



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

VICTOR HUGO GASPARINI NETO

**TESTE CARDIOPULMONAR DE EXERCÍCIO COM RESISTÊNCIA ELÁSTICA:
UMA NOVA PROPOSTA REPRODUTÍVEL PARA DETERMINAÇÃO DO LIMIAR
VENTILATÓRIO E DO CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO**

Linha de Pesquisa: Aspectos Biomecânicos e Respostas Fisiológicas ao Movimento Corporal
Humano

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Luciana Carletti

VITÓRIA

2022

VICTOR HUGO GASPARINI NETO

**TESTE CARDIOPULMONAR DE EXERCÍCIO COM RESISTÊNCIA ELÁSTICA:
UMA NOVA PROPOSTA REPRODUTÍVEL PARA DETERMINAÇÃO DO LIMIAR
VENTILATÓRIO E DO CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO**

Tese de doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, como defesa de tese do curso de Doutorado em Educação Física, na área de concentração Aspectos Biomecânicos e Respostas Fisiológicas ao Movimento Corporal Humano.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Luciana Carletti.

VITÓRIA

2022

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

G249t Gasparini Neto, Victor Hugo, 1981-
Teste Cardiopulmonar De Exercício Com Resistência Elástica: Uma Nova Proposta Reprodutível Para Determinação Do Limiar Ventilatório e Do Consumo Máximo De Oxigênio / Victor Hugo Gasparini Neto. - 2022.
76 f. : il.

Orientadora: Luciana Carletti.
Coorientador: Carlos Augusto Kalva Filho.
Tese (Doutorado em Educação Física) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Educação Física e Desportos.

1. Teste de esforço. I. Carletti, Luciana. II. Kalva Filho, Carlos Augusto. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Educação Física e Desportos. IV. Título.

CDU: 796

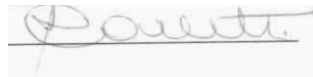
VICTOR HUGO GASPARINI NETO

**TESTE DE CARDIOPULMONAR DE EXERCÍCIO COM RESISTÊNCIA
ELÁSTICA: UMA NOVA PROPOSTA REPRODUTÍVEL PARA DETERMINAÇÃO
DO LIMIAR VENTILATÓRIO E DO CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO**

Tese de doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, como defesa de tese do curso de Doutorado em Educação Física, na área de concentração Aspectos Biomecânicos e Respostas Fisiológicas ao Movimento Corporal Humano.

Orientadora: Prof^a. Dra. Luciana Carletti.

BANCA EXAMINADORA



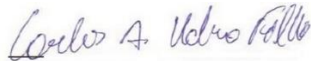
Prof.ª. Dra. Luciana Carletti – UFES
Orientadora



Prof. Dr. Richard Diego Leite – UFES



Prof. Dr. Danilo Bocalini - UFES



Prof. Dr. Carlos Augusto Kalva Filho – USP



Prof. Dr. Nuno Emanuel Frade – FACULDADE ESTÁCIO DE SÁ



Prof. Dr. Paulo Henrique Silva Marques de Azevedo - UNIFESP

VITÓRIA

2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que acreditaram e contribuíram direta ou indiretamente durante esse processo de aprendizado. A presente tese possui um documento complementar que é o memorial descritivo (Anexo), neste documento estão especificados os agradecimentos que não caberiam nessa única página.

Muito obrigado!

“Se vi mais longe foi por estar sobre ombros de gigantes”

Isaac Newton

RESUMO

Objetivo: Propor um novo teste cardiopulmonar de exercício com resistência elástica (TCPEe) e comparar as respostas fisiológicas ao teste cardiopulmonar de exercício (TCPE) convencional realizado em esteira ergométrica. **Método:** Um total de 24 participantes fisicamente ativos completaram o TCPE (primeira sessão) e TCPEe duas vezes (segunda e terceira sessões) intercalados por sete dias. Um protocolo de esteira com incrementos de $1\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ a cada minuto até a exaustão foi utilizado no TCPE. O TCPEe consistiu em realizar passos alternados de ida e volta, contra uma resistência elástica presa a um cinto. Foi utilizado um protocolo incremental com 1 estágio (S) por minuto sobre um tapete de borracha de 8 estágios seguindo uma cadência de 200 bpm controlada por um metrônomo. Foram realizadas duas análises. A primeira análise avaliou a concordância por análise de Bland-Altman entre o TCPE vs. TCPEe, teste t pareado e tamanho de efeito. A segunda análise avaliou a reprodutibilidade do TCPEe por análise de confiabilidade, variabilidade e sensibilidade do teste. **Resultados:** Primeira análise: o Limiar Ventilatório (LV1) ocorreu em 69,7% e 75,3% da FCmax e 53,5% e 65,7% da $\dot{V}O_2\text{max}$. LV2 ocorreu em 93,3% e 96,8% da FCmax e 87,0% e 96,9% do $\dot{V}O_2\text{máx}$ para TCPE e TCPEe, respectivamente. Na exaustão, $\dot{V}O_2\text{max}$, BORG-CR10 e OMNI-RES EB e duração do teste apresentaram valores menores para TCPEe ($P < 0,05$). Segunda análise: LV1 ocorreu no aquecimento (S0) ($P = 0,731$), LV2 ocorreu em S5 ($P = 0,912$) e a exaustão ocorreu em S6 e S7 ($P = 0,271$) para TCPEe e Reteste, respectivamente. $\dot{V}O_2\text{max}$ apresentou ICC = 0,921 e FCmax, ICC = 0,930. **Conclusão:** O TCPEe possui boa reprodutibilidade teste-reteste e representa um complemento possível e interessante para determinar o consumo máximo de oxigênio, a frequência cardíaca máxima e o segundo limiar ventilatório sem o uso de ergômetros tradicionais.

Palavras-chave: teste cardiopulmonar de exercício, limiares ventilatórios, teste de esforço, acessibilidade.

ABSTRACT

Objectives: To propose a new cardiopulmonary exercise test with elastic resistance (CPxEL) and to compare the physiological responses to the conventional cardiopulmonary exercise test (CPx) performed on a treadmill. **Method:** A total of 24 physically active participants completed the CPx (first session) and CPxEL twice (second and third sessions) interspersed for seven days. A treadmill protocol with increments of $1\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ every minute until exhaustion was used in CPx. The CPxEL consisted of performing alternating back and forth steps, against an elastic resistance attached to a belt. An incremental protocol with 1 stage (S) per minute was used on an 8-stage rubber mat following a cadence of 200 bpm controlled by a metronome. Two analyzes were performed. The first analysis evaluated the agreement by Bland-Altman analysis between CPx vs. CPxEL, paired t test and effect size. The second analysis evaluated the reproducibility of CPxEL by analyzing the reliability, variability and sensitivity of the test. **Results:** First analysis: Ventilatory Threshold (VT1) occurred at 69.7% and 75.3% of HRmax and 53.5% and 65.7% of $\dot{V}O_{2\text{max}}$. LV2 occurred in 93.3% and 96.8% of HRmax and 87.0% and 96.9% of $\dot{V}O_{2\text{max}}$ for CPET and CPETE, respectively. At exhaustion, $\dot{V}O_{2\text{max}}$, BORG-CR10 and OMNI-RES EB and test duration showed lower values for CPxEL ($P < 0.05$). Second analysis: LV1 occurred at warm-up (S0) ($P = 0.731$), LV2 occurred at S5 ($P = 0.912$) and exhaustion occurred at S6 and S7 ($P = 0.271$) for CPxEL and Retest, respectively. $\dot{V}O_{2\text{max}}$ presented ICC = 0.921 and HRmax, ICC = 0.930. **Conclusion:** The CPxEL has good test-retest reproducibility and represents a possible and interesting complement to determine the maximum oxygen consumption, the maximum heart rate and the second ventilatory threshold without the use of traditional ergometers.

Keywords: cardiopulmonary exercise test, ventilatory thresholds, exercise test, accessibility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo esquemático de tapete para teste incremental com resistência elástica. A – Aquecimento, E – Estágios.....	17
Figura 2. Layout da sala de exames. Tapete emborrachado (elaborado pelo próprio autor) e pintado manualmente para teste incremental com resistência elástica.....	17
Figura 3. A. Barra de apoio fixada na parede para sustentar o dinamômetro e o elástico. B - Dinamômetro de tração e pressão (EMG System) com olhal acoplado.....	18
Figura 4. Cinto de nylon com fecho reforçado, tubo elástico no cinto e fixação do tubo no cinto (elaborado pelo próprio autor).....	19
Figura 5. Desenho esquemático dos procedimentos de coletas de dados. Os procedimentos foram os mesmos para os três dias. 1º dia – Repouso, Avaliação Física, Lactato sanguíneo e Teste Cardiopulmonar de Exercício TCPE; 2º dia, Teste Cardiopulmonar de Exercício com Resistência Elástica (TCPEe) e Lactato sanguíneo; 3º dia Reteste com Fase de Verificação do $\dot{V}O_{2max}$	20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CO₂ – Dióxido de carbono

DP – Desvio padrão

ES – (*Effect size* – tamanho de efeito)

FC – Frequência cardíaca

FC_{max.} – Frequência cardíaca máxima

IMC – Índice de Massa Corporal

[Lac] – Concentrações sanguíneas de lactato

PSE – Percepção Subjetiva de Esforço

TCPE – Teste cardiopulmonar de exercício

TCPEe – Teste cardiopulmonar de exercício com resistência elástica

UFES – Universidade Federal do Espírito Santo

$\dot{V}CO_2$ – Volume de dióxido de carbono

$\dot{V}O_2$ – Consumo de oxigênio

$\dot{V}O_{2max}$ – Consumo máximo de oxigênio

$\dot{V}CO_2$ – Produção de dióxido de carbono

$\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ – Equivalente ventilatório de dióxido de carbono

$\dot{V}E/\dot{V}O_2$ – Equivalente ventilatório de oxigênio

PET_{O₂} – Pressão parcial de oxigênio no final da expiração

PET_{CO₂} – Pressão parcial de dióxido de carbono no final da expiração

SUMÁRIO

1.0	Introdução	12
2.0	Objetivo Geral	13
3.0	Método	13
3.1	<i>Desenho de pesquisa</i>	13
3.2	<i>Amostra e cálculo amostral</i>	14
3.3	<i>Avaliação antropométrica</i>	14
3.4	<i>Teste Cardiopulmonar de Exercício (TCPE)</i>	14
3.5	<i>Teste Cardiopulmonar de Exercício com resistência elástica (TCPEe)</i>	15
3.6	<i>Fase de Verificação do $\dot{V}O_2max$</i>	16
3.7	<i>Dinamômetro de tração e pressão (Célula de Carga)</i>	19
3.8	<i>Determinação dos Limiares Ventilatórios</i>	20
3.9	<i>Lactatemia</i>	20
3.10	<i>Escalas subjetivas</i>	21
3.11	<i>Procedimentos Estatísticos</i>	21
4.0	Resultados	23
	Anexo 1 – Artigo 1	48
	Anexo 2 – Artigo 2	49
	Anexo 3 – Artigo 3	50
	Anexo 4 – Artigo 4	51
	Anexo 5 – Artigo 5	52
	Anexo 6 – Artigo 6	53
	Anexo 7 – Memorial Descritivo	54

1.0 Introdução

O teste de exercício cardiopulmonar (TCPE) é o método padrão-ouro para determinação do $\dot{V}O_2\text{max}$ que reflete a integração dos sistemas metabólico e fisiológico na exaustão voluntária máxima (Balady et al., 2010). O TCPE permite a identificação do primeiro e segundo limiar ventilatório (LV1 e LV2) que predizem de forma não invasiva a capacidade aeróbia, permitindo o monitoramento e a prescrição do treinamento físico (Balady et al., 2010; Poole et al., 2021). Além disso, é possível identificar o platô do consumo máximo de oxigênio, que é definido por uma taxa de trabalho ou velocidade de exercício que não resulta em aumento adicional de $\dot{V}O_2$, mesmo com o aumento da demanda energética (Astorino et al., 2005). Devido à alta variabilidade da determinação do $\dot{V}O_2\text{max}$, alguns pesquisadores recomendam realizar uma fase de verificação do $\dot{V}O_2\text{max}$ que consiste em um esforço máximo ou supra máximo 5 – 15 min após um TCPE (Costa et al., 2021). Tradicionalmente o TCPE é realizado em esteira ou cicloergômetro, e esse teste exibe segurança de sua aplicação inclusive para pacientes de alto risco cardiovascular (Skalski et al., 2012). Apesar de ser seguro, o TCPE apresenta algumas limitações em sua aplicação, como a necessidade de profissionais altamente qualificados e materiais caros que podem reduzir sua utilização em larga escala (Skalski et al., 2012).

Alternativas indiretas para a determinação do $\dot{V}O_2\text{max}$, como o teste incremental de Carminatti (TCAR), que consiste em corridas de vai-e-vem, e o teste de Shuttle run demandam pouco recurso financeiro comparado ao TCPE (Léger e Lambert, 1982; Santos et al., 2015). Porém, esses testes exigem um espaço físico de no mínimo 30 m, uma filmadora e familiarização de até 4 dias (Santos et al., 2015) para uma execução correta com boa reprodutibilidade. Sabendo dessas limitações, cresce a necessidade de apresentar propostas que utilizem métodos alternativos para testes incrementais com maior validade ecológica e que podem gerar menor impacto osteoarticular e menor risco de quedas. Além disso, é interessante que as propostas sejam viáveis para aplicação em um espaço físico pequeno, e que apresentem especificidade para movimento a ser prescrito. Isso pode facilitar o monitoramento, a prescrição e a adesão ao treinamento físico.

Existe um corpo de evidências com foco na utilização da resistência elástica como método de treinamento de força. Essa modalidade é frequentemente utilizada para aumentar a força em diferentes populações (Liao et al., 2017; Mascarin et al., 2017; Mikesky et al., 1994) e também pode ser usada para o treinamento aeróbio utilizando um tubo elástico como resistência. Por exemplo, recentemente demonstramos que uma sessão de exercício intervalado de corrida com resistência elástica reduz a pressão arterial e a glicose em mulheres idosas com e sem

hipertensão arterial (Gasparini-Neto et al., 2021). As séries foram compostas por corrida ou caminhada rápida (para frente e para trás). Para isso, as participantes utilizaram um tubo elástico feito de látex. O elástico era segurado na altura da cintura que estava fixado nos postes da grade de uma quadra poliesportiva. Dessa forma, a vantagem da utilização da resistência elástica permite que o exercício pode ser realizado em pequenos espaços e com baixo custo, aumentando sua aplicabilidade no cotidiano de diferentes populações.

No entanto, estudos que validaram o TCPE utilizando a corrida com resistência elástica (TCPEe) ainda não estão disponíveis, limitando a prescrição de exercícios aeróbios com embasamento científico, nessa modalidade. Sabe-se que a especificidade dos testes exhibe respostas cardiopulmonares diferentes. Magel et al. (1975) compararam um teste de natação atada com um TCPE em esteira ergométrica e demonstraram diferenças médias de -8,2 no $\dot{V}O_2\text{max}$ ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) para o nado atado vs. TCPE (MAGEL et al., 1975). Já Pinna et al. (2013) propuseram um teste incremental com resistência elástica na natação e demonstraram que a FCmax foi menor quando comparada a três outros testes com ergômetros diferentes (PINNA et al., 2013).

Considerando a validade do TCPE observada em diferentes ergômetros com resultados distintos, hipotetizamos que o TCPEe apresentará baixa concordância com TCPE e boa reprodutibilidade para $\dot{V}O_2\text{max}$, possibilitando a determinação de parâmetros específicos para prescrição e monitoramento de exercícios aeróbios intervalados com resistência elástica.

2.0 Objetivo Geral

- 1- Propor um novo teste de exercício cardiopulmonar com resistência elástica (TCPEe), comparando os parâmetros cardiopulmonares e metabólicos com os obtidos pelo TCPE convencional.
- 2- Testar a confiabilidade e reprodutibilidade do TCPEe nos parâmetros cardiopulmonares e metabólicos.

3.0 Método

3.1 Desenho de pesquisa

Trata-se de um estudo Quasi-Experimental de corte transversal, braço do projeto: Estudo OBHIIT (Obesity Research in High Intensity Interval Training). Os procedimentos foram realizados de acordo com a resolução do CNS nº466 de 12 de dezembro 2012 com o projeto aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do

Espírito Santo sob o protocolo nº 3378516 e CAAE nº 09109319.2.0000.5542. Todos os indivíduos foram informados e, assim como os riscos e benefícios, assinando o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e familiarizados com os procedimentos experimentais.

3.2 Amostra e cálculo amostral

Considerando um tamanho de efeito de 0,63 (FALZ et al., 2019) para diferenças no $\dot{V}O_{2\max}$ na comparação entre o TCPE e TCPEe com poder estatístico de 80%, foi identificado um número amostral mínimo de 22 sujeitos, realizado pelo pacote *GPower* 3.1.9.2 (Alemanha).

Foram adotados como critério de inclusão: homens e mulheres, IMC (≥ 18 e ≤ 25 kg·m²), idade (18 a 35 anos), fisicamente ativos (≥ 150 min/semana de exercício físico), livre de doenças cardiometabólicas, que não utilizem suplementos alimentares ou esteroides anabolizantes.

Foram recrutados 26 participantes, prevendo perda amostral de 10%. Duas participantes não foram incluídas (uma por suspeita de COVID-19 e outra por desistência de participar por motivos pessoais), sendo avaliados 24 participantes. O recrutamento foi feito por convites e folder nas redes sociais, por e-mail institucional da Universidade Federal do Espírito Santo, no período de agosto e setembro de 2020. Os participantes compareceram 3 dias com intervalos de 1 semana entre os testes. Os testes e procedimentos foram realizados de setembro a dezembro de 2020 no Laboratório de Fisiologia do Exercício – UFES.

3.3 Avaliação antropométrica

Foram realizadas medidas antropométricas para caracterização dos participantes. A massa corporal e a estatura foram medidas por meio de balança antropométrica digital com estadiômetro de precisão de um milímetro (Marte Científica, L200, São Paulo) com capacidade máxima de 201kg e sensibilidade de 50 gramas. As medidas antropométricas foram realizadas por um mesmo avaliador experiente utilizando uma trena antropométrica com 2 m de aço flexível e resolução em mm (Cescorf, RS). Foram medidas a perimetria de circunferência abdominal, cintura e quadril. Os participantes foram instruídos a ficar descalços e vestir roupas leves.

3.4 Teste Cardiopulmonar de Exercício (TCPE)

Em uma sala silenciosa mantida a temperatura ambiente entre 21 e 24° C, a pressão arterial (PA) foi aferida seguindo as recomendações da VII Diretrizes Brasileiras de Hipertensão (2016)

(MALACHIAS et al., 2016) e os participantes foram encaminhados para a esteira e equipados com uma máscara conectada a uma turbina para medida do fluxo de ar e análise dos gases expirados. Os participantes foram orientados sobre os procedimentos de realização do teste, que incluem: permanecer respirando normalmente, não usar a barra de apoio da esteira, a não ser em caso de necessidade e ao final do teste; solicitar interrupção do teste em caso de dor localizada, ou qualquer outro desconforto. O teste foi realizado em esteira rolante motorizada (Inbra Sport Super ATL, Porto Alegre, Brasil) mantida com inclinação de 1% com aquecimento de 3 minutos de duração a $4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ seguido de um protocolo com incrementos de $1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a cada min até a exaustão, objetivando uma duração entre 8 e 12 min. As variáveis ventilatórias foram mensuradas utilizando o analisador metabólico de gases (Cortex Metalyzer 3B, Alemanha), com coleta respiração a respiração, e em seguida, analisadas pelo programa Metasoft™. A unidade do Cortex foi calibrada através de gás de calibração (cilindro de 16 %O₂ e 5 %CO₂ original, fornecido pelo fabricante), e uma nova calibragem antes de cada teste. Para identificar o teste como máximo aceitou-se pelo menos três dos seguintes critérios: a) Atingir pelo menos 90% da frequência cardíaca máxima predita pela fórmula (220-idade); b) razão de troca respiratória igual ou acima de 1,05; c) exaustão; d) lactato sanguíneo $\geq 8 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$; e) BORG-CR10 ≥ 7 e g) perda de coordenação motora.

