
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE

**PRESCREVENDO E MONITORANDO EXERCÍCIO INTERVALADO PELA
PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO EM DIABÉTICOS TIPO 2: RESPOSTAS
METABÓLICA E HEMODINÂMICA**

ARIANE APARECIDA VIANA

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Motricidade.

Junho - 2017

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE

**PRESCREVENDO E MONITORANDO EXERCÍCIO INTERVALADO PELA
PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO EM DIABÉTICOS TIPO 2: RESPOSTAS
METABÓLICA E HEMODINÂMICA**

Ariane Aparecida Viana

ORIENTADOR: Prof. Dr. Emmanuel Gomes Ciolac

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Motricidade.

Junho - 2017

796.077 Viana, Ariane Aparecida
V614p Prescrevendo e monitorando exercício intervalado pela percepção subjetiva de esforço em diabéticos tipo 2: respostas metabólica e hemodinâmica / Ariane Aparecida Viana. - Rio Claro, 2017
65 f. : il., figs., gráfs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Emmanuel Gomes Ciolac

1. Esportes - Treinamento técnico. 2. Diabetes mellitus tipo 2. 3. Glicemia capilar. 4. Pressão arterial. I. Título.



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Prescrevendo e monitorando exercício intervalado pela percepção subjetiva de esforço em diabéticos tipo 2: Respostas metabólica e hemodinâmica

AUTORA: ARIANE APARECIDA VIANA

ORIENTADOR: EMMANUEL GOMES CIOLAC

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE, especialidade: ATIVIDADE FÍSICA E SAÚDE pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. EMMANUEL GOMES CIOLAC
Departamento de Educação Física / Faculdade de Ciências de Bauru - SP

Prof. Dr. BRUNO MARTINELLI
Centro de ciências biológicas e da saúde / Universidade Sagrado coração

Profa. Dra. SILVIA REGINA BARRILE
Ciências biológicas e da saúde / Centro de Ciências Biológicas e Profissões da Saúde - Curso de Fisioterapia - Universidade do Sagrado Coração - USC

Rio Claro, 23 de junho de 2017

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação aos diabéticos e aos pesquisadores.

Diabéticos, espero vê-los mais sobre esteiras, e menos sobre leitos de hospitais.

Que nós, pesquisadores, nos empenhemos sempre mais em colocar em prática nossa ciência, pois se a fé sem obras é morta (Tg 2, 26), quanto mais a ciência!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo carinho com que cuidas de mim e dos meus, pelo consolo nas horas difíceis, pela providência material, por manter acesa a chama da esperança quando os ventos da vida insistem em dizer não. Agradeço por minha vida e pelas bênçãos sobre mim derramadas, apesar de que em muitos momentos minha retribuição tenha sido falha, obrigada por continuar me amando na pobreza do que sou.

À família... José, Jovina, Allyson, amo vocês! Obrigada pelos valores ensinados na prática, pelo incentivo, pela compreensão. Passamos juntos por mais essa! Sem vocês, eu não chegaria a quem sou e não estaria onde estou.

À vovó Verônica... “*menina sai um pouco desse computador*”, desculpe o tempo que deixei de ganhar com você! Obrigada pela simplicidade!

À Vivi, obrigada por ter se juntado definitivamente aos “Vianas”, desejo que a nossa amizade floresça cada dia mais.

Àquele com quem decidi formar minha família, obrigada pela parceria na alegria e na tristeza, e por ser meu melhor amigo a todo tempo. Que possamos continuar a dar bons frutos juntos, conforme os planos de Deus.

Aos colegas do LEDOC, sofremos e rimos juntos, muitas vezes não foi fácil, mas quem disse que seria? Em especial agradeço à Bianca, pela competência no auxílio durante a realização da pesquisa, desejo que colha os frutos e tenho certeza que será uma excelente profissional.

Ao Kleber, da Emdurb, pela divulgação da pesquisa no transporte coletivo de Bauru, a qual nos possibilitou grande número de voluntários.

Aos voluntários, pela disponibilidade e compreensão de todo o processo. Vocês foram, e são fundamentais. Conviver com cada um de vocês foi uma oportunidade de crescimento intelectual e humano.

Ao Professor Dr. Emmanuel Gomes Ciolac, principalmente por ter me aceitado como aluna em regime de dedicação parcial, para que eu não precisasse abdicar de outras conquistas profissionais. Sem dúvida, este processo de orientação foi importante para minha formação profissional e acadêmica.

Aos amigos que me estenderam as mãos nos momentos de incerteza e dificuldade, obrigada pela ajuda técnica, pelos conselhos e pelas palavras de conforto. Foi fundamental contar com vocês neste processo. Àqueles que tornaram meu caminho mais difícil, digo-lhes, na medida em que me permitiram, ultrapassei meus limites. Valeu a pena toda pedra colocada em meu caminho. Só quem já perdeu, entende o que é ganhar. Enfim entendi que o título nunca foi o fim, foi apenas um dos meios pelos quais me foi permitido experienciar a vida.

“Há pessoas que desejam saber só por saber, e isso é curiosidade; outras, para alcançarem fama, e isso é vaidade; outras, para enriquecerem com a sua ciência, e isso é um negócio torpe; outras, para serem edificadas, e isso é prudência; outras, para edificarem os outros, e isso é caridade.”

Santo Agostinho

“Se queres fazer-te bom, pratica apenas três coisas e tudo andarás bem. Ei-las: alegria, estudo e piedade.”

Dom Bosco

“Comece fazendo o que é necessário, depois o que é possível, e em breve estarás fazendo o impossível.”

São Francisco de Assis

RESUMO

Pesquisas recentes têm mostrado que o treinamento intervalado de alta intensidade (TI) é superior ao treinamento contínuo de moderada intensidade (TC) para a melhora da capacidade cardiorrespiratória, bem como de inúmeras variáveis associadas à fisiopatologia do Diabetes *Mellitus* (DM). A atual prescrição de TI é baseada na resposta da frequência cardíaca (FC) máxima, consumo máximo de oxigênio e/ou limiares ventilatórios durante um teste progressivo de esforço máximo, o que requer equipamentos de alto custo. A percepção subjetiva de esforço (PSE) é uma medida simples e sem custo, sendo opção atrativa para prescrição e automonitoramento do exercício. Porém, pouco se sabe sobre as respostas agudas do TI prescrito e automonitorado por essa ferramenta em indivíduos diabéticos. O objetivo deste estudo foi investigar a eficiência da escala de PSE como ferramenta de prescrição e automonitoramento do TI em indivíduos com DM tipo 2 (DM2). Foram estudados 11 indivíduos (2 homens) portadores de DM2 (idade = $52,3 \pm 3$ anos; tempo de diagnóstico = $9,5 \pm 1,6$ anos). Foi realizado teste ergométrico em esteira e 4 intervenções em ordem aleatória: TI-PSE, 4 min de aquecimento caminhando no nível 9 de PSE e 21 min de TI alternando 1 min de caminhada/corrida no nível 15–17 com 2 min de caminhada no nível 9–11; TI-FC, 4 min de aquecimento caminhando com FC a 50% da FC de reserva e 21 min de TI alternando 1 min de caminhada/corrida com FC a 85% da FC de reserva com 2 min de caminhada com FC a 50% da FC de reserva; TC-PSE, 4 min de aquecimento caminhando no nível 9 da PSE e 21 min de TC caminhando/correndo no nível 11–14 e sessão controle sem exercício (CON), 25 min de repouso sentado. As seguintes variáveis foram avaliadas em repouso (antes), imediatamente após e 45 minutos após cada intervenção: pressão arterial (PA), FC, glicemia capilar, variabilidade da FC, rigidez arterial e função endotelial. PA e FC ambulatorial também foram monitoradas durante 24 horas. Não houve diferença significativa no comportamento da FC, distância percorrida e velocidade do exercício entre as sessões TI-PSE e TI-FC. Houve redução similar da glicemia capilar imediatamente após as sessões TI-PSE ($22,5 \pm 3,6\%$) e TI-FC ($23,5 \pm 4,7\%$), sendo ambas maiores ($p < 0,05$) que a redução observada imediatamente após a sessão TC-PSE ($16,9 \pm 5,7\%$) em comparação com a sessão CON. O comportamento da pressão arterial ambulatorial foi semelhante entre as sessões TI-PSE e TI-FC; no entanto, a PA sistólica 24 horas foi significativamente inferior apenas após a sessão TI-PSE em comparação à sessão CON ($p < 0,05$). Estes resultados sugerem que a PSE pode ser uma ferramenta eficiente para prescrever e automonitorar o TI em indivíduos com DM2.

