



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUCIANO ROGÉRIO GUIRALDELLI

EFEITO DO ATO DE SEGURAR NA ESTEIRA DURANTE O TESTE DE
ESFORÇO NA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DE ADULTOS JOVENS

CURITIBA

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUCIANO ROGÉRIO GUIRALDELLI

EFEITO DO ATO DE SEGURAR NA ESTEIRA DURANTE O TESTE DE ESFORÇO
NA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DE ADULTOS JOVENS

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Medicina Interna e Ciências da Saúde, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Medicina Interna e Ciências da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Anderson Zampier Ulbrich

Coorientador: Prof. Dr. Gustavo Zampier dos Santos de Lima

CURITIBA

2021

G965 Guiraldell, Luciano Rogério
Efeito do ato de segurar na esteira durante o teste de esforço
na aptidão cardiorrespiratória de adultos jovens [recurso eletrônico]
/ Luciano Rogério Guiraldell. – Curitiba, 2021.

Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em
Medicina Interna. Setor de Ciências da Saúde. Universidade
Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Anderson Zampier Ulbrich

Coorientador: Prof. Dr. Gustavo Zampier dos Santos de Lima

1. Teste de esforço. 2. Aptidão cardiorrespiratória.
3. Captação de oxigênio. I. Ulbrich, Anderson Zampier. II. Lima,
Gustavo Zampier dos Santos de. III. Programa de Pós-Graduação
em Medicina Interna. Setor de Ciências da Saúde. Universidade
Federal do Paraná. IV. Título.

NLM: QT 256



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MEDICINA INTERNA E
CIÊNCIAS DA SAÚDE - 40001016012P1

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em MEDICINA INTERNA E CIÊNCIAS DA SAÚDE da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **LUCIANO ROGÉRIO GUIRALDELLI** intitulada: " **EFEITO DO ATO DE SEGURAR NA ESTEIRA DURANTE O TESTE DE ESFORÇO NA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DE ADULTOS.**", sob orientação do Prof. Dr. ANDERSON ZAMPIER ULBRICH, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 26 de Fevereiro de 2021.

Assinatura Eletrônica
01/03/2021 12:30:14.0
ANDERSON ZAMPIER ULBRICH
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
01/03/2021 20:12:07.0
MIGUEL MORITA FERNANDES DA SILVA
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica
02/03/2021 08:37:50.0
THIAGO GOMES HECK
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO
ESTADO DO RS)

Assinatura Eletrônica
14/03/2021 07:09:49.0
COSME FRANKLIM BUZZACHERA
Avaliador Externo (UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA)

Dedico este trabalho para todos aqueles que contribuíram desde o início de minha trajetória Universitária na formação acadêmica como professor de Educação Física, bem como, nas minhas duas Especializações *lato sensu* e agora neste grande passo para a Pós-graduação *Stricto sensu* em Medicina Interna e Ciências da Saúde me intitulado como “*Mestre*”, tornando concreto a realização de mais uma grande etapa de minha vida profissional e acadêmica. Em especial minha amada Mãe **Maria V. R. Guiraldelli**, ao meu Pai **Florisvaldo Guiraldelli**, meu querido irmão **Cristiano Guiraldelli**, minha esposa **Isabella P. F. Guiraldelli** e por último minha adorável filha que tanto tem me ensinado com seu sorriso puro e alegria exuberante **Maria Luísa F. Guiraldelli**, eles são meus maiores alicerces.

Aos meus amigos acadêmicos dedico em especial gratidão ao meu orientador **Prof. Dr. Anderson Zampier Ulbrich**, pela amizade, atenção, compreensão, conselhos, dedicação em horas de estudo e pesquisa e que em nenhum momento deixou de me auxiliar nesta trajetória acadêmica, ao meu co-orientador **Prof. Dr. Gustavo Zampier dos Santos Lima**, que mesmo a distância me transmitiu grande conhecimento que levarei para minha vida acadêmica e a todos meus companheiros de laboratório em nosso Grupo de Pesquisa Medicina do Exercício Físico (**MedEx**) e a todos participantes de pesquisa que sem a colaboração deles esta obra não seria possível e por último a todos outros amigos e professores que conquistei na Universidade.

“A Deus por ter me dado resiliência e força em todos os momentos desta trajetória”

***“Feliz o homem que encontrou a sabedoria e alcançou o entendimento,
porque a sabedoria vale mais do que a prata, e dá mais lucro que o ouro”
Provérbios 3, 13-15***

RESUMO

Introdução: Segurar nas barras de proteção da esteira pode alterar as respostas fisiológicas durante o Teste de Esforço Cardiopulmonar (TECP). **Objetivo:** Verificar os efeitos de segurar nas barras de proteção da esteira durante o TECP na aptidão cardiorrespiratória de jovens adultos. **Métodos:** Trinta e nove adultos jovens (idade, $20,8 \pm 2,9$ anos) de ambos os sexos, 17 mulheres e 22 homens realizaram dois TECP de esteira utilizando o protocolo *Ellestad*, em dias não consecutivos. O primeiro teste (T1) com suporte do corrimão e após 7 dias, o segundo teste (T2) sem o suporte. Foram realizadas comparações repetidas de variáveis metabólicas em cada estágio do TECP com ANOVA *two ways*. **Resultados:** Para mulheres e homens, respectivamente, os valores máximos atingidos em T2 foram maiores ($p < 0,05$) em: percepção do esforço respiratório (26,75% e 15,20%) e muscular (15,85% e 10,51%), bem como o quociente respiratório (6,42% e 7,33%). O VO_2 max ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) foi 4,64% ($p = 0,049$) e 3,52% ($p = 0,022$) maior em T1 para mulheres e homens, respectivamente. Quando comparado T1 vs T2, o VE/VCO_2 slope também foi significativamente maior para mulheres ($29,31 \pm 4,7$ e $27,27 \pm 4,53$) e homens ($27,07 \pm 4,47$ e $25,29 \pm 2,87$). Durante a comparação dinâmica, as variáveis metabólicas apresentaram valores significativamente maiores em T2 nos estágios 2, 3 e 4 para ambos os sexos. A maior diferença encontrada no VO_2 foi ~17% maior em T2 no estágio 3 para mulheres e homens. **Conclusão:** O uso de suporte de corrimão na esteira atenuou as respostas cardiorrespiratórias e metabólicas.

Palavras-chave: Teste de esforço cardiopulmonar; Aptidão cardiorrespiratória; Captação de oxigênio; Cardiopulmonar; Inclinação VE/VCO_2 slope.

ABSTRACT

Background: Using the support of a handrail during cardiopulmonary exercise testing (CPET) may alter physiologic parameters. **Purpose:** Investigate the effects of handrail usage during the CPET in the cardiorespiratory fitness outcomes of young adults.

Methods: Thirty-nine young adults (age in years, 20.8 ± 2.9) of both sexes, 17 women and 22 men performed two treadmill CPET on *Ellestad* protocol, in non-consecutive days. The first test (T1) offered access to the support of a handrail; after 7 days, the second test (T2) was performed without it. Two groups were compared: participants who had the support of a handrail against those who did not. T-tests and repeated measures ANOVAs were used to assess between- and within-group differences.

Results: Regardless gender, all participants exhibited higher outcomes in T2 in contrast with T1. Respiratory (27% and 15%) and muscle effort (16% and 10%), and respiratory quotient (6% and 7%) were higher for female and male participants, respectively. $\dot{V}O_2$ max ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) was 4.64% ($p = 0.049$) and 3.52% ($p = 0.022$) higher in T1 for female and male volunteers, accordingly. When comparing T1 vs T2, the $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ slope was also significantly higher for women (29.31 ± 4.7 and 27.27 ± 4.53). Metabolic variables showed significantly higher outcomes in T2, specifically, in stages 2, 3 and 4 for both sexes. $\dot{V}O_2$ was ~ 17% greater in T2, in stage 3, for women and men. **Conclusion:** The handrail usage attenuated cardiorespiratory and metabolic responses of participants during CPET.

Key words: Exercise Test. Cardiorespiratory Fitness. Oxygen Uptake. Cardiopulmonary. $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ slope.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

TABELA 1- Características das respostas hemodinâmicas e metabólicas em dois diferentes CPET para ambos os sexos.....	59
FIGURA 1 – Efeito da utilização da barra de proteção da esteira na dinâmica do VO_2 em dois diferentes CPET para ambos os sexos.....	61
FIGURA 2 – HR e utilização da barra de proteção durante CPTE para ambos os sexos.....	64
FIGURA 3 – Valores médios para inclinação de VE/VCO_2 slope segurando e não segurando na barra de proteção para ambos os sexos	65
SUPLEMENTO 1- Características das medidas antropométricas para ambos os sexos.....	66
SUPLEMENTO 2 – Classificação de aptidão cardiorrespiratória para ambos os grupos.....	67
SUPLEMENTO 3 – RER e utilização da barra de proteção durante CPTE para ambos os sexos.....	68
SUPLEMENTO 4 - Apresentação dos resultados para VO_2 absoluto para ambos os grupos comparando T1 com T2.....	69
SUPLEMENTO 5 - Apresentação dos resultados para VCO_2 absoluto para ambos os grupos comparando T1 com T2	70
SUPLEMENTO 6 – Apresentação dos resultados para VE/VO_2 absoluto para ambos os grupos comparando T1 com T2.....	71
SUPLEMENTO 7– Apresentação dos resultados para VE/VCO_2 absoluto para ambos os grupos comparando T1 com T2	72
SUPLEMENTO 8 – Apresentação dos resultados para $PetO_2$ para ambos os grupos comparando T1 com T2.....	73
SUPLEMENTO 9 - Apresentação dos resultados para $PetCO_2$ para ambos os grupos comparando T1 com T2	74
SUPLEMENTO 10 – Apresentação dos resultados para METs para ambos os grupos comparando T1 com T2	75
SUPLEMENTO 11 - Comparação entre os sexos da diferença percentil entre os níveis T1 e T2 de VO_2 alcançados em cada estágio do CPET.....	76

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SIMBOLOS

AHA	American heart association
BMI	Body mass index
CPTE	Cardiopulmonary exercise testing
T1	Test one
T2	Test two
UFPR	Federal university of paraná
HR	Heart rate at rest, (<i>bpm</i>)
SBP	Systolic blood pressure at rest, (<i>mmHg</i>)
DBP	Diastolic blood pressure at rest, (<i>mmHg</i>)
BS	Borg scale (<i>lung</i>) at rest
BS	Borg scale (<i>muscle</i>) at rest
TT	Time of test, (<i>sec</i>)
Max S	Max speed, (<i>km.h⁻¹</i>)
Max I	Max inclination, (%)
Max HR	Maximum heart rate, (<i>bpm</i>)
Max SBP	Maximal systolic blood pressure, (<i>mmHg</i>)
Max DBP	Maximal diastolic blood pressure, (<i>mmHg</i>)
BS	Borg scale, (<i>lung</i>) max
BS	Borg scale, (<i>muscle</i>) max
VO₂ abs max	Absolut max, (<i>ml.min⁻¹</i>)
VCO₂ abs max	Absolut max, (<i>ml.min⁻¹</i>)
PET O₂	End-expiratory oxygen partial pressure, (<i>mmHg</i>)
PET CO₂	End-tidal carbon dioxide partial pressure, (<i>mmHg</i>)
VO₂ rel max	Maximum oxygen consumption, (<i>ml.kg⁻¹.min⁻¹</i>)
RER	Respiratory quotient at vo ₂ max
METs	Metabolic units
VE/VO₂ slope	Minute ventilation/oxygen production slope
HR/VO₂ slope	Heart rate ratio by vo ₂ slope, (<i>beats.ml per min</i>)
VE/VCO₂ slope	Minute ventilation/ carbon dioxide production slope
OUES	Oxigen uptake efficiency slope
®	Marca registrada

SUMÁRIO

RESUMO	
ABSTRACT	
LISTA FIGRAS DE TABELAS	
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SIMBOLOS	
1 INTRODUÇÃO (REVISAO DE LITERATURA).....	17
1.1 OBJETIVOS.....	26
1.1.1 OBJETIVO GERAL.....	26
1.1.2 Objetivos Específicos.....	26
2.1 METODOLOGIA.....	27
2.1.1 Desenho do Estudo.....	28
2.1.2 Teste Ergoespiométrico.....	28
2.1.3 Pressão Arterial.....	30
2.1.4 Frequência Cardíaca.....	31
2.1.5 Escala Subjetiva de Esforço (BORG).....	32
2.1.6 Análise Estatística.....	32
3 Apresentação dos Resultados.....	34
3.1 Corfirmacao de Submissao.....	35
3.1.1 Carta de Capa Artigo Original (<i>Cover Letter</i>).....	36
3.1.2 Artigo Original.....	37
REFERÊNCIAS.....	77
APENDICE.....	88
ANEXOS.....	92

1 INTRODUÇÃO

O consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), é um importante parâmetro para identificar a saúde cardiorrespiratória em todas as idades. A aptidão cardiorrespiratória (CRF) tem um papel relevante na avaliação clínica, desempenho esportivo de atletas amadores como também esportistas profissionais, por sua vez, baixos valores do VO_{2max} estão fortemente associados com um maior número de hospitalização, causa de morte e outras doenças (ALONSO *et al* 1998; SHIRAISHI *et al* 2018; ROSSI NETO *et al* 2019).

Nas últimas décadas tem sido desenvolvido e acompanhado o uso de avaliações objetivas para mensurar a aptidão física através de teste de esforço máximo e também a magnitude da intolerância causada pelo esforço em pacientes com disfunções pulmonares e cardíacas que ocorre normalmente quando o sistema musculó-energético é submetido a stress (PALANGE *et al* 2007).

A avaliação do VO_{2max} usualmente é realizada em ergômetros por meio do teste de esforço cardiopulmonar (TECP) é considerada pela ciência padrão ouro na classificação de parâmetros pulmonares, cardiovasculares e musculoesquelético relacionados a saúde, o TECP é um meio não invasivo que possibilita identificar e quantificar as respostas dinâmicas geradas pelo exercício, os quais dificilmente não podem ser coligados isoladamente em estado de repouso (AMERICAN THORACIC SOCIETY *et al* 2003; ACSM, 2018).

O TECP é realizado com o aumento progressivo da carga de esforço para identificar alterações no metabolismo aeróbio e anaeróbio (BEAVER *et al* 1986; ALBOUAINI *et al* 2007; MEZANNI, 2017), além do volume de oxigênio (VO_2), outros subprodutos do metabolismo são avaliados e influenciados pelo incremento de carga no TECP (PALANGE *et al*, 2007). Observa-se um aumento significativo da ventilação pulmonar (VE), volume de dióxido de carbono (CO_2) produzido, parâmetros que estão

relacionados ao aumento da atividade metabólica celular (ALBOUAINI *et al* 2007; MEZANNI, 2017; AMERICAN THORACIC SOCIETY *et al* 2003).

O sistema cardiorrespiratório apresenta um papel importante para manter a oferta de O₂ de forma adequada ao músculo em atividade, durante o TECP ocorre maior produção de ácido láctico (AL) o que altera o potencial de hidrogênio (pH) celular, conforme o aumento de carga e duração do exercício. Portanto, mais CO₂ é produzido, inicialmente o controle respiratório é ajustado pela compensação respiratória mediado pela pressão parcial de CO₂ ao final da expiração (PaCO₂), esta ação faz que o pH não se eleve rapidamente. Considerando que os íons H⁺ livres estão associados a produção de lactato, ocorre no meio intracelular maior produção do CO₂, desta forma observa-se a diminuição da concentração de bicarbonato de sódio (HCO₃⁻), para equilibrar a troca de íons na membrana celular, neste caso maior produção de CO₂ pela célula é observada, seguido de uma rápida troca de gases nos pulmões (WASSERMAN *et al* 1973; WASSERMAN, 1984)

É possível identificar o limiar anaeróbio (LA) por meio de TECP que analisa as trocas gasosas respiração por respiração, podendo determinar rapidamente grande concentração de VO₂, essa ocorrência associa-se ao desenvolvimento da acidose metabólica (WASSERMAN, 1984). No TECP, o VO₂, VCO₂ e VE progredem linearmente, com o alcance do LA, observa-se a concentração de ácido láctico que por sua vez aumenta substancialmente a concentração de CO₂ intracelular, assim como a carga venosa de CO₂, durante esta ocorrência o VCO₂ aumenta paralelamente ao VE, enquanto o PetCO₂ se mantém constante. À medida que VO₂ se mantém linear e VE acelera, a pressão parcial de O₂ ao final da expiração (PetO₂) aumenta no LA e o PetCO₂ não apresenta diminuição durante este fenômeno. (WASSERMAN *et al* 1973; WASSERMAN, 1984; HOWLEY *et al* 1995; THOMPSON, 2005; MEZANNI, 2017).

Revisão clássica de Wasserman (1984) demonstrou a medida dos limiares anaeróbios no TECP. Este estudo destaca a produção do volume de dióxido de carbono (VCO_2) também como um importante parâmetro para identificação dos mecanismos aeróbios e anaeróbios, uma vez que esta causa uma redução do pH sanguíneo (WASSERMAN, 1973; BEAVER *et al* 1986) e dos corpos carotídeos que causam aumento da taxa de ventilação (WASSERMAN, 1984).

Em TECP observa-se uma relação de troca gasosa entre VCO_2 e o VO_2 , isto é evidente com um aumento aos incrementos de inclinação e velocidade no TECP, esta é uma resposta do metabolismo aeróbio sob exigência na produção de energia necessária para manutenção do sistema energético e se apresenta diretamente relacionado a massa muscular envolvida no trabalho. A relação entre o consumo de O_2 e a produção de CO_2 são determinantes para identificação dos limiares ventilatórios de modo a observar o tamponamento do ácido láctico via íons de bicarbonato de sódio, gerando produção excessiva de VCO_2 e menor capacidade de captação para VO_2 (THOMPSON, 2005; ALBOUAINI *et al* 2007).

A magnitude do grau de exigência dos componentes respiratórios em uma faixa tolerável possibilita identificar respostas chaves relacionadas por exemplo ao VE relativo ao VCO_2 , índices de capacidade aeróbia como limiar de lactato, VO_2 pico podendo ser discriminado de forma correta (ROCA *et al* 1997; PALANGE *et al*, 2007).

A avaliação dos parâmetros cardiorrespiratórios durante um TECP incremental permite a identificar os limiares ventilatórios, conhecidos como limiar aeróbio (LA_1) e anaeróbio (LA_2). O LA_1 caracteriza-se pelo aumento da produção de CO_2 igual a intensidade do exercício sobre o limiar aeróbio resultando fluxo respiratório pelo VO_2 aumentando de forma não linear e permanecendo constante a relação respiratória pelo VCO_2 . Já o LA_2 se apresenta como o limite de descompensação da acidose metabólica, no qual a hiperpneia não é suficiente para a eliminação do CO_2 , o fluxo

respiratório aumenta enquanto VCO_2 permanece aumentando constantemente até a exaustão (COTTIN *et al* 2006). Existe, por uma série de fatores, uma grande dificuldade para confirmar realmente o ponto exato dos limiares ventilatórios, o que sugere a utilização de um método de fácil aplicação, menos dispendioso e de grande reprodutibilidade. O TECP é o caminho mais confiável para identificação dos limiares ventilatórios LA_1 e LA_2 , no entanto a sua avaliação apesar de ser um evento não invasivo requer um aparelho e uma perícia de alto custo (SHIRAISHI *et al* 2018).

A taxa respiratória é medida pela razão entre produção/consumo (CO_2/O_2) denominado de quociente respiratório (QR), os valores são determinados pela fonte energética na manutenção do sistema metabólico, assim, quando o valor encontrado $\geq 1,00$ indica prioritariamente utilização do metabolismo de carboidratos, ponto este conhecido como limiar ventilatório, por outro lado valores $< 1,00$ são indicadores maior utilização de gorduras com QR cerca de 0,7 ou proteínas 0,8 (ALBOUAINI *et al* 2007; NUNES, 2018; AMERICAN THORACIC SOCIETY *et al* 2003).

Alcançar valores de QR $\geq 1,10$ durante TECP é considerado um importante indicador de esforço máximo, no entanto, não deve ser um determinante para interrupção do teste, se QR for $< 1,00$ e o sujeito solicitar interrupção do TECP, sem ausência de alguma anormalidade em eletrocardiograma ou análise dos parâmetros hemodinâmicos. Esta avaliação deve ser considerada como um esforço cardiovascular submáximo, este evento é geralmente observado em indivíduos com limitações pulmonares ao exercício físico (BALADY *et al* 2010).

Em TECP alcançar valores de QR $\geq 1,15$ sugere menor ativação do sistema anaeróbio e um duvidoso diagnóstico da real capacidade cardiorrespiratória o que indica menor pico de potência aeróbia (MEZANNI *et al* 2003) por outro lado alcançar em TECP valores de QR $\geq 1,15$ implica maior demanda metabólica acima do primeiro limiar ventilatório (LA_1) e pode ser aumentada pela hiperventilação que ocorre após o

segundo limiar (LA_2), esta condição é observada tanto em indivíduos saudáveis como em pacientes, sugerindo que o QR contribuir para identificar o esforço máximo quando se alcança o platô no consumo VO_2 (HOWLEY *et al* 1995; MEZANNI, 2017)

Estudo tem apontado relações entre menores níveis de aptidão cardiorrespiratória com altos níveis de doenças cardiovasculares e com aumento expressivo na taxa de mortalidade entre homens e mulheres (ROSS *et al* 2016). Kokkinos *et al* (2010) também destacam ponto de corte para valores menores que 6 equivalentes metabólicos (METs) alcançados em TECP, o que contribui para um acréscimo de até 46% mais chances de obter algum evento cardiovascular. Kodama *et al.* (2009) concluíram em sua meta-análise que o melhor condicionamento cardiorrespiratório está fortemente associado com redução em doença coronariana e cardiovascular, com apenas o incremento de 1- METs sobre a capacidade aeróbia máxima, observa-se uma redução do risco de mortalidade entre 13% e 15%, sugerindo um esforço mínimo de 8 METs para homens e 6 METs para mulheres com idades entre 50 anos, o que deve ser avaliado em TECP e utilizado prioritariamente na prática clínica (KODAMA *et al.* 2009). O risco de mortalidade diminuído se associa a um aumento da aptidão cardiorrespiratórias máxima alcançando valores entre 9 e 10 METs tanto para homens como para mulheres (KOKKINOS *et al* 2010, KODAMA *et al* 2009).

