

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**EFEITO DE DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE DURAÇÃO ESTÍMULO-
RECUPERAÇÃO NO TREINAMENTO INTERVALO DE ALTA INTENSIDADE COM
BAIXO VOLUME SOBRE A DOR MUSCULAR DE INÍCIO TARDIO E DESEMPENHO
NEUROMUSCULAR EM SUJEITOS TREINADOS**

José Wifison Alves

NATAL/RN

2021

José Wifison Alves

**EFEITO DE DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE DURAÇÃO ESTÍMULO-
RECUPERAÇÃO NO TREINAMENTO INTERVALO DE ALTA INTENSIDADE COM
BAIXO VOLUME SOBRE A DOR MUSCULAR DE INÍCIO TARDIO E DESEMPENHO
NEUROMUSCULAR EM SUJEITOS TREINADOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito para obter o Título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Caldas Costa

Coorientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Farias-Junior

NATAL/RN

2021

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial do Centro Ciências da Saúde - CC

Alves, Jose Wifison.
Efeito de diferentes configurações de duração estímulo-recuperação no treinamento intervalo de alta intensidade com baixo volume sobre a dor muscular de início tardio e desempenho neuromuscular em sujeitos treinados / Jose Wifison Alves. - 2021.

41f.: il.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação Física. Natal, RN, 2021.

Orientador: Eduardo Caldas Costa.
Coorientador: Luiz Fernando Farias-Junior.

1. Exercício físico - Dissertação. 2. Treinamento intervalado - Dissertação. 3. Treino de baixo volume - Dissertação. I. Costa, Eduardo Caldas. II. Farias-Junior, Luiz Fernando. III. Título.

RN/UF/BS-CCS

CDU 796

José Wifison Alves

EFEITO DE DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE DURAÇÃO ESTÍMULO-
RECUPERAÇÃO NO TREINAMENTO INTERVALO DE ALTA INTENSIDADE COM
BAIXO VOLUME SOBRE A DOR MUSCULAR DE INÍCIO TARDIO E DESEMPENHO
NEUROMUSCULAR EM SUJEITOS TREINADOS

Exame de Defesa da Dissertação: 01 de junho de 2021.

BANCA EXAMINADORA:

Professor Dr. Eduardo Caldas Costa

Departamento de Educação Física Universidade Federal do
Rio Grande do Norte - Orientador

Professor Dr. Wouber Héricson de Brito Vieira

Departamento de Fisioterapia Universidade
Federal do Rio Grande do Norte

Professor Dr. Leonardo de Sousa Fortes

Departamento de Educação Física
Universidade Federal da Paraíba

DEDICATÓRIA

Ao meu querido pai, José Nelson Alves, e minha querida mãe, Maria Gorete Alves.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pelo dom da vida e por dar-me forças em momentos únicos.

Aos meus pais, José Nelson Alves e Maria Gorete Alves, por todo amor e esforço dedicado para oferecer-me as melhores condições de vida. À minha irmã, Maria WiryLane Alves, e ao meu irmão, José Wilison Alves, por estarem comigo em todos os momentos. Às minhas avós, Francisca das Chagas e Maria Alves, por todo carinho e amor incondicional.

Ao meu orientador neste mestrado, Professor Dr. Eduardo Caldas Costa, pelo acolhimento desde o início da minha iniciação científica e por ensinar-me que as relações humanas adquiridas ao longo de nossas vidas são mais importantes que qualquer título ou conhecimento.

Ao meu coorientador, Professor Dr. Luiz Fernando de Farias Junior, pelo processo de mentoria na vida acadêmica e na minha atuação profissional com Personal Trainer, pelos momentos únicos compartilhados e aconselhamentos como um pai em vários momentos da minha vida.

Ao professor Bruno Ribeiro, por toda ajuda e acolhimento como um irmão e, principalmente, por ser uma ser humano que através de palavras consegue extrair o que há de mais positivo nas pessoas a sua volta.

À todos os integrantes do Grupo de Pesquisa sobre os Efeitos Agudos e Crônicos do Exercício (GPEACE) que tive o prazer de conviver durante minha iniciação científica e mestrado.

Aos alunos do Projeto Social Transformando Vidas e Formando Cidadões.

Às minhas alunas, Erica Vilela, Raquel Inácio, Rafaela Freire, Rosemara Lins, Mariliana Braz, Lavínia Alves, Laiza Lins, Kathelle Lins, Thatiane Moreira e Jussara Constantino as quais ensinaram-me que as relações humanas adquiridas ao longo da vida são mais importantes que qualquer título ou conhecimento.

Aos meus amigos do Habibs e companheiros de turma de mestrado, prof. Matheus Dantas, prof. Phelipe Wilde, prof. Charles Lucena, prof. Ayrton Bruno, prof. Victor Queiroz, prof. Paulo Almeida e prof. Carlos Jean por terem feito desses dois anos de mestrado um dos melhores momentos de minha vida.

À equipe da coordenação do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, em especial, ao secretário Diego Pontes, por ser solícito e tratar as pessoas de forma singular.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	ix
Resumo.....	x
Abstract	xi
1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS.....	14
2.1. OBJETIVO GERAL	14
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3. REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1. TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE: BREVE HISTÓRICO, CONCEITOS E DEFINIÇÕES.....	15
3.2. TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE E DOR MUSCULAR DE INÍCIO TARDIO	18
3.3. TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE E DESEMPENHO NEUROMUSCULAR SUBSEQUENTE	19
4. MÉTODOS.....	20
4.1. DESENHO DO ESTUDO.....	20
4.2. PARTICIPANTES	21
4.3. TRIAGEM INICIAL.....	21
4.4. TESTE INCREMENTAL MÁXIMO	22
4.5. SESSÕES DE TIAI-BV	22
4.6. DOR MUSCULAR DE INÍCIO TARDIO	23
4.7. DESEMPENHO NO SALTO VERTICAL COM CONTRAMOVIMENTO	24
4.8. ANÁLISE ESTATÍSTICA	25
5. RESULTADOS	26
6. DISCUSSÃO.....	30
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
8. REFERÊNCIAS	34
9. ANEXO.....	38
10. APÊNDICES.....	40

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Fluxograma do estudo. 20
- Figura 2.** Pontos anatômicos de referência para avaliação do limiar de dor, tolerância à dor e intensidade da dor percebida. (1) Músculo Reto femoral; (2) Músculo bíceps femoral; e (3) Músculo gastrocnêmio. 24
- Figura 3.** Desenho experimental do estudo. Nota: Questionário de prontidão para atividade física (PAR-Q), Questionário internacional de atividade física (IPAQ), Treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI-BV). *avaliações dos marcadores de dano muscular. 25
- Figura 4.** Limiar de dor, tolerância a dor e intensidade da dor percebida 24 e 48 horas após uma única sessão de sessão de treinamento intervalado de alta intensidade e baixo volume 60/60 s (■) e 30/30 s (□) em homens treinados (n = 24). 27
- Figura 5.** Altura do salto vertical com contramovimento antes, 24 e 48 horas após uma única sessão de sessão de treinamento intervalado de alta intensidade e baixo volume 60/60 s (■) e 30/30 s (□) em homens treinados (n = 24). 28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CK	Creatina quinase
DMIT	Dor muscular de início tardio
DP	Desvio padrão
ES	Effect size tamanho do efeito
FC	Frequência cardíaca
FC _{máx}	Frequência cardíaca máxima
ID	Intensidade da dor percebida
IMC	Índice de massa corporal
IPAQ	International Physical Activity Questionnaire Questionário internacional de atividade física
LD	Limiar de dor
PARQ	Physical Activity Readness Questionnaire Questionário de estado de prontidão para atividade física.
P _{máx}	Potência máxima
PSE	Percepção subjetiva de esforço
pVO ₂ max	Potência correspondente ao consumo máximo de oxigênio
SIT	Sprint interval training
SVC	Salto vertical com contramovimento
TD	Tolerância a dor
TIAI	Treinamento intervalado de alta intensidade
TIAI-BV	Treinamento intervalado de alta intensidade de baixo volume
TIM	Teste incremental máximo
V _{máx}	velocidade aeróbica máxima na esteira
VO ₂	Consumo de oxigênio
vVO ₂ max	Velocidade correspondente ao consumo máximo de oxigênio

Resumo

EFEITO DE DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE DURAÇÃO ESTÍMULO-RECUPERAÇÃO NO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE COM BAIXO VOLUME SOBRE A DOR MUSCULAR DE INÍCIO TARDIO E DESEMPENHO NEUROMUSCULAR EM SUJEITOS TREINADOS

Introdução: o treinamento intervalado de alta intensidade de baixo volume (TIAI-BV) é considerado uma abordagem tempo-eficiente para melhorar a aptidão física e saúde. Protocolos de TIAI-BV com diferentes durações de estímulo-recuperação geram respostas fisiológicas e percepção de esforço distintas. Entretanto, estudos investigando o efeito de sessões de TIAI-BV com diferentes durações de estímulo-recuperação sobre marcadores de dano muscular são escassos, principalmente, em treinados não-atletas. **Objetivo:** comparar o efeito de sessões de TIAI-BV com diferentes durações de estímulo-recuperação sobre a DMIT e desempenho neuromuscular em sujeitos treinados. **Métodos:** vinte e quatro homens treinados ($22,3 \pm 2,9$ anos; $24,6 \pm 2,7$ kg/m²) realizaram duas sessões de TIAI-BV (10 x 60 s e 20 x 30 s com 100% da máxima velocidade (V_{máx}) atingida no teste de esforço intercalados com mesmo tempo de recuperação passiva) em ordem randomizada, contrabalanceada e separadas por uma semana. A dor muscular de início tardio (DMIT) e o desempenho no salto vertical (SVC) com contramovimento foram avaliados antes, 24 e 48 horas após as sessões. O limiar de dor (LD), tolerância à dor (TD) e intensidade da dor percebida (ID) medidas por algometria de pressão foram avaliados nos músculos reto femoral, bíceps femoral e gastrocnêmio. A equação de estimativa generalizada foi usada para verificar o efeito de interação sessão e tempo sobre os desfechos. Foram testados os modelos de distribuição linear e gama com função de ligação de identidade, com a estrutura de matriz de correlação autorregressiva. A distribuição final foi definida de acordo com a qualidade de ajuste máxima verossimilhança sob o critério de modelo independente. A distribuição gama foi melhor para todos as análises. O post hoc de Bonferroni foi usado para comparação de pares. **Resultados:** não houve interação significativa da sessão e tempo para LD, TD e ID em todos os músculos analisados (P-valores > 0,260). Adicionalmente, não houve interação significativa sessão e tempo para o desempenho no SVC (P = 0,836). **Conclusão:** sessões de TIAI-BV com diferentes durações de estímulo-recuperação não geraram mudanças significativas em marcadores de dano muscular induzido por exercício 24 e 48 horas em homens treinados.

Palavras-chave: Exercício, Treinamento intervalado, Treinamento de baixo volume, DMIT.

Abstract

EFFECT OF DIFFERENT CONFIGURATIONS OF INTERVAL-RECOVERY TIME DURATIONS IN THE LOW-VOLUME HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING ON DELAYED ONSET MUSCLE SORENESS AND PERFORMANCE NEUROMUSCULAR IN PHYSICAL ACTIVE INDIVIDUOS

Background: high-intensity interval training (HIIT) is considered a time-efficient approach to improve health and physical fitness parameters. HIIT protocols with different intervals-recovery duration elicit physiological and perceptual effort response distinct. However, studies investigating the effect of low-volume HIIT session with different interval-recovery durations on muscle damage markers are scarce, especially in no-athletes. **Objective:** to compare the effect of low-volume HIIT sessions with different interval-recovery durations on muscle damage markers in recreationally trained men. **Methods:** twenty-five participants (22.3 ± 2.9 years; 24.6 ± 2.7 kg/m²) performed two low-volume HIIT sessions (10 x 60 s e 20 x 30 s at 100% of maximal velocity of treadmill interspaced with same time of passive recovery) in randomized, counter balanced crossover order separated with one week. Delayed onset muscle soreness (DOMS) and counter movement jump (CMJ) were measured before, 24 and 48 hours after the sessions. The pain threshold (PT), pain tolerance (PTol) and pain intensity (PI) measured by algometer of pressure were assessed rectus femoris, biceps femoris and gastrocnemius muscles. Generalized estimated equation was used to verify the session and time interaction on outcomes. The linear and gamma distribution models were tested, with identity function link and autorregressive correlation matrix. The final distribution was defined according to the maximum likelihood estimation under the independent criteria model. The gamma distribution was better for all variables. The Bonferroin post hoc was used to pair comparisons. **Results:** there were no significantly session and time interactions for PT, PTol and PI in all analyzed muscles (P-values > 0.260). Additionally, there was no significantly session and time interactions for CMJ (P = 0.836). **Conclusion:** low-volume HIIT sessions with different interval-recovery durations do not significantly elicit changes on muscle damage markers exercise-induced 24 and 48 hours after sessions in recreationally trained man.

