparados com os valores obtidos pelo analisador de gases e nenhuma diferença significativa foi encontrada entre eles. **Conclusões:** Em crianças e adolescentes do sexo masculino o ISWT é um teste de esforço máximo com repercussões cardiorrespiratórias similares ao TECP. A equação preditiva proposta é uma estimativa viável para predição do  $VO_2$  pico para essa população.

**Palavras-chave:** *Incremental shuttle walking test*; aptidão cardiorrespiratória; consumo máximo de oxigênio.

## ABSTRACT

The *Incremental Shuttle Walking Test (ISWT)* has been used to evaluate the Cardiorespiratory Fitness (CRF) of children and adolescents with different pathological conditions. It is unknown whether the cardiorespiratory response presented by asymptomatic adolescents in ISWT will be similar to that induced by Cardiopulmonary Exercise Stress Test (CEPT). The aims of this study were: (1) To evaluate whether ISWT is a maximum test for asymptomatic male adolescents. (2) To propose a mathematical equation to predict peak oxygen consumption ( $VO_2$  peak) and (3) To test the reliability of this equation on this population. **Methods:** In the first stage of the study, 26 participants performed the ISWT and the CEPT. In the second stage 33 participants performed the ISWT twice. In both stages, peak  $VO_2$ , maximal heart rate (HR max) and peak respiratory rate (peak R) were evaluated. In the third stage, the peak  $VO_2$  values predicted by the equation created and obtained directly in the ISWT were compared. **Results:** There was no significant difference in the peak  $VO_2$  ( $p > 0.05$ ), peak R ( $p > 0.05$ ) and maximum HR obtained in ISWT and CEPT. The values found for the  $VO_2$  peak ( $r = 0.44$ ,  $p = 0.002$ ) and peak R ( $r = -0.53$ ,  $p < 0.01$ ) obtained in the ISWT and CEPT presented a moderate correlation and agreement in the analysis of Bland-Altman analysis. The gait speed was the variable that explained 48% ( $R^2 = 0.48$ ,  $p = 0.000$ ) of the variation in the peak  $VO_2$ . The  $VO_2$  peak equation =  $5.490 + (17.093 \times \text{Gait Speed})$  was created. The results obtained by the equation were compared with the values obtained by the gas analyzer and no significant differences were found between them ( $p > 0.05$ ). **Conclusion:** ISWT produced a cardiorespiratory response comparable to CEPT in asymptomatic male adolescents, and the developed equation presented viability to predict peak  $VO_2$  in adolescents.

**Key words:** *Incremental shuttle walking test*; cardiorespiratory fitness; maximum oxygen consumption.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|          |   |  |    |
|----------|---|--|----|
| Figura 1 | Ilustração 1-   | Esquema representativo do percurso ISWT..... | 24 |
| Figura 2 | – Concordância entre $\text{VO}_2$ pico obtidos no ISWT e TECP..... |  | 29 |
| Figura 3 | – Concordância entre R pico obtidos no ISWT e TECP.....             |  | 30 |



## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 – Características gerais dos participantes do primeiro estágio.....  | 27 |
| Tabela 2 – Comparação entre os resultados das variáveis cardiorrespiratórias ao final do teste, obtidos no ISWT e TECP..... | 28 |
| Tabela 3 – Características gerais dos participantes do segundo estágio.....   | 31 |



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACR - Aptidão cardiorrespiratória

AF – Aptidão Física

ApFRS – Aptidão física relacionada á saúde

ApFDM – Aptidão física relacionada ao desempenho motor

OMS – Organização Mundial da Saúde

AAHPED – Associação Americana de Saúde, Educação física, Esportes e Dança.

PROESP-BR – ProjetoEsporte Brasil

ISWT – *Incremental Shuttle Walking Test*

VO<sub>2</sub>máx. – Consumo máximo de oxigênio

VO<sub>2</sub>pico – Pico do consumo de oxigênio

TECP – Teste de esforço cardiopulmonar

R pico – Pico da razão de troca respiratória

CO<sub>2</sub> – Dióxido de carbono

FC – Frequência cardíaca

FC máx. – Frequência cardíaca máxima

% FC máx. - Porcentagem da frequência cardíaca máxima prevista para a idade

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>14</b> |
| <b>2 JUSTIFICATIVA .....</b>                                      | <b>20</b> |
| <b>3 OBJETIVOS.....</b>   | <b>21</b> |
| 3.1 Objetivo geral.....   | 21        |
| 3.2 Objetivos específicos.....                                    | 21        |
| <b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>                                  | <b>22</b> |
| 4.1 Tipo de estudo e aspectos éticos.....                         | 22        |
| 4.2 População do estudo.....                                      | 22        |
| 4.3 Procedimentos.....  | 22        |
| 4.4 Avaliação da composição corporal.....                         | 23        |
| 4.5 Avaliação da aptidão cardiorrespiratória.....                 | 24        |
| 4.6 Incremental shuttle walking test.....                         | 24        |
| 4.7 Teste de esforço cardiopulmonar.....                          | 25        |
| <b>5 RESULTADOS.....</b>  | <b>27</b> |
| 5.1 Primeiro estágio .....  | 27        |
| 5.2 Segundo estágio.....  | 27        |
| <b>6 DISCUSSÃO.....</b>   | <b>33</b> |
| <b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                | <b>38</b> |
| <b>8 REFERÊNCIAS.....</b>   | <b>39</b> |
| <b>ANEXO 1 APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA.....</b>                  | <b>45</b> |
| <b>APÊNDICE A TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO...46</b> |           |
| <b>APENDICE B CARTA DE APRESENTAÇÃO.....</b>                      | <b>49</b> |
| <b>APENDICE C QUESTIONÁRIO SEMI ESTRUTURADO.....</b>              | <b>51</b> |
| <b>APENDICE D FICHA DE DADOS.....</b>                             | <b>52</b> |
| <b>APÊNDICE E ARTIGO 1 .....</b>                                  | <b>54</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A palavra aptidão é conceituada como qualidade do que é apto, habilidade, disposição, conjunto de requisitos necessários para exercer algo, capacidade natural ou adquirida. Já a palavra física refere-se aquilo que é corpóreo, material, relativo às leis da natureza. Sendo que a composição das duas palavras, aptidão física, no sentido etimológico das mesmas leva a uma associação de ideias que indica que o indivíduo está apto corporalmente (BOHME, 2003).

Em 1988, na conferência sobre exercício, aptidão e saúde realizada em Toronto, no Canadá, foi proposto pela Organização Mundial da Saúde (OMS) o seguinte conceito para aptidão física: capacidade de desempenhar de modo satisfatório trabalhos musculares, compreendendo aptidão cardiorrespiratória (ACR), a força e resistência muscular, a flexibilidade, a composição corporal, a atividade física habitual e a hereditariedade (FARIAS *et al.*, 2010).

Para alguns autores a aptidão física expressa uma capacidade funcional direcionada a realização de esforços físicos associados à prática de atividades físicas, representadas por um conjunto de componentes relacionados à saúde e um conjunto de componentes relacionados ao desempenho atlético ou motor (CASPERSEN, 1985).

A partir da década de 60 a aptidão física relacionada à saúde (ApFRS) passou a ser subdividida em aptidão física relacionada à saúde e aptidão física relacionada ao desempenho atlético ou motor (FLEISHMAN, 1964). Esse mesmo autor determinou os componentes da aptidão física, quais sejam a flexibilidade de extensão do tronco, flexibilidade dinâmica, força explosiva, força estática, força de tronco, equilíbrio corporal total, coordenação corporal e resistência cardiorrespiratória. Tendo como base os estudos de FLEISHMAN (1964) a partir da década de 70, uma série de discussões surgiu com o intuito de se determinar quais os componentes da aptidão física deveriam ser destacados. Nesse sentido, no início da década de 80, a *American Alliance for Health Physical Education, Recreation and Dance* (AAHPERD) baseados na ideia de que níveis adequados de aptidão física deveriam ser objetivados e alcançados durante todas as fases da vida, mas principalmente durante a infância e adolescência propuseram uma bateria de testes para a ApFRS, sugerindo assim a legítima e definitiva divisão entre ApFRS e aptidão física relacionada ao desempenho motor. A bateria de medidas e testes da AAHPERD foi definida, portanto, a partir de alguns componentes da aptidão física associados com a prevenção de doenças e promoção de saúde física. Com base nisso, ApFRS foi definida como um contínuo de múltiplas características, que se estende do nascimento à morte. Os componentes selecionados para avaliação da ApFRS foram: ACR,

função neuromuscular da região inferior do tronco, função músculo-articular da região inferior e anteroposterior do tronco, e posterior da coxa e a composição corporal.

Neste contexto, a ACR pode ser definida como a capacidade dos sistemas circulatório e respiratório em fornecer oxigênio aos músculos durante o exercício físico, de intensidade moderada a alta, envolvendo grandes grupos musculares por longos períodos de tempo (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE- ACMS, 2003).

A ACR, acompanhada da aptidão musculoesquelética (flexibilidade, força e resistência muscular) e composição corporal integram a ApFRS que, por sua vez, é um importante componente da aptidão física (AAHPERD, 1980).

A ACR tem justificada sua importância na medida em que se configura como um elemento chave para a ApFRS e desempenho esportivo em geral, bem como com a saúde cardiovascular (BRUNETO *et al.*, 2005; BATISTA *et al.*, 2017).

Dessa forma, tal componente tem servido tanto como um parâmetro para a seleção de atletas de diferentes modalidades esportivas quanto para a análise de aptidão física de indivíduos não atletas (ACMS, 2003).

A avaliação da ACR é comumente realizada com o objetivo de fornecer parâmetros para a prescrição e preparação de programas de exercícios, bem como fornecer informações sobre a tolerância ao exercício em diversas condições de saúde (NICI *et al.*, 2006); PALANGE *et al.*, 2007). Alguns estudos apontam que baixos índices de ACR na idade adulta podem estar associados a algumas doenças crônico-degenerativas tais como: hipertensão arterial sistêmica, doença coronariana, obesidade, câncer e diabetes (ARMSTRONG, 1985). Os autores também relatam que tais doenças podem ter início em algum momento da infância, uma vez que devido ao conforto proporcionado pela vida moderna, a crescente violência urbana, a constante redução de espaços para a prática de esportes e lazer, entre outros fatores, os níveis de atividade física habitual e aptidão física de crianças e jovens estão cada vez menores (HASKELL *et al.*, FARIAS *et al.*, 2010). Sendo assim, os fatores de risco cardiovasculares presentes nos adultos estão associados também com suas experiências de atividade física e exercício físico durante a infância e adolescência (BASSET *et al.*, 2001; RONQUE *et al.*, 2010).

Mediante o conceito da ACR infere-se que a mesma depende, portanto, de componentes pulmonares, cardiovasculares e hematológicos do fornecimento de oxigênio bem como, dos mecanismos oxidativos do músculo durante o exercício (VAN, 2012; RAMIREZ *et al.*, 2017). O consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$  máx.) representa a taxa mais alta de oxigênio que um indivíduo consegue consumir durante um exercício, e é amplamente

reconhecido como a melhor medida da ACR (ARMSTRONG, 1985; PALUDO *et al.*, 2012). O primeiro estudo que teve como tema o  $\text{VO}_2$  máx. de crianças data de 1938 (ROBINSON *et al.*, 1937)

O  $\text{VO}_2$  máx. é apontado por diversos autores (ARMSTRONG, 1985; MAHONEY, 1992; LEE, 2005) como um parâmetro fisiológico objetivo e capaz de indicar a ACR em crianças e adolescentes. O  $\text{VO}_2$  máx. corresponde à capacidade máxima que o sujeito tem de captar, transportar e utilizar oxigênio. A determinação do  $\text{VO}_2$  máx. pode ser realizada de forma direta, por ergoespirometria, que proporciona uma medida bastante válida do  $\text{VO}_2$  máx. (BASSET *et al.*, 2001). Em contrapartida, há a necessidade de equipamentos de alto custo operacional, avaliadores especializados e demanda de tempo prolongado em cada medição, o que se torna inviável em avaliações populacionais.

Segundo Bar-Or (1987), em indivíduos entre 5 e 17 anos de idade o  $\text{VO}_2$  máx. para correr ou caminhar numa mesma velocidade decrescem com o aumento da idade em ambos os sexos, porém ocorre de forma mais acentuada entre os meninos. Neste estudo o autor pôde observar que, ao se deslocarem numa velocidade de 10 km/h, o consumo de oxigênio ( $\text{VO}_2$ ) de uma criança foi em média 8ml/kg/min maior que o  $\text{VO}_2$  de um adolescente. Sendo assim, o autor coloca que adolescentes podem realizar a mesma tarefa motora com economia de aproximadamente 20% do  $\text{VO}_2$  máx. em comparação as crianças (VERSCHUREN *et al.*, 2011). Essas diferenças podem acentuar-se entre indivíduos praticantes e não praticantes de programas de treinamento esportivo ou programas de treinamento de exercícios físicos e ginásticas corporais (VASQUES, 2007). Comparados aos adultos, indivíduos jovens geralmente possuem valores de  $\text{VO}_2$  máx. menores quando expressos em litros por minuto (l/min). Entretanto, quando os valores são ajustados para a massa corporal (ml/kg/min) o  $\text{VO}_2$  máx. dos jovens torna-se relativamente similar aos apresentados por adultos (LÉGER, 1982; TANAKA, 2001). O critério convencional para a obtenção do  $\text{VO}_2$  máx. durante um teste de exercício é a estabilização ou platô do consumo de oxigênio, a despeito do aumento na intensidade do exercício. Porém, há mais de 50 anos atrás, Astrand *et al.* (1986) demonstrou que essa resposta não é típica da maioria das crianças e adolescentes (ABREU *et al.*, 2007). Tornou-se mais comum usar então o termo  $\text{VO}_2$  pico, o  $\text{VO}_2$  mais alto obtido durante um teste de exercício progressivo até a exaustão, para descrever a ACR de jovens.