A *American Heart Association* (AHA) em sua diretriz recomenda a utilização das barras de proteção da esteira durante o TECP, com o objetivo de promover maior carga de trabalho, assim como mais segurança durante o TECP (FLETCHER *et al* 2001). Para um grupo seletivo de avaliados, tais como, idosos, pessoas com dificuldade de locomoção e até mesmo quem sofreu um acidente vascular cerebral, utilizar das barras de proteção da esteira se torna necessário durante a realização do TECP bem como contribui na redução de queda no ergômetro (McCONNEL, 1994; CHRISTMAN

et al 2000). O ato de apoiar as mãos na barra da esteira, inclinar e puxar o corpo para trás, pode caracterizar o descanso na tentativa de ajudar no esforço submáximo e máximo, evitando desgaste precoce para região periférica e central (REID, 2009). Verifica-se que o ato de segurar na esteira durante o TECP também influencia na quantidade de tempo total de teste (ZEIMETZ *et al* 1985; DUVILLARD *et al* 1991; OLIVEIRA *et al* 2020). Outro estudo demonstrou que a força aplicada na esteira durante o CPET com 2.3, 4.5 e 6.8 *kg/f* foi capaz de promover respostas significativas na PAS sempre que a maior quantidade de força foi aplicada sobre as barras de proteção (ZEIMETZ *et al* 1985).

Ademais, com esta ação, observa-se uma diferença significativa na dinâmica do consumo de VO_2 durante o TECP (RAGG *et al*, 1980; ZEIMETZ *et al* 1985; DUVILLARD and PIVIROTTI, 1991; HOWLEY *et al* 1992; CHRISTMAN *et al* 2000; BERLING *et al* 2006). Estudo recente, foi possível verificar alterações no comportamento hemodinâmico, assim como identificaram alterações sob a função autonômica (sistema simpático e parassimpático) uma vez que verificou-se em TECP a influência de segurar o suporte da esteira, em adultos jovens saudáveis, a pressão arterial sistólica (PAS) se mostrou mais elevada durante o TECP que permitiu a utilização do suporte, já a pressão arterial diastólica (PAD) se manteve estável para ambas condições de avaliação, no entanto, segurar na esteira contribui para o aumento da PAD, devido a maior vaso dilatação periférica resultando maior intensidade imposta no TECP fato esse influenciado principalmente pelos componentes barorreflexos (OLIVEIRA *et al* 2020).

Alteração biomecânicas no padrão da caminhada também são observados em TECP quando a utilização das barras de proteção é permitida, além disso observa-se menor gasto energético total durante a avaliação (IJMKER *et al* 2015). Outras pesquisas evidenciam alterações significativas, na frequência cardíaca (FC), no

Quociente respiratório (QR), custo energético total da atividade e o tempo total de exercício são influenciados, apresentando respostas diferentes quando se faz uma comparação entre segurar nas barras de proteção da esteira e não segurar (BERLING *et al* 2006; IJMKER *et al* 2015; DUVILLARD & PIVIROTTO, 1991, SHIOMI, 1991, McCONNEL, 1994; WHITMAN *et al* 2019).

Desta forma, o ato de usar o suporte na esteira durante o TECP tocando levemente as barras ou mesmo com as mãos ao redor do suporte pode levar à uma alteração na dinâmica de consumo de oxigênio e outras variáveis metabólicas, (CHRISTMAN *et al* 2000; BERLING *et al* 2006). A diferença encontrada na dinâmica do VO_2 no TECP pode ser justificada devido à quantidade de massa muscular envolvida no esforço, que neste caso é maior quando o suporte da barra não é utilizado (HOWLEY *et al* 1992). Estudos tem sugerido que a quantidade de força aplicada sobre a barra no TECP pode ser um ponto preponderante quando se avalia mulheres saudáveis e paciente cardíacos comparados com homens saudáveis. Nesse contexto a resposta dinâmica sobre VO_2 no TECP foi menor quando a utilização do suporte foi permitida. Outro parâmetro analisado foi o tempo total de teste (TT), que foi influenciado com a utilização do suporte contribuindo para maior duração no TECP, fenômeno este observado para o grupo de mulheres e homens saudáveis como também em pacientes cardíacos (MANFRE *et al* 1994).

Para identificar precisamente o limiar anaeróbio (LA) em pessoas saudáveis, algumas diretrizes sugerem que o TECP deve ser capaz de levar a carga de trabalho até determinado ponto que o avaliado seja capaz de alcançar 85% do VO_{2max} de sua capacidade cardiorrespiratória, sugerindo a partir desta avaliação grande reprodutibilidade para classificação do condicionamento físico (AMERICAN THORACIC SOCIETY *et al* 2003; ACSM, 2018). Porém, identificar o LA que está intimamente ligado análise do VO_2 pico pode ser uma tarefa inatingível para muitos

avaliados, principalmente em uma população de pacientes (KLAASSEN et al 2017). Neste caso o momento em que através de TECP utilizando analisador de gases que capta medidas respiratórias (respiração por respiração), observar o excesso de produção do VCO_2 , identificar o momento na alteração exacerbada deste subproduto é conhecido como método (“**V-slope**”, Técnica de avaliação computadorizada com cálculos de regressão que analisa a perda de linearidade entre a produção de CO_2 e O_2) tem sido considerado uma importante ferramenta para verificar a eficiência respiratória sem que haja real necessidade de alcançar o esforço máximo principalmente em pacientes que apresentam doenças que comprometam a função respiratória (BEAVER et al 1986; AMERICAN THORACIC SOCIETY et al 2003; CORRÀ et al 2009; MEZZANI, 2017; ACSM, 2018).

Observar o comportamento do V-slope é proposto como uma ótima alternativa para prognóstico em pacientes com insuficiência cardíaca (IC) e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (SUE et al 1988; AMERICAN THORACIC SOCIETY et al 2003; ALBOUAINI et al 2007; ROSS et al 2016), a relação de anormalidade entre ventilação minuto (VE) e a produção de VCO_2 propõem eficiência respiratória ponto este capaz de indicar qual quantidade de ar necessária para se eliminar 1L de CO_2 (MEZZANI, 2017), valores de V-slope > 34 estão associados com o aumento de mortalidade em pacientes com IC (ALBOUAINI et al 2007).

Considerando o V-slope o momento que ocorre a inclinação do volume produzido CO_2 é possível observar maior produção de ácido láctico que acarreta uma diminuição nas concentrações de bicarbonato de sódio (HCO_3^-) principal tampão no músculo e a reação neutralizante entre lactato e bicarbonato de sódio produz maior produção do CO_2 conseqüentemente excretado pelos pulmões detectado com o aumento de VCO_2 pela expiração para uma menor quantidade absorvida de VO_2 (HOPKER et al 2011) , este fenômeno ajuda a compreender qual o momento que se

alcança o LA (WASSERMAN, 1984; BEAVER *et al* 1986). Porém, pacientes DPOC são incapazes de produzir acidose metabólica, reforçando a importância de utilizar o método V-slope na identificação do LA (SUE *et al* 1988), observar o ponto de inclinação do VCO_2 utilizando o método V-slope indica o ponto da compensação respiratória para acidose metabólica e pode ser utilizado tanto para avaliar pessoas saudáveis como também em pacientes (BEAVER *et al* 1986; SUE *et al* 1988; HOPKER *et al* 2011).

O propósito geral do presente estudo foi verificar o comportamento dinâmico das respostas cardiorrespiratórias e metabólicas durante diferentes formas de execução do teste ergoespirométrico máximo em adultos jovens saudáveis.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Verificar o comportamento dinâmico das respostas cardiorrespiratórias e metabólicas durante diferentes formas de execução do teste ergoespirométrico máximo em adultos jovens saudáveis.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Comparar a resposta cardiorrespiratórias e metabólicas em diferentes situações de teste de esforço;
- b) Analisar a dinâmica do consumo de oxigênio em comparação a produção de dióxido de carbono como respostas de teste de esforço incremental máximo em adultos jovens ativos e sedentários.

- c) Identificar as principais diferenças dos parâmetros analisados com analisador de gases em diferentes formas de execução no TECP segurando e não segurando nas barras de proteção da esteira.
- d) Comparar a resposta da eficiência respiratória mediante a análise de *V-slope* durante o teste de esforço máximo entre adultos jovens ativos e sedentários.

2.1 METODOLOGIA

Estudo experimental, desenvolvido na Unidade Escola de Promoção da Saúde (UE-PS/UFPR). Utilizou-se para a pesquisa 39 adultos jovens saudáveis, todos universitários do Curso de Medicina da Universidade Federal do Paraná (UFPR) com idade superior a 18 anos que aceitaram voluntariar-se a pesquisa, no qual foram convidados no início de cada semestre letivo (2018), por meio de cartazes informativos, redes sociais, contato via telefone individual no setor de Ciências da Saúde da UFPR.

Para os critérios de inclusão, nenhum dos participantes deveria relatar problemas cardíacos ou ortopédico que poderia interferir nas avaliações. Todos sujeitos das coletas, depois de uma explicação do formato do teste e seus possíveis riscos, assinaram um Termo de Consentimento Livre esclarecido (TCLE).

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná (UFPR) com o parecer de nº 2294.291 e CAAE 716.456.17-4.0000.0102, o qual atende à resolução 466/12 do

Conselho Nacional de Saúde, e está de acordo com a Declaração Médica Mundial de Helsinki de 1975 sobre ética em pesquisa médica.

2.1.1 Desenho do Estudo

A pesquisa foi realizada em duas fases: realizou-se no primeiro momento, questionário, medidas antropométricas e teste de esforço cardiorrespiratório (TECP) destacado como “Teste 1” (T1), neste o avaliado foi orientado a segurar no suporte da esteira. Após sete dias, para que não houvesse algum tipo de interferência, foi realizado o segundo TECP, denominado de “Teste 2” (T2), porém neste caso o avaliado foi orientado que não poderia segurar no suporte da esteira durante toda a avaliação. Os participantes só eram orientados a segurar no suporte caso durante o TECP apresentassem algum desconforto tanto fisiológicas “náuseas, desconfortos estomacais, perda da consciência, etc” como também mecânicas “lesões musculares, quedas, etc” os quais poderiam colocar em risco a saúde do avaliado, além disso prejudicar os reais dados coletados pelo teste. Em qualquer momento das coletas o avaliado poderia desistir da pesquisa.

2.1.2 Teste Ergoespirométrico

Foi realizado teste ergométrico em esteira rolante da marca (Imbrasport® – modelo ATL), utilizando o analisador de Gases (K5 Cosmed, Rome, Italia) para verificar a capacidade cardiorrespiratória denominada como consumo máximo de oxigênio (VO_2), por meio do protocolo de *Ellestad*. Este teste consiste com cargas progressivas dividido em 9 estágios (aquecimento, exercício e recuperação), por meio de incrementos de velocidade e inclinação. sendo: (2', 2,7 km/h, 10% de inclinação;

2', 4,8 km/h, (10%); 2', 6,4 km/h, (10%); 3', 8,0 km/h, (10%); 2', 8,0 km/h, (15 %); 2', 9,6 km/h, (15%); 2', 11,3 km/h, (15%); 2', 13 km/h, (15%); 5', 2,7 km/h, (0%) na recuperação).

Os participantes foram orientados a realizar ambos os testes descansados, alimentados (não foi controlada) e hidratados e de preferência sem a prática de atividade física vigorosa 24h antes das avaliações.

Por meio do Analisador de Gases, foram realizadas medições de parâmetros metabólicos absolutos ($ml.min^{-1}$) e relativos ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$), como: consumo de oxigênio absoluto e relativo (VO_2), produção de dióxido de carbono absoluto (VCO_2), quociente respiratório (QR), equivalente ventilatório de oxigênio (VE/VO_2), equivalente ventilatório de dióxido de carbono (VE/VCO_2), equivalente metabólico (METs), frequência cardíaca FC (bpm), pressão parcial de oxigênio ao final da expiração ($PetO_2$), em ($mmHg$) e pressão parcial de dióxido de carbono ao final da expiração ($PetCO_2$), em ($mmHg$) (GRANIERI, 2017; BALDARI *et al* 2015). Durante o TECP, foi utilizado o análise respiração-a-respiração para realizar medições instantâneas de consumo e produção dos subprodutos do metabolismo aeróbio/anaeróbio durante cada ciclo de respiração e adequado para aplicações no campo clínico (GRANIERI, 2017).

Para a realização de cada dia de teste o (K5) foi calibrado de acordo com as instruções do fabricante ficando pelo menos uma hora ligado para o aquecimento da fotocélula de oxigênio, os dados de troca gasosa cardiopulmonar foram analisados por teste estatístico para remover pontos de dados errôneos “*outlier*” que podem ser causados pela má execução dos testes. O LV_1 foi detectado através de pontos de deflexão em gráficos de troca gasosa utilizando os seguintes critérios: (1) o método V-slope através do “*breakpoint*” em VCO_2/VO_2 contra o tempo; (2) aumento de

VE/VO₂, mas sem aumento de VE/VCO₂; e (3) um aumento na PetO₂ sem um declínio na PetCO₂ (BEAVER *et al* 1986; NUNES,2018).

A saída de energia subsequente associada ao LV₁ foi utilizada para determinar o fator linear para o teste de potência crítica de 3 min (conforme descrito abaixo). A potência de pico (PPO) foram definidas como a maior saída de potência obtida no final do teste. O consumo máximo de oxigênio foi definido como a maior média móvel de (10s) do VO₂. Além disso, dados cardiopulmonares, incluindo pico VE e RER; e média VE/VCO₂, VE/VO₂, PetCO₂ e PetO₂ foram documentados (DEB *et al* 2017).

Durante todo o teste o avaliado foi monitorado pela frequência cardíaca (Garmin®), pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) e percepção subjetiva de esforço respiratório e muscular pela escala adaptada (0-10) de Borg (BORG, 1982) e estimulados verbalmente a atingir o maior esforço possível no TECP, sendo que a qualquer momento poderiam encerrar o teste.

2.1.3 Pressão arterial

A pressão arterial (PA) foi aferida por medida auscultatória no repouso, durante o teste ao final de cada estágio e na recuperação. Utilizou-se o esfigmomanômetro e estetoscópio para a medida da pressão arterial, seguindo as diretrizes da Sociedade Brasileira de Hipertensão (MALACHIAS *et al* 2016).

Foi considerado para as medidas durante o teste a Pressão Arterial Sistólica (PAS) o primeiro ruído de Korctkoff, e para a Pressão arterial Diastólica (PAD) o quinto ou último ruído (PAD). Durante o teste de esforço (TECP), 30” antes de cada troca de estágio a PA foi aferida para controle do exercício e ao final do “T1” e “T2” no tempo 1°, 3° e 5° minuto a PA foi verificada.

Foram considerados como critérios para interrupção do exercício a elevação da PAD até 120 (*mmHg*) em normotensos e a elevação até 140 (*mmHg*) nos hipertensos; quedas persistentes na PAS maior que 10 (*mmHg*) ao incremento de carga; elevação acentuada da PAS até 260 (*mmHg*); manifestação clínica de desconforto torácico exacerbado com o aumento da carga; tontura; palidez; cianose; pré-síncope desproporcional à intensidade do esforço (MENEGHELO *et al* 2010).

2.1.4 Frequência Cardíaca

A frequência cardíaca (FC) foi obtida por meio do registro no monitor cardíaco da Garmin® HRM-Dual sem fios BLUETHOOTH® 5.0 e a transferência automática de dados foi processada no computador que possuía um *software* específico OMINA® desenvolvido pela COSMED® K5 para coleta de dados. Tanto no primeiro momento “T1” como no segundo momento “T2” a frequência cardíaca foi controlada segundo a segundo por esses dois monitores para garantir a precisão dos dados por eles fornecido, pois, se algum dispositivo não apresentasse uma marcação inadequada o outro era usado como referência, todos os dados foram tabulados em uma planilha Microsoft Excel® 365.

2.1.5 Escala Subjetiva de Esforço (BORG)

Durante a execução do teste de esforço o participante foi questionado sobre a percepção de esforço muscular dos membros inferiores e desconforto respiratório. Foi considerado a Escala de Borg, adaptada para o Brasil (FOSTER *et al* 2001), sendo

(0) o menor esforço e (10) o maior esforço percebido. Ao final de cada estágio do TECP foi questionado ao avaliado qual era a percepção de esforço percebido.

2.1.6 Análise Estatística

Na primeira etapa, aplicamos o teste *Anderson-Darling* para verificar se os dados são paramétricos (0) ou não paramétricos (1). Os dados foram verificados de forma pareados e paramétricos. Para dados pareados e paramétricos, o teste de hipótese utilizado foi o *teste t de Student (bicaudal, pareado)*: se igual a “0” significa que não há diferença significativa com 5% de incerteza entre segurar nas barras de proteção da esteira (T1) e não segurar nas barras (T2), se igual a “1” significa que há uma diferença significativa entre os grupos “T1” e “T2” para cada estágio analisado em cada gênero (masculino ou feminino).

Na segunda etapa de análise estatística, testamos a hipótese se os dois grupos T1 e T2 sofreram alterações significativas no consumo médio de suas taxas metabólicas (VO_2 , VCO_2 etc.). Então, o teste *Wilcoxon T* foi utilizado. O teste de hipóteses de *Wilcoxon T* para dois conjuntos de dados emparelhados é usado para comparar as medidas de posição (mediana) de duas amostras, com um nível de significância de 5% (95% de confiança). Além disso, comparamos as medidas estatísticas de consumo metabólico em “T1” e “T2” e analisamos separadamente os dados dos grupos masculino e feminino.

Na primeira etapa para medidas antropométricas, foram utilizadas estatísticas descritivas na comparação entre os sexos com *teste t de Student*. Depois, para cada sexo, comparamos as variáveis de TECP entre “T1” e “T2” com o *teste t de Student* para dados emparelhados. Além disso, realizamos a variação da análise bidirecional (*ANOVA two ways*) para comparar os estágios das variáveis metabólicas no TECP. Para todas as análises foi considerado um nível de significância de $p < 0,05$.

Os *softwares* para análise e tratamento estatístico dos dados, foram o IBM SPSS Statistics para Windows versão 21 (IBM Corp, Armonk, NY), GraphPad Prism versão 6.01 (GraphPad Software, San Diego, CA) e MatLab R2016b.

3 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Nas páginas seguintes será apresentado o artigo científico completo, intitulado **“EFFECTS OF HANDRAIL SUPPORT USAGE DURING CPET ON METABOLIC RESPONSES IN HEALTHY SUBJECTS”**, submetido para publicação pela revista **American Journal of Preventive Medicine (APÊNDICE I)**, com *impact fator* (2021) de 4.420, classificada como Qualis A1 (Medicina I).

3.1 <Confirmação da Submissão>

American Journal of Preventive Medicine
EFFECTS OF HANDRAIL SUPPORT USAGE DURING CPET ON METABOLIC
RESPONSES IN HEALTHY SUBJECTS
 --Manuscript Draft--

Manuscript Number:	AJPM-21-0521-0815
Article Type:	Research Manuscript
Keywords:	Exercise Test; Cardiorespiratory Fitness; Oxygen Uptake; Cardiopulmonary; VE/VCO ₂ slope.
Corresponding Author:	Luciano Guiraldelli UFPR: Universidade Federal do Parana BRAZIL
First Author:	Luciano Guiraldelli
Order of Authors:	Luciano Guiraldelli Matheus Souza Fontanelli Gabriel Couto Correa Frederico Pauzer Migliorini Guilherme Santos Silva Gustavo Zampier dos Santos Lima Anderson Zampier Ulbrich
Abstract:	<p>Background: Using the support of a handrail during cardiopulmonary exercise testing (CPET) may alter physiologic parameters. Purpose: Investigate the effects of handrail usage during the CPET in the cardiorespiratory fitness outcomes of young adults. Methods: Thirty-nine young adults (age in years, 20.8 ± 2.9) of both sexes, 17 woman and 22 men performed two treadmill CPET on Ellestad protocol, in non-consecutive days. The first test (T1) offered access to the support of a handrail; after 7 days, the second test (T2) was performed without it. Two groups were compared: participants who had the support of a handrail against those who did not. T-tests and repeated measures ANOVAs were used to assess between- and within-group differences. Results: Regardless gender, all participants exhibited higher outcomes in T2 in contrast with T1. Respiratory (27% and 15%) and muscle effort (16% and 10%), and respiratory quotient (6% and 7%) were higher for female and male participants, respectively. $\dot{V}O_2 \text{ max}$ ($\text{ml.kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$) was 4.64% ($p = 0.049$) and 3.52% ($p = 0.022$) higher in T1 for female and male volunteers, accordingly. When comparing T1 vs T2, the VE/VCO₂ slope was also significantly higher for women (29.31 ± 4.7 and 27.27 ± 4.53). Metabolic variables showed significantly higher outcomes in T2, specifically, in stages 2, 3 and 4 for both sexes. $\dot{V}O_2$ was ~ 17% greater in T2, in stage 3, for women and men. Conclusion: The handrail usage attenuated cardiorespiratory and metabolic responses of participants during CPET.</p>
Suggested Reviewers:	<p>Véronique Cornelissen veronique.cornelissen@med.kuleuven.be</p> <p>Cosme Buzzachera cosme.buzzachera@unipv.it</p> <p>Bruno Silva silva.bruno@unifesp.br</p>
Opposed Reviewers:	

3.1.1 Carta de Capa Artigo Original

American Journal of Preventive Medicine (AJPM)

Cover Letter

Dear Editor-in-Chief, Matthew L. Boulton

Thank you for the careful review of our work. The new title of the manuscript is **“Effects of handrail support usage during CPET on metabolic responses in healthy subjects”**. We believe we have made the necessary revisions to be considered for publication in **American Journal of Preventive Medicine (AJPM)**. All authors have read and approved the final version of this work. The present manuscript was sent exclusively to AJPM and is currently not under the appreciation of any other journal. None of the authors has potential conflicts of interest to be disclosed. This research was self-funded. This study presents a systematic analysis of the dynamics metabolic, cardiovascular and ventilatory parameters that can be affected by the use of a handrail aid during the cardiorespiratory stress test. In this study, we used a high precision portable gas analyzer that could measure multiple variables using the breath-by-breath method, what contributes to the accurate identification of aerobic and anaerobic thresholds of participants during CPET in two different ways. In addition, we show that the methods used in our study can contribute to exercise prescription, diagnosis, prognosis and treatment of healthy subjects. We hope that the revised version of the manuscript is, is of your interest and is in condition for publication.