Keywords: Exercise, Interval training, Low-volume, DOMS.

1. INTRODUÇÃO

O treinamento intervalado de alta intensidade de baixo volume (TIAI-BV) é caracterizado como uma sessão de treino curta, i.e. ≤ 10 minutos de volume total de alta intensidade e ≤ 30 minutos de tempo total incluindo aquecimento e desaquecimento (GILLEN; GIBALA, 2014). Esta denominação envolve as sessões de treinamento de *sprint* em alta intensidade que consiste de estímulos ‘*all-out*’ com duração de até 30 s, assim como as sessões de treinamento com estímulos de intensidade correspondente a 80-120% da velocidade ou potência correspondente ao VO_2 máximo (vVO_{2max} ou pVO_{2max}) realizados com duração de 30 a 120 segundos (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013; GILLEN; GIBALA, 2014; WESTON et al., 2014). O TIAI-BV tem sido demonstrado eficaz para melhorar a aptidão cardiorrespiratória (JUNG et al., 2015; MARTINS et al., 2016; RACIL et al., 2013), a sensibilidade à insulina (FISHER et al., 2015; HOOD et al., 2011; RACIL et al., 2013) o perfil lipídico (FISHER et al., 2015; RACIL et al., 2013), assim como reduzir a gordura corporal (FISHER et al., 2015; MARTINS et al., 2016; SAWYER et al., 2016) e a pressão arterial (JUNG et al., 2015). Contudo, TIAI-BV requer um alto nível de esforço físico e motivação para ser realizado (FRAZÃO et al., 2016).

Sessões de exercício realizadas em alta intensidade apresentam maior probabilidade de provocar danos musculares de baixo grau acompanhados por dor muscular de início tardio (DMIT) (OWENS et al., 2019). A DMIT ocorre nas primeiras 8 horas após uma determinada sessão de exercício físico e pode ter duração de até 7 dias, atingindo desconforto máximo entre as 24 e 48 horas após o treino (HYLDAHL; HUBAL, 2014). Durante a DMIT, o desempenho neuromuscular e a amplitude de movimento articular são prejudicados como resultado da resposta inflamatória aguda instalada para o reparo do dano muscular induzido pelo exercício físico (CLEAK; ESTON, 1992; HYLDAHL; HUBAL, 2014; OWENS et al., 2019). Joo (2015) demonstrou que uma sessão de TIAI de alto volume (i.e. 8 x 3 minutos a 90% vVO_{2max} com recuperação passiva de 3 minutos) aumentou a DMIT 24 horas após a sessão de exercício em homens treinados, porém não ocorreu diminuição da força muscular. Adicionalmente, Wiewelhove et al. (2016) demonstraram que uma sessão de TIAI-BV realizada com estímulos em intensidade supramáxima (i.e. 4 séries de 6 sprints ‘*all-out*’ de 5 s) comparado as sessões de TIAI longas e com intensidade submáxima aumentou os marcadores indiretos de dano muscular e DMIT, e reduziu a força muscular até 24 horas após a sessão de exercício em homens treinados. Previamente, nosso grupo demonstrou que uma sessão de TIAI-BV (10 x 60 s a 100% da velocidade aeróbica máxima na esteira ($V_{m\acute{a}x}$) aumenta a DMIT e a creatina quinase

discretamente até 48 horas após a sessão de exercício em homens com sobrepeso e obesidade, porém, essas respostas não foram diferentes da sessão contínua de intensidade moderada (FARIAS JUNIOR et al., 2019).

Em outro estudo, Farias-Junior et al. (2019a) demonstraram que o TIAI-BV configurado com menor tempo de estímulo-recuperação (30/30 s vs. 60/60 s) matendo a razão de 1:1 resulta em respostas fisiológicas e perceptuais menores, e resposta afetiva mais positivas em homens recreativamente treinados. Neste sentido, baseado na teoria da descarga corolária para formação da percepção de esforço físico (MARCORA, 2008), a menor percepção de esforço durante a sessão de TIAI-BV com estímulo-recuperação de 30/30 s comparado a 60/60 s pode representar uma menor demanda neuromuscular concordante com a menor duração do estímulo de alta intensidade, mesmo que o volume total tenha sido pareado entre as sessões. Apesar destes interessantes achados, o efeito de uma sessão de TIAI-BV com diferentes durações de estímulo-recuperação sobre a DMIT e o desempenho neuromuscular nos dias subsequentes em sujeitos treinados não-atletas não é conhecida.

O TIAI é uma das cinco tendências do fitness entre os profissionais de condicionamento físico e saúde desde 2013 (THOMPSON, 2021). Portanto, diante da popularização dessa abordagem de treinamento, torna-se necessário investigar o efeito de uma sessão de TIAI-BV com diferentes durações de estímulo-recuperação (60/60 s vs 30/30 s) sobre a DMIT e o desempenho neuromuscular 24 e 48 horas após a sessão de exercício. A hipótese do presente estudo é que a sessão de TIAI-BV com maior duração de estímulo-recuperação cause maior DMIT e diminua o desempenho neuromuscular 24 e 48 horas após a sessão em sujeitos treinados. Os resultados deste estudo fornecerão informações importantes relacionadas a prescrição do TIAI-BV para os profissionais do exercício, a fim de maximizar os potenciais benefícios do TIAI e minimizar os riscos para população não-atletas; i.e. dano muscular de baixo grau induzido pelo exercício, DMIT e redução do desempenho neuromuscular nos dias subsequentes a sessão de treino, conseqüentemente, maior susceptibilidade à lesões musculares. Portanto, fornecer informações importantes sobre o estado de prontidão para novas sessões de treinamento em sujeitos treinados não-atletas que buscam melhorar a saúde e aptidão física.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Analisar o efeito de uma sessão de TIAI-BV com diferentes durações de estímulo-recuperação (i.e. 60/60 s vs. 30/30 s) sobre a DMIT e o desempenho neuromuscular em sujeitos treinados.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Comparar os índices de DMIT limiar, tolerância e intensidade da dor 24 e 48 horas após as sessões de TIAI-BV com tempo de estímulo-recuperação (60/60 s vs. 30/30 s) em sujeitos treinados não-atletas;

Comparar o desempenho no salto vertical com contra movimento 24 e 48 horas após as sessões de TIAI-BV com tempo de estímulo-recuperação (60/60 s vs. 30/30 s) em sujeitos treinados não-atletas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE: BREVE HISTÓRICO, CONCEITOS E DEFINIÇÕES

O primeiro relato de uso do TIAI é de 1912 com o corredor profissional Finlandês Hannes Kolehnhnem, vencedor olímpico da prova de 10 km (BILLAT, 2001). O treinamento consistia de 5 a 10 repetições no ritmo de prova de 10 km (i.e. 3:05/km ou 19 km/h) (LAURSEN; BUCHHEIT, 2019). Em 1920, o atleta finlandês Paavo Nurmi, corredor profissional de média e longa distância, conhecido como o “finlandês voador”, junto com seu técnico desenvolveram outras configurações iniciais de TIAI (LAURSEN; BUCHHEIT, 2019). A rotina de treinamento de Nurmi incluía também sprints (i.e. 80 a 120 m) e TIAI com estímulos curtos (i.e. 400 m) (LAURSEN; BUCHHEIT, 2019). Nurmi foi detentor de 22 recordes mundiais em provas oficiais de 1500 m a 20 km, vencedor de nove medalhas de ouro e três de prata em 12 olimpíadas (LAURSEN; BUCHHEIT, 2019). Após a segunda guerra mundial, o TIAI tornou-se popular após o corredor checo Emil Zápotek conquistar um triplo ouro olímpico nos Jogos de Helsinki em 1952, nas provas de 5 km, 10 km e maratona (BILLAT, 2001). A partir de 1943, Zápotek junto com seu técnico, Josef Hron, incluíram sessões de TIAI curtos (i.e. 200 m e 400 m) em intensidade próxima a velocidade crítica (i.e. ~85% $V_{m\acute{a}x}$), estimada a partir dos melhores tempos entre as provas de 3 e 10 km (LAURSEN; BUCHHEIT, 2019). Eles foram os pioneiros a manipular duas variáveis do TIAI, a intensidade do estímulo e a intensidade da recuperação, com o objetivo de modificar as respostas fisiológicas. Por exemplo, diminuindo o tempo e a velocidade dos estímulos e aumentando a velocidade da recuperação (i.e. diminuindo a amplitude da intensidade entre estímulo-recuperação), consequentemente, modulando a predominância dos sistemas aeróbio e anaeróbio de produção energética durante as sessões de treinos (LAURSEN; BUCHHEIT, 2019). A partir de 1952, houve a popularização do TIAI entre os atletas. Vários corredores recordistas mundiais como Sándor Iharos, István Rózsavölgyi, László Tabori, Chirs Chataway, Chris Brasher e Roger Bannister inseram o TIAI em seus programas de treinamento (LAURSEN; BUCHHEIT, 2019).

No meio científico, os fisiologistas Reindell e Roskamm foram os primeiros a descrever o TIAI em um jornal científico. Junto ao técnico Woldemar Gerschler, eles criaram o método de treinamento intervalado de Friburgo que consistia de TIAI com estímulos longos e curtos (LAURSEN; BUCHHEIT, 2019). Em 1960, o fisiologista sueco, Per-Olof Astrand, descreveu pela primeira vez as respostas cardiorrespiratórias ao TIAI realizado com estímulos longos (i.e. > 3 minutos) em intensidade de 90-95% da velocidade máxima ($V_{m\acute{a}x}$). Per-Olof Astrand

demonstrou que todos os parâmetros cardiorrespiratórios alcançavam valores máximos nas últimas repetições apesar da recuperação passiva (ÅSTRAND et al., 1960). Adicionalmente, (CHRISTENSEN; HEDMAN; SALTIN, 1960) mostraram que corridas estímulos de alta intensidade muito curtos de 10 s a 100% da $V_{m\acute{a}x}$ com recuperação de 10 s eleva o consumo de oxigênio ao máximo com leve aumento no nível de lactato sanguíneo. (FOX ROBINSON E WIEGMAN 1969) foram os primeiros a comparar a demanda metabólica durante corrida intervalada e contínua com volume pareado. Eles encontraram menor acúmulo de lactato e fadiga no TIAI. Eles especularam que a reutilização da reserva de fosfato por meio do estoque de oxigênio muscular na mioglobina ser o mecanismo que permite os atletas completarem vários estímulos de intensidade muito alta. Na década de 90, (TABATA et al., 1996) mostraram que o TIAI curto (i.e. *sprints* de 20 s) de intensidade supramáxima (i.e. 170% $pVO_{2m\acute{a}x}$) realizado cinco vezes por semana durante seis semanas é eficaz para melhorar as potências aeróbia e anaeróbia máximas, enquanto o treinamento contínuo de intensidade moderada durante seis semanas melhora apenas a potência aeróbia máxima. Posteriormente, Burgomaster et al. (2005) mostraram que apenas duas semanas de treinamento (i.e. 6 sessões de treinos, 4-6 x 30 s de *sprints* ‘*all-out*’ intervalado por 4 minutos de recuperação passiva baseado no teste de Wingate) melhora o potencial oxidativo muscular e a capacidade de resistência aeróbia sem melhorar a potência aeróbia máxima, em indivíduos recreativamente ativos.