Para a obtenção do  $\text{VO}_2$  pico faz-se necessário que o indivíduo realize um esforço de máxima intensidade. Uma das variáveis que indicam que o sujeito alcançou esse feito é a razão de troca respiratória ( $R$ ). Essa variável representa a relação entre a produção de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e o volume de oxigênio consumido. Durante a oxidação biológica de

carboidratos, proteínas e lipídeos formam-se grandes quantidades de CO<sub>2</sub>. Portanto, pelo comportamento dessa variável é possível estimar a participação proporcional do substrato energético que está sendo utilizado durante o exercício (ARMSTRONG, 2006). Ao realizarmos um exercício com um  $R$  de 0,7 significa, na prática, que estamos consumindo mais lipídeos; se o  $R$  for de 0,8 estamos consumindo mais proteínas e ao atingir o valor de  $R$  igual a 1,0, há um consumo maior de carboidratos como substrato para a realização do esforço. A medida que ocorre um incremento na intensidade do exercício ocorre também um aumento no valor numérico do  $R$  e, portanto, ao atingir a intensidade máxima do exercício o analisador de gases aponta valores numéricos do  $R$  maiores ou iguais a 1,1 (ARMSTRONG, 2006).

Outra variável que indica que o indivíduo está realizando um exercício de intensidade máxima é a frequência cardíaca (FC) alcançada durante sua realização. Se em um teste de exercício progressivo, o indivíduo apresentar uma FC superior a 90% da frequência cardíaca máxima (%FC<sub>máx.</sub>) prevista para a idade pode-se considerar que ele alcançou a intensidade máxima do esforço e que o VO<sub>2</sub> pico reflete o limite da ACR (ARMSTRONG, 2006).

Por fim, a literatura aponta que a presença de sinais claros de cansaço, traduzidos por sudorese aumentada, taquipneia são também parâmetros fisiológicos que indicam a realização de um esforço de intensidade máxima (ARMSTRONG, 2006).

Os princípios gerais que se aplicam às respostas do corpo e as adaptações ao exercício são os mesmos para crianças, adolescentes e adultos. No entanto, existem algumas particularidades da fisiologia do exercício em crianças que são consequentes ao aumento da massa corporal e da maturação que se acelera durante o desenvolvimento (PRADO *et al.*, 2010).

Existe um aumento absoluto do VO<sub>2</sub> máx. com a idade, com aumento mais rápido nos meninos que nas meninas. Este aumento no VO<sub>2</sub> máx. está intimamente relacionado com o aumento da massa muscular, de modo que se considerarmos o VO<sub>2</sub> máx. corrigido por indicadores de massa muscular, não há aumento no valor do VO<sub>2</sub> máx. com a idade em crianças e adolescentes do sexo masculino (VO<sub>2</sub> máx. \massa corporal permanece constante), enquanto existe uma diminuição progressiva do VO<sub>2</sub> máx. das crianças e adolescentes do sexo feminino (VO<sub>2</sub> máx. \diminuição da massa corporal) (LÉGER, 1982; JUNIOR *et al.*, 2005; GOMES *et al.*, 2014).

A AAHPERD (1988) propôs a avaliação dos componentes da ApFRS mediante a utilização de pontos de corte criados com base em escalas normativas, sendo específicas para cada sexo e idade em crianças e adolescentes. No entanto, a utilização desses pontos de corte

requerem certos princípios metodológicos, principalmente porque são provenientes de estudos realizados ainda na década de 70-80, apenas com a população de crianças e adolescentes norte-americanas, ou seja, população que tem seu contexto social, cultural, político e econômico, ambiental e biológico próprios (ORTEGA *et al.*, 2007). Diante da necessidade de dados empíricos sobre a ApFRS de crianças e jovens brasileiros foi criado o Projeto Esporte Brasil (PROESP-BR) em 1994. Assim, constituiu-se um banco de dados adequados para orientar estudos no sentido de sugerir diagnósticos e de propor pontos de corte de avaliação da população escolar brasileira no âmbito do crescimento corporal, do estado nutricional, da aptidão física relacionada ao desempenho motor e da ApFRS (PALUDO *et al.*, 2012).

Os testes de campo apresentam como principais vantagens o baixo custo operacional, a fácil administração, a possibilidade de avaliação de um grande número de sujeitos simultaneamente, além de propiciar ao avaliado a realização do teste no ambiente específico da sua prática cotidiana (RODRIGUES *et al.*, 2006; RONQUE *et al.*, 2007). A literatura aponta vários testes de campo que são utilizados na população de crianças e adolescentes, tais como, corrida\caminhada de 9 minutos (BERGMAN *et al.*, 2013) e corrida/caminhada de uma milha (AAHPERD, 1980). Entretanto, estes testes possuem a desvantagem de serem influenciados por fatores externos, tal como a motivação do indivíduo e pelo ritmo da caminhada ser ditado pelo próprio voluntário (SELVADURAI *et al.*, 2003).

O *Incremental Shuttle Walking Test* (ISWT) foi padronizado inicialmente em adultos com doença pulmonar obstrutiva crônica (SINGH *et al.*, 1992), e posteriormente aplicado em diversas condições de saúde (GEDDES *et al.*, 2000; JURGENSEN *et al.*, 2015). Mais recentemente tem sido utilizado em crianças e adolescentes (LANZA *et al.*, 2015) idosos (VAN, 2012) e adultos assintomáticos (NEVES *et al.*, 2015).

O ISWT é um teste de estrutura incremental e limitado por sintomas, com o ritmo ditado externamente (SINGH *et al.*, 1992). O formato incremental do ISWT provoca um aumento progressivo da carga de trabalho. Em função dessa característica, a literatura aponta uma forte correlação entre o desempenho de adultos com disfunções cardiopulmonares no ISWT e no teste de esforço cardiopulmonar (TECP) (SINGH *et al.*, 1992). Não se sabe, no entanto se essa característica se repete nos adolescentes. O ISWT vem sendo amplamente utilizado na população de adultos e é considerado como um teste de intensidade máxima para essa população (PROBST *et al.*, 2012; NEVES *et al.*, 2015). Assim, considerando-se que a ACR é influenciada pela idade, torna-se impossível extrapolarmos esse achado a para a população pediátrica. Neste sentido, o número de estudos que investigaram os efeitos do

ISWT sobre crianças e adolescentes é limitado (SELVADURAI *et al.*, 2003; VERSCHUREN *et al.*, 2011; LANZA *et al.*, 2015).

Recentemente, Lanza *et al.* (2015) realizaram um estudo que teve por objetivo estabelecer uma equação de predição da distância caminhada de crianças e adolescentes assintomáticos. Nesse estudo, o ISWT foi identificado como um teste de intensidade máxima, a partir da medida da FC máx. alcançada pelos sujeitos do estudo. Além disso, estes mesmos autores propuseram uma equação de predição da distância caminhada, porém não testaram a mesma na população do estudo. Sendo assim, permanece na literatura uma lacuna no que diz respeito à validade do ISWT em mensurar a ACR pelo  $VO_2$  pico, bem como de propor uma equação de predição do  $VO_2$  pico de adolescentes assintomáticos.

Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar e correlacionar as respostas cardiorrespiratórias durante o ISWT e o TECP, para então classificar a intensidade do ISWT e para desenvolver e testar uma equação de regressão para prever o  $VO_2$  pico em crianças e adolescentes assintomáticos do sexo masculino.

Nossa hipótese alternativa é a de que o ISWT promoverá respostas cardiorrespiratórias máximas similares ao TECP, e a equação de referência será viável para a predição do  $VO_2$  pico em crianças e adolescentes assintomáticos do sexo masculino.

## 2 JUSTIFICATIVA

Através da avaliação da ACR, é possível avaliarmos a saúde dos sistemas cardiovascular e respiratório dos indivíduos além de investigarmos a tolerância dos mesmos ao exercício. Essas informações levam á prescrição de programas de exercícios personalizados e por esse motivo mais assertivos.

A maneira mais eficiente de se realizar a avaliação da ACR de indivíduos em geral, a ergoespirometria, exige pessoal treinado e equipamentos caros, normalmente disponibilizados somente em laboratórios de pesquisa, o que limita a sua execução. Nesse sentido, variadas são as pesquisas que tratam de testes de avaliação da ACR que possam ser executados fora dos laboratórios (os testes de campo) e que detenham a mesma fidedignidade da ergoespirometria na população adulta, seja ela assintomática ou com alguma condição de saúde.

Diferentemente dos outros testes de campo utilizados na população pediátrica, o ISWT tem característica incremental e controla de maneira até então inédita a influência do operador na execução do teste. Essas características o destacam dentre os outros testes de campo e o aproximam da ergoespirometria. Porém permanece na literatura uma lacuna quanto à intensidade do exercício imposto as crianças e adolescentes durante o ISWT. Será que tal qual o exigido na avaliação da ACR, o ISWT é um teste de intensidade máxima para crianças e adolescentes;

Ao mesmo tempo a criação de uma equação de predição do  $VO_2$ pico de crianças e adolescentes contribui para aproximar a pesquisa da prática clínica uma vez que torna mais prática e exequível a avaliação da ACR.

Por se tratarem de uma população assintomática, os dados obtidos nesse estudo contribuirão com o conhecimento de uma norma brasileira que permitira a prescrição de atividade física de maneira mais específica além de contribuir com o entendimento da baixa tolerância ao exercício presente em variadas condições de saúde que acometem crianças e adolescentes. estímulo sonoro externo ditando o ritmo da passada. Essas características aproximam o seu protocolo da ergoespirometria

Na população pediátrica, ao contrário, encontramos disponíveis um número reduzido de estudos, de maneira que existe na literatura uma lacuna quanto á intensidade que informações a respeito da saúde geral do indivíduo além de tolerância dos indivíduos ao exercício

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

Avaliar o nível de intensidade do ISWT, propor uma equação matemática para prever o  $VO_2$  pico de crianças e adolescentes assintomáticos do sexo masculino.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Conhecer os valores do  $VO_2$  pico, do R pico e da FC máx. apresentados por crianças e adolescentes assintomáticos do sexo masculino ao realizarem o ISWT e o TECP.
- Comparar os valores do  $VO_2$  pico, R pico e FC máx. apresentados por crianças e adolescentes assintomáticos do sexo masculino ao realizarem o ISWT e o TECP.
- Correlacionar as variáveis cardiopulmonares ( $VO_2$  pico, R pico e FCmáx.) apresentadas por crianças e adolescentes assintomáticos do sexo masculino ao realizarem o ISWT e o TECP.
- Propor uma equação matemática que permita estimar o  $VO_2$  pico a partir do ISWT em crianças e adolescentes assintomáticos do sexo masculino.
- Permitir a avaliação da ACR de crianças e adolescentes assintomáticos do sexo masculino sem que para isso seja necessário equipamento especializado ou equipe treinada, aproximando a pesquisa à prática clínica.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Tipo de estudo e aspectos éticos**

Tratou-se de um estudo observacional transversal, no qual os participantes foram submetidos a uma avaliação da ACR. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFVJM (CAAE: 52980816.4.0000.5108) (ANEXO 1).

### **4.2 População do estudo**

Foram convidados a participar estudantes de todas as escolas da rede de ensino pública e particular da cidade de Diamantina\MG, Brasil. Mantivemos contato inicialmente com o superintendente regional de ensino e também com os diretores de todas as instituições, visitamos as escolas e apresentamos o projeto. Somente duas escolas públicas concordaram em participar da pesquisa. Com a autorização dos diretores apresentamos o projeto a todas as turmas disponíveis em cada uma das duas escolas e distribuimos os questionários semi-estruturados (APÊNDICE C). Os alunos foram orientados a mostrar os questionários aos pais ou responsáveis, caso os mesmos autorizassem a participação da criança ou adolescente na pesquisa ele deveria devolver o questionário preenchido e assinado. Em caso de negativa o questionário seria devolvido em branco. Retornamos no dia seguinte às escolas para recolher os questionários. Foram selecionadas as crianças e adolescentes do sexo masculino que atendiam aos seguintes critérios de inclusão: idade entre 12 e 18 anos, idade gestacional ao nascimento igual ou superior a 37 semanas, ausência de doença crônica ou aguda.

Aqueles sujeitos que atendiam a esses critérios foram visitados e os pais ou responsáveis foram intimados a assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A).