3.5 Teste Cardiopulmonar de Exercício com resistência elástica (TCPEe)

O TCPEe foi realizado em cima de um tapete emborrachado com 4,5 metros de comprimento demarcado com 11 linhas (0 a 10) pintadas em cores diferentes (branco e preto) e separadas por 30 cm, compondo 8 estágios (Figura 2). Inicialmente foi utilizado um cinto ajustável com fechamento reforçado, acoplado a um tubo elástico de alta resistência cor prata de 2 m (®Theraband Tubing, Malásia). O tubo elástico foi trocado a cada duas semanas ou a cada 2 cm (10%) de aumento em relação ao seu tamanho original. Além disso, o tubo elástico foi tensionado 361 cm no último estágio. Não houve rasgo e nenhum acidente. Por fim, o elástico foi fixado paralelamente ao solo em uma célula de carga (200 kg; Sistema EMG do Brasil, SP Ltda.). O software para aquisição digital (EMG Lab, versão 1.03) coletou os sinais de força em uma frequência de amostragem de 1000 Hz. Os dados foram analisados por meio do MatLab (MatLab; R2015a ®, MathWorks, Massachusetts, EUA). Os valores em milivolts (mV) foram convertidos para quilogramas (kg) por meio de uma regressão de calibração construída por meio de pesos conhecidos (quatro medidas entre 1 e 9,8 kg). Os resultados representam a força média nos últimos 30 s de cada estágio.

Inicialmente, o participante realizou uma breve familiarização do protocolo, realizando os movimentos orientados pelo pesquisador. Em seguida, o cinto, a máscara facial de silicone para coleta de gases e o sensor de frequência cardíaca (POLAR®, Kempele, Finlândia) foram ajustados. O TCPEe consistiu em alternar passos para frente e para trás contra uma resistência elástica presa a um cinto. O participante realizou passos alternando os pés para frente e para trás com o movimento de vai-e-vem. Os movimentos foram realizados com linhas da mesma cor (ou seja, primeira etapa com linhas pretas, segunda etapa com linhas brancas, terceira etapa novamente com linhas pretas e assim sucessivamente até a exaustão) (Figura 2). A cada mudança de estágio, o pé que iniciava o movimento era alternado. Os participantes foram estimulados a seguir um ritmo de 180 bpm (~ 90 passos/min) durante o aquecimento e 200 bpm (~ 100 passos/min) durante as etapas emitidas por um metrônomo (App - @Cifraclub, Brasil) conectado à uma caixa de som. Após 3 min de aquecimento (S0), foi realizado um protocolo consistindo em incrementos de 1 estágio (60cm) por minuto seguindo uma cadência de 200 (batimentos por minuto), bpm com total de 8 estágios. Incentivo verbal constante foi aplicado para manter o ritmo durante os estágios e caso o participante atingisse o último estágio ou, se não fosse possível, incrementar outro estágio com boa cadência e padrão de movimento, eram adicionados 10 (dez) bpm a cada minuto até a exaustão (Figura 2). Os critérios para identificar o teste como máximo foi em aceitar pelo menos três dos seguintes critérios: a) Atingir pelo menos 90% da frequência cardíaca máxima predita pela fórmula $(220 - \text{idade})$; b) razão de troca respiratória igual ou acima de 1,05; c) consumo máximo pelo platô ou pico de oxigênio, d) exaustão, e) lactato sanguíneo $\geq 8 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$; f) BORG-CR10 ≥ 7 ; g) perda de coordenação motora.

3.6 Fase de Verificação do $\dot{V}O_{2max}$

Na recuperação após o reteste do TCPEe, o participante permanecia sentado por 10 min. A partir desse momento, o participante era orientado a se posicionar no último estágio que finalizou o teste e realizava o protocolo com os mesmos bpm até a exaustão para confirmação do $\dot{V}O_{2max}$. Em todos protocolos incrementais foi realizado incentivo verbal.

Devido a pandemia da COVID-19, a sala de exames foi adaptada para manter melhor circulação do ar e reduzir chances de contaminação, seguindo os protocolos de medidas sanitárias com uso de máscaras e *faceshield*, distanciamento de 1,5 metros entre os pesquisadores e o participante além de lavagem constante das mãos e limpeza das superfícies com álcool 70%.

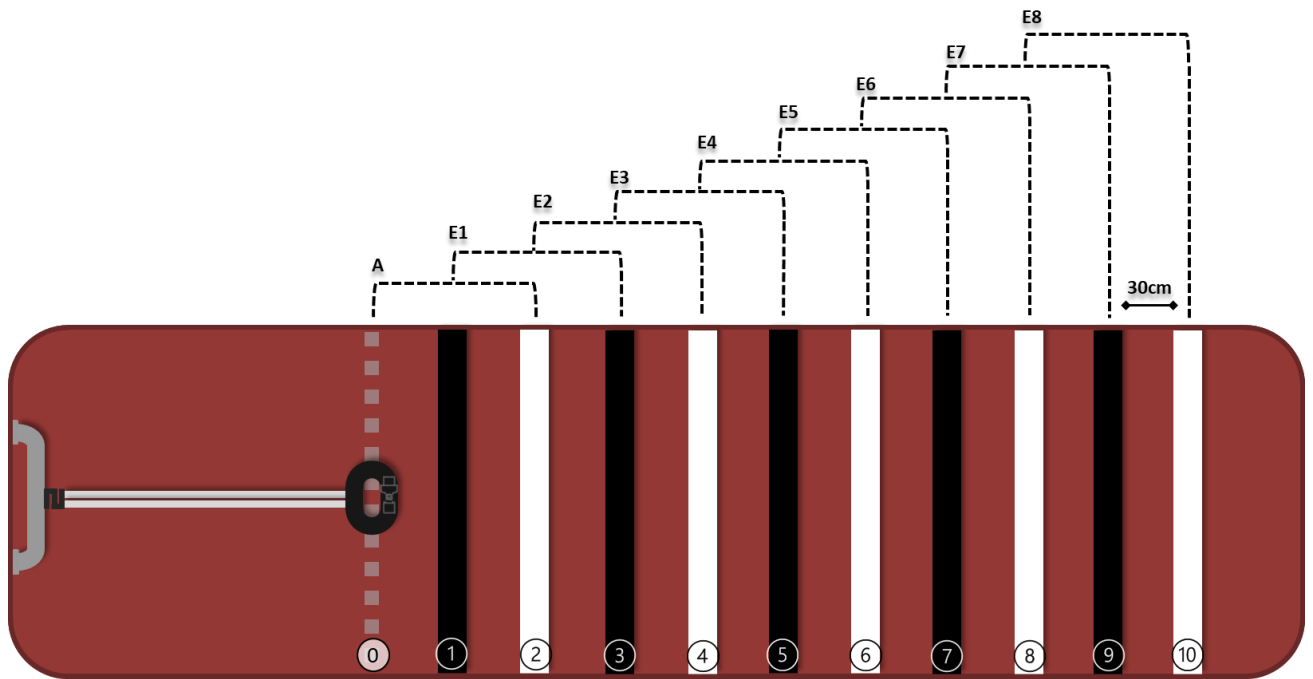


Figura 1. Modelo esquemático de tapete para teste incremental com resistência elástica. A – Aquecimento, E – Estágios.

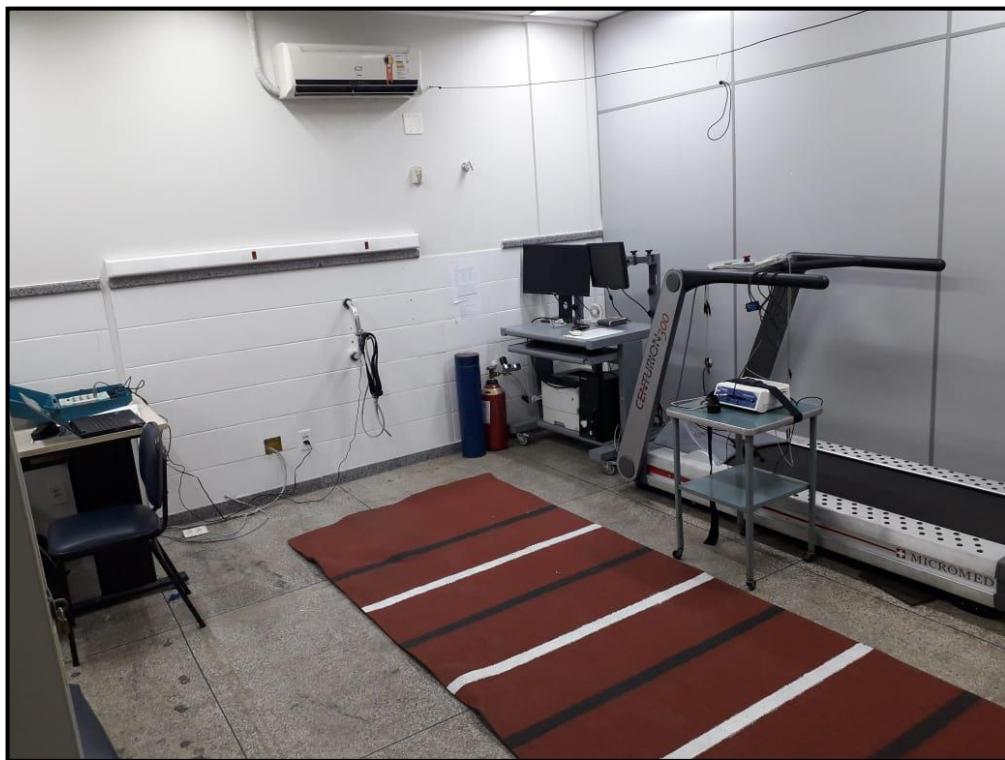


Figura 2. Layout da sala de exames. Tapete emborrachado (elaborado pelo próprio autor) e pintado manualmente para teste incremental com resistência elástica.



Figura 3. A. Barra de apoio fixada na parede para sustentar o dinamômetro e o elástico. B - Dinamômetro de tração e pressão (EMG System) com olhal acoplado.

3.7 Dinamômetro de tração e pressão (Célula de Carga)

O tubo elástico foi fixado na célula de carga. O elástico foi fixado paralelamente ao solo em uma célula de carga (200 kg; Sistema EMG do Brasil, SP Ltda.) por dentro do olhal (Figura 2B) em extremidade contrária que foi fixada a um cabo de aço na barra de apoio (Figura 2A).

Foi criado um algoritmo próprio para esse estudo, a fim de determinar a força durante um teste incremental experimental, o TCPEe. Os argumentos de entrada são a matriz de aquisição (milivolts) e os coeficientes de calibração. Os valores em milivolts (mV) foram convertidos para quilogramas (kg) por meio de uma regressão linear de calibração construída por meio de pesos conhecidos (quatro medidas entre 1 e 9,8 kg). Os resultados representam a força média nos últimos 30 s de cada estágio. O software para aquisição digital (EMG Lab, versão 1.03) coletou os sinais de força em uma frequência de amostragem de 1000 Hz. Os dados foram analisados por meio do MatLab (MatLab; R2015a ©, MathWorks, Massachusetts, EUA).

O cinto é feito de tecido de nylon reforçado com 1,3 a 2m de comprimento podendo ser ajustado em eutróficos e obesos (elaborado pelo próprio autor). Possui 5 cm de largura ajustável com fecho reforçado. O tubo elástico foi fixado com abraçadeiras resistentes de nylon num mosquetão de aço inoxidável envolto no cinto (Figura 3).



Figura 4. Cinto de nylon com fecho reforçado, tubo elástico no cinto e fixação do tubo no cinto (elaborado pelo próprio autor).

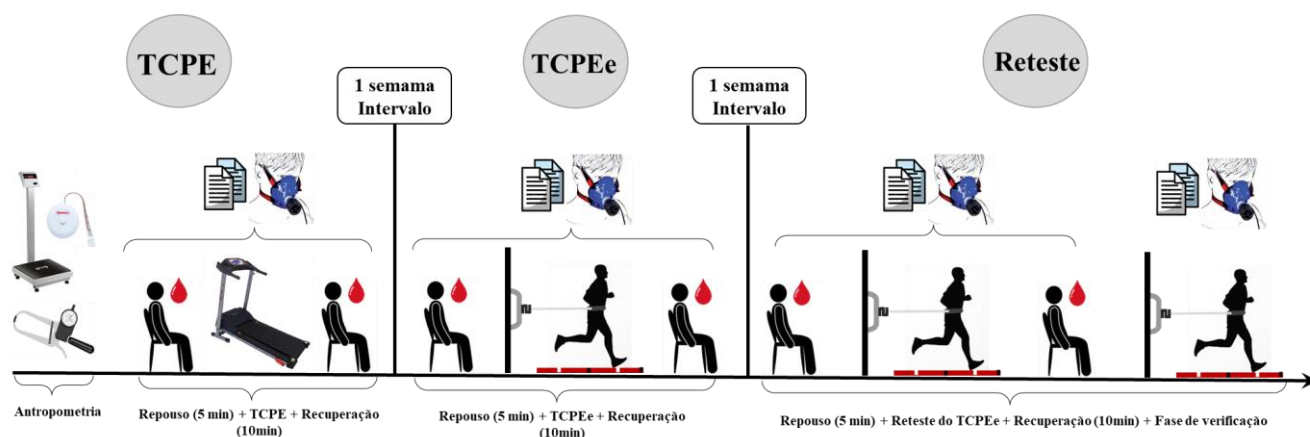


Figura 5. Desenho esquemático dos procedimentos de coletas de dados. Os procedimentos foram os mesmos para os três dias. 1º dia – Repouso, Avaliação Física, Lactato sanguíneo e Teste Cardiopulmonar de Exercício TCPE; 2º dia, Teste Cardiopulmonar de Exercício com Resistência Elástica (TCPEe) e Lactato sanguíneo; 3º dia Reteste com Fase de Verificação do $\dot{V}O_{2max}$.

3.8 Determinação dos Limiares Ventilatórios

Para identificação dos limiares ventilatórios foram utilizados os critérios visuais e valores calculados pelo software Metasoft™. Três pesquisadores de maneira independente e cegada, avaliaram os resultados, sendo considerados os pontos de concordância de, pelo menos, dois dos avaliadores (ICC – 0,93). O limiar ventilatório 1 (LV1) foi identificado no momento do ponto mais baixo seguido de aumento exponencial no equivalente ventilatório de oxigênio ($\dot{V}E/\dot{V}O_2$), SEM aumento do equivalente ventilatório de dióxido de carbono ($\dot{V}E/\dot{V}CO_2$). Também foi utilizado o método computadorizado a partir do V-Slope, que indica o ponto de interseção com perda de linearidade do $\dot{V}CO_2/\dot{V}O_2$, além do aumento abrupto na $\dot{V}E$ e na $PetO_2$. Para identificação do limiar ventilatório 2 (LV2), foi considerado o momento do ponto mais baixo do $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ com posterior elevação além do momento da queda gradual da $PetCO_2$ (BEAVER; WASSERMAN; WHIPP, 1986).

3.9 Lactatemia

Após 5 min de repouso foi realizada uma punção do lóbulo da orelha com uma lanceta descartável e 25 μ l de sangue arterializado foram coletados, utilizando-se de capilares de vidro heparinizados e calibrados. O sangue coletado foi depositado em tubos Eppendorf contendo 50 μ l de fluoreto de sódio 1%, que, por ser hipotônico, provoca a hemólise e também a inibição da enzima glicolítica enolase, interrompendo assim a atividade glicolítica, contribuindo também para evitar a coagulação sanguínea e posteriormente armazenados em freezer comum. As

concentrações de lactato sanguíneos foram determinadas por um analisador de lactato e glicose - método eletro - enzimático, modelo YSI 2.300 STAT (Yellow Springs Inc. - USA). Os valores de lactato foram expressos em $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (SIMÕES et al., 1999). A coleta foi realizada antes e após os testes na esteira e com resistência elástica nos momentos 3, 5 e 7 min pós esforço para determinar a maior concentração, considerado como lactato pico.

3.10 Escalas subjetivas

Foram aplicadas duas escalas: Percepção subjetiva de esforço (PSE - CR-10) (BORG, 1982) e OMNI RES EB adaptado para resistência elástica (COLADO et al., 2014) . As escalas foram aplicadas no início, durante (PSE) e no final de cada teste.

3.11 Procedimentos Estatísticos

Os dados estão apresentados em duas análises: Análises 1 e 2.

As análises estatísticas foram realizadas pelo software SPSS 20.0 e a representação gráfica pelo software (MedCalc v.12.5). A normalidade dos dados foi testada e confirmada pelo teste de Shapiro-Wilk, com exceção dos dados de BORG e OMNI-RES EB, que foram submetidos a uma avaliação de histograma, valores de assimetria e curtose, comparação de médias e teste de Kolgomorov-Smirnov com base nos critérios de Bartlett com a finalidade de conferir a normalidade, sendo confirmados. Os dados foram expressos como média \pm DP.

Análise 1: Validade, concordância e correlação entre o TCPE e o TCPEe. Para comparação das médias foi utilizado teste t pareado. Foi avaliada a concordância pela técnica de Bland-Altman e foi calculada a regressão linear e a correlação de *Pearson*, classificada como trivial (0 - 0.09), pequena (0.10 - 0.29), moderada (0.30 - 0.49), grande (0.50 - 0.69), muito grande (0.70 - 0.89) e quase perfeito (0.90 - 0.99) (BATTERHAM; HOPKINS, 2006) . Para avaliar a magnitude das diferenças entre os testes, foi calculado o tamanho de efeito utilizando *d de Cohen* a partir de escala arbitrária como trivial (0 – 0.19). pequeno (0.20 – 0.49), moderado (0.50 - 0.79) e grande (≥ 0.8) (LAKENS, D., 2013) para as variáveis $\dot{V}O_2$, HR, Lactato, RER, BORG, OMNI-RES EB e Tempo de Teste nos momentos: Repouso, LV1, LV2 e Max.

Análise 2: Reprodutibilidade e confiabilidade do teste-reteste do TCPEe. Para comparação das médias foi utilizado teste t pareado. Para testar a acurácia e a variabilidade entre teste e reteste, foi utilizado erro típico e coeficiente de variação (CV%), respectivamente. A reprodutibilidade foi avaliada pelo coeficiente de correlação intraclassa (CCI), classificado como: (0.00 – 0.30) pouca ou nenhuma correlação; (0.30 – 0.49). correlação baixa; (0.50 – 0.69). correlação

moderada; (0.70 – 0.89) correlação alta; e (0.90 - 1.00) correlação muito alta (BATHERAN et al., 2006). Em adição, para avaliar a sensibilidade do teste, o erro padrão da medida (EPM) foi calculado com a seguinte equação: $EPM = DP \cdot \sqrt{1 - CCI}$ e a mínima mudança detectável (MMD) foi calculada a partir da equação: $MDD = [1.96 \cdot \sqrt{2} \cdot EPM]$ (para as variáveis: $\dot{V}O_2$, HR, Lactato, RER, BORG, OMNI-RES EB, tempo de teste e valores de força nos momentos: Repouso, LV1, LV2 e Exaustão). O software Matlab foi utilizado para análise dos valores de célula de carga expressos em força (kg). Foi adotado $P \leq 0.05$.