Contudo, apesar dos interessantes achados da eficácia do TIAI utilizando *sprints* ‘*all-out*’ para melhorar parâmetros fisiológicos e de aptidão física, os *sprints* ‘*all-out*’ baseado no teste de Wingate são considerado pouco tolerável e inseguro para a população geral, além da necessidade de equipamentos especializados para sua realização torna essa configuração com baixa aplicabilidade prática (GILLEN et al., 2012). Em 2010, (LITTLE et al., 2010) propuseram uma configuração alternativa de TIAI-BV utilizando ciclismo. A configuração consiste de 8 a 12 estímulos com duração de 60 s em intensidade correspondente a 100% da pVO_{2max} intervalado por 75 s de recuperação em baixa intensidade ou passiva. Essa configuração alternativa de TIAI-BV é considerada mais tolerável e segura em comparação aos *sprints* baseado no teste de Wingate, e manteve eficácia semelhante para melhorar parâmetros de saúde e aptidão física (GIBALA et al., 2012). Em 2007, (WISLØFF et al., 2007) demonstram a eficácia da configuração de TIAI escandinavo, caracterizado como longo (i.e. 4 x 4 minutos a ~95% da $FC_{m\acute{a}x}$ intervalado por 3 minutos de recuperação ativa a ~70% da $FC_{m\acute{a}x}$), sobre o remodelamento cardíaco do ventrículo esquerdo e melhora da potência aeróbia máxima em pacientes com insuficiência cardíaca estáveis pós infarto. Esses estudos são marcos importantes

para a popularização da prescrição do TIAI na perspectiva da saúde.

O TIAI é definido como uma sessão de treino que envolve estímulos realizados em intensidade igual ou superior ao limiar de lactato (i.e. $\geq 85\%$ FCmax) intervalados por recuperação ativa ou passiva (LAURSEN; BUCHHEIT, 2019). Conforme apresentado previamente, existem diferentes possibilidades de configurações de TIAI decorrente das infinitas combinações possíveis das 13 variáveis manipuláveis na prescrição do TIAI (LAURSEN; BUCHHEIT, 2019). Com propósito de facilitar a definição dos diversos tipos de TIAI, Weston et al. (2014) apresentam uma definição de TIAI considerando a intensidade como um fator principal entre os estudos que analisaram o efeito do TIAI sobre a melhora de parâmetros de saúde. Eles propuseram a definição de TIAI como estímulos submáximo entre 90 e 100% da FCmáx enquanto a denominação *sprint interval training* (SIT) foi definida como configurações que utilizam estímulos supramáximos ‘all-out’. Adicionalmente, (LAURSEN; BUCHHEIT, 2019) apresentam definições mais complexas considerando tanto a intensidade quanto o tempo de duração dos estímulos de alta intensidade. Em relação ao tempo de duração dos estímulos, o TIAI pode ser definido como curto (≤ 60 s) e longo (> 60 s) (LAURSEN; BUCHHEIT, 2019). Em relação à intensidade dos estímulos, o TIAI pode ser definido como de intensidade máxima (i.e. 80-120% v/pVO₂máx) e de intensidade supramáxima, como o treino de *sprints* repetidos (i.e. 120% a 160% v/pVO₂máx) ou como SIT (i.e. $> 160\%$ v/pVO₂máx a ‘all-out’) (LAURSEN; BUCHHEIT, 2019). Na perspectiva prática de prescrição, o tempo de duração e a intensidade dos estímulos interagem de acordo com o objetivo fisiológico e metabólico a ser alcançado. Por fim, Gillen e Gibala (2014) propuseram uma outra definição de TIAI considerando o tempo total de estímulos de alta intensidade e o volume total de tempo da sessão. Eles definiram TIAI-BV como uma sessão de treino com volume total de estímulos de alta intensidade ≤ 10 minutos e um volume total de tempo da sessão ≤ 30 minutos.

Nos estudos do nosso grupo, nós temos investigado, principalmente, a configuração de TIAI-BV (i.e. 10 x 60 s a 90-100% da Vmáx intervalado por 60 s de recuperação passiva ou ativa a 30% Vmáx) realizada em esteira rolante (DANTAS et al., 2016; FARIAS-JUNIOR et al., 2019a; FARIAS JUNIOR et al., 2019; FRAZÃO et al., 2016). Essa configuração de TIAI-BV tem sido investigada por vários estudos devido ser mais tolerável e por sua aplicabilidade prática (GILLEN; GIBALA, 2013). Recentemente, os estudos têm investigado a eficácia potencial sobre parâmetros metabólicos e de aptidão física de configurações de TIAI de muito baixo volume (do inglês RE-HIT, *reduced high-intensity interval training*) que consiste de 10 minutos de intensidade leve com um ou dois *sprints* ‘all-out’ com duração de 10-30 s

(METCALFE et al., 2012) ou três *sprints* 'all-out' de ciclismo intervalado por dois minutos de recuperação ativa em intensidade leve (GILLEN et al., 2012). O TIAI-BV tem sido muito utilizado por muitos praticantes devido ser considerada uma estratégia de treino tempo-eficiente comparado ao exercício contínuo tradicional (GARBER et al., 2011). Portanto, o TIAI pode gerar adaptações fisiológicas relacionadas a aptidão física e saúde com menor volume semanal e total de treinamento (GIBALA et al., 2012).

3.2. TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE E DOR MUSCULAR DE INÍCIO TARDIO

A DMIT é caracterizada por dor e desconforto muscular comumente relatada após exercícios físico realizado de alta intensidade ou que envolve considerável componente excêntrico ou um alto volume ou exercício não habitual (HYLDAHL; HUBAL, 2014). A DMIT é resultante de micro lesões no tecido muscular (HOTFIEL et al., 2018; PROSKE, 2005). O curso de tempo de manifestação da DMIT acontece nas primeiras 8 horas após a realização do exercício com duração de até 72 horas, com pico máximo de desconforto entre 24 e 48 horas. Estudos prévios mostram que realizar exercícios físicos não habitual é um dos principais causadores da DMIT (HOTFIEL et al., 2018; PROSKE, 2005). Thompson, Nicholas e Williams (1999) submeteram um grupo de homens ativos fisicamente e não familiarizados com TIAI a uma única sessão de TIAI com estímulos de intensidade suprmáxima, e observaram que a DMIT foi maior entre 24 e 48 horas após o exercício não habitual. Adicionalmente, a intensidade e a duração do estímulo do TIAI aumenta a DMIT. Leeder et al. (2014) mostraram que estímulos de 'all-out' de 400 causam aumento na DMIT 24 e 48 horas após a sessão de exercício. Assim como, Joo (2015) mostrou que TIAI com estímulos submáximo realizados com duração de 3 minutos aumenta a DMIT 24 horas após a sessão de exercício.

A DMIT percebida após a realização de TIAI é geralmente maior nos músculos dos membros inferiores que são responsáveis pela sustentação do peso corporal em pé como, por exemplo, os isquiotibiais (THOMPSON; NICHOLAS; WILLIAMS, 1999). Isso ocorre devido alguns tipos de TIAI exigirem movimentos de desaceleração aumentando a demanda de contração excêntrica no grupo muscular (COSO et al., 2012; WIEWELHOVE et al., 2016). Portanto, configurações de TIAI que envolvem mudança de direção, desaceleração e reaceleração e exercícios com aclive ou declive causam aumento de DMIT nos isquiotibiais 24 e 48 horas após a sessão de exercício (LAURSEN; BUCHHEIT, 2019).

3.3. TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE E DESEMPENHO NEUROMUSCULAR SUBSEQUENTE

O desempenho neuromuscular após o TIAI é influenciado pela manipulação das variáveis intensidade e duração dos estímulos, intensidade da recuperação e a modalidade do exercício (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013). Os desfechos podem ser positivos como o aumento do desempenho neuromuscular, assim como negativos que resulta em queda do desempenho nos dias seguintes a sessão de TIAT. A literatura tem demonstrado que seis sessões de TIAI (8-12 x 60 s a 100 % da P_{máx} intervalado por 60 s de recuperação passiva) realizadas durante duas semanas causa aumento no pico de torque da contração voluntária máxima dos membros inferiores em homens fisicamente ativos (MARTINEZ-VALDES et al., 2017) Adicionalmente, um estudo prévio demonstrou aumento da potência pico após uma única sessão de TIAI-BV (6 x 30 s a 90 % da FC_{máx} intervalados por 3 min de recuperação ativa com intensidade auto-selecionada) (SCULTHORPE; HERBERT; GRACE, 2017) A melhora do desempenho neuromuscular após o TIAI pode ser explicada pela intensidade do estímulo ser realizado a ~100% da P_{máx} que causar um maior recrutamento de unidades motoras (SCULTHORPE; HERBERT; GRACE, 2017).

Contrariamente as adaptação neuromusculares subsequente ao TIAI, uma resposta subaguda de declínio na força muscular após a uma sessão de TIAI pode ocorrer na presença dano muscular, subsequente inflamação e redução da ativação voluntaria máxima (WIEWELHOVE et al., 2016). Diferentes configurações de TIAI com intensidades supramáxima reduzem os níveis de força até 24 horas após o exercício (WIEWELHOVE et al., 2016). Porém, esse mesmo evento não acontece quando a intensidade é mantida e o número de estímulos são reduzidos. Grazioli et al. (2020) mostraram que uma sessão de TIAI com 15 estímulos '*all-out*' de 200 metros reduzem o nível de força de homens fisicamente ativos até 72 horas após o exercício. Isso sugere que uma possível dependência do volume de exercício em alta intensidade para reduzir a força muscular. Adicionalmente, o TIAI com um volume reduzido de até três estímulos de 20 s com intensidade '*all-out*' não reduz os níveis de força em até cinco dias após o exercício em homens jovens e idosos fisicamente ativos (YASAR; DEWHURST; HAYES, 2019). Portanto, o efeito do TIAI sobre a redução da força muscular parece estar ligada ao alto volume de exercício, a intensidade supramáxima e a demanda de componente excêntrico do movimento, intensidade da recuperação, a duração da recuperação e ao nível de atividade física do sujeito (LAURSEN; BUCHHEIT, 2019).

4. MÉTODOS

4.1. DESENHO DO ESTUDO

Este é um ensaio clínico cruzado e contrabalanceado que foi desenhado para comparar o efeito de uma sessão de TIAI-BV com diferentes configurações de duração de estímulo-recuperação sobre a DMIT e desempenho neuromuscular em sujeitos ativos treinados não-atletas. Todos os participantes foram submetidos aos seguintes procedimentos: i) triagem inicial e medidas antropométricas; ii) teste incremental máximo; iii) duas sessões de TIAI-BV com duração de estímulo-recuperação (60/60 s e 30/30 s); e iv) avaliação de DMIT e desempenho no salto vertical com contra movimento antes, 24 e 48 horas após as duas sessões de TIAI-BV. A ordem das sessões de TIAI-BV foi cruzada, contrabalanceada e separada por um intervalo de uma semana. O desenho experimental do estudo está apresentado na Figura 1. Os participantes foram informados e esclarecidos sobre todos os procedimentos do estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Norte aprovou este estudo (CAAE: 91774218.5.0000.5537, número do parecer 2.765.593).

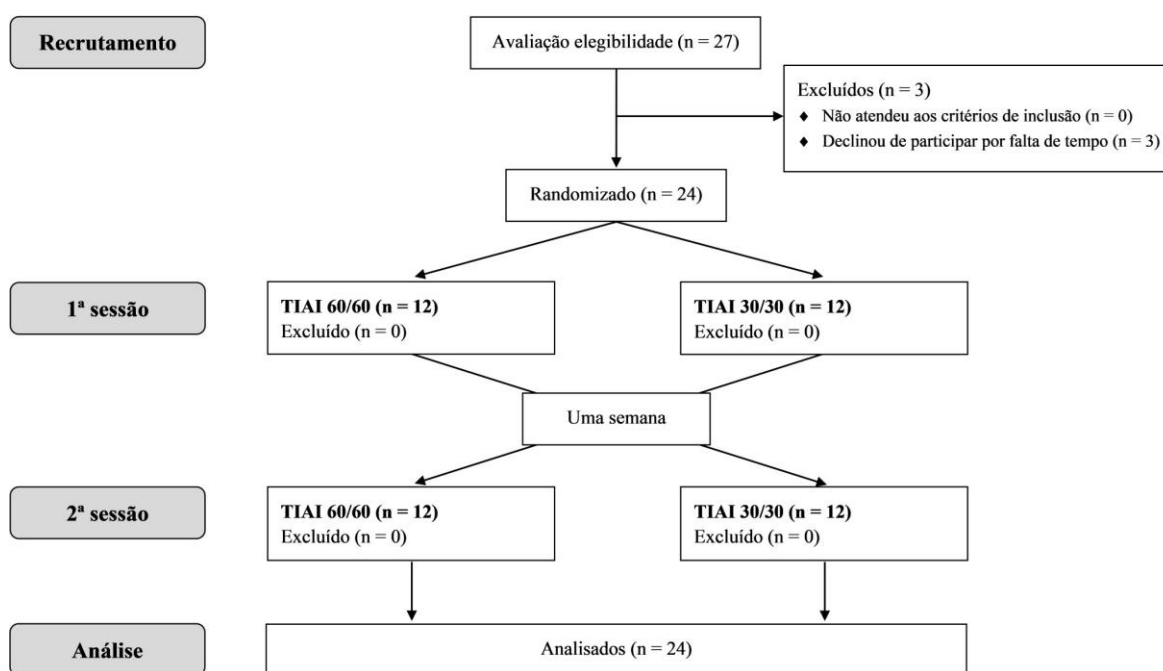


Figura 1. Fluxograma do estudo.