Palavras-chave: Diabetes *mellitus* tipo 2; Exercício intervalado; Função endotelial; Glicemia capilar; Percepção subjetiva de esforço; Pressão arterial.

ABSTRACT

High-intensity interval training (HIIT) is a time-efficient intervention for preventing and treating type 2 diabetes mellitus (T2DM). Its prescription requires an expensive method (cardiopulmonary exercise testing, CPX) that is not commonly available to general population. Rate of perceived exertion scale (RPE) is a simple and inexpensive tool for prescribing and self-regulating exercise. However, its usefulness for prescribing and self-regulating HIIT in T2DM is unknown. The objective of this study was to analyze the use and efficiency of the 6–20 RPE scale for prescribing and self-regulating HIIT in patients with T2DM. Eleven (two males) T2DM patients (time since diagnosis = 9.5 ± 1.6 yr) aged 52.3 ± 3 yr underwent a symptom-limited CPX on a treadmill to determine their heart rate (HR) response to exercise. Patients were then assigned to perform of HIIT_{RPE} (4 min of warm-up and 21 min of jogging/running at 15-17 (1 min) alternating with walking at 9-11 (2 min) on the 6-20 RPE scale), HIIT prescribed and regulated by HR response to CPX (HIIT_{HR}, 4 min of warm-up and 21 min of jogging/running at 85% (1 min) alternating with walking at 50% (2 min) of reserve HR), continuous moderate exercise (CME) prescribed and self-regulated by RPE (30 min of walking at 11-13 on the 6-20 RPE scale), and control session (CON, sitting in a quiet environment) in a random order (3 to 15 days between intervention). Blood pressure, heart rate, capillary glucose, heart rate variability, endothelial function and carotid-femoral pulse wave velocity (PWV) were assessed before, immediately after and 45 min after each intervention. 24-h ambulatory HR and blood pressure (ABP) after each intervention. Exercise HR, distance and speed were not different between HIIT_{RPE} and HIIT_{HR}. T2DM patients showed similar reductions in capillary glucose after HIIT_{RPE} ($22.5 \pm 3.6\%$) and HIIT_{HR} ($23.5 \pm 4.7\%$), which were greater ($p < 0.05$) than the observed after CME ($16.9 \pm 5.7\%$). T2DM patients also showed similar 24-h ABP reductions after HIIT_{RPE} and HIIT_{HR}, when compared to CON; but the reduction was statistically significant ($p < 0.05$) only after HIIT_{RPE}. No ABP reductions were found after CME. No significant differences on endothelial function and PWV were observed during all interventions. HIIT was superior to CME to acutely reduce capillary glucose and ABP, independently if it was prescribed and regulated by RPE or the HR response to CPX. This result suggests that the 6–20 RPE scale may be an efficient tool for prescribing and self-regulating HIIT in T2DM patients.

Keywords: Type 2 diabetes mellitus; Interval training; Endothelial function; Capillary glycemia; Rate of perceived exertion scale; Blood pressure.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.	Representação esquemática do recrutamento e dinâmica do estudo.....	19
Figura 2.	Exemplo do registro da frequência cardíaca e mensuração da variação dos intervalos R-R (ms).....	22
Figura 3.	Ilustração da aquisição da frequência cardíaca instantânea obtida a partir da gravação dos intervalos R-R (ms).....	22
Figura 4.	Aparelho automático Vicorder®.....	23
Figura 5.	Etapas para a avaliação da velocidade de onda de pulso carótido-femoral.....	24
Figura 6.	Etapas para a avaliação da função endotelial.....	25
Figura 7.	Comportamento da frequência cardíaca, velocidade e distância durante as sessões.....	32
Figura 8.	Comportamento da glicemia capilar durante as sessões.....	33
Figura 9.	Comportamento da pressão arterial ambulatorial (24 horas, vigília e sono).	37
Figura 10.	Comportamento das médias horárias da pressão arterial ambulatorial.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Características demográficas e clínicas basais dos indivíduos.....	29
Tabela 2.	Parâmetros do teste ergométrico.....	30
Tabela 3.	Comportamento da frequência cardíaca e pressão arterial sistêmica dos indivíduos diabéticos durante as sessões.....	31
Tabela 4.	Redução da glicemia durante as intervenções.....	33
Tabela 5.	Comportamento da velocidade de onda de pulso carótido-femoral e função endotelial dos indivíduos diabéticos durante as sessões.....	34
Tabela 6.	Variabilidade da frequência cardíaca dos indivíduos diabéticos durante as sessões.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS

AF	alta frequência
BF	baixa frequência
CON	sessão controle sem exercício
DCNT	doenças crônicas não transmissíveis
DEF-FC/UNESP	Departamento de Educação Física da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
DM	diabetes <i>mellitus</i>
DM2	diabetes <i>mellitus</i> tipo 2
FC	frequência cardíaca
FC_{max}	frequência cardíaca máxima
FC_{RES}	frequência cardíaca de reserva
FE	função endotelial
iR-R	intervalos R-R instantâneos
LEDOC	Laboratório de Pesquisas em Exercício Físico e Doenças Crônicas
MAPA	monitorização ambulatorial da pressão arterial
PA	pressão arterial
PAD	pressão arterial diastólica
PAS	pressão arterial sistólica
PSE	percepção subjetiva de esforço
RMSSD	raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre iR-R normais adjacentes menos um
SDNN	desvio padrão da média de todos os iR-R normais
SNA	sistema nervoso autonômico
TC	treinamento contínuo de moderada intensidade
TC-PSE	sessão de TC prescrito e automonitorado pela PSE
TE	teste ergométrico
TI	treinamento intervalado de alta intensidade
TI-FC	sessão de TI prescrito e monitorado pela resposta da FC ao teste ergométrico
TI-PSE	sessão de TI prescrito e automonitorado pela PSE
VFC	variabilidade da frequência cardíaca
VO_{2max}	consumo máximo de oxigênio
VOP	velocidade de onda de pulso

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVOS.....	15
2.1	Objetivo geral.....	15
2.2	Objetivos específicos.....	15
3	HIPÓTESES.....	16
4	MÉTODOS.....	17
4.1	Casuística.....	17
4.2	Dinâmica do estudo.....	17
4.3	Teste ergométrico.....	19
4.4	Glicemia capilar.....	20
4.5	Variabilidade da frequência cardíaca.....	20
4.6	Rigidez arterial.....	22
4.7	Função endotelial.....	24
4.8	Sessões de exercício e sessão controle.....	26
4.9	Monitorização ambulatorial da pressão arterial.....	27
4.10	Análise estatística.....	27
5	RESULTADOS.....	29
6	DISCUSSÃO.....	38
7	CONCLUSÕES.....	45
	REFERÊNCIAS.....	46
	APÊNDICES E ANEXOS.....	55

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que o Diabetes *Mellitus* (DM) é um problema de saúde pública global, em ascensão e oneroso, com grande impacto social e financeiro (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006; ADA, 2008). Dados de 2015 estimam que existam 415 milhões de pessoas (idade entre 20-79 anos) com diabetes no mundo, com projeção de chegar a 642 milhões em 2040. Neste cenário o Brasil ocupa a quarta posição em número de casos de adultos com DM (14,3 milhões – 9,4% da população) e os gastos com a doença no mundo chegaram a 673 bilhões de dólares em 2015 (12% do total investido em saúde) (IDF DIABETES ATLAS, 2015).

O DM não é uma única doença, mas um grupo heterogêneo de distúrbios metabólicos que apresenta em comum a hiperglicemia, resultante da função deficiente na secreção de insulina pelo pâncreas, ação deficiente da insulina nos tecidos-alvos ou ambas (CUNHA et al., 2002). Sua classificação é baseada na etiologia e inclui quatro classes clínicas: **DM tipo 1**, forma presente em 5%-10% dos casos, caracterizado por destruição das células beta, sendo subdividido em autoimune e idiopático; **DM tipo 2 (DM2)**, forma presente em 90%-95% dos casos, geralmente diagnosticado após os 40 anos, causado por interação de fatores genéticos e ambientais (a maioria dos pacientes com DM2 apresenta sobrepeso ou obesidade); **DM gestacional**, qualquer intolerância à glicose, de magnitude variável, com início ou diagnóstico durante a gestação; **Outros tipos específicos de DM**, formas menos comuns cujos defeitos ou processos causadores podem ser identificados (ADA, 2015; DIRETRIZES SBD, 2016).