O valor obtido do  $VO_2$  máx. pode ser utilizado para classificar a ACR do sujeito. A literatura determina que em crianças e adolescentes, valores iguais ou superiores a 52 ml-kg-min refletem uma ACR característica de um sujeito treinado (PLOWMAN, 2013). Esse poderia ser um viés no estudo, para contorná-lo as crianças e adolescentes que atenderam a esse critério ( $VO_2$  pico  $\geq$  52 ml-Kg-min) foram excluídos da amostra. Foram excluídos também os sujeitos que não detinham a assinatura do TCLE pelos pais ou responsáveis.

### **4.3 Procedimentos**

As sessões experimentais aconteceram em 3 dias consecutivos. No primeiro dia as crianças e adolescentes compareceram acompanhados por seus respectivos pais ou responsáveis ao Laboratório de Fisiologia do Exercício para a avaliação da composição corporal, incluindo medidas de peso, estatura, IMC, e familiarização com os testes e método

utilizado para mensurar o  $VO_2$  pico. A familiarização consistiu da realização do TECP de maneira similar ao dia da coleta propriamente dita.

A avaliação da ACR aconteceu em dois dias consecutivos (dias 2 e 3). Nesses dias as crianças/adolescentes retornaram ao laboratório para realizarem o TECP e o ISWT, de maneira randomizada e em dias alternados.

Somente os dados dos dias 02 e 03 foram analisados no estudo. Toda a coleta ocorreu em um único turno do dia (manhã) e as crianças/adolescentes foram instruídos a comparecer com vestimenta adequada para realização dos testes (short, camiseta e tênis). Foi requerido evitar prática de atividade extenuante e de longa duração, além de não ingerir cafeína nas 24 horas antecedentes ao teste, dormir no mínimo 8 horas na noite anterior, realizar uma refeição leve e ingerir 500 ml de água no mínimo duas horas antes do teste (ACSM, 2003). Ao comparecer ao laboratório, previamente à realização dos testes, os sujeitos da pesquisa foram questionados sobre o cumprimento das recomendações acima e quanto a possíveis intercorrências ou modificações na rotina diária ocorrida ao longo do estudo.

#### **4.4 Avaliação da composição corporal**

As crianças e adolescentes compareceram acompanhados por seus respectivos pais ou responsáveis ao Laboratório de Fisiologia do Exercício para a avaliação da composição corporal, incluindo medidas de peso, estatura e índice de massa corporal (IMC). Para medida de estatura foi utilizado um estadiômetro de metal com precisão de 0,1 cm e a criança/adolescente foi instruída a remover os calçados, ficar na postura vertical, inspirar profundamente e olhar para frente. Para a medida do peso corporal foi utilizada uma balança mecânica de plataforma adulta (110 F, Welmy, São Paulo, Brasil) com precisão de 0,1kg e a criança/adolescente foi orientada a utilizar roupas mais leves.

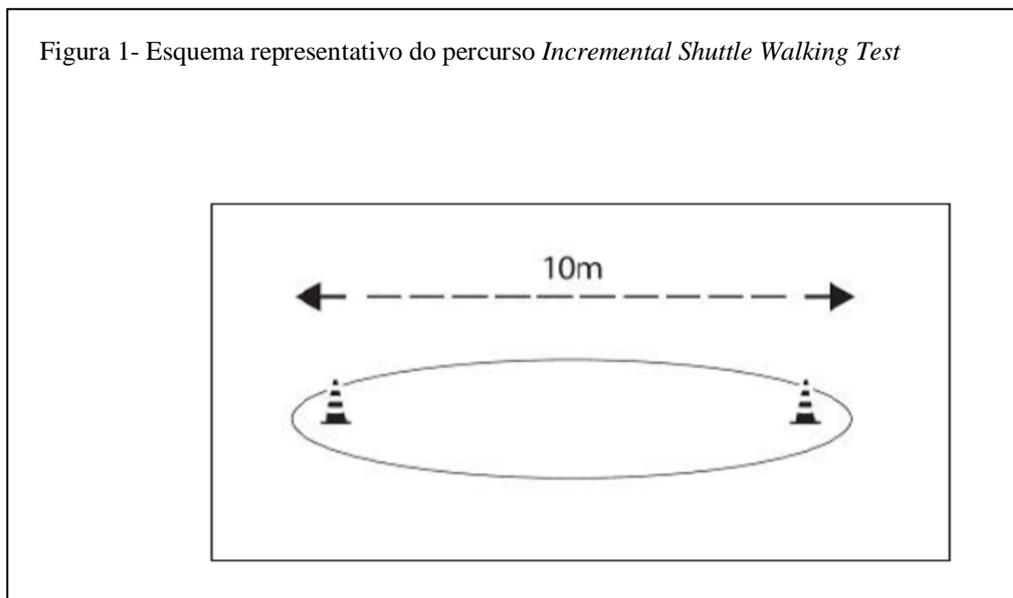
Para o cálculo do IMC foi utilizada a fórmula  $IMC (kg/m^2) = \text{Peso (kg)} / (\text{estatura})^2_x(m^2)$  (Smith *et al.*, 2008).

#### **4.5 Avaliação da aptidão cardiorrespiratória**

A avaliação da ACR consistiu da realização de dois testes, um TECP, e o ISWT. Durante ambos os testes o consumo (captação, transporte e utilização)  $VO_2$  pico foi continuamente monitorado através da espirometria de circuito aberto, pelo sistema de telemetria do analisador de gases K4b2® (COSMED). Para isso, as crianças/adolescentes respiraram utilizando uma máscara facial e utilizaram de um colete que continha a unidade do equipamento. Os dados coletados foram transferidos através de transmissão a rádio do equipamento para um computador próximo ao local do teste.

#### 4.6 Incremental Shuttle Walking Test (ISWT)

O teste de caminhada com carga progressiva ou *Incremental Shuttle Walking Test* (ISWT) foi introduzido por Singh *et al.* (1992). O ISWT é uma versão modificada para pacientes com limitações ventilatórias do *Shuttle Run Test 20 m*, descrito inicialmente para avaliação da capacidade física em crianças, adultos ativos e em atletas em geral por Léger *et al.* (1982). O ISWT consiste em caminhar em terreno plano percorrendo de maneira repetida uma distância conhecida de 10 metros, ao redor de uma marcação de dois cones, separados a uma distância de 9 metros (figura 3). A velocidade da caminhada é ditada por um sinal sonoro, onde a sonorização acústica única indica o tempo em que o paciente deve percorrer a distância predeterminada, alcançar o cone e mudar de direção retornando ao outro cone, enquanto que a sinalização acústica tripla indica a necessidade de aumentar a velocidade para percorrer a distância entre os cones. Durante o teste, os sinais sonoros vão se tornando mais próximos a cada minuto, levando a criança/adolescente a caminhar em uma velocidade cada vez maior. A velocidade inicial é de 0,5 m/s e aumentará em 0,17 m/s a cada minuto, com a duração máxima de 15 minutos. Não são permitidas pausas durante o teste, de forma que a criança/adolescente permaneça marchando no lugar até ouvir o próximo sinal sonoro e reiniciar a caminhada. A prova chegou ao fim completados os 15 minutos, caso a criança/adolescente não fosse capaz de alcançar por uma vez o cone ou se desejasse interromper a prova por sintomas (fadiga, cansaço, vertigem, tontura) desencadeados ao aumentar a velocidade da caminhada ou corrida. Tratou-se, portanto, de uma prova incremental com estágios de até 15 níveis de velocidade (SINGH *et al.*, 1992). Foram registradas as etapas e voltas alcançadas no teste para cálculo da distância percorrida, além da pressão arterial no início e final do teste e a frequência cardíaca a cada mudança de nível de velocidade. A FC máx. prevista para idade da criança ou adolescente foi obtida pela fórmula:  $[208 - (0,7 \times \text{idade})]$  (TANAKA, 2001).

**Figura 1-Ilustração 1**

Fonte: (SINGH *et. al.*, 1992)

O ISWT foi efetuado 2 vezes por cada criança/adolescente, com intervalo de 30 minutos entre eles. Isso para que o efeito do aprendizado do teste tivesse seu efeito diminuído. Os dados considerados e analisados foram àqueles provenientes do ISWT em que o sujeito atingiu a maior distância percorrida (LANZA *et al.*, 2015; NEVES *et al.*, 2015).

#### **4.7 Teste de Esforço Cardiopulmonar**

O protocolo utilizado no TECP na esteira foi baseado na progressão do ISWT, sendo composto por estágios de 1 minuto, com incremento da velocidade a cada minuto, sem aumento da inclinação da esteira. A velocidade inicial foi de 0,5 m/s com acréscimos de 0,17 m/s a cada estágio (NEVES *et al.*, 2015).

Inicialmente a criança/adolescente foi mantida em repouso, sentada por 10 minutos. Foram medidas FC e PA. Todas as medidas foram realizadas no repouso, ao final de cada estágio e na recuperação. Após o repouso inicial, a criança/adolescente foi orientada sobre o teste e posteriormente posicionada na esteira para realização do mesmo.

Durante todo o teste a criança/adolescente foi questionada quanto à sintomatologia e possibilidade da continuidade do teste. Aumento da pressão arterial sistólica (PAS) acima de 210 mmhg, da pressão arterial diastólica (PAD) acima de 120 mmhg, queda sustentada da PAS, angina, dispneia, cianose, palidez, náusea, tontura, vista turva, desejo da criança/adolescente, fadiga e FC acima de 90% da FC máx. prevista para a idade foram os

critérios para interrupção do teste (ACSM, 2003). Assim que concluído o teste, a criança/adolescente realizou a recuperação ativa (5 minutos de caminhada em baixa velocidade) e passiva (5 minutos de repouso sentada).

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Primeiro Estágio

Vinte e seis participantes, com média de idade de  $14,34 \pm 1,7$  anos, peso de  $53,14 \pm 11,3$  kg, altura de  $1,64 \pm 0,01$  m, IMC de  $19,3 \pm 2,44$  kg / m<sup>2</sup>, participaram da primeira etapa do estudo (tabela 1). A resposta cardiorrespiratória obtida no final do ISWT e TECP é apresentada na tabela 2. Foram encontrados resultados semelhantes em VO<sub>2</sub> pico, R pico e %FC máx. prevista. Foram encontradas correlações moderadas e significativas nas variáveis VO<sub>2</sub> pico e R pico encontrado no ISWT e no TECP. O VO<sub>2</sub> pico apresentou  $r = 0,44$ ,  $p = 0,02$  e R pico apresentou  $r = -0,53$   $p < 0,01$  entre os testes. A análise de Bland-Altman também mostrou concordância (bias = 0,13,  $p > 0,05$ ) entre os resultados para o VO<sub>2</sub> pico (Figura 2) e R pico (Figura 3) no ISWT e TECP.

### 5.2 Segundo estágio

As características dos 33 voluntários que participaram da segunda etapa do estudo estão descritas na Tabela 3. A idade, o IMC, a distância percorrida e a velocidade da marcha foram as variáveis demográficas, antropométricas e de desempenho físico selecionado para a preparação da equação de referência. A análise uniu variada mostrou que o VO<sub>2</sub> pico se correlacionou significativamente com a velocidade da marcha ( $r = 0,632$ ,  $p = 0,00$ ), idade ( $r = 0,378$ ,  $p = 0,30$ ) e distância ( $r = -0,696$ ,  $p < 0,01$ ). Não houve correlação significativa com o IMC ( $r = -1,55$ ,  $p = 0,390$ ). Um modelo de regressão linear múltipla mostrou que a velocidade da marcha explicou 48,0% ( $R^2 = 0,48$ ,  $P = 0,000$ ) da variação do VO<sub>2</sub> pico. Não houve interação do VO<sub>2</sub> pico com a distância percorrida e a idade. A equação de referência para o VO<sub>2</sub> pico no ISWT foi:

$$\text{VO}_2 \text{ pico previsto} = 5,490 + (17,093 \times \text{velocidade da marcha}).$$

Os valores obtidos pela equação de predição do VO<sub>2</sub> pico e os valores de VO<sub>2</sub> pico obtidos pelo analisador de gases, não demonstraram diferenças significativas (VO<sub>2</sub> pico (previsto) =  $42,30 \pm 9,40$  ml/kg/min; VO<sub>2</sub> pico (analisador de gases) =  $42,30 \pm 6,62$  ml/kg/min,  $p < 0,01$ ).

