



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

LAÍS SILVA VIDOTTO

**ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO PRÓXIMO E
CALORIMETRIA INDIRETA NO TESTE DE CAMINHADA DE
SEIS MINUTOS EM ADULTOS JOVENS SAUDÁVEIS**

Londrina
2014

LAÍS SILVA VIDOTTO

**ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO PRÓXIMO E
CALORIMETRIA INDIRETA NO TESTE DE CAMINHADA DE
SEIS MINUTOS EM ADULTOS JOVENS SAUDÁVEIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação (Programa Associado entre Universidade Estadual de Londrina [UEL] e Universidade Norte do Paraná [UNOPAR]), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Vanessa Suziane Probst

Londrina
2014

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

V654e Vidotto, Laís Silva.
Espectroscopia de infravermelho próximo e calorimetria indireta no teste de caminhada de seis minutos em adultos jovens saudáveis / Laís Silva Vidotto. – Londrina, 2014.
97 f. : il.

Orientador: Vanessa Suziane Probst.
Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, 2014.
Inclui bibliografia.

1. Testes funcionais (Medicina) – Teses. 2. Respiração – Medição – Teses. 3. Músculos respiratórios – Teses. 4. Espectroscopia de infravermelho – Teses. I. Probst, Vanessa Suziane. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação. III. Universidade Norte do Paraná. IV. Título.

CDU 615.8

LAÍS SILVA VIDOTTO

**ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO PRÓXIMO E
CALORIMETRIA INDIRETA NO TESTE DE CAMINHADA DE SEIS
MINUTOS EM ADULTOS JOVENS SAUDÁVEIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação (Programa Associado entre Universidade Estadual de Londrina [UEL] e Universidade Norte do Paraná [UNOPAR]), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Vanessa Suziane
Probst
Universidade Estadual de Londrina – UEL
Universidade Norte do Paraná – UNOPAR

Prof. Dr. Fabio de Oliveira Pitta
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Leandro Ricardo Altimari
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 28 de agosto de 2014.

Dedico este trabalho aos meus pais, ao meu irmão e ao meu marido, pois, sem vocês nada faria sentido. Dedico também a uma das pessoas mais maravilhosas que já conheci e que, de um jeito muito especial, mudou a minha vida: Tio Gastão.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer à Deus, que tem feito transformações maravilhosas na minha vida pessoal e profissional.

Ao meu marido, Marcelo Bigliassi. Tudo o que você demonstrou até hoje, principalmente durante esses dois anos de mestrado, foi suficiente para que eu diga que VOCÊ É O AMOR DA MINHA VIDA! Sempre que pareceu não ser possível continuar, você esteve ao meu lado e me deu mil motivos para ser forte e seguir em frente. A nossa relação se traduz em amizade e companheirismo apaixonantes.

Aos meus amados pais e irmão, sem vocês nada disso seria possível. Todos com um jeito especial de dizer “eu te amo”, sempre me incentivaram e nunca me deixaram faltar a coisa que ninguém pode tirar de um ser humano: o conhecimento. Os três, que são exemplos de perseverança, me mostraram como ser uma pessoa melhor e nunca desistir dos meus objetivos.

Aos meus sogros, Teresinha e Pedro. Vocês realmente me fizeram sentir parte da família e me abraçaram, apoiando a mim e ao Marcelo durante todo esse processo.

A minha orientadora, Profa Dra Vanessa Suziane Probst, pela oportunidade que me deu sem mesmo me conhecer. Um exemplo de mulher e profissional, por meio de sua amizade e confiança no meu potencial, me fez ir muito mais além. Além disso, sempre se colocando em meu lugar, conseguiu o equilíbrio entre cobrar e entender. Ter você como orientadora e amiga foi a melhor coisa que podia ter acontecido.

Ao meu co-orientador, Prof Dr Cosme Franklim Buzzachera, que além de um grande amigo, viabilizou muitas oportunidades profissionais e contribuiu fortemente para o desenvolvimento desse trabalho.

A professora Josiane Marques Felcar pela amizade e pelo aprendizado que foi participar do “Projeto DPOC”, e a todos os alunos de iniciação científica que auxiliaram nesse projeto e na minha dissertação. Agradeço especialmente a alguns alunos e amigos por me ensinarem um pouco sobre o prazer e a satisfação que existem ao “ensinar”. Especialmente: Mayara, Roberta e Alexandro (meus “filhos” que estiveram ao meu lado durante as coletas e também durante todo o processo da

minha dissertação); e Luiz, Letícia, Ana Caroline e Isabella (alunos que estiveram comigo durante as coletas no Projeto DPOC).

A algumas amigas que, de uma forma muito especial, me ajudaram a passar por essa etapa da minha vida com companheirismo sem igual e palavras de conforto. Amo vocês: Myriam e Samanta.

A equipe do Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Pulmonar, especialmente ao Prof Dr Fábio Pitta, por sempre compartilharem muito conhecimento e experiência profissional. Em particular, aos parceiros Fernanda e Antenor, pela amizade e por toda a disponibilidade em me ajudar durante o processo da coleta de dados da minha dissertação.

Não poderia deixar de agradecer ao professor Rik Gosselink. Suas especiais visitas ao Brasil me fizeram absorver muito conhecimento mas, principalmente, incentivaram meus estudos da língua inglesa, fato que foi determinante na minha carreira.

Aos professores que, em algum momento da minha jornada, me inspiraram e foram exemplos que me fizeram chegar aonde eu cheguei: Alessandra da Cunha, Isabela Barberato, Fabiana Margutti, Darnival Bertoncello, Thaísa Maria Santos, Vera Coimbra, Denise Peres, Karen Fernandes, Denilson Teixeira, Leandro Altimari, Nídia Hernandez, Thaís Sant'anna, Eliana de Alencar, Maggie Morinaka. E a alguns amigos do CPCS-UNOPAR que compartilharam seu conhecimento e amizade em algum momento nesses dois anos: Larissa, Laís Regina, Débora, Igor, Rogério, André e Carlinhos.

Aos pacientes, especialmente, pois eles são o grande motivo de continuarmos pesquisando para proporcionarmos um melhor atendimento à saúde e melhor qualidade de vida.

Aos profissionais do HRAC e do INCOR, representados pelos profissionais José Alberto de Souza Freitas ("Tio Gastão"), Marcia Zavaski Sabatella (*in memmoriám*) e Maria Ignez Zanetti Feltrim, agradeço por terem formado grande parte da profissional que sou.

À Casa de repouso Longevitá, em especial aos amigos Joanita, José Carlos, Fran e Áureo. O trabalho nesse lugar tão especial me fez conseguir levar o mestrado junto com o trabalho de uma forma mais leve e flexível, recebendo muito amor dos

nossos queridos “velhinhos”.

Finalmente, agradeço ao Fred, um cachorrinho especial que esteve sempre comigo enquanto eu estudava (deitado ao lado do computador) e me ensinou muito sobre amor incondicional, fidelidade e o quão importante é saber aproveitar as coisas simples da vida.

**”Nunca deixe que lhe digam que não vale a
pena acreditar no sonho que se tem, ou que
seus planos nunca vão dar certo, ou que
você nunca vai ser alguém”
(Renato Russo – Mais uma vez)**

VIDOTTO, Laís Silva. **Espectroscopia de infravermelho próximo e calorimetria indireta no teste de caminhada de seis minutos em adultos jovens saudáveis**. 2014. 97 f. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação - Programa Associado entre UEL e UNOPAR) – Universidade Estadual de Londrina, 2014.

RESUMO

Contextualização: Estudos têm demonstrado haver correlação entre variáveis provenientes de análises muscular e respiratória durante testes de exercício em cicloergômetro em indivíduos com doença pulmonar. Entretanto, é desconhecido se essa relação existe em populações saudáveis em testes de campo como o teste de caminhada de seis minutos (TC6min), assim como, se há diferenças entre gêneros nas variáveis de oxigenação muscular e ventilatórias coletadas no mesmo teste. **Objetivos:** Descrever os níveis de oxigenação muscular e variáveis ventilatórias antes, durante e após o TC6min em adultos jovens saudáveis. Identificar diferenças entre gêneros nas mesmas medidas, assim como verificar se há relação entre as variáveis musculares, ventilatórias, de desempenho e de composição corporal. **Métodos:** 15 adultos jovens foram avaliados quanto ao nível de atividade física, antropometria, composição corporal, função pulmonar, força muscular respiratória e força muscular periférica. A capacidade de exercício foi avaliada com o TC6min. O músculo vasto lateral foi analisado por meio da espectroscopia de infravermelho próximo (NIRS) antes, durante e após o TC6min. As variáveis estudadas foram: oxihemoglobina (O₂Hb), deoxihemoglobina (DHb), hemoglobina total (HbT) e índice de saturação tecidual (IST). A análise ventilatória foi realizada por meio da calorimetria indireta antes, durante e após o TC6min e as variáveis estudadas foram: volume minuto (VE), quociente respiratório (QR), consumo de oxigênio (VO₂) e produção de gás carbônico (VCO₂). **Resultados:** O comportamento das variáveis musculares (O₂Hb, HbT e IST diminuíram inicialmente e aumentaram discretamente, enquanto a DHb se manteve praticamente estável) foi diferente do apresentado pelas variáveis ventilatórias (VE, VO₂, VCO₂ e QR aumentaram). Além disso, mulheres apresentaram maiores valores de HbT no repouso e homens tiveram maiores valores de VE, QR e VCO₂ na mesma fase e maiores valores de VO₂ na recuperação ($p < 0.05$). O IST e a DHb apresentaram maior associação com o VE, QR, VO₂ e VCO₂ e com a frequência cardíaca ($-0.93 \leq r \leq -0.81$) do que a O₂Hb e a HbT ($0.02 \leq r \leq 0.28$). Por outro lado, a O₂Hb e a HbT no TC6min tiveram maiores correlações com a força muscular respiratória ($-0.56 \leq r \leq -0.53$) do que a DHb e o IST ($-0.22 \leq r \leq 0.47$). Além disso, a DHb, HbT e IST apresentaram moderada correlação com a composição corporal ($0.50 \leq r \leq 0.57$). **Conclusões:** Existe forte relação entre variáveis musculares e ventilatórias durante o TC6min em adultos jovens saudáveis de ambos os gêneros. Além disso, o gênero feminino apresentou maiores valores para as variáveis musculares no repouso, enquanto o masculino apresentou maiores valores para as variáveis ventilatórias no repouso e na recuperação. Finalmente, as variáveis musculares se relacionam com a composição corporal e a força muscular respiratória nessa população.

Palavras-chave: Consumo de oxigênio. Músculo esquelético. Espectroscopia de luz próxima ao infravermelho. Reabilitação. Exercício. Voluntários saudáveis. Adulto jovem.

VIDOTTO, Laís Silva. **Near infrared spectroscopy and indirect calorimetry in the six-minute walking test in healthy young adults.** 2014. 97 p. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação - Programa Associado entre UEL e UNOPAR) – Universidade Estadual de Londrina, 2014.

ABSTRACT

Background: Studies have shown a relationship between variables from muscular and respiratory analyses during exercise tests in cycle ergometer in patients with lung disease. However, it is unknown if this relationship exists during field tests such as the six-minute walking test (6MWT) for the same population, as well as, if there are differences between genders regarding muscular oxygenation and ventilatory variables assessed in the same test. **Objectives:** To describe muscular oxygenation and ventilatory variables levels before, during and after a 6MWT in young healthy adults. To identify gender differences regarding the same variables, as well as to verify if there is a relationship between muscular, ventilatory, performance and body composition variables. **Methods:** Fifteen young adults had their physical activity level, anthropometry, body composition, pulmonary function, and respiratory and peripheral muscle strength evaluated. Exercise capacity was evaluated by the 6MWT. The vastus lateralis was assessed using near-infrared spectroscopy (NIRS) before, during and after the 6MWT. The analyzed variables were: oxyhaemoglobin (O₂Hb), deoxyhaemoglobin (DHb), total haemoglobin (THb) and tissue saturation index (TSI). Ventilatory analysis was performed using indirect calorimetry (IC) before, during and after the 6MWT, and the analyzed variables were: minute volume (VE), respiratory exchange ratio (RER), oxygen uptake (VO₂) and carbon dioxide production (VCO₂). **Results:** The pattern of muscular variables (O₂Hb, THb and TSI initially decreased followed by a slight increase, while DHb remained stable) was different from ventilatory variables (VE, RER, VO₂ and VCO₂ increased). Furthermore, women presented higher values of THb at rest and men had higher values of VE, RER and VCO₂ in the same phase and higher values of VO₂ in the recovery period ($p < 0.05$). TSI and DHb showed higher association with VE, RER, VO₂ and VCO₂ and with heart rate ($-0.93 \leq r \leq -0.81$) than O₂Hb and THb ($0.02 \leq r \leq 0.28$). On the other hand, O₂Hb and THb in the 6MWT had higher correlation levels with respiratory muscular strength ($-0.56 \leq r \leq -0.53$) than DHb and TSI ($-0.22 \leq r \leq 0.47$). DHb, THb and TSI presented moderate correlation with body composition ($0.50 \leq r \leq 0.57$). **Conclusions:** There is a strong relationship between muscular and ventilatory variables during the 6MWT in young healthy adults of both genders. Furthermore, females presented higher values of muscular variables at rest, while males showed higher values of ventilatory variables at rest and in recovery. Finally, muscular variables are related to body composition and respiratory muscle strength in this population.

Keywords: Oxygen uptake. Skeletal muscle oxygenation. Near-infrared spectroscopy. Rehabilitation. Exercise test. Healthy volunteers. Young adult.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 (Artigo) – Ilustração do desenho experimental	30
Figura 2 (Artigo) – Esquema do posicionamento do dispositivo <i>Portamon</i> [®] (<i>Artinis Medical Systems</i>) no músculo vasto lateral	35
Figura 3 (Artigo) – Interface do programa <i>Oxysoft</i> [®] (<i>Artinis Medical Systems</i>) durante procedimento de coleta do sinal de oxigenação muscular.....	36
Figura 4 (Artigo) – Análise muscular durante as 3 fases de avaliação (pré- teste, teste e pós-teste) na amostra geral, homens e mulheres (n=15).....	41
Figura 5 (Artigo) – Análise ventilatória nas 3 fases de avaliação (pré-teste, teste e pós-teste) na amostra geral, homens e mulheres (n=15).....	43
Figura 6 (Artigo) – Frequência cardíaca durante as 3 fases de avaliação (pré- teste, teste e pós-teste) na amostra geral, homens e mulheres (n=15).....	45
Figura 7 (Artigo) – Correlação entre o IST e variáveis ventilatórias (VE, QR, VO ₂ e VCO ₂) durante o TC6min (n=15).	47
Figura 8 (Artigo) – Correlação entre a DHb e variáveis ventilatórias (VE, QR, VO ₂ e VCO ₂) durante o TC6min (n=15)	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 (Artigo) – Características gerais da amostra estudada (n=15).....	39
Tabela 2 (Artigo) – Correlação entre variáveis musculares (O ₂ Hb, DHb, HbT e IST) durante o TC6min e dados de composição corporal (n=15).....	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1RM	Uma Repetição Máxima
CE	Capacidade de Exercício
CI	Calorimetria Indireta
CVF	Capacidade Vital Forçada
DHb	Deoxihemoglobina
FC	Frequência Cardíaca
HbT	Hemoglobina Total
IC	Intervalo de Confiança
IMC	Índice de Massa Corpórea
<i>IPAQ</i>	Questionário Internacional de Atividade Física
IST	Índice de Saturação Tecidual
<i>NIRS</i>	Espectroscopia de Infravermelho Próximo
O ₂ Hb	Oxihemoglobina
P _{emax}	pressão expiratória máxima
P _{imax}	pressão inspiratória máxima
QR	Quociente Respiratório
TC6min	Teste de Caminhada de Seis Minutos
TCPE	Teste Cardiopulmonar de esforço
UNOPAR	Universidade Norte do Paraná
VCO ₂	Produção de Gás Carbônico
VE	Volume Minuto
VEF ₁	Volume Expiratório Forçado no Primeiro Segundo
VO ₂	Consumo de Oxigênio
<i>WHO</i>	<i>World Health Organization</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	OBJETIVO GERAL.....	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3	JUSTIFICATIVA	17
4	HIPÓTESES	18
5	REVISÃO DE LITERATURA - CONTEXTUALIZAÇÃO	19
5.1	AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE EXERCÍCIO (CE).....	19
5.2	ANÁLISES FISIOLÓGICAS	20
5.3	ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO PRÓXIMO	22
	ARTIGO	24
	CONCLUSÃO GERAL	66
	REFERÊNCIAS	67
	APÊNDICES	74
	APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	75
	APÊNDICE B – Ficha de Avaliação inicial	76
	ANEXOS	78
	ANEXO A – Normas de formatação do periódico <i>Applied Physiology, Nutrition and Metabolism</i>	79
	ANEXO B – Carta de aprovação do comitê de ética	95
	ANEXO C – Questionário Internacional de Atividade Física (<i>IPAQ</i>).....	96

1 INTRODUÇÃO

A capacidade de exercício (CE) é um importante parâmetro fisiológico que vem sendo avaliado há décadas por meio de métodos cada vez mais aprimorados, tanto na prática clínica, quanto no meio científico. Além disso, a ampla utilização desse desfecho é apoiada pelo fato de ser um preditor bem estabelecido de mortalidade^{1,2} e por fornecer importantes informações relacionados ao diagnóstico e prognóstico de diferentes doenças³.

O teste considerado padrão ouro para a avaliação da CE é o teste cardiopulmonar de esforço⁴, que nem sempre está disponível devido a seu alto custo e necessidade de profissionais especializados para sua aplicação. Por outro lado, existem métodos alternativos válidos, confiáveis e de baixo custo que são os testes de campo como o teste de caminhada de seis minutos (TC6min)⁵, teste de caminhada de 12 minutos⁶, *incremental shuttle walking test*⁷, *shuttle-run* de 20 metros⁸ e o teste de *Cooper*⁹. O TC6min é considerado uma ótima alternativa para avaliar a CE, principalmente em indivíduos com doença pulmonar¹⁰. No entanto, apesar de existirem estudos com o uso desse teste em sujeitos saudáveis, assim como valores de referência estabelecidos para essa população, ainda é um teste pouco explorado em jovens saudáveis.

Durante o repouso e também no exercício físico, é possível realizar análises fisiológicas de forma não invasiva. Um exemplo é a análise ventilatória, que pode ser realizada por meio da calorimetria indireta, com equipamentos portáteis, de fácil utilização e que não causam grande incômodo ao indivíduo. Além disso, existem dispositivos que possibilitam análise metabólica muscular, por meio do sistema de espectroscopia de infravermelho próximo (*NIRS*) e representam alternativas promissoras.

A *NIRS* é um método que, utilizando diferentes comprimentos de onda (700 a 900 nm), penetra os tecidos biológicos, reage com os cromóforos das moléculas de hemoglobina e é refletido até um receptor de luz, que quantifica a diferença entre as luzes emitida-absorvida e emitida-refletida, indicando o nível de oxigenação muscular. Para atingir valores relativos de oxihemoglobina (O_2Hb) e deoxihemoglobina (DHb), por exemplo, os equipamentos realizam cálculos com base na Lei de Beer Lambert¹¹. Essa lei permite que um ajuste baseado na

dispersão de luz através dos tecidos gordurosos e subcutâneos seja feito, sendo então capaz de identificar somente o reflexo das moléculas coloridas.

Esse sistema tem sido utilizado para avaliação da perfusão tecidual em sujeitos diabéticos^{12,13}, durante procedimentos cirúrgicos¹⁴, para a avaliação de choque em unidades de terapia intensiva¹⁵, para prever disfunção de órgãos durante reanimação após choque traumático¹⁶ e durante transfusão sanguínea¹⁷. Ainda, alguns estudos começaram a explorar os efeitos do exercício físico sobre a oxigenação cerebral com o intuito de entender a ativação entre as diferentes áreas do cérebro e sua relação com os movimentos executados¹⁸. Outros estudos, ainda, têm utilizado a *NIRS* para avaliar diferentes grupos musculares (gastrocnêmio, vasto lateral (VL), reto femoral, flexor dos dedos) em sujeitos saudáveis ou atletas durante exercício em cicloergômetro¹⁹, durante contração muscular isométrica e na sua recuperação²⁰, e durante a corrida²¹, entre outros.

Tem sido demonstrado na literatura, que há correlação entre variáveis ventilatórias e musculares durante testes incrementais em cicloergômetro em sujeitos com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC)^{22,23}. Porém, de acordo com o conhecimento dos autores, não há na literatura estudos que realizaram análise ventilatória e muscular antes, durante ou após o TC6min.

Além disso, diferentes características são normalmente apresentadas por homens e mulheres no que diz respeito à estrutura corporal. A literatura descreve que homens, normalmente, apresentam maior quantidade de massa muscular, maior densidade óssea e maior CE. Por outro lado, mulheres possuem maior percentual de gordura corporal e menor índice de massa corpórea, por exemplo²⁴. Também têm sido investigadas diferenças entre gêneros no que diz respeito à análise ventilatória e, comumente, indivíduos do gênero masculino têm apresentado maiores valores nessas variáveis (ventilatórias) em comparação às mulheres²⁵. Porém, ainda não se sabe se essas diferenças fisiológicas entre gêneros também estão presentes no que diz respeito à variáveis ventilatórias e de oxigenação muscular no TC6min em adultos jovens saudáveis.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O principal objetivo do presente estudo foi descrever os níveis de oxigenação muscular e variáveis ventilatórias antes, durante e após o teste de caminhada de seis minutos (TC6min) em adultos jovens e saudáveis.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Secundariamente, os objetivos foram identificar diferenças entre gêneros nas variáveis musculares e ventilatórias durante as três fases de avaliação (pré-teste, teste e pós-teste), bem como verificar se há relação entre as variáveis musculares e ventilatórias coletadas no TC6min e entre variáveis musculares, de desempenho e de composição corporal de adultos jovens saudáveis.

3 JUSTIFICATIVA

Ainda não existem na literatura estudos que descrevam e discutam o comportamento de variáveis ventilatórias e musculares em testes de campo. Adicionalmente, a comparação dessas variáveis entre os gêneros durante testes de campo também ainda não foi feita. Sendo assim, torna-se extremamente importante investigar tais variáveis, inicialmente, em populações jovens e saudáveis. Uma vez conhecido o comportamento desses dados (musculares e ventilatórios) durante um teste de campo (por exemplo, o TC6min) em populações jovens e saudáveis, torna-se mais fácil compreender possíveis alterações apresentadas por sujeitos acometidos pelo processo de envelhecimento, assim como por diferentes doenças crônicas (por exemplo, a DPOC).

4 HIPÓTESES

Devido às diferenças estruturais e fisiológicas identificadas normalmente entre homens e mulheres²⁴, espera-se que o mesmo ocorra com variáveis provenientes de análises musculares e ventilatórias durante o TC6min. Sendo assim, a primeira hipótese experimental deste estudo é que homens apresentam maiores valores de variáveis ventilatórias e mulheres maiores valores de variáveis musculares no TC6min e nas avaliações pré e pós-teste..