A evolução para o DM2 ocorre em um período de tempo variável, passando por estágios intermediários que recebem a denominação de glicemia de jejum alterada e tolerância à glicose diminuída. Tais estágios são decorrentes da combinação de resistência à ação insulínica e disfunção de célula beta (DIRETRIZES SBD, 2016). A resistência insulínica, que pode ser definida como a dificuldade da ação efetiva da insulina nos órgãos alvo (especialmente tecido muscular, hepático e adiposo), é uma característica fundamental no DM2 e resulta da combinação de susceptibilidade genética e fatores adquiridos como sedentarismo e obesidade (FERREIRA, 2009). À medida que a resistência insulínica e a hiperinsulinemia compensadora progredem, as ilhotas pancreáticas, em certos indivíduos, tornam-se incapazes de sustentar o ambiente hiperinsulinêmico. A tolerância à glicose diminuída, caracterizada por elevações na glicemia pós-prandial, então progride. Há posterior declínio na secreção de insulina e aumento na produção de hepática de glicose que levam ao DM2 clinicamente manifesto com hiperglicemia de jejum, que, por sua vez, afetam

adversamente a função das células betas – fenômeno conhecido como glicotoxicidade. Por último, a falência completa da célula beta pancreática pode se instalar, levando à necessidade de utilização de insulina exógena (ROBERTSON et al., 2003).

O número de casos de DM, principalmente DM2, está aumentando em virtude do crescimento e do envelhecimento populacional, da maior urbanização, da progressiva prevalência de obesidade e sedentarismo, bem como da maior sobrevivência de pacientes com DM (WHO, 2002; SHAW; SICREE; ZIMMET, 2010; DIRETRIZES SBD, 2016).

A história natural do DM é marcada pelo aparecimento de complicações crônicas, geralmente classificadas como microvasculares (retinopatia, nefropatia e neuropatia) e macrovasculares (doença arterial coronariana, doença cerebrovascular e vascular periférica), o que torna a doença um dos principais fatores de risco cardiovascular, em que as principais causas de mortalidade são consequências de lesões ateroscleróticas de grandes artérias, como o infarto do miocárdio e o acidente vascular cerebral (BORTOLOTTI, 2004; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006). Além disso, o risco de amputações é pelo menos 10 vezes mais frequente em indivíduos com DM que em não diabéticos, e a doença é a principal causa de insuficiência renal em várias populações, bem como uma das principais causas de redução da acuidade visual e cegueira (ICKS et al., 2009). Essas complicações representam importante impacto na saúde pública, levando a um aumento da utilização dos serviços de saúde e acarretando menor qualidade de vida que afeta doentes e suas famílias, bem como a sociedade, em decorrência da perda de produtividade no trabalho, aposentadoria precoce e mortalidade prematura (DIRETRIZES SBD, 2016).

A atividade física regular, juntamente com planejamento alimentar e tratamento farmacológico, tem sido reconhecida como um importante instrumento no controle do DM2 e na prevenção de suas complicações, bem como de outras doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) (COLBERG et al., 2010; BARRILE et al., 2015).

Em indivíduos com DM, programas de exercício físico regular têm demonstrado ser eficientes para melhora do controle glicêmico, sensibilidade à insulina e tolerância à glicose, além de contribuir para redução do risco cardiovascular e melhora da autoestima (CIOLAC; GUIMARÃES, 2004; DIRETRIZES SBD, 2009; COLBERG et al., 2010). Com isso, recomenda-se que os diabéticos realizem no mínimo 150 minutos de exercício aeróbico de moderada intensidade divididos em pelo menos 3 dias por semana, suplementados com 2 a 3 dias semanais de exercício resistido, para o controle da doença (DIRETRIZES SBD, 2009; COLBERG et al., 2010). Ressalta-se ainda que, além das recomendações supracitadas, o

combate à inatividade física e, conseqüentemente, promoção da atividade física em nível populacional tem sido apontado como uma das principais metas globais da OMS e inúmeras sociedades médicas para prevenção e controle das DCNT (WHO, 2012; ANDRADE et al., 2013). Entretanto, a implementação, realização e aderência a estas recomendações permanecem difíceis, se não impossíveis, em nível populacional. Dentre as barreiras para a adesão à prática de exercícios físicos, as mais citadas incluem: falta de tempo; falta de transporte, equipamentos e locais acessíveis; presença de doenças crônicas e comorbidades associadas; e medo de lesão (GODIN et al., 1994; SCHUTZER; GRAVES, 2004; CONRAADS et al., 2012).

Pesquisas recentes têm mostrado que o treinamento intervalado de alta intensidade (TI), que consiste em intervalos de 1 a 4 minutos de exercício em alta intensidade [~85% a 95% da frequência cardíaca máxima (FCmax) ou consumo máximo de oxigênio (VO₂max)] intercalados com repouso ou recuperação ativa, é superior ao treinamento contínuo de moderada intensidade (TC) para a melhora da capacidade cardiorrespiratória (TJØNNA et al., 2008; CIOLAC et al., 2010; GUIMARÃES et al., 2010; CIOLAC et al., 2011; CIOLAC, 2012), bem como de variáveis associadas à fisiopatologia do diabetes, incluindo sensibilidade à insulina (TJØNNA et al., 2008; TRAPP et al., 2008), lipoproteínas e glicose sanguíneas (TJØNNA et al., 2008; LITTLE et al., 2011), gordura corporal total e central (TRAPP et al., 2008), rigidez arterial (GUIMARÃES et al., 2010), função endotelial e seus marcadores, e marcadores de atividade simpática (WISLØFF et al., 2007; CIOLAC et al., 2010; CIOLAC et al., 2011; CIOLAC, 2012). Como estes maiores benefícios promovidos pelo TI ocorreram em programas de exercício com apenas 3 sessões semanais, sendo que alguns trabalhos demonstram benefícios similares com sessões de ~20-25 minutos de duração (GAESSER; ANGADI, 2011), esta modalidade de exercício pode ser uma alternativa importante para superar a barreira da falta de tempo para prática de exercícios, podendo aumentar a aderência e sendo útil para prevenção e controle do diabetes. Além disso, alguns estudos mostram que a maior intensidade do exercício está associada a menor risco de doença cardiovascular e mortalidade, independente da sua duração, frequência e gasto energético (SLATTERY; JACOBS; NICHAMAN, 1989; LEE; HSIEH; PAFFENBARGER, 1995; TANASESCU et al., 2000; LEE et al., 2003; SWAIN; FRANKLIN, 2006; WISLOFF et al., 2006).

A atual prescrição de TI é baseada na resposta da FCmax, VO₂max e/ou limiares ventilatórios durante um teste de esforço máximo (HAAPANEN et al., 1997; ROGNMO et al., 2004; GREEN et al., 2006; WISLØFF et al., 2007; TJØNNA et al., 2008; CIOLAC et al.,

2011; LITTLE et al., 2011; EARNEST et al., 2013), o que requer equipamentos de alto custo e possui medidas ($VO_2\text{max}$ ou limiares ventilatórios) dependentes de processos de calibração prévios à realização da avaliação (ATKINSON; DAVISON; NEVILL, 2005; MEYER et al., 2005). Além disso, o controle da intensidade da sessão de exercício, que normalmente é feita pela resposta da frequência cardíaca (FC), necessita de equipamento específico (TJØNNA et al., 2008; CIOLAC et al., 2009; GUIMARÃES et al., 2010; CIOLAC et al., 2010; CIOLAC et al., 2011) que não é acessível à grande parte da população. Estas limitações podem reduzir o acesso do indivíduo ao teste de esforço, bem como a adesão ao programa de TI.

A percepção subjetiva de esforço (PSE) (BORG, 1982) é uma medida simples e sem custo que está associada à FC, consumo de oxigênio, limiares ventilatórios e de lactato (HILL et al., 1980; HETZLER et al., 1991; SEIP et al., 1991; GREEN et al., 2003; GREEN et al., 2006). Além disso, associações da PSE com a intensidade do exercício parecem ser estáveis e independentes do estado de treinamento e saúde (HILL et al., 1980; DEMELLO et al., 1987; SEIP et al., 1991; KUNITOMI et al., 2000), bem como sensíveis à alterações de limiares induzidas pelo treinamento (HETZLER et al., 1991).