Best regards.

Luciano Rogério Guiraldelli, M.Sc.
e-mail: lucianorgtrainer@gmail.com
Phone: +55 41 3360-7228

3.1.2 Original Article

EFFECTS OF HANDRAIL SUPPORT USAGE DURING CPET ON METABOLIC RESPONSES IN HEALTHY SUBJECTS

Luciano R. Guiraldelli¹, M.Sc; Matheus S. Fontanelli¹, U; Gabriel C. Correa¹, U; Frederico P. Migliorini¹, U; Guilherme S. Silva¹, U; Gustavo Z. S. Lima², Ph.D; Anderson Zampier Ulbrich¹, Ph.D.

¹ Federal University of Parana (UFPR), Curitiba, PR, Brazil. Department of Integrative Medicine, Center for Health Sciences, Research Group of Exercise Medicine (MedEx).

² Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, RN, Brazil. School of Science and Technology.

All authors are responsible for data integrity and absence of bias for discussion and interpretation of outcomes.

Word Count: 2953

This project was self-funded. None of the authors had any personal or financial conflict of interest regarding this manuscript. The results of the present study are not endorsed by the American Journal of Preventive Medicine.

Address for correspondence:

Luciano Rogerio Guiraldelli

Padre Camargo Street, 280 - Alto da Glória, Curitiba – PR – BR. Zip Code: 80060-240

e-mail: lucianorgtrainer@gmail.com Phone: (+55) 041 3360-7228

ABBREVIATIONS

BMI	Body mass index
CPET	Cardiopulmonary exercise testing
T1	Test one
T2	Test two
HR	Heart rate at rest, (<i>bpm</i>)
SBP	Systolic blood pressure at rest, (<i>mmHg</i>)
DBP	Diastolic blood pressure at rest, (<i>mmHg</i>)
TT	Time of test, (<i>sec</i>)
PET O₂	End-expiratory oxygen partial pressure, (<i>mm hg</i>)
PET CO₂	End-tidal carbon dioxide partial pressure, (<i>mm hg</i>)
RER	Respiratory exchange ratio at vo ₂ max
LA	Aerobic threshold
METs	Metabolic units
VE/VCO₂ slope	Minute ventilation/carbon dioxide production slope

ABSTRACT

Background: Using the support of a handrail during cardiopulmonary exercise testing (CPET) may alter physiologic parameters. **Purpose:** Investigate the effects of handrail usage during the CPET in the cardiorespiratory fitness outcomes of young adults. **Methods:** Thirty-nine young adults (age in years, 20.8 ± 2.9) of both sexes, 17 woman and 22 men performed two treadmill CPET on *Ellestad* protocol, in non-consecutive days. The first test (T1) offered access to the support of a handrail; after 7 days, the second test (T2) was performed without it. Two groups were compared: participants who had the support of a handrail against those who did not. T-tests and repeated measures ANOVAs were used to assess between- and within-group differences. **Results:** Regardless gender, all participants exhibited higher outcomes in T2 in contrast with T1. Respiratory (27% and 15%) and muscle effort (16% and 10%), and respiratory quotient (6% and 7%) were higher for female and male participants, respectively. VO_2 max ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) was 4.64% ($p = 0.049$) and 3.52% ($p = 0.022$) higher in T1 for female and male volunteers, accordingly When comparing T1 vs T2, the VE/VCO_2 slope was also significantly higher for women (29.31 ± 4.7 and 27.27 ± 4.53). Metabolic variables showed significantly higher outcomes in T2, specifically, in stages 2, 3 and 4 for both sexes. VO_2 was ~ 17% greater in T2, in stage 3, for women and men. **Conclusion:** The handrail usage attenuated cardiorespiratory and metabolic responses of participants during CPET.

Key words: Exercise Test; Cardiorespiratory Fitness; Oxygen Uptake; Cardiopulmonary; VE/VCO_2 slope.

INTRODUCTION

The cardiopulmonary exercise testing (CPET) allows individualized assessment of exercise training and provides diagnostic and prognostic information in clinical practice ¹. The CPET is considered the gold standard for identifying the ventilatory threshold in a non-invasive manner, by monitoring oxygen uptake (VO_2) and other metabolic parameters ².

Research has shown differences in the dynamics of VO_2 during maximal CPET when patients under the test use either frontal or side handrails in comparison to groups that do not use them ^{3,4}. Furthermore, other hemodynamic and biomechanical parameters are likewise influenced upon use of safety bars during the CPET, for instance, heart rate (HR), respiratory exchange ratio (RER) ^{3,4}, walking pattern, energy cost and total time of the test ^{4,6}.

Using the support of handrails on the treadmill during CPET by simply touching the bars or even gripping them firmly, can modify the dynamics of oxygen uptake and other metabolic variables. Although it may affect the outcomes of the CPET, protocols or recommendations on how to quantify the gripping strength to handrails are scarce in the literature ^{5,7}. A study pointed that differences found in the VO_2 dynamics during CPET may be a result of the amount of muscle mass recruited in the test, which in this case is greater when the bar support is not used ⁸.

Although, the use of handrails support might influence respiratory rates and consequently, interfere with VO_2 , carbon dioxide production (VCO_2), oxygen uptake efficiency slope (VE/VCO_2 slope) and other parameters ^{1,9}. The VE/VCO_2 slope analyzed in a stress test has shown to have higher prognostic value than the peak VO_2 ¹, and can be identified on the onset of pulmonary hyperventilation while the VO_2 peak reflects the participant's effort throughout the test, as well as the contribution of peripheral metabolism to the energy supply during CPET

In this context, the purpose of the present study was to investigate the effects of holding to a safety bar on a treadmill on cardiorespiratory and metabolic responses during maximal ergospirometric testing in healthy young adults.

METHODS

Study design and Subjects

This experimental study addressed cardiorespiratory and metabolic parameters upon the use of handrail support of a treadmill during CPET in a convenience sample. Participants included undergraduate students who underwent CPET in the Laboratory of Exercise Medicine at Federal University of Paraná (UFPR), in Curitiba, Brazil. Thirty-nine healthy and nonsmoking volunteers (men, n=22 (20.4 ± 2.4 years); women, n=17 (21.2 ± 3.6 years)) were asked to undergo a series of tests on two nonconsecutive days. They were informed they could withdraw from participating in the study at any time.

On the first day, each participant was submitted to the following evaluation: anamnesis, anthropometry and CPET with the handrail support. Upon returning after 7 days, the same volunteer underwent another CPET, but this time following recommendations by American Heart Association (AHA)¹¹, which does not state the use of a handrail.

Volunteers with cardiac disease, pregnant, presenting orthopedic problems, severe visual impairment, or comorbidities that would impair their ability to safely perform the test; or those who refused or had issues to walk on the treadmill prior to baseline testing were excluded.

Ethical Approval

Written informed consent was obtained prior to performing any testing. This study was conducted at the School Unit of Health Promotion of UFPR (SU-HP/UFPR) and approved by the Research Ethics Committee (CAAE, 71645617.4.0000.0102) of UFPR. All procedures were

performed in accordance with the Declaration of Helsinki.

Anthropometric measurements

Body mass (kg), height (cm), waist circumference (cm) and skinfold (mm) were measured according to the standardization of the International Society for the Advancement of Kinanthropometry ¹².

Skinfold thickness was measured with a scientific skinfold caliper (Cescorf, Porto Alegre, Brazil) in the following anatomic points: triceps, biceps, subscapular, suprailiac, abdomen, thigh, and calf).

Cardiopulmonary exercise testing (CPET) with Ellestad protocol

The CPET was performed on a treadmill (ATL, Imbramed, Porto Alegre, Brazil) to evaluate participant's cardiorespiratory fitness. The test comprised two steps. First, the volunteer was asked to hold on to the handrails of the treadmill (T1). In the second step, performed seven days after the first one, the volunteer was asked not to rest or lean on the handrails during the test (T2).

All participants were instructed to interrupt CPET if they did not feel well or presented trouble for breathing, fatigue in the lower limbs or any other symptom related to physical exertion. CPET was carried out under the supervision of at least one researcher with experience in stress testing and two undergraduate students from the school of medicine under the supervision of a cardiologist.

The volunteers were asked to not exercise 24 hours previously to the test, wear appropriate clothing for physical activity and not to be fasted. Participants for both T1 and T2 were verbally stimulated to perform CPET with maximum effort, considering the (RER) ≥ 1.10 , suggested by stress testing guidelines ^{13,15}.

The study followed the *Ellestad* protocol ¹³ with Ergospirometry system K5 (COSMED®, Rome, Italy) and HR transfer monitor (Garmin HRM-DUAL, Kansas, United

States). The following CPET parameters were measured during maximum oxygen uptake, for instance time to exhaustion, work rate, VO_2 , VCO_2 , metabolic units (METs), (HR), RER, ventilation (VE), ventilation oxygen consumption (VE/VO_2), ventilation carbon dioxide output (VE/VCO_2), end-expiratory pressure O_2 (Pet O_2) and CO_2 (Pet CO_2) and V-Slope. Other CPET variables collected intra-test and upon maximum effort included systolic and diastolic blood pressure, Borg muscle and dyspnea scale (0-10) ¹⁴ and were discontinued when the subject reported any discomfort or clinical symptoms, such as fatigue and/or dyspnea.

Blood pressure (Sphygmomanometer MISSOURI®) and Borg scale ¹⁴ were measured at rest, at the final of each phase of protocol; and at the first, third and fifth minute of recovery. All tests were supervised by experienced exercise physiologists, and subjects were stimulated to exercise until they reached maximum capacity.

Statistical analysis

Firstly, we used the Anderson-Darling test to verify whether the data were parametric (0) or non-parametric (1). The data were verified in paired and parametric way. For paired and parametric data, the hypothesis test used was the *student t-test* (two-tailed, paired): if equals to (0), there is no significant difference, with 5% uncertainty, between holding to the bar on the treadmill (T1) and not holding (T2). If it is equal to (1) the outcomes mean that there is a significant difference between groups T1 and T2 for each stage analyzed for each sexes (female or male).

Subsequently, we tested the hypothesis if the groups T1 and T2 experienced significant changes in the average consumption of their metabolic parameters (VO_2 , VCO_2 etc.). The *Wilcoxon T* hypothesis test for two paired data sets was used to compare the medians of these groups, with a significance level of 5% (95% confidence). In addition, we compared the metabolic parameters of T1 and T2 and according to sexes separately.

For anthropometric measurements, descriptive statistics were presented to compare outcomes based on participant's gender using the *Student t-test* for paired data. In addition, we performed the variation of bidirectional analysis (*ANOVA two ways*) to compare protocol stages of metabolic variables in CPTe. For all analyses, a significance level of *p*-value was considered < 0.05 .

Statistical analysis was performed using IBM SPSS Statistics for Windows version 21 (IBM Corp, Armonk, NY) and GraphPad Prism version 6.01 (GraphPad Software, San Diego, CA) and MatLab R2016b.

RESULTS

The anthropometric characteristics of the study participants are summarized in [Supplement 1](#). All 39 participants were healthy young adults, being 17 (43.58%) women and 22 (56.41%) men. Women presented superior anthropometric measurements when compared to men; the total body fat values were higher in the female group when compared to the male group; nevertheless, the BMI was similar between the groups. When classified by BMI, 23.5% and 45.5% of women and men, respectively, were considered overweight. According to the percentage of total body fat evaluated through skinfolds, 35.3% and 40.9% of the woman and men, respectively, were categorized as presenting high body fat ¹⁵.

The metabolic parameters obtained at rest and maximum effort at CPET for T1 and T2 were analyzed separately between according to gender and presented in [Table 1](#). At rest, all variables did not differ significantly between the groups for both genders. During the maximum treadmill test for men and women, the total test time (TT) and the maximum speed (km/h) were higher in T1 than T2. However, the total inclination of the treadmill in (%) was only higher for the women in the group T1 when holding on to the treadmill, which did not differ for the men group when comparing T1 with T2. Another parameter addressed was the perception of respiratory and muscular effort (Borg scale), which was higher for both tests for women and men in T2. The mean of VO_{2max} was 4.64% and 3.52% higher in T1 in contrast to T2, for women and men, respectively [Table 1](#).

<Table 1>

[Figure 1](#) shows that the dynamic oxygen uptake in T2 is higher than T1 for woman ([Figure 1A](#)) and men ([Figure 1B](#)). When these values are presented in averages by stages, there are differences in all stages and also for both sexes. The ratios are showed as percentages difference between stages for males and females during the CPET. The biggest difference was observed in stages 2 and 3 for women; and in stages 3 and 4 for men, respectively.

<Figure 1>

According to AHA¹¹, the effect of holding to handrails on a treadmill may attenuate the cardiorespiratory fitness (CRF) and may modify the outcomes for the classification for men and woman (Supplement 2).

Figure 2 shows the changes of HR overtime. HR is higher in T2 compared to T1, for both genders. Analyzing HR mean values over multiple stages of protocol, significant differences were found between T1 and T2, for both sexes (Figure 2C and Figure 2D). The index ratio difference was observed at all stages for both female and male participants during CPET. Stage 2 (S2) and S3 of protocol exhibited the main differences on HR overtime for the female group, whereas largest difference was found in S3 for male participants.

<Figure 2 >

Supplement 3 shows the influence of using a front bar to RER in the CPET for both genders. The panel (Figure 3A and 3B) displays outcomes for women and men, respectively, and higher RER amplitudes observed in the second day (T2) when compared to T1. Observing the test stage-by-stage the outcomes were different for the women (Figure 3C) between S1 and S4. Men presented (Figure 3D) differences between stages S1 and S6. There were higher RER findings in T2 for both groups, with important differences at the S3 point for women (~10%) and men (~8%) in contrast with T1.

Figure 3 shows that participants exhibited a higher respiratory efficiency when holding the frontal bar of the treadmill compared to those who did not hold it, for both sexes. The group comprised of women at T1 (A) presented VE/VCO₂ slope of 29.32 ± 4.78 when holding the frontal bar; against 27.27 ± 4.53 when not holding on to treadmill T2 (A) which represents an increase of 7.51 % in T1 when comparing T2. For male participants, in T1 (B) the VE/VCO₂ slope was 26.54 ± 3.81 , against 25.83 ± 3.89 in T2 (B), with an increase in T1 of 2.74%.

<Figure 3 >

DISCUSSION

In summary, holding on to a treadmill bar during CPET was linked to multiple changes in metabolic, cardiovascular and ventilatory parameters in young adults. Among the variables analyzed, there was also a longer CPET execution time when the participant had access to a handrail compared with those who did not. This finding overestimate metabolic variables analyzed, the same verified in other study¹⁶.

Other variables such outcomes from the Borg scale and HR displayed lower scores at the end of the CPET when the handrail support was used. This can be explained by decreased muscle and respiratory engagement in maxim progressive stress tests when safe on the treadmill to the detriment mainly of tilting⁵.

The HR values increased linearly in T1 and T2 and presenting different outcomes in the early stages. These findings are corroborated by similar other studies that also addressed the HR behavior^{3,9,17}. Nevertheless, only one study reported differences in HR at the last stage of the CPET⁵. Oliveira and colleagues¹⁶ examined the progressive increase in HR values and holding to the treadmill bar on the modulation of the autonomic function in the parasympathetic and sympathetic system during the CPET. They found that when participants did not used the handrail support, there was a greater alteration on HR when compared to T1¹⁶. The act of not holding on the treadmill does not result in increased vagal activity due to a lower respiratory fluctuation, mainly because the chronotropic action of circulating catecholamines¹⁸. Moreover, the increase/control of HR during CPET is also regulated by baroreflex arteries¹⁹ and, the recruitment of group III/IV afferent muscle fibers that are activated by the exercise pressor reflex (negative feedback mechanism). This reflex triggers neurons in the nucleus of the solitary tract which are rich in GABA neurotransmitters, what suggests a contribution of GABA neurotransmitters to the adjustment of HR regulated by exercise intensity²⁰.

Examining VO_2 consumption in different CPET procedures, there was a significant difference of ~17% in the dynamics of VO_2 in T2, which was higher in stages 3 and 4. Study that advised the use of a treadmill aid bar during CPET pointed that this aid significantly attenuated physiological parameters for the entire submaximal workload ⁷, with the exception of the first and last stages of the test ⁵, which endorses the present findings. In addition, a study ⁵ done without the analysis of gas consumption and using the handrail support it was estimated that the value of ~1 metabolic unit (METs) should be added to predict the value of because the results are normally underestimated. Thus, it is recommended the subjects performing CPET do not use the treadmill handles for accurate VO_2 results ⁵.

A Study ¹⁷ claims that holding the treadmill bar contributes to decrease energy expenditure by ~31.8%, what is partially explained by the fact the subject walking leans backwards, assuming a posture that generates an almost perpendicular angle between the body and the treadmill (upright walk without inclination). Besides, a consequence of this reclining posture is the use of additional strength from the upper body ¹⁷. Zeimet et al. ⁵, demonstrated that as higher is the strength used to grab the treadmill bar, the lower is the VO_2 levels, that may can be reduced by up to 30%.

Using a treadmill bar also affected RER parameters for both tests, resulting in lower metabolic acidosis, lower muscle and respiratory recruitment and greater contribution of fatty acid metabolism ^{1,22}. Consequently, the respiratory compensation point was later, suggesting a temporary reduction in anaerobic metabolism and lower HR, causing a longer total test time with this method ^{3,9}.

The guideline ¹³ also suggest that for the CPET to be considered effective, individuals taking the test must reach at least 85% of VO_2 , which is normally considered the ventilatory threshold (VT) ^{1,13}. The literature points that the slope of the VCO_2 curve called V-slope, is a measure for respiratory efficiency ^{1,23}. So, the V-slope quantification method is a strategy to minimize errors in the estimation of VT in healthy subjects. Because upon the excessive production

of $\dot{V}CO_2$ there is a fast increase in the concentration of blood lactate, what is associated with poor buffering of hydrogen pumps (H^+) and decrease in the concentration of sodium bicarbonate (HCO_3^-)²⁴. In this scenario, the literature has highlighted that not every individual can reach the maximum capacity (plateau of $\dot{V}O_2$) during CPET^{13,24}. However, the present study indicates that the act of holding on to the treadmill has likely been linked to the late identification of the occurrence of the V-slope in healthy subjects for both sexes.

Findings on the V-slope exhibited a high correlation ($r=0.98$) with VT in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD), with a marked decrease in circulating concentrations of sodium bicarbonate ($HCO_3^- > 2.5$ mEq/L)²⁵. Mezzani et al.²⁶, identified VT in patients with cardiac disease based on the $\dot{V}CO_2$ and $\dot{V}O_2$ ratio from the CPET. The volume of ventilation and $\dot{V}CO_2$ indicated ventilatory efficiency, by estimating the volume of air required to eliminate 1L of CO_2 ²⁶. So, the V-slope method was able to provide reliable data about the actual health condition of the patients²⁶. Other investigative groups^{27,28} examined poor V-slope values for patients with heart failure and the association with increased mortality and²⁷ cardiovascular events²⁸. Although these studies have important clinical relevance, they lack information on how the CPET was performed.

Limitations

Although we followed the methods proposed, this study has limitations. We did not track the level of physical activity among the participants, what may affect physiological variables when comparing the act of holding and not holding to the treadmill aid bar during the CPET. Neither the strength used to grab the bar nor the position of the participant's hand holding the bar was studied, which has been demonstrated to have a significant influence on $\dot{V}O_2$ ³ outcomes.

Conclusion

Summing up, the present study found that the act of holding on to the treadmill attenuated cardiorespiratory and metabolic responses. Particularly when the participant did not have the support of the bar during the CPET, changes in the V-slope were found to be related to the real

ventilatory efficiency when compared to $\dot{V}O_2$. Therefore, it is critical to clarify the adequate protocol for the ideal exercise prescription, interpretation in diagnosis and prognosis in healthy subjects and patients.

Supplemental online material

Supplemental material is available online.

Acknowledgments

This research was conducted by the main author as part of his master's degree and had the collaboration of all co-authors. The authors would like to thank Dr. Gustavo Zampier dos Santos Lima (Federal University of Rio Grande do Norte) for his support in the statistical analysis and writing. We thank Aline Rachel Bezerra Gurgel PhD for contributing the language review.