---

**Tabela 1- Características gerais dos participantes do primeiro estágio.**

| <b>Características gerais</b>     | <b>Média</b> | <b>DP</b> |
|-----------------------------------|--------------|-----------|
| <b>n = 26</b>                     |              |           |
| <b>Idade (anos)</b>               | 14.35        | ±1.78     |
| <b>Peso (Kg)</b>                  | 53.15        | ±11.36    |
| <b>Altura (m)</b>                 | 1.64         | ±0.11     |
| <b>IMC (Kg/m<sup>2</sup>)</b>     | 19.37        | ±2.441    |
| <b>Distância caminhada (m)</b>    | 944.20       | ±247.20   |
| <b>Velocidade da marcha (m/s)</b> | 2.21         | ±0.34     |
| <b>FC<sub>máx.</sub> (%)</b>      | 94.81        | ±6.33     |

**IMC = Índice de massa corporal, % FC<sub>máx.</sub> = Freqüência Cardíaca Máxima prevista para a idade.**

---

**Tabela 2. Comparação entre os resultados das variáveis cardiorrespiratórias ao final do teste, obtidos no ISWT e TECP.**

|  | ISWT         | TECP         | p                   |
|--|--------------|--------------|---------------------|
| <b>VO<sub>2</sub> pico (ml/kg/min)</b> | 44.03±8.174  | 44.16±6.181  | 0.9306 <sup>1</sup> |
| <b>R pico</b>                          | 1.134±0.2014 | 1.132±0.1421 | 0.2803 <sup>¥</sup> |
| <b>FC máx. (%)</b>                     | 94.81±6.331  | 96.61±3.525  | 0.5449 <sup>¥</sup> |

Os dados são apresentados em média \*p<0,05. ISWT=*Incremental Shuttle Walking Test*, TECP=Teste de Esforço Cardiopulmonar, VO<sub>2</sub> pico= Pico do consumo máximo de oxigênio, R=Razão de troca respiratória, FCmáx.= Frequência Cardíaca Máxima,<sup>1</sup> Teste T pareado,<sup>¥</sup>Wilcoxon Test.

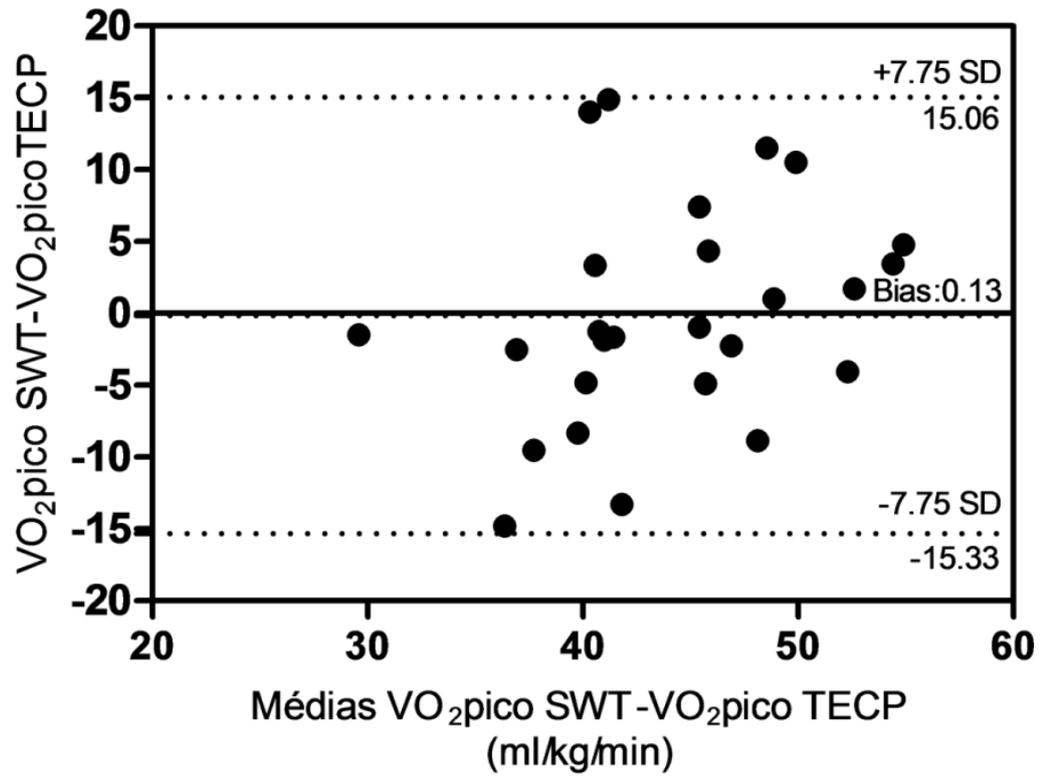


Fig.2 Concordância entre VO<sub>2</sub> pico obtidos no ISWT e TECP.

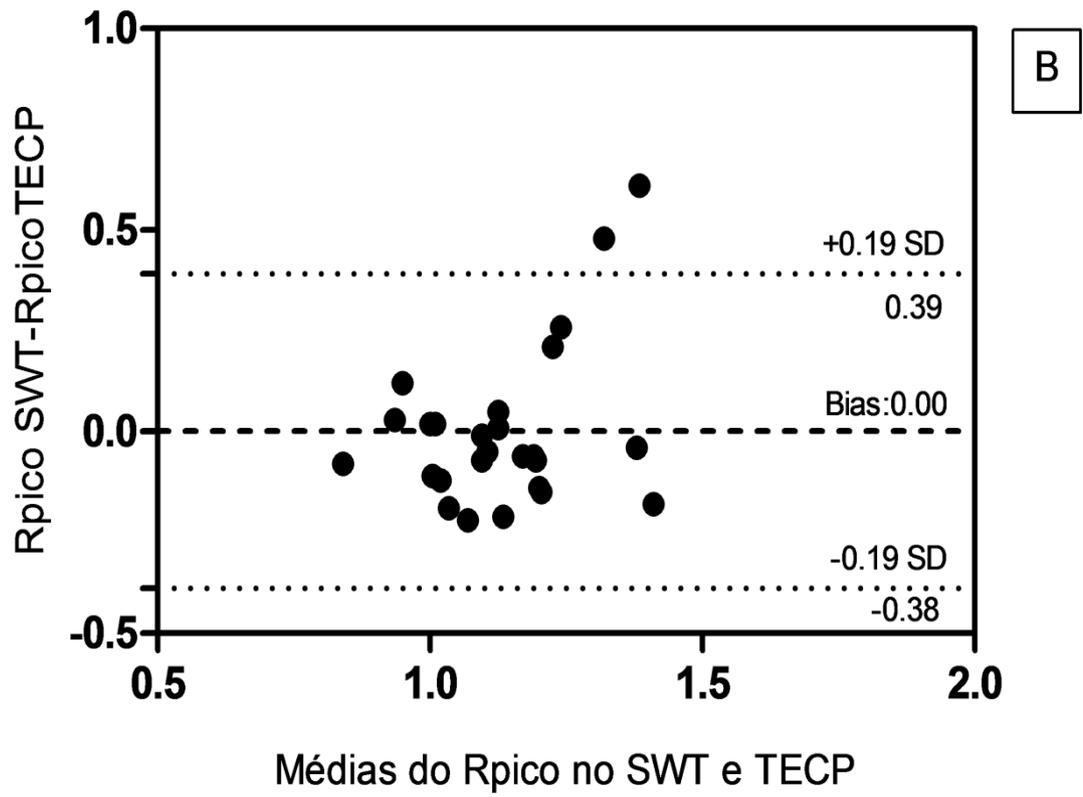


Fig 3 Concordância entre R pico obtidos no ISWT e TECP.

---

**Tabela 3- Características gerais dos participantes do segundo estágio.**

| <b>Características gerais</b>     | <b>Média</b>  | <b>DP</b>      |
|-----------------------------------|---------------|----------------|
| <b>n = 33</b>                     |               |                |
| <b>Idade (anos)</b>               | <b>14.33</b>  | <b>±1.848</b>  |
| <b>Peso (Kg)</b>                  | <b>52.09</b>  | <b>±11.14</b>  |
| <b>Altura (m)</b>                 | <b>1.64</b>   | <b>±0.113</b>  |
| <b>IMC (Kg/m<sup>2</sup>)</b>     | <b>19.25</b>  | <b>±2.458</b>  |
| <b>Distância caminhada (m)</b>    | <b>901.80</b> | <b>±275.4</b>  |
| <b>Velocidade da marcha (m/s)</b> | <b>2,154</b>  | <b>±0.3878</b> |
| <b>FCmáx. (%)</b>                 | <b>93.84</b>  | <b>±7.906</b>  |

**IMC = Índice de massa corporal, % FCmáx.= Frequência Cardíaca Máxima prevista para a idade.**

---

## 6 DISCUSSÃO

No presente estudo não se observou diferença significativa entre os valores das médias das variáveis cardiorrespiratórias apresentadas pelo adolescente no ISWT e no TECP. O  $VO_2$  pico e o R pico desempenhados pelos adolescentes no ISWT e no TECP apresentaram correlação significativa e moderada. Outro achado importante foi que o ISWT e o TECP foram concordantes quanto ao comportamento das variáveis cardiorrespiratórias mensuradas. Os adolescentes durante o ISWT alcançaram valores superiores a 90% da FC máx. prevista para a idade e valores do R pico superiores a 1.1. Ao mesmo tempo os valores do  $VO_2$  pico encontrados no ISWT foram semelhantes ao teste padrão-ouro. Em uma análise de regressão uni variada o  $VO_2$  pico correlacionou-se significativamente com o IMC e com a idade dos sujeitos, com a distância caminhada e com a velocidade da marcha alcançadas no ISWT, porém, em uma análise de regressão multivariada, apenas a velocidade da marcha correlacionou-se significativamente com o  $VO_2$  pico dos adolescentes, explicando 48 % do  $VO_2$  pico. A equação criada foi viável na predição do  $VO_2$  pico dos adolescentes assintomáticos do sexo masculino.

Está disponível na literatura um número reduzido de estudos que aplicaram o ISWT em crianças e adolescentes (COELHO *et al.*, 2007; GOMES *et al.*, 2014; TSOPANOGLU *et al.*, 2014), sendo que tiveram objetivos diferentes dos aqui apresentados. Alguns estudos tiveram por objetivo avaliar a validade e reprodutibilidade do ISWT em alguma condição de saúde específica (SMITH *et al.*, 2008; VERSCHUREN *et al.*, 2011), outros utilizaram o ISWT para detalhar a baixa tolerância ao exercício de crianças e adolescentes com alguma condição de saúde. Apenas um único estudo, que teve como instrumento de medida o ISWT, utilizou uma população semelhante à nossa (LANZA *et al.*, 2015). Portanto, o atual estudo é o segundo a aplicar o ISWT em crianças e adolescentes assintomáticos e o primeiro a comparar a resposta cardiorrespiratória obtidas no ISWT com aquela induzida pelo TECP.

Em nosso estudo não houve diferença significativa entre os valores das médias das variáveis cardiorrespiratórias apresentadas pelos adolescentes no ISWT e no TECP. O  $VO_2$  pico e o R pico desempenhados pelos adolescentes no ISWT e no TECP apresentaram correlação significativa e moderada em nosso estudo, o que nos permite concluir que essas variáveis se comportam da mesma maneira quando mensuradas no ISWT e no TECP. Não há descrito na literatura qualquer menção a esse tipo de análise em crianças e adolescentes. Por outro lado, diversos estudos apontam uma correlação significativa e forte entre o  $VO_2$  máx. apresentado por adultos com doenças cardiopulmonares no ISWT e o TECP (SINGH *et al.*, 1992). Neves *et al.* (2015) avaliaram a ACR em homens adultos, sedentários e assintomáticos

através do ISWT e, comparando o  $VO_2$  pico, o R pico e a % FC máx. atingidos durante o ISWT e o TECP encontrou-se uma correlação significativa e forte para essa população.

Outro achado importante foi que o ISWT e o TECP foram concordantes quanto ao comportamento das variáveis cardiorrespiratórias mensuradas. Um estudo desenvolvido por Selvadurai *et al.* (2003) com crianças com fibrose cística, no entanto, encontrou resultados similares. Ao comparar os dados gerados pela análise direta dos gases das crianças com fibrose cística, durante o seu desempenho no TECP na esteira e no ISWT ficou comprovado que não houve diferença significativa entre os valores do  $VO_2$  pico apresentados no ISWT e no TECP, o que levou os autores a concluir que o ISWT é um teste válido para mensurar a ACR dessa população. Mediante a semelhança entre os resultados encontrados na pesquisa de Selvadurai *et al.* (2003) e os nossos resultados, concluímos que em se tratando de adolescentes assintomáticos do sexo masculino o ISWT é um teste válido para a avaliação da ACR e é concordante com o TECP, considerado padrão-ouro.

No presente estudo, os adolescentes durante o ISWT alcançaram valores superiores a 90% da FC máx. prevista para a idade. Além disso, o R pico encontrado nos sujeitos durante o ISWT atende ao previsto na literatura para classificar o ISWT como um teste máximo. E o  $VO_2$  pico de cada sujeito pode ser equiparado ao seu próprio desempenho no TECP que é por definição um teste de intensidade máxima. Baseados no que a literatura determina e mediante esses achados, podemos concluir que o ISWT, foi um teste de intensidade máxima para essa população. Os estudos de Lanza *et al.* (2015) corroboram os achados deste presente estudo, haja vista que se observou demonstrou-se que ISWT apresentou ser um teste de intensidade máxima em crianças e adolescentes assintomáticas, uma vez que os voluntários alcançaram em média 95% da FC máx. prevista para a idade.

Vem sendo discutida na literatura, a intensidade do exercício que o ISWT impõe a crianças e adolescentes. Em estudos anteriores os testes de campo não conseguiram fazer com que os sujeitos alcançassem valores da FC máx. superiores a 90 %. Por esse motivo, muitos autores inferiram que por ser um teste de campo, o ISWT seria um teste submáximo para crianças e adolescentes (TSOPANOGLU *et al.*, 2014).