Estas vantagens da PSE a tornam uma opção atrativa para prescrição e automonitoramento do exercício, e estudos prévios suportam sua utilização para prescrever e automonitorar TC em diferentes populações (CECI; HASSMEN, 1991; CHEN; FAN; MOE, 2002; CARVALHO; BOCCHI; GUIMARÃES, 2009). No entanto, não há estudos analisando a viabilidade e benefícios associados à saúde de programas de TI prescritos e automonitorados pela PSE em indivíduos com diabetes. De acordo com o nosso conhecimento, há apenas um estudo, e com jovens saudáveis, analisando a utilidade da PSE para prescrição do TI, o qual verificou que o TI prescrito e automonitorado pela PSE não foi diferente do TI regulado pela resposta da FC ao teste ergométrico (FC a 85% da FC_{RES}) quanto à resposta da FC e velocidade do exercício, sugerindo que a escala de PSE pode ser uma ferramenta eficaz para prescrever TI (CIOLAC et al., 2015).

Considerando a alta prevalência, as consequências à saúde e o ônus social e econômico do DM2; os benefícios do TI para a saúde e para as variáveis associadas à fisiopatologia do diabetes; as desvantagens de utilização dos métodos comumente utilizados para prescrição e monitoramento do TI; a PSE poderia ser uma alternativa para prescrição e automonitoramento do TI em diabéticos, o que eliminaria a barreira do custo e acessibilidade dos métodos atualmente utilizados e facilitaria a sua aplicação em nível populacional, podendo resultar em importantes benefícios para a saúde individual e coletiva.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Investigar a eficiência da escala de percepção subjetiva de esforço como ferramenta de prescrição e automonitoramento do treinamento intervalado de alta intensidade em indivíduos com diabetes *mellitus* tipo 2.

2.2 Objetivos específicos

- a) Comparar a resposta da frequência cardíaca e a velocidade do exercício durante uma sessão de treinamento intervalado de alta intensidade prescrito e automonitorado pela percepção subjetiva de esforço (TI-PSE) *versus* prescrito e monitorado com base na resposta da frequência cardíaca ao teste ergométrico (TI-FC).
- b) Avaliar o efeito agudo de uma sessão de TI-PSE, sobre a glicemia capilar, pressão arterial ambulatorial, variabilidade da frequência cardíaca, função endotelial e rigidez arterial, comparado ao de uma sessão de TI-FC e ao de uma sessão de treinamento contínuo de moderada intensidade prescrito e automonitorado pela percepção subjetiva de esforço (TC-PSE).

3 HIPÓTESES

- a) A resposta da frequência cardíaca e velocidade do exercício durante uma sessão de TI-PSE é semelhante ao de uma sessão de TI-FC.

- b) Uma sessão de TI-PSE é pelo menos tão eficiente quanto uma sessão de TI-FC para a redução da glicemia capilar e pressão arterial, bem como para um melhor comportamento da função endotelial, rigidez arterial e variabilidade da frequência cardíaca.

- c) Uma sessão de TI-PSE ou TI-FC são mais eficientes que uma sessão de TC-PSE para a redução da glicemia capilar e pressão arterial, bem como para um melhor comportamento da função endotelial, rigidez arterial e variabilidade da frequência cardíaca.

4 MÉTODOS

4.1 Casuística

Foram estudados 11 indivíduos (2 homens) com idade entre 32 e 68 anos, recrutados por meio de anúncios na rádio UNESP, no transporte coletivo urbano de Bauru, bem como em redes sociais e locais públicos de grande acesso. Para serem incluídos no estudo, os indivíduos deveriam:

1) ser sedentários (não envolvidos em programas de exercício físico nos 6 meses prévios à inclusão no estudo); 2) ter diagnóstico médico confirmado de DM2 há mais de 6 meses; 3) estar em tratamento farmacológico mantido há pelo menos 3 meses; 4) não ter autorrelato de complicações associadas ao diabetes (ex.: neuropatia autonômica, neuropatia sensitivo-motora, retinopatia proliferativa, nefropatia); e 5) não ser tabagista ativo (evitar efeitos agudos do fumo nas medidas fisiológicas), gestante ou lactante.

Não foram incluídos indivíduos com doença cardiovascular e/ou hipertensão arterial descompensadas, e/ou usuários de marcapasso, e/ou com doenças inflamatórias (reumáticas), e/ou com impossibilidade de realizar exercícios ou teste de esforço máximo devido à incapacidade física ou mental.

Os critérios de exclusão incluíam: 1) alterações hemodinâmicas e/ou eletrocardiográficas importantes durante o teste ergométrico (TE); 2) não atendimento à 100% das intervenções programadas e/ou 3) alteração do tratamento farmacológico (com ou sem prescrição médica).

A presente casuística foi calculada com base em resultados de um estudo piloto analisando o efeito agudo de uma sessão de TI-PSE na glicemia capilar de diabéticos tipo 2 (VIANA et al., 2017), o qual sugeriu uma casuística de 10 voluntários para uma redução de $44,9 \pm 31,1$ mg/dl da glicemia capilar após sessão de exercício, com um alfa bicaudal $< 0,05$ e um poder estatístico de 85%.

4.2 Dinâmica do estudo

O presente estudo é um ensaio clínico aleatório e controlado do tipo cruzado, realizado em um único centro (Laboratório de Pesquisas em Exercício Físico e Doenças Crônicas

(LEDOC) do Departamento de Educação Física da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (DEF-FC/UNESP), Campus Bauru/SP).

Entraram em contato, via telefone, 41 indivíduos. A conversa inicial via telefone foi uma triagem para alguns dos critérios de elegibilidade. Assim, 25 voluntários compareceram para avaliação inicial, sendo que 17 deles preencheram todos os critérios de inclusão e aceitaram participar do estudo. No entanto, seis não concluíram todo o processo: três não conseguiram liberação do trabalho, dois alegaram motivos pessoais e um mudou de cidade. A coleta de dados realizou-se no período entre 15 de março de 2016 a 10 de fevereiro de 2017.

Todos os voluntários foram submetidos à avaliação inicial, que constou de informações sobre: dados e antecedentes pessoais, medicações em uso, hábitos de vida, avaliação antropométrica e pesquisa de sintomas neuropáticos (APÊNDICE A). Uma semana após a avaliação inicial, os voluntários foram submetidos a TE para avaliação da resposta hemodinâmica ao exercício. E, uma semana após o TE, os voluntários foram submetidos às sessões de exercício e controle, em ordem aleatória (sorteio).