Outro resultado esperado pelos autores é um aumento de variáveis ventilatórias ao longo do TC6min, já que foi demonstrado anteriormente um aumento rápido inicial dessas variáveis em atividades de intensidade moderada, seguido de um ponto de inclinação até a estabilização destas em indivíduos saudáveis e com DPOC^{25,26}. Além disso, acredita-se que o aumento do metabolismo muscular deve ser o principal causador dessa modulação de variáveis ventilatórias e espera-se que este também aumente proporcionalmente à intensidade do esforço, o que dá subsídios para a segunda hipótese experimental do presente estudo, que afirma que há moderada ou forte relação entre variáveis musculares e ventilatórias durante o TC6min em adultos jovens e saudáveis.

Finalmente, a terceira hipótese experimental do presente estudo é que há moderada ou forte relação entre o nível de oxigenação muscular no repouso ou no TC6min e dados funcionais, como a força muscular periférica, na mesma população. Essa relação é esperada devido à necessidade de interação entre os sistemas fisiológicos periféricos, como por exemplo um nível de nutrição muscular adequado em sujeitos com maior força muscular periférica.

5 REVISÃO DE LITERATURA – CONTEXTUALIZAÇÃO

5.1 AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE EXERCÍCIO (CE)

Evidências históricas têm mostrado que, desde os primórdios da civilização urbana, “profissionais curiosos” naturalmente notaram que pessoas com melhor capacidade de suportar o esforço físico eram mais propensas a viver mais, e além disso, representavam a sua forma de vida de maneira mais positiva, um conceito traduzido recentemente por qualidade de vida. Aos poucos, os interesses relacionados ao impacto do exercício físico sobre a saúde física e mental da população recebeu exponencial interesse. Dentro desse contexto, o conceito de CE é definido pela quantidade (máxima ou submáxima) de esforço físico que um sujeito pode sustentar^{27,28}. Essa variável vem sendo amplamente avaliada, desde então, por meio de recursos não invasivos e, muitos deles, de forma extremamente simples e de relativo baixo custo^{29,30}.

Desde que estudos demonstraram que a CE é um preditor de mortalidade e de desfechos físicos^{1,2,31} testes para avaliação desta variável têm sido vistos como importantes ferramentas clínicas que fornecem informações diagnósticas e prognósticas, quantificam a capacidade de trabalho do corpo, identificam causas de limitação ao esforço, respostas a intervenções e alterações que somente podem ser identificadas durante o esforço^{32,33}. Além disso, testes físicos como o teste cardiopulmonar de esforço (TCPE) têm como finalidade avaliar não somente o sistema cardiovascular como também os sistemas endócrino, hematológico, músculo esquelético e neuropsiquiátrico³⁴.

Atualmente, existem inúmeros testes que objetivam avaliar a CE, e o TCPE é considerado padrão ouro para esse propósito³⁴. Apesar deste teste ser o mais completo e fornecer um maior número de informações, ele ainda requer equipamentos de alto custo e profissionais capacitados o que, de alguma forma, limita sua aplicação. Alternativamente, testes de campo (máximos e submáximos) confiáveis, simples e de baixo custo foram desenvolvidos e validados^{5,7} na tentativa de suprir as exigências metodológicas relacionadas ao TCPE. Na década de 1960, o teste de Cooper⁹ foi criado para tal finalidade, dando início ao desenvolvimento de outros testes de caminhada que vêm sendo utilizados até os dias de hoje³⁵. Além do teste de Cooper, outros testes podem ser feitos sem a utilização de um ergômetro,

buscando analisar a capacidade máxima ou funcional de exercício, como o teste do degrau de *Harvard*³⁶, o *incremental shuttle walking test*⁷ e o *shuttle run* de 20 metros⁸.

Hoje, um dos testes mais utilizados para avaliar a capacidade funcional de exercício é o TC6min. Essa é, muitas vezes, a ferramenta de escolha para esse fim por se tratar de um instrumento de fácil aplicação, rápido, bem tolerado e por representar uma das atividades mais presentes na vida diária: a caminhada, uma vez que, durante a execução do TC6min o indivíduo é orientado a percorrer a maior distância possível durante seis minutos, sem alteração do padrão de marcha para a corrida⁵.

Inúmeros estudos têm sido realizados no intuito de desenvolver fórmulas com valores de referência para o TC6min em populações saudáveis, inclusive jovens e crianças³⁷⁻³⁹. Isso ocorre devido à necessidade de aplicar e entender o funcionamento do TC6min em indivíduos jovens e saudáveis, para depois identificar alterações no padrão do teste em outras populações. Diante disso, o TC6min tem sido muito utilizado para avaliar o estado funcional de indivíduos idosos⁴⁰, portadores de DPOC²⁶, fibrose cística⁴¹, insuficiência cardíaca⁴², entre outros. Além disso, esse teste é frequentemente aplicado para avaliar resposta e comparação entre intervenções como, por exemplo, reabilitação pulmonar^{43,44}, transplante pulmonar⁴⁵ e ressecções pulmonares^{5,46}. Outro ponto importante, que justifica a utilização do TC6min, é a capacidade que o mesmo tem em predizer o risco de morte e hospitalização de indivíduos com DPOC, insuficiência cardíaca e hipertensão pulmonar⁴⁶.

Apesar do TC6min ser mais frequentemente utilizado para avaliação de populações de doentes ou idosos, é extremamente importante conhecermos o comportamento do organismo humano jovem e saudável frente ao esforço ocasionado por esse teste para, posteriormente, entendermos as alterações causadas por condições patológicas.

5.2 ANÁLISES FISIOLÓGICAS

O entendimento científico relacionado ao exercício físico, felizmente fornecido por pesquisas de alta qualidade, é e sempre será embasado na história da fisiologia do esforço. Ao longo do tempo, estudos foram capazes de fornecer subsídio

suficiente para infinitas perguntas que só poderiam ser respondidas explorando o corpo humano. Desta forma, análises fisiológicas buscam entender, em sua maioria, respostas corporais periféricas e centrais, assim como promover entendimento cardíaco, pulmonar e muscular, sendo que os três últimos, sempre foram imensamente explorados e capazes de fornecer soluções para tantas enfermidades e auxiliar praticantes de exercício físico e atletas em todo o mundo.

As análises fisiológicas têm sido realizadas há mais de um século, e um exemplo clássico seria a engenhosa produção que Claude Gordon Douglas publicou em 1911⁴⁷, um método capaz de armazenar e quantificar a produção de gás carbônico produzido pelo corpo humano durante o exercício físico. Outro exemplo é a eletromiografia de profundidade que foi desenvolvida por Étienne-Jules Marey no ano de 1890 possibilitando a detecção de atividade muscular por meio de eletrodos de profundidade introduzidos no músculo esquelético⁴⁸. Apesar de tantos anos distantes das invenções primárias, modernos equipamentos ainda seguem linhas de raciocínio similares, porém, incluindo tecnologias diminutivas e facilidades visuais com a ajuda de áreas adjacentes como a matemática e engenharia, capazes de criar equipamentos e equações para identificar os significados das respostas corpóreas.

Análises fisiológicas invasivas ao corpo humano têm sido realizadas, como a coleta de sangue, biópsia muscular e cateterismo, já que ainda não foram desenvolvidos métodos não invasivos que forneçam avaliação de mesma qualidade. Entretanto, equipamentos de alta tecnologia têm proporcionado excelentes análises e monitorizações fisiológicas não invasivas de uso frequente em clínicas, hospitais e laboratórios, como a eletromiografia de superfície⁴⁹, ventilação mecânica não invasiva⁵⁰, eletrocardiograma⁵¹, ecocardiograma⁵², ultrassonografia⁵³ e, uma das mais importantes em fisiologia do exercício, a calorimetria indireta (CI)^{54,55}.

A CI é um exame embasado nas trocas gasosas do organismo com o meio em que este se encontra, medindo também a produção de energia com base nessa relação. Sendo assim, as bases teóricas dessa técnica incluem o fato de que todo oxigênio consumido é utilizado na produção de energia e todo gás carbônico é liberado na respiração como produção direta desse mecanismo, o que permite a afirmação de que a CI examina o metabolismo energético de forma “indireta”. Essa produção energética exemplifica a conversão de energia química armazenada nos nutrientes em energia química armazenada na molécula de adenosina trifosfato somada à liberação de calor durante a oxidação⁵⁴.

Ao longo dos anos a CI têm sido testada em diversas situações relacionadas ao exercício e repouso. Como uma consequência dessa interação, importantes associações e respostas foram geradas, o que deu futuros subsídios para relações de causa e efeito capazes de alterar, por exemplo, os métodos de treinamento físico. Porém, o mais intrigante fator associado à CI é o monitoramento instantâneo do comportamento respiratório durante exercício, o que permite avaliações cinéticas e torna capaz a profundidade do conhecimento sobre as diferentes fases de inclinação do VO_2 . Apesar desta intensa rede de pontos positivos, o método de CI ainda é considerado de alto custo e, muitas vezes, causa incômodo no participante/paciente o que pode moldar de forma aleatória a maneira como o mesmo realiza o exercício proposto⁵⁵.

5.3 ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO PRÓXIMO

A luz é definida por uma onda eletromagnética que é capaz de transportar energia através do meio¹². Em análises biológicas, existem formas de utilização de ondas eletromagnéticas altamente utilizadas como o raio-X e a ressonância nuclear magnética, sendo que esses métodos são controlados baseando-se na frequência e no comprimento de onda que o equipamento utiliza. No espectro eletromagnético é possível observar que o infravermelho próximo compreende a região mais próxima da luz visível aos olhos humanos e tem frequências e comprimentos de onda que podem variar de 10^{12} Hz – 10^{14} Hz e 10^{-3} metros – 10^{-6} metros, respectivamente^{12,56}.

Enquanto que as luzes visíveis e ultravioleta são completamente absorvidas pela pele, o infravermelho próximo é capaz de penetrar fundo nos tecidos e a propagação da luz vai depender das características teciduais, absorção, reflexão e dispersão. A reflexão é, principalmente, determinada pelo ângulo formado em relação à superfície tecidual, já a absorção e a dispersão estão relacionadas ao comprimento de onda. Na região do infravermelho próximo, com comprimentos de onda que variam entre 700 e 1300 nanômetros, a absorção de luz pela hemoglobina e mioglobina é muito pequena e uma quantidade significativa de luz consegue viajar através dos tecido, identificar quantitativamente essas variáveis sanguíneas, e refletir os dados ao equipamento. Como hemoglobina ligada ao oxigênio e a hemoglobina não ligada ao oxigênio apresentam um diferente espectro de absorção é possível diferenciá-las durante a análise. A espectroscopia de infravermelho

próximo (*NIRS*) é, portanto, um método óptico capaz de mensurar a hemodinâmica e oxigenação tecidual de forma não invasiva⁵⁷.

Em 1800, William Herschel descobriu a energia de infravermelho próximo através de experimentos com um prisma, demonstrando que a luz vermelha era capaz de produzir um calor característico dentro do ambiente em que se encontrava, não demonstrado com a reflexão das outras cores. Em seguida, diversas descobertas demonstraram que essa peculiar forma de luz era capaz de interagir com o ambiente se manipulada de acordo com seu comprimento de onda, sendo então absorvida e refletida especificamente de acordo com cada tipo de molécula⁵⁸. Em 1876, foi publicado o primeiro estudo utilizando a espectroscopia para estudar a hemoglobina tecidual⁵⁹. Nesse estudo, após oclusão sanguínea do membro superior, uma técnica utilizada atualmente, foi encontrada alteração de oxihemoglobina para deoxihemoglobina. Os primeiros cientistas que utilizaram o infravermelho próximo, proporcionando uma medida que independe do nível de oxigenação sanguínea e que pode compensar as mudanças de volume sanguíneo, dispersão de luz e espessura do tecido avaliado, foram Matthes e Gross, em 1939⁶⁰. Entretanto, o primeiro estudo que utilizou a *NIRS*, propriamente dita, foi o desenvolvido por Jobsis, em 1977⁵⁷.

O uso da *NIRS* para análise tecidual humana ou animal tem crescido e compreende diversas áreas de estudo, com diferentes objetivos. As duas principais áreas que têm se beneficiado são a monitorização e análise muscular e cerebral em ambiente hospitalar e fora dele, durante diferentes tipos de exercício, em populações distintas como neonatos, doentes, sedentários, praticantes de atividade física irregular e atletas^{61,62}.

Um dos principais estudos atuais que utilizaram *NIRS* é o de Binzoni et al.⁵⁶, que avaliou o músculo VL de 11 atletas do gênero masculino (32 ± 11 anos) durante exercício em cicloergômetro com cargas de 40% e 110% da potência aeróbica pico, monitorando variáveis como hemoglobina oxigenada e hemoglobina deoxigenada por meio do sistema de *NIRS*. Outro importante estudo que utilizou a mesma técnica (*NIRS*) foi o de Leung et al.⁶³, que analisou uma população extremamente similar (11 homens treinados, 32 ± 11 anos), com um equipamento diferente, durante exercício de mesma carga, porém, com o diferencial de distinguir de forma mais eficaz a hemoglobina da mioglobina no sangue. A partir de então, cada dia mais, estudos têm sido desenvolvidos avaliando durante o esforço sujeitos com alterações, como a DPOC^{23,64,65} e acidente vascular encefálico⁶⁶.

ARTIGO
ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO PRÓXIMO E CALORIMETRIA
INDIRETA NO TESTE DE CAMINHADA DE SEIS MINUTOS EM ADULTOS
JOVENS SAUDÁVEIS

(Formatado Segundo as normas de submissão do periódico *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*)

Laís Silva Vidotto

Rua Marselha, 591, Jardim Piza, Londrina, Paraná, Brasil, CEP: 86041-140. Telefone: 55 43 96796706. Email: laisvidotto@outlook.com. Filiação: Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Pulmonar (LFIP) – Universidade Estadual de Londrina (UEL) e Centro de Pesquisa em Ciências da Saúde (CPCS) – Universidade Norte do Paraná (UNOPAR).

Josiane Marques Felcar

Rua Marselha, 591, Jardim Piza, Londrina, Paraná, Brasil, CEP: 86041-140. Telefone: 55 43 99816540. Email: josianefelcar@sercomtel.com.br. Filiação: Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Pulmonar (LFIP) – Universidade Estadual de Londrina (UEL) e Centro de Pesquisa em Ciências da Saúde (CPCS) – Universidade Norte do Paraná (UNOPAR).

Cosme Franklin Buzzachera

Rua Marselha, 591, Jardim Piza, Londrina, Paraná, Brasil, CEP: 86041-140. Telefone: 55 43 96991000. Email: cosme.buzzachera@unopar.br. Filiação: Centro de Pesquisa em Ciências da Saúde (CPCS) – Universidade Norte do Paraná (UNOPAR).

Mayara Manzoni Marques da Silva

Rua Marselha, 591, Jardim Piza, Londrina, Paraná, Brasil, CEP: 86041-140. Telefone: 55 43 96405544. Email: mayaramanzoni@hotmail.com. Filiação: Centro de Pesquisa em Ciências da Saúde (CPCS) – Universidade Norte do Paraná (UNOPAR).

Cláudia Roberta dos Santos

Rua Marselha, 591, Jardim Piza, Londrina, Paraná, Brasil, CEP: 86041-140. Telefone: 55 43 84160464. Email: robertaaasantos@hotmail.com. Filiação: Centro de Pesquisa em Ciências da Saúde (CPCS) – Universidade Norte do Paraná (UNOPAR).

Alexandro Uemura

Rua Marselha, 591, Jardim Piza, Londrina, Paraná, Brasil, CEP: 86041-140. Telefone: 55 43 99638907. Email: kenzo.uemura@hotmail.com. Filiação: Centro de Pesquisa em Ciências da Saúde (CPCS) – Universidade Norte do Paraná (UNOPAR).

Vanessa Suziane Probst

Rua Marselha, 591, Jardim Piza, Londrina, Paraná, Brasil, CEP: 86041-140. Telefone: 55 43 91613022, Fax 55 43 33717725. Email: vanessaprobst@uol.com.br. Filiação: Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Pulmonar (LFIP) – Universidade Estadual de Londrina (UEL) e Centro de Pesquisa em Ciências da Saúde (CPCS) – Universidade Norte do Paraná (UNOPAR).

Abstract: The aim of the study was to describe muscular oxygenation and ventilatory variables before, during and after the 6MWT in young healthy adults, to identify differences between genders, as well as, to verify if there is relationship between muscular and ventilatory variables. Fifteen young adults were evaluated with regard to physical activity, anthropometry, body composition, pulmonary function and respiratory and peripheral muscle strength. Exercise capacity was evaluated by the 6MWT. The vastus lateralis was assessed using near-infrared spectroscopy before, during and after the 6MWT (muscular variables: oxyhaemoglobin (O_2Hb), deoxyhaemoglobin (DHb), total haemoglobin (THb), tissue saturation index (TSI)). Ventilatory analysis was performed using indirect calorimetry also before, during and after the 6MWT (ventilatory variables: minute volume (VE), respiratory exchange ratio (RER), oxygen uptake (VO_2), carbon dioxide production (VCO_2)). Muscular variables decreased while ventilatory variables increased during the 6MWT. Women presented higher values of THb at rest and men had higher values of VE, RER and VCO_2 at rest and also higher values of VCO_2 during recovery ($p < 0.05$). TSI and DHb showed higher association with VE, RER, VO_2 and VCO_2 and with heart rate ($-0.93 \leq r \leq -0.81$) than O_2Hb and THb ($0.02 \leq r \leq 0.28$). In conclusion, there is a strong relationship between muscular and ventilatory variables during the 6MWT in young adults; women presented higher values of muscular variables, while men showed higher values of ventilatory variables. **Keywords:** oxygen uptake, skeletal muscle oxygenation, near-infrared spectroscopy, rehabilitation, exercise test, healthy volunteers, young adult.

Introdução

A capacidade de exercício (CE) é um importante parâmetro fisiológico que vêm sendo avaliado há décadas por meio de métodos cada vez mais aprimorados, tanto na prática clínica quanto no meio científico. Além disso, a ampla utilização dessa variável é apoiada pelo fato de ser um preditor bem estabelecido de mortalidade (Chang e Froelicher, 1994; Pate et al., 1995) e por fornecer importantes dados relacionados ao diagnóstico e prognóstico de algumas doenças (Gibbons et al., 1997).

O teste considerado padrão ouro para a avaliação da CE é o teste cardiopulmonar de esforço (Marciniuk et al., 2013), nem sempre disponível devido a seu alto custo e necessidade de profissionais especializados para sua aplicação. Por outro lado, existem métodos alternativos válidos, confiáveis e de baixo custo que são os testes de campo, como o teste de caminhada de seis minutos (TC6min) (ATS, 2002). O TC6min é considerado uma ótima alternativa para avaliar a CE, principalmente em indivíduos com doença pulmonar (Wise e Brown, 2005), porém, apesar de existirem estudos com o uso desse teste em sujeitos saudáveis assim como valores de referência estabelecidos para essa população, ainda é um teste pouco explorado em jovens saudáveis.

Durante o repouso e também no exercício físico, é possível realizar análises fisiológicas aprofundadas e de forma não invasiva. Um exemplo é a análise ventilatória, que tem sido realizada atualmente por meio da calorimetria indireta, utilizando equipamentos portáteis, de fácil utilização e que não causam grande incômodo ao indivíduo. Além disso, outros dispositivos possibilitam a análise metabólica muscular por meio do sistema de espectroscopia de infravermelho próximo (NIRS) e representam alternativas promissoras.

A *NIRS* é um método que, utilizando diferentes comprimentos de onda, penetra os tecidos biológicos, reage com os cromóforos das moléculas de hemoglobina e é refletido até um receptor de luz, que quantifica a diferenças entre as luzes emitida-absorvida e emitida-refletida, indicando o nível de oxigenação muscular. Esse sistema tem sido utilizado para avaliação da perfusão tecidual em sujeitos diabéticos (De Blasi et al., 2009; Mohler et al., 2006), durante procedimentos cirúrgicos (Isosu et al., 2013), para a avaliação de choque em unidades de terapia intensiva (Beekley et al., 2010), para predizer disfunção de órgãos durante reanimação após choque traumático (Cohn et al., 2007) e durante transfusão sanguínea (Moore et al., 2008). Ainda, alguns estudos começaram a explorar os efeitos do exercício físico sobre a oxigenação cerebral com o intuito de entender a ativação entre as diferentes áreas do cérebro e sua relação com os movimentos executados (Ekkekakis, 2009). Especificamente durante o exercício, outros estudos têm utilizado a *NIRS* para avaliar diferentes grupos musculares (gastrocnêmio, vasto lateral (VL), reto femoral, flexor dos dedos) em sujeitos saudáveis ou atletas durante exercício em cicloergômetro (Takaishi e Ishida, 2002), durante contração muscular isométrica e na sua recuperação (Buchheit et al., 2011) e durante a corrida (Buchheit et al., 2009), entre outros.

Tem sido demonstrado na literatura, que há correlação entre variáveis ventilatórias e musculares durante testes incrementais em cicloergômetro em sujeitos com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (Okamoto et al., 2003; Tabira et al., 2012). Porém, de acordo com o conhecimento dos autores, ainda não há estudos que realizaram análise ventilatória e muscular antes, durante ou após o TC6min.

Além disso, diferentes características são normalmente apresentadas por homens e mulheres no que diz respeito à estrutura corporal. A literatura descreve que homens, normalmente, apresentam maior quantidade de massa muscular, maior densidade óssea e maior CE. Por outro lado, mulheres possuem maior percentual de gordura corporal e menor índice de massa corpórea, por exemplo (Lewis et al., 1986). Também têm sido investigadas diferenças entre gêneros no que diz respeito à análise ventilatória e, comumente, indivíduos do gênero masculino têm apresentado maiores valores nessas variáveis (ventilatórias) do que as mulheres (DaSilva et al., 2011). Porém, não se sabe se essas diferenças fisiológicas entre gêneros também estão relacionadas ao nível de oxigenação muscular.

Sendo assim, o objetivo geral do presente estudo foi descrever os níveis de oxigenação muscular e variáveis ventilatórias antes, durante e após o TC6min em adultos jovens saudáveis. Secundariamente, os objetivos foram identificar diferenças entre gêneros nas variáveis musculares e ventilatórias antes, durante e após o TC6min, bem como verificar se há relação entre as variáveis musculares e ventilatórias coletadas no TC6min e entre variáveis musculares, de desempenho e de composição corporal de adultos jovens saudáveis.

Materiais e Métodos

O presente estudo teve um delineamento transversal, com análises de quinze indivíduos adultos jovens saudáveis em três dias distintos. Os sujeitos recrutados eram estudantes de fisioterapia da Universidade Norte do Paraná - UNOPAR e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A). O presente estudo foi aprovado pelo comitê de ética da UNOPAR (PP513.006) (Anexo B).