Os estudos encontrados que conduzem essa discussão em crianças e adolescentes têm como amostra sujeitos acometidos de paralisia cerebral (THOMPSON *et al.*, 2008) fibrose cística (COELHO *et al.*, 2007) ou escoliose idiopática juvenil (SPERANDIO *et al.*, 2015). No estudo de Gomes *et al.* (2014) que envolveu um grupo de crianças com asma e um grupo controle assintomático teve como objetivo avaliar a baixa tolerância ao exercício dessa população asmática. Para tanto, os pesquisadores aplicaram o ISWT nos voluntários e

compararam a distância caminhada no ISWT entre os dois grupos. Esse estudo apontou que para essa população, o ISWT foi um teste submáximo, sendo que os sujeitos do grupo controle alcançaram em média 69% da FC máx. prevista para a idade. Em outro estudo, (TSOPANOGLU *et al.*, 2014) objetivou avaliar a baixa tolerância ao exercício de crianças e adolescentes com nascimento prematuro e muito baixo peso ao nascer. Quando submetidos ao ISWT, esses voluntários alcançaram em média, 55% da FC máx. prevista para a idade, o que caracteriza o ISWT como um teste submáximo para crianças e adolescentes asmáticos. No estudo de Lanza *et al.* (2015), bem como no presente estudo, os sujeitos foram orientados a correr quando necessário enquanto desempenhavam o teste, nos estudos citados anteriormente (GOMES *et al.*, 2014; TSOPANOGLU *et al.*, 2014) não foi dada essa orientação. Assim, acreditamos que por esse motivo, o teste desempenhado pelos sujeitos assintomáticos exigiu maior esforço físico, alcançando valores maiores da distância caminhada e FC.

Historicamente o ISWT foi criado a partir do *Shuttle Run Test de 20 m*, o protocolo original elaborado por (LEGER, 1982) para a avaliação de atletas utilizava um circuito de 20 metros e 12 níveis crescentes de velocidade (SINGH *et al.*, 1992) modificaram o teste com o objetivo de avaliar indivíduos portadores de obstrução crônica de vias aéreas, reduzindo o circuito de 20 para 10 metros. Desde então, este novo percurso é o que tem sido mais utilizado em diferentes tipos de estudo. Para avaliar a capacidade de exercício em indivíduos saudáveis Probst *et al.* (2012) modificaram o protocolo permitindo que os 12 níveis do teste fossem excedidos, quando necessário. Dessa forma, possibilitaram que todos os indivíduos avaliados alcançassem a exaustão, evitando o efeito teto que os 12 níveis de velocidade poderiam criar em indivíduos saudáveis, principalmente para os mais jovens. Em nosso estudo, como lidamos com uma amostra de crianças e adolescentes saudáveis tomou a precaução de executar um protocolo com 15 estágios, evitando assim o efeito teto.

Poucos estudos discutem sobre o  $VO_2$  pico de crianças e adolescentes no *Shuttle Run Test*. Aqueles que o fazem inferem o valor do  $VO_2$  pico através da equação de predição proposta por Léger (1982).

Esse é o primeiro estudo a realizar a análise direta do  $VO_2$  pico durante o ISWT em crianças e adolescentes assintomáticos.

Em uma análise de regressão uni variado o  $VO_2$  pico associou-se significativamente com o IMC e com a idade dos sujeitos, com a distância caminhada e com a velocidade da marcha alcançadas no ISWT. Porém, ao realizarmos a análise de regressão multivariada apenas a velocidade da marcha correlacionou-se significativamente com o  $VO_2$  pico dos adolescentes, explicando 48 % da variância do  $VO_2$  pico. Ao discutir a influência da

velocidade da marcha na variação do  $VO_2$  pico de crianças e adolescentes, Léger (1982) estabeleceram que essa relação fosse diretamente proporcional, de maneira que a corrida tem para as crianças um alto custo energético. Esse alto custo energético, por sua vez é reflexo da baixa eficiência mecânica apresentada por crianças e adolescentes quando comparados aos adultos (GOMES *et al.*, 2014).

Esse achado coincide com aquele encontrado por Léger (1982) ao validar o *Shuttle Run de 20 m* em crianças. Nesse estudo, crianças e adolescentes saudáveis, de ambos os sexos, realizaram o *Shuttle Run Test de 20 m* com o intuito de desenvolverem a partir das variáveis antropométricas e dos dados fornecidos pelo *Shuttle Run Test de 20 m* uma equação de predição do  $VO_2$  pico para essa população. Foi aplicada uma bateria de testes em 188 crianças e adolescentes de 8 a 19 anos de ambos os sexos. Em um segundo momento, outras 139 crianças e adolescentes de ambos os sexos de 6 a 16 anos realizaram o *Shuttle Run Test de 20 m*. O principal achado desse estudo foi que o *Shuttle Run Test de 20 m* mostrou alta confiabilidade ( $r = 0,89$ ) quando aplicado em crianças e adolescentes saudáveis. Segundo (Leger e Lambert, 1982), o  $VO_2$  pico poderia ser previsto pela velocidade da marcha e pela idade com uma correlação de 0,71 e desvio padrão de 5,9 ml-kg-min ou 12,1%.

Não há na literatura outros estudos que tenham desenvolvido uma equação de predição do  $VO_2$  pico de crianças e adolescentes assintomáticas a partir do ISWT, embora tenha sido descrito na literatura equações de predições para distância caminhada, onde variáveis como idade e IMC explicaram 48% do modelo proposto. Lanza *et al.* (2015) desenvolveram uma equação de predição da distância caminhada no ISWT para crianças e adolescentes assintomáticos de ambos os sexos.

Testamos a equação desenvolvida nessa pesquisa na predição do  $VO_2$  pico dos sujeitos que realizaram o ISWT e comparamos os valores preditos pela equação criada com aqueles obtidos pela análise direta. Não houve diferença estatística relevante entre os valores comparados o que nos permite inferir que a equação criada foi viável.

Uma limitação deste presente estudo inclui o fato desta equação ter sido testada nos próprios sujeitos do estudo. Assim, e perspectiva futura validar a equação desenvolvida em outros sujeitos a fim de extrapolar os achados desta população para outros indivíduos da mesma faixa etária e do sexo masculino.

A partir dos resultados encontrados podemos concluir que o ISWT foi um teste de intensidade máxima em crianças e adolescentes assintomáticos do sexo masculino, haja vista que o ISWT produziu nessa população uma resposta cardiorrespiratória similar ao TECP, à

velocidade da marcha explicou 48% da equação de predição do  $\text{VO}_2$  pico, bem como essa equação mostrou-se quando testada nos próprios sujeitos do estudo.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante os resultados encontrados podemos concluir que o ISWT foi um teste de intensidade máxima em crianças e adolescentes assintomáticos do sexo masculino. O ISWT produziu nessa população uma resposta cardiorrespiratória similar ao TECP e a equação desenvolvida apresentou boa aplicabilidade na predição do  $\text{VO}_2$  pico de crianças e adolescentes assintomáticos do sexo masculino.

Os dados obtidos nesse estudo permitirão que na prática clínica a ACR de crianças e adolescentes assintomáticos do sexo masculino seja avaliada a partir do ISWT, e que o  $\text{VO}_2$  seja predito pela equação de referência apresentada. Esse fato é de suma relevância porque torna o processo de mensuração do  $\text{VO}_2$  pico mais acessível e permite que a prescrição e elaboração de programas de exercícios aconteçam de maneira mais fundamentada e assertiva.

Estudos futuros são necessários para a validação da equação de referência de predição do  $\text{VO}_2$  pico desenvolvida e também para a avaliação da resposta cardiorrespiratória de crianças com idade inferior a 12 anos mediante o ISWT.

## 8 REFERÊNCIAS

- ABREU, L. et al. Avaliação da aptidão cardiorrespiratória de crianças com displasia broncopulmonar. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, v. 11, p. 105-111, 2007.
- ARMSTRONG, L. E.; COSTILL, D. L. Variability of Respiration and Metabolism: Responses to Submaximal Cycling and Running. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, v. 56, n. 2, p. 93-96, 1985/06/01 1985.
- ARMSTRONG, N. Aptidão aeróbica de crianças e adolescentes. *Jornal de Pediatria*, v. 82, p. 406-408, 2006.
- BASSETT, D. R. et al. Validity of inspiratory and expiratory methods of measuring gas exchange with a computerized system. *Journal of Applied Physiology*, v. 91, n. 1, p. 218-224, 2001.
- BATISTA, M. B. et al. Validade de testes de campo para estimativa da aptidão cardiorrespiratória em crianças e adolescentes: uma revisão sistemática. *Revista Paulista de Pediatria*, v. 35, o. 222-223, 2017.
- BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*, v. 14, n. 5, p. 377-81, 1982.
- BRUNETTO, A. F. et al. Limiar ventilatório e variabilidade da frequência cardíaca em adolescentes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 11, p. 22-27, 2005. ISSN 1517-8692.
- CASPERSEN, C. J.; POWELL, K. E.; CHRISTENSON, G. M. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, v. 100, n. 2, p. 126-131, Mar-Apr 1985. ISSN 0033-3549 1468-2877.
- COELHO, C. C. et al. Análise comparativa e reprodutibilidade do teste de caminhada com carga progressiva (modificado) em crianças normais e em portadoras de fibrose cística. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 33, p. 168-174, 2007.

FARIAS, E. D. S. et al. Efeito da atividade física programada sobre a aptidão física em escolares adolescentes. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, v. 12, p. 98-105, 2010. ISSN 1980-0037.

GEDDES, D. et al. Effect of lung-volume-reduction surgery in patients with severe emphysema. *N Engl J Med*, v. 343, n. 4, p. 239-45, Jul 27 2000.

GEDDES , D. et al. Effect of Lung-Volume–Reduction Surgery in Patients with Severe Emphysema. *New England Journal of Medicine*, v. 343, n. 4, p. 239-245, 2000.

GOMES, K. B.; CARLETTI, L.; PEREZ, A. J. Desempenho em teste cardiopulmonar de adolescentes: peso normal e excesso de peso. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 20, n. 3, p. 195-199, 2014.

GOMES, K. B.; CARLETTI, L.; PEREZ, A. J. Desempenho em teste cardiopulmonar de adolescentes: peso normal e excesso de peso. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 20, p. 195-199, 2014.

HASKELL, W. L. et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*, v. 39, n. 8, p. 1423-34, Aug 2007.

HASKELL, W. L. et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*, v. 116, n. 9, p. 1081-93, Aug 28 2007.

JURGENSEN, S. P. et al. Shuttle walking test in obese women: test-retest reliability and concurrent validity with peak oxygen uptake. *Clin Physiol Funct Imaging*, v. 35, n. 2, p. 120-6, Mar 2015.

JÜRGENSEN, S. P. et al. Shuttle walking test in obese women: test-retest reliability and concurrent validity with peak oxygen uptake. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, v. 35, n. 2, p. 120-126, 2015.

LANZA, F. D. C. et al. Reference Equation for the Incremental Shuttle Walk Test in Children and Adolescents. *The Journal of Pediatrics*, v. 167, n. 5, p. 1057-1061, 2015.

LANZA FDE, C. et al. Reference Equation for the Incremental Shuttle Walk Test in Children and Adolescents. *J Pediatr*, v. 167, n. 5, p. 1057-61, Nov 2015.

LEE, C. D.; BLAIR, S. N.; JACKSON, A. S. Cardiorespiratory fitness, body composition, and all-cause and cardiovascular disease mortality in men. *Am J Clin Nutr*, v. 69, n. 3, p. 373-80, Mar 1999.

LEGER, L. A.; LAMBERT, J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict  $VO_2$  max. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, v. 49, n. 1, p. 1-12, 1982.

LÉGER, L. A.; LAMBERT, J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict  $VO_2$  max. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, v. 49, n. 1, p. 1-12, 1982/06/01 1982.

MAHONEY, C. 20-MST and PWC170 validity in non-Caucasian children in the UK. *Br J Sports Med*, v. 26, n. 1, p. 45-7, Mar 1992.

MAHONEY, C. 20-MST and PWC170 validity in non-Caucasian children in the UK. *British Journal of Sports Medicine*, v. 26, n. 1, p. 45, 1992.

NEVES, C. D. et al. Cardiorespiratory responses and prediction of peak oxygen uptake during the shuttle walking test in healthy sedentary adult men. *PLoS One*, v. 10, n. 2, p. 1-9, 2015.

NICI, L. et al. American Thoracic Society/European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med*, v. 173, n. 12, p. 1390-413, Jun 15 2006.

NICI, L. et al. American Thoracic Society/European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med*, v. 173, n. 12, p. 1390-413, Jun 15 2006.

ONORATI, P. et al. Non-invasive evaluation of gas exchange during a shuttle walking test vs. a 6-min walking test to assess exercise tolerance in COPD patients. *Eur J Appl Physiol*, v. 89, n. 3-4, p. 331-6, May 2003.