4.0 Resultados

TESTE CARDIOPULMONAR DE EXERCÍCIO COM RESISTÊNCIA ELÁSTICA: UMA NOVA PROPOSTA REPRODUTÍVEL PARA DETERMINAÇÃO DO LIMAR VENTILATÓRIO E DO CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO

Resumo

Propor um novo teste cardiopulmonar de exercício com resistência elástica (TCPEe) e comparar as respostas fisiológicas com o teste cardiopulmonar de exercício (TCPE) convencional realizado em esteira ergométrica. Além disso, testamos a reprodutibilidade do TCPEe. Vinte e quatro participantes fisicamente ativos completaram o TCPE (primeira sessão) e TCPEe duas vezes (segunda e terceira sessões) intercalados por sete dias. Um protocolo de esteira com incrementos de $1\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ a cada minuto até a exaustão foi utilizado no TCPE. O TCPEe consistiu em realizar passos alternados de ida e volta contra uma resistência elástica presa a um cinto e um protocolo incremental com 1 estágio (S) por minuto seguindo uma cadência de 200 bpm controlada por um metrônomo em um tapete de borracha de 8 estágios. Primeira análise: o primeiro limiar ventilatório (LV1) ocorreu em 69,7% e 75,3% da frequência cardíaca máxima (FCmax) e 53,5% e 65,7% do consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2\text{max}}$). O segundo limiar ventilatório (LV2) ocorreu em 93,3% e 96,8% da FCmax e 87,0% e 96,9% do $\dot{V}O_{2\text{max}}$ para TCPE e TCPEe, respectivamente. Na exaustão, $\dot{V}O_{2\text{max}}$, percepção de esforço (BORG-CR10 e OMNI-RES EB) e duração do teste apresentaram valores menores para TCPEe ($P < 0,05$). Segunda análise: LV1 ocorreu no aquecimento (S0) ($P = 0,731$), LV2 ocorreu em S5 ($P = 0,912$) e a exaustão ocorreu em S6 e S7 ($P = 0,271$) para TCPEe e reteste, respectivamente. O coeficiente de correlação intraclasse (ICC) para $\dot{V}O_{2\text{max}}$ foi de 0,921 e para FCmax foi de 0,930. O TCPEe tem boa reprodutibilidade teste-reteste e representa um possível e interessante complemento para determinar o consumo máximo de oxigênio, a frequência cardíaca máxima e o segundo limiar ventilatório sem o uso de ergômetros tradicionais.

Palavras-chave: teste cardiopulmonar de exercício, limiares ventilatórios, teste de esforço, acessibilidade

Pontos chave

- O TCPEe representa um possível e interessante complemento ao TCPE, não necessitando de esteiras ou ergômetros tradicionais.
- O TCPEe tem boa reprodutibilidade teste-reteste e representa um possível e interessante complemento para determinar o consumo máximo de oxigênio e a frequência cardíaca máxima.
- Usando movimentos de vai e vem alternando passadas com resistência elástica sobre um tapete emborrachado de 8 estágios pode ser aplicado para medir a capacidade máxima ($\dot{V}O_2\text{max}$) e submáxima (LV2).

Introdução

O teste cardiopulmonar de exercício (TCPE) é um método padrão-ouro para determinação do $\dot{V}O_2\text{max}$ que reflete uma integração dos sistemas metabólico e fisiológico até a exaustão voluntária (BALADY et al., 2010). Além disso, o primeiro e o segundo limiar ventilatório (LV1 e LV2, respectivamente) podem ser identificados e predizer de forma não invasiva a capacidade aeróbia, o que permite o monitoramento e prescrição do treinamento físico (BALADY et al., 2010; POOLE et al., 2021). O platô de consumo máximo de oxigênio é definido por uma taxa de trabalho (ou velocidade) de exercício que não resulta em aumento adicional de $\dot{V}O_2$, embora ocorra o aumento da demanda energética, e essa resposta de platô é considerada um $\dot{V}O_2\text{max}$ verdadeiro, conforme proposto por Taylor et al. (1955) (ASTORINO et al., 2005). Sabe-se também que a idade é um forte preditor de ocorrência ou não de um platô (ASTORINO et al., 2005). Devido à alta variabilidade da determinação do $\dot{V}O_2\text{max}$, alguns pesquisadores recomendam uma fase de verificação do $\dot{V}O_2\text{max}$ que consiste em um esforço máximo ou supra máximo 5 – 15 min após um TCPE (COSTA et al., 2021). Tradicionalmente o TCPE é realizado em esteira e cicloergômetro que é seguro mesmo para pacientes de alto risco cardiovascular (SKALSKI; ALLISON; MILLER, 2012). Além disso, o TCPE apresenta limitações na aplicação, como a necessidade de profissionais altamente qualificados e materiais caros que podem reduzir a utilização em larga escala (SKALSKI; ALLISON; MILLER, 2012).

Alternativas indiretas para a determinação do $\dot{V}O_2\text{max}$, como o teste incremental de Carminatti (TCAR), consistem em corridas de vai-e-vem, e os testes Shuttle run são mais baratos que o TCPE tradicional (LÉGER; LAMBERT, 1982; SANTOS et al., 2015). Porém, pela especificidade do movimento, esses testes exigem um espaço físico de no mínimo 30 m, uma

filmadora, e familiarização de até 4 dias (SANTOS et al., 2015) para a correta execução e reprodutibilidade. Sabendo dessas limitações, propostas de testes e exercícios que utilizem métodos alternativos para testes incrementais e maior validade ecológica podem gerar menor impacto osteoarticular e menor risco de quedas. Além disso, pode ser realizado em grupo e aplicado em espaço físico limitado, visando à identificação do $\dot{V}O_2\text{max}$ e dos limiares ventilatórios, que reforçam a especificidade do movimento, sendo essenciais para o controle, prescrição e adesão adequados ao treinamento físico.

Há interesse na prescrição do treinamento de força com resistência elástica. Esta modalidade é frequentemente usada para aumentar a força em diferentes populações (LIAO et al., 2017; MASCARIN et al., 2017; MIKESKY et al., 1994) e também pode ser usado para treinamento aeróbio contra resistência usando um tubo elástico. Por exemplo, recentemente demonstramos que uma sessão de exercício intervalado reduz a pressão arterial e a glicose em mulheres idosas com e sem hipertensão (GASPARINI-NETO et al., 2021). As séries foram compostas por corrida ou caminhada rápida (para frente e para trás). Para isso, os participantes utilizaram um tubo elástico feito de látex. O elástico contornava a cintura e depois era preso aos postes da quadra poliesportiva. Dessa forma, o exercício pode ser realizado em pequenos espaços e com baixo custo, aumentando sua aplicabilidade no cotidiano de diferentes populações.

No entanto, estudos que validaram o TCPE com resistência elástica são escassos ou ainda não estão disponíveis, limitando a prescrição de exercícios aeróbios nessa modalidade. Assim, os objetivos do presente estudo foram divididos em duas análises: Análise 1: Propor um novo teste de exercício cardiopulmonar com resistência elástica (TCPEe), comparando os parâmetros cardiopulmonares e metabólicos com os obtidos com a corrida convencional no TCPE. Análise 2: Testar a confiabilidade e a reprodutibilidade teste-reteste do TCPEe, possibilitando a determinação do erro padrão de medida (EPM) e da mudança mínima detectável (MDD) deste procedimento. Considerando a validade do TCPE observado em diferentes ergômetros, hipotetizamos que o TCPEe apresentará baixa concordância com o TCPE e boa reprodutibilidade para o $\dot{V}O_2\text{max}$, possibilitando a determinação de parâmetros específicos para prescrição e monitoramento de exercícios aeróbicos intervalados com resistência elástica.

Materiais e métodos

Participantes

Os participantes foram A) IMC eutrófico (≥ 18 e ≤ 25 kg·m²), B) com idade entre 18 e 35 anos e C) fisicamente ativos (≥ 150 min·SEmana-1 de exercício físico). Os participantes foram excluídos quando apresentavam doença cardiometabólica, suplementos alimentares ou esteroides anabolizantes e suspeita de infecções do trato respiratório (por exemplo, COVID-19). Foram recrutados 26 participantes. Duas desistências por motivos pessoais ocorreram durante os experimentos, e 24 participantes completaram o desenho experimental (13 homens e 11 mulheres; idade 28 ± 4 anos; IMC $22,8 \pm 2,2$ kg·m⁻²; Massa corporal $66,7 \pm 10,2$ kg; Altura $1,71 \pm 0,09$ metros. Os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Espírito Santo sob o protocolo CAAE nº 09109319.2.0000.5542. Os participantes foram obrigados a ler e assinar um termo de consentimento livre e esclarecido on-line contendo todas as informações sobre os procedimentos e riscos potenciais e benefícios envolvidos na participação no estudo. Todos os participantes compareceram e completaram os três dias de testes.

Design experimental

O experimento foi um estudo transversal quase-experimental. O participante compareceu ao laboratório três vezes no período da manhã (7h00 e 10h30). Cada sessão foi separada por sete dias, e os participantes foram cegados para os procedimentos da sessão. A massa corporal e a estatura foram coletadas na primeira visita, seguidas de TCPE até a exaustão. O TCPE foi realizado em esteira rolante Super ATL (Inbra Sports, Porto Alegre, RS, Brasil). Durante a segunda e terceira visita, os participantes foram submetidos ao TCPEe até a exaustão. Na terceira visita, foi realizada uma fase de verificação do $\dot{V}O_2$ max até a exaustão voluntária após o TCPEe (Figura 1). Os participantes descansaram 10 minutos entre o TCPEe e a fase de verificação do $\dot{V}O_2$ max. Amostras de sangue foram coletadas do lóbulo da orelha no repouso e após exaustão (3, 5 e 7 min de recuperação) e colocadas em freezer -80°C para análise posterior. A escala BORG-CR10 (ARNEY et al., 2019) de taxa de percepção de esforço (PSE) para esforço central e a escala OMNI-RES EB adaptada para resistência elástica com Thera-Band® (Thera Band®, Akron, OH, EUA) (COLADO et al., 2014) para esforço periférico foram aplicados na linha de base e após cada etapa. A FC (frequência cardíaca) (T31 – CODED - Polar Electro Oy, Kempele, Finlândia) e as trocas gasosas ($\dot{V}O_2$ e RER) foram registradas continuamente.

Todos os procedimentos foram realizados em temperatura controlada (21 a 24° C). As concentrações de lactato sanguíneo foram determinadas usando um analisador eletro

enzimático, YSI 2300 STAT (Yellow Springs Inc., Yellow Springs, OH, EUA). As variáveis ventilatórias foram medidas respiração a respiração usando um analisador de gases metabólicos Metalyzer 3B (Cortex Biophysik GmbH, Leipzig, Alemanha) e analisadas usando o programa Metasoft™. Antes de cada teste, a unidade Cortex foi calibrada com uma amostra de gás previamente conhecida (16% O₂ e 5% CO₂), e o volume foi calibrado com uma seringa Hans-Hudolf de 3 L.

Insira a figura 1 aqui

Teste Cardiopulmonar de Exercício (TCPE)

O teste foi realizado em esteira motorizada mantida a 1% de inclinação com aquecimento de 3 minutos caminhando a 4 km·h⁻¹ seguido de protocolo de corrida incremental. Incrementos de 1 km·h⁻¹ a cada minuto até a exaustão foram aplicados. Nós objetivamos duração do protocolo entre 6 e 12 min (YOON; KRAVITZ; ROBERGS, 2007). Houve encorajamento verbal ao final do teste. O critério para identificar o teste como máximo foi aceitar pelo menos três dos seguintes critérios: a) exaustão voluntária; b) atingir pelo menos 90% da frequência cardíaca máxima prevista pela fórmula (220 - idade); c) razão de troca respiratória acima de 1,05 (SLAWINSKI; BILLAT, 2004); d) $\dot{V}O_2$ max identificado pelo platô (diferença entre os últimos estágios < 0,05 L·min⁻¹); e) pico de lactato de 8,0 mmol·L⁻¹ (GOODWIN et al., 2007).

Teste Cardiopulmonar de Exercício com Resistência Elástica (TCPEe)

O TCPEe foi realizado em um tapete emborrachado com 4,5 metros de comprimento demarcado com 11 linhas (0 a 10) pintadas em cores diferentes (branco e preto) e separadas por 30 centímetros. Este tapete foi feito a partir de uma sobra do piso sintético para a pista de atletismo (Sportflex SX). Escolhemos 30 centímetros da distância entre as linhas (cada estágio foi de 60cm) com base em estudos anteriores que demonstraram um comprimento de passada de 77 cm para eutróficos e 71 cm para obesos (LAI et al., 2008) (Figura 2). Inicialmente foi utilizado um cinto ajustável com fechamento reforçado, acoplado a um tubo elástico de prata de 2 m (®Thera-band Tubing, Malásia). A faixa elástica foi trocada a cada duas semanas ou a cada 2 cm (1%) de aumento em relação ao seu tamanho original. Além disso, o elástico foi tensionado 361 cm na última etapa. Não houve rasgo e nenhum acidente. Por fim, o elástico foi fixado paralelamente ao solo em uma célula de carga (200 kg; Sistema EMG do Brasil, SP Ltda.). O software para aquisição digital (EMG Lab, versão 1.03) coletou os sinais de força em uma frequência de amostragem de 1000 Hz. Os dados foram analisados no MatLab (MatLab;

R2015a®, MathWorks, Massachusetts, EUA). Os valores em milivolts (mV) foram convertidos para quilogramas (kg) por meio de uma regressão de calibração construída por meio de pesos conhecidos (quatro medidas entre 1 e 9,8 kg). Os resultados representam a força média nos últimos 30 s de cada estágio. Devido à perda de sinal dos dados de força, analisamos 22 e 18 testes para TCPEe e Reteste, respectivamente.

Inicialmente, o participante realizou uma breve familiarização com o protocolo. Em seguida, o cinto, a máscara facial de silicone para coleta de gases e o sensor de frequência cardíaca T31 coded™ (Polar Electro Oy, Kempele, Finlândia) foram ajustados. O TCPEe consistia em alternar passos para frente e para trás contra uma resistência elástica presa a um cinto. O participante realizou passos alternando os pés para frente e para trás com o movimento de vai-e-vem. Os movimentos foram realizados em cima das linhas da mesma cor (ou seja, primeiro estágio nas linhas pretas, segundo estágio nas linhas brancas, terceiro estágio novamente nas linhas pretas e assim sucessivamente até a exaustão) (Figura 2). A cada mudança de estágio, o pé que iniciava o movimento era alternado. Após 3 min de aquecimento (S0), foi realizado um protocolo consistindo em incrementos de 1 estágio (60cm) por minuto seguindo uma cadência de 200 bpm (batimentos por minuto) em um tapete de borracha de 8 estágios. Os participantes foram estimulados a seguir um ritmo de 180 bpm (~ 90 passos/min) durante o aquecimento e 200 bpm (~ 100 passos/min) durante os sons emitidos por um aplicativo de metrônomo (Cifraclub®, Brasil) conectado a uma caixa de som. Um teste piloto foi realizado para determinar essa cadência com três cadências diferentes (150, 180 e 200 bpm) em 5 participantes não incluídos neste estudo, que permitiu otimizar o protocolo. Incentivo verbal constante foi aplicado para manter o ritmo durante os estágios. Caso o participante atingisse o último estágio ou, se não fosse possível incrementar outro estágio, eram adicionados 10 (dez) bpm a cada minuto até a exaustão (Figura 2).

Determinação dos Limiares Ventilatórios

Critérios visuais e valores calculados pelo software Metasoft™ foram utilizados para determinar os limiares ventilatórios. Três pesquisadores avaliaram os resultados de forma independente e cega, considerando os limites de concordância de pelo menos dois dos avaliadores (CCI, 0,93). O primeiro limiar ventilatório (LV1) foi identificado no momento do ponto mais baixo, seguido de aumento exponencial do equivalente ventilatório de oxigênio ($\dot{V}E/\dot{V}O_2$) sem aumento do equivalente ventilatório de dióxido de carbono ($\dot{V}E/\dot{V}CO_2$). Também foi utilizado o V-slope, que indica o ponto de interseção com a perda da linearidade

$\dot{V}CO_2/\dot{V}O_2$ e o aumento abrupto do $\dot{V}E$ e da pressão parcial de oxigênio expirado ($PETO_2$), que geralmente ocorre em aproximadamente 50 a 80% do $\dot{V}O_{2max}$ (JONES; CARTER, 2000). Na identificação do segundo limiar ventilatório (LV2), foi considerado o momento do ponto mais baixo do $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ com posterior elevação além do momento do declínio gradual da pressão expirada de dióxido de carbono ($PETCO_2$) (BEAVER; WASSERMAN; WHIPP, 1986), que geralmente ocorre acima de 70% do $\dot{V}O_{2max}$ (JONES; CARTER, 2000; POOLE et al., 2021).

Insira a figura 2 aqui

Dados e Procedimentos Estatísticos

Duas análises foram realizadas para responder aos objetivos do presente estudo. Todas as análises estatísticas foram realizadas pelo software SPSS (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA, versão 16.0.2, 2008) e representação gráfica por MedCalc (MedCalc Software Ltd), Acaciaaan, Ostend, Bélgica, versão 12.5, 2013). Inicialmente, o teste de Shapiro-Wilk determinou a normalidade dos dados e a homoscedasticidade foi determinada com os critérios de Bartlett. Em seguida, foi realizada análise estatística descritiva com variáveis contínuas apresentadas como média e desvio padrão ($\pm DP$), enquanto as variáveis categóricas foram expressas em porcentagem e frequência. Todos os métodos estatísticos foram bicaudais, os valores de P foram exatos e a significância estatística foi definida em $P < 0,05$.

Primeira Análise: Para comparar as respostas observadas durante o TCPE e TCPEe, foram utilizados o teste t pareado e a análise de Bland-Altman. Além disso, o coeficiente de correlação de Pearson foi avaliado. As correlações foram classificadas como triviais (0 - 0,09), pequenas (0,10 - 0,29), moderadas (0,30 - 0,49), grandes (0,50 - 0,69), muito grandes (0,70 - 0,89) e quase perfeitas (0,90 - 0,99) [16]. O d de Cohen foi calculado e classificado como trivial (0 - 0,19), pequeno (0,20 - 0,49), moderado (0,50 - 0,79) e grande ($\geq 0,8$) (LAKENS, 2013; MUKAKA, 2012).

Segunda Análise: A reprodutibilidade teste-reteste do TCPEe foi avaliada por meio do teste t pareado, erro típico (TE), coeficiente de variação (CV%) e coeficiente de correlação intraclass (CCI). O CCI foi classificado como pouca ou nenhuma correlação (0,00 - 0,30); baixa correlação (0,30 - 0,49); correlação moderada (0,50 - 0,69); correlação alta (0,70 - 0,89) e correlação muito alta (0,90 - 1,00) (MUKAKA, 2012). Além disso, para avaliar a sensibilidade do teste, o erro padrão de medida (EPM) foi calculado usando a seguinte equação: $EPM = DP$

$\cdot \sqrt{1 - \text{CCI}}$, e a mínima mudança detectável (MMD) foi calculada usando a seguinte equação:
 $\text{MMD} = [1,96 \cdot \sqrt{2} \cdot \text{EPM}]$ (HALEY; FRAGALA-PINKHAM, 2006).