Desenho experimental

Dia 1: foi preenchida a ficha de avaliação inicial (Apêndice B), composta por dados pessoais, questões sobre o estado de saúde do sujeito, e ainda foi aplicado um questionário que avalia o nível de atividade física (Anexo C). Em seguida foram verificados os dados antropométricos e ainda avaliadas a função pulmonar e a força muscular respiratória; Dia 2: foi avaliada a força muscular periférica de quadríceps e força de prensão manual; Dia 3: realizado o TC6min após o mínimo de 72 horas do Dia 2. Durante todo o TC6min foram realizadas análises simultâneas pela calorimetria indireta (CI) e pelo sistema de *NIRS* em 3 momentos de avaliação: pré-teste (5 minutos de repouso antes do TC6min com o sujeito sentado em uma cadeira com encosto); teste (durante os seis minutos de realização do TC6min); e pós-teste (5 minutos de repouso após o término do TC6min com o sujeito sentado na mesma cadeira citada anteriormente, com encosto) (Figura 1). Para padronização da amostra, os critérios de inclusão foram: idade entre 18 e 30 anos, sujeitos irregularmente ativos ou sedentários, função pulmonar normal, sem relatos de doença e com capacidade de compreender as recomendações relacionadas aos procedimentos do estudo. Os critérios de exclusão foram: dor ou lesão apresentadas durante o período das avaliações, desejo de abandonar o estudo por qualquer motivo ou incapacidade de completar os testes propostos.

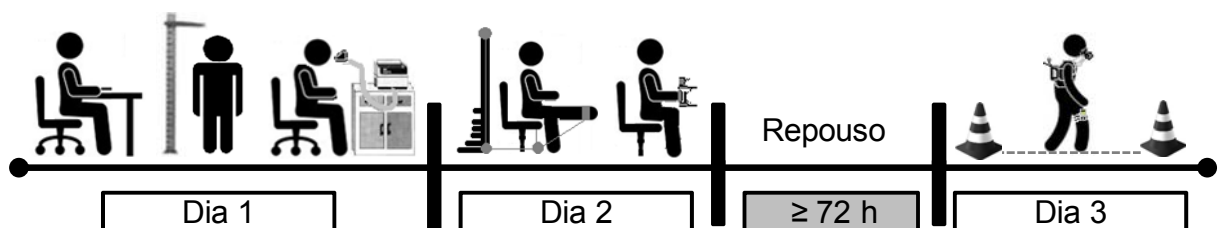


Figura 1. Ilustração do desenho experimental.

Questionário de Atividade Física

O nível de atividade física foi avaliado por meio da versão curta do Questionário Internacional de Atividade Física (*IPAQ*) (Anexo C) (Matsudo et al., 2001). O questionário inclui questões relacionadas à frequência, duração e intensidade das atividades realizadas pelo indivíduo em uma semana normal. Após as respostas dos indivíduos, os mesmos eram classificados como: muito ativo, ativo, irregularmente ativo A, irregularmente ativo B ou sedentário. Conforme citado anteriormente, os sujeitos classificados como muito ativos ou ativos não foram incluídos no estudo.

Avaliação Antropométrica

Foram realizadas as medidas de peso e altura, com posterior cálculo do índice de massa corpórea (IMC). O IMC foi calculado pela divisão da massa corpórea pela altura ao quadrado (Group, 1986), sendo que a massa corporal foi expressa em quilogramas (Kg) e a estatura em metros (m). Para a mensuração do peso foi utilizada a balança eletrônica digital portátil, tipo plataforma, da marca *Plenna*® (São Paulo, Brasil). A mensuração da estatura foi feita utilizando um antropômetro da marca *Sanny*® (American Medical do Brasil, São Bernardo do Campo, Brasil).

A classificação do IMC foi realizada de acordo com o proposto pela *World Health Organization (WHO)*: baixo peso ($IMC < 18,5 \text{ Kg/m}^2$), eutrófico ($18,5 \leq IMC \leq 24,9 \text{ Kg/m}^2$), sobrepeso ($25 \leq IMC \leq 29,9 \text{ Kg/m}^2$), e obeso ($IMC > 30 \text{ Kg/m}^2$) (Group, 1986).

Função Pulmonar

Espirometria simples foi feita com o aparelho *Pony FX*[®] (*Cosmed, Pavona di Albano*, Itália). O teste foi realizado de acordo com o protocolo proposto por Miller et al. (2005) e os valores de referência foram relativos à população brasileira (Pereira et al., 2007). A manobra realizada para confirmar ausência de doença respiratória foi a capacidade vital forçada (CVF). Por meio dessa manobra é possível obter as seguintes variáveis: CVF, volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁) e a relação VEF₁/CVF.

Força Muscular Respiratória

A força muscular respiratória foi avaliada pela medição das pressões inspiratória e expiratória máximas (PI_{max} e PE_{max}, respectivamente) utilizando o manovacuômetro MVD 300[®] (*Globalmed, Porto Alegre, Brasil*). O protocolo utilizado foi o descrito por Black e Hyatt (1969) e os valores de referência foram calculados de acordo com a população estudada (Costa et al., 2010).

Força Muscular Periférica

A força muscular periférica foi avaliada de duas formas. A primeira foi realizada pelo teste de uma repetição máxima (1RM), avaliando a força do quadríceps do membro dominante do sujeito. O indivíduo avaliado foi posicionado sentado no equipamento Multi Gym - CRW[®], com flexão de joelhos e quadris a 90°, com apoio da perna cinco centímetros acima do maléolo lateral, conforme o protocolo proposto por Brown e Weir (2001). A segunda avaliação foi a de preensão manual, que foi feita utilizando o dinamômetro hidráulico de membro superior (*Jamar*[®], Preston, Jackson, Michigan, Estados Unidos da América) seguindo o

protocolo proposto por Luna-Heredita et al. (2005) e valores de referência de Schlüssel et al. (2008).

Composição Corporal

A bioimpedância elétrica foi usada para avaliação da composição corporal dos indivíduos estudados. Os procedimentos foram realizados de acordo com o proposto por Lukaski et al. (1987), utilizando o equipamento *Biodynamics 310*[®] (*Shoreline*, Estados Unidos da América) e valores de referência descritos para população com idade entre 20 e 94 anos (Kyle et al., 2001).

Capacidade Funcional de Exercício

O Teste de Caminhada de Seis minutos (TC6min) foi utilizado para avaliação da capacidade funcional de exercício. O exame foi efetuado duas vezes com intervalo de, no mínimo, 30 minutos entre eles e a maior distância percorrida foi utilizada para análise. Os sujeitos foram instruídos a percorrer a maior distância possível em seis minutos, caminhando em um corredor plano de 30 metros delimitado por dois cones. Frases de incentivo padronizadas foram fornecidas aos participantes a cada minuto do teste. Os procedimentos foram realizados de acordo com a *American Thoracic Society* (2002), e valores de referência para a população brasileira de acordo com Brito et al. (2013).

Antes do teste, o indivíduo permaneceu em repouso por 10 minutos. Durante todo o teste foi monitorada a FC. Os valores de FC máxima foram realizados segundo a fórmula $220 - \text{idade}$ (Fox e Haskell, 1968; Robergs e Landwehr, 2002) e posteriormente os dados atingidos durante o TC6min foram apresentados em porcentagem da frequência cardíaca máxima (% FC máxima).

Oxigenação, Fluxo Sanguíneo e Saturação Muscular

O dispositivo *Portamon*[®] (*Artinis Medical Systems, Zetten, Holanda*) faz análise de variáveis relacionadas ao nível de oxigenação muscular (Buchheit et al., 2011), e foi utilizado durante as três fases de avaliação (pré-teste, teste e pós-teste). O aparelho foi posicionado no músculo vasto lateral (VL) a aproximadamente 10 centímetros da articulação do joelho, ao longo do eixo vertical da coxa, conforme descrito por Buchheit et al. (2009) (Figura 2), obtendo informações periféricas e representativas de um dos principais músculos ativos durante o movimento de andar e correr (Hiroyuki et al., 2002). O *Portamon*[®], que pesa somente 75 gramas, funciona em sistema *Bluetooth* (até 150 metros de captação do sinal) o que permite a realização do exercício em plenas condições sem causar qualquer nível de desconforto ou mudança de um padrão de movimento normal. O equipamento possui um emissor de luz com três receptores em distâncias diferentes (30, 35 e 40 mm), o que permite ao pesquisador avaliar a musculatura alvo em três profundidades variadas, uma vez que a dimensão entre o emissor e receptor luminoso determina a profundidade da medida. A análise feita pelo sistema de *NIRS* consiste na aplicação do infravermelho-próximo com comprimentos de ondas diferentes (760 a 850 nm), emitindo luz por meio de optodos que interagem com as moléculas de hemoglobina que, por sua vez, refletem a quantidade de oxihemoglobina (O₂Hb), deoxihemoglobina (DHb), hemoglobina total (HbT) e índice de saturação tecidual (IST) pelos componentes coloridos (cromóforos) presentes na molécula (DeLorey et al., 2004). As análises dessas variáveis foram coletadas a cada 5 segundos.



Figura 2. Esquema do posicionamento do dispositivo *Portamon*[®] (*Artinis Medical Systems*) no músculo vasto lateral.

Análise Ventilatória

A calorimetria indireta (CI) também foi realizada nas três fases de avaliação: pré-teste, teste e pós-teste. Essa avaliação foi realizada por meio do sistema portátil de análise metabólica (*Oxycon Mobile*[®], *CareFusion, San Diego, Califórnia*), que tem validade comprovada (Akkermans et al., 2012). Esse sistema de ergoespirometria portátil fornece cálculos, respiração por respiração, do volume minuto (VE), consumo de oxigênio (VO_2), liberação de gás carbônico (VCO_2) e a relação entre o VCO_2 e o VO_2 , denominada quociente respiratório (QR). Além disso, por meio de um cardiófrequencímetro original do próprio equipamento, é possível monitorar a FC continuamente. O *Oxycon*[®] foi acoplado ao tórax e a máscara facial, que tem um espaço morto menor que 30 ml, foi ajustada de forma que eliminasse fugas aéreas. O equipamento coletou dados a cada 5 segundos.

Processamento dos dados

Os dados de oxigenação muscular foram processados no programa computacional *OxySoft*[®] (*Artinis Medical System, Zetten, Holanda*). Tal programa

permite análises de captação e janelamento do sinal biológico recebido pelo equipamento *Portamon*[®]. A figura 3 apresenta uma ilustração do programa. O janelamento foi feito com variações de frequência (Hz), tornando capazes análises de 5 em 5 segundos durante todo o período de avaliação (repouso, exercício e recuperação). Após extração sob condição de suavização digital média de 30 segundos (Tabira et al., 2012), os dados foram então locados em planilhas para procedimentos estatísticos.

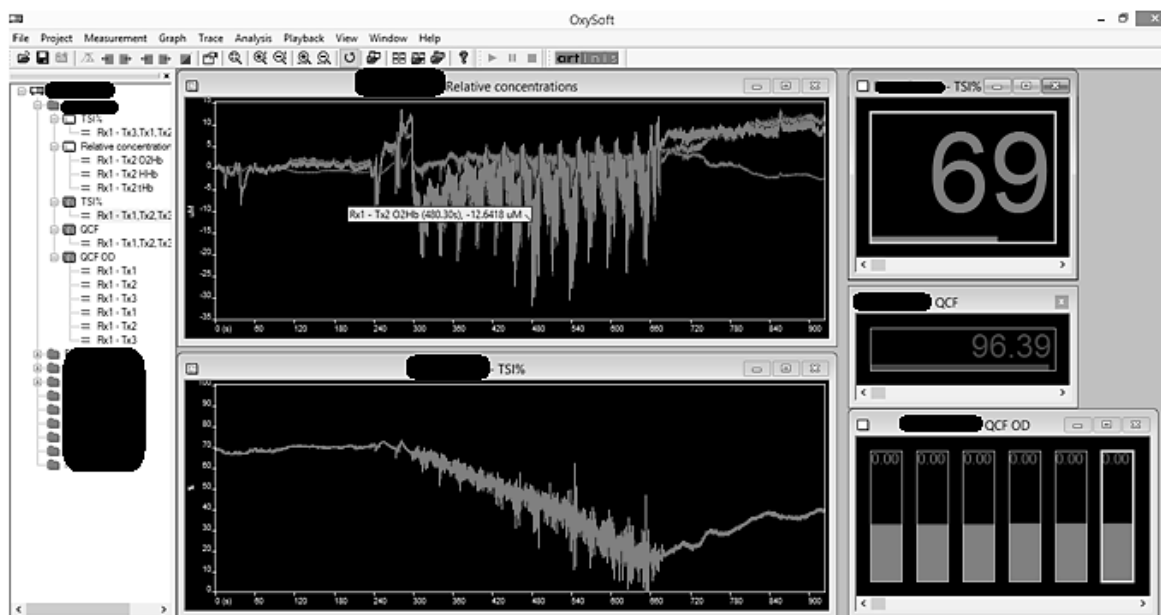


Figura 3. Interface do programa *Oxysoft*[®] (*Artinis Medical Systems*) durante procedimento de coleta do sinal de oxigenação muscular.

Análise dos dados

Todos os dados foram tratados no programa computacional SPSS 17.0[®] (*SPSS 20.0, Chicago, Estados Unidos da América*). Inicialmente, análises de identificação de *outliers* foram realizadas seguidas do procedimento de imputação múltipla para correção das células faltantes, onde 5 métodos de imputação foram comparados, optando pela opção de maior valor de probabilidade e menor valor de

posição (*F* de Anova). Após esse procedimento os dados foram testados quanto à distribuição gaussiana por meio do teste de *Shapiro Wilk*. As variáveis de característica escalar, que ainda apresentavam distribuição não normal, foram submetidas ao procedimento de correção logarítmica, caso seus valores não fossem iguais ou inferiores a zero.

A apresentação dos dados segue os padrões de distribuição inicial quanto sua normalidade (média e desvio padrão, ou mediana e intervalo interquartilico). É importante notar que análises descritivas também contemplam o presente estudo, uma vez que variações cinéticas são relevantes e visualmente notadas.

A amostra foi separada de acordo com o gênero e, inicialmente, foram utilizados o teste *t* não pareado ou o teste de *Mann Whitney* para comparações de variáveis descritivas entre homens e mulheres. Posteriormente, o teste Anova *two-way* de medidas repetidas foi utilizado para verificar a influência do tempo e do gênero nas variáveis ventilatórias e musculares, assim como para verificar interações gênero * tempo ao longo dos 16 minutos totais de avaliação (5 minutos: fase pré-teste; 6 minutos: fase teste; 5 minutos: fase pós-teste). Para as variáveis que apresentaram valores de interação tempo * gênero, análises de comparação múltipla foram conduzidas pelo *post hoc* de *Tukey* para localização das diferenças.

Os dados foram testados quanto à sua relação utilizando os coeficientes de correlação de *Pearson* ou *Spearman*. As variáveis (musculares, ventilatórias e de FC) alcançadas no último minuto do TC6min e as médias das mesmas variáveis coletadas durante todo o TC6min foram correlacionadas com a idade, peso, altura, IMC, força muscular periférica, força muscular respiratória, composição corporal e desempenho no TC6min (em % do previsto). Além disso, os dados coletados ao longo do TC6min (musculares e ventilatórios) foram agrupados em blocos de 30

segundos e foram correlacionados entre si. Finalmente, a análise de poder retrospectivo das correlações foi realizada utilizando o software *GPower* 3.1®, alfa estabelecido de 0.05, correlação para a hipótese nula de 0, tamanho da amostra de 15, e foram encontrados valores entre 0.85 e 0.99, demonstrando alta capacidade de rejeitar a hipótese nula.

Resultados

Características gerais

Participaram do estudo 15 adultos jovens (7 homens e 8 mulheres), não tabagistas, a maioria praticantes irregulares de atividade física (n=13) e os outros sedentários (n=2) (classificados de acordo com o *IPAQ*), sem relato de alterações relacionadas à saúde, apresentando função pulmonar e composição corporal normais, como pode ser visualizado na Tabela 1, juntamente com outros dados de desempenho. É importante ressaltar que a amostra apresentou classificação eutrófica para o IMC, função pulmonar e força muscular respiratória dentro do esperado de acordo com as equações de referência. Além disso, a distância percorrida no TC6min e a % da FC máxima alcançadas atingiram valores esperados, já que a amostra é composta por sujeitos saudáveis. A Tabela 1 também mostra diferenças entre gêneros relacionadas às mesmas variáveis. É possível visualizar que, na amostra do presente estudo, as mulheres apresentaram maiores valores de resistência, % de massa gorda e % do previsto de PEmax. Por outro lado, os homens apresentaram maior % de massa magra e maior força de preensão manual.

Tabela 1. Características gerais da amostra estudada (n=15).

Variáveis	Grupo Geral	Homens	Mulheres	p
n	15	7	8	
Idade (anos)	22 [20 – 25]	22 [21 – 25]	22 [20 – 28]	0.7
IMC (kg/m ²)	23 ± 2.5	24 ± 3	22 ± 2	0.1
Resistência (ohms)	609 ± 95	532 ± 64	676 ± 58	<0.001
%massa magra	76 ± 5.5	81 ± 3	72 ± 4	<0.001
%massa gorda	24 ± 5.5	19 ± 3	28 ± 4	<0.001
VEF ₁ /CVF (%)	84 ± 7	83 ± 5	84 ± 8	0.78
PI _{max} (%previsto)	100 ± 38	90 ± 32	109 ± 42	0.34
PE _{max} (%previsto)	115 ± 42	87 ± 20	120 ± 31	0.03
Preensão manual (kgf)	37 [30 – 42]	42 [38 – 49]	30 [28 – 31]	<0.001
TC6min (metros)	675 [657 – 691]	677 [657 – 755]	674 [659 – 688]	0.59
TC6min (%previsto)	99 ± 5	99 ± 6	99 ± 4	0.85
% FC máxima	70 [65 – 72]	76 [68 – 81]	75 [63 – 82]	0.9

Legenda: Dados apresentados em média ± desvio padrão, ou mediana [intervalo interquartilico]; n: número de sujeitos; IMC: índice de massa corpórea; VEF₁/CVF: razão entre o volume expiratório forçado no primeiro segundo e a capacidade vital forçada; PI_{max}: pressão inspiratória máxima; PE_{max}: pressão expiratória máxima; TC6min: teste de caminhada de seis minutos; FC: frequência cardíaca.

Padrões musculares e ventilatórios e análises de variância a dois critérios durante as três fases de avaliação (pré-teste, teste e pós-teste)

A figura 4 (A, B, C e D) ilustra o padrão das variáveis musculares durante as três fases de avaliação do TC6min. É possível visualizar que todas as variáveis musculares (O₂Hb, DHb, HbT e IST) se mantiveram estáveis durante a fase de repouso (pré-teste). A DHb (B) permaneceu praticamente inalterada durante as outras duas fases de avaliação (teste e pós-teste), demonstrando um discreto aumento em seus valores durante o TC6min (fase teste). Porém, a O₂Hb e a HbT (A e C) demonstraram queda ao início do teste, seguida por aumento linear até o final

da fase teste, padrão esse que se manteve até o terceiro minuto da fase pós teste, ou seja, até mesmo após o término da caminhada. Ao final da terceira fase (pós-teste), as três variáveis (DHb, O₂Hb e HbT) demonstraram retorno a valores próximos dos apresentados na fase pré-teste. Na fase teste, o IST (D) caiu exponencialmente até, aproximadamente, o segundo minuto de caminhada, seguido por diminuição discreta dos dados até o fim da fase teste, sendo que esse padrão permaneceu até o terceiro minuto da fase pós-teste (recuperação) e, assim como as outras variáveis, começou a retornar aos valores iniciais.

Conforme é possível visualizar na Figura 4, não houve diferença entre gêneros na fase pré-teste (repouso) para a maioria das variáveis musculares (O₂Hb, DHb e IST) ($F= 0.68 - 5.46$; $p >0.05$; Poder= $0.11 - 0.58$), exceto a HbT, que foi maior em mulheres do que em homens no repouso (fase pré-teste) ($F= 5.46$; $p= 0.03$; Poder= 0.58). Também não houve diferença entre gêneros na fase teste (TC6min) para todas as variáveis musculares (O₂Hb, DHb, HbT e IST) ($F= 2.83 - 0.84$; $p >0.05$; Poder= 0.28) e na fase pós-teste ($F= 0.64 - 0.17$; $p >0.05$; Poder= $0.06 - 0.11$).

A figura 4, ainda, mostra que o tempo foi capaz de influenciar a O₂Hb nas fases pré-teste, teste e pós teste ($F= 2.97$, $p=0.04$, Poder= 0.64 ; $F= 13.8$, $p=0.001$, Poder= 0.97 ; $F= 17.9$, $p<0.001$, Poder= 0.99 ; respectivamente) e também a HbT nas fases teste e pós-teste ($F= 9.89$, $p=0.004$, Poder= 0.88 ; $F= 20.2$, $p<0.001$, Poder= 1 ; respectivamente). Por outro lado, o tempo não influenciou a HbT na fase pré-teste e a DHb e o IST em nenhuma das três fases de avaliação (pré-teste, teste e pós-teste) ($F= 0.68 - 3.58$, $p>0.05$, Poder= $0.18 - 0.54$). Também não foi encontrada interação gênero * tempo para nenhuma das variáveis musculares (O₂Hb, DHb, HbT e IST) ($F= 0.38 - 8.34$, $p>0.05$, Poder= $0.10 - 1.83$).

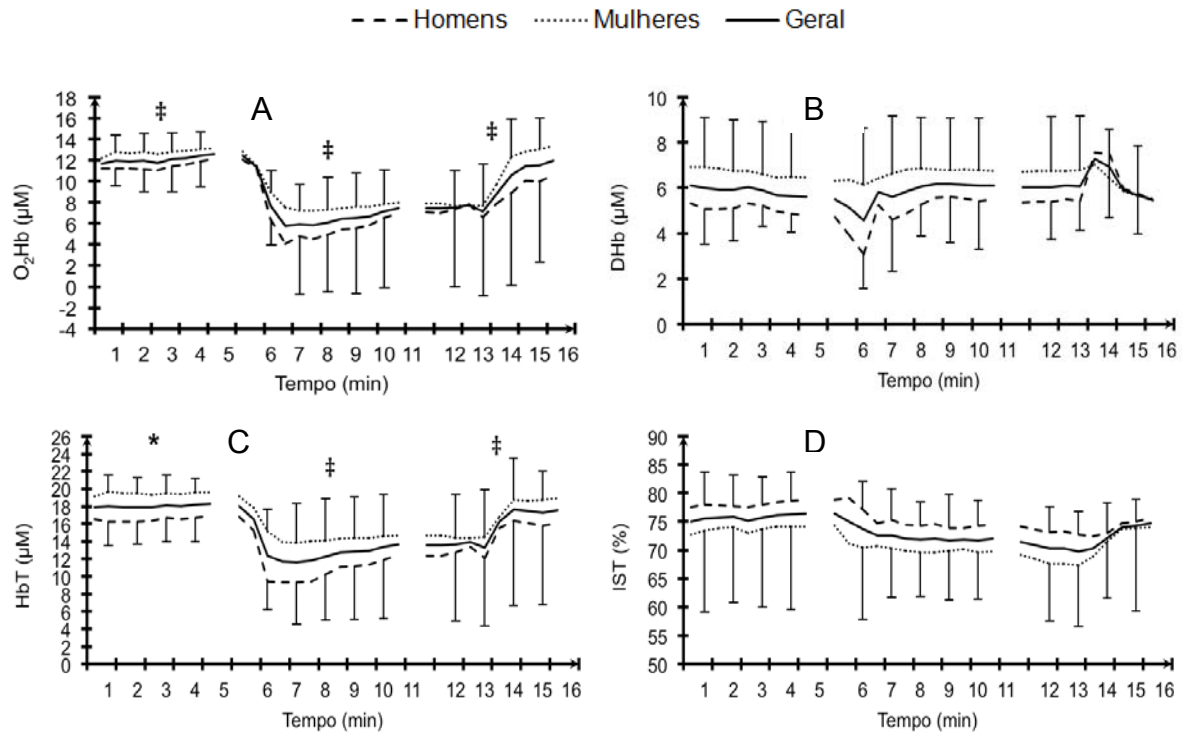


Figura 4. Análise muscular durante as 3 fases de avaliação (pré-teste, teste e pós-teste) na amostra geral, homens e mulheres (n=15). Dados apresentados em média de cada variável a cada 30 segundos de avaliação de todo o grupo (geral), homens e mulheres, assim como o desvio padrão a cada 1 minuto. *diferença estatisticamente significativa entre homens e mulheres na fase indicada ($p < 0.05$), ‡influência do tempo na fase indicada ($p < 0.05$); µM: micromol, O₂Hb: oxihemoglobina; Dhb: deoxihemoglobina; HbT: hemoglobina total; IST: índice de saturação tecidual.