ORTEGA, F. B. et al. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *International Journal Of Obesity*, v. 32, p. 1, 12/04/online 2007.

PALANGE, P. et al. Recommendations on the use of exercise testing in clinical practice. *European Respiratory Journal*, v. 29, n. 1, p. 185, 2007.

PALANGE, P. et al. Recommendations on the use of exercise testing in clinical practice. *Eur Respir J*, v. 29, n. 1, p. 185-209, Jan 2007.

PALUDO, A. C. et al. Concordância entre duas classificações para a aptidão cardiorrespiratória em crianças. *Revista Paulista de Pediatria*, v. 30, p. 404-408, 2012.

PRADO, D. M. L. D. et al. Comportamento cardiorrespiratório em crianças saudáveis durante o exercício progressivo máximo. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 94, p. 493-499, 2010.

PROBST, V. S. et al. Reference values for the incremental shuttle walking test. *Respir Med*, v. 106, n. 2, p. 243-8, Feb 2012.

RODRIGUES, A. N. et al. Maximum oxygen uptake in adolescents as measured by cardiopulmonary exercise testing: a classification proposal. *Jornal de Pediatria*, v. 82, n. 6, p. 426-430, 2006.

RODRIGUES, A. N. et al. Valores de consumo máximo de oxigênio determinados pelo teste cardiopulmonar em adolescentes: uma proposta de classificação. *Jornal de Pediatria*, v. 82, p. 426-430, 2006b. ISSN 0021-7557.

RONQUE, E. R. V. et al. Diagnóstico da aptidão física em escolares de alto nível socioeconômico: avaliação referenciada por critérios de saúde. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 13, p. 71-76, 2007.

RONQUE, E. R. V. et al. Relação entre aptidão cardiorrespiratória e indicadores de adiposidade corporal em adolescentes. *Revista Paulista de Pediatria*, v. 28, p. 296-302, 2010.

SELVADURAI, H. C. et al. Validation of shuttle tests in children with cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol*, v. 35, n. 2, p. 133-8, Feb 2003.

SINGH, S. J. et al. Comparison of oxygen uptake during a conventional treadmill test and the shuttle walking test in chronic airflow limitation. *Eur Respir J*, v. 7, n. 11, p. 2016-20, Nov 1994.

SINGH, S. J. et al. Development of a shuttle walking test of disability in patients with chronic airways obstruction. *Thorax*, v. 47, n. 12, p. 1019-1024, 1992.

SMITH, L. J. et al. Reduced exercise capacity in children born very preterm. *Pediatrics*, v. 122, n. 2, p. e287-93, Aug 2008.

SPERANDIO, E. F. et al. Functional exercise capacity, lung function and chest wall deformity in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Fisioterapia em Movimento*, v. 28, n. 3, p. 563-572, 2015.

SPERANDIO, E. F. et al. Functional exercise capacity, lung function and chest wall deformity in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Fisioterapia em Movimento*, v. 28, p. 563-572, 2015b.

TANAKA, H.; MONAHAN, K. D.; SEALS, D. R. Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 37, n. 1, p. 153, 2001.

THOMPSON, P. et al. Test-retest reliability of the 10-metre fast walk test and 6-minute walk test in ambulatory school-aged children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, v. 50, n. 5, p. 370-6, May 2008.

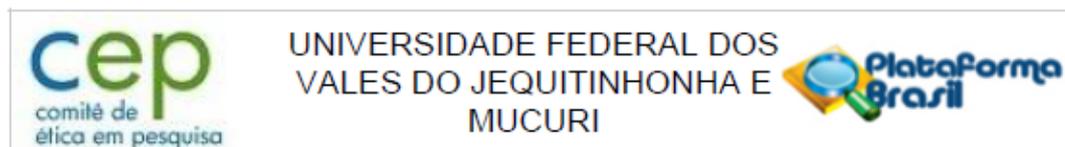
TSOPANOGLU, S. P. et al. Functional capacity during exercise in very-low-birth-weight premature children. *Pediatr Pulmonol*, v. 49, n. 1, p. 91-8, Jan 2014.

VAN BLOEMENDAAL, M.; KOKKELER, A. M.; VAN DE PORT, I. G. The shuttle walk test: a new approach to functional walking capacity measurements for patients after stroke? *Arch Phys Med Rehabil*, v. 93, n. 1, p. 163-6, Jan 2012.

VASQUES, D. G.; SILVA, K. S. D.; LOPES, A. D. S. Aptidão cardiorrespiratória de adolescentes de Florianópolis, SC. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 13, p. 376-380, 2007.

VERSCHUREN, O.; BOSMA, L.; TAKKEN, T. Reliability of a shuttle run test for children with cerebral palsy who are classified at Gross Motor Function Classification System level III. *Dev Med Child Neurol*, v. 53, n. 5, p. 470-2, May 2011.

## ANEXO 1 APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA



Continuação do Parecer: 1.557.703

Resolução 466/12 CNS.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento  | Arquivo                                      | Postagem               | Autor                  | Situação |
|---|--|------------------------|------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto                            | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_657375.pdf | 09/05/2016<br>18:29:27 |                        | Aceito   |
| Folha de Rosto  | carta.doc                                    | 04/05/2016<br>18:16:36 | Hércules Ribeiro Leite | Aceito   |
| Outros  | Carta.JPG                                    | 03/05/2016<br>13:26:30 | Hércules Ribeiro Leite | Aceito   |
| Outros  | 2.docx                                       | 01/04/2016<br>13:05:14 | Hércules Ribeiro Leite | Aceito   |
| Outros  | D.docx                                       | 01/04/2016<br>12:59:20 | Hércules Ribeiro Leite | Aceito   |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador                 | Projeto.doc                                  | 02/02/2016<br>20:01:48 | Hércules Ribeiro Leite | Aceito   |
| Outros  | Termo.pdf                                    | 02/02/2016<br>19:56:45 | Hércules Ribeiro Leite | Aceito   |
| Outros  | Resumo.doc                                   | 02/02/2016<br>19:50:50 | Hércules Ribeiro Leite | Aceito   |
| Outros  | Capa.doc                                     | 02/02/2016<br>19:39:26 | Hércules Ribeiro Leite | Aceito   |
| Outros  | questionario.docx                            | 02/02/2016<br>19:38:47 | Hércules Ribeiro Leite | Aceito   |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE.docx                                    | 02/02/2016<br>19:19:02 | Hércules Ribeiro Leite | Aceito   |

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

DIAMANTINA, 24 de Maio de 2016

---

Assinado por:  
Disney Oliver Sivieri Junior  
(Coordenador)

**APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**Ministério da Educação  
Programa de Pós Graduação em Reabilitação e  
Desempenho Funcional  
Universidade Federal dos Vales do  
Jequitinhonha e Mucuri  
Diamantina – Minas Gerais**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**

Você e a criança/adolescente sob sua responsabilidade estão convidados a participar de uma pesquisa com o título: “Avaliação da aptidão cardiorrespiratória pelo *Incremental Shuttle Walking Test* em crianças e adolescentes assintomáticos do sexo masculino”, sob a orientação do Prof. Dr. Hércules Ribeiro Leite, Prof<sup>a</sup>Dr<sup>a</sup> Vanessa Mendonça Amaral e mestrandas Andreza Letícia Gomes da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Vocês foram convidados porque a criança/adolescente está matriculada na rede de ensino pública/privada da cidade de Diamantina/MG e atende aos seguintes critérios: idade entre 12 e 18 anos, não nasceu prematuro e não apresenta doenças.

Você não é obrigado a participar e pode, a qualquer momento da pesquisa, desistir e retirar sua autorização. Caso não aceite participar, não terá nenhum prejuízo para sua relação com o pesquisador, com a UFVJM ou com a escola que a criança/adolescente frequenta.

O objetivo desta pesquisa é correlacionar a intensidade do exercício de um teste máximo de esteira com um teste de caminhada através da quantidade de oxigênio consumida, além de determinar a intensidade do teste de caminhada pela comparação com o teste de esteira, em crianças e adolescentes assintomáticos. Caso você decida aceitar o convite, a criança/adolescente sob sua responsabilidade será submetida aos seguintes procedimentos: caminhar em esteira a uma velocidade moderada e com aumento da inclinação a cada minuto, caminhar em um corredor plano com aumento da velocidade a cada minuto, medida de peso e altura. Durante os testes de caminhada a criança/adolescente terá que respirar utilizando uma máscara e portar um colete que pesa aproximadamente 1 kg.

O tempo previsto para a participação da criança/adolescente na pesquisa é de aproximadamente 3 horas divididas em 3 dias consecutivos.

Os riscos relacionados à participação da criança/adolescente na pesquisa são aqueles existentes na realização de um exercício cansativo ou algum constrangimento durante medidas de peso e altura. Durante os testes de caminhada (em esteira e corredor), a velocidade

será aumentada a cada minuto e isso poderá fazer com que a criança/adolescente sinta cansaço, falta de ar, tontura e dor muscular. No entanto, a criança/adolescente poderá parar a qualquer momento do teste e estes sintomas serão aliviados com o descanso. A dor muscular é a mesma dor que a criança/adolescente poderá sentir ao realizar uma atividade física não habitual, e que desaparecerá dentro de três dias. A pressão arterial e sistêmica o batimento do coração da criança/adolescente serão monitorados a todo o momento.

Os riscos e constrangimentos serão minimizados pelos seguintes procedimentos: os pesquisadores serão treinados previamente, os equipamentos utilizados serão de boa qualidade e modernos, haverá a monitorização dos dados vitais (pressão arterial e batimentos do coração), diminuindo assim a probabilidade de intercorrências durante o teste. Também será permitida a interrupção do procedimento se necessário. Todo o material utilizado será devidamente higienizado e desinfetado.

Os benefícios relacionados à participação no estudo serão o conhecimento da atual tolerância da criança/adolescente ao exercício, a utilização dos dados das avaliações realizadas para auxiliar na elaboração de um programa de exercícios, bem como a motivação para o início da prática de atividade física.

Para o dia da avaliação a criança/adolescente deverá utilizar roupas leves (short, tênis e camiseta) e será orientada a evitar prática de atividade extenuante e de longa duração, além de não ingerir cafeína nas 24 horas antecedentes ao teste, dormir no mínimo 8 horas na noite anterior, realizar uma refeição leve e ingerir 500ml de água no mínimo duas horas antes do teste.

Os resultados desta pesquisa poderão ser apresentados em seminários, congressos e similares, entretanto, os seus dados e informações serão sigilosos, não aparecendo o seu nome, nem da criança/adolescente. A sua participação bem como a de todas as partes envolvidas será voluntária, não havendo pagamento em troca da avaliação. Não está previsto indenização por sua participação, mas em qualquer momento se você sofrer algum dano, comprovadamente decorrente desta pesquisa, terá direito à indenização.

Você receberá uma cópia deste termo onde constam o telefone e o endereço do pesquisador principal, onde poderá tirar suas dúvidas sobre a pesquisa e sobre sua participação agora ou em qualquer outro momento.

Orientador da pesquisa: Prof. Dr. Hércules Ribeiro Leite

Endereço: Departamento de Fisioterapia – UFVJM, Rodovia MGT 367 - Km 583 - nº 5000 - Alto da Jacuba – Diamantina/MG CEP39100000- Telefone: (38) 3532 – 1239

Declaro que entendi os objetivos, a forma de minha participação, riscos e benefícios da mesma e aceito o convite para participar. Autorizo a publicação dos resultados da pesquisa, a qual garante o anonimato e o sigilo referente à minha participação.

Nome do responsável pelo sujeito da pesquisa: \_\_\_\_\_

Assinatura do responsável pelo sujeito da pesquisa: \_\_\_\_\_

Informações – Comitê de Ética em Pesquisa da UFVJM  
Rodovia MGT 367 - Km 583 - nº 5000 - Alto da Jacuba–  
Diamantina/MG CEP39100000

Tel.: (38)3532-1240 –

E-mail: [cep.secretaria@ufvjm.edu.br](mailto:cep.secretaria@ufvjm.edu.br) e/ou [cep@ufvjm.edu.br](mailto:cep@ufvjm.edu.br).

## **APÊNDICE B – CARTA DE APRESENTAÇÃO**

### **-Carta de Apresentação-**

Prezado Pai/Mãe/Responsável Legal, sou Hércules Ribeiro Leite, professor do Programa de Pós Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Gostaria que você lesse esse documento com atenção, pois, o objetivo dele é firmar um acordo por escrito, mediante a sua autorização para a sua participação e a participação da criança ou adolescente sob sua responsabilidade nesta pesquisa.

#### **Qual é o objetivo da pesquisa?**

Existem algumas formas diferentes de conhecer a tolerância das crianças ao exercício. Estamos querendo comparar duas dessas formas para perceber se elas são equivalentes.

#### **Por que estamos realizando esta pesquisa?**

Conhecer a tolerância das crianças e adolescentes ao exercício é muito importante na hora de indicar uma atividade física para eles. Se eles mantiverem um estilo de vida mais ativo estarão mais protegidos de doenças do coração quando forem adultos. Estamos realizando essa pesquisa para buscarmos um melhor entendimento sobre a forma ideal de avaliar a tolerância ao exercício de crianças e adolescentes.