Resultados

Primeira Análise:

A Tabela 1 apresenta as respostas observadas durante TCPE e TCPEe. Durante o TCPE, a velocidade em LV1, LV2 e exaustão foi de $7,1 \pm 1,1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, $11,6 \pm 1,73 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ e $14,2 \pm 1,9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, respectivamente. No repouso, $\dot{V}\text{O}_2$ e Lactato para TCPEe apresentaram valores maiores que o TCPE ($P = 0,01$). Durante o TCPEe, o LV1, LV2 e exaustão ocorreram nos estágios WU (S0), S5 e S6, respectivamente. Os incrementos de força em cada estágio foram de 3,3 kg (S1 para S2), 2,2 kg (S2 para S3), 2,0 kg (S3 para S4), 1,5 kg (S4 para S5), 1,6 kg (S5 para S6), 2,4 kg (S6 a S7) e 2,9 kg (S7 a S8), respectivamente. LV1 ocorreu em 69,7% e 75,3% da FC_{max} e 53,5% e 65,7% da $\dot{V}\text{O}_{2\text{max}}$. O LV2 ocorreu em 93,3% e 96,8% da FC_{max} e 87,0% e 96,9% da $\dot{V}\text{O}_{2\text{max}}$ para TCPE e TCPEe, respectivamente. No LV1, $\dot{V}\text{O}_2$ e FC de TCPEe apresentaram valores maiores que TCPE ($P = 0,02$). No LV2, HR, BORG-CR10 e OMNI-RES EB apresentaram valores mais elevados para TCPEe ($P < 0,05$). Na exaustão, $\dot{V}\text{O}_{2\text{max}}$, BORG-CR10 e OMNI-RES EB e duração do teste apresentaram valores menores para TCPEe ($P < 0,05$).

A Figura 3 representa a regressão linear entre TCPE vs. TCPEe com correlação muito grande para $\dot{V}\text{O}_{2\text{max}}$. O intervalo de confiança (IC) foi $\dot{V}\text{O}_{2\text{max}}$ (-8,85 a $17,67 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $P = 0,49$) e FC_{max} (6,75 a $131,3 \text{ bpm}$; $P = 0,03$).

Insira a Tabela 1 aqui

Insira a Figura 3 aqui

Segunda Análise

A Figura 4 representa a força observada em cada etapa do TCPEe ($n = 22$) e reteste do TCPEe ($n = 18$). Não foram observadas diferenças entre as condições TCPEe e reteste ($P \geq 0,05$). (Figura 4).

Insira a Figura 4 aqui

A Tabela 2 demonstra a reprodutibilidade teste-reteste do TCPEe.

LV1 ocorreu em (65,7% vs. 63,9%) e LV2 em (96,9 vs. 92,3%) do $\dot{V}O_2\text{max}$. A FC em LV1 ocorreu em (75,3% vs. 74,2%) e LV2 (96,8% vs. 94,5%) para TCPEe e Reteste, respectivamente. LV1 ocorreu no WU ($P = 0,731$) e LV2 ocorreu em S5 ($P = 0,912$) para TCPEe e Reteste, respectivamente. A exaustão ocorreu em S6 e S7 ($P = 0,271$) para TCPEe e Reteste, respectivamente.

A FC de repouso apresentou valores de Reteste maiores que TCPEe ($P = 0,01$). Da mesma forma, OMNI-RES EB e duração do teste na exaustão apresentaram valores de Reteste maiores que TCPEe.

$\dot{V}O_2$, FC, Lactato, RER, BORG, OMNI-RES EB e duração apresentaram tamanho de efeito nulo ou pequeno. erro típico (ET), erro padrão de medida (EPM) e mudança mínima detectável (MDD) apresentaram valores aceitáveis e pequenos, indicando alta sensibilidade e confiabilidade. O coeficiente de variação (CV) apresentou pequena a grande variação para $\dot{V}O_2$, FC, RER, BORG-CR10 no LV1, LV2 e exaustão. O coeficiente de correlação intraclassa (CCI) foi grande e muito grande para LV1, LV2 e exaustão.

A fase de verificação (FV) após o Reteste não apresentou diferenças estatísticas para nenhuma variável $\dot{V}O_2\text{max}$ ($41,3 \pm 6,0$ vs. $39,5 \pm 5,88$; $P = 0,521$), FC (186 ± 11 vs. 182 ± 11 ; $P = 0,928$), RER ($1,05 \pm 0,06$ vs. $1,0 \pm 0,09$; $P = 0,328$) e lactato ($10,3 \pm 3,56$ vs. $9,23 \pm 2,9$; $P = 0,10$), não apresentando diferenças além do seu valor incremental, confirmando o $\dot{V}O_2\text{max}$.

Insira a Tabela 2 aqui.

Discussão

O presente estudo teve como objetivo propor um novo Teste Cardiopulmonar de Exercício com resistência elástica (TCPEe), comparando as respostas fisiológicas ao Teste Cardiopulmonar de Exercício (TCPE) realizado em esteira (Análise 1). Além disso, testamos a reprodutibilidade das respostas do TCPEe (Análise 2) nos parâmetros cardiopulmonares, FC e metabólicos de jovens fisicamente ativos. Até onde sabemos, este foi o primeiro estudo a investigar se um teste de exercício incremental com movimentos de vai-e-vem e passadas alternadas usando resistência elástica pode ser usado para medir e reproduzir a capacidade máxima e submáxima (LV1 e LV2). Nossos principais achados destacam a boa reprodutibilidade do teste e reteste do TCPEe em parâmetros cardiometabólicos submáximos e máximos (LV1, LV2 e Exaustão).

Primeira análise

Os principais achados do nosso estudo destacam uma boa concordância entre TCPE e TCPEe no LV2 para FC e $\dot{V}O_2$. O LV1 apresentou alta correlação, baixa concordância para FC e $\dot{V}O_2$, e um limite de concordância se destaca fora de uma faixa biológica esperada (BAGGER; PETERSEN; PEDERSEN, 2003). A duração do TCPEe teve ~ 3min menor que o TCPE. Porém, o tempo médio do teste foi de 7 min, considerado adequado para um protocolo incremental máximo (YOON; KRAVITZ; ROBERGS, 2007). Apesar de alguns autores indicarem o uso de 8-12 min de duração para ganhar uma duração de fases suficiente para discernir os limiares (BALADY et al., 2010; FLETCHER et al., 2013), nosso protocolo foi suficiente para determinar LV1 e LV2 com base no critério clássico. No LV1, a percepção subjetiva de esforço (PSE) não apresentou diferenças, o que pode facilitar a prescrição do exercício nesta intensidade. BORG-CR10 e OMNI RES EB apresentaram valores de 2 e 3 (fácil-moderado) no LV1 para TCPE vs. TCPEe que não corresponde ao valor de 4 (um pouco difícil) encontrado por Seiler e Kjerland (SEILER; KJERLAND, 2006). No entanto, vale ressaltar que os participantes do estudo citado acima eram atletas altamente treinados que conseguem sustentar intensidades de exercícios mais elevadas do que indivíduos que são apenas treinados fisicamente (SANTOS-CONCEJERO et al., 2013), o que pode ter influenciado nessas diferenças (MILLET; VLECK; BENTLEY, 2009). Embora tenham sido encontradas algumas diferenças na identificação do LV1, que podem depender de alguns fatores, tais protocolos com incrementos de carga grandes ou não lineares levam a um atraso na resposta da ingestão de O_2 em relação à carga de trabalho. Um atraso de 41 segundos ou mais na cinética do O_2 em relação à carga de inclinação da rampa (> 50 Watts) foi encontrado por Davis et al. 1982, e esses autores sugeriram cautela no uso de $\dot{V}O_2$ ou FC para prescrição de exercícios ou avaliação de desempenho na intensidade de LV1 (DAVIS et al., 1982). Além disso, o nível de aptidão cardiorrespiratória (NEVES et al., 2021) e a especificidade do movimento e recrutamento muscular (MILLET; VLECK; BENTLEY, 2009) podem afetar a identificação do LV1.

Por outro lado, o LV2 apresentou melhor concordância e uma correlação muito grande para o $\dot{V}O_2$ ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) e FC (bpm), que, apesar da diferença estatística, não influenciou na concordância dessas variáveis. A PSE apresentou diferenças nos valores por representarem objetivos distintos. Para BORG-CR10, os participantes responderam ao esforço central e o OMNI-RES EB respondeu ao esforço periférico ao final de cada estágio. No entanto, apesar dessas diferenças, apresentaram o mesmo valor de interpretação de esforço intenso (5 e 6). Além disso, a PSE encontrada no presente estudo correspondente ao LV2 que corrobora com achados propostos por Seiler e Kjerland (SEILER; KJERLAND, 2006), que determina o LV2

entre 6 e 7 (difícil e muito difícil), mostrando que a PSE é uma importante ferramenta auxiliar a ser utilizada para monitorar a carga de treinamento no LV2. Sabe-se que o LV2 é considerado a intensidade mínima para prescrição de exercícios de alta intensidade (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013). Por outro lado, a PSE central (BORG-CR10) e periférica (OMNI-RES EB) foi significativamente maior para o TCPEe do que para o TCPE. Essa diferença pode estar relacionada ao desconforto mais significativo relatado pelos participantes durante o teste com resistência elástica em que relataram dor muscular tardia na panturrilha por até 6 dias após TCPEe. O uso de resistência elástica modifica a característica de contração muscular pois demanda um componente isométrico mais significativo que a corrida em esteira, e há uma contração excêntrica ainda maior que pode levar a um aumento dos mecanismos envolvidos com a dor muscular (HODY et al., 2019). Essa demanda mais intensa do sistema muscular pode interferir na resposta do $\dot{V}O_2\text{max}$ devido à fadiga (KEIR et al., 2016), o que pode explicar o efeito moderado na diferença dessa variável entre TCPE e TCPEe.

No esforço máximo, o $\dot{V}O_2\text{max}$ e a FCmax apresentaram diferenças estatísticas entre os testes (TCPE com valores maiores que TCPEe). Essas respostas podem estar relacionadas com a especificidade do ergômetro, com o nível de desempenho físico e especificidade do treinamento (BASSET; BOULAY, 2000). Um estudo anterior com o TCPE realizado na esteira apresentou $\dot{V}O_2\text{max}$ 10,5% maior que o cicloergômetro (BASSET; BOULAY, 2000). Apesar das diferenças estatísticas encontradas em nosso estudo, o pico de lactato de ambos os testes foi semelhante, havendo uma correlação muito grande entre o $\dot{V}O_2\text{max}$ e uma correlação grande para a FCmax. Além disso, se o TCPEe for o único teste disponível, essas diferenças podem ser corrigidas pela equação de predição de o $\dot{V}O_2\text{max}$ ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) ($y = 4,4104 + 0,9838x$) subestimando $3,8 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, permitindo a prescrição do exercício por variáveis objetivas. Magel et al. (1967) compararam um teste de natação amarrada com um TCPE em esteira, demonstrando pequenas diferenças para $\dot{V}O_2\text{max}$ em TCPE ($4,20 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$) vs. natação amarrada ($4,14 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$) (MAGEL; FAULKNER, 1967). Nossos resultados mostram diferenças mais pronunciadas em comparação com este estudo anterior. Apesar disso, os testes foram realizados em ambientes diferentes (natação x corrida), mas o uso de resistência contra o movimento realizado foi semelhante entre os estudos. No estudo de Pinna et al. (2013), foi proposto um teste incremental com resistência elástica durante a natação, e a FCmax foi menor quando comparada a três outros testes com diferentes ergômetros. Ao contrário de nossos achados, não observamos diferenças em nenhuma condição testada para $\dot{V}O_2\text{max}$ e FCmax (PINNA et al., 2013). Além disso, Pessôa-Filho et al. (2017 e 2020), aplicaram um protocolo

de natação atada com aumento rápido e gradual da taxa de trabalho de 0,4 kg aplicada a cada 60 segundos até a exaustão e relataram que esse protocolo foi rápido o suficiente para permitir a determinação de $\dot{V}O_2\text{max}$ e limiares ventilatórios com maior precisão (FILHO et al., 2020; PESSÔA FILHO et al., 2017). O aumento da resistência elástica do nosso protocolo apresenta uma forma de “S”, com uma média de $2,3 \pm 0,57$ kg de incremento em cada estágio. O menor incremento de carga (1,5 kg) ocorreu nos estágios (S 4-5 e S 5-6). Este incremento em forma de “S” dos nossos resultados está de acordo com um estudo anterior que demonstra o mesmo comportamento de estiramento da banda elástica cor prata em até 250% (UCHIDA et al., 2016). É importante ressaltar que nosso desenho metodológico entre os testes TCPE e TCPEe foi o mesmo quanto ao tempo de aquecimento e incrementos de carga a cada 1 minuto, o que se mostra um teste com baixa concordância do $\dot{V}O_2\text{max}$ com TCPE, mas válido para determinar a capacidade aeróbia máxima de acordo com a especificidade do movimento.

Segunda Análise

Objetivamos avaliar a reprodutibilidade e confiabilidade do teste e reteste do TCPEe. Nossos achados se destacam porque propomos um protocolo de teste incremental sem o uso de ergômetros no qual demonstramos boa reprodutibilidade de $\dot{V}O_2\text{max}$ ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), FCmax (bpm) e força (Kg).

Nossos achados de alta reprodutibilidade reforçam a importância da especificidade do movimento para a prescrição do treinamento com resistência elástica, conforme proposto anteriormente por nosso grupo (GASPARINI-NETO et al., 2021). A reprodutibilidade do TCPEe pode ser confirmada por medidas de sensibilidade como EPM e MMD, que indicam que a quantidade mínima de alteração não se deve a variação ou erro de medida (HALEY; FRAGALA-PINKHAM, 2006). O $\dot{V}O_2\text{max}$ e a FCmax apresentaram confiabilidade alta a muito alta e não diferiram na fase de verificação do $\dot{V}O_2\text{max}$. Outro diferencial do nosso estudo foi a confirmação da reprodutibilidade por meio dessas métricas de sensibilidade associadas ao coeficiente de variação baixo e moderado, ao baixo erro típico e ao pequeno tamanho do efeito nas diferenças do teste TCPEe e reteste. A utilização desses métodos de sensibilidade indica a boa reprodutibilidade do TCPEe (HALEY; FRAGALA-PINKHAM, 2006).

Nossos achados indicam que não há diferenças na produção de força durante o teste e o reteste do TCPEe que pode ser usado para prescrição de treinamento com um único teste. Além disso, a alta reprodutibilidade de nossos achados indica que uma única familiarização do método é suficiente para realizar este teste, enquanto estudos que se propõem a avaliar o $\dot{V}O_2\text{max}$

requerem até 4 dias de familiarização (SANTOS et al., 2015), tornando-se menos prático e acessível.

Limitações e Pontos Fortes

Algumas limitações precisam ser apontadas, nosso estudo avaliou apenas indivíduos jovens saudáveis e eutróficos, e esses achados não podem representar o comportamento de diferentes níveis de condicionamento físico, como indivíduos obesos e sedentários. Outra limitação foi a amostra mista (homens e mulheres), pois homens e mulheres podem ter até 30% de diferenças para $\dot{V}O_2\text{max}$, mas por outro lado, uma amostra mista aumenta a validade ecológica dos resultados. Além disso, a taxa de incremento de carga entre os estágios pode reduzir a confiabilidade da identificação do LV1. Pesquisas futuras podem aplicar um incremento de carga suavizada desde o aquecimento e em cada estágio para confirmar uma melhor identificação de LV1. A principal limitação é que nenhuma carga de trabalho é obtida a menos que as forças sejam medidas, no entanto, o estiramento do elástico em cada estágio tem um valor de referência em um estudo anterior (UCHIDA et al., 2016). Apesar dessas limitações, é fundamental destacar que nossa proposta foi segura e apresentou boa reprodutibilidade. Assim, incentivamos estudos que apliquem nosso protocolo em diferentes populações em larga escala para entender a melhor aplicação na vida diária e a prescrição de exercícios físicos em diferentes domínios de intensidade.

Perspectivas

Este foi o primeiro estudo a investigar se um teste de exercício incremental com movimentos de vai-e-vem alternando passadas e utilizando uma resistência elástica pode ser usado para medir e reproduzir a capacidade física máxima e submáxima.

O presente estudo apresenta um teste incremental com resistência elástica. Consequentemente, essa nova abordagem permite que médicos e profissionais de saúde avaliem os índices fisiológicos para prescrição de exercícios e verifiquem a aptidão cardiorrespiratória. Além disso, este novo teste é possível e interessante para agregar aos testes tradicionais, não necessitando de esteiras ou ergômetros. Este teste pode ser realizado nos mesmos ambientes onde é aplicado o TCPE tradicional e pode ser utilizado como prescrição de exercício intervalado, permitindo adaptações centrais e periféricas.

Conclusão

O novo teste de exercício cardiopulmonar com resistência elástica (TCPEe) tem boa reprodutibilidade teste-reteste. Representa um complemento possível e interessante para determinar o consumo máximo de oxigênio, frequência cardíaca máxima e o segundo limiar ventilatório sem o uso de ergômetros tradicionais, mas as medidas de troca gasosa ainda são necessárias.

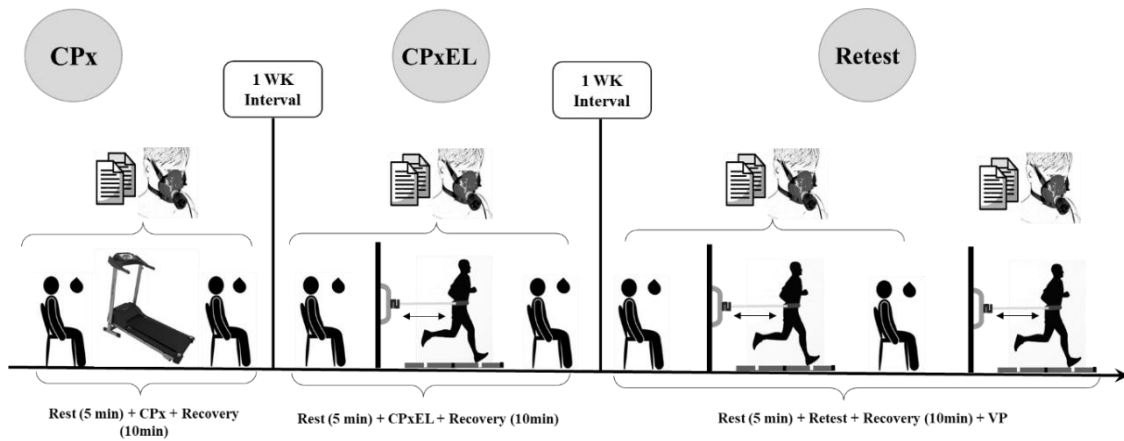


Figura 1. Desenho do estudo. Os procedimentos foram os mesmos para os três testes incrementais. Teste de Esforço Cardiopulmonar (TCPE), Teste de Esforço Cardiopulmonar com Resistência Elástica (TCPEe) e Reteste de TCPEe com Fase de Verificação (VP) de $\dot{V}O_2$ max e escalas subjetivas de esforço. Legendas: Papel duplo (Escala Subjetiva de Esforço - BORG-CR10 e OMNI-RES EB); Rosto com máscara – análise ventilatória e gasosa; Gota preta – gota de sangue para análise posterior de lactato sanguíneo.