REFERENCES

1. Mezzani A. Cardiopulmonary exercise testing: Basics of methodology and measurements. *Ann Am Thorac S.* 2017;14:S3-S11. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201612-997FR>
2. Milani RV, Lavie CJ, Mehra MR, et al. Understanding the basics of cardiopulmonary exercise testing. *Mayo Clin Proc.* 2006;81(12):1603-1611. <https://doi.org/10.4065/81.12.1603>
3. Zeimet G, McNeill J, Hall J, et al. Quantifiable changes in oxygen uptake, heart rate, and time to target heart rate when hand support is allowed during treadmill exercise. *J Cardiac Rehabil.* 1985;5(11):525-529.
4. IJmker T, Lamoth CJ, Houdijk H, et al. Effects of handrail hold and light touch on energetics, step parameters, and neuromuscular activity during walking after stroke. *J neuroeng rehabil.* 2015;12(1):70. <https://doi.org/10.1186/s12984-015-0051-3>
5. Duvillard SPV, Pivrotto JM. The effect of front handrail and non-handrail support on treadmill exercise in healthy women. *J Cardiopulm Rehabil.* 1991;11(3):164-168.
6. Whitman M, Sabapathy S, Jenkins C, et al. Handrail support produces a higher rate pressure product in apparently healthy non-treadmill users during maximal exercise testing. *Physiol Meas.* 2019;40(2):02NT01. <https://doi.org/10.1088/1361-6579/ab0565>
7. Christman SK, Fish AF, Bernhard L, et al. Continuous handrail support, oxygen uptake, and heart rate in women during submaximal step treadmill exercise. *Res Nurs Health.* 2000;23(1):35. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-240X\(200002\)23:1<35::AID-NUR5>3.0.CO;2-I](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-240X(200002)23:1<35::AID-NUR5>3.0.CO;2-I)
8. Howley ET, Colacino DL, Swensen TC. Factors affecting the oxygen cost of stepping on an electronic stepping ergometer. *Med Sci Sports Exer.* 1992;24(9):1055-1058.
9. Ragg KE, Murray TF, Karbonit, LM, et al. Errors in predicting functional capacity from a treadmill exercise stress test. *Am Heart J.* 1980;100(4):581-583. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(80\)90676-6](https://doi.org/10.1016/0002-8703(80)90676-6)
10. Arena R, Myers J, Aslam SS, et al. Peak VO₂ and VE/VCO₂ slope in patients with heart failure: a prognostic comparison. *Am Heart J.* 2004;147(2):354-360. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2003.07.014>

11. Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, et al. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation*. 2001;104(14):1694-1740. <https://doi.org/10.1161/hc3901.095960>
12. Silva VSD, Vieira MFS. International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) Global: international accreditation scheme of the competent anthropometrist. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2020;22:70517. <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2020v22e70517>
13. American College of Sports. Riebe D, Ehrman Jk, Liguori G, et al. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Wolters Kluwer, 2018.
14. BORG GAV. Psychophysical Bases of Perceived Exertion. *Med Sports Exer*. 1982;14(5):377-381. <https://doi.org/10.1249/00005768-198205000-00012>
15. Lohman TG. Advances in body composition assessment. *Hum Kinet*. 1992:1-23.
16. de Oliveira GL, Marques AH, da Fonseca VF, et al. Handrail support interference in cardiac autonomic modulation adjustments in young adults during maximal exercise testing. *Sci Rep*. 2020;10(1): 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68155-3>
17. Hofmann C, Dougherty C, Abkarian H, et al. The reduction of metabolic cost while using handrail support during inclined treadmill walking is dependent on the handrail-use instruction. *Int J Exer Sci*. 2014;7(4):10. <https://digitalcommons.wku.edu/ijes/vol7/iss4/10>
18. Arai Y, Saul JP, Albrecht P, et al. Modulation of cardiac autonomic activity during and immediately after exercise. *Am J of Physiol-Heart C*. 1989; 256(1): H132-H141. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.1989.256.1.H132>
19. Benarroch EE. The central autonomic network: functional organization, dysfunction, and perspective. *Mayo Clin Proc*. 1993;68(10):988-1001. [https://doi.org/10.1016/S0025-6196\(12\)62272-1](https://doi.org/10.1016/S0025-6196(12)62272-1)
20. Teixeira AL, Fernandes IA, Vianna LC. Cardiovascular control during exercise: the connectivity of skeletal muscle afferents to the brain. *Exerc Sport Sci Rev*. 2020; 48(2): 83-91. [doi: 10.1249/JES.0000000000000218](https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000218)
21. McConnell TR, Clark, BA. Prediction of maximal oxygen consumption during handrail-supported treadmill exercise. *J Cardiopulm Rehabil*. 1987;7(7):324-331.

22. Wasserman K. The Anaerobic Threshold Measurement to Evaluate Exercise Performance. *Am Rev Respir Dis*. 1984;129: S35-S40. <https://doi.org/10.1164/arrd.1984.129.2P2.S35>
23. Corrà U, Mezzani A, Giordano A, et al. Exercise haemodynamic variables rather than ventilatory efficiency indexes contribute to risk assessment in chronic heart failure patients treated with carvedilol. *Eur Heart J*. 2009; 30(24): 3000-3006. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehp176>
24. Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ. A New Method for Detecting Anaerobic Threshold by Gas Exchange. *J Appl Physiol*. 1986;60(6):2020–2027. <https://doi.org/10.1152/jappl.1986.60.6.2020>
25. Sue DY, Wasserman K, Moricca RB, et al. Metabolic acidosis during exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease: use of the V-slope method for anaerobic threshold determination. *Chest*. 1988;94(5):931-938. <https://doi.org/10.1378/chest.94.5.931>
26. Mezzani A, Agostoni P, Cohen-Solal A, et al. Standards for the use of cardiopulmonary exercise testing for the functional evaluation of cardiac patients: a report from the Exercise Physiology Section of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Card Prev Rehabilitation*. 2009;16(3):249-267. <https://doi.org/10.1097/HJR.0b013e32832914c8>
27. Klaassen SH, Liu LC, Hummel YM, et al. Clinical and hemodynamic correlates and prognostic value of VE/VCO₂ slope in patients with heart failure with preserved ejection fraction and pulmonary hypertension. *J Cardiac Fail*. 2017;23(11): 777-782. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2017.07.397>
28. Corrà U, Giordano A, Mezzani A, et al. Cardiopulmonary exercise testing and prognosis in heart failure due to systolic left ventricular dysfunction: a validation study of the European Society of Cardiology Guidelines and Recommendations (2008) and further developments. *Eur J Prev Cardiol*. 2012;19(1):32-40. <https://doi.org/10.1177/1741826710393994>

Tables and footnotes

TABLE 1 - Characteristics of maximum oxygen uptake at two different CPTE for both sexes.

Note: Values are mean \pm SD; Student t-test * $p < 0.05$; HR: heart rate rest; SBP: systolic blood pressure (mmHg) rest; DBP: diastolic blood pressure (mmHg) rest; BS: Borg scale (Lung) rest ; BS: Borg scale (Muscle) rest; TT: time of test, (sec); MaxS: Max speed, (km.h-1); MaxI: Max inclination, (%); Max HR, (bpm): maximum heart rate; Max SBP, (mmHg): maximal systolic blood pressure; Max DBP, (mmHg): maximal diastolic blood pressure; BS: Borg scale (Lung) max; BS: Borg scale (Muscle) max; VO₂ abs max (ml.min-1): VO₂ absolute max ; VCO₂ abs max (ml.min-1): VCO₂ absolute max; PetO₂ (mmHg): end-expiratory oxygen partial pressure; PetCO₂ (mmHg): end-tidal carbon dioxide partial pressure; VO₂ rel max (ml.kg-1.min-1): maximum oxygen consumption; RERmax: respiratory exchange ratio at VO₂max ; METsmax: metabolic units; VE/VO₂ Slope: minute ventilation/oxygen production slope; HR / VO₂ slope (beats.ml per min): heart rate ratio by vo₂ slope; VE/VCO₂ Slope: minute ventilation/ carbon dioxide production slope; OUES: oxygen uptake efficiency slope.

Figure and footnotes

FIGURE 1 - Effect of the use of a handrail support on VO_2 for woman (A, C, E) and men (B, D, F). (A) VO_2 dynamics based on Breath-by-Breath measurement for woman (A) and men (B). VO_2 mean by stage for woman (C) and men (D). Index ratio of T1/T2 for woman (E) and men (F). Two-way ANOVA; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.0001$ indicate significant differences between stages at T1 and T2. VO_2 ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$): relative oxygen uptake in millimeters of oxygen per kilogram per minute; T1: group handrail support; T2: without handrail support; S: stage of *Ellestad* protocol; %: percentage.

FIGURE 2 - HR and use of handrail during CPET for women (A, C, E) and men (B, D, F). (A) Systematic evaluation of the HR of each Breath-by-Breath for women (A) and men (B). HR average by stage for women (C) and men (D). Index ratio of T1/T2 for women (E) and men (F). Two-way ANOVA; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.0001$ indicated significant difference between stages at T1 and T2. HR (bpm): relative oxygen uptake in millimeters of oxygen per kilogram per minute; T1: group handrail support; T2: without handrail support; S: stage of *Ellestad* protocol; %: percentage.

FIGURE 3 - Bar graphs of the mean values for VE/VCO_2 slope in two different protocols: T1 (holding to the handrail showed with white bar) vs T2 (not holding to the handrails showed with black bar), for both genders, during CPET. (A) graphic of woman; (B) graphic of man. * $P < 0.05$ indicates significant differences between T1 and T2. VE/VCO_2 slope: minute ventilation/carbon dioxide production slope.

TABLE 1 - Characteristics of hemodynamic and metabolic response at two different CPET for both sexes.

	Female (n=17)			Male (n=22)		
	T1	T2	p-value	T1	T2	p-value
Rest						
HR at rest, (<i>bpm</i>)	102.35 ± 22.5	98.23 ± 14,30	0.343	92.59 ± 14.82	89.45 ± 15.51	0.420
SBP at rest, (<i>mmHg</i>)	115.64 ± 11.02	117.17 ± 6.55	0.583	117.27 ± 9.41	116.09 ± 10.9	0.474
DBP at rest, (<i>mmHg</i>)	85.29 ± 8.68	80.70 ± 7.31	0.118	77.63 ± 9.12	79.18 ± 7.65	0.582
BS (<i>Lung</i>) at rest	0.32 ± 0.74	0.32 ± 0.46	1.000	0.04 ± 0.21	0.15 ± 0.35	0.096
BS (<i>Muscle</i>) at rest	0.11 ± 0.28	0.17 ± 0.39	0.543	0	0.15 ± 0.35	0.051
Max Treadmill Test						
TT, (<i>sec</i>)	543.41 ± 95,51*	402 ± 58.33	<0.001	731.55 ± 127.68*	620.50 ± 120.03	<0.001
Max S, (<i>km.h⁻¹</i>)	8.09 ± 0.38*	7.44 ± 0.78	0.004	9.18 ± 1.25*	8.51 ± 0.92	0.017
Max I, (%)	12.05 ± 2.53*	10.00 ± 0	0.004	14.77 ± 1.06	14.09 ± 1.97	0.083
Max HR, (<i>bpm</i>)	188.70 ± 12.06	187.82 ± 10.81	0.502	189.63 ± 7.53*	187.13 ± 9.41	0.020
Max SBP, (<i>mmHg</i>)	145.52 ± 15.69	140.0 ± 16.82	0.346	162.90 ± 17.1*	150.90 ± 20.44	0.004
Max DBP, (<i>mmHg</i>)	85.29 ± 8.68	80.70 ± 7.13	0.118	80.63 ± 8.58	82.63 ± 10.09	0.448
BS (<i>Lung</i>) max	5.94 ± 1.78	8.11 ± 1.49*	0.001	6.86 ± 1.52	8.09 ± 1.15*	0.002
BS (<i>Muscle</i>) max	6.58 ± 1.73	7.82 ± 1.59*	0.012	7.40 ± 1.62	8.27 ± 0.98*	0.024

VO ₂ abs max (<i>ml.min⁻¹</i>)	2465.3 ± 376.3*	2320.1 ± 328.0	0.038	3892.04 ± 744.6	3787.25 ± 667.61	0.364
VCO ₂ abs max (<i>ml.min⁻¹</i>)	2513.1 ± 407.3	2533.96 ± 417.2	0.770	3901.52 ± 701.05	4150.21 ± 623.46*	0.045
PetO ₂ (<i>mmHg</i>)	99.82 ± 3.5	100.17 ± 6.08	0.687	99.40 ± 4.62	100.81 ± 3.59	0.203
PetCO ₂ (<i>mmHg</i>)	34.82 ± 4.34	36.17 ± 5.75	0.083	34.86 ± 4.27	35.40 ± 4.33	0.637
VO ₂ rel max (<i>ml.kg⁻¹.min⁻¹</i>)	40.08 ± 5.9*	38.22 ± 6.3	0.049	51.42 ± 7.92*	49.61 ± 8.08	0.022
RER at VO ₂ max	1.02 ± 0.09	1.09 ± 0.10*	0.003	1.01 ± 0.10	1.09 ± 0.09*	0.010
METS _{max}	11.44 ± 1.72	10.92 ± 1.82	0.088	14.69 ± 2.26*	14.17 ± 2.30	0.021
VE / VO ₂ slope	33.93 ± 4.58	35.70 ± 8.42	0.149	33.84 ± 5.40	36.67 ± 7.17	0.141
HR / VO ₂ slope (<i>beats.ml per min</i>)	5.63 ± 0.66	5.51 ± 1.24	0.544	5.77 ± 1.16*	5.23 ± 0.74	0.049
VE/VCO ₂ slope	29.31 ± 4.7*	27.27 ± 4.53	0.019	27.07 ± 4.47*	25.29 ± 2.87	0.032
OUES	2610.4 ± 421.9*	2400.76 ± 397.3	0.028	3910.63 ± 761.53*	3687.50 ± 649.38	0.002

Note: Values are mean ± SD; Student *t*-test **p*<0.05; HR: heart rate rest; SBP: systolic blood pressure (*mmHg*) rest; DBP: diastolic blood pressure (*mmHg*) rest; BS: Borg scale (*Lung*) rest ; BS: Borg scale (*Muscle*) rest; TT: time of test, (*sec*); MaxS: Max speed, (*km.h⁻¹*); MaxI: Max inclination, (%); Max HR, (*bpm*): maximum heart rate; Max SBP, (*mmHg*): maximal systolic blood pressure; Max DBP, (*mmHg*): maximal diastolic blood pressure; BS: Borg scale (*Lung*) max; BS: Borg scale (*Muscle*) max; VO₂ abs max (*ml.min⁻¹*): VO₂ absolute max ; VCO₂ abs max (*ml.min⁻¹*): VCO₂ absolut max; PetO₂ (*mmHg*): end-expiratory oxygen partial pressure; PetCO₂ (*mmHg*): end-tidal carbon dioxide partial pressure; VO₂ rel max (*ml.kg⁻¹.min⁻¹*): maximum oxygen consumption; RER_{max}: respiratory exchange ratio at VO₂max ; METS_{max}: metabolic units; VE/VO₂ Slope: minute ventilation/oxygen production slope; HR / VO₂ slope (*beats.ml per min*): heart rate ratio by vo₂ slope; VE/VCO₂ Slope: minute ventilation/ carbon dioxide production slope; OUES: oxygen uptake efficiency slope.

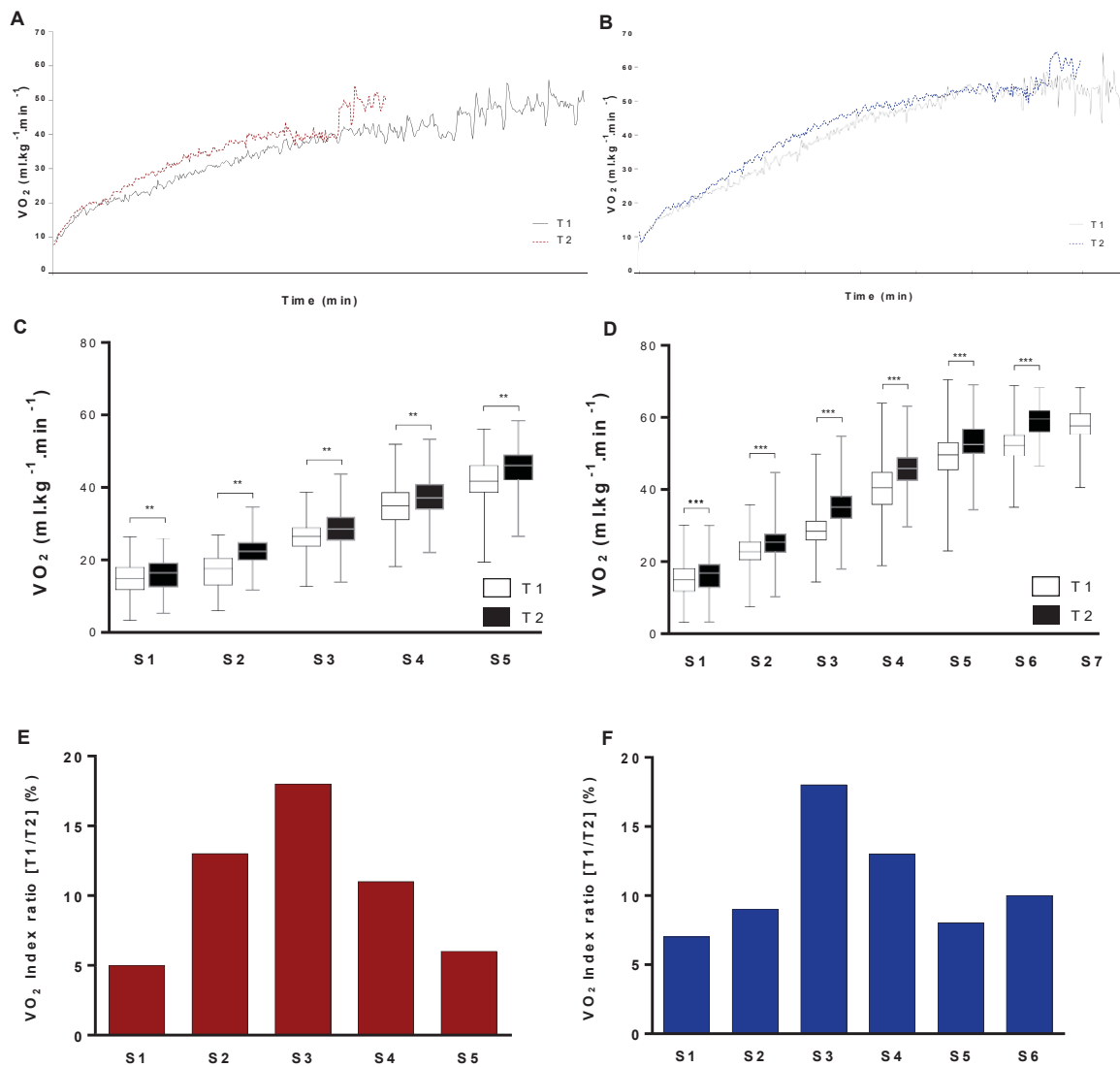


FIGURE 1 – Effect of the use of a handrail support on VO₂ for woman (A, C, E) and men (B, D, F). (A) VO₂ dynamics based on Breath-by-Breath measurement for woman (A) and men (B). VO₂ mean by stage for woman (C) and men (D). Index ratio of T1/T2 for woman (E) and men (F). Two-way ANOVA; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.0001$ indicate significant differences between stages at T1 and T2. VO₂ (ml.kg⁻¹.min⁻¹): relative oxygen uptake in millimeters of oxygen per kilogram per minute; T1: group handrail support; T2: without handrail support; S: stage of *Ellestad* protocol; %: percentage.

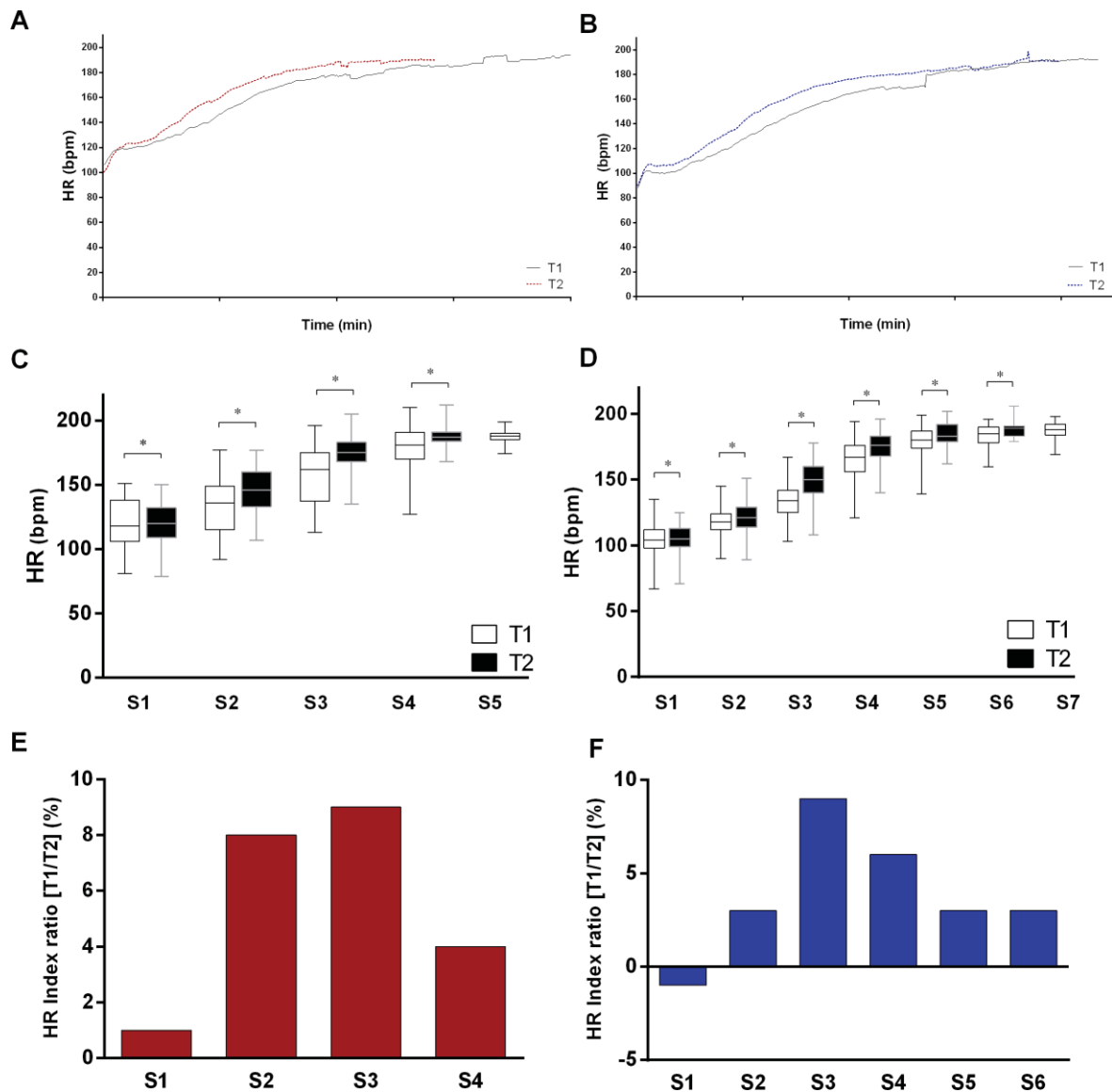


FIGURE 2 - HR and use of handrail during CPET for women (A, C, E) and men (B, D, F). (A) Systematic evaluation of the HR of each Breath-by-Breath for women (A) and men (B). HR average by stage for women (C) and men (D). Index ratio of T1/T2 for women (E) and men (F). Two-way ANOVA; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.0001$ indicated significant difference between stages at T1 and T2. HR (bpm): relative oxygen uptake in millimeters of oxygen per kilogram per minute; T1: group handrail support; T2: without handrail support; S: stage of Ellestad protocol; %: percentage.