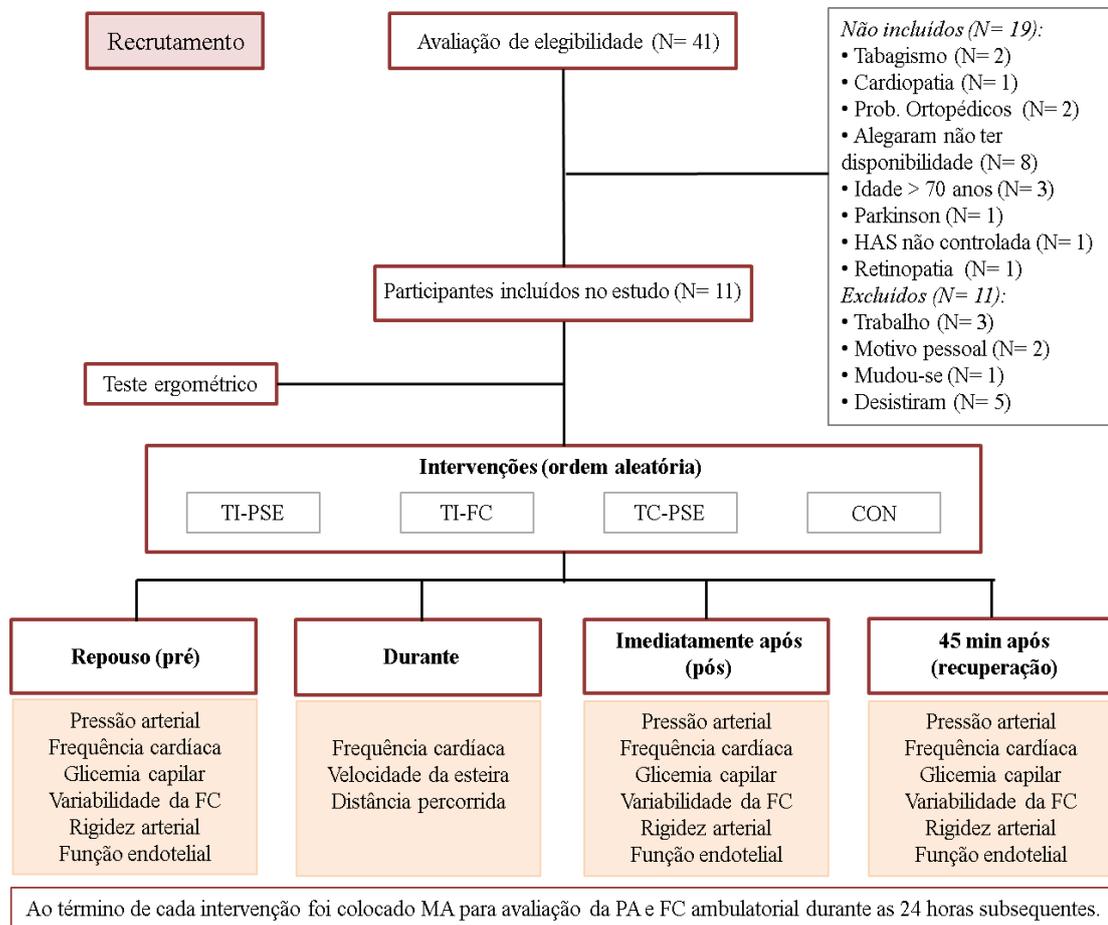
Após a realização da primeira sessão, os voluntários eram novamente aleatorizados para uma das três sessões remanescentes. No último dia o voluntário realizava então a sessão que não havia sido sorteada nas três oportunidades anteriores.

A pressão arterial (PA), FC, glicemia capilar, variabilidade da FC, rigidez arterial e função endotelial, foram avaliadas em repouso (pré), imediatamente após (pós) e 45 min após (recuperação) cada sessão. Ao término de cada sessão, foi colocado monitor automático para avaliação da PA e FC ambulatorial durante as 24 horas subsequentes, em todos os indivíduos.

Os participantes foram instruídos a se absterem de exercício e grande esforço físico durante as 48 horas que antecederam cada intervenção, e a não consumirem bebidas e alimentos contendo cafeína ou álcool, no dia das intervenções (orientações aplicáveis também ao dia do teste ergométrico).

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da instituição (parecer nº 1.021.052) (ANEXO I), e aos voluntários foi fornecido o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido previamente ao início das avaliações (APÊNDICE B).

O processo de participação dos indivíduos (triagem, avaliação e sessões de exercício) está ilustrado na figura 1.

Figura 1. Representação esquemática do recrutamento e dinâmica do estudo.

Legenda: HAS: hipertensão arterial sistêmica; TI-PSE: sessão de treinamento intervalado prescrito e automonitorado pela percepção subjetiva de esforço; TI-FC: sessão de treinamento intervalado prescrito e monitorado pela resposta da frequência cardíaca ao teste ergométrico; TC-PSE: sessão de treinamento contínuo de moderada intensidade prescrito e automonitorado pela percepção subjetiva de esforço; CON: sessão controle sem exercício; MA: monitor automático; PA: pressão arterial; FC: frequência cardíaca. Nota: Elaborada pelos autores.

4.3 Teste ergométrico

Os indivíduos realizaram teste ergométrico em esteira programável (ATL[®]; Inbramed, Porto Alegre, RS, Brasil), no período da tarde, seguindo protocolo escalonado de Balke modificado (CIOLAC et al., 2011). O TE foi realizado em ambiente com temperatura controlada (21°C a 23°C), pelo menos duas horas após refeição leve. Após dois minutos em repouso na posição ereta, os indivíduos foram encorajados a realizar exercício progressivo até serem limitados por sintomas de dispneia ou fadiga. Medidas contínuas do ritmo cardíaco foram realizadas durante o período de repouso, de exercício e de recuperação. O ritmo cardíaco foi monitorado através de eletrocardiograma de 13 derivações (Ergo13[®]; HeartWare

Ltda., Belo Horizonte, MG, Brasil). A PA foi medida ao final dos estágios de repouso, exercício (pico) e recuperação, pelo método auscultatório (Esfigmomanômetro Aneróide Premium[®], Accumed, China). Os critérios para interrupção do TE foram as indicações citadas pelo *ACC/AHA Guidelines for Exercise Testing* (GIBBONS et al., 2002).

4.4 Glicemia capilar

A glicemia capilar foi obtida por meio de glicosímetro digital (FreeStyle Optium Neo[®], Abbott, Oxon, UK). As medidas foram realizadas com o paciente sentado, nos períodos pré, pós e recuperação de cada sessão. A região anatômica padronizada para a realização dos testes foi a face palmar das falanges distais dos dedos da mão direita. Foi realizada antissepsia com algodão embebido em álcool 70% antes da punção, certificando-se de não haver álcool residual no momento da punção. O resultado da glicemia capilar foi obtido em 5 segundos, pela coleta de uma pequena quantidade de sangue depositada na tira-teste. Foram considerados, como sinal de alerta, os seguintes valores de acordo com o momento da dosagem, no repouso 100 – 250 mg/dl e após exercício > 70 mg/dl, respectivamente (DIRETRIZES SBD, 2016).

Segundo o protocolo do LEDOC, em caso de glicemia capilar < 100 mg/dl antes dos exercícios (ou < 70 mg/dl após os exercícios), o indivíduo realiza a ingestão de 15 a 30 g de carboidrato de rápida absorção e, após 15 min a glicemia é novamente verificada. Em caso de glicemia capilar > 250 mg/dl antes dos exercícios, quando observada em indivíduo hidratado, assintomático e em período pós-prandial, a sessão de exercício é permitida.

4.5 Variabilidade da frequência cardíaca

A obtenção da FC e dos intervalos R-R (iR-R) instantâneos (Figura 2) foi realizada por meio de um sistema digital de telemetria, o qual consiste de uma cinta com transmissor posicionado no tórax do paciente e um receptor de FC (Polar RS800CX[®], Polar Electro Oy, Kempele, Finland). O sistema detecta a despolarização ventricular (onda R do eletrocardiograma), com frequência amostral de 500 Hz e resolução temporal de um milissegundo (RUHA; SALLINEN; NISSILA, 1997), e transmite ao gravador de pulso, permitindo assim o cálculo da FC e o armazenamento dos iR-R. As medidas da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) foram obtidas com o voluntário deitado em uma maca (em

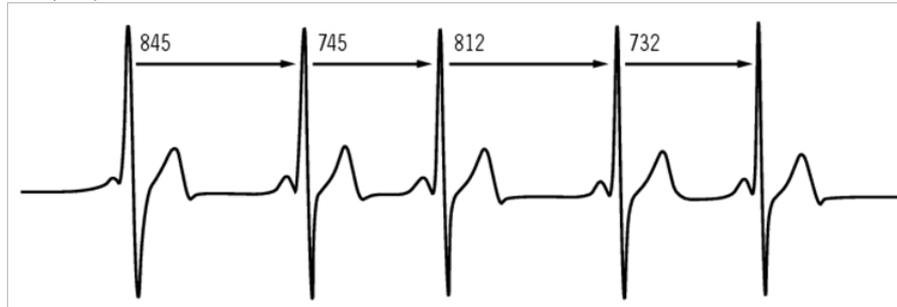
decúbito dorsal) durante 10 minutos, nos períodos pré, pós e recuperação de cada sessão. Os pacientes foram sempre instruídos a permanecerem acordados, quietos e respirando espontaneamente. Os dados foram transmitidos para um computador (Software Polar Pro Trainer, versão 5) (Figura 3) e após a análise visual dos registros, os batimentos ectópicos ou sinais de artefatos foram eliminados manualmente e, sequencialmente, pelo *software*. Somente os segmentos com mais de 90% de batimentos sinusais foram incluídos na análise, dos quais foram escolhidos 256 pontos estáveis. Os dados foram convertidos em arquivos de texto e exportados para o Kubios HRV (Software Kubios HRV, versão 2.0, University of Kuopio, Finland).