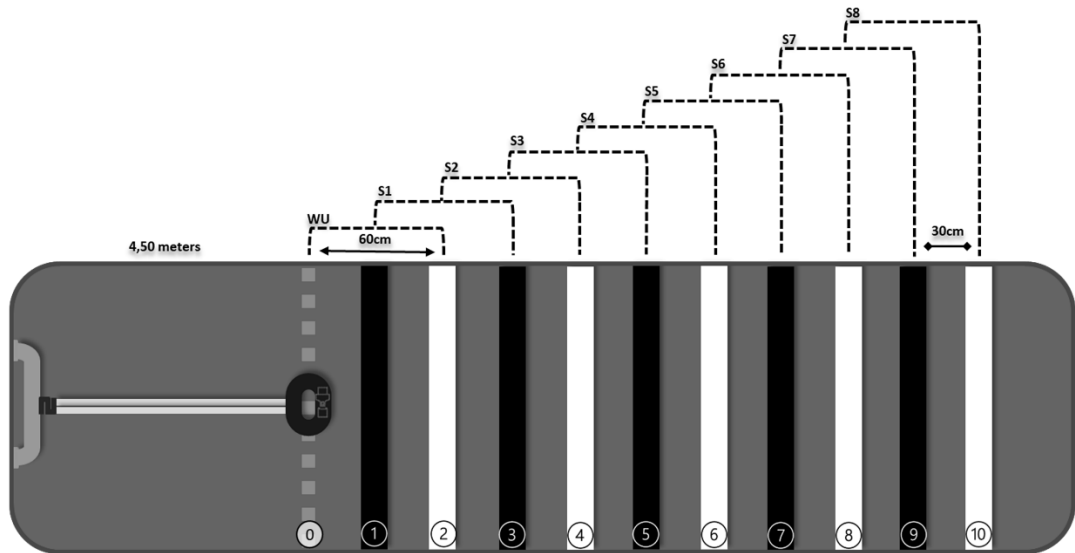


Figura 2. Desenho do tapete emborrachado demarcado com 11 linhas (0-10), S0 (WU) e 8 (oito) estágios (S1 a S8) intercaladas pelas cores preto e branco. WU: Aquecimento.

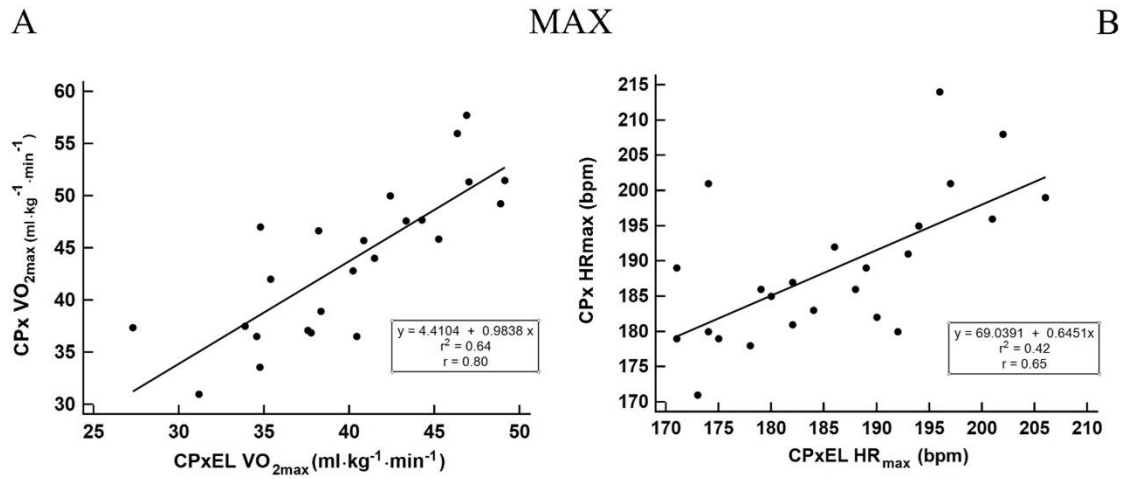


Figura 3. Regressão linear para $\dot{V}O_{2max}$ (A) e FCmax (B). Correlação de Pearson (r); Coeficiente de determinação (r^2).

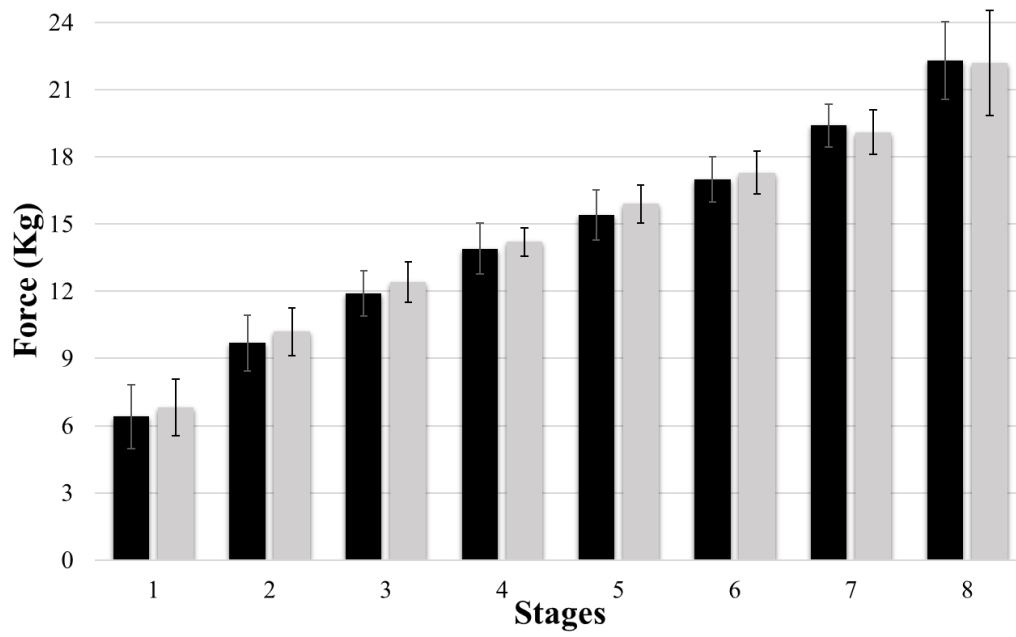


Figura 4. Valores médios de força durante as etapas do teste (barras pretas) e Reteste (barras cinza) do TCPEe ($P \geq 0,05$).

Tabela 1. Parâmetros ventilatórios e fisiológicos obtidos durante TCPE vs. TCPEe.

	TCPE	TCPEe	Bias (LoA)	TE	r
Repouso					
$\dot{V}O_2$ (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	3,7 ± 0,53	4,0 ± 0,78*	-0,3 (0,9 to -1,54)	0,50 ^S	0,62*^L
FC (bpm)	70 ± 13	71 ± 11	-0,9 (14,0 to -15,0)	0,08 ^N	0,81*^{VL}
Lactato (mmol·L)	0,97 ± 0,43	1,24 ± 0,54*	-0,3 (0,6 to -1,15)	0,54 ^M	0,59*^L
LV1					
$\dot{V}O_2$ (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	23,1 ± 6,75	26,3 ± 4,73*	-3,2 (8,5 to -14,9)	0,55 ^M	0,50*^L
FC (bpm)	131 ± 15	140 ± 15*	-8,9 (19,0 to -36,0)	0,59 ^M	0,57*^L
BORG-CR10	2,1 ± 0,8	2,1 ± 1,32	0,0 (2,9 to -2,9)	0,00 ^N	0,11 ^S
OMNI-RES EB	2,4 ± 1,13	2,5 ± 1,77	-0,1 (3,4 to -3,6)	0,00 ^N	0,31 ^M
LV2					
$\dot{V}O_2$ (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	38,1 ± 6,97	38,8 ± 5,61	-0,7 (7,4 to -8,8)	0,11 ^N	0,81*^{VL}
FC (bpm)	176 ± 12	180 ± 11*	-3,7 (10,0 to -17,0)	0,34 ^S	0,80*^{VL}
BORG-CR10	4,2 ± 1,2	5,4 ± 1,61*	-1,3 (1,9 to -4,4)	0,73 ^M	0,40 ^M
OMNI-RES EB	5,0 ± 1,38	5,9 ± 1,75*	-0,9 (3,0 to -4,8)	0,62 ^M	0,22 ^S
Exaustão					
$\dot{V}O_2$ (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	43,8 ± 7,10	40,0 ± 5,76*	3,8 (12,1 to -4,6)	0,58 ^M	0,80*^{VL}
FC (bpm)	189 ± 10	186 ± 10	3,1 (20,0 to -14,0)	0,30 ^S	0,65*^L
Lactato (mmol·L)	10,4 ± 2,5	9,6 ± 2,6	0,8 (5,8 to -4,3)	0,29 ^S	0,48*^M
RER	1,07 ± 0,06	1,05 ± 0,04	0,02 (0,13 to -0,09)	0,31 ^S	0,49*^M
BORG-CR10	7,5 ± 1,8	8,5 ± 1,5*	-1,1 (3,1 to -5,3)	0,59 ^M	0,18 ^S
OMNI-RES EB	7,6 ± 1,6	8,6 ± 1,2*	-1,0 (2,4 to -4,4)	0,68 ^M	0,29 ^S
Duração (min)	13,2 ± 2,2	10,1 ± 2,2*	3,2 (6,0 to -0,3)	1,41 ^L	0,78*^L

LV1: primeiro limiar ventilatório; LV2: segundo limiar ventilatório; Exaustão: valores máximos; $\dot{V}O_2$: consumo de oxigênio; FC: frequência cardíaca, RER: Razão de Troca Respiratória; BORG-CR10 e OMNI-RES EB: Escalas de Percepção de Esforço; Tamanho do Efeito (TE) e Correlação de Pearson (R); N = Nulo; S = Pequeno; M = Moderado; L= Grande; VL = Muito grande. *TCPE versus TCPEe (P < 0,05).

Tabela 2. Reprodutibilidade do teste e reteste do TCPEe.

	TCPEe	Reteste	TE	ET	CV	EPM	MDD	CCI
Repouso								
$\dot{V}O_2$ (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	4,06 ± 0,78	4,25 ± 0,91	0,22 ^S	0,61	20,7	0,22	0,60	0,652 ^M
FC (bpm)	71 ± 11	75 ± 12*	0,36 ^S	4,81	9,40	0,57	1,58	0,899 ^L
Lactato (mmol·L)	1,24 ± 0,54	1,40 ± 0,46	0,31 ^S	0,33	35,9	0,10	0,27	0,723 ^L
LV1								
$\dot{V}O_2$ (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	26,3 ± 4,73	26,4 ± 4,71	0,03 ^N	2,67	14,3	0,51	1,41	0,810 ^L
FC (bpm)	140 ± 15	138 ± 17	0,10 ^N	7,63	7,80	1,03	2,85	0,867 ^L
BORG-CR10	2,1 ± 1,31	2,4 ± 1,31	0,00 ^N	1,21	76,5	0,89	2,47	0,271 ^N
OMNI-RES EB	2,5 ± 1,76	2,4 ± 1,24	0,00 ^N	1,32	76,8	0,79	2,20	0,401 ^S
LV2								
$\dot{V}O_2$ (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	38,8 ± 5,61	38,1 ± 6,21	0,10 ^N	2,60	9,50	0,28	0,78	0,893 ^L
FC (bpm)	180 ± 11	176 ± 12	0,33 ^S	6,5	5,20	1,32	3,66	0,812 ^L
BORG-CR10	5,5 ± 1,61	5,4 ± 1,71	0,23 ^S	1,14	29,8	0,35	0,97	0,693 ^M
OMNI-RES EB	5,9 ± 1,75	6,0 ± 1,84	0,00 ^N	1,48	35,2	0,76	2,10	0,488 ^S
Exaustão								
$\dot{V}O_2$ (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	40,0 ± 5,8	41,3 ± 6,0	0,23 ^S	2,25	7,80	0,19	0,54	0,921 ^{VL}
FC (bpm)	186 ± 10	186 ± 11	0,07 ^N	3,90	3,00	0,28	0,76	0,930 ^{VL}
Lactato (mmol·L)	9,6 ± 2,57	10,3 ± 3,56	0,20 ^S	2,36	33,5	1,19	3,30	0,595 ^M

RER	1,05 ± 0,04	1,05 ± 0,06	0,05 ^N	0,04	4,80	0,01	0,03	0,689 ^M
BORG-CR10	8,5 ± 1,5	8,8 ± 1,22	0,22 ^S	1,29	21,0	0,97	2,70	0,247 ^N
OMNI-RES EB	8,6 ± 1,0	9,2 ± 1,0*	0,63 ^M	0,88	14,0	0,42	1,17	0,570 ^M
Duração (min)	10,1 ± 2,22	10,7 ± 2,53*	0,25 ^S	0,82	11,1	0,02	0,07	0,937 ^{VL}

Abreviaturas: LV1: Primeiro Limiar Ventilatório; LV2: Segundo Limiar Ventilatório; Exaustão: Valores Máximos; $\dot{V}O_2$: Consumo de Oxigênio; FC: Frequência cardíaca; Tamanho do efeito (TE); Erro Típico (ET) e Coeficiente de Variação (CV%), Erro Padrão da Medida (EPM), Mínima Diferença Detectável (MDD), Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI), N = Nulo; S = Pequeno; M = Moderado; L= Grande; VL = Muito grande.

*TCPEe versus Reteste (P < 0,05).

Referências

- ARNEY, Blaine E, et al, Comparison of rating of perceived exertion scales during incremental and interval exercise, **Kinesiology**, v, 51, n, 2, p, 150–157, 2019,
- ASTORINO, T A et al, Elucidating determinants of the plateau in oxygen consumption at $\dot{V}O_2\text{max}$, **Br J Sports Med**, v, 39, p, 655–660, 2005, Disponível em: <<http://bjsm.bmj.com/>>,
- BAGGER, M.; PETERSEN, P, H.; PEDERSEN, P, K, Biological variation in variables associated with exercise training, **International Journal of Sports Medicine**, 2003,
- BALADY, Gary J, et al, Clinician's guide to cardiopulmonary exercise testing in adults: A scientific statement from the American heart association, **Circulation**, v, 122, p, 191–225, 2010,
- BASSET, Fabien A.; BOULAY, Marcel R, Specificity of treadmill and cycle ergometer tests in triathletes, runners and cyclists, **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v, 81, n, 3, p, 214–221, 2000,
- BATTERHAM, Alan M.; HOPKINS, William G, Making meaningful inferences about magnitudes, **International journal of sports physiology and performance**, v, 1, n, 1, p, 50–57, 2006,
- BEAVER, W, L.; WASSERMAN, K.; WHIPP, B, J, A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange, **Journal of Applied Physiology**, 1986,
- BORG, G a, **Psychophysical bases of perceived exertion**, **Medicine and science in sports and exercise**, [S,l: s,n,], , 1982
- BUCHHEIT, Martin; LAURSEN, Paul B, Buchheit, M., & Laursen, P, B, (2013), High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis, *Sports Medicine (Auckland, N,Z,)*, 43(5), 313–38, <http://doi.org/10.1007/s40279-013-0029-x>High-intensity interval, **Sports medicine (Auckland, N,Z,)**, v, 43, n, 5, p, 313–38, 2013, Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23539308>>,
- COLADO, Juan C et al, Construct and Concurrent Validation of a New Resistance Intensity Scale for Exercise with Thera-Band® Elastic Bands, **Journal of Sports Science and Medicine**, v, 13, p, 758–766, 2014, Disponível em: <<http://www.jssm.org>>, Acesso em: 23 jul, 2021,
- COSTA, Victor A,B, et al, Is a verification phase useful for confirming maximal oxygen uptake in apparently healthy adults? A systematic review and meta-analysis, **PLoS ONE**, v, 16, n, 2 February, 1 fev, 2021,
- DAVIS, James A, et al, Effect of ramp slope on determination of aerobic parameters from the ramp exercise test, **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v, 14, n, 5, p, 339–343, 1982,
- FALZ, Roberto et al, Acute cardiopulmonary responses to strength training, high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training, **European Journal of Applied Physiology**, 2019,

FILHO, Dalton M, Pessôa et al, A rapidly incremented tethered-swimming maximal protocol for cardiorespiratory assessment of swimmers, **Journal of Visualized Experiments**, v, 2020, n, 155, p, 1–11, 2020,

FLETCHER, Gerald F, et al, Exercise standards for testing and training: A scientific statement from the American heart association, **Circulation**, v, 128, n, 8, p, 873–934, 2013,

GASPARINI-NETO, Victor Hugo et al, Profile of blood pressure and glycemc responses after interval exercise in older women attending (in) a public health physical activity program, **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v, 25, p, 119–125, 1 jan, 2021, Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.10.011>>, Acesso em: 19 jul, 2021,

GOODWIN, Matthew L et al, Blood Lactate Measurements and Analysis during Exercise: A Guide for Clinicians, **J Diabetes Sci Technol**, v, 1, n, 4, p, 558–569, 2007, Disponível em: <www.journalofdst.org>, Acesso em: 5 out, 2021,

HALEY, Stephen M.; FRAGALA-PINKHAM, Maria A, Interpreting change scores of tests and measures used in physical therapy, **Physical Therapy**, v, 86, n, 5, p, 735–743, 2006,

HODY, Stéphanie et al, Eccentric muscle contractions: Risks and benefits, **Frontiers in Physiology**, v, 10, n, MAY, p, 1–18, 2019,

JONES, Andrew M; CARTER, Helen, The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness, / Effet de l'entraînement d'endurance sur les parametres de la capacite aerobie, **Sports Medicine**, v, 29, n, 6, p, 373–386, 2000, Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.2165%2F00007256-200029060-00001.pdf>> <http://articles.sirc.ca/search.cfm?id=S-653754%5Cnhttp://libproxy.unitec.ac.nz:2048/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=SPHS-653754&site=ehos>>,

KEIR, Daniel A, et al, The slow component of pulmonary O₂ uptake accompanies peripheral muscle fatigue during high-intensity exercise, **Journal of Applied Physiology**, 2016,

LAI, Peggy P, K, et al, Three-dimensional gait analysis of obese adults, **Clinical Biomechanics**, v, 23, n, SUPPL,1, p, 2–6, 2008,

LAKENS, Daniël, Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: A practical primer for t-tests and ANOVAs, **Frontiers in Psychology**, 2013,

LÉGER, Luc A.; LAMBERT, J, A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO₂ max, **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v, 49, n, 1, p, 1–12, jun, 1982, Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/BF00428958>>,

LIAO, C D et al, Effects of elastic resistance exercise on body composition and physical capacity in older women with sarcopenic obesity: a CONSORT-compliant prospective randomized controlled trial, **Medicine**, 2017,

MAGEL, J, R, et al, Specificity of swim training on maximum oxygen uptake, **Journal of Applied Physiology**, v, 38, n, 1, p, 151–155, 1975,

MAGEL, J, R.; FAULKNER, J, A, Maximum oxygen uptakes of college swimmers, **Journal of applied physiology**, v, 22, n, 5, p, 929–933, 1967,