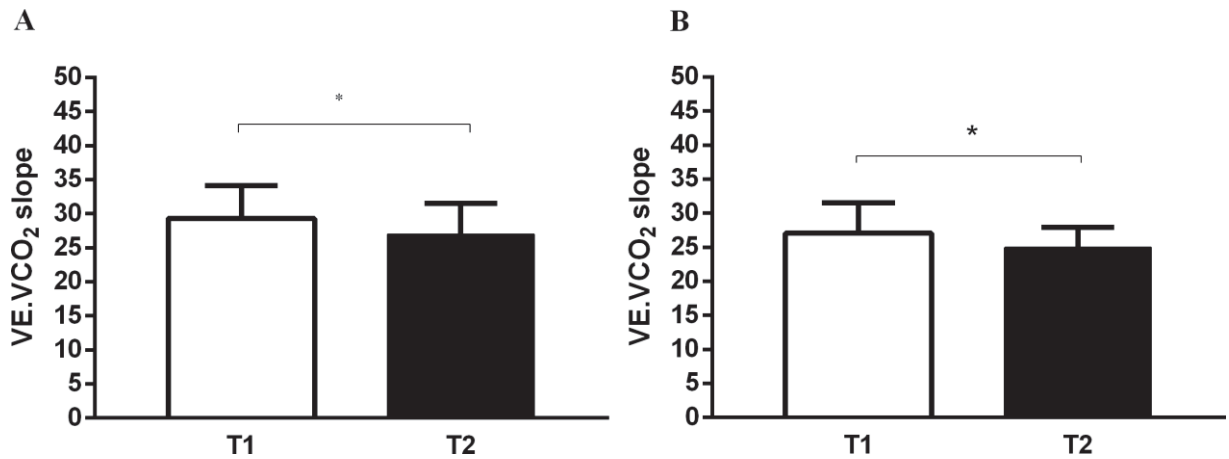
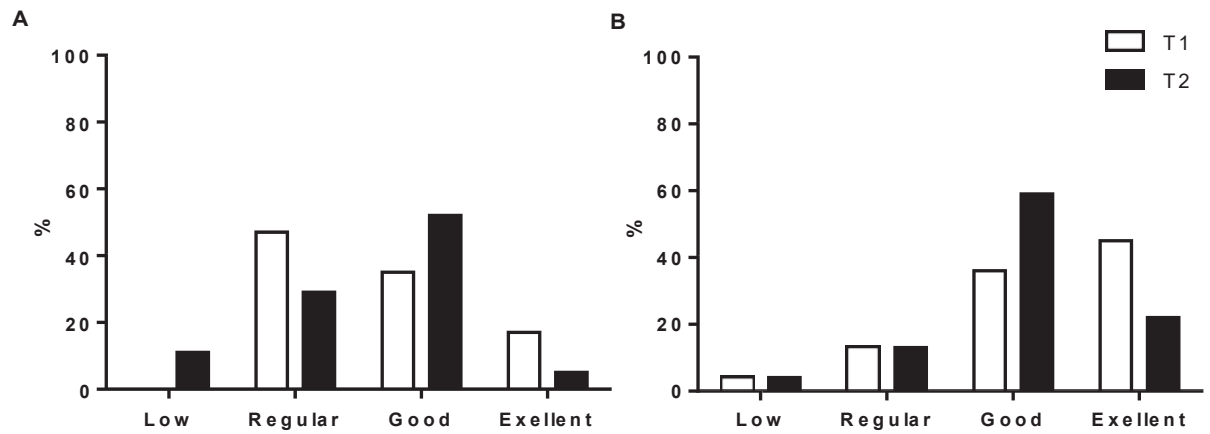


FIGURE 3 - Bar graphs of the mean values for VE/VCO₂ slope in two different protocols: T1 (holding to the handrail showed with white bar) vs T2 (not holding to the handrails showed with black bar), for both genders, during CPET. (A) graphic of woman; (B) graphic of man. * $P < 0.05$ indicates significant differences between T1 and T2. VE/VCO₂ slope: minute ventilation/carbon dioxide production slope.

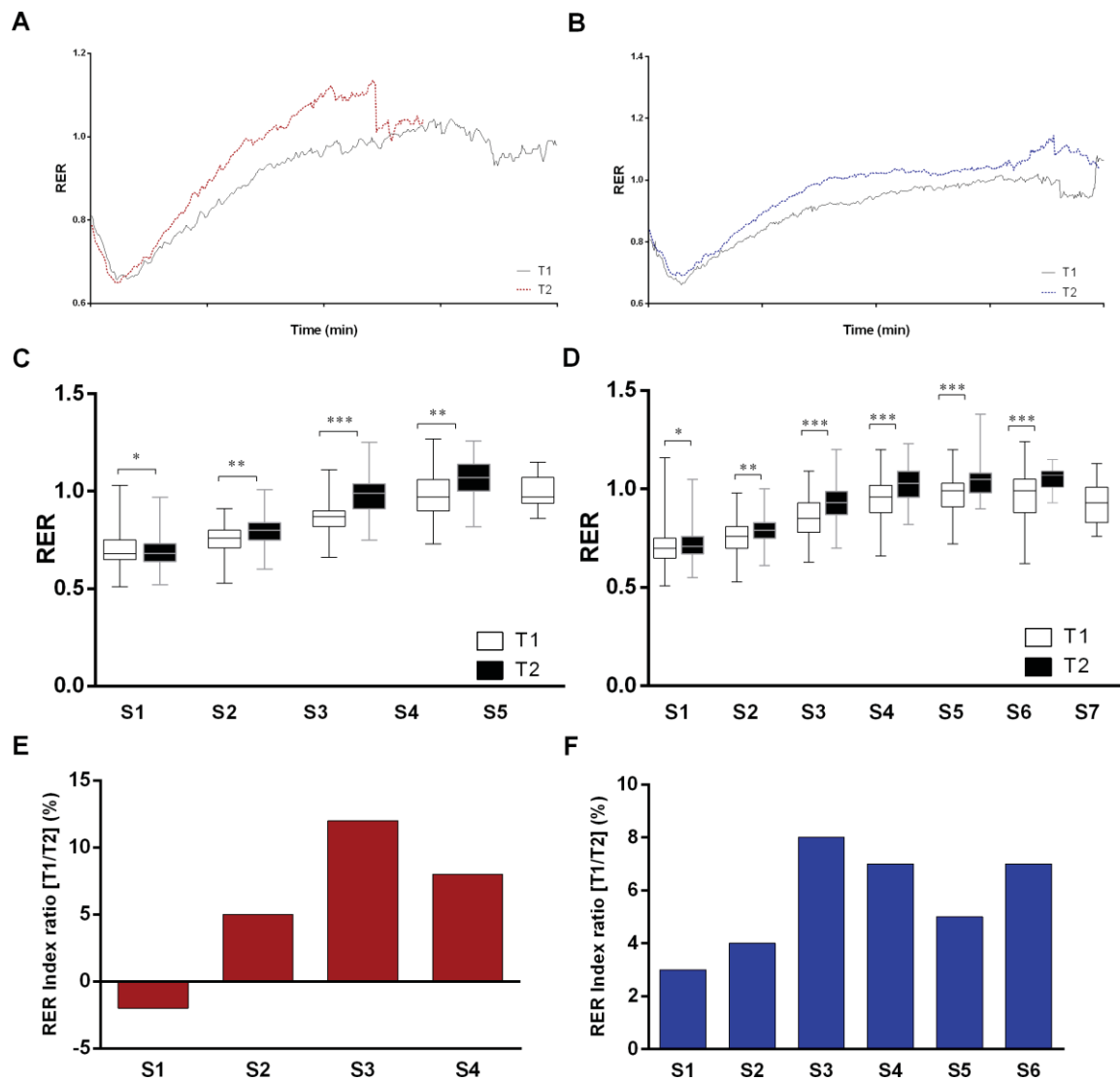
SUPPLEMENT 1 - Baseline characteristic of the anthropometric measures of study participants.

	Female (n=17)	Male (n=22)	<i>p-value</i>
Age (<i>yr</i>)	21.29 ± 3.46	20.45 ± 2.40	0.377
Body mass (<i>Kg</i>)	61.18 ± 8.94	75.83 ± 12.61*	< 0.001
Height (<i>m</i>)	1.63 ± 0.05	1.76 ± 0.05*	< 0.001
Body mass index (<i>Kg.m⁻²</i>)	22.97 ± 3.53	24.37 ± 3.36	0.216
SFB (<i>mm</i>)	10.90 ± 4.58*	6.63 ± 5.60	0.015
SFT (<i>mm</i>)	18.79 ± 4.60*	11.03 ± 4.77	< 0.001
SFSE (<i>mm</i>)	16.38 ± 6.52*	12.78 ± 3.92	0.039
SFSI (<i>mm</i>)	20.83 ± 6.56*	14.00 ± 9.73	0.018
SFA (<i>mm</i>)	25.29 ± 6.85*	19.75 ± 9.89	0.046
SFT (<i>mm</i>)	34.29 ± 9.64*	17.54 ± 8.61	<0.001
SFC (<i>mm</i>)	21.90 ± 8.83*	10.60 ± 6.25	< 0.001
∑ SF (<i>mm</i>)	148.38 ± 38.79*	92.33 ± 45.04	< 0.001
BF (%)	23.85 ± 4.79*	14.80 ± 5.29	< 0.001

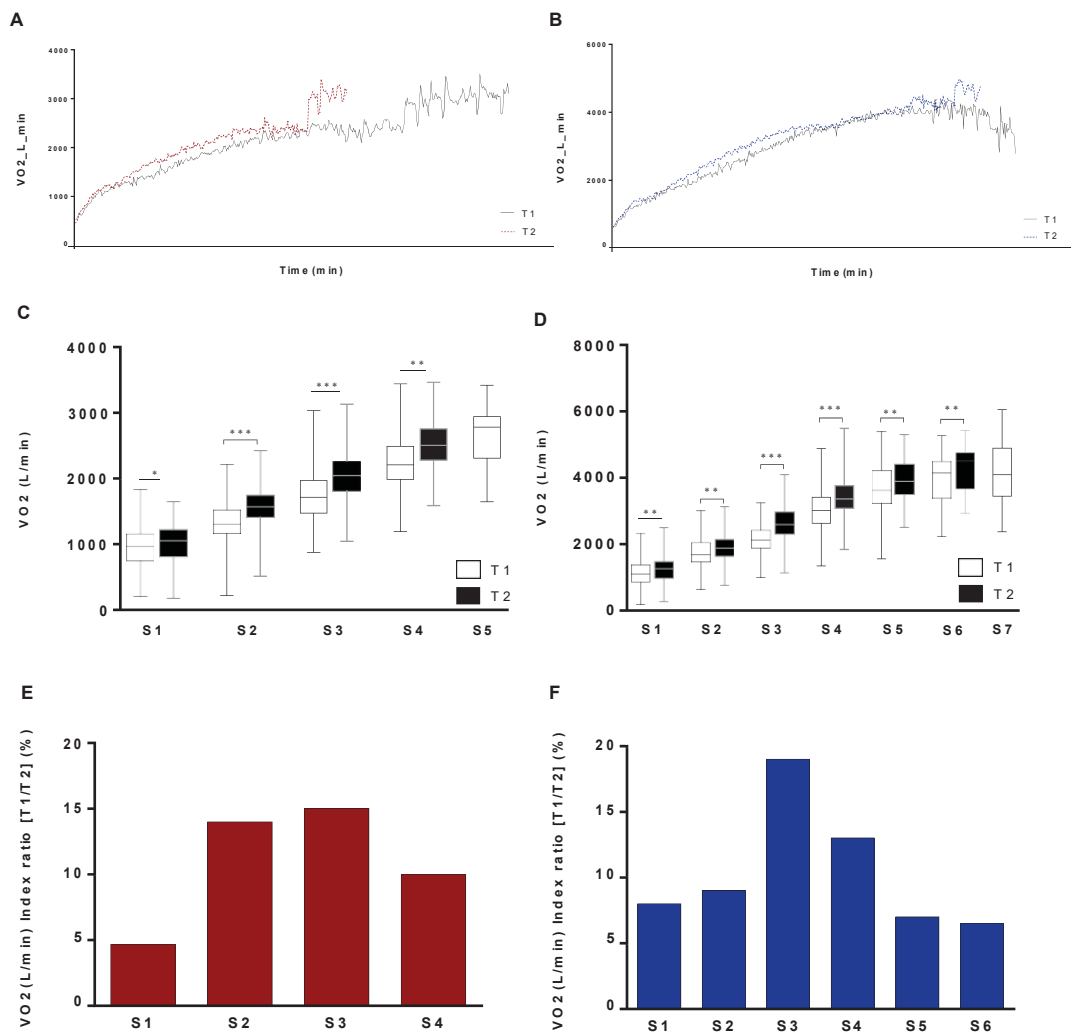
Note: Values are presented as mean ± SD; *Student t-test*; * $p < 0.05$; BM: Body Mass in kg; BMI: Body Mass Index; SFB: biceps skinfold; SFT: triceps skinfold; SFSE: subscapular skinfold; SFSI: supra-iliac skinfold; SFA: abdominal skinfold; SFT: thigh skinfold; SFC: calf skinfold; ∑ SF: sum of skinfold; BF (%): body fat.



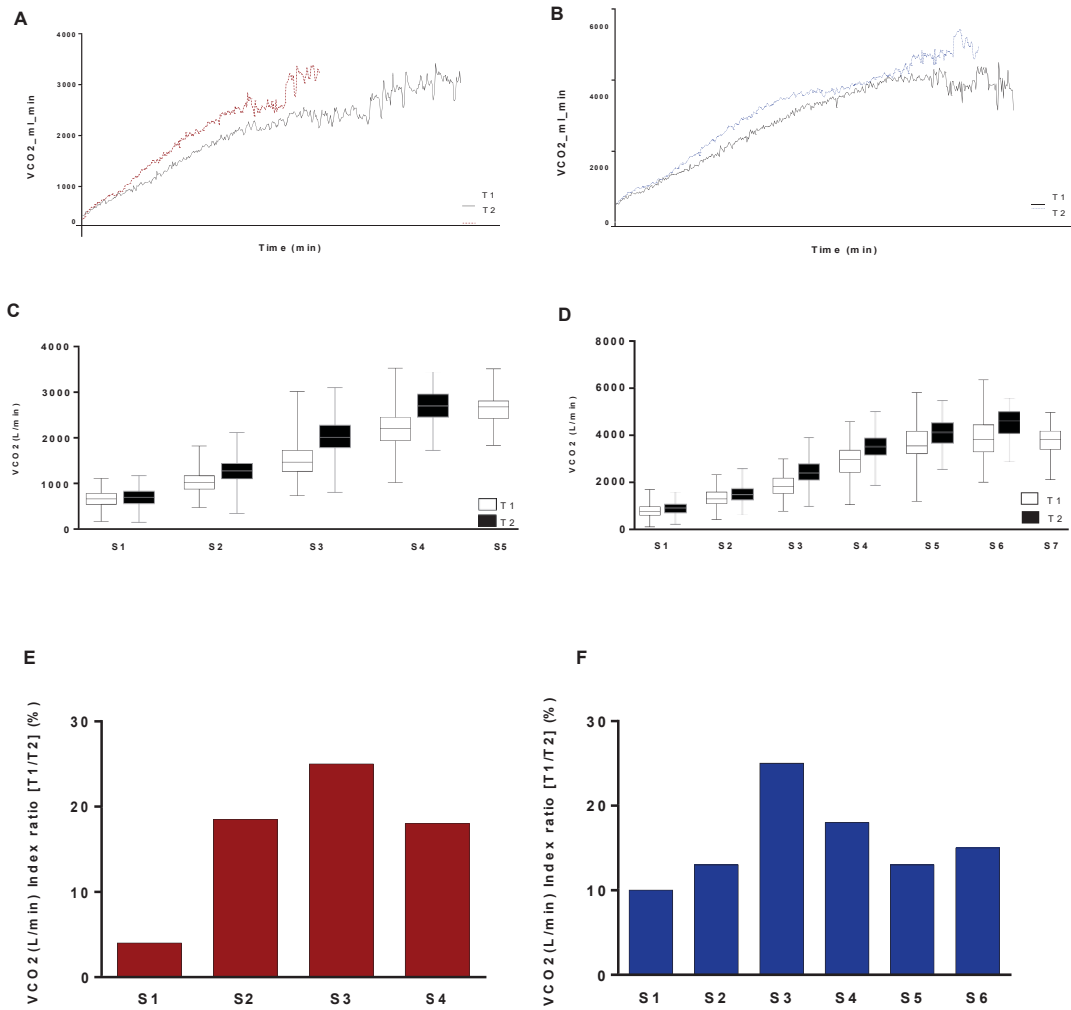
SUPPLEMENT 2 - Classification of Cardiorespiratory Fitness for woman (A) and men (B). T1: handrail support; T2: without handrail support.



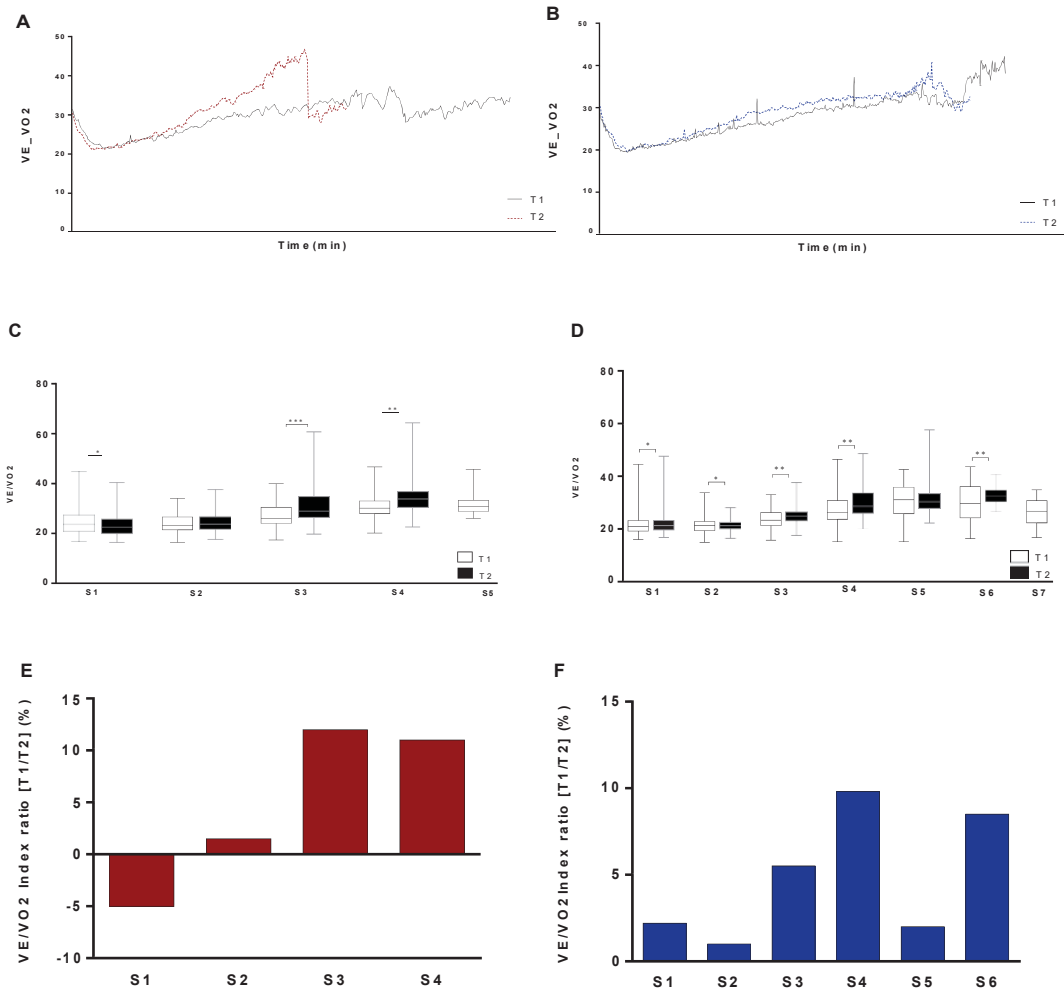
SUPPLEMENT 3 - RER using of handrail support during CPET for woman (A, C, E) and men (B, D, F). (A) analyze continues of the RER of each Breath-by-Breath for woman (A) and men (B). RER mean by stage for woman (C) and men (D). Index ratio of T1/T2 for woman (E) and men (F). Two-way ANOVA; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.0001$ significant difference between stage T1 and T2. RER: respiratory exchange ratio; T1: group handrail support; T2: without handrail support; S: stage of *Ellestad* protocol; %: percentage.