A análise da VFC no domínio do tempo (DT) foi feita por meio dos seguintes cálculos estatísticos: desvio padrão da média de todos os iR-R normais (SDNN), expresso em milissegundos (ms) e representativo da modulação simpática e vagal; e raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre iR-R normais adjacentes menos um (RMSSD), expresso em ms e representativo da modulação vagal (TASK FORCE, 1996).

Os índices de VFC no domínio da frequência (DF) foram calculados por meio da Transformada Rápida de Fourier. O DF relaciona-se com a análise da densidade espectral, que estuda como a potência (variância) se distribui em função da frequência (TASK FORCE, 1996). Três componentes de potência espectral foram calculados, sendo obtidos a baixa (BF: 0,04-0,15 Hz), e alta (AF: 0,15-0,4 Hz) frequências, em unidades absolutas (ms^2/Hz), e posteriormente calculadas em unidades normalizadas (un) pela divisão da densidade espectral de potência de um dado componente (i.e., BF ou AF) pela potência total, após subtração do componente com variação de frequência entre 0 e 0,04 Hz, i.e., muito baixa frequência, e depois multiplicado por 100. A razão BF/AF, representativa do balanço simpatovagal, também foi calculada (MALLIANI et al., 1991). Os componentes espectrais de BF e de AF representam o predomínio das modulações simpática e vagal, respectivamente (TASK FORCE, 1996).

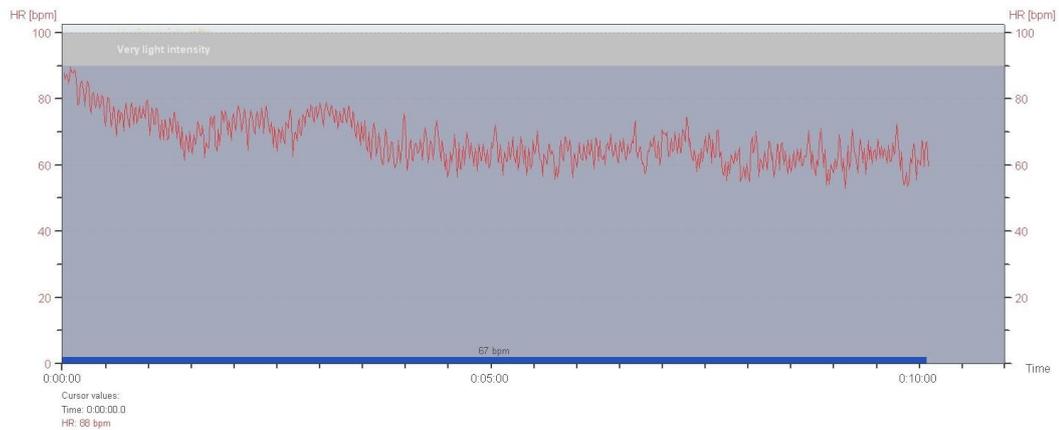
A análise não linear foi obtida pelo plot de Poincaré, no qual o índice SD1 reflete o predomínio da modulação vagal e o índice SD2 a variabilidade geral (TASK FORCE, 1996).

Figura 2. Exemplo do registro da frequência cardíaca e mensuração da variação dos intervalos R-R (ms).



(Fonte: *Manuals About Polar*).

Figura 3. Ilustração da aquisição da frequência cardíaca instantânea obtida a partir da gravação dos intervalos R-R (ms).



(Fonte: *software* do sistema Polar).

4.6 Rigidez arterial

A rigidez arterial foi avaliada através da medida da velocidade de onda de pulso (VOP) carótido-femoral com um aparelho automático (Vicorder[®], SMT medical GmbH&Co., Wuerzburg, Germany) (Figura 4).

A medida da VOP carótido-femoral é o método padrão ouro para a avaliação não invasiva da rigidez arterial, seus principais determinantes são idade e pressão arterial (LAURENT et al., 2006). A VOP está inversamente relacionada com a complacência vascular. Assim, um vaso mais rígido conduz a onda de pulso mais rapidamente do que um vaso mais distensível (CAVALCANTE et al., 2011).

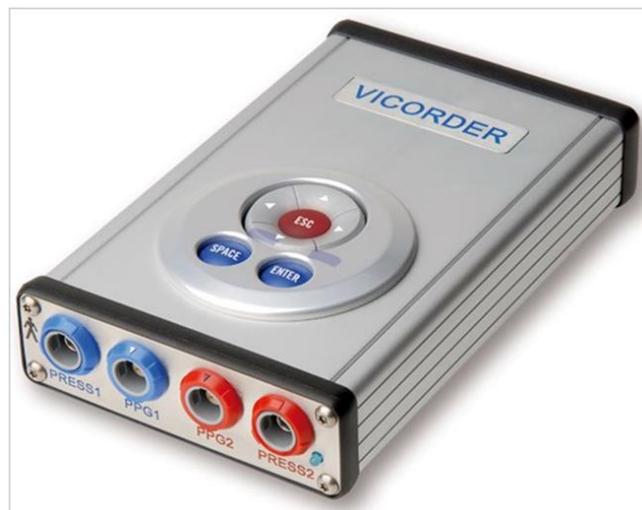
O exame foi realizado com o voluntário deitado em uma maca, após 10 minutos de repouso, nos períodos pré, pós e recuperação de cada sessão. A PA foi aferida previamente, na posição sentada (após 5 minutos de repouso), por meio de técnica auscultatória

(Esfigmomanômetro Aneróide Premium[®], Accumed, China), seguindo as recomendações da VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão (2010).

Para a medida da VOP foram posicionados dois manguitos, um manguito de 1,9 cm no pescoço sobre a região da artéria carótida comum direita e outro manguito de 10 cm na parte superior da coxa direita. A distância entre os manguitos foi obtida a partir do ponto médio vertical dos mesmos. As ondas de pulso das artérias carótida e femoral foram exibidas pelo *software* do sistema Vicorder e a VOP foi calculada como a distância entre os dois pontos de medida dividida pelo tempo que a onda de pressão demorou a percorrê-los (Figura 5).

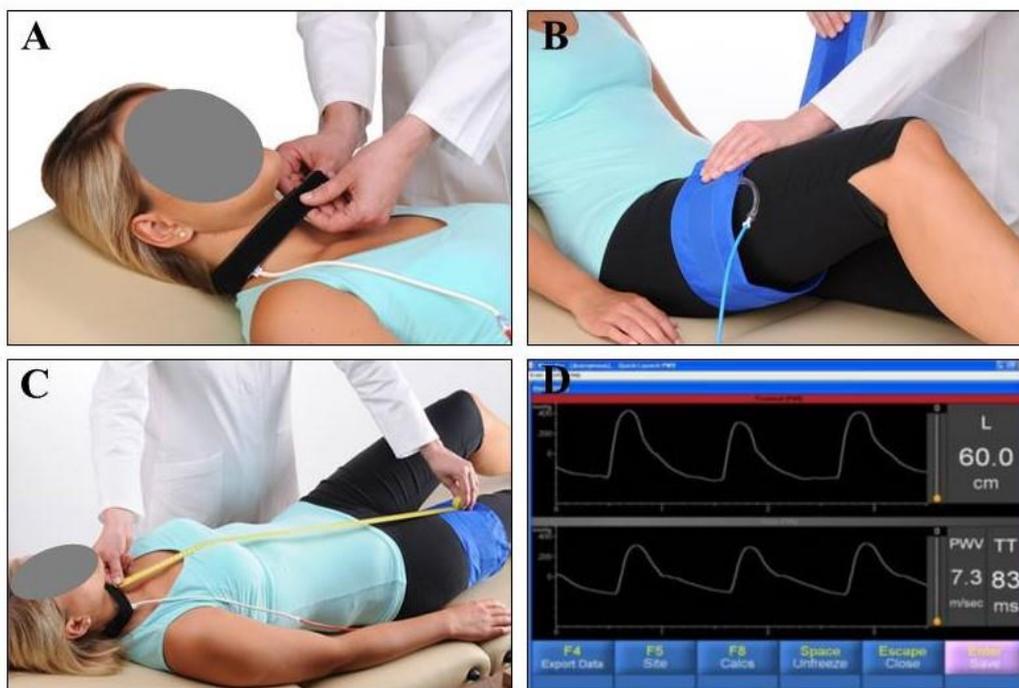
A medida da VOP em indivíduos de meia idade, com pressão arterial dentro dos parâmetros de normalidade, pode ser descrita como: Normal <10 m/s; Limítrofe 10 a 12 m/s; e Patológica >12 m/s (STM WHITE PAPER, 2011-2013).