Nota: TIAI-BV, treinamento intervalado de alta intensidade com baixo volume.

4.2. PARTICIPANTES

Vinte e sete participantes foram recrutados para este estudo e 24 completaram todos os procedimentos e foram incluídos na análise final. Os participantes foram recrutados por meio de convites pessoais ou impressos nos departamentos da universidade, e-mail e redes sociais. Os critérios de inclusão foram: i) ser classificado como aparentemente saudável sem contra-indicações para a realização de exercícios físicos de acordo com o Physical Activity Readiness Questionnaire (PARQ); ii) realizar pelo menos 150 min/semana de atividade física moderada ou 75 min/semana de atividade física vigorosa; iii) ter índice de massa corporal (IMC) entre 18,5 kg/m² a 29,9 kg/m²; e iv) não ter experiência com TIAI. Os critérios de exclusão foram: i) ter qualquer lesão musculoesquelética que limitasse a capacidade de se exercitar em intensidade moderada e vigorosa durante o período de estudo; ii) uso de anti-inflamatórios ou analgésicos no período do estudo; e iii) realizar qualquer terapia para DMIT durante o período de estudo (por exemplo, massagem, imersão em água gelada). O tamanho da amostra foi baseado nos resultados de um estudo anterior (FARIAS-JUNIOR et al., 2017). O tamanho amostral foi calculado a priori considerando um tamanho de efeito de 0,50 para interação sessão e tempo da análise de variância de duas vias com medidas repetidas (ANOVA-MR 2-vias) para DMIT e desempenho de salto vertical com contramovimento 24 h. O tamanho amostral calculado foi de 24 participantes para um poder estatístico 1- β de 80% e um alfa de 5%.

4.3. TRIAGEM INICIAL

Inicialmente, os participantes foram responderam o histórico médico, o PARQ e o nível de atividade física. Em seguida, a massa corporal (kg) e a estatura (m) foram mensuradas, e o IMC foi calculado (massa corporal dividido pela estatura em metros ao quadrado, kg/m²). O nível de atividade física foi definido de acordo com as diretrizes do Colégio americano de medicina do esporte (GARBER et al., 2011), usando a versão curta do Questionário internacional de atividade física (IPAQ) (CRAIG et al., 2003). Os sujeito recrutados que foram classificados como ativos fisicamente, i.e. que realizavam pelo menos 150 min/semana de atividade física moderada e pelo menos 75 min/semana de atividade física vigorosa no período dos últimos três meses foram considerados elegíveis como amostra do estudo. No final da triagem inicial, os sujeitos foram orientados a evitar atividade física moderada e vigorosa, evitar consumir produtos cafeinados e álcool nas 24 horas anteriores ao teste incremental máximo, e 24 horas antes e até 48 horas após as duas sessões TIAI- BV, assim como ele foram orientados a manter um bom padrão de sono e os hábitos alimentares normais.

4.4. TESTE INCREMENTAL MÁXIMO

Os participantes realizaram um teste incremental máximo em esteira rolante motorizada (RT350, Movement®, São Paulo, Brasil) para determinar a $V_{m\acute{a}x}$ e a $FC_{m\acute{a}x}$. Todos os participantes tinham experi\encia pr\evia em realizar exerc\icios f\isico na esteira. Inicialmente, os participantes realizaram um aquecimento na velocidade de 5 km/h durante 5 minutos. Em seguida, o teste incremental m\aximo come\ou com velocidade de 5 km/h e inclina\cao de 1% durante 1 minuto seguido por incrementos fixos de 1 km/h por minuto at\e a exaust\ao volunt\aria. A $V_{m\acute{a}x}$ foi definida como a velocidade alcan\ada durante o \ultimo est\agio completo antes da exaust\ao volunt\aria somado a por\cao de tempo no est\agio incompleto (MIDGLEY et al., 2009). Por exemplo, est\agio 8 completo (i.e. 12 km/h) + 20 segundos no est\agio 9 (i.e. 13 km/h) corresponde a $V_{m\acute{a}x}$ de 12,2 km/h. A FC (FC, bpm) foi continuamente registrada em uma taxa de amostragem de 5 s durante o teste incremental m\aximo usando um sistema de monitoramento de FC (RS800cx, Polar Electro®, Oy, Kempele, Finl\andia). A percep\cao subjetiva de esfor\o (PSE) de Borg de 6-20 (BORG, 1998) foi usada para avaliar o esfor\o percebido em todo o corpo nos \ultimos 10 s cada est\agio do teste. O teste foi considerado m\aximo se os seguintes crit\erios foram alcan\ados: i) FC do participante $\geq 90\%$ da $FC_{m\acute{a}x}$ prevista para a idade (220 - idade); ii) PSE > 17 (“muito dif\icil”) no momento da exaust\ao volunt\aria; e iii) teste finalizado por exaust\ao entre 8 e 12 minutos. Todos os participantes alcan\aram todos crit\erios ao final do teste.

4.5. SESS\OES DE TIAI-BV

Os participantes realizaram as duas sess\oes de TIAI-BV em esteira rolante motorizada (RT350, Movement®, São Paulo, SP, Brasil). A configura\cao do TIAI-BV de 60/60 s consistiu de 10 x 60 s a 100% do $V_{m\acute{a}x}$ intercalado por 60 s de recupera\cao passiva (i.e. posi\cao em p\e na esteira). A configura\cao do TIAI-BV de 30/30 s consistiu de 20 x 30 s a 100% do $V_{m\acute{a}x}$ intercalado por 30 s de recupera\cao passiva. Ambas as sess\oes TIAI-BV tiveram dura\cao de 30 minutos, incluindo 5 minutos de aquecimento e 5 minutos de desaquecimento a 4 km/h. As sess\oes de TIAI-BV tiveram diferentes dura\coes de est\imulo e recupera\cao (i.e. 60/60 s vs. 30/30 s), mas foram pareadas pela raz\ao est\imulo-recupera\cao (i.e. 1:1) e trabalho total realizado (i.e. 10 minutos). A FC foi continuamente registrada durante as sess\oes (RS800cx, Polar Electro®, Oy, Kempele, Finl\andia). A FC dos \ultimos 5 s de cada est\imulo e recupera\cao foi considerada para an\alise. A PSE foi registrada nos \ultimos 5 s de cada est\imulo das sess\oes

de TIAI-BV. A PSE foi avaliada usando a escala de PSE de 6-20 (BORG, 1998). Aos participantes foi explicado o significado da PSE na triagem inicial, antes do teste de esforço máximo e antes de cada sessão TIAI-BV (ROBERTSON; NOBLE, 1997). Os participantes receberam encorajamento verbalmente para completar ambas as sessões TIAI-BV.

4.6. DOR MUSCULAR DE INÍCIO TARDIO

A DMIT foi avaliada por três parâmetros de dor usando algometria de pressão: i) limiar de dor (LD), ii) tolerância à dor (TD) e iii) intensidade percebida da dor (ID). Um algômetro de pressão com uma extremidade de borracha de 1 cm de diâmetro foi usado para aplicar gradualmente os estímulos mecânicos dolorosos com uma pressão de $\sim 1 \text{ kg/cm}^2/\text{s}$ (Pain Diagnostic and Treatment®, Nova York, EUA) (FISCHER, 1987) em três pontos anatômicos: i) reto femoral: ponto médio entre a crista ilíaca e a borda superior da patela; ii) bíceps femoral: ponto médio entre o sulco glúteo e a linha poplítea; e iii) gastrocnêmio: ponto de maior circunferência do gastrocnêmio (ver Figura 2). Os procedimentos relacionados aos estímulos mecânicos dolorosos foram realizados com os participantes em decúbito dorsal (para reto femoral) e decúbito ventral (para bíceps femoral e gastrocnêmio) com o algômetro perpendicular à pele. Todas as medições foram realizadas na perna direita do participante por um único investigador treinado. O LD foi definido como a pressão mínima que induziu dor (LAU; MUTHALIB; NOSAKA, 2013) enquanto o TD foi definido como a pressão máxima suportada pelo participante; isto é, o nível mais alto de dor tolerado pelo participante (BAKER; KELLY; ESTON, 1997). As frases "Estou começando a sentir dor" e "Pare, não aguento mais" foram usadas para definir LD e TD, respectivamente. A ID no reto femoral, bíceps femoral e gastrocnêmio foi avaliada usando uma escala visual analógica (PRICE et al., 1983), com "nenhuma dor" em uma extremidade de uma linha de 100 mm, e "a pior dor possível" no outro. O estímulo mecânico doloroso para ID foi aplicado durante 5 s usando a pressão média entre a pressão do LD e TD obtida previamente para cada participante em cada momento (i.e. antes, 24 e 48 horas). Após o estímulo mecânico doloroso, os participantes relataram o ID na escala visual analógica por meio de um risco na linha de 100 mm. A ID relatada foi verificada com uma régua e considerada para análise.

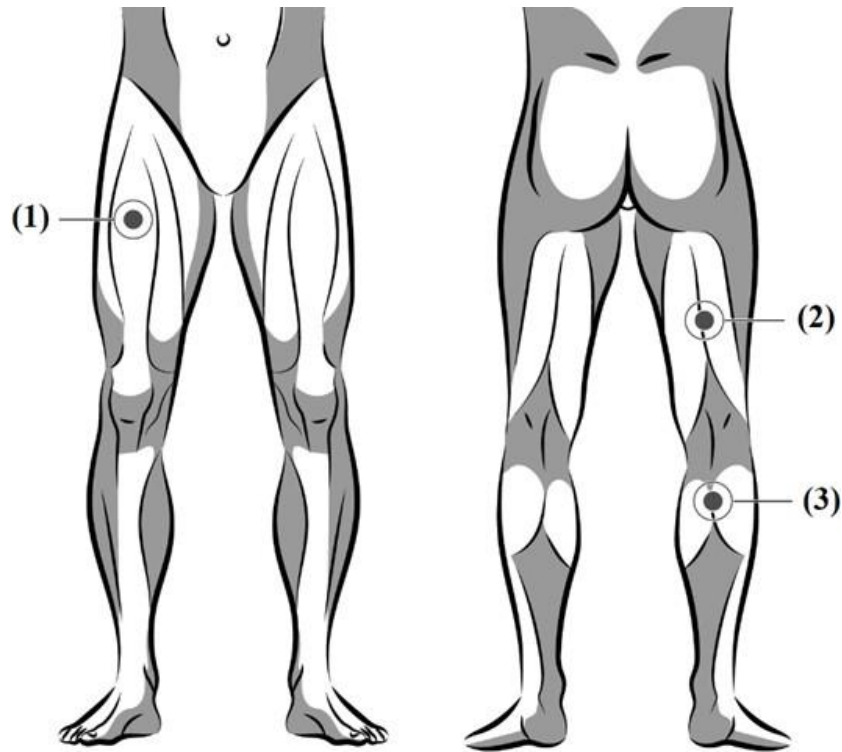


Figura 2. Pontos anatômicos de referência para avaliação do limiar de dor, tolerância à dor e intensidade da dor percebida. (1) Músculo Reto femoral; (2) Músculo bíceps femoral; e (3) Músculo gastrocnêmio.