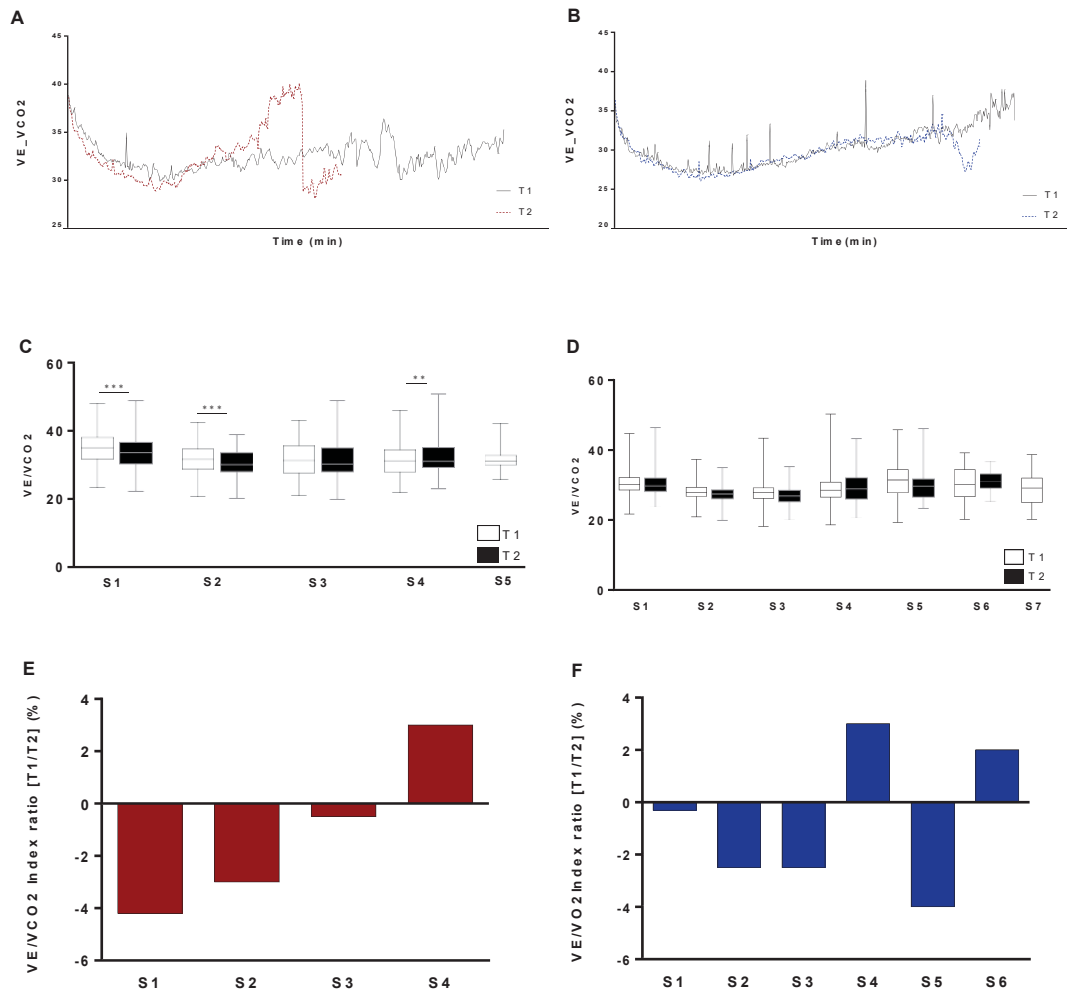
SUPPLEMENT 4 - VO_2 $l \cdot min^{-1}$. Graphics A and B show the amplitude of absolute VO_2 in CEPT for T1 and T2 comparing genders. T2 presents higher submax values, while T1 shows higher maximum values. Figures 4C and 4D present mean values for the stages of VO_2 consumption between genres, comparing T1 versus T2 (1 to 4 and 1 to 6, respectively) with significant differences for T2 in S3. Figures 4E and 4F show the percentage difference in T1 and T2, with major difference in T2 for S3 for women and men. T1: group handrail support; T2: without handrail support; S: stage of *Ellestad* protocol; %: percentage.



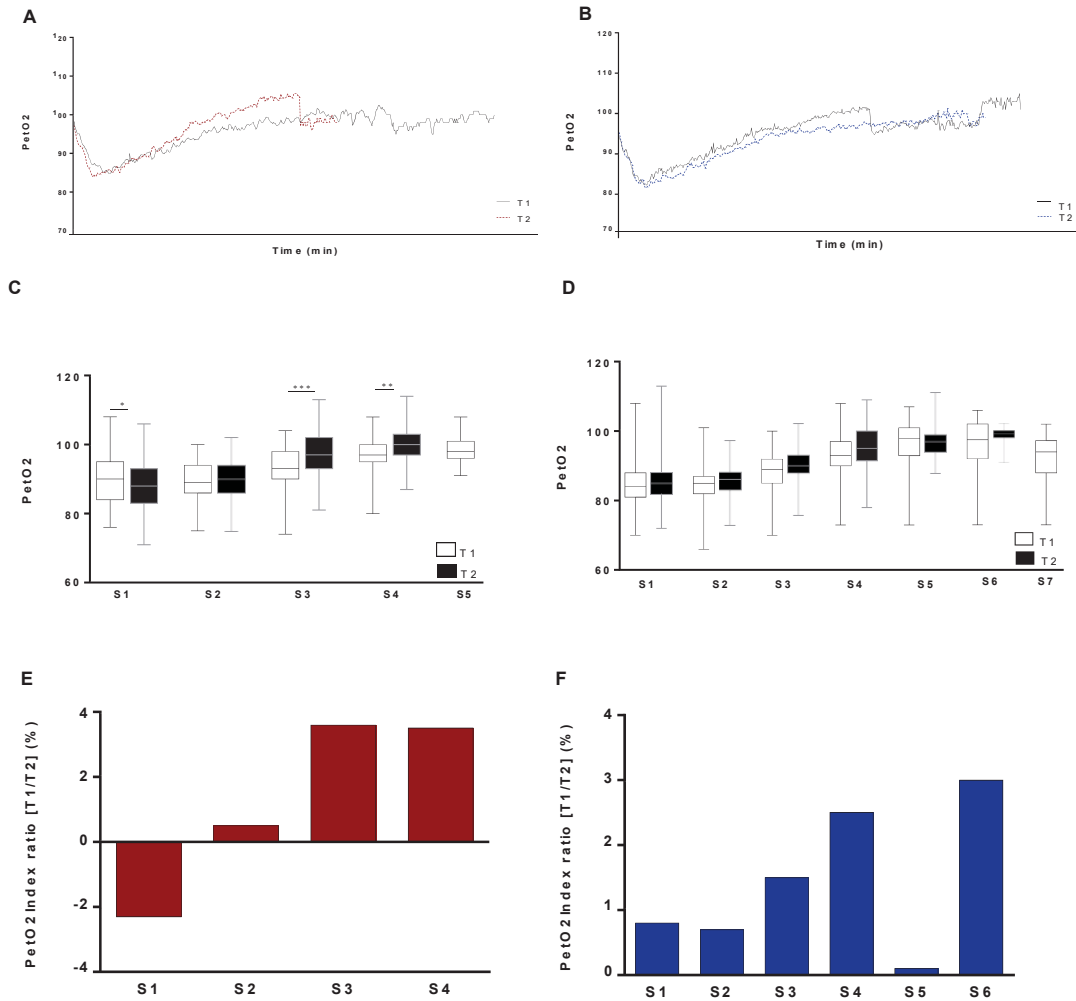
SUPPLEMENT 5 - Absolute VCO₂ ml.min⁻¹. Graphic A and B show the amplitude in absolute VCO₂ production in T1 and T2 for both sexes. T2 shows higher submaximal values, and T1, higher maximum values. Figure 5C and 5D present mean values of the production of VCO₂ between T1 with T2, stage by stage (1 to 4 and 1 to 6, respectively). There is a significant difference in T2 at S3. Figure 5E and 5F show significant differences (in percentage) between stages. The largest difference was found in S3 for women and men, contrasting T2 and T1. T1: group handrail support; T2: without handrail support; S: stage of *Ellestad* protocol; %: percentage.



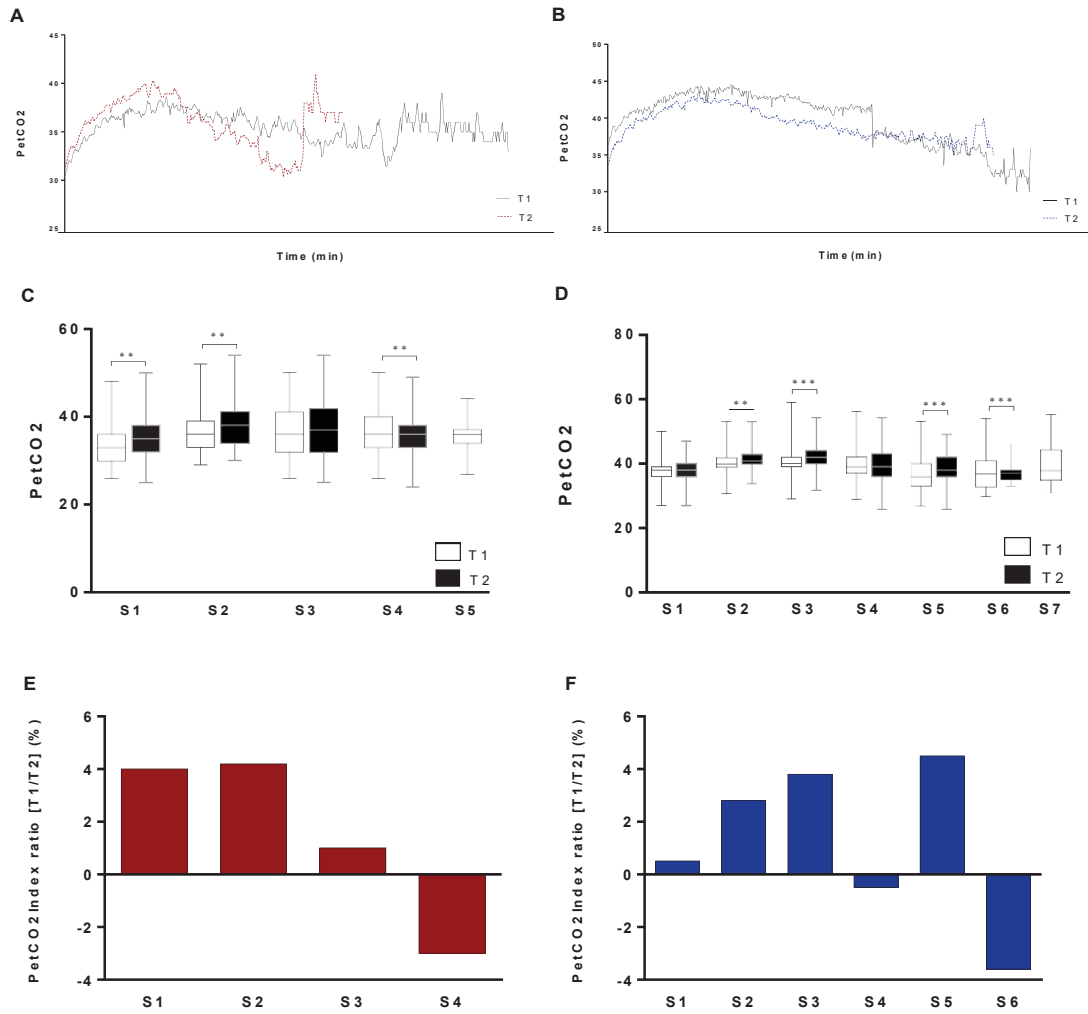
SUPPLEMENT 6 - VE/VO₂ ratio. Graphic 6A and 6B show the amplitude for absolute values of VE/VO₂ for women and men. T2 presents a higher peak intake and T1 higher maximum consumption. Figure 6C and 6D show the mean values of T1 versus T2, for female and male participants (1 to 4 and 1 to 6, respectively), with higher consumption seen at S3 for women; and S4 for men. Figures 6E and 6F compare T1 with T2 for both genres, showing significant percentage differences in S3 and S4 for females; and in S3, S4 and S6 for males. T1: group handrail support; T2: without handrail support; S: stage of *Ellestad* protocol; %: percentage.



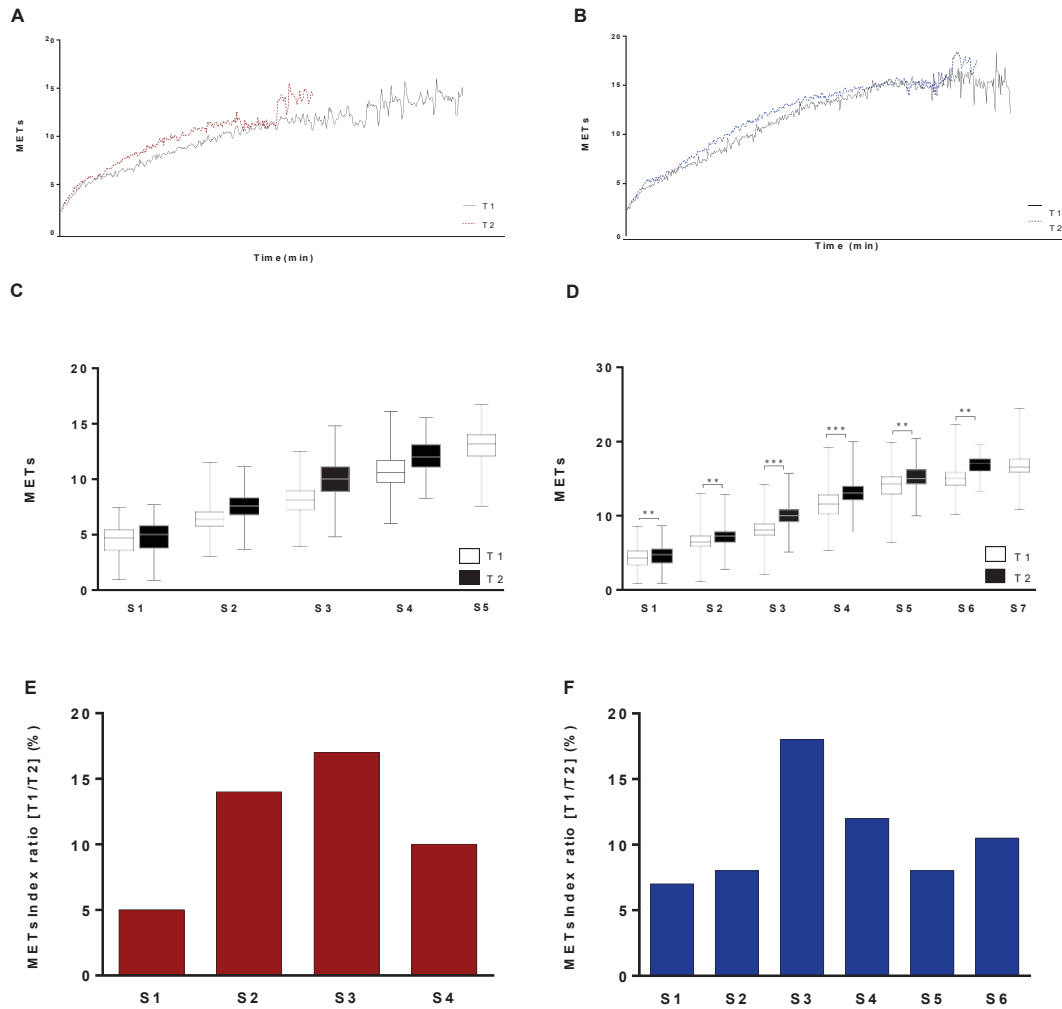
SUPPLEMENT 7 - VE/VCO₂ ratio. Graphic 7A and 7B show a temporal relationship between T1 and T2 considering VE/VCO₂ for genres. A higher production peak is observed in the female group, while men presented variable outcomes during CPET. Suppl. 7C and 7D show a comparison by stage in averages between groups (1 to 4 and 1 to 6, respectively). Women and men exhibited similar outcomes in T1 and T2. Suppl. 7E and 7F show a comparison (percentage) for multiple stages between groups (1 to 4 and 1 to 6, respectively). Women and men exhibited a greater difference in T2 in S4. T1: group handrail support; T2: without handrail support; S: stage of *Ellestad* protocol; %: percentage.



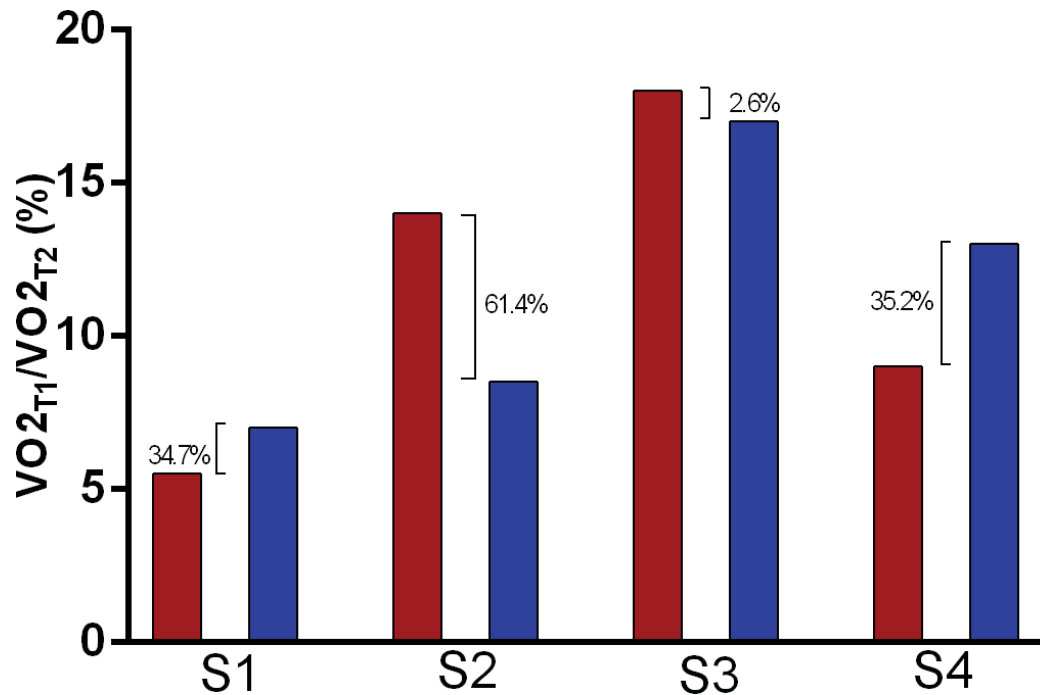
SUPPLEMENT 8 - Graphic 8A and 8B present the outcomes for PetO₂ the female group showed higher peak value in T2 when compared to T1. Men presented comparable outcomes. Suppl. 8C and 8D show mean values per stage in the female group; male participants exhibited higher values in T2 for S3 and S4, respectively. Suppl. 8E and 8F: female and male participants showed greater differences in T2 for S3 and S4, respectively. T1: group handrail support; T2: without handrail support; S: stage of *Ellestad* protocol; %: percentage.



SUPPLEMENT 9 - 9A and 9B present a temporal analysis for PetCO₂. The female group presented the greatest difference in T2 in S1 and S2; while male participants, in S2 and S3. Suppl. 9C and 9D show mean values between groups. For all stages T2 was higher than T1. Suppl. 9E and 9F present outcomes in percentage: the female group showed a greater difference in S1 and S2, while this difference was observed in S2 and S3 in male participants. T1: group handrail support; T2: without handrail support; S: stage of *Ellestad* protocol; %: percentage.



SUPPLEMENT 10 - 11A and 10B depicts a temporal analysis of METs in both sexes. All groups presented greater amplitude in the production of metabolites in T2. Suppl. 10C and 10D show mean results per stage. Both female and male displayed higher values in T2. Suppl. 10E and 10F present a difference in all stages for both sexes, in percentage. However, stage 3, in T2, displays greater alteration. T1: group handrail support; T2: without handrail support; S: stage of *Ellestad* protocol; %: percentage.



SUPPLEMENT 11 – Comparison between genders of the percentile difference between T1 and T2 of VO₂ levels reached in each stage of CPET. Red bars represent the differences between T1 and T2 for women; and blue bars, for men. Both groups presented altered values regarding maximum oxygen consumption in all stages. Women presented a higher relative difference in VO₂ consumption compared to men. Women at Stage 1 showed 37.4% lower oxygen consumption compared to men. Women at stage 2 presented the largest difference in oxygen uptake between genres, with women consuming 61.4% more oxygen than men. At stage 3 displayed highest absolute rate for female and male participants, with a small relative difference with 2.6% more oxygen consumption by women. Both groups displayed a high consumption, but very similar at this stage to VO₂, At stage 4, men consumed 35.2% more than women.

Todas as referencias estão apresentadas da seguinte forma: (Dissertação e Artigo submetido).

REFERÊNCIAS

1. ALONSO, D.O., FORJAZ, C.L.M., REZENDEL, L.O., BRAGA, A.M.F.W., BARRETO, A.C.P., NEGRÃO, C. E., RONDON, M.U.P.B. **Arq Bras Cardiol**, volume 71 (nº6), 787-792, 1998.
2. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS, M., RIEBE, D., EHRMAN, J. K., LIGUORI, G. & MAGAL, M. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. (2018).
3. AMERICAN THORACIC SOCIETY et al. ATS/ACCP statement on cardiopulmonary exercise testing. *American journal of respiratory and critical care medicine*, v. 167, n. 2, p. 211, 2003.
4. ALBOUAINI, K., EGRED, M., ALAHMAR, A., & WRIGHT, D. J.. Cardiopulmonary exercise testing and its application. **Postgraduate medical journal**, v. 83, n. 985, p. 675-682, 2007.
5. AUBERT, A. E., SEPS, B., BECKERS, F., Heart Rate Variability in Athletes. **Sports Med** 2003; 33 (12): 889-919.
6. ARAI, Y., SAUL, J. P., ALBRECHT, P., HARTLEY, L. H., LILLY, L. S., COHEN, R. J., & COLUCCI, W. S. Modulation of cardiac autonomic activity during and immediately after exercise. **American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology**, 256(1), H132-H141. (1989).
7. ARENA, R., MYERS, J., ASLAM, S. S., VARUGHESE, E. B., & PEBERDY, M. A. (2004). Peak VO₂ and VE/VCO₂ slope in patients with heart failure: a prognostic comparison. *American heart journal*, 147(2), 354-360.