Figura 4. Aparelho automático Vicorder[®].



(Fonte: SMT medical technology, GmbH&Co., Wuerzburg, Germany).

Figura 5. Etapas para a avaliação da velocidade de onda de pulso carótido-femoral.



(A) Colocação do manguito no pescoço; (B) Colocação do manguito na coxa; (C) Medição da distância entre os dois manguitos; (D) Velocidade de onda de pulso exibida na tela do computador. (Adaptado de SMT medical technology, GmbH&Co., Wuerzburg, Germany, 2011-2013).

4.7 Função endotelial

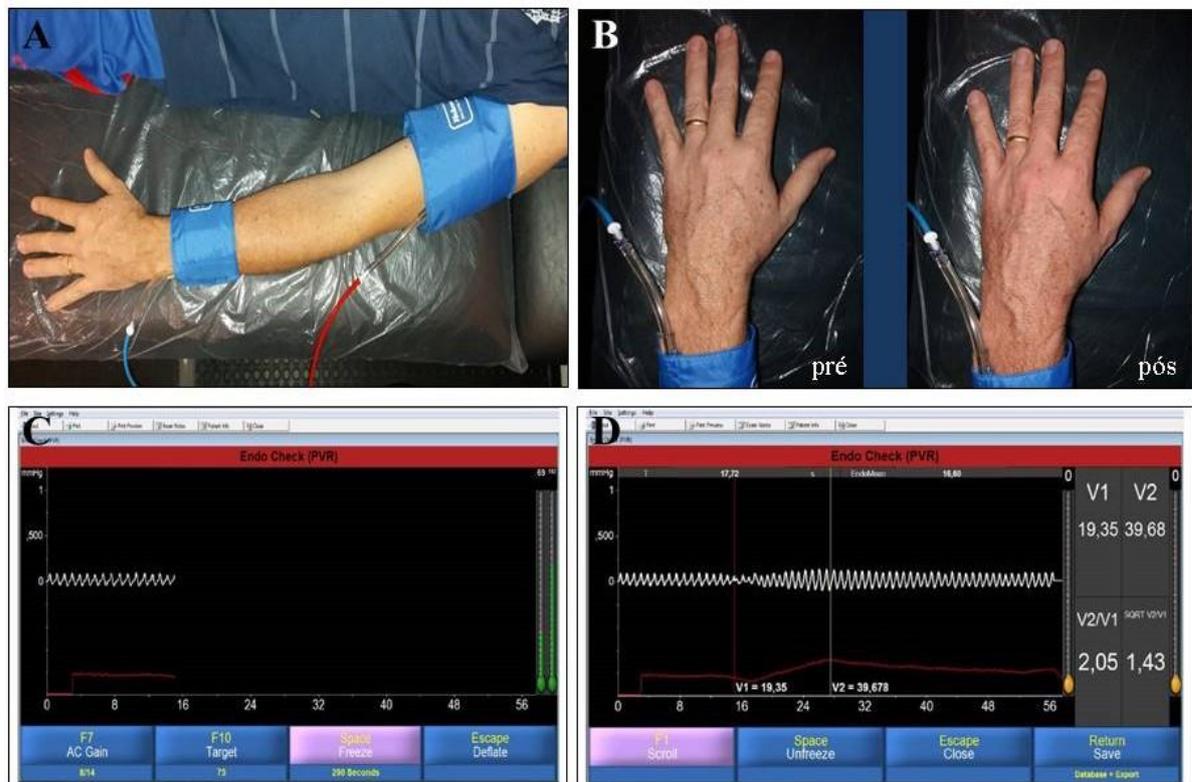
A função endotelial foi avaliada por método oscilométrico (volume de pulso), com aparelho automático (Vicorder[®], SMT medical GmbH&Co., Wuerzburg, Germany), no qual a amplitude de oscilação da onda reflete as variações de pressão no manguito provocadas pelas mudanças de volume de pulso. O volume de pulso relaciona-se com o diâmetro do vaso, o qual se altera depois de um período de hiperemia reativa.

O exame foi realizado com o voluntário deitado em uma maca, após 15 minutos de repouso nos períodos pré, pós e recuperação de cada sessão. A PA foi aferida previamente, na posição sentada (após 5 minutos de repouso), por meio de técnica auscultatória (Esfigmomanômetro Aneróide Premium[®], Accumed, China), seguindo as recomendações da VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão (2010).

Para a medida da função endotelial, foram posicionados dois manguitos no membro superior esquerdo do paciente, um manguito de 10 cm na parte superior do braço (manguito teste) e um manguito de 7 cm na parte inferior do antebraço, 2 cm acima do punho (manguito oclusão). O manguito teste foi inflado em 75 mmHg, conforme pré-estabelecido pelo

software, e o tempo de pré-oclusão teve duração de 10 segundos. Após o tempo de pré-oclusão a fase de oclusão foi iniciada automaticamente e teve duração de 5 minutos (CORRETTI et al., 2002; HARRIS et al., 2010). A pressão do manguito de oclusão foi ajustada em 200 mmHg e, quando houve intolerância à pressão aplicada, a mesma foi ajustada no mínimo 50 mmHg acima da pressão sistólica (HARRIS et al., 2010). Assim que o tempo de oclusão terminou, a pressão do manguito de oclusão foi liberada e o *software* prosseguiu mostrando a onda oscilatória e de amplitude, durante mais 5 minutos. Um cursor vertical vermelho indicou o início e o fim da fase de oclusão. O parâmetro V1 foi definido automaticamente a partir do cursor vertical vermelho no final do tempo de pré-oclusão e representa a amplitude pré-oclusão (oscilação média sem oclusão). O parâmetro V2 foi definido com um clique manual sobre o pico da onda de amplitude e representa a amplitude pós-oclusão (oscilação média pós-oclusão) (Figura 6). O *software* calculou a razão $V2 / V1$ e determinou a raiz quadrada da razão como um indicador de mudança do diâmetro do vaso. Após um período de hiperemia reativa espera-se um aumento do volume de pulso, e conseqüentemente que a raiz quadrada da razão seja $>$ que 1.

Figura 6. Etapas para a avaliação da função endotelial.



(A) Posição dos manguitos; (B) Hiperemia reativa pós-oclusão; (C) Fase de pré-oclusão e oclusão; (D) Fase de pós-oclusão (resultado do teste). (Fonte: arquivo pessoal dos autores).

4.8 Sessões de exercício e sessão controle

Todos os participantes do estudo foram submetidos aleatoriamente às sessões de exercício (TI-PSE, TI-FC e TC-PSE) em esteira rolante, e sessão controle (repouso sentado). Todas as sessões foram realizadas no período da tarde (entre 13h30 – 17h30), no mesmo horário para cada indivíduo, em ambiente com temperatura controlada (21°C a 23°C), e separadas por pelo menos 48 horas. As sessões foram assim determinadas:

TI-PSE, 4 min de aquecimento caminhando no nível 9 de PSE e 21 min de TI-PSE alternando 1 min de caminhada/corrida no nível 15–17 de PSE com 2 min de caminhada no nível 9–11 de PSE;

TI-FC, 4 min de aquecimento caminhando com FC a 50% da FC de reserva (FC_{RES}) e 21 min de TI alternando 1 min de caminhada/corrida com FC a 85% da FC_{RES} com 2 min de caminhada com FC a 50% da FC_{RES} ;

TC-PSE, 4 min de aquecimento caminhando no nível 9 de PSE e 21 min de TC caminhando/correndo no nível 11–14 de PSE;

CON, 25 min de repouso sentado em ambiente calmo.