A figura 5 (A, B, C e D) representa o comportamento das variáveis ventilatórias nas fases pré-teste, teste e pós-teste, no grupo estudado. É possível observar um padrão constante nas quatro variáveis (VE, QR, VO₂ e VCO₂) durante o repouso (fase pré-teste). Porém, até aproximadamente o segundo minuto da fase teste (TC6min) ocorreu um aumento exponencial do VE (A) seguido de um ponto de inflexão com subsequente crescimento linear até o fim do TC6min. Diferentemente, o

QR (B) teve uma leve queda ao início do TC6min (fase teste) seguida de aumento discreto e linear até o final do mesmo. Com relação ao comportamento do VO_2 (C) e do VCO_2 (D), houve um aumento dessas variáveis até o segundo minuto da fase teste (TC6min), seguido por uma estabilização dos dados até o final desta. Nos primeiros minutos da terceira fase de avaliação (pós-teste), houve diminuição drástica até o terceiro minuto, seguida por discreta diminuição do VE, VO_2 e VCO_2 . Por outro lado, o QR apresenta um leve aumento.

Ainda na figura 5, é possível observar que houve diferença entre gêneros na fase pré-teste (repouso) para o VE, QR e VCO_2 ($F= 11$, $p= 0.007$, Poder= 0.85; $F=11$, $p= 0.007$, Poder= 0.85; $F= 16.3$, $p= 0.002$, Poder= 0.95; respectivamente), de forma que os homens apresentaram maiores valores quando comparados às mulheres. Por outro lado, não houve diferença entre homens e mulheres na fase pré-teste (repouso) para o VO_2 ($F= 0.24$, $p= 0.63$, Poder= 0.07). Além disso, não houve diferença entre gêneros na fase teste (TC6min) para todas as variáveis ventilatórias (VE, QR, VO_2 e VCO_2) ($F= 0.34 - 2.41$; $p >0.05$; Poder= 0.28) e na fase pós-teste ($F= 0.64 - 0.17$; $p >0.05$; Poder= 0.06 - 0.48). Porém, homens apresentaram maiores valores de VO_2 na fase pós-teste (recuperação) quando comparados às mulheres ($F= 6.45$; $p= 0.02$; Poder= 0.63), o que não aconteceu com as demais variáveis ventilatórias (VE, QR e VCO_2) na mesma fase ($F= 0.02 - 0.34$; $p >0.05$; Poder= 0.05 - 0.08).

Com relação à influência do tempo nas variáveis ventilatórias ao longo das três fases de avaliação (pré-teste, teste e pós-teste), é possível visualizar na figura 5 que esta aconteceu para as quatro variáveis (VE, QR, VO_2 e VCO_2) na fase pré-teste ($F= 6.04$, $p= 0.001$, Poder= 0.97; $F= 3.74$, $p=0.02$, Poder= 0.69; $F= 4.12$, $p<0.001$; Poder= 0.99; $F=5.38$, $p=0.002$, Poder=0.94; respectivamente); também na

fase teste ($F=78.8$, $p<0.001$, Poder=1; $F=37.4$, $p<0.001$, Poder=1; $F=146$, $p<0.001$, Poder=1; $F=76.4$, $p<0.001$, Poder=1; respectivamente); e o mesmo ocorreu na fase pós-teste ($F=138$, $p<0.001$, Poder=1; $F=16$, $p<0.001$, Poder=0.99; $F=303$, $p<0.001$, Poder=1; $F=153$, $p<0.001$, Poder=1; respectivamente). Porém, não houve interação gênero * tempo para as variáveis ventilatórias (VE, QR, VO_2 e VCO_2) em quase todos os momentos de avaliação (pré-teste, teste e pós-teste) ($F=0.46 - 2.38$, $p>0.05$, Poder=0.11 - 0.44), exceto para a VCO_2 na fase teste ($F=3.80$, $p=0.03$, Poder=0.62).

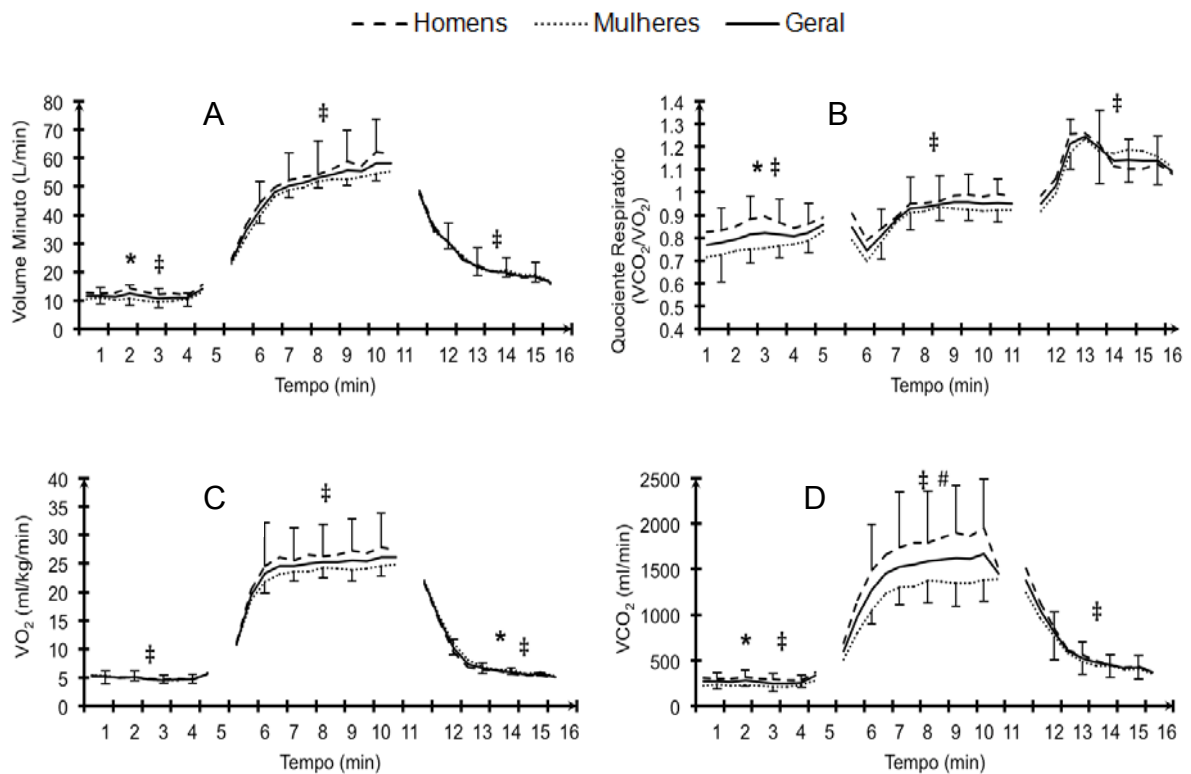


Figura 5. Análise ventilatória nas 3 fases de avaliação (pré-teste, teste e pós-teste) na amostra geral, homens e mulheres (n=15). Legenda: Dados apresentados em média de cada variável a cada 30 segundos de avaliação de todo o grupo (geral), homens e mulheres, assim como o desvio padrão a cada 1 minuto. *diferença estatisticamente significativa entre homens e mulheres na fase indicada ($p<0.05$); †influência do tempo na fase indicada ($p<0.05$); #interação gênero * tempo na fase indicada ($p<0.05$); VCO_2 : produção de gás carbônico; VO_2 : consumo de oxigênio.

O comportamento da FC nas três fases de avaliação pode ser visualizado na figura 6. A FC medida em batimentos por minuto foi estável na fase pré-teste (repouso), seguida de aumento exponencial até, aproximadamente, o segundo minuto do TC6min. Depois disso, um aumento discreto nos valores foi apresentado até o final da fase teste. Ao final do TC6min, os valores de FC diminuíram rapidamente por cerca de três minutos e, finalmente, houve diminuição linear e discreta. É importante ressaltar que, até cinco minutos de repouso após o TC6min, não houve retorno da FC aos seus valores iniciais.

Com relação às análises de variância relacionadas à FC (figura 6), homens e mulheres apresentaram valores similares nas fases pré-teste (repouso) e teste (TC6min) ($F= 0.17$, $p= 0.68$, Poder= 0.06; $F= 0.21$, $p= 0.65$, Poder= 0.07; respectivamente). Por outro lado, mulheres apresentaram maiores valores de FC na fase pós-teste (recuperação) quando comparados aos homens ($F= 5.33$, $p= 0.04$, Poder= 0.55; respectivamente).

Também é possível visualizar na figura 6 que o tempo foi capaz de influenciar a FC nas fases teste ($F=19.7$, $p<0.001$, Poder=1) e pós-teste ($F=3.65$, $p=0.001$, Poder=0.99), mas não a fase pré-teste ($F=1.46$, $p=0.17$, Poder=0.65). Além disso, nota-se que não houve interação gênero * tempo para a FC em nenhuma das três fases de avaliação ($F= 0.77 - 3.65$, $p>0.05$, Poder=0.30 - 0.59).

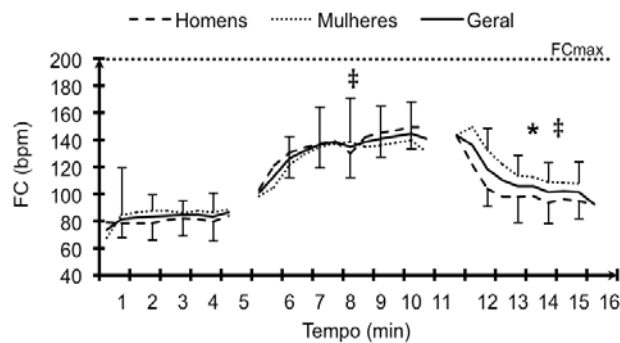


Figura 6. Frequência cardíaca durante as 3 fases de avaliação (pré-teste, teste e pós-teste) na amostra geral, homens e mulheres (n=15). Legenda: Dados apresentados em média de cada variável a cada 30 segundos de avaliação de todo o grupo (geral), homens e mulheres, assim como o desvio padrão a cada 1 minuto. *diferença estatisticamente significativa entre homens e mulheres na fase indicada ($p < 0.05$); ‡ influência do tempo na fase indicada ($p < 0.05$); FC: frequência cardíaca; Fcmax: frequência cardíaca máxima; bpm: batimentos por minuto.

Análises de correlação entre variáveis musculares, ventilatórias, antropométricas, composição corporal e desempenho

Análises de correlação foram feitas entre as variáveis musculares (O_2Hb , DHb, HbT e IST) alcançadas no último minuto do TC6min e idade, peso, altura, IMC, força muscular periférica (1RM e prensão manual), força muscular respiratória (PImax e PEmax), composição corporal (resistência, %massa magra e % massa gorda) e desempenho no TC6min (% do previsto alcançado no TC6min). Os dados musculares apresentaram baixa correlação com a maioria das variáveis citadas acima ($-0.007 \leq r \leq 0.47$), porém, relações moderadas foram encontradas quando a O_2Hb e a HbT foram correlacionadas com medidas de força muscular respiratória (O_2Hb e Pimax % previsto: $r = -0.53$; O_2Hb e PEmax % previsto: $r = -0.55$) (HbT e

Pimax % previsto: $r=-0.53$; HbT e PEmax % previsto: $r=-0.56$), e também quando a DHb alcançada no último minuto do teste foi correlacionada com a idade dos sujeitos estudados ($r=-0.53$).

As médias das variáveis musculares (O_2Hb , DHb, HbT e IST) durante todo o TC6min foram correlacionadas com a idade, peso, altura, IMC, força muscular periférica (1RM e preensão manual), força muscular respiratória (PImax e PEmax), composição corporal (resistência, %massa magra e % massa gorda) e desempenho no TC6min (% do previsto alcançado no TC6min). Foram apresentados valores moderados de correlação entre variáveis musculares (O_2Hb , DHb, HbT e IST) e dados de composição corporal (na Tabela 2) e valores fracos de correlação entre as mesmas variáveis musculares (O_2Hb , DHb, HbT e IST) e os demais dados supra citados ($-0.005 \leq r \leq 0.41$).

Tabela 2. Correlação entre variáveis musculares (O_2Hb , DHb, HbT e IST) durante o TC6min e dados de composição corporal (n=15).

	Resistência	%massa magra	%massa gorda
Oxihemoglobina (O_2Hb)	$r=0.29$	$r=-0.10$	$r=0.10$
Deoxihemoglobina (DHb)	$r=0.57^*$	$r=-0.53^*$	$r=0.52^*$
Hemoglobina Total (HbT)	$r=0.50^*$	$r=-0.39$	$r=0.39$
Índice de saturação tecidual (IST)	$r=-0.50^*$	$r=0.33$	$r=-0.32$

Legenda: * $p<0.05$.

Nas análises de correlação realizadas entre variáveis ventilatórias e musculares e entre dados de FC coletados ao longo dos seis minutos do TC6min (a cada 5 segundos) e variáveis musculares, correlações fracas foram encontradas entre variáveis ventilatórias (VO_2 , VE, QR e VCO_2) e a O_2Hb e a HbT ($0.02 \leq r \leq 0.28$); e entre a %FC máxima e as mesmas variáveis musculares (O_2Hb : $r=-0.21$; HbT: $r=0.02$). Por outro lado, o IST e a DHb apresentaram forte correlação com as

variáveis ventilatórias (Figura 7: A, B, C e D; Figura 8: A, B, C e D) e com a %FC máxima, (IST e %FCmax: $r=-0.82$; DHb e %FCmax: $r=0.81$).

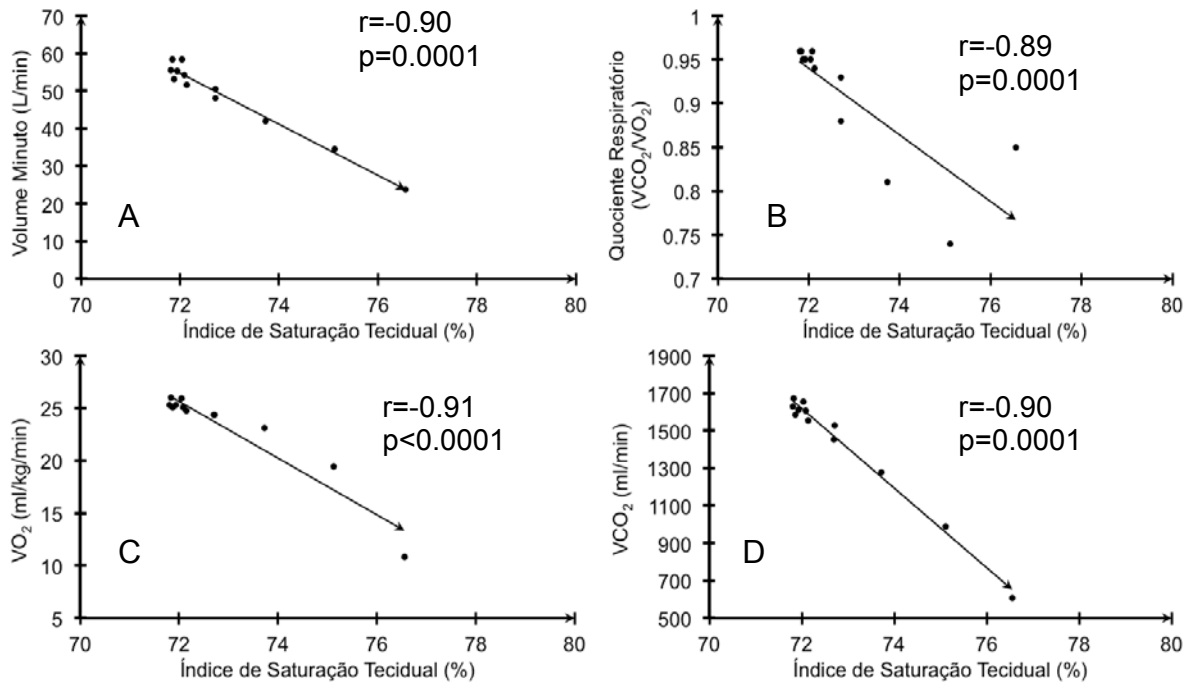


Figura 7. Correlação entre o IST e variáveis ventilatórias (VE, QR, VO_2 e VCO_2) durante o TC6min (n=15). Legenda: VO_2 : consumo de oxigênio; VCO_2 : produção de gás carbônico.

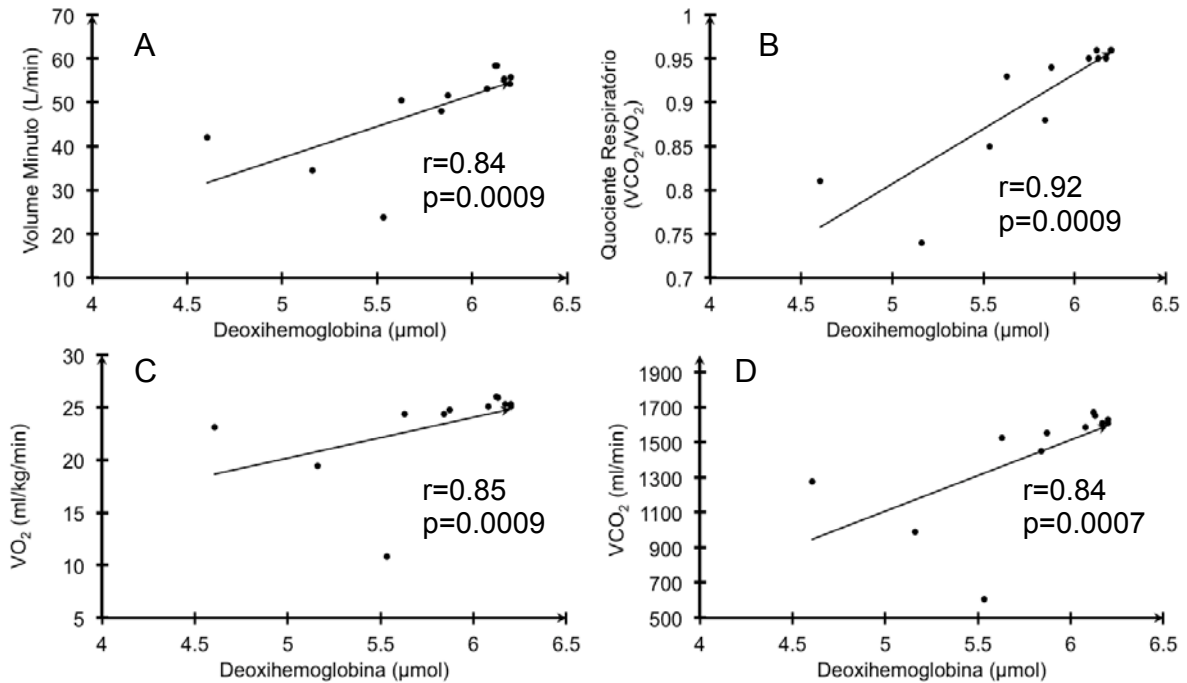


Figura 8. Correlação entre a DHb e variáveis ventilatórias (VE, QR, VO_2 e VCO_2) durante o TC6min (n=15). Legenda: VO_2 : consumo de oxigênio; VCO_2 : produção de gás carbônico; µmol: micromol.

Discussão

Os objetivos do presente estudo foram descrever os níveis de oxigenação muscular e variáveis ventilatórias antes, durante e após o TC6min em adultos jovens saudáveis, verificar se há diferenças entre gêneros nas mesmas variáveis, assim como analisar a relação entre as variáveis musculares e ventilatórias coletadas no TC6min e variáveis musculares, de desempenho e de composição corporal da mesma população.

Os resultados encontrados confirmaram nossas hipóteses formuladas inicialmente, demonstrando diminuição da oxigenação muscular e aumento de variáveis ventilatórias e de FC durante o TC6min e diferenças entre gêneros nas três fases de avaliação (Figuras 4, 5 e 6). Além disso, foi encontrada relação entre

variáveis ventilatórias, cardíacas, musculares e de composição corporal nos sujeitos estudados.

As variáveis musculares (Figura 4) apresentaram um padrão de resposta inverso aos demonstrados pelas variáveis ventilatórias, o que, como já salientado, exemplifica o metabolismo aeróbio celular do músculo VL durante o padrão de caminhada. Hiroyuki et al. (2002) estudaram oito jovens saudáveis (28 ± 0.7 anos), praticantes irregulares de atividade física, utilizando o sistema *NIRS* durante padrões de caminhada e corrida. Assim como em nosso estudo (TC6min), ao início da caminhada foi possível observar uma diminuição brusca da HbT (fluxo sanguíneo) no músculo VL seguida de uma manutenção de seus valores com subsequente e discreto aumento. Por outro lado, no estudo de Ding et al. (2001), foi demonstrado aumento na HbT (fluxo sanguíneo) do músculo VL durante um exercício em cicloergômetro, fato que pode ter ocorrido pelo maior uso do VL durante essa atividade específica (ciclismo) e por se tratar de um teste de carga incremental máximo.

O fato do fluxo sanguíneo (HbT) ter diminuído no músculo VL durante o TC6min e ter aumentado em pequena proporção ao longo do teste (Figura 4), pode ser justificado pela ativação de um maior grupo muscular que acontece durante a marcha, de forma que a intensidade específica de músculos maiores como o vasto medial e o reto femoral é próxima à que acontece em músculos menores como gastrocnêmio e sóleo (Franz e Kram, 2012; Winter e Yack, 1987).