4.7. DESEMPENHO NO SALTO VERTICAL COM CONTRAMOVIMENTO

O teste de salto vertical com contramovimento (SVC) é uma medida prática, válida e confiável e apontada como marcador indireto da desempenho neuromuscular (HOOREN, 2017). Estudos anteriores usaram o SVC como um causador indireto de dano muscular induzido por exercício (LAFFAYE; DA SILVA; DELAFONTAINE, 2019). O teste SVC foi realizado seguindo procedimentos padronizados (LAFFAYE; DA SILVA; DELAFONTAINE, 2019) e os dados foram coletados antes, 24 e 48 horas após as duas sessões de TIAI-BV. Todos os participantes realizaram três SVC máximos com 10 s de repouso entre eles. O maior valor entre os três SVC foi considerado para análise. Os testes SVC foram realizados em plataforma de contato Jump System Pro (CEFISE®, Nova Odessa, SP, Brasil). Os dados do nosso grupo mostram um coeficiente de correlação intraclasse de 0,96 entre os ensaios SVC.

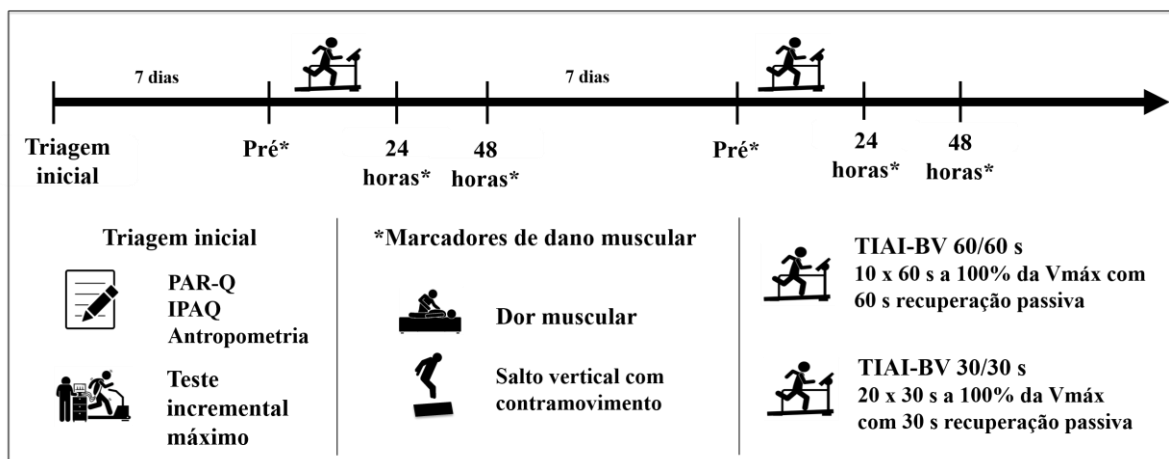


Figura 3. Desenho experimental do estudo. Nota: Questionário de prontidão para atividade física (PAR-Q), Questionário internacional de atividade física (IPAQ), Treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI-BV). *avaliações dos marcadores de dano muscular.

4.8. ANÁLISE ESTATÍSTICA

O teste de Shapiro-Wilk, a assimetria e a curtose (escore z considerado: -2 a $+2$) foram utilizados para verificar normalidade dos dados. Os dados paramétricos estão apresentados em média \pm desvio padrão, e os não paramétricos em mediana e percentis 25-75. O teste t de *Student* para amostra pareada foi utilizado para comparar a intensidade média das sessões de TIAI-BV. A equação de estimativa generalizada foi usada para verificar o efeito de interação sessão e tempo sobre os desfechos do estudo (i.e. DMIT e SVC). Foram testados os modelos de distribuição linear e gama com função de ligação de identidade e estrutura de matriz de correlação autorregressiva. A distribuição final foi definida de acordo com a qualidade de ajuste de máxima verossimilhança sob o critério de modelo independente. A distribuição gama foi a distribuição melhor para todas as análises. O *post hoc* de Bonferroni foi usado para comparação de pares. A normalidade dos resíduos foi verificada pelo gráfico Q-Q normal. O Hedges gav foi usado para determinar o tamanho do efeito (BAUMERT et al., 2016). O Hedges foi definido como tamanho do efeito (*effect size*; ES) $< 0,2$ reflete uma diferença insignificante, $\geq 0,2$ e $< 0,5$ reflete uma pequena diferença, $\geq 0,5$ e $< 0,8$ reflete uma diferença moderada e $\geq 0,8$ sugere uma grande diferença. O nível de significância foi estabelecido em $P < 0,05$ para todas as análises. As figuras e gráficos foram construídos no GraphPad Prisma Software versão 8 (San Diego, CA, EUA). Todos os dados foram analisados no SPSS versão 22.0 para Windows (Statistical Package for Social Sciences, Chicago, IL, EUA).

5. RESULTADOS

Todos os participantes ($22,3 \pm 2,9$ anos; $24,6 \pm 2,7$ kg/m²; FC de repouso 73 ± 8 bpm) relataram praticar esportes não competitivos, treinamento resistido e exercícios aeróbios habitualmente. Eles realizaram 60 minutos/semana (5 a 173 minutos/semana) de exercícios de intensidade moderada e 200 minutos/semana (120 a 300 minutos/semana) de exercícios de intensidade vigorosa. Os participantes atingiram V_{máx} de $16,3 \pm 1,6$ km/h e FC_{máx} de 191 ± 8 bpm no teste incremental máximo.

Em relação à intensidade das sessões de TIAI-BV, a média da %FCreserva durante os intervalos da sessão TIAI-BV 60/60 s foi de $91,4 \pm 5,9\%$ e durante a sessão TIAI-BV 30/30 s foi de $86,6 \pm 6,1\%$ [$t(23) = 4,822$, $P < 0,001$; ES = 0,78]. A média da %FCreserva durante os períodos de recuperação da sessão 60/60 s TIAI-BV foi $67,6 \pm 9,1\%$ e durante a sessão 30/30 s TIAI-BV foi $76,5 \pm 8,3\%$ [$t(23) = -5,540$, $P < 0,001$; ES = 0,99]. A PSE média durante os intervalos foi semelhante entre as sessões, $15,4 \pm 1,7$ para 60/60 s TIAI-BV sessão e $15,3 \pm 2,2$ para 30/30 s TIAI-BV sessão [$t(23) = 0,219$, $P = 0,828$; ES = 0,05]. Nenhum evento adverso ocorreu durante as sessões TIAI-BV. No entanto, sete indivíduos não completaram os 10 estímulos de alta intensidade planejados na sessão TIAI-BV 60/60 s (todos eles variaram de 6 a 7 intervalos) devido à fadiga, enquanto três indivíduos não completaram os 20 estímulos de alta intensidade planejados na sessão TIAI-BV de 30/30 s (um completou 9 intervalos e dois completou 16-17 intervalos) também devido à fadiga. Devido a esse resultado, todas as análises foram ajustadas pelo número de estímulos planejado completados nas sessões de TIAI-BV.

A Figura 4 e a Tabela 1 mostram os resultados de LD, TD e ID antes, 24 e 48 horas após ambas as sessões de TIAI-BV. Nenhuma interação sessão e tempo foi observada para LD, TD e ID em todos os músculos analisados (todos $P > 0,260$). A Figura 5 e a Tabela 1 mostram os resultados de SVC antes, 24 e 48 horas após ambas as sessões de TIAI-BV. Nenhuma interação sessão do número planejado alcançado ou não de estímulos de alta intensidade sobre os resultados analisados (todos $P > 0,071$, ver os resultados detalhados na tabela).

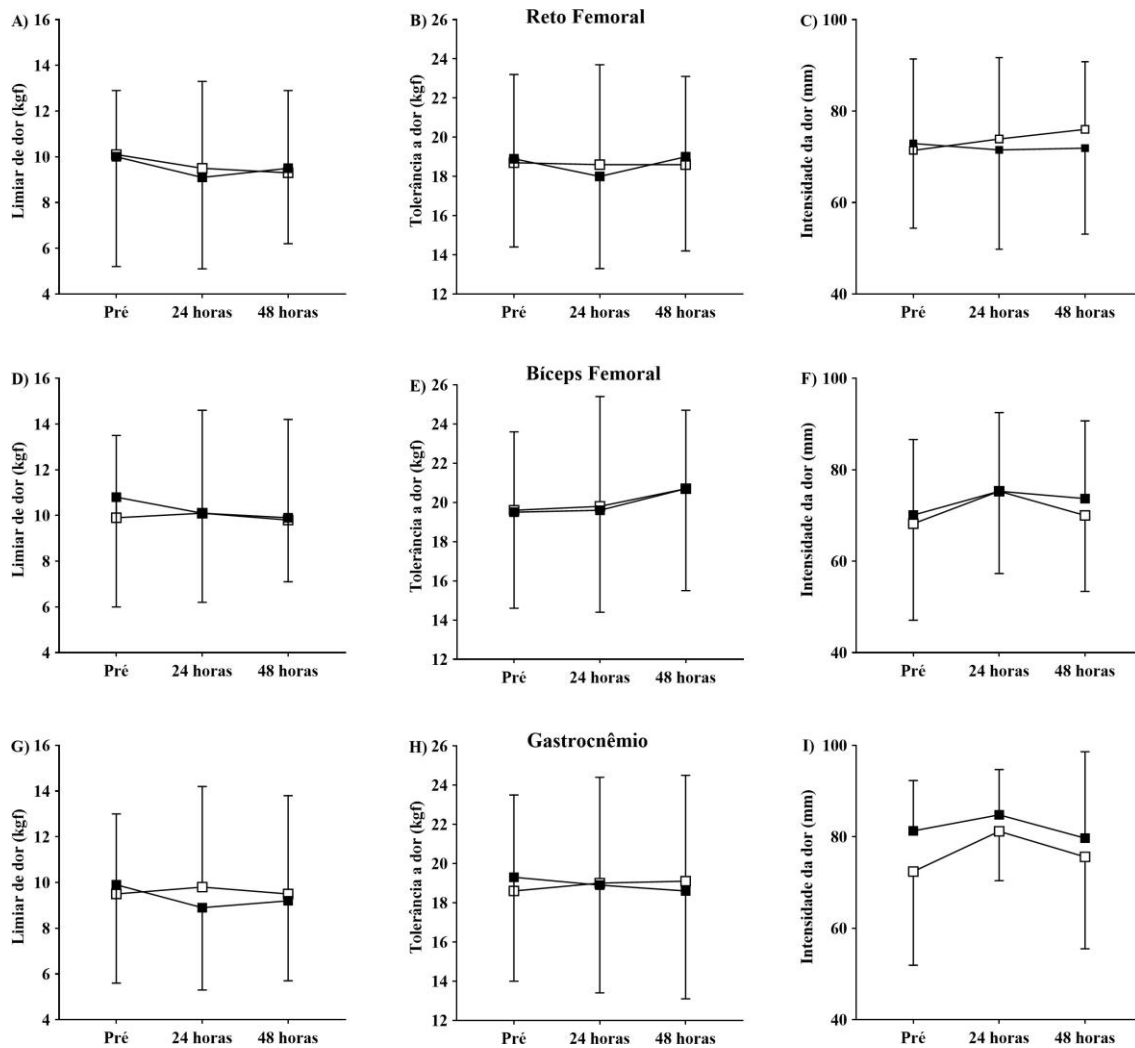


Figura 4. Limiar de dor, tolerância a dor e intensidade da dor percebida 24 e 48 horas após uma única sessão de sessão de treinamento intervalado de alta intensidade e baixo volume 60/60 s (■) e 30/30 s (□) em homens treinados (n = 24).

Nota: Os resultados são expressos em média \pm DP. Todas as análises ajustadas para os estímulos de alta intensidade planejado completados em ambos os protocolos TIAI.