MALACHIAS, MVB et al, 7ª Diretriz Brasileira De Hipertensão Arterial, **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v, 107, n, 3, 2016,

MASCARIN, Naryana Cristina et al, Strength Training Using Elastic Bands: Improvement of Muscle Power and Throwing Performance in Young Female Handball Players, **Journal of Sport Rehabilitation**, v, 26, n, 3, p, 245–252, 2017, Disponível em: <<http://journals.humankinetics.com/doi/10.1123/jsr.2015-0153>>,

MIKESKY, Alan E, et al, Efficacy of a home-based training program for older adults using elastic tubing, **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v, 69, n, 4, p, 316–320, 1994,

MILLET, Gregoire P; VLECK, V E; BENTLEY, D J, Physiological differences between cycling and running: lessons from triathletes, **Sports medicine (Auckland, N,Z)**, v, 39, n, 3, p, 179–206, jan, 2009, Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19290675>>,

MUKAKA, M M, **Statistics Corner: A guide to appropriate use of Correlation coefficient in medical research**, **Malawi Medical Journal**, [S,l: s,n,], 2012, Disponível em: <www.mmj.medcol.mw>,

NEVES, Leticia Nascimento Santos et al, Cardiorespiratory fitness level influences the ventilatory threshold identification, **Journal of Physical Education**, v, 32, n, 1, p, e-3279, ago, 2021,

PESSÔA FILHO, Dalton M, et al, A Rapidly-Incremented Tethered-Swimming Test for Defining Domain-Specific Training Zones, **Journal of Human Kinetics**, v, 57, n, 1, p, 117–128, 2017,

PINNA, Marco et al, Assessment of the specificity of cardiopulmonary response during tethered swimming using a new snorkel device, **Journal of Physiological Sciences**, v, 63, n, 1, p, 7–16, 2013,

POOLE, David C, et al, The anaerobic threshold: 50+ years of controversy, **Journal of Physiology**, v, 599, n, 3, p, 737–767, 2021,

SANTOS-CONCEJERO, Jordan et al, **Time to Exhaustion at the Onset of Blood Lactate Accumulation in Runners With Different Athletic Ability Exercise and Sports Sciences**, **Rev Bras Med Esporte**, [S,l: s,n,], 2013,

SANTOS, Thiago Cascaes dos et al, Teste de corrida de Carminatti: análise da reprodutibilidade do pico de velocidade em jovens militares, **Revista da Educação Física/UEM**, v, 26, n, 2, p, 301, 20 abr, 2015, Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/RevEducFis/article/view/23244>>,

SEILER, K, Stephen; KJERLAND, Glenn Øvrevik, Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: Is there evidence for an “optimal” distribution? **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, 2006,

SIMÕES, Herbert Gustavo et al, Blood glucose responses in humans mirror lactate responses for individual anaerobic threshold and for lactate minimum in track tests, **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, 1999,

SKALSKI, Joseph; ALLISON, Thomas G; MILLER, Todd D, Exercise Physiology The Safety of Cardiopulmonary Exercise Testing in a Population With High-Risk Cardiovascular Diseases, 2012, Disponível em: <<http://circ.ahajournals.org>>,

SLAWINSKI, Jean S.; BILLAT, Veronique L, Difference in Mechanical and Energy Cost between Highly, Well, and Nontrained Runners, **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v, 36, n, 8, p, 1440–1446, ago, 2004, Disponível em: <<http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00005768-200408000-00025>>, Acesso em: 9 out, 2014,

UCHIDA, Marco Carlos et al, Thera-band® elastic band tension: Reference values for physical activity, **Journal of Physical Therapy Science**, v, 28, n, 4, p, 1266–1271, 2016,

YOON, Byung Kon; KRAVITZ, Len; ROBERGS, Robert, $\dot{V}O_2$ max, protocol duration, and the $\dot{V}O_2$ plateau, **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v, 39, n, 7, p, 1186–1192, 2007.

Anexo 1 – Artigo 1

Journal of Bodywork & Movement Therapies 25 (2021) 119–125



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Bodywork & Movement Therapies

journal homepage: www.elsevier.com/jbmt

Prevention and Rehabilitation

Profile of blood pressure and glycemic responses after interval exercise in older women attending (in) a public health physical activity program



Victor Hugo Gasparini-Neto, MSc^a, Leonardo Carvalho Caldas, MSc^a,
 Claudio Andre Barbosa de Lira, PhD^b, Luciana Carletti, PhD^a, Richard Diego Leite, PhD^a,
 Pantelis Theodoros Nikolaidis, PhD^c, Beat Knechtle, PhD^d, Rodrigo Luiz Vancini, PhD^{a,*}

^a Centro de Educação Física e Desportos (CEFD), Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória/ES, Brazil

^b Setor de Fisiologia Humana e do Exercício, Faculdade de Educação Física (FEF), Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia/GO, Brazil

^c Exercise Physiology Laboratory, Nikaia, Greece

^d Medbase St. Gallen Am Vadianplatz, St. Gallen and Institute of Primary Care, University of Zurich, Zurich, Switzerland

A B S T R A C T

Keywords:
 Interval training
 Physical exercise
 Hypertension
 Glycemic response
 Women
 Aging

Background: and purpose: Interval exercise causes a positive impact on health status. Our aim was to evaluate the effects of a feasible and low-cost interval exercise on blood pressure and glycemic responses in people with controlled systemic arterial hypertension.

Methods: Thirteen women with hypertension (HG; age: 60.2 ± 2.8 years) and 11 without hypertension (CG; age: 54.4 ± 3.8 years) were recruited. Groups performed one session of interval exercise with elastic resistance (10 series of 1:1 min/effort:rest).

Results: There were slight reductions of absolute systolic blood pressure values for HG at 10, 30, and 60 min (4, 9, and 8 mmHg, respectively) at post-compared to pre-exercise. Glycemia was reduced (respectively, 17.6%, 17.6%, 19.4%, and 23.1%; $p < 0.05$) at pre-exercise vs. 0 min and 10, 30, and 60 min post-exercise for the HG.

Conclusion: A single session of a feasible and low-cost interval exercise modifies and promotes significant clinical effects in blood pressure and glycemic levels in female older adults with and without hypertension.

© 2020 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

With the aging of the worldwide population (World Health Organization, 2015), the prevalence of noncommunicable diseases and their risk factors (high alcohol intake, obesity, smoking, high blood pressure, diabetes, and physical inactivity) has been increasing. Noncommunicable diseases increase mortality and morbidity rates, interacting with the aging process, and consequently create socioeconomic costs for public and private health systems (Lee et al., 2012; Stringhini et al., 2018). Thus, studies that investigate alternative strategies in a public health perspective and

in a real-world situation with ecological validity (which includes nonpharmacological therapies such as physical exercise) in order to improve the health status and quality of life of aging people are desirable.

Physical exercise is essential for healthy aging and offers many benefits, including reduced risk of all-cause mortality, chronic disease, and premature death, for example, by the improvement of blood pressure and glycemic control (Nelson et al., 2007; Stringhini et al., 2018). Paradoxically, the global prevalence of physical inactivity is growing and estimated at 31% among adults (Hallal et al., 2014; Lee et al., 2012). This scenario is more worrying in older

*Corresponding author. Centro de Educação Física e Desportos (CEFD), Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória/ES, Avenida Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras, CEP: 29075-910, Brazil.

E-mail addresses: victorgasparini@gmail.com (V.H. Gasparini-Neto), leocaldas03@gmail.com (L.C. Caldas), andre.claudio@gmail.com (C.A.B. de Lira), lucianacarletti@gmail.com (L. Carletti), rdleite@gmail.com (R.D. Leite), pademil@hotmail.com (P.T. Nikolaidis), beat.knechtle@hispeed.ch (B. Knechtle), rodrigoluzvancini@gmail.com (R.L. Vancini).

<https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.10.011>

1360-8592/© 2020 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Anexo 2 – Artigo 2

©Journal of Sports Science and Medicine (2022) 21, 426-434
<http://www.jssm.org> DOI: <https://doi.org/10.52082/jssm.2022.426>

Research article

Cardiopulmonary Exercise Testing with Elastic Resistance: A New Reproducible Proposal for Determination of Ventilatory Thresholds and Maximum Oxygen Consumption

Victor H. Gasparini Neto ^{1✉}, Leticia N. Santos Neves ¹, Carlos A. Kalva-Filho ², Paulo A. Schwingel ³, Richard D. Leite ¹ and Luciana Carletti ¹

¹Laboratory of Exercise Physiology (LAFEX), Center of Physical Education and Sports (CEFD), Federal University of Espírito Santo (UFES), Vitória/ES, Brazil; ²Laboratory of Applied Sports Science (LACAE), Institute of Physical Education and Sports, Federal University of Alagoas (UFAL) – Maceió/AL, Brazil; ³Human Performance Research Laboratory, University of Pernambuco (UPE), Petrolina/PE, Brazil.

Abstract

To propose a new Cardiopulmonary Exercise Test with Elastic Resistance (CPxEL) and compare the physiological responses to conventional cardiopulmonary exercise test (CPx) performed on a treadmill. In addition, we tested the reproducibility of the CPxEL. Twenty-four physically active participants completed the CPx (first session) and CPxEL twice (second and third sessions) interspersed by seven days. A treadmill protocol with increments of 1 km·h⁻¹ every minute until exhaustion was used in CPx. The CPxEL consisted of performing alternating steps back-and-forth against an elastic resistance attached to a belt and an incremental protocol with 1 stage (S) per minute following a cadence of 200 bpm controlled by a metronome in an 8-stage rubber mat. First analysis: first ventilatory threshold (VT1) occurred at 69.7% and 75.3% of maximal heart rate (HR_{max}) and 53.5% and 65.7% of maximal oxygen consumption (VO_{2max}). Second VT (VT2) occurred at 93.3% and 96.8% of the HR_{max} and 87.0% and 96.9% of VO_{2max} for CPx and CPxEL, respectively. At exhaustion, VO_{2max}, perceived exertion (BORG-CR10 and OMNI-RES EB), and test duration presented lower values for CPxEL (P < 0.05). Second analysis: VT1 occurred at warm-up (S0) (P = 0.731), VT2 occurred at S5 (P = 0.912), and the exhaustion occurred at S6 and S7 (P = 0.271) for CPxEL and retest, respectively. The intraclass correlation coefficient (ICC) for VO_{2max} was 0.921 and for HR_{max} was 0.930. The CPxEL has good test-retest reproducibility and represents a possible and interesting add-on to determine maximal oxygen consumption, maximal heart rate, and second ventilatory threshold without using traditional ergometers.

Key words: Cardiopulmonary exercise test, ventilatory thresholds, exercise testing, accessibility.

Introduction

The cardiopulmonary exercise test (CPx) is a gold-standard method for VO_{2max} determination that reflects an integration of metabolic and physiological systems until volitional exhaustion (Balady et al., 2010). Also, the first and second ventilatory threshold (VT1 and VT2, respectively) can be identified and predict non-invasively the aerobic capacity, which allows monitoring and prescription of physical exercise training (Balady et al., 2010; Poole et al., 2021). A plateau of maximal oxygen consumption is defined by a work rate (or speed) of exercise that resulted in no further increase in VO₂, although the increase in energy demand was established, and this plateau response was considered

a true VO_{2max}, as proposed by Taylor et al. (1955) (Astorino et al., 2005). It is also known that age is a strong predictor of a plateau or not (Astorino et al., 2005). Because of the high variability of VO_{2max} determination, some researchers recommend a verification phase of VO_{2max} that consists of a maximal or supra-maximal effort 5 - 15 min after a CPx (Costa et al., 2021). Traditionally the CPx is performed on a treadmill and cycle ergometer that is a safe even for high cardiovascular risk patients (Skalski et al., 2012). Furthermore, CPx has limitations in the application, like a need for highly qualified professionals and expensive materials that can reduce large-scale utilization (Skalski et al., 2012).

Indirect alternatives for VO_{2max} determination, like the incremental test of Carminatti (TCAR), consist of running back-and-forth, and Shuttle run tests are less expensive than traditional CPx (Léger and Lambert, 1982; Santos et al., 2015). However, the specificity of movement, these tests require a physical space of at least 30 m, a camcorder, and familiarization of up to 4 days (Santos et al., 2015) for the correct execution and reproducibility. Knowing these limitations, proposals of tests and exercises that use alternative methods for incremental testing and greater ecological validity can generate less osteoarticular impact and a lower risk of falls. Also, it can be performed in groups and applied in limited physical space, aiming at the identification of VO_{2max} and ventilatory thresholds, which reinforce the specificity of the movement, and are essential for adequate control, prescription, and adherence to physical training.

There is an interest in the prescription of elastic resistance training. This modality is often used to increase strength in different populations (Liao et al., 2017; Mascarin et al., 2017; Mikesky et al., 1994) and can also be used for aerobic training against resistance using an elastic tube. For example, we recently demonstrated that an interval exercise session reduces blood pressure and glucose in older women with and without hypertension (Gasparini-Neto et al., 2021). The sets were composed of running or fast walking (forwards and backward). For this, volunteers used an elastic tube made of latex. The elastic went around the waist and then was attached to the posts of the multi-sport court. Thus, the exercise can be performed in small spaces and with low costs, increasing its applicability during the daily lives of different populations.

However, studies that have validated the CPx using

Anexo 3 – Artigo 3

Science & Sports (2020) 35, 314–317



ELSEVIER

Disponible en ligne sur

ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

EM|consulte
www.em-consulte.com


LETTER TO THE EDITOR

Ambulatory blood pressure reduction after running session in normotensive middle-aged runners

Réduction de la pression artérielle chez les coureurs d'âge moyen

1. Introduction

Street racing is a sporting phenomenon that has attracted many practitioners around the world, and despite the known health benefits of running, there is a risk of acute cardiovascular events, with a higher incidence in middle aged and elderly individuals [1].

On the other hand, it is known that a single aerobic exercise session promotes beneficial hemodynamic responses, particularly the reduction in blood pressure (BP), an effect known as post-exercise hypotension (PEH), characterized by a reduction in systolic (SBP) and/or diastolic (DBP) BP below control levels after a single exercise session [2]. This acute effect is considered a “window of opportunity”, that is, the benefits of exercise on blood pressure values remain enhanced in recovery, and these are more clinically significant when they last for 24 to 48 hours [2].

Some studies have shown an inverse correlation between the physical fitness level and the PEH of the DBP [3], accompanied by a reduction in cardiac output and systolic volume [3]; however, it is not yet clear whether this hypotensive response occurs in SBP and DBP, sustained for 24 hours, in middle-aged normotensive runners.

Therefore, our aim was to test the hypothesis that BP will decrease over 24 hours after a continuous aerobic exercise session in middle-aged normotensive runners

training volume of 43.5 ± 4.4 km/weekly). All ethical principles have been reviewed and approved by the Committee of Research Ethics of the Federal University of Espirito Santo (CAAE 13769613.9.0000.5542).

The volunteers visited the laboratory at three different times separated by a minimum 24-hour interval. At the first visit, anthropometric measurements were performed, a questionnaire was applied to collect health information, followed by a cardiopulmonary exercise test (CPx). On the second visit, the ambulatory blood pressure (ABPM_{Control}) equipment was placed and considered as control, and, on the third visit, an exercise session was performed at the speed corresponding to the ventilatory threshold (VT) obtained in the CPx and the ABPM after exertion (ABPM_{Exercise Session}). The second and third visits were organized at random. This caution was directed with the intention of avoiding a systematic collection error. The subjects were instructed to avoid strenuous exercise 24 hours before testing and training sessions, as well as not to drink caffeine and to maintain the same eating habits. The sessions were held in an environment with controlled temperature (22 and 25 °C) in the morning, at least 1 hour after the last meal.

The CPx test was performed on a motorised treadmill (Inbrasport Super ATL, Porto Alegre, Brazil) and using a metabolic gas analyser (Cortex Metalyzer 3B, Germany) calibrated with ambient and known gases. The CPx test protocol was described previously in our studies [4].

Three evaluators experienced in exercise physiology analysed the criteria of ventilatory thresholds blindly and independently. Agreement values between two evaluators were considered. VT was identified by criteria described previously in literature [5].

ABPM was measured using a blood pressure monitor

Anexo 4 – Artigo 4

CARDIORESPIRATORY FITNESS LEVEL INFLUENCES THE VENTILATORY THRESHOLD IDENTIFICATION

NÍVEL DE APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA INFLUENCIA A IDENTIFICAÇÃO DO LIMÍAR VENTILATÓRIO

Letícia Nascimento Santos Neves¹, Victor Hugo Gasparini Neto¹, Sabrina Pereira Alves¹, Richard Diego Leite¹, Ricardo Augusto Barbieri² and Luciana Carletti¹

¹Federal University of Espírito Santo, Vitória-ES, Brazil.

²University of São Paulo, Ribeirão Preto-SP, Brazil.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar a influência do nível de aptidão cardiorrespiratória (ACR) entre os métodos Equivalente Ventilatório (VEq) e V-slope para determinação do Limiar Ventilatório 1 (LV1). 22 homens corredores ($32,9 \pm 9,4$ anos) foram divididos em dois grupos: G1 - grupo com menor aptidão cardiorrespiratória (ACR: VO_{2max} 40 a $51 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) e G2 - maior ACR (VO_{2max} 56,4 a $72 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), divididos pelo percentil 50. Foi aplicado um teste incremental cardiopulmonar para identificar o LV1 através dos métodos VEq e V-slope, comparando as seguintes variáveis: Frequência Cardíaca (FC), Consumo de Oxigênio (VO_2) e velocidade. Para comparações entre FC, VO_2 e velocidade (grupos vs. métodos) empregou-se ANOVA de duas vias. O tamanho do efeito foi calculado utilizando d' Cohen. Para verificar a confiabilidade e a concordância, foram aplicados o coeficiente de correlação intraclass, coeficiente de variação, erro típico e Bland Altman. Não foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre métodos para G1 (VO_2 , FC e velocidade) e Bland Altman revelou boa concordância (diferença média: VO_2 $0,35 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$; FC 2,58bpm; velocidade $0,33 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$). Contudo, G2 apresentou diferenças estatísticas entre métodos (VO_2 e velocidade) e maior diferença média (VO_2 $2,68 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$; FC 6,87 bpm; velocidade $0,88 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$). Tamanho de efeito pequeno foi encontrado no G1 entre os métodos (VO_2 : 0,06; velocidade: 0,20; FC: 0,14) e efeitos Pequenos e moderados foram encontrados no G2 entre os métodos (VO_2 : 0,39; velocidade: 0,43; FC: 0,51). Conclui-se que corredores com menor ACR apresentam melhor concordância para os métodos V-slope e VEq em comparação aqueles com maior ACR.

Palavras-chave: Limiar Anaeróbio. Aptidão Física. Consumo de Oxigênio. Rendimento Esportivo.