Ding et al. (2001) relataram diminuição na O_2Hb do VL durante um teste incremental em cicloergômetro, avaliando 26 jovens saudáveis (19-23 anos), dado similar ao apresentado pelo presente estudo em relação ao TC6min (Figura 4). No entanto, vale ressaltar que o padrão de movimento no TC6min é diferente, fato esse

que pode ser responsável pelo comportamento de curva menos acentuado. É importante mencionar também que no estudo citado anteriormente foram avaliados atletas de corrida de elite (n=18), que apresentaram uma menor e mais lenta queda na O₂Hb durante o teste incremental quando comparados aos jovens não atletas.

Outro ponto importante a ser discutido é que alguns estudos relatam que o aumento da HbT durante o exercício é pequeno em relação ao aumento da utilização de oxigênio (representado pela queda da O₂Hb ou aumento da DHb) (DeLorey et al., 2003; Harper et al., 2006). Entretanto, esses estudos realizaram análises durante testes em cicloergômetro (que ultrapassou 6 minutos de duração) e exercício de extensão de joelho, respectivamente. O padrão diferente apresentado por essas variáveis (O₂Hb e HbT) no presente estudo (Figura 4), pode ser devido à característica submáxima, de caminhada auto-selecionada e de curta duração do TC6min, de forma que este não seja suficiente para provocar grandes quedas na O₂Hb, aumentos na DHb ou alterações importantes da HbT do músculo VL de adultos jovens saudáveis.

Com relação ao comportamento da DHb em nosso estudo (Figura 4), foi possível observar no TC6min (carga constante auto determinada) o esforço provocado não foi suficiente para gerar alterações nessa variável, que se mantém praticamente estável durante todo o teste. Tal dado está em acordo com os resultados apresentados por Kime et al., (2013) envolvendo sujeitos saudáveis em um exercício cíclico que também teve duração de seis minutos. Por outro lado, Chin et al. (2011) demonstraram aumento exponencial e progressivo da DHb no músculo VL em jovens saudáveis durante o teste incremental em cicloergômetro, o que provavelmente ocorreu pela característica incremental do teste..

Belardinelli et al. (1995) observaram uma redução constante do IST (no VL)

durante um teste incremental em cicloergômetro, sendo mais pronunciada aos 4 minutos do teste que durou em média 10,2 minutos, em adultos saudáveis (33.8 ± 5.4). Outro dado importante, é que a CI foi utilizada simultaneamente, mostrando que à medida que o IST diminuía o VO_2 e o VCO_2 aumentavam. Esses achados vão de encontro com os encontrados no presente estudo em ambas as avaliações (muscular e ventilatória) (Figuras 4 e 5), porém com padrões de curva diferenciados provavelmente pelas características do protocolo de exercício.

O comportamento das variáveis ventilatórias (VE , QR , VO_2 e VCO_2) apresentou padrões de resposta esperados de acordo com o teste proposto e com a população estudada (Figura 5). Isso está de acordo com o estudo de DaSilva et al. (2010), no qual os autores realizaram análise ventilatória em sujeitos saudáveis durante caminhada de ritmo auto-selecionado. Tais autores demonstraram valores de VE , QR e VO_2 (~ 60 l/min, ~ 1.15 e ~ 30 ml/l/min, respectivamente) próximos aos encontrados no presente estudo, já que no TC6min a velocidade também é ditada pelo próprio sujeito. Além disso, a cinética do VO_2 observada durante o TC6min (Figura 5) foi compatível com o exercício submáximo e similar à encontrada no estudo de Inbar et al. (2013) durante atividades com caiaque e bicicleta, também consideradas de intensidade moderada.

No presente estudo, as respostas cardíacas demonstraram aparente tendência linear e estabilização dos dados após, aproximadamente, o terceiro minuto (Figura 6). Tal achado, característico de um teste submáximo, confirma resultados apresentados recentemente (Tonelli et al., 2014). Nesse sentido, assim como no presente estudo, vários outros demonstram aumento da FC durante o esforço, proporcionalmente à intensidade do exercício (Ding, 2001; Hiroyuki et al., 2002; Lai et al., 2006). Outro ponto importante é que a % da FC máxima alcançada

no TC6min foi bem semelhante à encontrada em outros estudos que utilizaram o mesmo teste (Britto et al., 2013; Camarri et al., 2006; Iwama et al., 2009).

Comparações entre gêneros (Figuras 4 e 5) demonstraram valor mais alto de HbT no repouso para o sexo feminino, porém, para o sexo masculino, as variáveis VE, QR e VCO₂ foram maiores no repouso e o VO₂ foi maior na recuperação. Tais achados podem ser atribuídos a possíveis diferenças no nível de aptidão física (por exemplo: potência aeróbia máxima) e/ou estrutura muscular (por exemplo: disposição de tipos de fibras musculares) dos participantes, que não foram mensurados no presente estudo. Além disso, foi comprovado previamente que homens apresentam maior VO₂ quando comparados às mulheres (DaSilva et al., 2011). Entretanto, isso não ocorreu nas fases pré-teste e teste, provavelmente, por causa da similaridade entre os grupos (homens e mulheres) no presente estudo e da característica submáxima do TC6min. Com relação à maior inclinação do VCO₂ ao longo do TC6min para os homens (Figura 5), esta pode ter ocorrido pela maior quantidade de massa muscular existente no organismo desse grupo, com consequente maior uso do mecanismo compensatório de produção de CO₂, que ocorre como forma de preparar o organismo para uma possível corrida, o que não acontece com o VO₂.

O presente estudo também demonstrou que a composição corporal tem relação com as variáveis musculares durante o TC6min (Tabela 2). Os resultados apresentados por van Beekvelt et al. (2001), que avaliaram o fluxo sanguíneo do antebraço de 78 voluntários saudáveis (28 ± 12 anos), mostram que a espessura do tecido adiposo influencia as medidas de *NIRS*. Entretanto, o fabricante do *Portamon*[®] garante que o mesmo é capaz de compensar diferenças de espessuras teciduais durante a avaliação (DeLorey et al., 2004). Com base nessa afirmação, os

resultados do presente estudo indicam que a composição corporal apresenta relação com os níveis de desoxigenação e saturação tecidual sem a influência de erros de medida.

As correlações moderadas apresentadas entre a O_2Hb e a HbT no último minuto do TC6min e a força muscular respiratória (PI_{max} e PE_{max}) levam à interpretação de que indivíduos com maior força muscular respiratória conseguem um maior desempenho muscular no teste. Consequentemente, ocorrem diminuições da O_2Hb e do fluxo sanguíneo (HbT) local, que deve ser redirecionado para grupos musculares mais utilizados durante a marcha.

Além disso, a correlação significativa entre a DHb no último minuto do TC6min e a idade dos sujeitos estudados é esperada, já que estudos têm demonstrado uma desoxigenação muscular maior em indivíduos mais velhos (DeLorey et al., 2004; Murias et al., 2010) ou com DPOC (Chiappa et al., 2008), principalmente tratando-se de pessoas irregularmente ativas e sedentárias. É importante ressaltar, no entanto, que os sujeitos classificados como sedentários pelo *IPAQ* no presente estudo, não eram mais velhos que o restante da amostra. Outro ponto importante é que a baixa variabilidade de níveis de força muscular periférica pode explicar a fraca correlação demonstrada no presente estudo entre as mesmas e as variáveis provenientes da análise muscular.

De acordo com o conhecimento dos autores, o presente estudo foi o primeiro a demonstrar que há forte correlação entre o IST e DHb e variáveis ventilatórias e % FC máxima em jovens saudáveis ao longo do TC6min (Figuras 7 e 8). Esse fato indica novamente que a resposta muscular altera o nível de saturação em médio prazo devido a maior necessidade do suporte de oxigênio e consequente “desnutrição” das moléculas de hemoglobina. Seguidamente, ocorrem variações da

frequência cardíaca para “gerenciar” tal suporte, assim como, um aumento de variáveis ventilatórias relacionadas à captação do oxigênio.

Os resultados descritos no parágrafo anterior concordam com o estudo de Murias et al. (2013), porém durante exercício em cicloergômetro. Além disso, vão de acordo com estudos realizados com pacientes com DPOC (Okamoto et al., 2003; Tabira et al., 2012), que, apesar da doença crônica, também demonstraram correlação significativa entre variáveis musculares e ventilatórias ao longo do teste de esforço.

Vale ressaltar que, no modelo de exercício utilizado durante o TC6min (caminhada), músculos como gastrocnêmio, sóleo e anterior da tíbia podem exercer intensidade semelhante ou superior à apresentada pelo VL. Assim, caso fossem incluídos em um processo avaliativo totalizando os dois hemisférios, poderiam hipoteticamente alterar os resultados do presente estudo, fortalecendo ainda mais a relação direta entre os sistemas fisiológicos periféricos. No estudo de Wang et al. (2012), que comparou a influência dos músculos VL e gastrocnêmio lateral em um modelo de regressão sobre capacidade aeróbia durante teste incremental, foram encontradas influências similares de ambos os músculos, o que fortalece as hipóteses de interpretação do presente estudo.

Conclusão

Os resultados do presente estudo nos permitem concluir que existe forte relação entre os sistemas fisiológicos muscular e ventilatório durante a realização de um exercício submáximo de moderada duração (TC6min) em jovens adultos saudáveis, sendo que mulheres parecem apresentar maiores valores de variáveis

musculares no repouso e homens maiores valores de variáveis ventilatórias no repouso e na recuperação. Além disso, há relação entre o metabolismo muscular e a composição corporal e a força muscular respiratória na mesma população.

Finalmente, é possível afirmar que os resultados apresentados e discutidos no presente estudo fornecem importantes informações fisiológicas (musculares e ventilatórias) relacionadas a sujeitos jovens e saudáveis durante o TC6min. Tais achados contribuem com a literatura e podem facilitar, a partir de então, o entendimento do comportamento dessas variáveis durante o TC6min em indivíduos idosos e com doenças pulmonares crônicas, pois estes sujeitos possuem alterações musculares e pulmonares, características do processo do envelhecimento e da doença, respectivamente. Nesse sentido, estudos futuros são necessários para confirmar a veracidade da hipótese de que há alterações também nas análises de *NIRS* e de *CI* em sujeitos idosos e com doença pulmonar crônica, quando comparados a sujeitos jovens e saudáveis, no TC6min.

Os autores sugerem ainda que novas pesquisas devem incluir maior número de participantes e abranger as avaliações periféricas para uma ampla gama de músculos envolvidos durante a realização do movimento proposto, e ainda incluir os hemisférios dominante e não dominante nesse tipo de exame.

REFERÊNCIAS

- Akkermans, M. A., Sillen, M. J. H., Wouters, E. F. M., e Spruit, M. A. 2012. Validation of the oxycon mobile metabolic system in healthy subjects. *J Sports Sci Med*, **11**(1), 182–183. Retrieved from <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3737831andtool=pmcentrezandrendertype=abstract>
- ATS. 2002. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*, **166**(1), 111–117. doi:10.1164/rccm.166/1/111
- Beekley, A. C., Martin, M. J., Nelson, T., Grathwohl, K. W., Griffith, M., Beilman, G., e Holcomb, J. B. 2010. Continuous Noninvasive Tissue Oximetry in the Early Evaluation of the Combat Casualty : A Prospective Study. *J Trauma*, **69**(1), 14–25. doi:10.1097/TA.0b013e3181e42326
- Belardinelli, R., Georgiou, D., e Barstow, T. J. 1995. Near infrared spectroscopy and changes in skeletal muscle oxygenation during incremental exercise in chronic heart failure: a comparison with healthy subjects. *G Ital Cardiol*, **25**(6), 715–724. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7649420>
- Black, L., e Hyatt, R. 1969. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis*, **99**(5), 696–701. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5772056>
- Britto, R. R., Probst, V. S., de Andrade, A. F. D., Samora, G. A. R., Hernandes, N. A., Marinho, P. E. M., e Parreira, V. F. 2013. Reference equations for the six-minute

walk distance based on a Brazilian multicenter study. *Braz J Phys Ther*, **17**(6), 556–563. doi:10.1590/S1413-35552012005000122

Brown, L. E., e Weir, J. P. 2001. ASEP procedures recommendation1: Accurate assessment of muscular strength and power. *J Exerc Physiol*, **4**(3), 1–21. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&dq=intitle:JEP+online+Journal+of+Exercise+Physiology+online#0>

Buchheit, M., Laursen, P. B., e Ahmaidi, S. 2009. Effect of prior exercise on pulmonary O₂ uptake and estimated muscle capillary blood flow kinetics during moderate-intensity field running in men. *J Appl Physiol (Bethesda, Md. : 1985)*, **107**(2), 460–470. doi:10.1152/jappphysiol.91625.2008

Buchheit, M., Ufland, P., Haydar, B., Laursen, P. B., e Ahmaidi, S. 2011. Reproducibility and sensitivity of muscle reoxygenation and oxygen uptake recovery kinetics following running exercise in the field. *Clin Physiol Funct Imaging*, **31**(5), 337–346. doi:10.1111/j.1475-097X.2011.01020.x

Camarri, B., Eastwood, P. R., Cecins, N. M., Thompson, P. J., e Jenkins, S. 2006. Six minute walk distance in healthy subjects aged 55-75 years. *Respir Med*, **100**(4), 658–665. doi:10.1016/j.rmed.2005.08.003

Chang, J., e Froelicher, V. 1994. Clinical and exercise test markers of prognosis in patients with stable coronary artery disease. *Curr Probl Cardiol.*, **19**(9), 539–587. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0146280694900108>

Chiappa, G. R., Borghi-Silva, A., Ferreira, L. F., Carrascosa, C., Oliveira, C. C., Maia, J., e Neder, J. A. 2008. Kinetics of muscle deoxygenation are accelerated at the onset of heavy-intensity exercise in patients with COPD: relationship to central cardiovascular dynamics. *J Appl Physiol (Bethesda, Md. : 1985)*, **104**(5), 1341–1350. doi:10.1152/jappphysiol.01364.2007

Chin, L. M. K., Kowalchuk, J. M., Barstow, T. J., Kondo, N., Amano, T., Shiojiri, T., e Koga, S. 2011. The relationship between muscle deoxygenation and activation in different muscles of the quadriceps during cycle ramp exercise. *J Appl Physiol*, **111**(5), 1259–1265. doi:10.1152/jappphysiol.01216.2010

Cohn, S. M., Nathens, A. B., Moore, F. A., Puyana, J. C., Moore, E. E., Beilman, G. J., e StO₂ in Trauma Patients Trial Investigators. 2007. Tissue oxygen saturation predicts the development of organ dysfunction during traumatic shock resuscitation. *J Trauma*, **62**(1), 44-54. doi:10.1097/TA.0b013e31802eb817

Costa, D., Gonçalves, H., e Lima, L. 2010. New reference values for maximal respiratory pressures in the Brazilian population. *J Bras Pneumol*, **36**(3), 306–312.

DaSilva, S. G., Guidetti, L., Buzzachera, C. F., Elsangedy, H. M., Krinski, K., Krause, M. P., e Baldari, C. 2010. Age and physiological, perceptual, and affective responses during walking at a self-selected pace. *Percept Mot Skills*, **111**(3), 963–978. doi:10.2466/06.10.13.PMS.111.6.963-978

DaSilva S. G., Guidetti L., Buzzachera C. F., Elsangedy H. M., Krinski K., De Campos W., e Goss F. L. B. C. 2011. Gender-based differences in substrate use during exercise at a self-selected pace. *J Strength Cond Res*, **25**(9), 2544–2551. Retrieved from <http://journals.lww.com/nsca->

jscr/Abstract/2011/09000/Gender_Based_Differences_in_Substrate_Use_During.25.aspx

De Blasi, R. A., Luciani, R., Punzo, G., Arcioni, R., Romano, R., Boezi, M., e Menè, P. 2009. Microcirculatory changes and skeletal muscle oxygenation measured at rest by non-infrared spectroscopy in patients with and without diabetes undergoing haemodialysis. *Crit Care*, **13 Suppl 5**, S9. doi:10.1186/cc8007

DeLorey, D. S., Kowalchuk, J. M., e Paterson, D. H. 2003. Relationship between pulmonary O₂ uptake kinetics and muscle deoxygenation during moderate-intensity exercise. *J Appl Physiol (Bethesda, Md. : 1985)*, **95**(1), 113–120. doi:10.1152/jappphysiol.00956.2002

DeLorey, D. S., Kowalchuk, J. M., e Paterson, D. H. 2004. Effect of age on O₂ uptake kinetics and the adaptation of muscle deoxygenation at the onset of moderate-intensity cycling exercise. *J Appl Physiol (Bethesda, Md. : 1985)*, **97**(1), 165–172. doi:10.1152/jappphysiol.01179.2003

Ding, H., Wang, G., Lei, W., Wang, R., Huang, L., Xia, Q., e Wu, J. 2001. Non-invasive quantitative assessment of oxidative metabolism in quadriceps muscles by near infrared spectroscopy. *Br J Sports Med*, **35**(6), 441–444. doi:10.1136/bjism.35.6.441

Ekkekakis, P. 2009. Illuminating the black box: investigating prefrontal cortical hemodynamics during exercise with near-infrared spectroscopy. *J Sport Exerc Psychol*, **31**(4), 505–553. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19842545>

Fox, S., e Haskell, W. 1968. Physical activity and the prevention of coronary heart disease. *Bull N Y Acad Med*, **44**(8), 950–965. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1750298/>

Franz, J. R., e Kram, R. 2012. The effects of grade and speed on leg muscle activations during walking. *Gait Posture*, **35**(1), 143–147.
doi:10.1016/j.gaitpost.2011.08.025.The

Gibbons, R. J., Balady, G. J., Beasley, J. W., Bricker, J. T., Duvernoy, W. F., Froelicher, V. F., Mark, D. B., Marwick, T. H., McCallister, B. D., Thompson, P. D. Jr, Winters, W. L., Yanowitz, F. G., Ritchie, J. L., Gibbons, R. J., Cheitlin, M. D., Eagle, K. A., Gardner, T. J., Garson, A. Jr, Lewis, R. P., O'Rourke, R. A., e Ryan, T. J. 1997. ACC / AHA PRACTICE GUIDELINES ACC / AHA Guidelines for Exercise Testing A Report of the American College of Cardiology / American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Exercise Testing), *J Am Coll Cardiol*, **30**(1), 260–311.

Group, W. W. 1986. Use and interpretation of anthropometric indicators of nutritional status. *Bull World Health Organ*, **64**(6), 929–941. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2490974/>

Harper, A. J., Ferreira, L. F., Lutjemeier, B. J., Townsend, D. K., e Barstow, T. J. 2006. Human femoral artery and estimated muscle capillary blood flow kinetics following the onset of exercise. *Exp Physiol*, **91**(4), 661–671.
doi:10.1113/expphysiol.2005.032904

Helgerud, J. 1994. Maximal oxygen uptake, anaerobic threshold and running economy in women and men with similar performances level in marathons. *Eur J*

Appl Physiol Occup Physiol, **68**(2), 155–161. Retrieved from
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8194545>

Hiroyuki, H., Hamaoka, T., Sako, T., Nishio, S., Kime, R., Murakami, M., e
Katsumura, T. 2002. Oxygenation in vastus lateralis and lateral head of
gastrocnemius during treadmill walking and running in humans. *Eur J Appl Physiol*,
87(4-5), 343–349. doi:10.1007/s00421-002-0644-y

Inbar, O., Faina, M., Demarie, S., e Whipp, B. J. 2013. VO_2 Kinetics during Moderate
Effort in Muscles of Different Masses and Training Level. *ISRN Physiol*, **14**
supplement, 1-9.

Isosu, T., Obara, S., Hosono, A., Ohashi, S., Nakano, Y., Imaizumi, T., e Murakawa,
M. 2013. Validation of continuous and noninvasive hemoglobin monitoring by pulse
CO-oximetry in Japanese surgical patients. *J Clin Monit Comput*, **27**(1), 55–60.
doi:10.1007/s10877-012-9397-2

Iwama, A. M., Andrade, G. N., Shima, P., Tanni, S. E., Godoy, I., e Dourado, V. Z.
2009. The six-minute walk test and body weight-walk distance product in healthy
Brazilian subjects. *Braz J Med Biol Res*, **42**(11), 1080–1085. Retrieved from
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19802464>

Kime, R., Fujioka, M., Osawa, T., Takagi, S., Niwayama, M., Kaneko, Y., Osada, T.,
e Murase, N. K. T. 2013. Which is the best indicator of muscle oxygen extraction
during exercise using NIRS?: Evidence that HHb is not the candidate. *Adv Exp Med
Biol*, **789**, 163–169. doi:10.1007/978-1-4614-7411-1

Kyle, U. G., Genton, L., Karsegard, L., Slosman, D. O., e Pichard, C. 2001. Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20--94 years.

Nutrition, **17**(3), 248–253. Retrieved from

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11312069>

Lai, N., Dash, R. K., Nasca, M. M., Saidel, G. M., e Cabrera, M. E. 2006. Relating pulmonary oxygen uptake to muscle oxygen consumption at exercise onset: in vivo and in silico studies. *Eur J Appl Physiol*, **97**(4), 380–394. doi:10.1007/s00421-006-0176-y

Lewis, D. A. , Kamon, E., e Hodgson, J. L. 1986. Physiological differences between genders: Implications for sports conditioning. *Sports Med*, **3**(5), 357-369.

Lukaski, H. 1987. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *Am J Clin Nutr*, **46**(4), 537–556. Retrieved from

<http://ajcn.nutrition.org/content/46/4/537.short>

Luna-Heredia, E., Martín-Peña, G., e Ruiz-Galiana, J. 2005. Handgrip dynamometry in healthy adults. *Clin Nutr*, **24**(2), 250–258. doi:10.1016/j.clnu.2004.10.007

Marciniuk, D. D., Johnson, B. D., Neder, J. A., e O'Donnell, D. E. 2013.

Cardiopulmonary exercise testing. *Pulm. Medicine*, **2013**, 1.

doi:10.1155/2013/686104

Matsudo, S., Araújo, T., Matsudo, V., Andrade, D., Andrade, E., Oliveira, L., e

Braggion, G. 2001. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): Estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Rev bras ativ fís saúde*, **6**(2), 5–18.