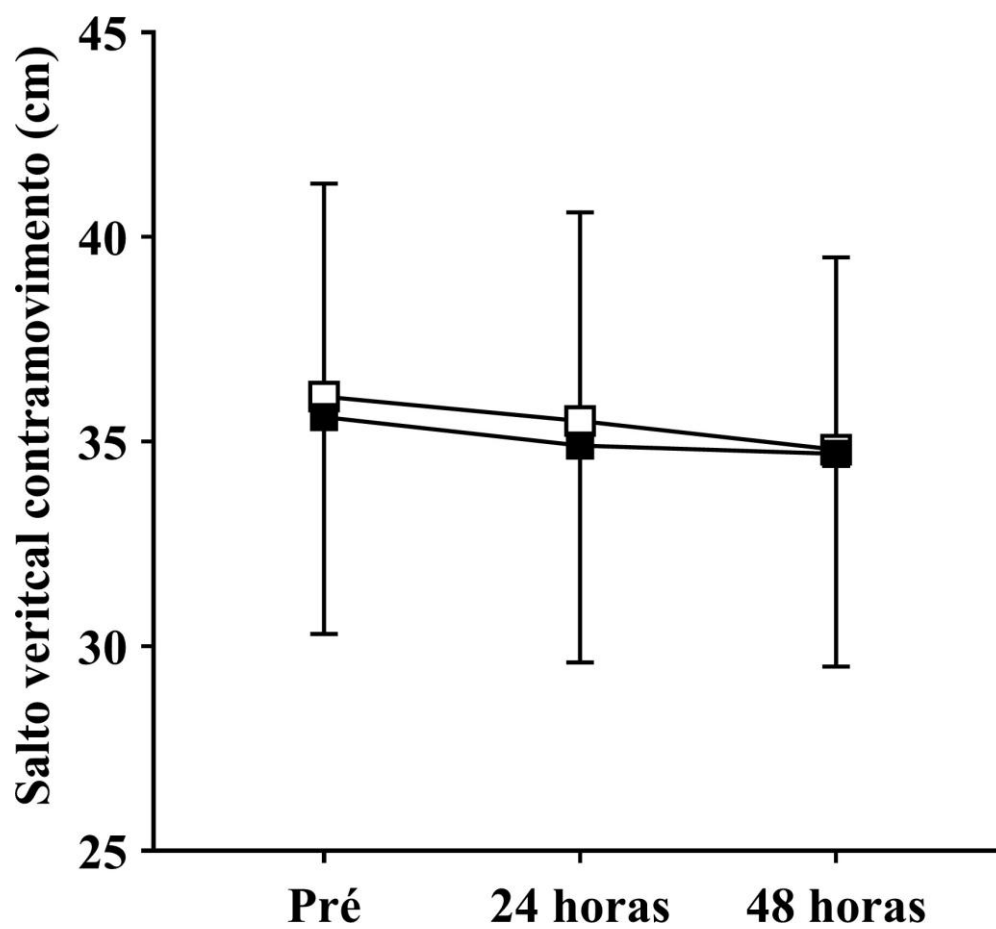


Figura 5. Altura do salto vertical com contramovimento antes, 24 e 48 horas após uma única sessão de sessão de treinamento intervalado de alta intensidade e baixo volume 60/60 s (■) e 30/30 s (□) em homens treinados (n = 24).

Nota: Os resultados são expressos como média \pm DP. Os resultados são expressos em média \pm DP. Todas as análises ajustadas para os estímulos de alta intensidade planejado completados em ambos os protocolos TIAI.

Tabela 1. Limiar de pressão de dor, tolerância de pressão a dor, intensidade da dor percebida e altura do salto vertical com contramovimento antes, 24 horas e 48 horas após uma única sessão de treinamento intervalado de intensidade e baixo volume 60/60 s e 30/30 s em homens treinados (n = 24).

	TIAI-BV 60/60 s			TIAI-BV 30/30 s			P-valor	
	Pré	Pós 24 h	Pós 48 h	Pré	Pós 24 h	Pós 48 h	Interação	Ajuste*
Reto femoral								
Limiar de dor (kg/cm ²)	10,0 ± 4,8	9,1 ± 4,0	9,5 ± 3,3	10,0 ± 2,8	9,5 ± 3,8	9,3 ± 3,6	0,833	0,463
Tolerância à dor (kg/cm ²)	18,9 ± 4,5	18,0 ± 4,7	19,0 ± 4,8	18,7 ± 4,5	18,6 ± 5,1	18,6 ± 4,5	0,620	0,906
Intensidade da dor (mm)	72,9 ± 18,5	71,5 ± 21,7	71,9 ± 18,8	71,4 ± 20,0	73,9 ± 17,8	76,0 ± 14,8	0,596	0,422
Bíceps femoral								
Limiar de dor (kg/cm ²)	10,8 ± 4,8	10,1 ± 3,9	9,9 ± 2,8	9,9 ± 3,6	10,1 ± 4,5	9,8 ± 4,4	0,449	0,404
Tolerância à dor (kg/cm ²)	19,5 ± 4,9	19,6 ± 5,2	20,7 ± 5,2	19,6 ± 4,0	19,8 ± 5,6	20,7 ± 4,0	0,983	0,315
Intensidade da dor (mm)	70,1 ± 16,5	75,3 ± 17,2	73,7 ± 17,0	68,2 ± 21,1	75,3 ± 18,0	70,0 ± 16,6	0,624	0,291
Gastrocnêmio								
Limiar de dor (kg/cm ²)	9,9 ± 4,3	8,9 ± 3,6	9,2 ± 3,1	9,5 ± 3,5	9,8 ± 4,4	9,5 ± 4,3	0,303	0,427
Tolerância à dor (kg/cm ²)	19,4 ± 5,3	18,9 ± 5,5	18,6 ± 5,5	18,6 ± 4,9	19,0 ± 5,4	19,1 ± 5,4	0,663	0,864
Intensidade da dor (mm)	81,3 ± 11,0	84,8 ± 9,9	79,7 ± 18,9	72,4 ± 20,5	81,2 ± 10,8	75,6 ± 20,1	0,260	0,231
Altura do SVC (cm)	35,6 ± 5,3	34,9 ± 5,3	34,7 ± 5,2	36,1 ± 5,2	35,5 ± 5,1	34,8 ± 4,7	0,748	0,071

Nota: Os valores são expressos em média ± DP, DP: desvio padrão; TIAI-BV: treinamento intervalado de alta intensidade e baixo volume, SVC: salto vertical com contramovimento, *Todas as análises foram ajustadas pelo número de estímulos de alta intensidade planejado completados nas sessões de TIAI-BV

6. DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi comparar o efeito de uma sessão de TIAI-BV com configuração diferente de duração estímulo-recuperação (i.e. 60/60 s vs 30/30 s) com razão de 1:1, com volume total (i.e. 30 minutos) e de estímulos de alta intensidade pareados (i.e. 10 minutos) sobre a DMIT e desempenho neuromuscular em homens ativos treinados não-atletas. As nossas hipóteses que a sessão TIAI-BV 60/60 s causaria aumento nos significativos de DMIT e diminuição do desempenho neuromuscular foram refutadas. Portanto, o principal achado deste estudo foi que uma sessão de TIAI-BV com as configurações investigadas não causam alterações significativas nos índices de DMIT (i.e. LD, TD e ID) e na altura do SVC após 24 e 48 horas as sessões de exercício.

No presente estudo, os índices de DMIT (i.e. LD, TD e ID) nos músculos reto femoral, bíceps femoral e gastrocnêmio não foram alterados significativamente até 48 horas após as sessões de TIAI-BV. As configurações de TIAI-BV investigadas foram realizadas em intensidade máxima (ou seja, estímulos a 100% da $V_{m\acute{a}x}$), com baixo volume total de estímulos de alta intensidade (i.e. 10 minutos) e com componente excêntrico modesto devido ter sido realizada em esteira. A literatura tem demonstrado que o TIAI com estímulos em intensidades supramáximas ocorre maior recrutamento de fibras musculares tipo II B, ou seja, quanto maior a intensidade do estímulo maior o recrutamento de fibras tipo II, e essas fibras são mais sensíveis ao dano muscular (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013). Em um estudo prévio que corrobora com nossos achados, foram comparados diferentes intensidades submáxima, máxima e supramáxima de TIAI e os autores concluíram que apenas a intensidade supramáxima causou aumento da DMIT e redução da altura do salto após 24 horas (WIEWELHOVE et al., 2016). A característica máxima da intensidade do estímulo no presente estudo é uma variável importante da configuração do TIAI-BV investigado que pode explicar a DMIT não ter aumentado após a sessão de exercício. Portanto, a prescrição de estímulos com intensidade máxima no TIAI-BV pode ser um estímulo insuficiente para causar DMIT e redução de desempenho neuromuscular em homens treinados. Uma outra característica importante na configuração de TIAI-BV investigada no presente estudo é o baixo volume de estímulos de alta intensidade (i.e. 10 minutos total). Joo (2015) demonstrou que configuração de TIAI alto volume com tempo total de estímulos de 24 minutos aumenta a DMIT após 24 horas em homens fisicamente ativos, mesmo com estímulos realizados em intensidade submáxima.

Além disso, a configuração de TIAI-BV investigada no presente estudo teve um

modesto componente excêntrico devido ter sido realizada em esteira rolante motorizada e não precisar desacelarar o movimento ao final do estímulo. Os períodos de recuperação foram passivos com os participantes permanecendo em pé na esteira, o que possivelmente reduziu as ações excêntricas que ocorrem durante a caminhada e a corrida. O componente excêntrico no TIAI é uma outra característica associada a magnitude de DMIT e a redução de desempenho muscular (MINAHAN et al., 2020). O TIAI realizado com acelerações e desacelerações causa um aumento no componente excêntrico, principalmente, nos músculos isquiotibiais que são responsáveis por freiar o movimento (LEEDER et al., 2014). Thompson, Nicholas e Williams (1999) demonstraram que uma configuração de TIAI realizada em uma pista de atletismo com desaceleração ao movimento ao final da corrida aumentou a DMIT 24 horas após o exercício, e os músculos mais afetados foram os isquiotibiais. Portanto, o TIAI-BV com estímulos de intensidade máxima, com baixo volume de estímulos de alta intensidade e sem componente excêntrico não causa aumento da DMIT até 48 horas após a sessão.

A amostra investigada no presente estudo foi composta por homens treinados não atletas. Eles praticavam esportes não competitivos, treinamento resistido e exercícios aeróbios habitualmente. Neste sentido, é possível que nossos achados tenham sido relacionada ao *status* de treinamento da amostra investigada. Contrariamente, Farias-Junior et al. (2019b) demonstraram que homens não treinados com sobrepeso/obesidade apresentam leve aumento na DMIT até 48 horas após uma sessão de TIAI-BV 60/60 s, semelhante ao investigado no presente estudo. Houve diminuição da TD no gastrocnêmio e aumento do ID no bíceps femoral. Essas respostas foram acompanhadas por aumento na atividade da creatina quinase (CK) plasmática de ~25-30% em 24 e 48 horas após a sessão, respectivamente. Adicionalmente, Farias-Junior et al. (2017) demonstraram que 24 horas após uma sessão de TIAI-BV semelhante a investigada no presente estudo, homens não obesos fisicamente inativos apresentam DMIT. No entanto, os voluntários não relataram qualquer restrição de movimento durante suas atividades habituais após as sessões TIAI-BV (FARIAS-JUNIOR et al., 2017). Contudo, um estudo prévio de (BRANDÃO et al., 2020) observaram na comparação de duas configurações de TIAI com estímulos '*all-outs*' de 15 s versus 30 s intervalados com 15 s e 30 s de recuperação passiva em sujeitos fisicamente ativos, os estímulos de 15 s causaram maiores elevações de CK e LDH 24 h após o TIAI. É importante destacar que CK e LDH são importantes marcadores de dano muscular, e que a configuração de 15 s é insuficiente para recuperação do estímulo seguinte (BRANDÃO et al., 2020). Portanto, os achados deste

estudo demonstram que os indivíduos ativo fisicamente são menos susceptíveis a apresentar DMIT até 48 horas após uma sessão TIAI-BV com estímulos de intensidade máxima.