#### **Como vai ser a pesquisa?**

Inicialmente é importante que você leia essa carta com atenção e responda o questionário que foi entregue junto com essa carta. Esse questionário é apenas uma triagem, afim de selecionarmos ou não seu filho para participar da pesquisa. Caso seu filho seja selecionado e você autorizá-lo a participar do estudo, você receberá um termo de consentimento, que deverá ser assinado e entregue aos pesquisadores. Depois disso, você deverá acompanhar a criança ou adolescente em uma visita à universidade por três dias seguidos. Inicialmente, iremos avaliar o peso e a altura da criança ou adolescente. Em seguida, ela (ou ele) irá caminhar em uma esteira a uma velocidade moderada e com aumento da inclinação a cada minuto, irá também caminhar em um corredor com aumento da velocidade a cada minuto. Durante os testes de caminhada a criança ou adolescente terá que respirar utilizando uma máscara e portar um colete que pesa aproximadamente 1 kg.

#### **Você é obrigado a participar?**

Não. É um direito seu não participar da pesquisa. Sendo assim, esclareço que você é **COMPLETAMENTE LIVRE** para não participar e não permitir a participação da criança ou

adolescente. Você pode ainda desistir de fazer parte da pesquisa em qualquer momento da realização desta.

### **Quais são os benefícios?**

Como benefício pela participação na pesquisa, você terá conhecimento da atual tolerância ao exercício que a criança ou adolescente tem. Esses dados poderão auxiliar na elaboração de um programa de exercícios, bem como servir de motivação para o início da prática de atividade física da criança ou adolescente.

### **Aspectos éticos**

1- O projeto dessa pesquisa, o modo como ela será realizada irá ser submetido à avaliação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

2- As informações relacionadas a você e a criança ou adolescente ficarão sob minha responsabilidade. Somente a equipe envolvida terá acesso a essas informações.

### **Você tem alguma dúvida?**

Ligue para o seguinte telefone ou envie e-mail para: [andrezagomesfisio@gmail.com](mailto:andrezagomesfisio@gmail.com)

Telefone da Pró-reitora de Pesquisa e Pós-graduação da UFVJM: (38) 3532 1284.

## APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO SEMI-ESTRUTURADO



**Ministério da Educação**  
**Programa de Pós Graduação em Reabilitação**  
**e Desempenho Funcional**  
**Universidade Federal dos Vales do**  
**Jequitinhonha e Mucuri**  
**Diamantina – Minas Gerais**



| QUESTIONÁRIO SEMI-ESTRUTURADO  |     |     |
|--|-----|-----|
|  | SIM | NÃO |
| 1-Seu filho pratica alguma atividade física?   |     |     |
| 2-Quantas vezes seu filho pratica atividade física durante a semana?                   |     |     |
| 3-Há quanto tempo seu filho começou a fazer atividade física?                          |     |     |
| 4-Qual é a duração da atividade física do seu filho?                                   |     |     |
| 5-Seu filho possui alguma doença crônica ou aguda?                                     |     |     |
| 6-Seu filho faz uso de alguma medicação?   |     |     |
| 7-Seu filho possui alguma contraindicação médica quanto à prática de atividade física? |     |     |
| 8-Você possui algum parente próximo com histórico de doença cardíaca ou vascular?      |     |     |
| 9-Seu filho nasceu antes de 37 semanas de gestação?                                    |     |     |
| 10-Seu filho esteve internado em um hospital nos últimos 30 dias?                      |     |     |
| 11-Seu filho mostra-se cansado ou com falta de ar em algum momento?                    |     |     |
| 12-Seu filho utiliza algum equipamento para auxiliá-lo a caminhar?                     |     |     |
| 13-Seu filho já fraturou algum dia?  |     |     |
| 14-Seu filho apresentou na última semana dor nas panturrilhas?                         |     |     |
| 15-Seu filho possui alguma dificuldade de entendimento ou compreensão de comandos?     |     |     |

**APÊNDICE D – FICHA DE DADOS**

| Ficha de Dados                   |      |         |                      |               |
|----------------------------------|------|---------|----------------------|---------------|
| Incremental Shuttle Walking Test |      |         |                      |               |
| Nº questionário                  |      |         |                      |               |
| Código k4                        |      |         |                      |               |
| Data                             |      |         |                      |               |
| Dia de teste                     |      |         |                      |               |
| Ordem do teste                   |      |         |                      |               |
| Idade                            |      |         |                      |               |
| Peso                             |      |         |                      |               |
| Altura                           |      |         |                      |               |
| FC máx.                          |      |         |                      |               |
| FC limite                        |      |         |                      |               |
|                                  |      | Repouso |                      | Pós-exercício |
| PA                               |      |         |                      |               |
| FC                               |      |         |                      |               |
| PSE                              |      |         |                      |               |
| 1                                | 0,5  | 3       |                      |               |
| 2                                | 0,67 | 4       |                      |               |
| 3                                | 0,84 | 5       |                      |               |
| 4                                | 1,01 | 6       |                      |               |
| 5                                | 1,18 | 7       |                      |               |
| 6                                | 1,35 | 8       |                      |               |
| 7                                | 1,52 | 9       |                      |               |
| 8                                | 1,69 | 10      |                      |               |
| 9                                | 1,86 | 11      |                      |               |
| 10                               | 2,03 | 12      |                      |               |
| 11                               | 2,2  | 13      |                      |               |
| 12                               | 2,37 | 14      |                      |               |
| 13                               | 2,54 | 15      |                      |               |
| 14                               | 2,71 | 16      |                      |               |
| 15                               | 2,88 | 17      |                      |               |
| Motivo de interrupção do teste   |      |         |                      |               |
| Estágios cumpridos               |      |         | Distância percorrida |               |

| Ficha de Dados                  |      |         |                      |               |
|---------------------------------|------|---------|----------------------|---------------|
| Teste de Esforço Cardiopulmonar |      |         |                      |               |
| Nº questionário                 |      |         |                      |               |
| Código k4                       |      |         |                      |               |
| Data                            |      |         |                      |               |
| Dia de teste                    |      |         |                      |               |
| Idade                           |      |         |                      |               |
| Peso                            |      |         |                      |               |
| Altura                          |      |         |                      |               |
| FC máx                          |      |         |                      |               |
| FC limite                       |      |         |                      |               |
|                                 |      | Repouso |                      | Pós-exercício |
| PA                              |      |         |                      |               |
| FC                              |      |         |                      |               |
| PSE                             |      |         |                      |               |
| 1                               | 1.8  |         |                      |               |
| 2                               | 2.4  |         |                      |               |
| 3                               | 3.0  |         |                      |               |
| 4                               | 3.6  |         |                      |               |
| 5                               | 4.2  |         |                      |               |
| 6                               | 4.8  |         |                      |               |
| 7                               | 5.4  |         |                      |               |
| 8                               | 6.0  |         |                      |               |
| 9                               | 6.6  |         |                      |               |
| 10                              | 7.2  |         |                      |               |
| 11                              | 7.8  |         |                      |               |
| 12                              | 8.4  |         |                      |               |
| 13                              | 9.0  |         |                      |               |
| 14                              | 9.6  |         |                      |               |
| 15                              | 10.2 |         |                      |               |
| 16                              | 10.8 |         |                      |               |
| 17                              | 11.4 |         |                      |               |
| 18                              | 12.0 |         |                      |               |
| 19                              | 12.6 |         |                      |               |
| 20                              | 13.2 |         |                      |               |
| 21                              | 13.8 |         |                      |               |
| Motivo de interrupção do teste  |      |         |                      |               |
| Estágios cumpridos              |      |         | Distância percorrida |               |

## APÊNDICE E - ARTIGO 1

### **Is Incremental Shuttle Walking Test a maximal test in healthy sedentary adolescent boys?**

Andreza L. Gomes<sup>1</sup>, Vanessa A. Mendonça<sup>1</sup>, Tatiane S. Silva<sup>1</sup>, Crislaine K. V. Pires<sup>1</sup>, Liliana P. Lima<sup>1</sup>, Alcilene M. Silva<sup>1</sup>, Ana Cristina R. Camargos<sup>1,2</sup>, Ana Cristina Rodrigues Lacerda<sup>1</sup>, Hércules Ribeiro Leite<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional, Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Campus JK, Alto da Jacuba, Minas Gerais, Brazil.

<sup>2</sup>Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO), Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Abbreviated title: Cardiorespiratory fitness of health sedentary adolescent boys in Incremental Shuttle Walking Test.

\*Correspondenceto:

Hércules Ribeiro Leite, Ph.D

Laboratório de Inflamação e Metabolismo (LIM)

Programa de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas

Centro Integrado de Pesquisa e Pós-Graduação em Saúde – CIPq-Saúde

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Rodovia MGT 367, Km 583, Alto da Jacuba, nº 5000 – CEP 39100-000

Diamantina/MG - Brazil.

Phone: +55 (38) 3532-1200, (38) 3532-6000

E-mail: [herculesdtnaa@gmail.com](mailto:herculesdtnaa@gmail.com)

**Abstract****Background**

The application of the Incremental Shuttle Walking Test (ISWT) to assess cardiorespiratory fitness and the intensity of this test in healthy adolescents has rarely been studied. This study aimed to assess and correlate the cardiorespiratory responses of the ISWT with the cardiopulmonary exercise (CEPT) in healthy sedentary adolescent boys.

**Methods**

In the first stage of the study, twenty-six adolescent boys underwent the SWT and CEPT treadmill. Peak oxygen consumption (peak  $\text{VO}_2$ ), maximal heart rate (HR máx.) and peak respiratory rate (peak R) were evaluated.

Twenty-six adolescent boys underwent the SWT and CEPT on a treadmill.

**Results**

Similar results in  $\text{VO}_2$  peak ( $P > 0.05$ ), R peak ( $P > 0.05$ ) and predicted maximum HR ( $P > 0.05$ ) were obtained between the ISWT and CEPT. Both tests showed moderate significant correlations of  $\text{VO}_2$  peak ( $r = 0.44$ ,  $P = 0.002$ ) e R peak ( $r = -0.53$ ,  $P < 0.01$ ), as well as the agreement of these measurements by Bland-Altman analysis (bias =  $-0.13$ ,  $P > 0.05$ ).

**Conclusion**

The ISWT produced maximal cardiorespiratory responses comparable to the CEPT.

Key-words: *Incremental Shuttle Walking Test*; cardiorespiratory fitness; maximum oxygen consumption.

## Introduction

Assessment of function capacity or cardiorespiratory fitness (CRF) can be defined as the ability to perform a moderate to high intensity exercise, with a dynamic nature, involving large muscle groups, for an extended period of time. It is an important component of health related physical fitness, which reflects the functional capacities of the respiratory, cardiovascular and musculoskeletal systems (HASKELL *et al.*, 2007).

The CRF assessment has been widely used in clinical practice and research as a way of providing parameters for the prescription of physical activity and to discriminate exercise tolerance in several populations (NICI *et al.*, 2006). Notably, the evaluation of the CRF brings several benefits to the health of the individuals besides contributing to the prevention of diseases (LANZA *et al.*, 2015). In this context, the performance of a cardiopulmonary exercise testing (CEPT) followed by the measurement of peak oxygen consumption ( $\text{VO}_2$  peak) through the direct analysis of exhaled gases is the most commonly reported procedure in the literature for the evaluation of CRF (RODRIGUES *et al.*, 2006). However, such a measure is often infeasible since it requires high-cost equipment, specialized laboratory and trained staff (PROBST *et al.*, 2012). In this study, the number of clinical trials that use a field test in the measurement of CRF has increased because it is a low-cost and easy-to-use instrument (LANZA *et al.*, 2015; NEVES *et al.*, 2015), such as: a 9-minute walk / run test (BERGMAN *et al.*, 2010), 1-mile walk / run test (GUEDES *et al.*, 2002) and the Shuttle Run Test (LÉGER, 1982).

However, these tests have the disadvantage of being influenced by external factors, such as the motivation of the individual and the pace of the walk being dictated by the volunteer himself (SELVADURAI *et al.*, 2003). Due to this, Singh *et al.* (1992), attentive to improve the reproducibility of the field tests, developed the Incremental Shuttle Walking Test (ISWT), incorporating an incremental and progressive structure test, with the externally dictated pass, which decreases the influence of the operator.

Few studies have used ISWT in children and adolescents (COELHO *et al.*, 2007; SELVADURAI *et al.*, 2003; SMITH *et al.*, 2008; THOMPSON *et al.*, 2008; VERSCHUREN *et al.*, 2011; TSOPANOGLOU *et al.*, 2014; LANZA *et al.*, 2015; SPERANDIO *et al.*, 2015) and those who did so intend to investigate their reliability and reproducibility. There is a gap in the literature regarding the intensity of exercise imposed on children and adolescents during the Incremental Shuttle Walking Test. Recently, Lanza *et al.* (2015) carried out a study that aimed to establish an equation of prediction of walking distance of asymptomatic children and

adolescents. In this study, the ISWT was defined indirectly as a maximal intensity test, based on the maximum heart rate measured by the study subjects.