Anexo 5 – Artigo 5

774

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpex.com.br

EFEITOS DE UM PROGRAMA DE REABILITAÇÃO CARDIOVASCULAR COM EXERCÍCIOS EM MULHERES

Waldir Zanotti Nascimento¹, Victor Hugo Gasparini Neto², Alberto Monteiro Neto³
Renato Giestas Serpa^{3,4}, Morghana Ferreira Ambrosim², Luciana Carletti²

RESUMO

Introdução: A incidência de doenças cardiovasculares em mulheres vem aumentando possivelmente pelo envelhecimento populacional e mudanças comportamentais. **Objetivo:** Avaliar os efeitos de um PRCE nos parâmetros hemodinâmicos e de aptidão física, comparando as diferenças entre os sexos. **Materiais e Métodos:** Utilizou-se um banco de dados de um PRCE para se extrair informações utilizadas no estudo, antes e após o período de 3 meses (teste de caminhada de 6 min - TC6, força de preensão manual - FPM, pressão arterial sistólica, diastólica e média - PAS, PAD, PAM, frequência cardíaca - FC, duplo produto - DP, força muscular respiratória - FMR). Foi aplicado teste de normalidade, teste t de Student pareado e não pareado. Considerou-se significância de $p < 0,05$. **Resultados:** Participaram 47 homens e 33 mulheres. No grupo de homens observou-se melhora significativa na PAS (4,8%), PAM (2,2%), DP (4,3%), FPM (9,4%), FMR (9,1%), e TC6 (27,5%), em relação ao período pré-treino. No grupo de mulheres as melhoras foram nas mesmas variáveis PAS (3,2%), PAM (2,2%), DP (6,2%), FPM (13,1%), FMR (22,2%) e TC6 (30,4%), e significativamente semelhantes em magnitude às adaptações encontradas no sexo masculino. **Conclusão:** Mulheres se beneficiam de um PRCE de maneira semelhante aos homens, nas adaptações das variáveis hemodinâmicas e de aptidão física. Esses achados evidenciam o papel dos PRCEs no tratamento de doenças cardiovasculares para mulheres.

Palavras-chave: Reabilitação cardiovascular. Terapia por exercício. Mulheres.

1 - Laboratório de Fisiologia do Exercício, Universidade Federal do Espírito Santo, Instituto Habilitar, Vitória -ES- Brasil.

2 - Laboratório de Fisiologia do Exercício, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória-ES, Brasil.

3 - Instituto Habilitar, Vitória-ES- Brasil.

4 - Instituto de Cardiologia do Espírito Santo, Vitória-ES, Brasil.

ABSTRACT

Effects of a cardiovascular rehabilitation program with exercises in women

Introduction: Increasing rates of cardiovascular disease in women. Hormonal changes, which occur with menopause, coupled with behavioral changes may be part of the problem. **Objective:** Evaluate the effects of a cardiovascular rehabilitation program (CRP) with physical exercises on hemodynamic and physical fitness parameters, comparing the differences between genders, and to verify whether women can benefit from exercise adaptations in the same proportion as men. **Materials and Methods:** Variables from a CRP database were analyzed to extract information that characterizes the sample (age, anthropometry, personal and family history), as well as data on physical fitness and cardiorespiratory health before and after the 3-month period of physical training in the CRP (6 - min walk test - 6MWT, manual grip strength - MGS, systolic, diastolic and mean pressure - SBP, DBP, MAP, heart rate - HR, Respiratory muscle strength- RMS). Student's t test paired and unpaired Student's t test. $p < 0.05$ was considered. **Results:** In the male group, there were 47 men and 33 women, with an improvement in SBP (4.8%, $p = 0.001$), MAP (2.2%, $p = 0.043$), MGS (9.4%, $p = 0.010$) in the RMS (9.1%, $p = 0.042$), and in the 6MWT (27.5%; $p = 0.000$), in relation to the pre-training period. In the female group, the improvements were in the SBP (3.2%, $p = 0.039$), the MAP (2.2%, $p = 0.029$), the DBP (6.2%, $p = 0.022$), MGS (13.1% $p = 0.002$), RMS (22.2%, $p = 0.002$) and in the 6MWT (30.4%, $p = 0.000$), compared to the pre-training period. Both exhibited similar adaptations in the studied variables. **Conclusion:** Women were benefited by CRP, similar to men, demonstrating adaptations in both hemodynamic variables and functional variables, which may highlight the role of CRP in the prevention and treatment of cardiovascular diseases for women

Key words: Cardiovascular Rehabilitation. Exercise therapy. Women.

Anexo 6 – Artigo 6

International Journal of
*Environmental Research
and Public Health*

Comment

Comment on Teles et al. HIIE Protocols Promote Better Acute Effects on Blood Glucose and Pressure Control in People with Type 2 Diabetes than Continuous Exercise. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022, 19, 2601

Victor Hugo Gasparini Neto * and Leticia Nascimento Santos Neves

Center of Physical Education and Sports, Laboratory of Exercise Physiology (LAFEX), Federal University of Espírito Santo, Vitória 29075-910, Brazil; leticiansn@gmail.com

* Correspondence: victorgasparini@gmail.com



Citation: Gasparini Neto, V.H.; Santos Neves, L.N. Comment on Teles et al. HIIE Protocols Promote Better Acute Effects on Blood Glucose and Pressure Control in People with Type 2 Diabetes than Continuous Exercise. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022, 19, 2601. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022, 19, 8028. <https://doi.org/10.3390/ijerph19138028>

Academic Editor: Jason R. Jagers

Received: 6 April 2022

Accepted: 28 June 2022

Published: 30 June 2022

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in

After a careful appraisal, we are concerned that the article “HIIE Protocols Promote Better Acute Effects on Blood Glucose and Pressure Control in People with Type 2 Diabetes than Continuous Exercise” [1] may have some errors that warrant further review by the editor and authors, and which may impact the original article’s conclusions.

Point 1

Regarding the reported statistical description: The article did not note if a normality test was conducted. Additionally, in the supplementary files, the authors highlight those seven variables passed, but eight did not pass in normality. It seems that the authors chose the Kolmogorov–Smirnov test to assume normality, and this test is used with samples up to 100, but the Shapiro–Wilk test is preferred for samples less than 50 [2]. If the assumption of normality is violated, interpretation and inference may not be reliable or valid [2]. More than 50% of the variables do not pass in normality test. The RM ANOVA criteria were violated, and the authors indicate the use of One-Way ANOVA in the results (this is conflicting information). Version 2.0 of SPSS does not exist. The eta squared does not have a reference for interpretation.

Point 2

The entire article needs major revisions regarding terminology. Including the following: The maximal oxygen consumption ($\dot{V}O_{2max}$) and $\dot{V}O_{2peak}$ were not the same terminology and did not present a standard. The medication Losartan was written incorrectly. Glycated hemoglobin (HbA1c) was written incorrectly in various sentences. The RPE (rate of perceived exertion) was described in the methods, and SPE was described in the results (Table 2). Five participants initiated the exercise with blood glucose higher than 250 mg/dL, which is not recommended [3]. The blood glucose data for subject number seven available on Google Drive present a value of 1110 at peak value. This value is wrong, because the American College of Sports Medicine recommends a maximal level of 600 mg/dL. Different

Anexo 7 – Memorial Descritivo

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS (CEFD-UFES)

VICTOR HUGO GASPARINI NETO

MEMORIAL DESCRITIVO

VITÓRIA
SETEMBRO
2022

**Memorial Descritivo apresentado ao
Centro de Educação Física e Desportos
da Universidade Federal do Espírito
Santo como complemento da tese de
doutorado em Educação Física**

VITÓRIA
SETEMBRO
2022

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Alunas voluntárias do estudo realizando a sessão de exercício com resistência elástica.	61
Figura 2. Professores Fairó Brasil, Alexandre Gnocchi, Thiago Simonassi, Renata Targa, Mônica Matos do PROEF (Programa de orientação ao exercício físico).....	61
Figura 3. Avaliação cardiopulmonar piloto de uma sessão de exercício com resistência elástica (Voluntário – Victor Gasparini, Avaliadora: Luciana Carletti).....	62
Figura 4. A, B, C e D – Imagens da destruição pós incêndio.....	63
Figura 5. Aniversário de 1 ano do meu filho Lucca.	64
Figura 6. Mudança para o CCV e separação dos materiais para limpeza com os amigos Carla Zimerer, Jóctan Cordeiro e Letícia Nascimento.	64
Figura 7. Vendendo churrasquinho e minha querida mãe e vó (Mabel de Queiroz e Elisa Melo) me apoiando.....	65
Figura 8. Cinto reforçado com resistência elástica presa por um mosquetão.....	66
Figura 9. Foto de dados de força gerada no software EMG System.	66
Figura 10. Início dos testes piloto com a aluna de mestrado Sabrina Alves.	67
Figura 11. Pedaco de pista de atletismo sendo pintada por Victor Gasparini, Letícia Nascimento e Brendo Reis.	68
Figura 12. Primeira Qualificação do doutorado com os professores: Richard Diego Leite, Luciana Carletti e Carlos Kalva.....	68
Figura 13. Layout da sala de testes.....	69
Figura 14. Teste piloto (Igor Ziviani, Letícia Nascimento).....	70
Figura 15. Layout da sala com o ventilador no fundo, servindo como exaustor durante a pandemia de COVID-19. Avaliado: Jean Freitas.	71
Figura 16. Coleta de dados durante a pandemia de COVID-19 com a equipe: Letícia Nascimento, Kimirli Abreu e Girlene Dias. Avaliada: Sabrina Alves.	72
Figura 17. Adaptação do aspirador nasal infantil com ponteira.	72
Figura 18. Teste de Limiar Glicêmico com resistência elástica, avaliada: Ambrosina Ligani.	74
Figura 19. Equipe do LAFEX e participantes das pesquisas.....	76

IDENTIFICAÇÃO

VICTOR HUGO GASPARINI NETO, brasileiro, nascido em 29 de novembro de 1981 em Vitória, ES.
Filho de Mabel de Queiroz Lattufe e Victor Hugo Gasparini Filho, Pai de Lucca Lacerda Gasparini.

CPF: 095.260.447-70

RG: 1.713.049 (SSP-ES)

CREF: 1723-G/ES

E-mail: victorgasparini@gmail.com

Link para o Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7145871932678114>

FORMAÇÃO ACADÊMICA

GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA PELA FACULDADE SALESIANA DE VITÓRIA/ES (2001-2005), ESPECIALIZAÇÃO EM FISIOLOGIA E CINESIOLOGIA DO EXERCÍCIO APLICADO NA SAÚDE PELA UNIVERSIDADE GAMA FILHO (2006-2008) E MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA PELA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO UFES (2014-2016), DOUTORADO EM ANDAMENTO (2018 – 2022).

No ensino médio estava na dúvida entre o curso de Biologia e de Educação Física, pois havia como modelo meu tio Biólogo e pesquisador e minha visão da Educação Física era meramente esportiva, pois sempre me identifiquei com esportes em especial basquetebol e voleibol. Prestei vestibular apenas para o curso de Educação Física, tentei UFES e a Faculdade Salesiana, não passei na UFES e passei na Salesiana. Durante minha graduação, além de participar efetivamente das disciplinas, no qual me identifiquei bastante com o curso, fiz estágio não obrigatório em 3 locais. Meu primeiro estágio foi numa escolinha de basquetebol coordenada pelo professor Adriano, no qual havia me dado aula durante meu ensino fundamental. O estágio acontecia no Colégio Monteiro Lobato na Enseada do Suá. Me ofereci como voluntário para ministrar a aula com o objetivo de aprender a ensinar. No 2º período (2002) iniciei o estágio e meu primeiro “salário” foi um apito FOX 40. Um ano após (2003), recebi uma “bolsa” no valor de R\$50,00 reais.

Em 2003, apareceu a oportunidade de realizar um estágio com ginástica laboral pelo SESI. Foi 1 mês de aprendizado no estágio com ginástica laboral e no 2º mês, fui encaminhado para estagiar na academia e nas escolinhas de futsal e voleibol do SESI de Jardim da Penha onde permaneci até o final do curso (2005). Em 2006 iniciei uma especialização em Fisiologia e Cinesiologia do Exercício aplicado à saúde pela Universidade Gama Filho, coordenada pelo professor Dr. Vilmar Baldissera, finalizando em 2008. Prestei a prova de mestrado 4 vezes, sendo 3 vezes na UFES e uma vez em Porto Alegre. Reprovei 3 vezes, sendo duas vezes na UFES e uma em Porto Alegre. Quando prestei a prova em Porto Alegre, o processo exigia conhecimentos de bioestatística e epidemiologia, no qual não dominava o conteúdo. Em 2013 prestei a prova na UFES e fui aprovado no processo iniciando as atividades em 2014 na linha de pesquisa Aspectos Fisiológicos e Biomecânicos do Movimento Corporal Humano no Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFEX), finalizando em 2016. Fui orientado pelo professor Dr. Anselmo José Perez com coorientação da professora Dr^a Luciana Carletti.

Antes de ingressar no mestrado, em 2006, fui convidado a ministrar minha primeira palestra intitulada “Tratamento não farmacológico da Hipertensão Arterial” para estudantes do curso de Enfermagem, Medicina e Fisioterapia da UFES. Nesse momento começou meu interesse em ministrar aulas no ensino superior, alguns anos depois (2012), fui convidado por uma professora da ESFA (Escola Superior São Francisco de Assis) a ministrar uma palestra com a temática HIIT (Treinamento Intervalado de Alta Intensidade), Em 2014, durante o mestrado, fui novamente convidado, entretanto, para lecionar como professor, onde permaneci por dois anos (2016-2018), Ministrei aulas nas disciplinas de Fisiologia do Exercício 1 e 2 (Licenciatura e Bacharelado), Exercício Físico para grupos especiais, Personal Trainer e Tópicos Atuais em Educação Física. Nesse período tive o privilégio de ser professor homenageado por duas vezes. Além disso, fui professor da Especialização em Fisiologia do Exercício da ESFA por dois anos consecutivos, sendo na primeira especialização, ministrei aula de abertura com a temática Bioenergética. Fui orientador de 4 TCC de graduação e 2 TCC de Especialização, além disso, participei em banca de TCC de graduação em Educação Física de trabalhos apresentados na UFES.

A ORIGEM DO USO DA RESISTÊNCIA ELÁSTICA

Atualmente sou professor de Educação Física estatutário no município da Serra/ES. Trabalho na Unidade de Saúde de Serra Dourada, ministro aulas de ginástica, caminhada/corrida e alongamento para população em geral e especialmente para pessoas idosas. Além desses serviços, faço avaliações físicas com anamnese semestralmente e prescrição individualizada de exercício físico, permitindo acompanhar parâmetros gerais de saúde a partir do Programa de Orientação ao Exercício Físico (PROEF). A maioria das alunas que procuram o PROEF possuem algum tipo de doença cardiometabólica ou osteomioarticular, fazendo que a prescrição do exercício seja com finalidade mais terapêutica do que profilática. Por ter afinidade e leitura sobre o HIIT (Treinamento intervalado de alta intensidade), busquei aplicar esse método de treinamento no meu ambiente de trabalho, porém me deparei com algumas barreiras em como aplicar de forma controlada e segura. Sabendo que a maioria dos estudos no qual me embasava para tentar transpor a prescrição do exercício, ficavam restritos ao uso de ergômetros tradicionais como esteira ou bicicleta ergométrica. Uma característica interessante da aplicação do exercício em ambientes públicos e com poucos materiais disponíveis, é o aumento da imaginação e adaptação de materiais como o uso de cabos de vassoura e garrafas pet com areia para serem utilizadas como carga externa. Na farmácia da Unidade de Saúde, haviam pacotes com garrotes que estavam vencidos. Eram duas espessuras e resistências diferentes, um com menor diâmetro e outro com maior diâmetro (Nº 204). Após ter acesso ao garrote, pensei em adaptar um protocolo de exercício intervalado no qual as participantes deveriam segurar o elástico na altura da cintura que estava preso no mastro da grade da quadra poliesportiva e caminhar rápido ou correr para frente e para trás (Figuras 2 e 3). Ensinei como realizar o exercício e comecei a perguntar sobre o esforço percebido e se as dores nos joelhos (Auto relatadas por algumas) estava aumentando ou não. A resposta unânime foi que não sentiam dores nos joelhos e que o esforço físico era maior, ficavam ofegantes. Após esses relatos e experiência prévia, decidi realizar um estudo científico. Ainda não havia ingressado no mestrado portanto fiz a coleta de forma autodidata, busquei ajuda para os últimos detalhes com o professor Nuno Souza, no qual fomos colegas durante a especialização oferecida pela Universidade Gama Filho (UGF). Convidei professores e amigos do PROEF (Figura 3) no qual contribuíram com a coleta de dados desse estudo agudo, sou sempre grato a todos eles. Após alguns anos, com muita batalha, altos e baixos e com ajuda do professor Rodrigo Vancini que acreditou nos dados que eu tinha em mãos se transformou no artigo científico que foi base para o projeto de doutorado “Anexo 1, Artigo 1”. Importante destacar que sou muito grato a todas alunas que participaram e foram muito solícitas.

Figura 1. Alunas voluntárias do estudo realizando a sessão de exercício com resistência elástica.



Figura 2. Professores Fairó Brasil, Alexandre Gnocchi, Thiago Simonassi, Renata Targa, Mônica Matos do PROEF (Programa de orientação ao exercício físico).



Antes de ingressar no mestrado e no doutorado, sempre tive vontade de estudar o treinamento intervalado de alta intensidade. Apesar disso, no mestrado estudei a base fisiológica do exercício aplicado em atletas e não atletas corredores de rua. Apesar de não ter estudado a temática que me interessava no mestrado, o curso me preparou bem para o doutorado, no qual ganhei experiência e vivência de laboratório.

DOUTORADO

No ingresso para o doutorado, propus para minha orientadora professora Dr^a Luciana Carletti a possibilidade de estudar sobre treinamento intervalado utilizando resistência elástica em pessoas com obesidade. Temática escolhida devido à experiência prévia e levantando hipóteses que seria viável e aplicável em indivíduos com obesidade. Ela aceitou e acreditou em mim. Mal sabíamos da profundidade de conhecimentos e barreiras que teríamos de enfrentar. Devido minha proposta ser uma novidade na aplicação com métricas e protocolos definidos, ainda faltavam muitos ajustes para devida aplicação. Dessa forma, iniciamos um teste piloto comigo (Figura 3), onde avaliamos o consumo de oxigênio, a ventilação pulmonar e a frequência cardíaca durante a sessão de exercício intervalado com resistência elástica.

Figura 3. Avaliação cardiopulmonar piloto de uma sessão de exercício com resistência elástica (Voluntário – Victor Gasparini, Avaliadora: Luciana Carletti).



Nesse momento estávamos na fase de elaboração e amadurecimento do projeto.

No dia 02 de Maio de 2019 ocorreu um incêndio no NUPEM (Figura 4). Momento em que muitas pesquisas estavam acontecendo simultaneamente. Felizmente ninguém saiu machucado, entretanto, foram perdidos equipamentos como esteiras e computadores e conseqüentemente impedindo o andar das outras pesquisas.

Figura 4. A, B, C e D – Imagens da destruição pós incêndio.



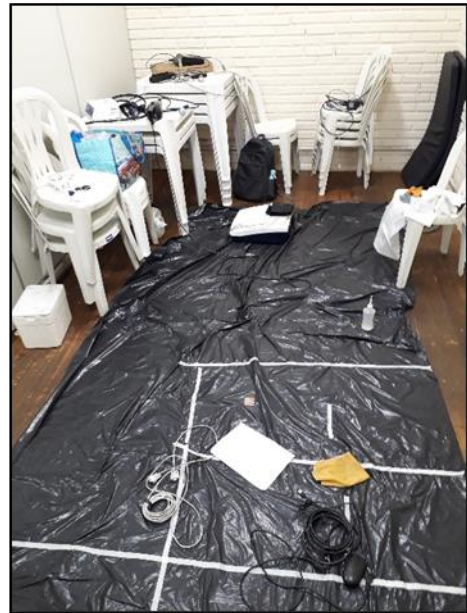
Um dia após o incêndio (03-05-19) foi o aniversário de 1 ano do meu filho Lucca (Figura 5) e isso não impediu que meus amigos do laboratório comparecessem, mesmo num momento muito difícil, mostrando uma importante união e amizade.