O desempenho no salto vertical é um marcador que representa o desempenho muscular dos membros inferiores (WIEWELHOVE et al., 2016). As configurações de TIAI-BV investigadas no presente estudo tiveram característica máxima e com intervalo de recuperação superior a 20 s. Estudos prévios têm demonstrados que TIAI com estímulos de intensidade supramáxima intervalados por recuperação de duração < 30 s causa redução no desempenho muscular quando avaliado pela altura do salto vertical (WIEWELHOVE et al., 2015). Isso acontecer devido a característica supramáxima do estímulo necessitar de maior tempo para recuperação. Assim, quando a razão do estímulo/recuperação é 1:1 resulta em aumento na demanda neuromuscular causada por um tempo de recuperação insuficiente (BRANDÃO et al., 2020). Dessa forma, além da DMIT, estudos prévios demonstram que o desempenho do salto vertical pode ser usado para avaliar repercussões do dano muscular ultraestrutural (HOOREN, 2017). Por exemplo, Minahan et al. (2020) demonstram que após TIAI com estímulos de *sprints* repetidos com desaceleração comparado a sem desaceleração houve aumento da CK, LDH e mioglobina após 24 horas, porém sem modificação no desempenho do salto vertical. Assim, a utilização combinada de marcadores indiretos pode subsidiar melhor o entendimento do cenário de dano muscular induzido por exercício. Nesse sentido, no presente estudo, todos os marcadores indiretos de dano muscular induzido por exercício avaliados mostraram um cenário convergente: as duas configurações de TIAI-BV não geraram modificações significativas após 24 e 48 horas.

O presente estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. Primeira, embora os participantes tenham sido instruídos a evitar atividades físicas de intensidade moderada e vigorosa, produtos com cafeína e consumo de álcool, além de um bom padrão de sono e hábitos alimentares, esses aspectos não foram objetivamente monitorados. Segunda, ausência de uma avaliação de desempenho neuromuscular imediatamente após a sessão de TIAI-BV. Por exemplo, avaliação de contração voluntária máxima por dinamometria ou por um teste de repetição máxima. Terceira, não utilizamos avaliações de imagem, como ressonância magnética e avaliação de temperatura muscular. Quarta, o presente estudo não incluiu marcadores de dano muscular indireto induzido por exercício, como a CK e LDH, amplitude de movimento e circunferência do membro, o que poderia fornecer um entendimento mais abrangente

sobre o efeito das duas configurações de duração de estímulo-recuperação do TIAI-BV analisadas.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos nossos achados é possível tomar decisões importantes em relação a prescrição do TIAI-BV para sujeitos treinados. Na perspectiva neuromuscular, realizar TIAI-BV com configurações de tempo de estímulos de 30/30 s e 60/60 s com intensidade máxima (i.e. 100% da $V_{máx}$) intercalados com recuperação passiva não aumenta a magnitude de DMIT e nem prejudica o desempenho neuromuscular nas 48 horas após a sessão de exercício. Portanto na perspectiva prática, por exemplo, o treinador pode programar uma sessão de TIAI-BV e no dia seguinte pode realizar uma sessão treinamento de força, pois o desempenho neuromuscular não será prejudicado até 48 horas após a sessão de exercício.

Na perspectiva de progressão de treinamento, iniciar o programa utilizando TIAI-BV 30/30 s é interessante devido ao menor estresse fisiológico, e, posteriormente, progredir aumentando o tempo de duração dos estímulos de alta intensidade com o objetivo de aumentar o estresse cardiovascular, por exemplo. Adicionalmente, a quantidade de estímulos de alta intensidade é uma variável na configuração do TIAI-BV que deve ser considerada. No presente estudo, 7 participantes não conseguiram completar os 10 estímulos no TIAI 60/60 s e 3 não conseguiram completar os 20 estímulos no TIAI 30/30 s. Como sugestão, para perspectiva prática, com objetivo de amenizar o impacto da quantidade de estímulos seria reduzir pela metade o número de estímulo realizados, principalmente, nas primeiras sessões de TIAI-BV. Porém, ainda não está claro na literatura se reduzir o volume total dos estímulos causa prejuízo na melhoria de parâmetros de aptidão física e saúde em sujeitos treinados.

8. REFERÊNCIAS

- ÅSTRAND, I. et al. Intermittent Muscular Work. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 48, n. 3–4, p. 448–453, 1960.
- BAKER, S. J.; KELLY, N. M.; ESTON, R. G. Pressure pain tolerance at different sites on the quadriceps femoris prior to and following eccentric exercise. **European Journal of Pain**, v. 1, n. 3, p. 229–233, 1997.
- BAUMERT, P. et al. **Genetic variation and exercise-induced muscle damage: implications for athletic performance, injury and ageing**. [s.l.] Springer Berlin Heidelberg, 2016. v. 116
- BILLAT, L. V. Interval Training for Performance: A Scientific and Empirical Practice. **Sports Medicine**, v. 31, n. 2, p. 75–90, 2001.
- BORG, G. **Borg's perceived exertion and pain scales**. Champaign: Human Kinetics Books, 1998.
- BRANDÃO, L. H. A. et al. Physiological and Performance Impacts After Field Supramaximal High-Intensity Interval Training With Different Work-Recovery Duration. **Frontiers in Physiology**, v. 11, n. October, p. 1–11, 8 out. 2020.
- BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B. High-Intensity Interval Training, Solutions to the Programming Puzzle. **Sports Medicine**, v. 43, n. 5, p. 313–338, 2013.
- BURGOMASTER, K. A. et al. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 98, n. 6, p. 1985–1990, 2005.
- CHRISTENSEN, E. H.; HEDMAN, R.; SALTIN, B. Intermittent and Continuous Running (A further contribution to the physiology of intermittent work.). **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 50, n. 3–4, p. 269–286, 1960.
- CLEAK, M. J.; ESTON, R. G. Delayed onset muscle soreness: Mechanisms and management. **Journal of Sports Sciences**, v. 10, n. 4, p. 325–341, 1992.
- COSO, J. DEL et al. Muscle damage and its relationship with muscle fatigue during a half-iron triathlon. **PLoS ONE**, v. 7, n. 8, p. 1–7, 2012.
- CRAIG, C. L. et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 35, n. 8, p. 1381–95, ago. 2003.
- DANTAS, T. C. B. et al. A single session of low-volume high-intensity interval exercise reduces ambulatory blood pressure in normotensive males. **Journal of Strength and Conditioning Research**, p. 1, out. 2016.
- FARIAS-JUNIOR, L. F. et al. Effect of low-volume high-intensity interval exercise and continuous exercise on delayed-onset muscle soreness in untrained healthy males. **Journal of Strength and Conditioning Research**, p. 1, jun. 2017.
- FARIAS-JUNIOR, L. F. et al. Physiological and Psychological Responses during Low-Volume High-Intensity Interval Training Sessions with Different Work-Recovery Durations. **Journal of sports science & medicine**, v. 18, n. 1, p. 181–190, 2019a.
- FARIAS-JUNIOR, L. F. et al. Psychological responses, muscle damage, inflammation, and delayed onset muscle soreness to high-intensity interval and moderate-intensity continuous exercise in overweight men. **Physiology & Behavior**, v. 199, p. 200–209, fev. 2019b.
- FARIAS JUNIOR, L. F. et al. Effect of Low-Volume High-Intensity Interval Exercise and Continuous Exercise on Delayed-Onset Muscle Soreness in Untrained Healthy Males. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 3, p. 774–782, 1 mar. 2019.
- FISCHER, A. A. Pressure algometry over normal muscles. Standard values, validity and reproducibility of pressure threshold. **Pain**, v. 30, n. 1, p. 115–126, jul. 1987.

FISHER, G. et al. High intensity interval- vs moderate intensity- training for improving cardiometabolic health in overweight or obese males: A Randomized controlled trial. **PLoS ONE**, v. 10, n. 10, p. 1–15, 2015.

FRAZÃO, D. T. et al. Feeling of Pleasure to High-Intensity Interval Exercise Is Dependent of the Number of Work Bouts and Physical Activity Status. **PLoS ONE**, v. 11, n. 3, p. e0152752, 30 mar. 2016.

GARBER, C. E. et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Med Sci Sports Exerc**, v. 43, n. 7, p. 1334–59, jul. 2011.

GIBALA, M. J. et al. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. **Journal of Physiology**, v. 590, n. 5, p. 1077–1084, 2012.

GILLEN, J. B. et al. Acute high-intensity interval exercise reduces the postprandial glucose response and prevalence of hyperglycaemia in patients with type 2 diabetes. **Diabetes, Obesity and Metabolism**, v. 14, p. 575–577, 2012.

GILLEN, J. B.; GIBALA, M. J. Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 39, n. 3, p. 409–412, 2013.

GILLEN, J. B.; GIBALA, M. J. Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? **Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquée, nutrition et métabolisme**, v. 39, n. 3, p. 409–12, mar. 2014.

GRAZIOLI, R. et al. Moderate volume of sprint bouts does not induce muscle damage in well-trained athletes. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 24, n. 1, p. 206–211, 2020.

HOOD, M. S. et al. Low-volume interval training improves muscle oxidative capacity in sedentary adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 10, p. 1849–1856, 2011.

HOOREN, V. THE DIFFERENCE BETWEEN COUNTERMOVEMENT AND SQUAT JUMP PERFORMANCES:AREVIEW OF UNDERLYING MECHANISMS WITH PRACTICAL APPLICATIONS. v. 31, n. 7, p. 2011–2020, 2017.

HOTFIEL, T. et al. Advances in Delayed-Onset Muscle Soreness (DOMS): Part I: Pathogenesis and Diagnostics. **Sportverletzung-Sportschaden**, v. 32, n. 4, p. 243–250, 2018.

HYLDAHL, R. D.; HUBAL, M. J. Lengthening our perspective: morphological, cellular, and molecular responses to eccentric exercise. **Muscle & nerve**, v. 49, n. 2, p. 155–70, fev. 2014.

JOO, C. H. Development of a non-damaging high-intensity intermittent running protocol. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v. 11, n. 2, p. 112–118, 2015.

JUNG, M. E. et al. High-Intensity Interval Training as an Efficacious Alternative to Moderate-Intensity Continuous Training for Adults with Prediabetes. **Journal of Diabetes Research**, v. 2015, p. 1–9, 2015.

LAFFAYE, G.; DA SILVA, D. T.; DELAFONTAINE, A. Self-Myofascial Release Effect With Foam Rolling on Recovery After High-Intensity Interval Training. **Frontiers in Physiology**, v. 10, 16 out. 2019.

LAU, W. Y.; MUTHALIB, M.; NOSAKA, K. Visual Analog Scale and Pressure Pain Threshold for Delayed Onset Muscle Soreness Assessment. **Journal of Musculoskeletal Pain**, v. 21, n. 4, p. 320–326, 21 dez. 2013.

LAURSEN, P.; BUCHHEIT, M. **Science and application of high-intensity interval training: solutions to the programming puzzle.** [s.l: s.n.].

LEEDER, J. D. C. et al. Recovery and Adaptation From Repeated Intermittent-Sprint Exercise. p. 489–496, 2014.

LITTLE, J. P. et al. A practical model of low-volume high-intensity interval training induces mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle: potential mechanisms. **The Journal of Physiology**, v. 588, n. 6, p. 1011–1022, 15 mar. 2010.

MARCORA, S. M. Do we really need a central governor to explain brain regulation of exercise performance? p. 929–931, 2008.

MARTINEZ-VALDES, E. et al. Differential Motor Unit Changes after. n. 35, p. 1126–1136, 2017.

MARTINS, C. et al. Highintensity interval training and isocaloric moderate-intensity continuous training result in similar improvements in body composition and fitness in obese individuals. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 26, n. 3, p. 197–204, 2016.

MIDGLEY, A. W. et al. Evaluation of true maximal oxygen uptake based on a novel set of standardized criteria. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 34, n. 2, p. 115–123, abr. 2009.

MINAHAN, C. L. et al. Muscle Damage and Metabolic Responses to Repeated-Sprint Running With and Without Deceleration. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 12, p. 3423–3430, dez. 2020.

OWENS, D. J. et al. Exercise-induced muscle damage: What is it, what causes it and what are the nutritional solutions? **European journal of sport science**, v. 19, n. 1, p. 71–85, 2 fev. 2019.

PRICE, D. D. et al. The validation of visual analogue scales as ratio scale measures for chronic and experimental pain. **Pain**, v. 17, n. 1, p. 45–56, set. 1983.

PROSKE, U. Muscle tenderness from exercise: mechanisms? **The Journal of Physiology**, v. 564, n. 1, p. 1–1, abr. 2005.

RACIL, G. et al. Effects of high vs. Moderate exercise intensity during interval training on lipids and adiponectin levels in obese young females. **European Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 10, p. 2531–2540, 2013.