Miller, M. R., Hankinson, J., Brusasco, V., Burgos, F., Casaburi, R., Coates, A., e Wanger, J. 2005. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*, **26**(2), 319–338. doi:10.1183/09031936.05.00034805

Mohler, E. R., Lech, G., Supple, G. E., Wang, H., e Chance, B. 2006. Impaired exercise-induced blood volume in type 2 diabetes with or without peripheral arterial disease measured by continuous-wave near-infrared spectroscopy. *Diabetes Care*, **29**(8), 1856–1859. doi:10.2337/dc06-0182

Moore, F. A., Nelson, T., Mckinley, B. A., e Moore, E. E. 2008. Massive Transfusion in Trauma Patients : Tissue Hemoglobin Oxygen Saturation Predicts Poor Outcome, *J Trauma*, **64**(4), 1010-1023. doi:10.1097/TA.0b013e31816a2417

Murias, J. M., Kowalchuk, J. M., e Paterson, D. H. 2010. Speeding of VO₂ kinetics with endurance training in old and young men is associated with improved matching of local O₂ delivery to muscle O₂ utilization. *J Appl Physiol* , **108**(4), 913–922. doi:10.1152/jappphysiol.01355.2009

Murias, J. M., Spencer, M. D., Keir, D. A., e Paterson, D. H. 2013. Systemic and vastus lateralis muscle blood flow and O₂ extraction during ramp incremental cycle exercise. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* , **304**(9), R720–5. doi:10.1152/ajpregu.00016.2013

Okamoto, T., Kanazawa, H., Hirata, K., e Yoshikawa, J. 2003. Evaluation of oxygen uptake kinetics and oxygen kinetics of peripheral skeletal muscle during recovery from exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Clin Physiol Funct Imaging*, **23**(5), 257–62. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12950322>

Pate, R., Pratt, M., Blair, S., e Haskell, W. 1995. Physical activity and public health: a recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA*, **273**(5), 402–407. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7823386>

Pereira, C. A. D. C., Sato, T., e Rodrigues, S. C. 2007. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *J Bras Pneumol*, **33**(4), 397–406. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17982531>

Robergs, R., e Landwehr, R. 2002. The surprising history of the “HRmax= 220-age” equation. *J Exerc Physiol*, **5**(2), 1–10. Retrieved from <http://www.cyclingfusion.com/pdf/220-Age-Origins-Problems.pdf>

Schlüssel, M. M., dos Anjos, L. A., de Vasconcellos, M. T. L., e Kac, G. 2008. Reference values of handgrip dynamometry of healthy adults: a population-based study. *Clin Nutr*, **27**(4), 601–607. doi:10.1016/j.clnu.2008.04.004

Tabira, K., Horie, J., Fujii, H., Aida, T., Ito, K.-I., Fukumoto, T., e Ishihara, H. 2012. The relationship between skeletal muscle oxygenation and systemic oxygen uptake during exercise in subjects with COPD: a preliminary study. *Respir Care*, **57**(10), 1602–1610. doi:10.4187/respcare.01602

Takaishi, T., Ishida, K., Katayama, K., Yamazaki, K., Yamamoto, T., e Moritani, T. 2002. Effect of cycling experience and pedal cadence on the near-infrared spectroscopy parameters. *Med Sci Sports Exerc*, **34**(12), 2602–2071. doi:10.1249/01.MSS.0000039304.91231.76

Tonelli, A. R., Wang, X. F., Alkukhun, L., Zhang, Q., Dweik, R. A., e Minai, O. A. 2014. Heart rate slopes during 6-min walk test in pulmonary arterial hypertension, other lung diseases, and healthy controls. *Physiol Rep*, **2**(6), 1–11.

doi:10.14814/phy2.12038

Van Beekvelt, M. C., Borghuis, M. S., Van Engelen, B. G., e Wevers, R. A. C. W. 2001. Adipose tissue thickness affects in vivo quantitative near-IR spectroscopy in human skeletal muscle. *Clin Sci (Lond)*, **101**(1), 21–28. Retrieved from

<http://www.clinsci.org/cs/101/cs1010021.htm>

Wang, B., Xu, G., Tian, Q., Sun, J., Sun, B., e Zhang, L. 2012. Differences between vastus lateralis and gastrocnemius lateralis in the assessment ability of breakpoints of muscle oxygenation for aerobic capacity indices during an incremental cycling exercise. *J Sports Sci Med*, **11**(4), 606–613. Retrieved from

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3763305/>

Winter, D. A., e Yack, H. J. 1987. EMG profiles during normal human walking: stride-to-stride and inter-subject variability. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, **67**(5), 402–11. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2444408>

Wise, R. A, e Brown, C. D. 2005. Minimal clinically important differences in the six-minute walk test and the incremental shuttle walking test. *COPD*, **2**(1), 125–9.

Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17136972>

CONCLUSÃO GERAL

Os resultados do presente estudo nos permitem concluir que existe forte relação entre variáveis musculares e ventilatórias durante a realização de um exercício de característica submáxima e aeróbia de moderada duração (TC6min) em jovens adultos saudáveis, sendo que mulheres parecem apresentar maiores valores de variáveis musculares no repouso e homens maiores valores de variáveis ventilatórias no repouso e na recuperação. Além disso, há relação entre o metabolismo muscular e a composição corporal e a força muscular respiratória na mesma população.

Finalmente, é possível afirmar que os resultados apresentados e discutidos no presente estudo fornecem importantes informações fisiológicas (musculares e ventilatórias) relacionadas a sujeitos jovens e saudáveis durante o TC6min. Tais achados contribuem com a literatura e podem facilitar, a partir de então, o entendimento das alterações musculares e pulmonares comprovadamente presentes em indivíduos idosos e com doenças pulmonares crônicas durante o TC6min. Nesse sentido, estudos futuros são necessários para confirmar a veracidade da hipótese de que há alterações também nas análises de *NIRS* e de *CI* em sujeitos idosos e com doença pulmonar crônica, quando comparados a sujeitos jovens e saudáveis, no TC6min.

Novas pesquisas devem incluir maior número de participantes e abranger as avaliações periféricas para uma ampla gama de músculos envolvidos durante a realização do movimento proposto, e ainda incluir os hemicorpos dominante e não dominante nesse tipo de exame.

REFERÊNCIAS

1. Chang J, Froelicher V. Clinical and exercise test markers of prognosis in patients with stable coronary artery disease. *Curr Probl Cardiol.* 1994; 19(9): 539–587. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0146280694900108>
2. Pate R, Pratt M, Blair S, Haskell W. Physical activity and public health: a recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *Jama.* 1995; 273(5): 402–407. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7823386>
3. Gibbons RJ, Balady GJ, Beasley JW, Bricker JT, Duvernoy WFC, Froelicher VF, et al. ACC / AHA PRACTICE GUIDELINES ACC / AHA Guidelines for Exercise Testing A Report of the American College of Cardiology / American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Exercise Testing). *J Am Coll Cardiol.* 1997; 30(1): 260-311.
4. Marciniuk DD, Johnson BD, Neder JA, O'Donnell DE. Cardiopulmonary exercise testing. [Internet]. *Pulmonary medicine.* 2013; 1. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3691931andtool=pmc-entrezandrendertype=abstract>
5. ATS. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166: 111–117. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12091180>
6. Butland RJ, Pang J, Gross ER, Woodcock AA, Geddes DM. Two-, six-, and 12-minute walking tests in respiratory disease. *Br Med J (Clin Res Ed).* 1982; 284(6329): 1607-1608. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1498499andtool=pmc-entrezandrendertype=abstract>
7. Singh SJ, Morgan MD, Scott S, Walters D, Hardman AE. Development of a shuttle walking test of disability in patients with chronic airways obstruction. *Thorax.* 1992; 47(12): 1019–1024. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1021093andtool=pmc-entrezandrendertype=abstract>
8. Ramsbottom R, Brewer J, Williams C. A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. *Br J Sports Med.* 1988; 22(4):141–144. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1478728andtool=pmc-entrezandrendertype=abstract>
9. Cooper KH. A Means of Assessing Maximal Oxygen Intake. *JAMA.* 1968; 203(3): 201–204.
10. Wise RA, Brown CD. Minimal clinically important differences in the six-minute walk test and the incremental shuttle walking test. *COPD.* 2005; 2(1): 125–129. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17136972>

11. León-Carrión J, León-Domínguez U. Functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS): Principles and Neuroscientific Applications. In: Bright P Neuroimaging Methods. 1st ed. Rijeka: Intech; 2012. p. 47–74. Available from: http://www.intechopen.com/source/pdfs/28786/Intech-Functional_near_infrared_spectroscopy_fnirs_principles_and_neuroscientific_applications.pdf
12. De Blasi RA, Luciani R, Punzo G, Arcioni R, Romano R, Boezi M, et al. Microcirculatory changes and skeletal muscle oxygenation measured at rest by non-infrared spectroscopy in patients with and without diabetes undergoing haemodialysis. *Crit Care*. 2009; 13 Suppl 5: S9. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2786111andtool=pmc-entrezandrendertype=abstract>
13. Mohler ER, Lech G, Supple GE, Wang H, Chance B. Impaired exercise-induced blood volume in type 2 diabetes with or without peripheral arterial disease measured by continuous-wave near-infrared spectroscopy. *Diabetes Care*. 2006; 29(8): 1856–1859. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16873792>
14. Isosu T, Obara S, Hosono A, Ohashi S, Nakano Y, Imaizumi T, et al. Validation of continuous and noninvasive hemoglobin monitoring by pulse CO-oximetry in Japanese surgical patients. *J Clin Monit Comput*. 2013; 27(1): 55–60. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22986804>
15. Beekley AC, Martin MJ, Nelson T, Grathwohl KW, Griffith M, Beilman G, et al. Continuous Noninvasive Tissue Oximetry in the Early Evaluation of the Combat Casualty : A Prospective Study. *J Trauma*. 2010; 69 Suppl 1: S14–25.
16. Cohn SM, Nathens AB, Moore FA, Puyana JC, Moore EE, Beilman GJ, et al. Tissue oxygen saturation predicts the development of organ dysfunction during traumatic shock resuscitation. *J Trauma*. 2007; 62(1): 44–54.
17. Moore FA, Nelson T, Mckinley BA, Moore EE. Massive Transfusion in Trauma Patients : Tissue Hemoglobin Oxygen Saturation Predicts Poor Outcome. *J Trauma*. 2008; 64(4): 1010–1023. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18404069>
18. Ekkekakis P. Illuminating the black box: investigating prefrontal cortical hemodynamics during exercise with near-infrared spectroscopy. *J Sport Exerc Psychol*. 2009; 31(4): 505–553. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19842545>
19. Takaishi T, Ishida K. Effect of cycling experience and pedal cadence on the near-infrared spectroscopy parameters. *Med Sci Sports Exerc*. 2002; 34(12): 2062–2071. Available from: <http://europepmc.org/abstract/MED/12471317>
20. Buchheit M, Ufland P, Haydar B, Laursen PB, Ahmaidi S. Reproducibility and sensitivity of muscle reoxygenation and oxygen uptake recovery kinetics following running exercise in the field. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2011; 31(5): 337–346. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21771251>

21. Buchheit M, Laursen PB, Ahmaidi S. Effect of prior exercise on pulmonary O₂ uptake and estimated muscle capillary blood flow kinetics during moderate-intensity field running in men. *J Appl Physiol*. 2009; 107(2): 460–470. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19498090>
22. Okamoto T, Kanazawa H, Hirata K, Yoshikawa J. Evaluation of oxygen uptake kinetics and oxygen kinetics of peripheral skeletal muscle during recovery from exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2003; 23(5): 257–262. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12950322>
23. Tabira K, Horie J, Fujii H, Aida T, Ito K-I, Fukumoto T, et al. The relationship between skeletal muscle oxygenation and systemic oxygen uptake during exercise in subjects with COPD: a preliminary study. *Respir Care*. 2012; 57(10): 1602–1610. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22417907>
24. Lewis D a, Kamon E, Hodgson JL. Physiological differences between genders. Implications for sports conditioning. *Sports Med*. 1986; 3(5): 357–369. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3529284>
25. Casas A, Vilaro J, Rabinovich R, Mayer A, Barberà JA, Rodriguez-Roisin R, et al. Encouraged 6-min walking test indicates maximum sustainable exercise in COPD patients. *Chest*. 2005; 128(1): 55–61. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16002916>
26. Inbar O, Faina M, Demarie S, Whipp BJ. VO₂ Kinetics during Moderate Effort in Muscles of Different Masses and Training Level. 2013. *Physiology*. 2013: 3-9.
27. Goldstein RE. Exercise Capacity. In: Walker HK, Hall WD HJ. *Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations*. 3rd edition. Boston: Butterworths; 1990, 69-71.
28. Lipkin DP, Scriven a J, Crake T, Poole-Wilson P a. Six minute walking test for assessing exercise capacity in chronic heart failure. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1986; 292(6521): 653–655. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1339640andtool=pmc-entrezandrendertype=abstract>
29. Renner WF. Significance of the exercise tolerance test. *AMA Arch Ind Hyg Occup Med*. 1951; 3(2): 129–134. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9468069>
30. Ekelund LG, Haskell WL, Johnson JL, Whaley FS, Criqui MH SD. Physical fitness as a predictor of cardiovascular mortality in asymptomatic North American men. The Lipid Research Clinics Mortality Follow-up Study. *N Engl J Med*. 1988; 319(21): 1379–1384.
31. Myers J, Prakash M, Froelicher V. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med*. 2002; 346(11): 793–801. Available from: <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejmoa011858>

32. Wasserman K, Whipp B. Exercise physiology in health and disease. *Am Rev Respir Dis.* 1975; 112(2): 219-249. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/239617>
33. Weisman IM, Marciniuk D, Martinez FJ, Sciruba F, Sue D, Myers J, et al. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003; 167(2): 211–277. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12524257>
34. ERS Task Force, Palange P, Ward SA, Carlsen KH, Casaburi R, Gallagher CG, Gosselink R, O'Donnell DE, Puente-Maestu L, Schols AM, Singh S WB. Recommendations on the use of exercise testing in clinical practice. *Eur Respir J.* 2007; 29(1): 185–209. Available from: <http://erj.ersjournals.com/content/29/1/185.short>
35. Brouha L, Graybiel A, Heath C. The step test: a simple method of measuring physical fitness for hard muscular work in adult man. *Can Rev Biol.* 1943; 2: 86–92. Available from: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&dq=intitle:Step+test:+Simple+method+of+measuring+physical+fitness+for+hard+muscular+work+in+adult+man.#0>
36. Gibbons WJ, Fruchter N, Sloan S, Levy RD. Reference values for a multiple repetition 6-minute walk test in healthy adults older than 20 years. *J Cardiopulm Rehabil.* 2001; 21(2): 87–93. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11314289>
37. Li a M, Yin J, Yu CCW, Tsang T, So HK, Wong E, et al. The six-minute walk test in healthy children: reliability and validity. *Eur Respir J.* 2005; 25(6): 1057–1060. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15929962>
38. Britto RR, Probst VS, de Andrade AFD, Samora GAR, Hernandez NA, Marinho PEM, et al. Reference equations for the six-minute walk distance based on a Brazilian multicenter study. *Brazilian J Phys Ther.* 2013; 17(6): 556–563. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24271092>
39. Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Six minute walking distance in healthy elderly subjects. *Eur Respir J.* 1999; 14(2): 270–274. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10515400>
40. Gulmans VA, van Veldhoven NH, de Meer K HP. The six-minute walking test in children with cystic fibrosis: Reliability and validity. *Pediatr Pulmonol.* 1996; 22(2): 84–85. Available from: [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1099-0496\(199608\)22:2%3C85::AID-PPUL1%3E3.0.CO;2-I/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1099-0496(199608)22:2%3C85::AID-PPUL1%3E3.0.CO;2-I/abstract)
41. Guyatt GH, Sullivan MJ, Thompson PJ, Fallen EL, Pugsley SO, Taylor DW, et al. The 6-minute walk: a new measure of exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Can Med Assoc J.* 1985; 132(8): 919–923. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1345899&tool=pmc&entrez&rendertype=abstract>

42. Sinclair D, Ingram C. Controlled trial of supervised exercise training in chronic bronchitis. *Br Med J*. 1980; 280(6213): 519–521. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1601379/>
43. Roomi J, Johnson MM, Waters K, Yohannes A, Helm A CM. Respiratory rehabilitation, exercise capacity and quality of life in chronic airways disease in old age. *Age Aging*. 1996; 25(1): 12–16. Available from: <http://ageing.oxfordjournals.org/content/25/1/12.short>
44. Kadikar A, Maurer J, Kesten S. The six-minute walk test: a guide to assessment for lung transplantation. *J Hear Lung Transplant*. 1997; 16(3): 313–319. Available from: <http://europepmc.org/abstract/med/9087875>
45. Enright PL. The six-minute walk test. *Respir Care [Internet]*. 2003; 48(8): 783–785. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12890299>
46. Douglas C. A method for determining the total respiratory exchange in man. *J Physiol*. 1911; 42: 17–18. Available from: <http://scholar.google.com/scholar?hl=enandbtnG=Searchandq=intitle:A+method+for+determining+the+total+respiratory+exchange+in+man#0>
47. Blanc Y, Dimanico U. History of the Study of Skeletal Muscle Function with Emphasis on Kinesiological Electromyography. *Open Rehabil J*. 2010; 3(1): 84–93. Available from: <http://benthamopen.com/openaccess.php?torehj/articles/V003/SI0083TOREHJ/84TOREHJ.htm>
48. Gilmore KL, Meyers JE. Using surface electromyography in physiotherapy research. *Aust J Physiother*. Australian Physiotherapy Association. 1983; 29(1): 3–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25026429>
49. Bräunlich J, Beyer D, Mai D, Hammerschmidt S, Seyfarth H-J, Wirtz H. Effects of nasal high flow on ventilation in volunteers, COPD and idiopathic pulmonary fibrosis patients. *Respiration*. 2013; 85(4): 319–325. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23128844>
50. Akbari E, Zare A-H, Alipour A. The effect of oxybutynin on cardiac autonomic modulation in healthy subjects. *Clin Auton Res*. 2014; Epub Ahead of print. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24928796>
51. Rassi AN, Aljaroudi W, Naderi S, Alraies MC, Menon V, Rodriguez L, et al. Exercise stress echocardiography in patients with aortic stenosis: impact of baseline diastolic dysfunction and functional capacity on mortality and aortic valve replacement. *Cardiovasc Diagn Ther*. 2013; 3(4): 205–215. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3878118andtool=pmc-entrezandrendertype=abstract>
52. Rossi P, Gargne O, Ayme K, Gavarry O, Boussuges A. Inter-limb Changes in Arterial Function after Intense Cycling Exercise. *Int J Sports Med*. 2014; 2: Epub ahead of print. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24886921>

53. Ferrannini E. The theoretical bases of indirect calorimetry: a review. *Metabolism*. 1988; 37(3): 287–301. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3278194>
54. Blond E, Maitrepierre C, Normand S, Sothier M, Roth H, Goudable J, et al. A new indirect calorimeter is accurate and reliable for measuring basal energy expenditure, thermic effect of food and substrate oxidation in obese and healthy subjects. *Eur J Clin Nutr Metab*. Elsevier Ltd; 2011; 6(1): e7–e15. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S175149911000065X>
55. Binzoni T, Cooper CE, Wittekind AL, Beneke R, Elwell CE, Van De Ville D, et al. A new method to measure local oxygen consumption in human skeletal muscle during dynamic exercise using near-infrared spectroscopy. *Physiol Meas*. 2010; 31(9): 1257–1269. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20702918>
56. Jobsis F. Noninvasive, infrared monitoring of cerebral and myocardial oxygen sufficiency and circulatory parameters. *Science* (80-). 1977; 198: 1264–1267. Available from: <http://www.sciencemag.org/content/198/4323/1264.short>
57. Herschel W. Experiments on the refrangibility of the invisible rays of the sun. *Philos Trans R Soc London*. 1800; 90: 284–292. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/14786440008562602>
58. Vierordt K. Die quantitative Spektralanalyse in ihrer Anwendung auf Physiologie, Chemie und Technologie. Tübingen H Laupp'sche Buchhandlung. 1876; Available from: https://play.google.com/store/books/details/Karl_von_Vierordt_Die_quantitative_Spektralanalyse?id=4PRaAAAAQAAJ
59. Matthes K, Gross F. Registrierung der Lichtabsorption der Farbe des Blutes in zwei verschiedenen Spektralbezirken. *Naunyn-schmiedebergs Arch Pharmacol*. 1939; 191(2): 381–390.
60. Shadgan B, Reid W. Wireless near-infrared spectroscopy of skeletal muscle oxygenation and hemodynamics during exercise and ischemia. *Spectroscopy*. 2009; 23: 233–241. Available from: <http://www.hindawi.com/journals/jspec/2009/719604/abs/>
61. Geršak V, Geršak G. NIRS: Measuring changes in muscle oxygenation and the detection of muscle activity. *XIX IMEKO World Congr Fundam Appl Metrol*. 2009; 6(11): 1634–1639.
62. Leung T, Wittekind A, Binzoni T. Muscle Oxygen Saturation Measured Using “Cyclic NIR Signals” During Exercise. *Adv Exp Med Biol*. 2010; 662: 183-189. Available from: http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4419-1241-1_26
63. Tateishi Y, Yoshikawa T, Kanazawa H, Fujiwara H, Hirata K, Yoshikawa J, et al. Evaluation of peripheral muscle oxygenation during exercise by spatially resolved spectroscopy in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Osaka City Med J*. 2005; 51(2): 65–72. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16617683>

64. Tabira K, Horie J, Fujii H, Aida T, Ito K-I, Fukumoto T, et al. The relationship between skeletal muscle oxygenation and systemic oxygen uptake during exercise in subjects with COPD: a preliminary study. *Respir Care*. 2012; 57(10): 1602–1610. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22417907>
65. Janssens L, Pijnenburg M, Claeys K, McConnell AK, Troosters T, Brumagne S. Postural strategy and back muscle oxygenation during inspiratory muscle loading. *Med Sci Sports Exerc*. 2013; 45(7): 1355–1362. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23470314>
66. Belda-Lois JM, Mena-del Horno S, Bermejo-Bosch I, Moreno JC, Pons JL, Farina D, et al. Rehabilitation of gait after stroke: a review towards a top-down approach. *J Neuroeng Rehabil*. 2011; 8(1): 66. Available from: http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3261106andtool=pmc_entrezandrendertype=abstract

APÊNDICES

APÊNDICE A
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa intitulada **Análise do consumo de oxigênio a níveis ventilatório e muscular em testes de capacidade de exercício em adultos jovens saudáveis**, que faz parte do curso de graduação em fisioterapia da Universidade Norte do Paraná e é orientada pelas professoras Josiane Marques Felcar e Vanessa Suziane Probst da mesma Universidade.

O objetivo da pesquisa é comparar o consumo de oxigênio nos níveis ventilatório e muscular nos testes de campo denominados Teste de Caminhada de Seis minutos e *Incremental Shuttle Walking Test* em indivíduos com idade entre 20 e 30 anos. Para isto, a sua participação é muito importante, e ela se daria da seguinte forma: inicialmente será preenchida uma ficha de avaliação com perguntas sobre sua saúde e seu estilo de vida. Em seguida, serão medidos peso e altura, e em seguida você será avaliado por um teste que avalia a função do seu pulmão. Posteriormente você fará dois teste de caminhada em dias separados, que servem para avaliar como está sua capacidade de exercício. Informamos que poderão ocorrer: aumento da falta de ar e cansaço nas pernas, aumento dos batimentos do coração e da pressão arterial e diminuição da oxigenação no sangue. Caso algo aconteça diferente do esperado, iremos utilizar oxigênio e, se necessário, chamar a equipe terceirizada que presta serviço de atendimento de emergência à Universidade.

Gostaríamos de esclarecer que sua participação é totalmente voluntária, podendo você: recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. Informamos ainda que as informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa, e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade. Esses exames não trarão benefícios diretos ao senhor (a), porém, quando finalizarmos a pesquisa será dado um retorno sobre o que foi concluído. Caso você tenha mais dúvidas ou necessite maiores esclarecimentos, pode nos contatar pelo telefone e/ou endereço abaixo. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida e assinada entregue a você.