8. ARENA, R.; MYERS, J.; GUAZZI, M. The clinical and research applications of aerobic capacity and ventilatory efficiency in heart failure: an evidence-based review. **Heart failure reviews**, 2008, 13.2: 245-269.
9. BEAVER, W.L.; WASSERMAN K.; WHIPP B. J. A New Method for Detecting Anaerobic Threshold by Gas Exchange. **J Appl Physiol** (1986) 60:2020–2027.
10. BALADY, G. J., ARENA, R., SIETSEMA, K., MYERS, J., COKE, L., FLETCHER, G. F., ... & KETHEYIAN, S. J. Clinician’s guide to cardiopulmonary exercise testing in adults: **a scientific statement from the American Heart Association. Circulation**, v. 122, n. 2, p. 191-225, 2010.
11. BALDARI, C.; MEUCCI, M.; BOLLETTA, F.; GALLOTTA, M. C.; EMERENZIANI, G. P.; GUIDETTI, L. Accuracy and reliability of COSMED K5 portable metabolic device versus simulating system. **Sport Sciences for Health**, September 2015, Volume 11, Supplement 1.
12. BENARROCH, E. E. The central autonomic network: functional organization, dysfunction, and perspective. In Mayo Clinic Proceedings (Vol. 68, No. 10, pp. 988-1001). **Elsevier**. (1993, October).
13. BERLING, J. et al. The effect of handrail support on oxygen uptake during steady-state treadmill exercise. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention**, v. 26, n. 6, p. 391-394, 2006.
14. BORG, G.A.V. Psychophysical Bases of Perceived Exertion. **Medicine and Sports and Exercise**. Vol. 14 n°.5, pp.377-381,1982.
15. BORRESEN, J., LAMBERT, M.I., Autonomic Control of Heart Rate During and After Exercise. Measurements and Implications for Monitoring Training Status. **Sports Med** 2008; 38 (8): 633-646.
16. BUCHFUHRER, M. J., HANSEN, J. E., ROBINSON, T. E., SUE, D. Y., WASSERMAN, K. A. R. L. M. A. N., & WHIPP, B. J. Optimizing the exercise protocol for

cardiopulmonary assessment. **Journal of applied physiology**, 55(5), 1558-1564.

(1983).

17. BUYS, R., COECKELBERGHS, E., VANHEES, L., & CORNELISSEN, V. A. (2014). The oxygen uptake efficiency slope in 1411 Caucasian healthy men and women aged 20–60 years: reference values. **European journal of preventive cardiology**, 22(3), 356-363.

18. COLE, J. P., ELLESTAD M. H. "Significance of chest pain during treadmill exercise: correlation with coronary events." **The American journal of cardiology** 41.2 (1978): 227-232.

19. CORRÀ, U., GIORDANO, A., MEZZANI, A., GNEMMI, M., PISTONO, M., CARUSO, R., & GIANNUZZI, P.. Cardiopulmonary exercise testing and prognosis in heart failure due to systolic left ventricular dysfunction: a validation study of the European Society of Cardiology Guidelines and Recommendations (2008) and further developments. **European journal of preventive cardiology**, 19(1), 32-40. (2012)

20. CORRÀ, U. Cardiopulmonary exercise testing in systolic heart failure: from basic to advanced practice. **Monaldi Archives for Chest Disease**, v. 86, n. 1-2, 2016.

21. COTTIN, F; MÉDIQUE, C; LOPES, P; M-LEPRÊTRE, P; HEUBERT, V.; Ventilatory Thresholds Assessment from Heart Rate Variability During an Incremental Exhaustive Running Test. **Int J Sports Med** 2007; 28: 287 – 294.

22. CHASE, P. J. et al. Effects of respiratory exchange ratio on the prognostic value of peak oxygen consumption and ventilatory efficiency in patients with systolic heart failure. **JACC: Heart Failure**, v. 1, n. 5, p. 427-432, 2013.

23. CHRISTMAN, S. K., FISH, A. F., BERNHARD, L., FRID, D. J., SMITH, B. A., & MITCHELL, L. (2000). Continuous handrail support, oxygen uptake, and heart rate in women during submaximal step treadmill exercise. **Research in Nursing & Health**,

- 23(1), 35. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-240x\(200002\)23:1<35::aid-nur5>3.3.co;2-9](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-240x(200002)23:1<35::aid-nur5>3.3.co;2-9)
24. CORRÀ, Ugo et al. Ventilatory response to exercise improves risk stratification in patients with chronic heart failure and intermediate functional capacity. *American heart journal*, v. 143, n. 3, p. 418-426, 2002.
25. CORRÀ, U., MEZZANI, A., GIORDANO, A., BOSIMINI, E., & GIANNUZZI, P. Exercise haemodynamic variables rather than ventilatory efficiency indexes contribute to risk assessment in chronic heart failure patients treated with carvedilol. **European heart journal**, 30(24), 3000-3006. (2009).
26. CRAWFORD, S. M. in *Measurement in pediatric exercise science* (ed D Docherty) 18 – 86 (Human kinetics, 1996).
27. DEB, S. K.; GOUGH L. A.; SPARKS S. A.; MCNAUGHTON L. R. Determinants of curvature constant (W') of the power duration relationship under normoxia and hypoxia: the effect of pre-exercise alkalosis. **Eur J Appl Physiol** (2017) 117:901–912.
28. DUVILLARD, S. P. V., PIVIROTTTO, J. M. The effect of front handrail and non-handrail support on treadmill exercise in healthy women. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention**, 1991, 11.3: 164-168.
29. FLETCHER, G. F. *et al.* Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. **Circulation** **104**, 1694-1740, doi:10.1161/hc3901.095960 (2001).
30. FLETCHER, G. F., ADES, P. A., KLIGFIELD, P., ARENA, R., BALADY, G. J., BITTNER, V. A., ... & GULATI, M. (2013). Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. **Circulation**, 128(8), 873-934.

31. FOSTER, C., FLORHAUG, J. A., FRANKLIN, J., GOTTSCHALL, L., HROVATIN, L. A., PARKER, S., ... & DODGE, C. A new approach to monitoring exercise training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, 15(1), 109-115. (2001).
32. GRANIERI, M. At The Cutting Edge of Cardiopulmonary Diagnostics. **Electronic copy available** at: <https://ssrn.com/abstract=3068838>, December 2017.
33. GRONWALD, T., HOOS, O., LUDYGA, S., & HOTTENROTT, K. Non-linear dynamics of heart rate variability during incremental cycling exercise. *Research in Sports Medicine*, 27(1), 88-98. (2019).
34. HASKELL, W. L., SAVIN, W., OLDRIDGE, N., & DEBUSK, R. Factors influencing estimated oxygen uptake during exercise testing soon after myocardial infarction. **The American journal of cardiology**, 50(2), 299-304. (1982).
35. HOFMANN, C., DOUGHERTY, C., ABKARIAN, H., FOX, M., & JURIS, P. The reduction of metabolic cost while using handrail support during inclined treadmill walking is dependent on the handrail-use instruction. **International Journal of Exercise Science**, v. 7, n. 4, p. 10, 2014.
36. HOPKER, J. G., JOBSON, S. A., & PANDIT, J. J. Controversies in the physiological basis of the 'anaerobic threshold' and their implications for clinical cardiopulmonary exercise testing. **Anaesthesia**, 66(2), 111-123. (2011)
37. HOWLEY, E. T., BASSETT, D. R., & WELCH, H. G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Medicine and science in sports and exercise**, 27, 1292-1292. (1995).
38. HOWLEY, E. T., COLACINO, D. L., & SWENSEN, T. C. Factors affecting the oxygen cost of stepping on an electronic stepping ergometer. **Medicine and science in sports and exercise**, 24(9), 1055-1058. (1992).

39. IJMKER, T. et al. Effects of handrail hold and light touch on energetics, step parameters, and neuromuscular activity during walking after stroke. **Journal of neuroengineering and rehabilitation**, v. 12, n. 1, p. 70, 2015.
40. KLAASSEN, S. H., LIU, L. C., HUMMEL, Y. M., DAMMAN, K., VAN DER MEER, P., VOORS, A. A., ... & VAN VELDHUISEN, D. J. Clinical and hemodynamic correlates and prognostic value of VE/VCO₂ slope in patients with heart failure with preserved ejection fraction and pulmonary hypertension. **Journal of cardiac failure**, 23(11), 777-782. (2017).
41. LOHMAN, T. G. (1992). *Advances in Body Composition Assessment. Current Issues in Exercise Science*. Champaign, Illinois: Editora Human Kinetics Publishers.
42. LEAR, S. A., BROZIC, A., MYERS, J. N., & IGNASZEWSKI, A. (1999). Exercise stress testing. **Sports medicine**, 27(5), 285-312.
43. MALACHIAS, M. V. B., PÓVOA, R. M. S., NOGUEIRA, A. R., SOUZA, D., COSTA, L. S., & MAGALHÃES, M. E. 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial: Capítulo 3-Avaliação Clínica e Complementar. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 107(3), 14-17. (2016).
44. MALHOTRA, R.; BAKKEN K.; NP.; DÉLIA E.; LEWIS G., et al. Cardiopulmonary exercise testing in heart failure. **JACC: Heart Failure**, 2016, 4.8: 607-616.
45. MANFRE M, YU G, VARMA A, MALLIS G, KEARNEY K, KARAGEORGIS M. The effect of limited handrail support on total treadmill time and the prediction of VO₂max. **Clin Cardiol**. 1994; 17:445Y450.
46. MCCONNELL, TIMOTHY R.; CLARK, BERNARD A. Prediction of maximal oxygen consumption during handrail-supported treadmill exercise. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention**, v. 7, n. 7, p. 324-331, 1987.

47. MCCONNELL, T. R., FOSTER, C., CONLIN, N. C., & THOMPSON, N. N. Prediction of functional capacity during treadmill testing: effect of handrail support. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention**, 11(4), 255-260. (1991).
48. MENEGHELO R.S; ARAÚJO C. G.S; STEIN R; MASTROCOLLA L.E; ALBUQUERQUE P.F; SERRA S.M. Sociedade Brasileira de Cardiologia. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Teste Ergométrico. **Arq Bras Cardiol**, 95(5 supl.1): 1-26. (2010).
49. MEZZANI, A., CORRÀ, U., BOSIMINI, E., GIORDANO, A., & GIANNUZZI, P. Contribution of peak respiratory exchange ratio to peak VO₂ prognostic reliability in patients with chronic heart failure and severely reduced exercise capacity. *American heart journal*, 145(6), 1102-1107. (2003).
50. MEZZANI, A. Cardiopulmonary exercise testing: Basics of methodology and measurements. *Annals of the American Thoracic Society*, 14, S3–S11. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201612-997FR>. 2017.
51. MEZZANI, A., AGOSTONI, P., COHEN-SOLAL, A., CORRA, U., JEGIER, A., KOUIDI, E., ... & LAETHEM, C. V. Standards for the use of cardiopulmonary exercise testing for the functional evaluation of cardiac patients: a report from the Exercise Physiology Section of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. **European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation**, 16(3), 249-267. (2009).
52. MILANI, R. V. et al. Understanding the basics of cardiopulmonary exercise testing. In: **Mayo Clinic Proceedings**. Elsevier, 2006. p. 1603-1611.
53. MYERS, J., WALSH, D., BUCHANAN, N., & FROELICHER, V. F. Can maximal cardiopulmonary capacity be recognized by a plateau in oxygen uptake? **Chest**, 96(6), 1312-1316. (1989).

54. NAKAMURA, F. Y., AGUIAR, C.A., FRONCHETTI, L., AGUIAR, A.F., LIMA, J.R.P. Alteração do Limiar de Variabilidade da Frequência Cardíaca Após Treinamento Aeróbio de Curto Prazo. **Motriz, Rio Claro**, v.11, n.1, p. 01-09, jan./abr. 2005
55. NAKANISHI, M; et al. Targeting of high peak respiratory exchange ratio is safe and enhances the prognostic power of peak oxygen uptake for heart failure patients. **Circulation Journal**, p. CJ-14-0047, 2014.
56. NOAKES, T. D. Implications of exercise testing for prediction of athletic performance: a contemporary perspective. **Medicine and science in sports and exercise**, 20(4), 319-330. (1988).
57. NUNES, N. Avaliação Cardiopulmonar e Treinamento Físico. 1º.ed. Rio de Janeiro: **Atheneu**, 2018.
58. de OLIVEIRA, G. L., MARQUES, A. H., DA FONSECA, V. F., POZZOLO, B. A., PANACIONI, F., SANTOS, T. C., ... & ULBRICH, A. Z. Handrail support interference in cardiac autonomic modulation adjustments in young adults during maximal exercise testing. **Scientific reports**, 10(1), 1-9. (2020).
59. KIM, N., LEE, S., CHUNG, Y. Raliability of treadmill exercise in Adults with chronic hemioplegia and elderly people. **PTK** vol.14 n° 4, 2007.
60. KIM, B. J., KIM, Y., OH, J., JANG, J., & KANG, S. M. (2019). Characteristics and safety of cardiopulmonary exercise testing in elderly patients with cardiovascular diseases in Korea. **Yonsei Medical Journal**, 60(6), 547–553. <https://doi.org/10.3349/ymj.2019.60.6.547>
61. KLAASSEN, S. H., LIU, L. C., HUMMEL, Y. M., DAMMAN, K., VAN DER MEER, P., VOORS, A. A., ... & VAN VELDHUISEN, D. J. Clinical and hemodynamic correlates and prognostic value of VE/VCO₂ slope in patients with heart failure with preserved ejection fraction and pulmonary hypertension. **Journal of cardiac failure**, 23(11), 777-782. 2017.

62. KODAMA, S., SAITO, K., TANAKA, S., MAKI, M., YACHI, Y., ASUMI, M., ... & YAMADA, N. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. **Jama**, 301(19), 2024-2035. (2009).
63. KOKKINOS, P.; MYERS, J. Exercise and physical activity: clinical outcomes and applications. **Circulation**, v. 122, n. 16, p. 1637-1648, 2010.
64. PALANGE, P., WARD, S. A., CARLSEN, K. H., CASABURI, R., GALLAGHER, C. G., GOSSELINK, R., ... & WHIPP, B. J. Recommendations on the use of exercise testing in clinical practice. **European Respiratory Journal**, 29(1), 185-209. (2007).
65. PETROSKI, E. L; CÂNDIDO S. P. N. "Validação de equações antropométricas para a estimativa da densidade corporal em mulheres." **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde** 1.2 (1995): 65-73.
66. RAGG, K. E., MURRAY, T. F., KARBONIT, L. M., & JUMP, D. A. (1980). Errors in predicting functional capacity from a treadmill exercise stress test. **American heart journal**, 100(4), 581-583.
67. ROSS, R., BLAIR, S. N., ARENA, R., CHURCH, T. S., DESPRÉS, J. P., FRANKLIN, B. A., ... & MYERS, J. (2016). Importance of assessing cardiorespiratory fitness in clinical practice: a case for fitness as a clinical vital sign: a scientific statement from the American Heart Association. **Circulation**, 134(24), e653-e699.
68. ROSSI NETO, MANOEL, J. et al. Cardiorespiratory fitness data from 18,189 participants who underwent treadmill cardiopulmonary exercise testing in a Brazilian population. **PloS one**, v. 14, n. 1, p. e0209897, 2019.
69. SILVA, V. S. D., & VIEIRA, M. F. S. (2020). International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) Global: international accreditation scheme of the competent anthropometrist. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, 22.

70. SHIOMI, T. Effect of Handrail Support on the Physiological Response during Treadmill Walking. **Journal of exercise physiology**, 1991, 6.1: 39-44.
71. SHIRAISHI, Y; KATSUMATA, Y; SADAHIRO, T; AZUMA, K; AKITA, K; ISOBE, S; YASHIMA, F; MIYAMOTO, K; NISHIYAMA, T; TAMURA, Y; KIMURA, T; NISHIYAMA, N; AIZAWA, Y; FUKUDA, K; TAKATSUKI S. Real-Time Analysis of the Heart Rate Variability During Incremental Exercise for the Detection of the Ventilatory Threshold. (**J Am Heart Assoc.** 2018;7: e006612. DOI: 10.1161/ JAHA.117.006612).
72. SHEPHARD, R J.; ALLEN C.; BENADE, A.J.S.; DAVIES, C.T.M.; di PRAMPERO, P.E.; HEDMAN R.; MERRIAM J. E.; MYHERE, K. & SIMMONS R. et al. The maximum oxygen intake: An international reference standard of cardio-respiratory fitness. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 38, n. 5, p. 757, 1968.
73. SUE, D. Y., WASSERMAN, K., MORICCA, R. B., & CASABURI, R. Metabolic acidosis during exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease: use of the V-slope method for anaerobic threshold determination. **Chest**, 94(5), 931-938. (1988).
74. SZTAZEL, J., Heart Rate Variability: A Noninvasive Electrocardiographic Method to Measure the Autonomic Nervus System. **SWISS MED WKLY** 2004; 134:514–522 · www.smw.ch
75. TEIXEIRA, A. L., FERNANDES, I. A., & VIANNA, L. C. Cardiovascular control during exercise: the connectivity of skeletal muscle afferents to the brain. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, 48(2), 83-91. (2020).
76. THOMPSON, Paul D. Exercise prescription and proscription for patients with coronary artery disease. *Circulation*, v. 112, n. 15, p. 2354-2363, 2005.
77. THOMPSON, W. R., GORDON, N. F., & PESCATELLO, L. S. **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription**. Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins (2010).

78. WASSERMAN, K.; WHIPP, B. J.; KOYAL, S. N.; BREAVER, W. L. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **Journal of applied physiology**, v. 35, n. 2, p. 236-243, 1973.
79. WASSERMAN, K., THE Anaerobic Threshold Measurement to Evaluate Exercise Performance. **Am Rev Respir Dis**1984; 129: Suppl S35-S40
80. WEIPPERT, M., KUMAR, M., KREUZFELD, S., ARNDT, D., RIEGER, A., STOLL, R. Comparison of three mobile devices for measuring R–R intervals and heart rate variability: Polar S810i, Suunto t6 and an ambulatory ECG system. **Eur J Appl Physiol**, 2010.
81. WHITMAN, M., SABAPATHY, S., JENKINS, C., & ADAMS, L. (2019). Handrail support produces a higher rate pressure product in apparently healthy non-treadmill users during maximal exercise testing. **Physiological measurement**, 40(2), 02NT01.
82. WILLIAMSON, J. W., FADEL, P. J., & MITCHELL, J. H. New insights into central cardiovascular control during exercise in humans: a central command update. **Experimental physiology**, 91(1), 51-58. (2006).
83. ZEIMETZ, G., MCNEILL, J., HALL, J., & MOSS, R. Quantifiable changes in oxygen uptake, heart rate, and time to target heart rate when hand support is allowed during treadmill exercise. **Journal of Cardiac Rehabilitation**, 5(11), 525-529. (1985).
84. ZHU, S. *ET AL*. Waist circumference and obesity-associated risk factors among whites in the third National Health and Nutrition Examination Survey: clinical action thresholds. **Am J Clin Nutr** 76, 743-749, doi:10.1093/ajcn/76.4.743 (2002).

**APÊNDICE 2 - FLUXOGRAMA DAS FASES E AVALIAÇÕES DA PESQUISA.
(ESTUDO TRANSVERSAL) – T1- SEGURANDO NA ESTEIRA.**

Fase 1

- Tempo disponível por avaliação ~50' por sujeito;

Anamnese

- Identificação, sono, idade, histórico clínico, comorbidades, histórico familiar, prática de atividade física, hábitos de vida (fumo/alcoolismo) – (Questionário Socioeconômico) – Associação brasileira de Estudos Populacionais;

Questionário

- QUALIDADE DE VIDA (WHOQOL-Bref; SF36) FATORES DE RISCO (ASCVD) ; CONSUMO ALIMENTAR (QFA); SONO (ESCALA EPWORTH); ATIVIDADE FÍSICA (IPAQ- Questionário Internacional de Atividade Física);

Ava.
Física -
Repouso

- PAS/PAD; FC; Variabilidade da FC;

Teste
Ellestad
(T1)

- PAS/PAD; FC; Variabilidade da FC; Escala BORG; Acelerômetro; Análise de gases (K5); segurando na esteira;

PÓS –
Teste

- 5' recuperação; PAS/PAD; FC; VFC;

**APÊNDICE 3 - FLUXOGRAMA DAS FASES E AVALIAÇÕES DA PESQUISA.
(CONTINUAÇÃO) – T2- SEM SEGURAR NA ESTEIRA.**

Final AV.1

- Reposicionamento acelerômetro para 7 dias (NAF); orientação para o retorno;

Fase 2

- Tempo disponível por avaliação ~50' por sujeito;

Composição Corporal

- Massa corporal (kg), Estatura (cm), Perímetro da cintura (cm), Perímetro do quadril (cm), Dobra cutânea (mm);

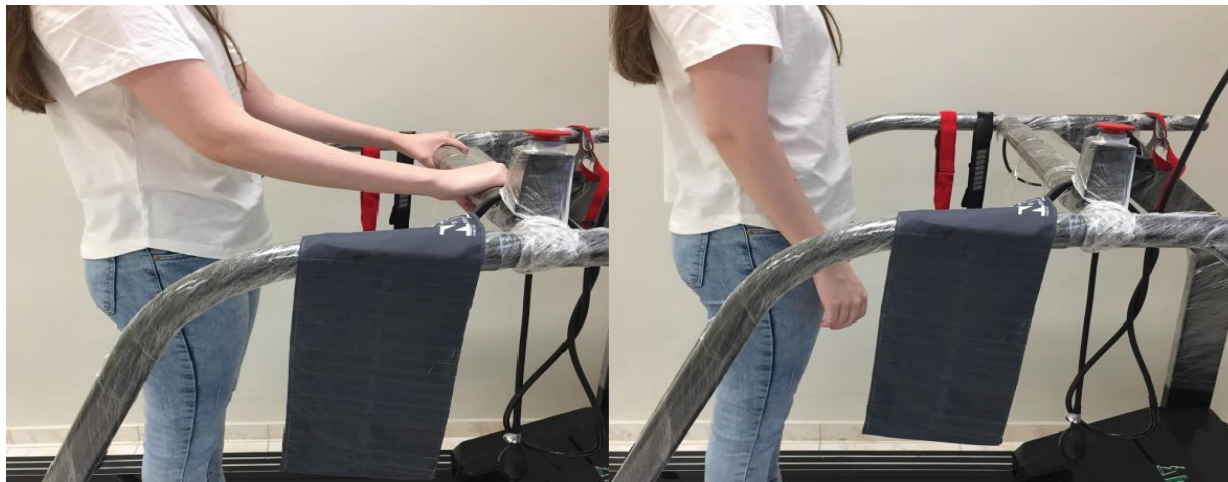
Teste *Ellestad* (T2)

- PAS/PAD; FC; Variabilidade da FC; Escala BORG; Acelerômetro; Análise de gases (K5); sem segurar na esteira;

PÓS –
Teste

- 5' recuperação; PAS/PAD; FC; VFC.