Figura 5. Aniversário de 1 ano do meu filho Lucca.



Após o incêndio, nos restabelecemos no CCV (um prédio antigo que estava servindo de depósito no qual chamamos de “New NUPEM”), os professores do NUPEM foram instalados nesse local. Nesse momento verificamos as perdas e comemoramos os equipamentos que continuaram funcionando. Amigos e vizinhos de laboratório se juntaram para limpeza e organização dos materiais, (Figura 6).

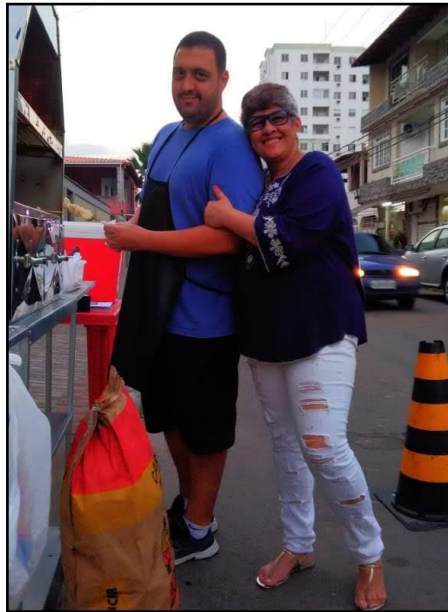
Figura 6. Mudança para o CCV e separação dos materiais para limpeza com os amigos Carla Zimerer, Jóctan Cordeiro e Letícia Nascimento.



Nesse período do doutorado, precisei complementar a renda pois não tinha bolsa e decidi vender churrasquinho aos sábados. Os finais de semana eram destinados para dedicar à família. O

negócio não deu certo e desisti das vendas pois só conseguia me dedicar a mais essa tarefa aos sábados.

Figura 7. Vendendo churrasquinho e minha querida mãe e vó (Mabel de Queiroz e Elisa Melo) me apoiando.



A dedicação à pós graduação tem seus prós e contras e somados aos intemperes da vida, leva a consequências no qual findou-se meu casamento.

TESTE INCREMENTAL COM RESISTÊNCIA ELÁSTICA

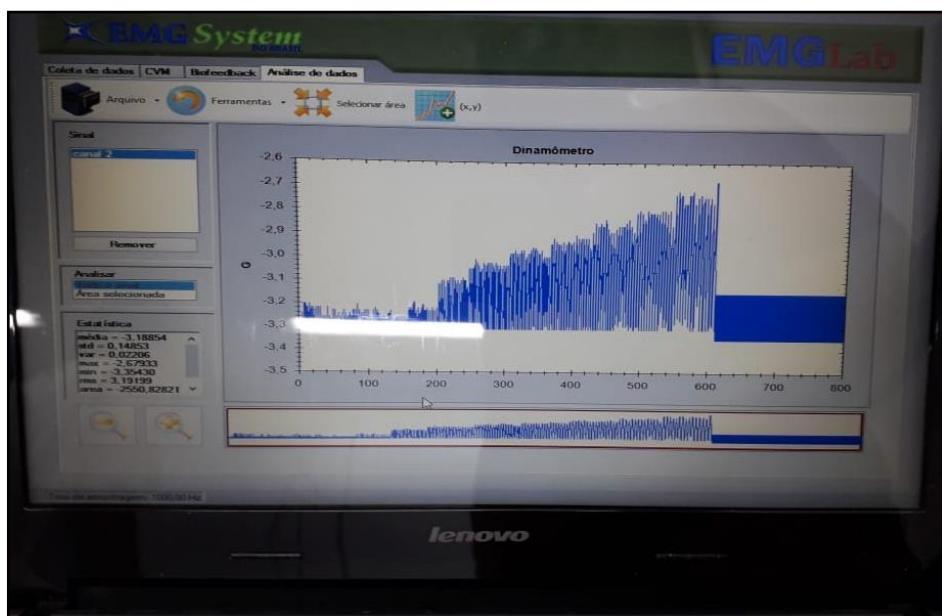
Ao conseguir voltar a dedicar-me à pós graduação voltei a testar o protocolo com elástico, porém muitas dúvidas surgiram. Inicialmente havíamos pensado em estudar respostas hemodinâmicas em pessoas com obesidade. Ao pensar no protocolo de exercício segurando a resistência elástica, a professora Luciana hipotetizou que se houvesse hipotensão pós exercício poderíamos ter um fator de confusão que era a força isométrica para segurar o elástico, daí não saberíamos se a resposta hipotensora foi devido ao exercício dinâmico com o elástico ou devido ao momento de isometria de prensão manual. Após isso, adaptei um cinto preso a uma resistência elástica cor prata (super forte) da marca Thera-Band.

Figura 8. Cinto reforçado com resistência elástica presa por um mosquetão.



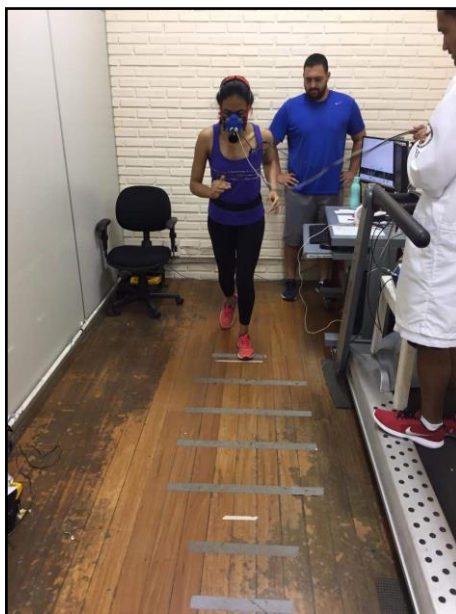
Eu havia pensado em calcular a potência gerada durante a sessão, conversei com a professora Dr^a. Natália Rinaldi que me ajudou e me indicou que o programa de pós graduação em Engenharia disponibilizava de um eletromiógrafo que não estava sendo usado no momento. Fui até o laboratório na Engenharia Elétrica do Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica (PPGEE) e o professor Dr. Anselmo Frizera Neto me emprestou o equipamento. O Eletromiógrafo (EMG Systems) que possui uma célula de carga e um acelerômetro. Utilizei apenas a célula de carga afim de determinar a força gerada durante o protocolo de teste. Importante ressaltar que sou muito grato aos dois professores (Figura 9).

Figura 9. Foto de dados de força gerada no software EMG System.



Conheci o professor Dr. Carlos Augusto Kalva-Filho que passou no processo seletivo para professor substituto na UFES e que se aproximou do LAFEX com intuito de conhecer o laboratório. Ao acompanhar os testes com resistência elástica, o professor Carlos reparou os pedaços de fitas antiderrapante no chão que eu havia colado para evitar que os participantes escorregassem (o piso era de madeira), (Figura 10).

Figura 10. Início dos testes piloto com a aluna de mestrado Sabrina Alves.



Após vivenciar o teste que estávamos fazendo, o professor Carlos sugeriu que eu fizesse um teste incremental com o elástico para depois realizar a prescrição do exercício proposto.

À partir disso pensei em elaborar uma forma em que os testes pudessem ser realizados em diferentes ambientes devido ao trauma do incêndio e sem saber se continuaríamos no mesmo local e o tempo para qualificação estava se aproximando.

Pensei nas sobras do piso de atletismo que estavam no depósito do Centro de Educação Física e Desportos (CEFD). Foi o momento em que pensei em pegar um pedaço desse tapete e pintar linhas com diferentes cores e pensando em diferentes estágios. Nesse momento, minha amiga Letícia Nascimento Santos Neves me ajudou a pegar um pedaço do piso (muito pesado), levamos para um local no CEFD e começamos a pintar as linhas e estágios. Meu amigo Brendo Reis em que eu estava ajudando em sua pesquisa, também nos ajudou na pintura e na medição do tamanho das linhas bem como a distância entre uma linha e outra. A distância entre as linhas foi pensada subjetivamente em relação ao tamanho de uma passada de um adulto (Figura 11).

Figura 6. Peça de pista de atletismo sendo pintada por Victor Gasparini, Letícia Nascimento e Brendo Reis.



Havia uma previsão para retornarmos ao NUPEM que facilitaria as coletas dentro do LAFEX.

Ao retornarmos para o NUPEM, adaptei a sala do LAFEX para iniciar o protocolo piloto do teste incremental com resistência elástica. No final de 2019 iniciei as coletas piloto após a 1ª qualificação do projeto, no qual tive importantes contribuições dos professores Richard Diego Leite, Carlos Kalva e Luciana Carletti (Figura12). Tive ajuda do aluno Igor Ziviani e de Letícia Nascimento, que foram primordiais para acertar os erros da coleta piloto, onde inclusive o professor Carlos Kalva foi voluntário.

Figura 72. Primeira Qualificação do doutorado com os professores: Richard Diego Leite, Luciana Carletti e Carlos Kalva.



Figura 13. Layout da sala de testes.

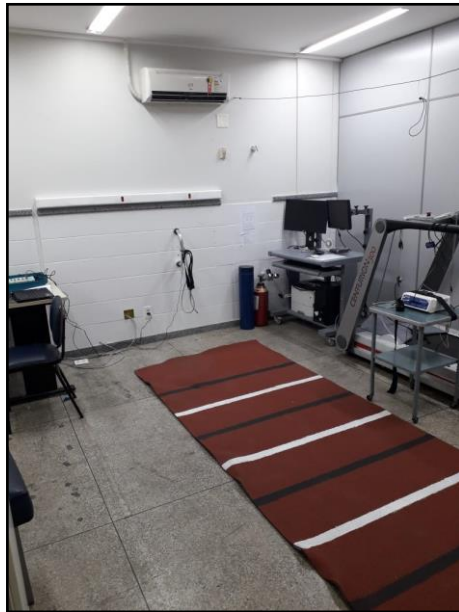


Figura 84. Teste piloto (Igor Ziviani, Letícia Nascimento).



Ao terminar os testes piloto, tabulamos os dados e tínhamos uma ideia de que os valores estavam bem próximos do teste de esteira comparado com o do elástico, decidimos desenhar as coletas a serem realizadas. Nesse momento mais um projeto de doutorado estava sendo criado. A Letícia Nascimento Santos Neves, minha amiga muito competente dividiu comigo aulas que ministramos para a graduação e também o conhecimento para as coletas de doutorado. Eu fiquei responsável pelo teste incremental com resistência elástica e verificar se ele possuía boa concordância com o teste tradicional na esteira e se era reprodutível, a Letícia ficou responsável para verificar se o teste de elástico e da esteira exibem valores fisiológicos e metabólicos similares durante uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade com e sem resistência elástica.

O projeto estava ganhando corpo e na aula do professor Danilo Bocalini sobre método científico, o mesmo sugeriu criamos uma fórmula para determinação da frequência cardíaca máxima e reduzir a necessidade do teste para facilitar a prescrição do exercício. Foi muito debatido entre nosso grupo e agradeço ao professor Danilo.

Durante o processo de testes piloto, pude contribuir com pesquisas de amigos de laboratórios e de centros diferentes. Escrevi um artigo em parceria com o professor Me. Vinícios Zovico e com o prof. Dr. Valério Baraúna que gerou uma importante publicação e um importante aprendizado na arte de escrever artigos científicos, sou grato por essa parceria.

No início de 2020 prestei o concurso para professor substituo para atuar no CEFD. Passei em segundo lugar, fui convocado, assinei o contrato, porém, uma semana após, a OMS decretou a pandemia de COVID-19. Era tudo muito novo, não haviam vacinas ainda, porém havia o mapa

de risco do governo estadual e decidimos iniciar as coletas no risco baixo de transmissão, porém utilizando o máximo de cuidado possível e adaptando a sala de exames para realização dos testes com mais segurança e menor risco de transmissão. Colocamos o ventilador direcionado para a janela, para servir como exaustor, além de mantermos as portas abertas (Figura 14). Aos estarmos prontos para a coleta da nossa pesquisa, elaboramos uma equipe no qual participaram os alunos de graduação: Igor Ziviani, Kimirli Abreu e Girlene Dias. Esses queridos alunos foram primordiais para uma boa condução das coletas, todos muito solícitos e dedicados. Sou muito grato a vocês (Figura 15).

Figura 15. Layout da sala com o ventilador no fundo, servindo como exaustor durante a pandemia de COVID-19. Avaliado: Jean Freitas.



Figura 16. Coleta de dados durante a pandemia de COVID-19 com a equipe: Letícia Nascimento, Kimirli Abreu e Girlene Dias. Avaliada: Sabrina Alves.



A pandemia de COVID-19 nos fez adaptar e mudar muitos comportamentos, inclusive de padrões de coleta de lactato. Na coleta de lactato utilizamos tubos capilares heparinizados, no qual após a coleta de sangue, há a necessidade de soprar o sangue para dentro do tubo Eppendorf que contem fluoreto de sódio. Utilizei um aspirador nasal infantil do meu filho e adaptamos uma ponteira de pipeta na ponta do aspirador, que serviu para “soprar” o sangue sem precisar colocar a boca e poder manter com a máscara de proteção facial (Figura 17).

Figura 17. Adaptação do aspirador nasal infantil com ponteira.



Após as coletas serem bem sucedidas, iniciei as tabulações e análise dos dados. Momento bem trabalhoso e de muito aprendizado.

Nessa etapa do doutorado além de estar escrevendo a tese e o artigo, estava contribuindo com outras pesquisas que estão descritas na tese e para as novas etapas que foram surgindo. Meu projeto de doutorado permitiu gerar dois doutorados (O meu e o da Letícia Nascimento), gerou um TCC e um IC com dados do estudo piloto (Da Kimirli Abreu e Girlene Dias) que gerou dois resumos publicados no suplemento da Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício (2021) pelo I Simpósio Capixaba de Fisiologia e Biomecânica Aplicada.

Até estar preparado para a segunda qualificação, tive reuniões com os professores Luciana Carletti, Carlos Kalva, Richard Diego Leite e Paulo Adriano Schwingel no qual foram primordiais para o direcionamento da escrita científica.

Na segunda qualificação tive importantes contribuições do professor Dr. Nuno Souza que compôs a banca que contribuíram para a escrita da tese e do artigo.

Desde o início do doutorado, sempre almejei publicação científica em revistas de alto fator de impacto com revisão por pares e que fossem indexadas nas principais bases de dados internacionais. Eu tinha uma visão de que era muito distante para se conquistar esse objetivo. Como jovem cientista a conquista das publicações científicas de alto impacto estão se concretizando.

Após a segunda qualificação, a produção da tese e da escrita científica, continuando com as colaborações continuaram. Novos mestrandos (Lorena Flores, Lenice Brum e Zirley Vidal) passaram no processo seletivo estão dando continuidade ao projeto original OBHIIT (Obesity Research of High Intensity Interval Training), que foi meu projeto inicial do doutorado e que tinha como objetivo avaliar o exercício intervalado com resistência elástica em pessoas com obesidade em graus II e III. Esse projeto também foi redesenhado sendo aprovado no edital do PPSUS com mérito da querida professora Dr^a Luciana Carletti.

O LAFEX (Laboratório de Fisiologia do Exercício) liderado pela professora Dr^a. Luciana Carletti e pelo professor Dr^o. Richard Diego Leite deram continuidade com uma das diferentes linhas de pesquisa, o estudo do uso da resistência elástica. Isso permitiu que mais dúvidas fossem surgindo e mais curiosidades acerca do uso da resistência elástica. A minha amiga doutoranda Letícia Nascimento ficou responsável por escrever sobre as respostas durante e após uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade prescrito pelo tradicional teste

cardiopulmonar de exercício (TCPE) na esteira quanto no teste cardiopulmonar de resistência elástica (TCPEe). No exercício intervalado com resistência elástica batizamos de EL-HIIT (Elastic Resistance – High Intensity Interval Training). Além disso, apesar de diferentes objetivos, um dos propósitos era estudar algo que fosse prático e aplicável na população obesa e população geral, dessa forma, testamos um protocolo para identificar o limiar glicêmico e o limiar de variabilidade da frequência cardíaca (Figura 18), que ainda se encontra em testes iniciais, além disso, muitas outras formas e aplicações estão sendo pensadas para dar continuidade à essa nova linha de pesquisa no LAFEX.

Figura 18. Teste de Limiar Glicêmico com resistência elástica, avaliada: Ambrosina Ligani.



Essa nova etapa da pesquisa tentará responder muitas dúvidas que ainda estão surgindo e surgirão.

AGRADECIMENTOS

Para finalizar esse memorial acho de extrema importância agradecer a todas as pessoas que me ajudaram diretamente e indiretamente nesse processo do doutoramento. Agradeço aos professores da PPGEF do CEFD - UFES no qual tive oportunidade de debater desde a episteme da Educação Física (sua busca será infinita?) quanto a realidade e defasagem do ensino superior. Agradeço pela confiança e pelos convites para ministrar aulas ao professor André Leopoldo, destaco que o processo de aprendizagem é contínuo e plural. Agradeço pelo apoio da FACITEC no qual concorri apresentado meu projeto de doutorado e ganhei o edital (Vitória – Cidades Inteligentes e Enfrentamento ao COVID-19) para bolsa de doutorado. Agradeço à FAPES pelo auxílio financeiro para publicação do artigo fruto de minha tese. Agradeço à Prefeitura Municipal de Serra (ES) por conceder licença com vencimentos por 2 anos permitindo adiantar

parte dos meus estudos no doutorado e aos meus queridos alunos e alunas do PROEF pela compreensão nesse meu momento de afastamento.

Agradeço especialmente à professora Dr^a. Luciana Carletti que, além de ter me orientado na minha graduação em Educação Física em 2005, acreditou em mim desde o começo do doutorado. Passamos e superamos muitas dificuldades de cunho pessoal juntos (cada um no seu quadrado), Fui seu primeiro aluno de doutorado, tenho orgulho e admiração pela pessoa dócil que você é e soube conduzir o seu aluno “ogro” (risos). Sou e serei eternamente grato a você.

Agradeço à Letícia Nascimento Santos Neves, minha amiga do coração que desde sua iniciação científica aprendeu a lidar comigo e saber que todas as vezes que fui grosso eu me arrependia depois, Enfrentou o doutoramento junto comigo e é uma pessoa que tenho muita admiração, você é uma cientista brilhante,

Agradeço ao Dr. Richard Diego Leite, pelas discussões e desafios lançados, pelos ensinamentos e dicas de montagens de slides, parceria e orientações na escrita científica e principalmente por poder construir uma amizade com você. Te admiro.

Agradeço ao Professor Dr. Carlos Augusto Kalva-Filho que me coorientou e me direcionou com maestria nesse processo.

Agradeço à banca composta pelos professores doutores Danilo Bocalini, Paulo Henrique Azevedo e ao Nuno Sousa pelas valiosas contribuições. Agradeço a todos os participantes voluntários que contribuíram com a pesquisa, dedicando seu tempo e sangue (literalmente) para que fosse possível esse processo.

Por fim agradeço ao LAFEX pelo acolhimento, carinho e respeito desde Janeiro de 2014. Muito Obrigado!

Figura 19. Equipe do LAFEX e participantes das pesquisas.



“Se vi mais longe foi por estar de pé sobre ombros de gigantes”, (Isaac Newton)