Eu, _____, RG _____ declaro que fui devidamente esclarecido e concordo em participar **VOLUNTARIAMENTE** da pesquisa coordenada pelas professoras Josiane Marques Felcar e Vanessa Suziane Probst.

assinatura

Eu, _____, RG _____ declaro que forneci todas as informações referentes ao projeto de pesquisa supra nominado.

assinatura

Londrina, ____ de _____ de 201__ .

Qualquer dúvida com relação à pesquisa poderá ser esclarecida com o pesquisador responsável, conforme o endereço abaixo:

Nome: Josiane Marques Felcar Telefone: 3371 9848
Endereço: Rua Marselha, 591 Londrina-PR CEP: 86041-140

APÊNDICE B

Ficha de Avaliação Inicial

Nome: _____ ID: _____

Data: ___ / ___ / ___ Avaliador: _____

Endereço: _____

Bairro: _____ Cidade-UF: _____

Telefones: _____

Data de nasc.: ___ / ___ / ___ Idade: _____ Peso: _____ Altura: _____

Cor: Branca () Negra () Parda () Amarela ()

Naturalidade: _____ Religião: _____

Dominância de membros: Destro () Canhoto ()

Mora sozinho? Sim () Não () Com quem? _____

Alfabetizado? Sim () Não ()

Grau de instrução: _____

Trabalha? Sim () Não () Aposentado: Sim () Não ()

Profissão (atual ou anterior): _____

Fuma(ou)? Sim () Não ()

Idade que começou: _____ Idade que parou: _____ Tempo de fumo: _____

Nº de cigarros/dia: _____ Anos X maço: _____

Se não, exposto a algum alérgeno (trabalha em lavoura, usa fogão a lenha, é fumante passivo)? Sim () Não ()

Presença de hospitalização por exacerbações no último ano (caracterize: quantas vezes, por que, por quanto tempo, se necessitou de UTI etc.)?

_____**Questionário sobre saúde e estilo de vida****1) O Sr./Sra. teve alguma doença grave no passado? SIM () NÃO ()**

Se sim, qual(is)? _____

Com qual idade? _____

2) O Sr./Sra. tem alguma das seguinte doenças?

Asma ou outra doença pulmonar SIM () NÃO ()

Se sim, qual e há quanto tempo? _____

Artrose / Artrite SIM () NÃO ()

Doença do coração SIM () NÃO ()

Pressão alta SIM () NÃO ()

Diabetes SIM () NÃO ()

Osteoporose SIM () NÃO ()

Problema de tireoide SIM () NÃO ()
Se sim, qual? _____

Problema vascular SIM () NÃO ()
Se sim, qual? _____

Alergia SIM () NÃO ()
Se sim, a quê? _____

Doença cardíaca na família SIM () NÃO ()
Se sim, qual? _____

Outra doença?

3) O Sr./Sra. toma algum medicamento no momento? SIM () NÃO ()

NOME	DOSE	QUANTIDADE DIÁRIA	TEMPO DE USO

4) O Sr./Sra. tomou algum medicamento nos últimos 12 meses que não esteja mais tomando no momento? SIM () NÃO ()

NOME	DOSE	QUANTIDADE DIÁRIA	TEMPO DE USO

5) O Sr./Sra. já foi hospitalizado(a) por um período maior o que um dia? SIM ()

NÃO ()

Se sim, quando (aprox.) e porque? _____

6) O Sr./Sra. teve algum problema ortopédico que gerou alguma limitação na suas atividades de vida diária? (ex.: problema sérios nas costas ou joelho). SIM ()

NÃO ()

Se sim, qual era o problema e desde quando / até quando?

7) Qual é a atividade mais cansativa que o Sr./Sra. realiza toda semana?

8) O Sr./Sra. pratica algum esporte? SIM () NÃO ()
Se sim, qual esporte, com que frequência e há quanto tempo?

ANEXOS

ANEXO A

Normas de formatação do periódico *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*:

Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism publishes original research articles, reviews, and commentaries that focus on the application of physiology, nutrition, and metabolism to the study of human health, physical activity, and fitness. The published research, reviews, and symposia will be of interest to exercise physiologists, physical fitness and exercise rehabilitation specialists, public health and health-care professionals, as well as basic and applied nutritionists, physiologists, and biochemists. Manuscripts are selected for publication according to the extent and significance of new knowledge or ideas presented. Preference will be given to manuscripts that emphasize understanding of observed phenomena and interpretation of experimental results.

We encourage papers that lead from a clearly stated purpose or rationale, and from testable hypotheses, concepts, or questions, to identifiable conclusions or syntheses. Such papers may amplify, modify, question, or redirect accumulated knowledge. Rationale for the study and interpretation of the results should be set in a broad disciplinary or, ideally, interdisciplinary context. Methodological and modeling papers should include applications and provide verification of enhanced performance. Manuscripts dealing with unique pedagogical tools or approaches to the transmission of knowledge in fields covered by the Journal are also encouraged. We discourage papers that are essentially descriptive, except in emerging disciplines; confirm only previously established principles; or apply standard techniques without breaking new methodological ground. Studies that are clearly preliminary or fragmentary, or whose relevance to broader issues is not demonstrated, and interpretations solely of an unsupported speculative nature will not be entertained. Manuscripts submitted should be as comprehensive as possible; if a single paper cannot be produced, then closely related papers should be cross-referenced and submitted together. Concise, efficiently written papers are encouraged. Longer manuscripts will be considered for publication if their significance and interpretation of the new knowledge are commensurate with their length.

Types of papers

Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism (Appl. Physiol. Nutr. Metab.) publishes reports of original research in French or English in the following categories: articles, brief communications, rapid communications, and technical notes. The Journal also publishes abstracts from annual meetings, invited reviews, current opinions, book reviews, abstracts of recently defended Ph.D. theses, and discussions and replies. An **article** reports a completed definitive study. A **brief communication** reports a completed project of a smaller scope. A short case study or pilot research that is novel and can direct follow-up research may be submitted as a brief communication. A **rapid communication** reports time-sensitive research. Reasons why the research merits rapid publication should be disclosed upon submission. A **technical note** describes a new technique or methodology and is based on original research. **Abstracts** are only published from the annual meetings of sponsoring societies (CSEP and CNS) and similarly **abstracts of Ph.D. theses** are only accepted from students whose advisor is a member of a sponsoring society (CSEP or CNS). The abstract must be identical to that in the thesis and it should begin with the title followed by the date of the acceptance of the thesis, the author of the thesis, the advisor's name and department, and the present affiliation of the author. Following the abstract, please include a brief statement about your current assignment and (or) research. **Current opinions** are minireviews, presenting a critical perspective on a topic of current interest. Normally submission of current opinions is by invitation, but potential authors may contact the Editor with proposed topics. In addition, the Journal publishes **invited reviews** and **symposia**. Prospective authors or organizers of such contributions should communicate with the Editor

to establish the suitability and timeliness of the topic for publication. **We do not publish uninvited reviews.** **Discussions** of papers in recent issues of the Journal may be accepted for publication, if they are brief and of a technical or interpretative nature. **Replies** to such discussions are invited from the original authors and are generally published in the same issue.

Clinical Corner (new section)

Clinical Corner publications are designed to provide readers (especially practitioners) with pertinent research findings in the fields of nutritional sciences or exercise physiology in a condensed format. Manuscripts are a maximum of 2,000 words plus a brief (200 word) abstract, key references, and a maximum of four key figures and/or tables. Each figure and table counts as 250 words and is included in the 2000 word limit. The work needs to be succinct and focused and provide a clear message about how this work applies to professionals such as medical doctors, registered dietitians, nutritionists and health and fitness practitioners. Topics that would be considered include reviews of contemporary research and its applications, comparison of two methods or treatments, new programs, services or tool, and insights or practical approaches. If describing a program, service or tool, authors are encouraged to provide specifics regarding how it was developed, evaluated and/or disseminated in addition to its description. Authors are encouraged to include up to five “take home” points at the end of the article. Submissions will be assigned to an Associate Editor and subjected to anonymous external reviews. Case reports would not be appropriate in this section and should be considered under Brief Communications. The case report should outline a clinical situation that illustrates unique or atypical features or provides a lesson to be learned. Case reports should include an abstract, an introduction, and a brief and clear description of the case and comments including relevance, implications and recommendations. Articles in this section should not exceed 1000 words in length. Similarly in most cases topics such as advocacy, politics of healthcare, social policy would be considered only as Discussions (letters to the editor).

Length

Articles and invited reviews should not exceed 10 000 words. Brief communications, rapid communications, technical notes, current opinions, discussions, and book reviews should be limited to 3000, 3000, 3000, 3000, 2000, and 1000 words, respectively. The word count includes text, references, tables, and figures. As a guide, count each table or figure as 250 words.

Language

Papers must be clearly and concisely written in good English or French. Authors whose native language is not English or French should consult someone fluent in English or French prior to submission of the manuscript. Good writing improves the speed and effectiveness of review and publication.

Page charges

There are **no page charges** for publication in *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*.

Contact information

The contact information for the Journal is as follows:

*Editorial Office
Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism
NRC Research Press
65 Auriga Drive, Suite 203
Ottawa, ON K2E 7W6*

Canada

Fax: 613-656-9838

E-mail: apnm@nrcresearchpress.com

Purpose of these instructions

To facilitate publication, authors must check symbols, abbreviations, and technical terms for accuracy, consistency, and readability. NRC Research Press maintains the right to preserve the technical quality of the Journal. Authors are requested to refer to a recent issue of the Journal for details of layout, especially for tables and reference lists. **Manuscripts and illustrations must meet the requirements outlined below; otherwise, publication may be delayed.**

Manuscript submission

New manuscripts

Authors must submit manuscripts via the ScholarOne Online Submission and Peer Review system (<http://mc.manuscriptcentral.com/apnm-pubs>). Authors may register at any time on the site, but should register only once. During registration, authors choose a username and password. The security of manuscripts is protected by the username and password system. For technical support at any point during submission, contact Phone Support at 1-

434-964-4100 1-434-964-4100 or 1888-503-1050 (Monday 12:00 a.m. to Friday 8:30 p.m. EST). A user manual with full instructions is available at <http://mchelp.manuscriptcentral.com/gethelpnow/guides.htm>. Authors must submit at least a cover letter and manuscript; tables and figures may be included in the manuscript file, or may be uploaded separately. ScholarOne accepts files in most common text and graphics formats (see the List of Accepted Graphic Files at <http://nrcresearchpress.com/page/authors/information/graphics>). When first submitting a manuscript for peer review, low-resolution versions of figures should be uploaded to limit file size. When submitting, authors should be working at a computer where all the relevant files for their paper are available. Submission of a typical manuscript requires about 10 minutes, but upload time depends on the speed of the Internet connection. All correspondence about manuscripts submitted through ScholarOne will be sent to the person listed as the corresponding author on the submitted manuscript version of a paper. Correspondence is by e-mail.

Revised manuscripts

For revisions, the corresponding author will be contacted by e-mail and asked to submit a revision; the process is very similar to initial submission.

Accepted manuscripts

For accepted manuscripts, the corresponding author will be advised of acceptance and asked to upload, via ScholarOne, the final accepted manuscript and all associated files for tables, figures, and supplementary data. Once the manuscript is accepted, to ensure high-quality reproduction and printing of figures, authors should:

- Upload figure files separately from the manuscript.
- Ensure that figure files are high resolution.
- NRC Research Press strongly urges authors to send their figure files for journal production as one of the following extensions: *.pdf, *.eps, *.tif, *.ai, *.jpg, *.doc, or *.xls. Sending files in more than one format is fine; the publisher will use the format that will reproduce the best.
- Ensure that the most recent, correct versions of the files are uploaded.

Material to accompany the submission

Cover letter

The corresponding author must send a cover letter with the submission that

- states the type of paper being submitted (e.g., article, technical note, review, etc.),
- includes the full name and complete contact information (including e-mail address) for each co-author,
- states the title and authorship order,
- warrants that the manuscript represents original work that is not being considered for publication, in whole or in part, in another journal, book, conference proceedings, or government publication with a substantial circulation (see Ethics section, Duplicate and prior publication),
- warrants that all previously published work cited in the manuscript has been fully acknowledged (see Publication process section, Permission to reproduce copyright material),
- warrants that all the authors have contributed substantially to the manuscript and approved the final submission,
- explains any real or perceived conflicts of interest (see Ethics section, Conflict of interest and disclosure),
- provides the names of colleagues who have reviewed the manuscript in the final stages, and
- lists the names, addresses, telephone and fax numbers, and e-mail addresses of two to four persons who are qualified to act as reviewers. **Colleagues and co-authors from previously published manuscripts are not ethical suggestions.**

Copyright license forms

The submission package must include copyright license forms signed by all authors (see Publication process section, Copyright license).

Preprints

To facilitate the review process, the author(s) must also provide two preprints of any relevant papers that have been submitted, are in press, or have been recently published. This is especially important if such papers are referred to in the manuscript (see Ethics section, Duplicate and prior publication).

Groups of manuscripts submitted at the same time and long manuscripts

Authors wishing to submit more than two manuscripts in a group or a paper that is substantially longer than 30 manuscript pages must contact the Editor before submission to ensure that preparations can be made to expedite evaluation of such papers.

Resubmitted manuscripts

Authors resubmitting a manuscript after previous rejection or withdrawal must indicate the manuscript number assigned to the previous submission. Resubmitted manuscripts are treated as new papers. The resubmitted manuscript must be accompanied by a copy of the original manuscript along with a letter outlining the precise disposition of all points raised during the previous evaluation.

Databases

Authors of papers describing new protein structure determinations must be prepared to submit all structural data required to validate the discussion to the Protein Data Bank (Biology Department, Bldg. 463, P.O. Box 5000, Brookhaven National Laboratory, Upton, NY 11973-5000, USA).

Editorial process

Receipt of manuscripts

Receipt of each manuscript is acknowledged by e-mail to the corresponding author within three working days. The manuscript is read and examined for conformity to these Instructions to Authors. **Failure to meet the criteria outlined may result in return of the manuscript for correction before evaluation.**

Correspondence policy

Authors, Institutional Directors, and Editorial Managers should note that it is the strict policy of Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism to correspond only with the authors through the designated corresponding author **listed on the submitted manuscript version of a paper**. The Editor regards a submitted manuscript as a confidential document and seeks to ensure that the authors retain control of the reports obtained during the evaluation process.

Peer review and evaluation

The Editor assigns management of the peer review process to an Associate Editor responsible for the subject area of the paper. However, the Editor will return unreviewed those manuscripts that do not fall within the Journal's scope or character and those that exceed the Journal's guidelines for prior publication. Papers submitted for inclusion in Journal supplements are treated with the same rigor of review as articles in regular issues. The Associate Editor selects a minimum of two reviewers based on their knowledge of, and their experience in, the subject treated in the manuscript. Reviewers are invited, in confidence, to recommend on the suitability of the submission and provide comments for the authors and the Associate Editor. The Associate Editor retains full responsibility, however, for all decisions regarding the manuscript. Authors are invited to suggest reviewers who are competent to examine their manuscript, but the Associate Editor is not limited to such suggestions. Reviewers are informed that they have received privileged documents for assessment of scientific merit and are expected to provide reasonable arguments to support their evaluations. Identities of reviewers will not be released to authors without the written consent of the reviewer. The review process is expected to be completed within eight weeks, but conflicting recommendations and other unpredictable events may cause some delay.

Recommendations for acceptance, revision, and rejection

Associate Editors and reviewers are asked to make one of four recommendations: accept, minor revisions required, major revisions required, do not accept. Reviewers may also advise that a paper is more suitable to a specialist or local journal. The decision to accept a paper is made primarily on scientific content. However, authors should recognize that unclear writing and (or) data presentation often contribute to refusal of manuscripts. The decision to ask for revisions is made in light of the reviewers' comments and recommendations, and after evaluation by the Associate Editor. Authors are invited to revise their manuscript within 30–42 days; however, this period may be extended upon request. Failure to meet the deadline or an extended period of inactivity may result in withdrawal of the manuscript by the Editorial Office. The revised manuscript will then be treated as a new submission. Papers requiring new experimental work or major rewriting will be rejected, and the authors will be encouraged to submit a new manuscript when the required amendments have been completed. Authors should attempt to meet all the objections raised by reviewers, especially where clarification is sought. Editorial items must be completed as directed. The final decision of acceptance or rejection is made by the Editor on the advice of the Associate Editor. This decision, together with any relevant reasons, will be communicated by letter from the Editor to the corresponding author. One copy of the original submission is retained by the Editor. In the case of papers that are not acceptable or are withdrawn, this manuscript and a copy of all reviews and correspondence are retained, for reference (in case of resubmission), for one year after the date of submission.

Publication process

General

The Editorial Office checks all accepted manuscripts for conformation to the *Instructions to Authors* and to ensure that all necessary paperwork, including a signed licence to publish form (see section [Copyright license](#)), is present. Any areas that are identified as problematic will be addressed by the Editorial Office in consultation with the corresponding author. Once the Editorial Office has resolved any problems with the manuscript and the original signed copyright license forms have been received from all authors, the manuscript is forwarded to NRC Research Press in Ottawa for publication. The papers are prepared for publication by a professional copy editor responsible for ensuring that the final published work is consistent in form and style. Authors who so choose can have a pdf of the accepted version of their manuscript (prior to copy editing and page composition) loaded to the Journal's Web site while their paper is undergoing the regular production process. To learn more about this, see our [FAQ page](#) on "Just-IN" manuscripts.

Correspondence with NRC Research Press

Once the paper has been accepted, all correspondence should be with **Tracy Fegan** at NRC Research Press, 65 Auriga Drive, Suite 203, Ottawa, ON K2E 7W6, Canada 613-656-9846 ext. 263; fax: 613-656-9838; e-mail: journalsAPNM@nrcresearchpress.com; URL: www.nrcresearchpress.com/apnm). NRC Research Press may make editorial changes as required, but will not make substantive changes in the content of a paper without consultation with the author and the Editor.

Galley proofs

A galley proof, the copy-edited manuscript, and a reprint order form are sent to the corresponding author. Galley proofs must be checked very carefully, as they will not be proofread by NRC Research Press, and must be returned within 48 hours of receipt. The proof stage is not the time to make extensive corrections, additions, or deletions, and the cost of changes introduced at the proof stage and deemed to be excessive will be charged to the author. Questions concerning galley proofs should be addressed to **Tracy Fegan** (fax: 613-656-9838; e-mail: journalsAPNM@nrcresearchpress.com).

Reprints and e-prints

If reprints are desired, the author must follow instructions for ordering from Rightslink, which are forwarded with the galley proofs. Other customers can order reprints directly from the "Reprints and permissions" link for the published article on the Web site. **The Journal does not provide free offprints or reprints, and these are not mailed until an order is placed through Rightslink.** PDFs can be ordered directly from NRC Research Press for a fee.

Permission to reproduce copyright material

Whenever a manuscript contains material (tables, figures, charts, etc.) that has been previously published and, hence, is protected by copyright, it is the obligation of the author to secure **written permission** from the holder of the copyright to reproduce the material **for both the print and electronic formats**. These letters must accompany the submitted manuscript.

Copyright license

All authors are required to complete a copyright license form licensing rights to Canadian Science Publishing. Most authors will sign the License to Publish form, which grants certain rights to Canadian Science Publishing. Employees of the government in Commonwealth countries (covered by Crown copyright) will sign a publishing agreement, and employees of the US government will sign a form licensing rights to Canadian Science Publishing. Copyright license forms are available from the Editor, on the Web site of the Journal (<http://nrcresearchpress.com/page/authors/information/copyright>), and through the online submission and peer review ([ScholarOne](#)) system.

Permission to reprint material published in NRC journals

Permission to reproduce or republish the paper, in whole or in part, should be requested via Rightslink, by using the “Reprints and permissions” link for the published article on the Web site.

Ethics

The ethical standards expected of authors, referees, and editors are described in the NRC Research Press Publication Policy (published on the Journal Web site at <http://nrcresearchpress.com/page/about/policies/pub>, or available upon request).

Duplicate and prior publication

The **Editorial Board** considers a paper not eligible for publication if most of the content of the paper (i) is under consideration for publication or is published in a journal, or book chapter; (ii) is under consideration for publication or is published in a conference proceedings or a government publication with a substantial circulation (distributed to 100 or more individuals over a wide area). Authors may place a draft of a submitted article on their Web site or their organization’s server, provided that the draft is not amended once accepted for publication. We encourage authors to insert hyperlinks from preprints to the final published version on the NRC Research Press Web site (www.nrcresearchpress.com). Abstracts or extended abstracts related to conferences do not constitute prior publication. Extended abstracts are usually under 2000 words and do not include presentation of detailed tables and graphics of the results of the study.

Plagiarism

Plagiarism (publishing a substantial portion of one’s own previously published research results without acknowledgement of such republication or using work published by another author without attribution) is a serious offence. Because NRC Research Press is committed to combating plagiarism, it participates in CrossCheck. CrossCheck is a multi-publisher initiative to screen content for originality using the software iThenticate, which compares submitted manuscripts against the CrossCheck database of scholarly literature and detects instances of overlapping and similar text. To find out more about CrossCheck visit <http://www.crossref.org/crosscheck.html>.

Assurance of authorship

In the cover letter, the corresponding author must affirm that all the authors have contributed substantially to the manuscript and approved the final submission.

Suggesting reviewers

Authors may suggest Associate Editors (for listing, see the Journal masthead or www.nrcresearchpress.com/apnm) and reviewers, who may or may not be used; the selection of the Associate Editor and reviewers is at the discretion of the Editor. When suggesting reviewers, please provide full addresses, telephone and fax numbers, and e-mail addresses. **Colleagues and co-authors from previously published manuscripts are not ethical suggestions.**

Conflict of interest and disclosure

The Editor recognizes that authors and peer reviewers may have real or perceived conflicts of interest arising from intellectual, personal, or financial circumstances of their research. Submitted manuscripts should include full disclosure of funding sources for the research and the letter of transmission should include an explanation of any real or perceived conflicts of interest that may arise during the peer review process. Failure to disclose such conflicts may lead to refusal of a submitted manuscript.

Experiments involving humans or animals

Experiments on animals should employ the most humane methods on the smallest number of appropriate animals required to obtain valid results. In infectious disease investigations, the appropriate guideline is that “in the face of distinct signs that such processes are causing irreversible pain or distress, alternative endpoints should be sought to satisfy both the requirements of the study and the needs of the animal.” All authors, regardless of their country of origin, who describe experiments on animals are required to give assurance in the Materials and methods that the animals were cared for in accordance with guidelines such as the *Guide to the Care and Use of Experimental Animals* (Vol. 1, 2nd ed., 1993, and Vol. 2, 1984, available from the *Canadian Council on Animal Care*, Constitution Square, Tower 2, Suite 315, 350 Albert Street, Ottawa, ON K1R 1B1, Canada, or on their Web site at www.ccac.ca) or the *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals* (1996, published by National Academy Press, 2101 Constitution Ave. NW, Washington, DC 20055, USA) and that their use of animals was reviewed and approved by the appropriate animal care review committee at the institution(s) where the experiments were carried out. Authors who describe experiments on humans are required to provide assurance in the manuscript that appropriate standards for human experimentation have been followed, that the experiment has been reviewed and approved by their institution’s ethics review committee, and that the subjects have given informed consent prior to participating in the study.