**APÊNDICE 4 - DIFERENTES FORMAS DE REALIZAR O TESTE, SEGU-
RANDO NA ESTEIRA (T1) E SOLTO DA ESTEIRA (T2)**



ANEXO 1- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (FASE 1)



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE



Pesquisa: “Comportamento Ativo e Fatores de Risco de Estudantes Universitários: estudo de segmento”.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nós, Anderson Zampier Ulbrich, Renata Labronici Bertin, Fábio Rocha Farias, Aline Borsato Hauserb pesquisadores do Setor de Ciências da Saúde, e nós Giovanna Lima de Oliveira, Beatriz Augusta Pozzolo, Vanessa Ferrari da Fonseca, Amanda Archeleiga Guedes, Arami Martínez Villar acadêmicas do curso de medicina e do curso de nutrição estamos realizando uma pesquisa intitulada “Comportamento Ativo e Fatores de Risco de Estudantes Universitários: estudo de segmento”, a fim de verificar longitudinalmente a associação dos fatores de risco para doenças cardiovasculares em estudantes universitários do curso de medicina da UFPR, bem como, evidenciar o efeito agudo de diferentes sessões de exercício físico aeróbio em marcadores fisiológicos.

Para participar da primeira fase da pesquisa você precisará responder alguns questionários referentes às: suas características individuais e sociodemográficas; de qualidade de vida e de transtornos de sono; de atividade física e de consumo alimentar. Além dos questionários, você precisará realizar avaliação antropométrica, avaliação da pressão arterial, eletrocardiograma de repouso, realizar uma coleta de sangue, realizar teste ergométrico para determinação da capacidade cardiorrespiratória e por fim realizar avaliação do nível de atividade física. Para maior comodidade, todas as avaliações serão realizadas nas dependências da Unidade Escola de Promoção de Saúde (UE-PS), do Centro de Ciências da Saúde, da Universidade Federal do Paraná (UFPR), a qual é dotada de infraestrutura apropriada e segura. As avaliações acima serão realizadas em um único dia, em aproximadamente 3 horas. No que se refere à avaliação direta do nível de atividade física, será necessário que utilize um pequeno equipamento (acelerômetro) durante uma semana (sete dias), com a utilização de pelo menos 10 horas por dia. O equipamento (acelerômetro) será fixado em uma cinta e utilizado na cintura, do lado direito. Cabe destacar, que você irá realizar as avaliações em três momentos, sendo a primeira no 1º e 2º período de seu curso, a segunda no 5º e 6º período e a última avaliação no 9º e 10º período. Para que possa realizar todas as avaliações, iremos contatá-lo via e-mail/telefone.

A participação na pesquisa não acarreta riscos graves, tendo em vista que todas as avaliações serão realizadas e/ou acompanhadas por profissionais capacitados. No entanto, pode ser que durante a avaliação antropométrica, sinta um pequeno desconforto, pela medição da gordura corporal, que será realizada com um instrumento semelhante a uma pinça (plicômetro), o qual será colocado (pinçado) nos locais em que serão realizadas as medidas (braço, costas, barriga e perna). Outro desconforto que pode sentir será durante a coleta de sangue, no entanto, o mesmo está relacionado à própria técnica de coleta. Após a coleta receberá orientações para que seu desconforto seja minimizado. No que se refere à avaliação da capacidade cardiorrespiratória, haverá a presença de um médico cardiologista (colaborador da pesquisa), o qual fará todo o acompanhamento do procedimento de forma monitorada por eletrocardiograma, com vistas a evitar qualquer risco ao avaliado. Nessa avaliação, você pode sentir cansaço das pernas (cansaço muscular) e a respiração mais acelerada (ofegante) em função do teste, pois o mesmo será executado em esteira ergométrica, e você será estimulado a atingir sua maior capacidade física. No que se refere à avaliação direta do nível de atividade física, o único desconforto previsto, é a utilização de um pequeno equipamento (acelerômetro) durante uma semana (sete dias), na cintura (cinta elástica), do lado direito. Não são esperados

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD Rua Padre Camargo, 285 | térreo | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 | cometica.saude@ufpr.br - telefone (041) 3360-7259



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE



riscos e/ou desconfortos na realização do eletrocardiograma em repouso, bem como no preenchimento dos questionários da pesquisa.

Rubricas:

Participante da Pesquisa e /ou responsável legal _____

Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE _____

avaliações, você receberá todos os resultados, e poderá sanar qualquer dúvida com os pesquisadores e colaboradores envolvidos na pesquisa. No que se refere aos benefícios indiretos, espera-se identificar os principais fatores de risco que acometem os universitários do curso de medicina e dessa forma propor estratégias mais efetivas de modificação dos fatores de risco a saúde.

Os pesquisadores deste estudo Anderson Zampier Ulbrich, Fábio Rocha Farias poderão ser contatados no Setor de Ciências da Saúde, localizado na Rua Padre Camargo nº 280, 4º andar, das 08h00min às 17h00min (segunda-feira à sexta-feira), pelo telefone (41) 3360-7228 ou pelos emails: anderson_u@hotmail.com (Anderson); frochafarias@uol.com.br (Fábio); a pesquisadora Aline Borsato Hauser pode ser contatada no Departamento de Farmácia, localizado no Campus Botânico da Universidade Federal do Paraná, na Av. Lothário Meissner, nº 632, das 08h00min às 17h00min (segunda-feira à sexta-feira), no laboratório de Farmácia Escola pelo telefone (41) 3360-4164 ou pelo email: alinehauser@ufpr.br (Aline); a pesquisadora Renata Labronici Bertin pode ser contatada no Departamento de Nutrição, localizado no Campus Botânico da Universidade Federal do Paraná, na Av. Lothário Meissner, nº 632, das 08h00min às 17h00min (segunda-feira à sexta-feira), piso térreo, telefone (41) 3360-4133 ou pelo email: rlbertin@yahoo.com (Renata); as acadêmicas Giovanna Lima de Oliveira; Beatriz Augusta Pozzolo; Vanessa Ferrari da Fonseca; Amanda Archeleiga Guedes e Arami Martínez poderão ser localizadas na Unidade Escola Promoção da Saúde, localizada na Rua Padre Camargo nº 261, das 14h00min às 17h00min (segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira), pelo telefone (41) 3360-7234 ou pelo email: gilima0914@gmail.co (Giovanna); beapozzolo@yahoo.com.br (Beatriz); vanessa.ferrari91@gmail.com (Vanessa); archeleiga@gmail.com (Amanda); ami.martinez94@gmail.com (Arami); para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.

A sua participação neste estudo é voluntária, se você não quiser fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado. As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas, como profissionais da área de saúde, pesquisadores, e professores do Curso de medicina; Departamento de Farmácia, Departamento de Nutrição da UFPR. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a sua identidade seja preservada e mantida sua confidencialidade.

O material obtido, por meio dos testes de análise sensorial será utilizado unicamente para essa pesquisa e será destruído/descartado ao término do estudo, dentro de 5 anos.

As despesas necessárias para a realização da pesquisa (despesas com a divulgação da pesquisa) não são de sua responsabilidade e pela sua participação no estudo você não receberá qualquer valor em dinheiro. Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone 3360-7259.

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD Rua Padre Camargo, 285 | térreo | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 | cometica.saude@ufpr.br - telefone (041) 3360-7259



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE



Eu, _____ li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem qualquer prejuízo para mim.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

Curitiba, ____ de _____ de ____

Assinatura do Participante de Pesquisa ou Responsável Legal

Assinatura do Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE

ANEXO 2- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (FASE 2)



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE



Pesquisa: “Comportamento Ativo e Fatores de Risco de Estudantes Universitários: estudo de segmento”.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nós, Anderson Zampier Ulbrich, Renata Labronici Bertin, Fábio Rocha Farias, Aline Borsato Hauserb pesquisadores do Setor de Ciências da Saúde, e nós Giovanna Lima de Oliveira, Beatriz Augusta Pozzolo, Vanessa Ferrari da Fonseca, Amanda Archeleiga Guedes, Arami Martínez Villar acadêmicas do curso de medicina e do curso de nutrição, estamos realizando uma pesquisa intitulada “Comportamento Ativo e Fatores de Risco de Estudantes Universitários: estudo de segmento”, a fim de verificar longitudinalmente a associação dos fatores de risco para doenças cardiovasculares em estudantes universitários do curso de medicina da UFPR, bem como, evidenciar o efeito agudo de diferentes sessões de exercício físico aeróbio em marcadores fisiológicos.

Para participar da segunda fase da pesquisa você precisará participar de uma intervenção aguda de exercício físico em dois dias diferentes. Para maior comodidade, essa avaliação será realizada nas dependências da Unidade Escola de Promoção de Saúde (UE-PS), do Centro de Ciências da Saúde, da Universidade Federal do Paraná (UFPR), a qual é dotada de infraestrutura apropriada e segura. A intervenção acima acontecerá em dois dias distintos, com intervalo de 48 horas entre elas, e duração aproximada de 60 minutos (1 hora). Durante a intervenção você deverá realizar duas sessões de exercício físico (aeróbio) com intensidades diferentes (primeira sessão leve e segunda moderada) em bicicleta estacionária. As intensidades serão controladas com base na velocidade da pedalada por meio das rotações por minuto (60 a 70rpm), juntamente com a frequência cardíaca (por monitores cardíacos), correspondente à proposta da intensidade da sessão de exercício observadas nos testes realizados na esteira na fase anterior. Cabe destacar, que você irá realizar essa intervenção em três momentos, sendo a primeira no 1º e 2º período de seu curso, a segunda no 5º e 6º período e a última avaliação no 9º e 10º período. Para que possa realizar a intervenção aguda de exercício físico, iremos contatá-lo via e-mail/telefone.

A participação na pesquisa não acarreta riscos graves, tendo em vista que a intervenção aguda de exercício físico será realizada e acompanhada por profissionais capacitados. No entanto, pode ser que durante a intervenção, sinta cansaço das pernas (cansaço muscular) e a respiração mais acelerada (ofegante) em função do exercício, mas seu cansaço será monitorado por um pequeno equipamento (monitor cardíaco) para acompanhar os batimentos do seu coração e também por sua percepção de cansaço (escala de Borg). Outro desconforto esperado está relacionado ao fato de você ter que ficar sentado na bicicleta, durante toda avaliação. Durante a intervenção poderá ingerir água a qualquer momento.

O benefício direto esperado com esta pesquisa é que após a execução da intervenção, você receberá os resultados, e poderá compreender em qual intensidade de exercício se sente mais cansado, e dessa forma permanecer realizando o mesmo por maior ou menor tempo de acordo com sua percepção de cansaço. Também poderá sanar qualquer dúvida com os pesquisadores e colaboradores envolvidos na pesquisa. No que se refere aos benefícios indiretos, espera-se identificar as percepções de esforço (cansaço) referente as intensidades de exercício propostas, e observar se estas intensidades (atividade leve e/ou atividade moderada) interferem na melhora ou piora dos fatores de risco que acometem os universitários do curso de medicina e dessa forma propor estratégias mais efetivas de modificação dos fatores de risco a saúde.

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD Rua Padre Camargo, 285 | térreo | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 | cometica.saude@ufpr.br - telefone (041) 3360-7259



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE



Os pesquisadores deste estudo Anderson Zampier Ulbrich, Fábio Rocha Farias poderão ser contatados no Setor de Ciências da Saúde, localizado na Rua Padre Camargo nº 280, 4º andar, das 08h00min às 17h00min (segunda-feira à sexta-feira), pelo telefone (41) 3360-7228 ou pelos emails: anderson_u@hotmail.com (Anderson); frochafarias@uol.com.br (Fábio).

<p>Rubricas: Participante da Pesquisa e /ou responsável legal _____ Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE _____</p>

A pesquisadora Aline Borsato Hauser pode ser contatada no Departamento de Farmácia, localizado no Campus Botânico da Universidade Federal do Paraná, na Av. Lothário Meissner, nº 632, das 08h00min às 17h00min (segunda-feira à sexta-feira), no laboratório de Farmácia Escola pelo telefone (41) 3360-4164 ou pelo email: alinehauser@ufpr.br (Aline); a pesquisadora Renata Labronici Bertin pode ser contatada no Departamento de Nutrição, localizado no Campus Botânico da Universidade Federal do Paraná, na Av. Lothário Meissner, nº 632, das 08h00min às 17h00min (segunda-feira à sexta-feira), piso térreo, telefone (41) 3360-4133 ou pelo email: rbertin@yahoo.com (Renata); as acadêmicas Giovanna Lima de Oliveira; Beatriz Augusta Pozzolo; Vanessa Ferrari da Fonseca; Amanda Archeleiga Guedes e Arami Martínez poderão ser localizadas na Unidade Escola Promoção da Saúde, localizada na Rua Padre Camargo nº 261, das 14h00min às 17h00min (segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira), pelo telefone (41) 3360-7234 ou pelo email: gilima0914@gmail.co (Giovanna); beapozzolo@yahoo.com.br (Beatriz); vanessa.ferrari91@gmail.com (Vanessa); archeleiga@gmail.com (Amanda); ami.martinez94@gmail.com (Arami); para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.

A sua participação neste estudo é voluntária, se você não quiser fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado. As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas, como profissionais da área de saúde, pesquisadores, e professores do Curso de medicina; Departamento de Farmácia, Departamento de Nutrição da UFPR. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a sua identidade seja preservada e mantida sua confidencialidade.

O material obtido, por meio dos testes de análise sensorial será utilizado unicamente para essa pesquisa e será destruído/descartado ao término do estudo, dentro de 5 anos.

As despesas necessárias para a realização da pesquisa (despesas com a divulgação da pesquisa) não são de sua responsabilidade e pela sua participação no estudo você não receberá qualquer valor em dinheiro. Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone 3360-7259.

Eu, _____ li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD Rua Padre Camargo, 285 | térreo | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 | cometica.saude@ufpr.br - telefone (041) 3360-7259



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE



recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem qualquer prejuízo para mim.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

Curitiba, ____ de _____ de _____

Assinatura do Participante de Pesquisa ou Responsável Legal

Assinatura do Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE

ANEXO 3 - PARECER COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA SCS

UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PARANÁ -



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Comportamento Ativo e Fatores de Risco de Estudantes Universitários- estudo de segmento

Pesquisador: Anderson Zampier Ulbrich

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 71645617.4.0000.0102

Instituição Proponente: Coordenação do Curso de Medicina do Setor de Ciências da Saúde

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.294.291

Apresentação do Projeto:

trata-se de respostas as pendências do projeto de pesquisa Comportamento Ativo e Fatores de Risco de Estudantes Universitários estudo de segmento, encaminhado pela Coordenação do Curso de Medicina do Setor de Ciências da Saúde, cujo pesquisador responsável é ANDERSON ZAMPIER ULBRICH e com a colaboração de RENATA LABRONICI BERTIN; ALINE BORSATO HAUSER; GIOVANNA LIMA DE OLIVEIRA; BEATRIZ AUGUSTA POZZOLO; VANESSA FERRARI DA FONSECA; AMANDA ARCHELEIGA GUEDES; FABIO ROCHA FARIAS; ARAMI MARTÍNEZ,

Objetivo da Pesquisa:

Verificar longitudinalmente (estudo de segmento) a associação dos fatores de risco para doenças cardiovasculares em estudantes universitários do curso de medicina da UFPR, bem como, evidenciar o efeito agudo de diferentes sessões de exercício físico aeróbio em marcadores fisiológicos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo os pesquisadores

Riscos:

No que se refere a avaliação da capacidade cardiorrespiratória, haverá a presença de um médico cardiologista (colaborador da pesquisa), o qual fará todo o acompanhamento do procedimento de

Endereço: Rua Padre Camargo, 285 - Térreo
Bairro: Alto da Glória
UF: PR **Município:** CURITIBA
Telefone: (41)3360-7259

CEP: 80.060-240

E-mail: cometica.saude@ufpr.br

Continuação do Parecer: 2.294.291

forma monitorada por eletrocardiograma, bem como, os marcadores fisiológicos (VO₂, FC, pressão arterial) com vistas a evitar qualquer risco ao avaliado. Cabe destacar que os participantes podem sentir um desconforto físico relacionado ao teste, pois o mesmo é executado em uma esteira ergométrica. Em relação a realização

do exercício físico, também não são esperados riscos aos participantes pois as intensidades propostas serão controladas por monitor cardíaco e percepção subjetiva de esforço (escala de Borg), ambas validadas na literatura e monitoradas por alunos integrantes da pesquisa. Nessa avaliação os participantes poderão ingerir água em todo momento, porém poderão se sentir cansados em função da intensidade aplicada.

Benefícios:

O benefício direto esperado aos participantes é que após a execução de todas as avaliações, o mesmo receberá os resultados, e poderá sanar qualquer dúvida com os pesquisadores e colaboradores envolvidos na pesquisa. No que se refere aos benefícios indiretos, espera-se identificar os principais fatores de risco que acometem os universitários do curso de medicina e dessa forma propor estratégias mais efetivas de modificação dos fatores de risco a saúde.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

todas as pendências foram atendidas

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

todas as pendências foram atendidas

Recomendações:

não há

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

- É obrigatório retirar na secretaria do CEP/SD uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido com carimbo onde constará data de aprovação por este CEP/SD, sendo este modelo reproduzido para aplicar junto ao participante da pesquisa.

O TCLE deverá conter duas vias, uma ficará com o pesquisador e uma cópia ficará com o participante da pesquisa (Carta Circular nº. 003/2011 CONEP/CNS).

Endereço: Rua Padre Camargo, 285 - Térreo
Bairro: Alto da Glória
UF: PR Município: CURITIBA
Telefone: (41)3360-7259

CEP: 80.060-240

E-mail: cometica.saude@ufpr.br

UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PARANÁ -



Continuação do Parecer: 2.294.291

Favor agendar a retirada do TCLE pelo telefone 41-3360-7259 ou por e-mail cometica.saude@ufpr.br, necessário informar o CAAE.

Considerações Finais a critério do CEP:

Solicitamos que sejam apresentados a este CEP, relatórios semestrais e final, sobre o andamento da pesquisa, bem como informações relativas às modificações do protocolo, cancelamento, encerramento e destino dos conhecimentos obtidos, através da Plataforma Brasil - no modo: NOTIFICAÇÃO. Demais alterações e prorrogação de prazo devem ser enviadas no modo EMENDA. Lembrando que o cronograma de execução da pesquisa deve ser atualizado no sistema Plataforma Brasil antes de enviar solicitação de prorrogação de prazo.

Emenda – ver modelo de carta em nossa página: www.cometica.ufpr.br (obrigatório envio)

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_964478.pdf	15/09/2017 22:57:39		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Modelo_3_Carta_concordancia_dos_ser_vicos_envolvidos.pdf	15/09/2017 22:55:33	Anderson Zampier Ulbrich	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	Resposta_as_pendencias_designadas_referentes_ao_projeto.docx	15/09/2017 22:54:23	Anderson Zampier Ulbrich	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	documento_tcle_2_fase.docx	15/09/2017 22:48:19	Anderson Zampier Ulbrich	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	documento_tcle_1_fase.docx	15/09/2017 22:48:01	Anderson Zampier Ulbrich	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Comite_etica_MEDEX.docx	15/09/2017 22:47:21	Anderson Zampier Ulbrich	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_Projeto_Anderson.pdf	21/07/2017 14:38:03	Anderson Zampier Ulbrich	Aceito
Outros	Modelo_12_Declaracao_responsabilidade.pdf	18/07/2017 18:16:27	Anderson Zampier Ulbrich	Aceito
Outros	Modelo_10_Termo_de_guarda_de_material_biologico.pdf	18/07/2017 18:16:07	Anderson Zampier Ulbrich	Aceito

UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PARANÁ -



Continuação do Parecer: 2.294.291

Outros	Modelo_9_Termo_de_Compromisso_para_inicio_da_pesquisa.pdf	18/07/2017 18:15:12	Anderson Zampier Ulbrich	Aceito
Outros	Modelo_8_Declaracao_de_uso_especifico_de_material_e_ou_dados_coletados.pdf	18/07/2017 18:14:30	Anderson Zampier Ulbrich	Aceito
Outros	Modelo_7_Tornar_publico_resultados.pdf	18/07/2017 18:13:37	Anderson Zampier Ulbrich	Aceito
Outros	Modelo_6_Termo_confidencialidade.pdf	18/07/2017 18:12:44	Anderson Zampier Ulbrich	Aceito
Outros	Modelo_2_Analise_de_merito_comprovante_de_qualificacao_ou_agencia_de_fomento.pdf	18/07/2017 18:11:34	Anderson Zampier Ulbrich	Aceito
Outros	Modelo_1_Oficio_do_pesquisador_encaminhando_o_projeto_ao_CEP_SD.pdf	18/07/2017 18:09:36	Anderson Zampier Ulbrich	Aceito
Outros	Extrato_Atta_Colegiado_Medicina_Proj_Anderson.pdf	18/07/2017 18:07:48	Anderson Zampier Ulbrich	Aceito
Outros	Check_List_Documental.pdf	18/07/2017 18:07:12	Anderson Zampier Ulbrich	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CURITIBA, 25 de Setembro de 2017

Assinado por:
Claudia Seely Rocco
(Coordenador)

ANEXO 4 - MODELO TESTE ERGOMETRICO (ELLESTAD)

Estágios	Duração (min)	Inclinação (%)	Velocidade (km/h)
1	2	10	2,7
2	2	10	4,8
3	2	10	6,5
4	3	10	8
5	2	15	8
6	2	15	9,6
7	2	15	11,2
8	2	15	12,8
Recuperação	3	0	2,7

ANEXO 5- MODELO DE TESTE DE ESFOÇO EM LABORATORIO UTILIZANDO ANALIZADOR DE GASES PORTATIL



ANEXO 6- ANALISADOR DE GASES (K5 COSMED®-ITALIA)



**ANEXO 7 - LABORATORIO PARA COLETA DE DADOS E ANALISE (MED-
DEX-MEDICINA DO EXERCICIO – UFPR)**