ROBERTSON, R. J.; NOBLE, B. J. Perception of physical exertion: methods, mediators, and applications. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 25, n. 1, p. 407–52, 1997.

SAWYER, B. J. et al. Effects of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on endothelial function and cardiometabolic risk markers in obese adults. **Journal of Applied Physiology**, v. 121, n. 1, p. 279–288, 2016.

SCULTHORPE, N. F.; HERBERT, P.; GRACE, F. One session of high-intensity interval training (HIIT) every 5 days, improves muscle power but not static balance in lifelong sedentary ageing men. p. 1–8, 2017.

TABATA, I. et al. Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and $\dot{V}O_{2\max}$. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 28, n. 10, p. 1327–1330, out. 1996.

THOMPSON, D.; NICHOLAS, C. W.; WILLIAMS, C. Muscular soreness following prolonged intermittent high-intensity shuttle running. **Journal of Sports Sciences**, v. 17, n. 5, p. 387–395, 1999.

THOMPSON, W. R. Worldwide Survey of Fitness Trends for 2021. **ACSM'S Health & Fitness Journal**, v. 25, n. 1, p. 10–19, jan. 2021.

WESTON, M. et al. Effects of low-volume high-intensity interval training (HIT) on fitness in adults: A meta-analysis of controlled and non-controlled trials. **Sports Medicine**, v. 44, n. 7, p. 1005–1017, 2014.

WIEWELHOVE, T. et al. Markers for routine assessment of fatigue and recovery in male and female team sport athletes during high-intensity interval training. **PLoS ONE**, v. 10, n. 10, p. 1–17, 2015.

WIEWELHOVE, T. et al. Acute responses and muscle damage in different high-intensity interval running protocols. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 56,

n. 5, p. 606–15, maio 2016.

WISLØFF, U. et al. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: A randomized study. **Circulation**, v. 115, n. 24, p. 3086–3094, 19 jun. 2007.

YASAR, Z.; DEWHURST, S.; HAYES, L. D. Peak Power Output Is Similarly Recovered After Three- and Five-Days' Rest Following Sprint Interval Training in Young and Older Adults. **Sports**, v. 7, n. 4, p. 94, 2019.

9. ANEXO

PAR-Q & VOCÊ

O Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q) é um instrumento de avaliação pré-participação em programa de atividade física. Para a maioria dos indivíduos, a atividade física não deve trazer qualquer problema ou prejuízo. O PAR-Q foi elaborado para ajudar a identificar o pequeno número de adultos, para quem a prática de exercícios pode ser inadequada ou aqueles que devem buscar aconselhamento médico acerca do tipo de atividade que seria mais apropriado para eles.

O bom senso é a melhor tática a ser adotada para responder a estas perguntas. Por favor, leia-as com atenção e marque SIM ou NÃO nos parênteses correspondentes que segue cada pergunta.

- | | SIM | NÃO |
|--|-----|-----|
| 1. Algumas vez, um médico ou profissional de saúde disse que você possui problema no coração e recomendou que fizesse atividade física sob supervisão médica? | () | () |
| 2. Você sente ou já sentiu dor no peito quando faz atividade física? | () | () |
| 3. Você sentiu dor no peito, sem fazer esforço, nos últimos meses? | () | () |
| 4. Você tende a cair ou perder a consciência como resultado de tontura? | () | () |
| 5. Você tem algum problema ósseo, muscular ou articular que poderia ser agravado com a prática de atividade física? | () | () |
| 6. Algum médico já recomendou o uso de medicamentos para a sua pressão arterial ou condição cardiovascular? | () | () |
| 7. Você tem conhecimento, por meio de sua própria experiência ou aconselhamento médico, de alguma outra razão que o impeça de praticar atividades físicas sem supervisão médica? | () | () |
- Gostaria de comentar algum outro problema de saúde seja de ordem física ou psicológica que impeça a sua participação na atividade proposta?

Declaração

Assumo a veracidade das informações prestadas acima e declaro que estou em plenas condições de saúde e apto a realizar exercícios físicos, sem nenhuma restrição médica para me submeter a um programa de treinamento físico.

Natal, RN _____ de _____ de 20____.

Nome: _____

Assinatura: _____

Questionário Internacional de Atividade Física – IPAQ

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física você faz como parte do seu dia a dia. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gastou fazendo atividade física nos **ÚLTIMOS 7 dias**. As perguntas incluem as atividades que você fez no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou de jardinagem. **Por favor, responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo.**

- Pense sobre todas as atividades vigorosas que você fez nos **ÚLTIMOS 7 dias**.
- Atividades físicas vigorosas referem-se as atividades que exige um esforço físico pesado e que você respirar muito pesado, além do normal.

- Pense apenas naquelas atividades vigorosas que você fez por pelo menos 10 minutos.

1. Durante os últimos 7 dias, quantos dias você fez atividade física vigorosa como levantar peso pesado, escavação, exercício aeróbico intenso ou pedalou rápido?

_____ dias por semana. _____ Nenhum (**pular para questão 3**)

2. Quanto tempo você geralmente gastou fazendo atividade física vigorosa nestes dias?

_____ horas por dia _____ minutos por dia _____ Não sabe/não está seguro

- Pense sobre todas as atividades moderadas que você fez na **ÚLTIMOS 7 dias**.
- Atividades físicas vigorosas refere-se a atividades que exige um esforço físico moderado e que você respirar um pouco mais pesado que o normal.

- Pense apenas naquelas atividades moderadas que você fez por pelo menos 10 minutos.

3. Durante os últimos 7 dias, quantos dias você fez atividade física moderada como carregar peso leve, pedalar em um ritmo regular ou algum jogo em dupla? **Não incluir caminhada.**

_____ dias por semana. _____ Nenhum (**pular para questão 5**)

4. Quanto tempo geralmente você gastou fazendo atividade física vigorosa nestes dias?

_____ horas por dia _____ minutos por dia _____ Não sabe/não está seguro

- Pense sobre quanto tempo você gastou caminhando na **ÚLTIMOS 7 dias**.
- Isto inclui no trabalho e em casa, caminhar como deslocamento de um lugar para outro, e algumas outra caminhada que você fez somente por recreação, esporte, exercício ou lazer.

5. Durante os últimos 7 dias, quantos dias você caminhou por pelo menos 10 minutos?

_____ dias por semana. _____ Nenhum (**pular para questão 7**)

6. Quanto tempo você geralmente gastou caminhando em um desses dias?

_____ horas por dia _____ minutos por dia _____ Não sabe/não está seguro

- A última questão é sobre o tempo que você gastou sentado nos dias da semana durante os **ÚLTIMA 7 dias**.

- Incluir o tempo gasto no trabalho, em casa, enquanto fez um trabalho do curso e durante o tempo de lazer.

- Isto pode incluir o tempo gasto sentado no birô, visitando amigos, lendo, ou sentado ou declinado para assistir televisão.

7. Durante os últimos 7 dias, quanto tempo você gastou sentado nos dias da semana?

_____ horas por dia _____ minutos por dia _____ Não sabe/não está seguro

Este é o fim do questionário. Obrigado por sua participação!

10. APÊNDICES

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
CAMPUS UNIVERSITÁRIO BR 101 – LAGOA NOVA
59072-970 / NATAL – RIO GRANDE DO NORTE - BRASIL

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Esclarecimentos

Este é um convite para você participar da pesquisa: **Efeito do tempo de estímulo-recuperação do exercício intervalado de alta intensidade de baixo volume sobre a dor muscular de início tardio**, que tem como pesquisador responsável **Luiz Fernando de Farias Junior**.

Esta pesquisa pretende verificar o efeito da duração do estímulo e da recuperação no exercício intervalado de alta intensidade sobre a dor muscular induzida pelo exercício e a potência muscular.

O motivo que nos leva a fazer este estudo é conhecer as respostas de dor muscular induzida pelo exercício intervalado de alta intensidade quando realizado em diferentes tempos de estímulo-recuperação.

Caso você decida participar, você deverá ser submetido a uma triagem inicial para realizar exercício físico, avaliação de peso e altura corporal, um teste de esforço máximo e a duas sessões de exercício intervalado de alta intensidade. Após 24 h e 48 h cada sessão de exercício será avaliada sua resposta de dor muscular tardia e de potência muscular pelo teste de salto vertical. As sessões de exercício serão realizadas com intervalo de uma semana entre elas.

Durante a realização do teste de esforço máximo e das sessões de exercício a previsão de riscos é mínima, ou seja, o risco que você corre é semelhante àquele sentido num exame físico ou psicológico de rotina como ofegância, cansaço muscular, aumento dos batimentos cardíacos e da frequência respiratória. O risco de eventos agudos cardíacos é muito baixo.

Pode acontecer um desconforto durante a avaliação da dor muscular que será minimizado com aplicação do estímulo doloroso em pontos diferentes do músculo e você terá como benefício uma avaliação física e orientações sobre a prática regular de exercício

físico e redução do comportamento sedentário.

Em caso de algum problema que você possa ter relacionado com a pesquisa, você terá direito à assistência gratuita que será prestada pela Diretoria de Atenção à Saúde do Servidor da UFRN sob responsabilidade de Luiz Fernando de Farias Junior.

Durante todo o período da pesquisa você poderá tirar suas dúvidas ligando para Luiz Fernando de Farias Junior, Departamento de Educação Física – UFRN - Sala GPEACE – Rua da Saúde - Campus Central UFRN, luizfarias@ufrn.edu.br, (84) 9.9659-4016.

Você tem o direito de se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo para você.

Os dados que você irá nos fornecer serão confidenciais e serão divulgados apenas em congressos ou publicações científicas, sempre de forma anônima, não havendo divulgação de nenhum dado que possa lhe identificar.

Esses dados serão guardados pelo pesquisador responsável por essa pesquisa em local seguro e por um período de 5 anos.

Se você ou o seu acompanhante tiverem alguns gastos pela sua participação nessa pesquisa, eles serão assumidos pelo pesquisador e reembolsado para vocês.

Se você sofrer qualquer dano decorrente desta pesquisa, sendo ele imediato ou tardio, previsto ou não, você será indenizado.

Qualquer dúvida sobre a ética dessa pesquisa você deverá ligar para o Comitê de Ética em Pesquisa – instituição que avalia a ética das pesquisas antes que elas comecem e fornece proteção aos participantes das mesmas – da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, nos telefones (84) 3215-3135 / (84) 9.9193.6266, através do e-mail cepufnr@reitoria.ufrn.br ou pelo formulário de contato do site <www.cep.propesq.ufrn.br> . Você ainda pode ir pessoalmente à sede do CEP, de segunda a sexta, das 08:00h às 12:00h e das 14:00h às 18:00h, na Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Central. Lagoa Nova. Natal/RN. CEP 59078-970

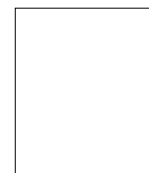
Este documento foi impresso em duas vias. Uma ficará com você e a outra com o pesquisador responsável Luiz Fernando de Farias Junior.

Consentimento Livre e Esclarecido

Após ter sido esclarecido sobre os objetivos, importância e o modo como os dados serão coletados nessa pesquisa, além de conhecer os riscos, desconfortos e benefícios que ela trará para mim e ter ficado ciente de todos os meus direitos, concordo em participar da

pesquisa **Efeito do tempo de estímulo-recuperação do exercício intervalado de alta intensidade de baixo volume sobre a dor muscular de início tardio**, e autorizo a divulgação das informações por mim fornecidas em congressos e/ou publicações científicas desde que nenhum dado possa me identificar.

Natal, ____ de _____ de _____.



Impressão
datiloscópica do
participante

Assinatura do participante da pesquisa

Declaração do pesquisador responsável

Como pesquisador responsável pelo estudo **Efeito do tempo de estímulo-recuperação do exercício intervalado de alta intensidade de baixo volume sobre a dor muscular de início tardio**, declaro que assumo a inteira responsabilidade de cumprir fielmente os procedimentos metodologicamente e direitos que foram esclarecidos e assegurados ao participante desse estudo, assim como manter sigilo e confidencialidade sobre a identidade do mesmo.

Declaro ainda estar ciente que na inobservância do compromisso ora assumido estarei infringindo as normas e diretrizes propostas pela Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde – CNS, que regulamenta as pesquisas envolvendo o ser humano.

Natal ____ de _____ de _____.

Assinatura do pesquisador responsável