Photos of people

If a person pictured in a photo is identifiable, his or her permission is required to publish the photo. The person will be asked to sign a letter or form allowing NRC Research Press to publish the photo.

Photo manipulation

Authors should be aware that the Journal considers digital images to be data. Hence, digital images submitted should contain the same data as the original image captured. Any manipulation using graphical software should be identified in the methods, including both the name of the software and the techniques used to enhance or change the graphic in any way. Such a disclaimer ensures that the methods are repeatable and ensures the scientific integrity of the work. The removal of artifacts or any (nonintegral) data held in the image is discouraged.

The manuscript

Format and organization

The manuscript should be typewritten, double-spaced, on paper 8.5 × 11 in. (or ISO A4). Page and line numbers should be used, beginning with the title page. For material that is to be set in italics, use an italic font; do not underline. Use capital letters only when the letters or words should appear in capitals. All manuscripts (other than book reviews and abstracts) should contain a title page (p. 1), an abstract (p. 2), followed by Introduction (p. 3), Materials and methods, Results, Discussion, and Acknowledgements sections, plus references, tables, figure captions, and appendices, in that order. (See descriptions of each part of the manuscript, below.) Tables and captions for illustrations should be on separate pages. Organize tables and figures to facilitate comparisons, grouping related data in as few tables and figures as feasible. As far as possible, make the tables and figures clear without reference to the text.

All tables and equations are required to be in a workable format that can be physically manipulated. **Equations should be represented in true editable format, preferably using a math editor (MathType); however, authors should insert simple inline equations in text without using MathType. When inserting symbols from Word's "Symbol" palette, authors should use the “normal text” or "symbol" fonts. Symbols should be inserted using MathType ONLY if they cannot be found in the "Symbol" palette under one of**

those two fonts. Tables and equations **must not be submitted in .gif, .jpg, or other picture formats**(neither within the manuscript nor as separate files). Tables must be in a workable table format (preferred), an Excel spreadsheet format, or typed into the text. Begin sections and paragraphs with topic sentences containing generalizations that lead readily to the particulars. Giving a conclusion first and then supporting it not only improves readability but also facilitates assessment by other scientists. Failure to give the most newsworthy generalizations first is one of the most prominent shortcomings in presentation of manuscripts. Assure that everything in each section is relevant to the heading and that everything in each paragraph is relevant to the topic (opening) sentence.

Presenting a manuscript to maximize its online discoverability

Both titles and abstracts provide information for contemporary **alerting and information retrieval services**, and should therefore be informative but brief. In compliance with a request from the Chemical Abstracts Service, the Editors urge all authors to use full forenames rather than initials and (or) one forename. Authors are encouraged to include uniform resource locators (URLs) and digital object identifiers (DOIs) to enable readers to find material on the Web. URLs and DOIs for references cited should be placed after the reference in the reference list; other URLs and DOIs should be placed in context in the text.

Authors can set up their manuscript to maximize its online discoverability by following a few simple guidelines. Because the Title and Abstract are free to all readers and because most search engines give extra weight to keyword phrases in headings and to repeated phrases, wording of the Title and Abstract is especially important to increase the chance your paper will be found. Follow the instructions below when writing your Title and Abstract; include keyphrases you feel a reader would use when conducting a literature search in the area of your paper.

Title

Titles not only provide information for alerting and information retrieval services, they are also the most heavily weighted element of a paper for online search engines. Therefore, titles should contain important descriptive phrases that relate to the topic and key result. Titles should be brief and clear.

Title page

The title page should contain the following: *(i)* the full title of the paper; *(ii)* all authors listed in the order in which they are to appear on the printed article; *(iii)* the name, address, telephone number, fax number, and e-mail address of the author responsible for correspondence; and *(iv)* the affiliation and address (including e-mail address) for each author. This should reflect the affiliation and address at the time of the study. Indicate current affiliations and addresses (including e-mail addresses) that differ from those in the by-line in a footnote.

Author names

The Editors urge all authors to use full forenames rather than initials and (or) one forename.

Abstract

An abstract is required for every contribution and should contain accurate descriptive words that will draw the reader to the content. This is particularly important because contemporary alerting services and search engines will search this text. The abstract should present the paper content concisely and accurately and should supplement, not duplicate, the title in this respect. Authors able to submit abstracts in both fluent English and French are encouraged to do so. Abstracts submitted in one language will be translated into the other official language by the journal translator. References should not be cited in the abstract unless they

are absolutely essential, in which case full bibliographic information must be provided. Abstracts for **original research and invited reviews** should be less than 250 words, whereas abstracts for rapid communications, brief communications, current opinions, and technical notes should be less than 75 words. Invited editorials and letters to the editor do not have abstracts.

Key words

Six to 10 key words should be placed directly below the abstract.

Text

The text should be written and arranged to ensure that the observations reported may be reproduced and (or) evaluated by readers. Sources of biological materials, experimental methods, geographical locations, and statistical methods should be described. Sources of commercially available laboratory or field equipment and fine chemicals should be indicated in parentheses; list the company name, city, and country. Material taken from research theses must be thoroughly edited for brevity and must conform to these Instructions to Authors. Authors are encouraged to include uniform resource locators (URLs) and digital object identifiers (DOIs) to enable readers to find material on the Web.

Introduction

Limit the introduction largely to the scope, purpose, and rationale of the study. Restrict the literature review and other background information to that needed to define the problem or set the work in perspective. An introduction generally need not exceed 375–500 words.

Materials and methods

The degree of reproducibility of experiments should be indicated either in general statements in Materials and methods and Results or, preferably, as statistical treatments of numerical data cited in tabular or graphic form. The experimental, or computational, material must be sufficiently detailed to permit reproduction of the work, but must be concise and avoid lengthy descriptions of known procedures; the latter should be specified by appropriate references. The reader's attention should be drawn to any new or unusual hazards encountered in the experimental work. Limit the information on materials and methods to what is needed to judge whether the findings are valid. To facilitate assessment, give all the information in one section when possible. Refer to the literature concerning descriptions of equipment or techniques already published, detailing only adaptations. If the section is long, consider using subheadings corresponding to headings for the findings. Identify figures that have been digitally enhanced or modified, and provide the software and technique used.

Results

Limit the results to answers to the questions posed in the purpose of the work and condense them as comprehensively as possible. Give the findings as much as possible in the terms in which the observations or measurements were made so as to avoid confusion between facts and inferences. Material supplementary to the text may be submitted and referenced in the text (see Supplementary material section).

Discussion or conclusion

Limit the Discussion to giving the main contributions of the study and interpreting particular findings, comparing them with those of other workers. Emphasis should be on synthesis and interpretation and exposition of broadly applicable generalizations and principles. If there are exceptions or unsettled points, note them and show how the findings agree or contrast with previously published work. Limit speculation to what can be supported with reasonable

evidence. End the Discussion with a short summary of the significance of the work and conclusions drawn.

Acknowledgements

Acknowledgements should be written in the third person and kept to a concise recognition of relevant contributions. We strongly urge authors to limit acknowledgments to those who contributed substantially to scientific and technical aspects of the paper, gave financial support, or improved the quality of the presentation. Avoid acknowledging those whose contribution was clerical only.

Footnotes

Footnotes to material in the text should not be used unless they are unavoidable, but their use is encouraged in tables. When used in the text, footnotes should be cited using superscript Arabic numbers (except in the tables, see below) and should be numbered serially beginning with any that appear on the title page. Each footnote should be typed on the manuscript page upon which the reference is made; footnotes should not be included in the list of references.

Equations

Equations should be clearly typed; triple-spacing should be used if superscripts and (or) subscripts are involved. Superscripts and subscripts should be legible and carefully placed. Distinguish between lowercase *l* and the numeral one, and between capital *O* and the numeral zero. A letter or symbol should represent only one entity and be used consistently throughout the paper. Each variable must be defined in the text. Numbers identifying equations must be in parentheses and placed flush with the left margin.

References

General form

The author is responsible for verifying each reference against the original article. Each reference must be cited in the text using the surnames of the authors and the year, for example, (Walpole 1985) or (Green and Brown 1990) or Green and Brown (1990). Depending on the sentence construction, the names may or may not be in parentheses, but the year always is. If there are three or more authors, the citation should give the name of the first author followed by *et al.* (e.g., Green *et al.* 1991). If references occur that are not uniquely identified by the authors' names and year, use *a, b, c*, etc., after the year, for example, Green 1983*a*, 1983*b*; Green and Brown 1988*a*, 1988*b*, for the text citation and in the reference list. Uniform resource locators (URLs) or digital object identifiers (DOIs) are useful in locating references on the Web, and authors are encouraged to include these; they should be placed after the reference in the reference list (see example below).

Unpublished reports, private communications, and In press references

References to unpublished reports, private communications, and papers submitted but not yet accepted are not included in the reference list but instead must be included as footnotes or in parentheses in the text, giving all authors' names with initials; for a private communication, the year of communication should also be given (e.g., J.S. Jones (personal communication, 1999)). If an unpublished book or article has been **accepted for publication**, include it in the reference list followed by the notation "In press".

Presentation of the list

The reference list must be double-spaced and placed at the end of the text. References must be listed in alphabetical order according to the name of the first author and not numbered.

References with the same first author are listed in the following order. (i) Papers with one author only are listed first in chronological order, beginning with the earliest paper. (ii) Papers with dual authorship follow and are listed in alphabetical order by the last name of the second author. (iii) Papers with three or more authors appear after the dual-authored papers and are arranged chronologically.

General guidelines on references

References should follow the form used in current issues of the Journal. The names of serials are abbreviated in the form given in the *List of Journals Indexed for MEDLINE* (National Library of Medicine, National Institutes of Health, 8600 Rockville Pike, Bethesda, MD 20894, USA; www.nlm.nih.gov/tsd/serials/lji.html). In doubtful cases, authors should write the name of the serial in full. The Journal encourages the inclusion of issue numbers, which should be placed in parentheses after the volume number. References to nonrefereed documents (e.g., environmental impact statements, contract reports) must include the address where they can be obtained. The following bibliographic citations illustrate the punctuation, style, and abbreviations for references.

Journal article

Raman, M., and Allard, J.P. 2007. Parenteral nutrition related hepato-biliary disease in adults. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* **32**(4): 646–654.

Journal article with URL

Raman, M., and Allard, J.P. 2007. Parenteral nutrition related hepato-biliary disease in adults. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* **32**(4): 646–654. Available from rparticle.web-p.cisti.nrc.ca/rparticle/AbstractTemplateServlet?calyLang=eng&journal=apnm&volume=32&year=0&issue=4&msno=h07-056 [accessed 9 September 2007].

Journal article with DOI

Raman, M., and Allard, J.P. 2007. Parenteral nutrition related hepato-biliary disease in adults. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* **32**(4): 646–654. doi:10.1139/H07-056.

Report

Chief Medical Office. 2004. At least five a week: evidence of the impact of physical activity and its relationship to health. Department of Health, Waterloo, UK.

Book

Dishman, R.K., and Dunn, A.L. 1988. Exercise adherence: its impact on public health. Human Kinetics, Champaign, Ill.

Part of book

Healey, M.C. 1980. The ecology of juvenile salmon in Georgia Strait, British Columbia. *In* Salmonid ecosystems of the North Pacific. *Edited by* W.J. McNeil and D.C. Himsworth. Oregon State University Press, Corvallis, Ore. pp. 203–229.

Paper in conference proceedings

Kline, V.M., and McClintock, T. 1994. Effect of burning on a dry oak forest infested with woody exotics. *In* Proceedings of the 13th North American Prairie Conference: Spirit of the Land, Our Prairie Legacy, Windsor, Ont., 6–9 August 1992. *Edited by* R.G. Wickett, P.D. Lewis, A. Woodcliffe, and P. Pratt. Department of Parks and Recreation, Windsor, Ont. pp. 207–213.

Institutional publications and pamphlets

Dzikowski, P.A., Kirby, G., Read, G., and Richards, W.G. 1984. The climate for agriculture in Atlantic Canada. Available from the Atlantic Advisory Committee on Agrometeorology, Halifax, N.S. Publ. ACA 84-2-500. Agdex No. 070.

Thesis

Keller, C.P. 1987. The role of polysaccharidases in acid wall loosening of epidermal tissue from young *Phaseolus vulgaris* L. hypocotyls. M.Sc. thesis, Department of Botany, The University of British Columbia, Vancouver, B.C.

Electronic citation

Quinion, M.B. 1998. Citing online sources: advice on online citation formats [online]. Available from www.worldwidewords.org/articles/citation.htm [accessed 20 October 2005].

Tables

Tables must be typed on separate pages, placed after the list of references, and numbered with Arabic numerals in the order cited in the text. The title of the table should be a concise description of the content, no longer than one sentence, that allows the table to be understood without detailed reference to the text. Column headings should be brief, but may be amplified by footnotes. Vertical rules should not be used. A copy of the Journal should be consulted to see how tables are set up and where the lines in them are placed. Footnotes in tables should be designated by symbols (in the order *, †, ‡, §, ||, ¶, #) or superscript lowercase italic letters. Descriptive material not designated by a footnote may be placed under a table as a Note. Numerous small tables should be avoided, and the number of tables should be kept to a minimum.

Figure captions

Figure captions should be listed on a separate page and be placed after the tables. The caption should informatively describe the content of the figure, without need for detailed reference to the text. Experimental conditions should not be included, but should be adequately covered in the Methods. For graphs, captions should not repeat axis labels, but should describe what the data show. A single caption can be provided for multipart (composite) figures, with necessary details on the separate parts identified by their individual labels. If the separate parts require enough information to warrant separate captions, then the composite should be separated into individual figures.

Appendices

An appendix should be able to stand alone, as a separate, self-contained document. Figures and tables used in an appendix should be numbered sequentially but separately from those used in the main body of the paper, for example, Fig. A1, Table A1, etc. If references are cited in an appendix, they must be listed in an appendix reference list, separate from the reference list for the article.

Supplementary material

Supplementary material (or data) consists of extra tables, figures (maps), detailed calculations, and data sets produced by the authors as part of their research, but not essential for understanding or evaluating the paper, and is not published with the article in the print edition of the journal. Such material may or may not be peer reviewed with the article. Supplementary material should be submitted with the article. During Web submission ([ScholarOne](#)), relevant files should be attached under "Supplementary data". Supplementary material is made available in its native file format on the journal Web site. Tables and figures should be numbered in sequence separate from those published with the paper (e.g., Fig.

S1, Table S1). The supplementary material should be referred to in the printed article by footnotes.

Illustrations

General

Each figure or group of figures should be planned to fit, after appropriate reduction, into the area of either one or two columns of text. The maximum finished size of a one-column illustration is 8.6 × 23.7 cm (3.4 × 9.3 in.) and that of a two-column illustration is 18.2 × 23.7 cm (7.2 × 9.3 in.). The figures (including halftones) must be numbered consecutively in Arabic numerals, and each one must be referred to in the text and must be self-explanatory. All terms, abbreviations, and symbols must correspond with those in the text. Only essential labelling should be used, with detailed information given in the caption.

Line drawings

All lines must be sufficiently thick (0.5 points minimum) to reproduce well, and all symbols, superscripts, subscripts, and decimal points must be in good proportion to the rest of the drawing and large enough to allow for any necessary reduction without loss of detail. Avoid small open symbols; these tend to fill in upon reproduction. The same font style and lettering sizes should be used for all figures of similar size in any one paper.

Photographs

Photographs should be continuous tone, of high quality, and with strong contrast. Only essential features should be shown. A photograph, or group of them, should be planned to fit into the area of either one or two columns of text with no further reduction. Electron micrographs or photomicrographs should include a scale bar directly on the print. The best results will be obtained if the authors match the contrast and density of all figures arranged as a single plate.

Colour illustrations

Colour illustrations will be at the author's expense. Further details on prices are available from the Editorial Office (e-mail: apnm@nrcresearchpress.com).

Preparation of electronic graphic files

General

See the electronic graphics list at <http://nrcresearchpress.com/page/authors/information/graphics> for accepted file formats. If you have compressed your files, indicate what compression format was used. PC or Macintosh versions of True Type or Type 1 fonts should be used. Do not use bitmap or nonstandard fonts. All figures should be submitted at the desired published size. For figures with several parts (e.g., *a*, *b*, *c*, *d*, etc.) created using the same software application, assemble them into one file rather than sending several files. Remember that the more complex your artwork becomes, the greater the possibility for problems at output time. Avoid complicated textures and shadings, especially in vector illustration programs; this increases the chance for a poor-quality final product.

Bitmap

Bitmaps are image files produced using a grid format in which each square (or pixel) is set to one level of black, colour, or grey. A bitmap (rasterized) file is broken down into the number of pixels or picture elements per inch (ppi). Pixels per inch is sometimes referred to as dots per inch (dpi). The higher the resolution of an image, the larger the number of pixels contained within the rectangular grid. The proper resolution should be used when submitting bitmap artwork. The minimum requirements for resolution are 600 dpi for line art, 1200 dpi for finelines (line art with fine lines or shading), 300 dpi for halftones and colour, and 600 dpi for combinations (halftones with lettering outside the photo area).

Colour

All colour files must be submitted as CMYK (cyan, magenta, yellow, and black). These colours are used in full-colour commercial printing. RGB graphics (red, green, and blue; colours specifically used to produce an image on a monitor) will not print correctly.

Vector

Vector files are image files produced using elements such as lines and shapes. Typically these files are used for line drawings.

Bitmap in vector

Bitmaps can be imported into vector/draw applications only for the purpose of adding and overlaying information, lines, text, etc. Bitmaps should not be resized, cropped, rotated, or otherwise manipulated after importing.

Multimedia files

The Journal allows authors to incorporate audio and video clips into their paper; these are published in the online version of the Journal, adding a dimension to the paper that cannot be achieved in the printed version. For submission guidelines and accepted formats, see the List of Accepted Graphic Files at <http://nrcresearchpress.com/page/authors/information/graphics>.

Manuscript guidelines

Style guides

As a general guide for biological terms, *Scientific Style and Format: The CSE Manual for Authors, Editors, and Publishers* (7th ed., 2006) published by the Council of Science Editors, 12100 Sunset Hills Rd., Suite 130, Reston, VA 20190, USA, is recommended.

Abbreviations and acronyms

Acronyms should be defined when they are first mentioned in the text. Abbreviations and acronyms that are standard in the discipline need not be defined. Abbreviate terms denoting units of mass and measurement in the text only when they are preceded by numerals.

Units of measurement

SI units (Système international d'unités) should be used or SI equivalents should be given. This system is explained and other useful information is given in the *Metric Practice Guide* (2000), CAN/CSA-Z234.1-00, published by the Canadian Standards Association (5060 Spectrum Way, Mississauga, ON M9W 1R3, Canada). For practical reasons, some exceptions to SI units are allowed. Units such as kilocalorie and atmosphere may be used for the foreseeable future.

Statistical analyses

The assumptions and (or) the model underlying any statistical analysis should be clearly stated. Symbols such as * and **, denoting levels of significance, should **not** be used except in conjunction with the actual values of the associated test statistic; actual p values are preferred.

Nomenclature

Enzymes

For enzyme nomenclature, *Enzyme Nomenclature (1992): Recommendations of the Nomenclature Committee of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology* (Academic Press, San Diego, Calif.) should be followed.

Drug trade names

Trade names of drugs may be mentioned in parentheses in the first text reference to a drug, but generic names should be used in the text, tables, and figures. When a trade name is used, it should be capitalized; generic or chemical names are not capitalized. The chemical nature of new drugs must be given when it is known. The form of the drug used in calculations of doses (e.g., base or salt) should be indicated. When several drugs are used, it may save space to include a separate paragraph in Methods or a separate table listing relevant information about all drugs employed.

Writing numbers

In long numbers the digits should be separated into groups of three, counted from the decimal marker to the left and right. The separator should be a space and not a comma, period, or any other mark, for example, 25 562 987 and not 25,562,987. In English text, the decimal marker should be a point, for example, 0.1 mL and not 0,1 mL. The decimal point in all numbers between 1 and -1, except 0, must be preceded by a 0. The sign \times should be used to indicate multiplication, e.g., 3×10^6 and not $3 \cdot 10^6$.

Dates

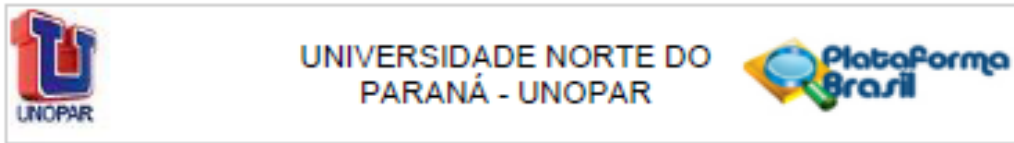
Dates should be written in the sequence day–month–year without internal punctuation (On 9 October 1983 ...).

Open access

How to comply with funding agencies' open access requirements

Are you required by your funding agency to make your research articles open access? Or do you wish to make your articles freely available after publication? Please visit [this page](#) to review your options and for further information.

ANEXO B



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise do Consumo de oxigênio a níveis ventilatório e muscular em testes de capacidade de exercício em adultos jovens saudáveis

Pesquisador: Joslane Marques Felcar

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 25991813.0.0000.0108

Instituição Proponente: Universidade Norte do Paraná - UNOPAR

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 513.006

Data da Relatoria: 20/12/2013

Apresentação do Projeto:

Projeto de pesquisa bem redigido, apresenta todas as etapas de forma bastante objetiva.

Objetivo da Pesquisa:

A pesquisa objetiva avaliar o consumo de oxigênio (ventilatório e muscular), por meio do Teste de Caminhada de Seis minutos e Incremental Shuttle Walking Test, em indivíduos com idade entre 20 e 30 anos.

avaliação dos Riscos e Benefícios:

Benefício direto na avaliação da saúde física dos sujeitos. Riscos previstos e medidas para dar suporte aos sujeitos foram descritas e estão previstas.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Importante por avaliar o condicionamento físico em adultos jovens; os resultados podem, se trabalhados, orientar mudanças de hábitos dos sujeitos e contribuir na melhora de sua qualidade de vida.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Termo de Consentimento livre e esclarecido bem redigido e adequado. Cronograma de execução previsto para iniciar em 2014.

Endereço: Av. Paris 675
 Bairro: Jardim Piza CEP: 85.041-140
 UF: PR Município: LONDRINA
 Telefone: (43)3371-7834 E-mail: pesquisa@unopar.br

ANEXO C

Questionário Internacional de Atividade Física - *IPAQ***QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA –VERSÃO CURTA -**

Nome: _____

Data: ____ / ____ / ____ **Idade :** ____ **Sexo:** F () M ()

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor, responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre que:

atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal

atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

1a Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

horas: ____ Minutos: ____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: ____ Minutos: ____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia?**

horas: _____ Minutos: _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana?**

_____ horas ____ minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana?**

_____ horas ____ minutos