In view of the above, the present study aims to evaluate and correlate the peak  $\text{VO}_2$  during the ISWT with the CEPT, through the direct analysis of the exhaled gases, in order to classify the ISWT intensity in the maximum or submaximal test in health sedentary adolescent boys.

### **Research Question**

Is Incremental Shuttle Walking Test valid as a maximal test?

### **Method**

#### **Design**

This was a cross-sectional study. The participants were recruited from private and public schools and for convenience. All measurements were obtained in the physiology of exercise laboratory (UFVJM) and in the schools.

#### **Participants**

The inclusion criteria were as follows: male boys, ages 12-18 years old, absence of chronic or acute diseases. The volunteers were excluded if they were unable to understand the test, had premature birth or if the parents did not sign the consent form. A questionnaire was given to the parents in order to determine the health status of the subject, including medication use, acute, or chronic disease. Moreover, the adolescents were also excluded if after the CEPT showed  $\text{VO}_2$  peak similar to trained subjects, as described previously in the literature (PLOWMAN, 2013). To meet the objectives, this study was divided into two experiments. The Ethics and Research Committee of the Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valleys, Brazil, approved this study (Protocol: 52980816.4.0000.5108).

#### **Experiment Protocol**

In the first experiment, the volunteers went to the laboratory on three consecutive days at the same time period each day. On the first day, the body composition was assessed (weight, height, BMI) and familiarization was performed. The weight and height were measured on an anthropometric mechanical scale, the BMI was calculated as the weight divided by height squared (SANTANA *et al.*, 2009). Familiarization consisted of testing that would be performed on consecutive days to reduce the effect of learning. On the second and third days, the ISWT and CEPT were applied. The testing order was randomized and balanced. The entire procedure took place during a single day shift and the subjects were given specific instructions. The subjects were instructed to avoid physical activity and any intake of caffeine in the 24 hours prior to testing, to get at least 8 hours of sleep the night before, to eat a light meal and to ingest 500 ml of water in the two hours before the tests (NEVES *et al.*, 2015). On

the days of testing subjects were asked about their compliance with the recommendations above and about possible complications or changes in their daily routines.

As described by Singh *et al.* (1992) to perform the ISWT, the participants were instructed to walk a distance of 10 meters around a marking between two cones, placed 0.5m from each endpoint. The walking speed at which the participant should walk was dictated by a sound played from a CD that was originally generated by a microcomputer. Each minute the walking speed increased by 0.17m/s. The test was finished when the volunteer was not able to maintain the required speed (more than 0.5 m from the cone), at the request of the volunteer, or for some other reported symptom (dyspnea, dizziness, vertigo, angina). The original protocol consisted of 12 levels (1020 m); however, as suggested by the literature, we used a protocol of 15 levels (1500m) to evaluate healthy participants, in order to prevent the ceiling effect (DOURADO *et al.*, 2013; LANZA *et al.*, 2015). Before and after the test, heart rate (HR, measured by a heart rate monitor) and blood pressure (measured by a mercury sphygmomanometer cuff and a stethoscope) were measured (BORG *et al.*, 1982). Additionally, during the testing, the laps were recorded to calculate the distance and gait speed reached at the last full level. The CEPT was performed on a treadmill using a protocol based on the progression of the ISWT. This protocol consisted of 1-minute stages, with speed increasing every minute without increasing the incline of the treadmill. The initial velocity was 0.5 m/s, and it increased by 0.17 m/s at each stage. Before, during and after the test, heart rate and blood pressure were measured as described above. The criteria for stopping the test was as follows systolic blood pressure (SBP) greater than 210 mmHg; diastolic blood pressure greater than 120 mmHg; sustained decrease in SBP, angina dyspnea, cyanosis; nausea, dizziness or by the request of the volunteer (ARMSTRONG, 2006).

### **Outcomes**

Three outcomes were collected such as, oxygen uptake ( $VO_2$ ), respiratory quotient (R) and HR breath-by-breath during the tests of the two experiments of this study. The exhaled gases were collected using a gas analyzer via the portable telemetry system (k4b2, Cosmed, Rome, Italy). The data was filtered and was defined as  $VO_2$  peak and R peak with the highest value obtained from the arithmetic mean of the log intervals of 30 s and maximum (HR máx.) as the highest HR value recorded during the test (DOURADO *et al.*, 2013; LANZA *et al.*, 2015). Predicted HR máx. was calculated by the equation  $HR\ máx = 208 - (0.7 \times age)$  (TANALA *et al.*, 2001).

**Data analysis (in progress)**

The statistical analysis was performed using the statistical packages SPSS 22.0 (Inc., USA) and GraphPad Prism 4 (Inc., USA). The normality of data was checked by the Shapiro–Wilk test and the differences among measured variables were determined by paired-t-test for variables with normal distribution or the Wilcoxon test for variables with non-normal distribution. Pearson’s coefficient of correlation was performed to study the correlation between variables and the agreement between tests was assessed by Bland-Altman analysis. The sample size was calculated based on the study by Neves *et al.* (2015) and was identified by the needs of 20 participants. The level of statistical significance was  $P < 0.05$ .

**Results****Flow of participants, therapists and schools through the study**

From July 2016 to December 2017, 150 parents returned signed consent and assent forms. 110 children, met the inclusion criteria for attending experiments 1 and 2. Figure 1 details their progress through both experiments. A qualified, registered physiotherapist with nine years’ experience in cardiopulmonary rehabilitation, executed all the testes. In addition, the therapist received further training in the specific exercise program for this study.

Two government primary schools in the Diamantina City, Minas Gerais, Brazil took part in this study.

## Participants

Twenty-six children, with a mean age 14.3 years (SD 1.7), attended to the first experiment and met the inclusion criteria. Table 1 presents the baseline characteristics of the participants.

Table 1. Characteristics of participants from the first stage.

| Characteristic                  | (n = 26)       |
|---------------------------------|----------------|
| Age ( <i>yr</i> ), mean (SD)    | 14.3<br>(1.7)  |
| Weight( <i>kg</i> ), mean (SD)  | 53.1<br>(11.3) |
| Height( <i>m</i> ), mean (SD)   | 1.6<br>(0.01)  |
| BMI ( <i>kg/m<sup>2</sup></i> ) | 19.3<br>(2.4)  |

## Outcomes

The cardiorespiratory responses obtained at the end of the ISWT and CEPT are presented in Table 2. Similar results in VO<sub>2</sub> peak, R peak, and predicted HR máx.were found. Moderate and significant correlations in VO<sub>2</sub> peak ( $r = 0.44$ ,  $P = 0.02$ ) and R peak ( $r = -0.53$ ,  $P < 0.01$ ) were found between the tests. The Bland-Altman analysis also showed agreement (Bias = -0.13,  $P > 0.05$ ) between the results for VO<sub>2</sub> peak and R peak on the ISWT and CEPT (Fig. 1A and B).

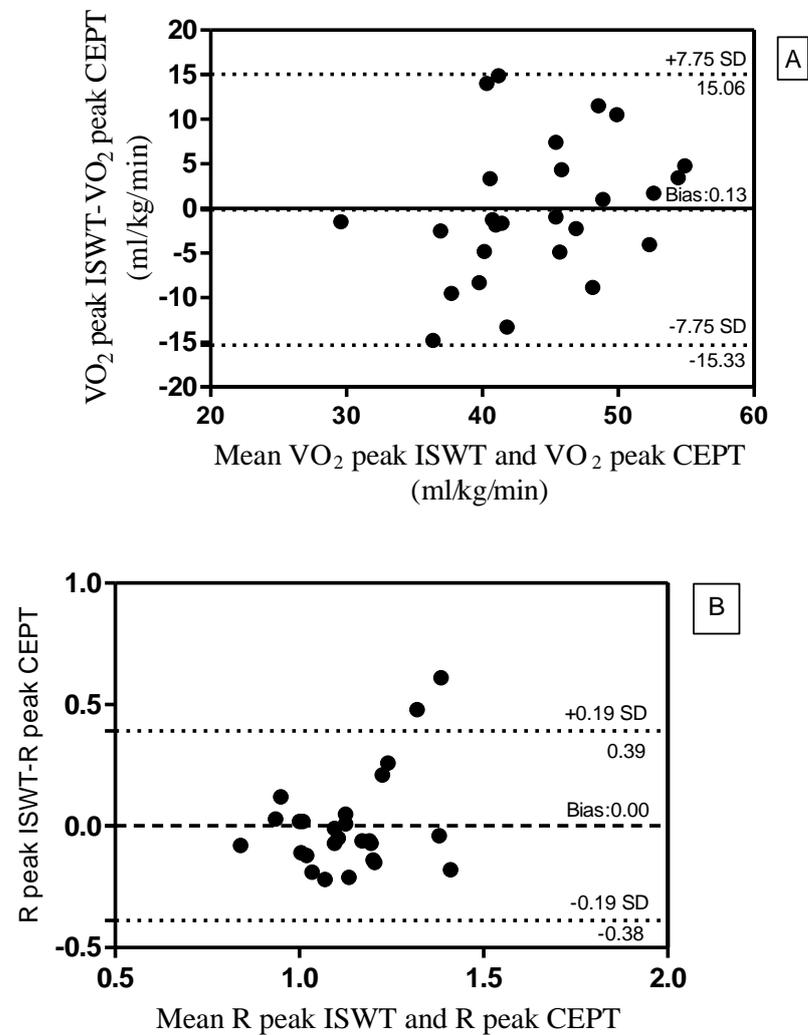


Fig.1 Agreement between  $VO_2$  peak and R peak obtained in the ISWT and CEPT. Bland –Altman plot of the difference the  $VO_2$  peak of the ISWT and CEPT plotted against the mean  $VO_2$  peak of the SWT and CEPT and CEPT (A) and difference R peak of the ISWT and CEPT plotted against the mean R peak of the ISWT and CEPT (B). SWT= Incremental Shuttle Walking Test; CEPT= Cardiopulmonary exercise testing;  $VO_2$ =Oxygen uptake; R= Respiratory exchange ratio.

Table 2. Comparison between the results of cardiorespiratory variables at the end of the test, obtained in ISWT and CEPT.

| Outcome              | Groups           |                  | Comparison between interventions |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------------------|
|                      | ISWT<br>(n = 26) | CEPT<br>(n = 26) | P-value                          |
| VO <sub>2</sub> peak | 44.02<br>(8.2)   | 44.2<br>(6.2)    | 0.93 <sup>a</sup>                |
| R peak               | 1.1<br>(0.2)     | 1.1<br>(0.1)     | 0.28 <sup>b</sup>                |
| HR máx (% predicted) | 98.8<br>(6.3)    | 96.6<br>(3.5)    | 0.63 <sup>b</sup>                |

Legend: The data is presented as mean (SD). ISWT = Incremental Shuttle Walking Test; CEPT = cardiopulmonary exercise testing; VO<sub>2</sub> = oxygen uptake; R = respiratory exchange ratio; HR = heart rate; RPE = rating of perceived exertion. <sup>a</sup>Paired-t test, <sup>b</sup>Wilcoxon test.

## Discussion

The results of this study showed conclusively that: 1) ISWT is a maximum test revealed by HR máx. greater than 90% of the maximal heart rate, R peak > 1.1 in addition to the peak VO<sub>2</sub> values concordant with the CEPT.

If in a progressive exercise test the individual has a heart rate greater than 90% of the predicted maximum heart rate (% HR máx.) for the age, it can be considered that he reached the maximum intensity of the exertion and that the peak VO<sub>2</sub> reflects the limit of the CRF. At the same time, it is described in the literature that as there is an increase in exercise intensity, there is also an increase in the numerical value of the respiratory exchange rate (R), and therefore, when reaching the maximum intensity of the exercise the gas analyzer points numerical values of R greater than or equal to 1.1 (ARMSTRONG, 2006).

The study of Lanzaet *al.* (2015) corroborates the findings of this present study, since in that study the ISWT was a test of maximum intensity in asymptomatic children and adolescents, since in the study the volunteers reached on average 95% of the HR máx. predicted for the age.

On the other hand previous studies determined that the ISWT is a submaximal test for this population. The study by Gomes *et al.* (2014) involved a group of children with asthma and an asymptomatic control group and had as objective to evaluate the tolerance to the exercise

of the asthmatic population. To do so, the researchers applied the ISWT on the volunteers and compared the walking distance in the ISWT between the two groups. This study pointed out that the subjects in the control group achieved on average 69% of HR máx. predicted for the age. The study by Tsopanoglou *et al.* (2014) aimed to evaluate the tolerance to exercise of children and adolescents with preterm birth and very low birth weight. When submitted to the ISWT, these volunteers averaged 55% of HR máx. predicted for the age.

In an unpublished and conclusive way, the  $\text{VO}_2$  peak values found in our study allow us to affirm that the ISWT was in fact a maximum intensity test since we performed the direct gas analysis and not the inference of this variable from an equation such as in other studies.

The implications of this study are related to the fact that just adolescent boys were included.

### **Clinical implications**

The results found in this study contribute to the process of measurement of peak  $\text{VO}_2$  becomes more accessible to clinical practice so that the prescription and elaboration of exercise programs happen in a more informed and assertive way.

### **Acknowledgments**

Laboratory of Exercise Physiology (UFVJM)