Os participantes não tiveram acesso visual à velocidade da esteira, distância percorrida, tempo de exercício e FC atingida. Nas sessões com intensidade controlada pela PSE (ANEXO II) foram utilizadas frases padronizadas, tais como “se estiver muito fácil, aumente a velocidade”, “se estiver extremamente difícil, diminua a velocidade”, “mantenha a velocidade de forma que sinta estar ligeiramente cansativo”, “aumente para cansativo, muito cansativo”, “retorne para fácil, relativamente fácil”. Na sessão com intensidade controlada pela FC, a velocidade da esteira foi alterada pelo pesquisador, visando alcançar a FC de treinamento, frases padronizadas também foram utilizadas: “vou aumentar (diminuir) a velocidade para que o (a) senhor (a) atinja a frequência cardíaca necessária”, “avise-me caso sinta algum desconforto”.

A FC foi monitorada por frequencímetro (Polar RS800CX[®], Polar Electro Oy, Kempele, Finland) ao final de cada estágio durante as sessões TI-PSE e TI-FC, a cada 2 minutos durante as sessões TC-PSE e CON, e no 1º, 2º e 5º minuto após cada sessão de exercício. A velocidade da esteira e distância percorrida foram anotadas ao final de cada estágio durante as sessões TI-PSE e TI-FC e a cada 2 minutos durante a sessão TC-PSE.

4.9 Monitorização ambulatória da pressão arterial

A PA ambulatória foi medida durante 24 horas, no braço não dominante, utilizando um monitor automático para medida da PA ambulatória (Dyna-Mapa[®], Cardios Sistemas Comercial e Industrial Ltda, São Paulo, Brasil), seguindo as recomendações da V Diretrizes de monitorização ambulatória da pressão arterial (MAPA) (2011). As monitorizações foram realizadas após cada sessão. O monitor foi programado para realizar medidas a cada 15 e 20 minutos, durante os períodos de vigília e sono, respectivamente. Foi considerado período de sono o horário entre deitar e levantar informado pelo voluntário. Todos os indivíduos foram instruídos a manter suas atividades diárias habituais, a não realizar atividade física formal, e a estender e relaxar o braço durante a medida da PA no período de vigília. Foi solicitado que os indivíduos tomassem nota de seu horário de sono, atividades laborais e recreativas e o horário em que tomaram suas medicações. Como critério de avaliação foi utilizada a média da PA durante o período de 24 horas, vigília e sono, bem como a média horária da PA durante as 24 horas da avaliação. Foram considerados aceitáveis os valores $\leq 130/85$ mmHg e $\leq 110/70$ mmHg da PA sistólica/diastólica do período de vigília e sono, respectivamente (V DIRETRIZES DE MONITORIZAÇÃO AMBULATORIAL DA PRESSÃO ARTERIAL, 2011).

4.10 Análise estatística

A análise estatística foi realizada com o programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) para *Windows* versão 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para testar a normalidade da distribuição dos dados e a homogeneidade das variâncias foi verificada pelo teste de Levene. Os dados foram expressos de forma descritiva em número absoluto, porcentagem ou em média \pm erro padrão. O teste ANOVA de dois caminhos para medidas repetidas (intervenção *vs.* tempo) foi utilizado para analisar as variáveis paramétricas mensuradas nos períodos pré, pós e recuperação de cada intervenção. O teste ANOVA de um caminho foi utilizado para analisar as variáveis mensuradas durante as intervenções (resposta da FC, velocidade de exercício e distância percorrida), bem como as variáveis da MAPA após cada intervenção. O teste *post-hoc* de Bonferroni foi utilizado para identificar as diferenças significativas indicadas pela ANOVA de um e dois caminhos. Para interpretar o efeito foi verificado o valor de *eta square* (η^2) e o

poder. Os valores de η^2 são classificados como pequeno ($0,01 < \eta^2 \leq 0,059$), médio ($0,06 < \eta^2 \leq 0,138$) e alto ($\eta^2 > 0,138$). O nível de significância estatística considerado foi $p < 0,05$.

5 RESULTADOS

Participaram do estudo 11 voluntários sedentários com DM2. Todos usavam ao menos um medicamento antidiabético oral, sendo que sete também usavam ao menos um medicamento anti-hipertensivo. Na Tabela 1 são apresentadas as características demográficas e clínicas basais dos indivíduos que participaram do estudo.

Tabela 1. Características demográficas e clínicas basais dos indivíduos.

Variável	
N (masculino/feminino)	11 (2/9)
Idade (anos)	52,3 ± 3,0
IMC (kg/m ²)	28,4 ± 1,5
Circunferência da cintura (cm)	95,9 ± 3,9
Tempo de DM2 (anos)	9,5 ± 1,6
FC basal (bpm)	88,9 ± 3,3
PAS basal (mmHg)	113,8 ± 4,4
PAD basal (mmHg)	76,5 ± 3,5
VOP basal (m/s)	8,8 ± 0,4
FE basal ($\sqrt{V2/V1}$)	1,24 ± 0,04
Glicemia basal (mg/dl)	224,3 ± 31,4
Medicamento utilizado [N (mg/dia)]	
Antidiabéticos orais	
Metformina	10 (1400 ± 209,1)
Glibenclamida	1 (90 ± 0)
Pioglitazona	1 (30 ± 0)
Dapagliflozina	1 (10 ± 0)
Glicazida	1 (20 ± 0)
Insulina NPH (U/ml)	1 (50 ± 0)
Anti-hipertensivos	
Inibidores da ECA	3 (23,3 ± 8,8)
Antagonistas dos RAI	4 (68,8 ± 18,8)
Diuréticos	2 (25 ± 0)
BRA	1 (5 ± 0)
Estatinas	3 (30 ± 10)
Antidepressivos (ISRS)	2 (20 ± 0)
Levotiroxina	2 (112,5 ± 37,5)

Legenda: IMC: índice de massa corpórea; DM2: diabetes *mellitus* tipo 2; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; VOP: velocidade de onda de pulso; FE: função endotelial; NPH: Neutral Protamine Hagedorn; ECA: enzima conversora de angiotensina; RAI: receptores de angiotensina II; BRA: bloqueadores dos canais de cálcio; ISRS: inibidores seletivos de recaptção de serotonina.

Apenas uma voluntária apresentou hipoglicemia assintomática (67 mg/dl), após a sessão TI-PSE, com melhora (103 mg/dl) após ingestão de carboidrato de rápida absorção. Quatro voluntários apresentaram valores recorrentes de glicemia > 250 mg/dl antes das sessões, sendo cautelosamente observados durante e após as sessões (houve redução da glicemia após as sessões).

O TE e as sessões de exercício foram bem toleradas pelos indivíduos, não sendo observada nenhuma intercorrência grave durante o estudo. Durante o TE também não foram observados distúrbios hemodinâmicos e/ou eletrocardiográficos. Os parâmetros do TE são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros do teste ergométrico.

	Repouso	Pico	Recuperação
FC (bpm)	94,2 ± 4,3	160,8 ± 4,3	137,8 ± 3,8
PAS (mmHg)	112,8 ± 8,0	168,5 ± 12,2	145 ± 10,2
PAD (mmHg)	75,5 ± 4,9	86 ± 5,2	79,4 ± 4,4
Tempo de tolerância ao exercício (min): 10,9 ± 0,8			
Legenda: FC: frequência cardíaca; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica.			

A média da frequência cardíaca de treinamento dos indivíduos calculada para a sessão TI-FC, a 50% e 85% da FC_{RES}, foi 123,5±3,0 bpm e 149,6±3,8 bpm, respectivamente.

O comportamento da FC, velocidade e distância durante as sessões de exercício pode ser observado na figura 7. Não houve diferença significativa no comportamento da FC e velocidade do exercício entre as sessões TI-PSE e TI-FC. A FC e velocidade durante os intervalos de alta intensidade das sessões TI-PSE e TI-FC foram maiores (p<0,05) que durante a sessão TC-PSE. A distância média percorrida ao longo das sessões TI-PSE e TI-FC também não foram diferentes significativamente.

Houve diferença significativa intra-intervenção no comportamento da FC ($F_{2,20} = 16,417$, $P = 0,0001$, $\eta^2 = 0,62$, poder = 0,99), sendo que a análise *post hoc* demonstrou que a FC foi significativamente maior (p<0,05) imediatamente após as sessões (exceto na sessão CON) e menor (p<0,05) na recuperação em relação ao momento pré (exceto na sessão TI-PSE). Também houve diferença significativa intra-intervenção para a PA sistólica ($F_{2,20} = 7,505$, $P = 0,004$, $\eta^2 = 0,43$, poder = 0,91). A análise *post hoc* demonstrou que a PA sistólica

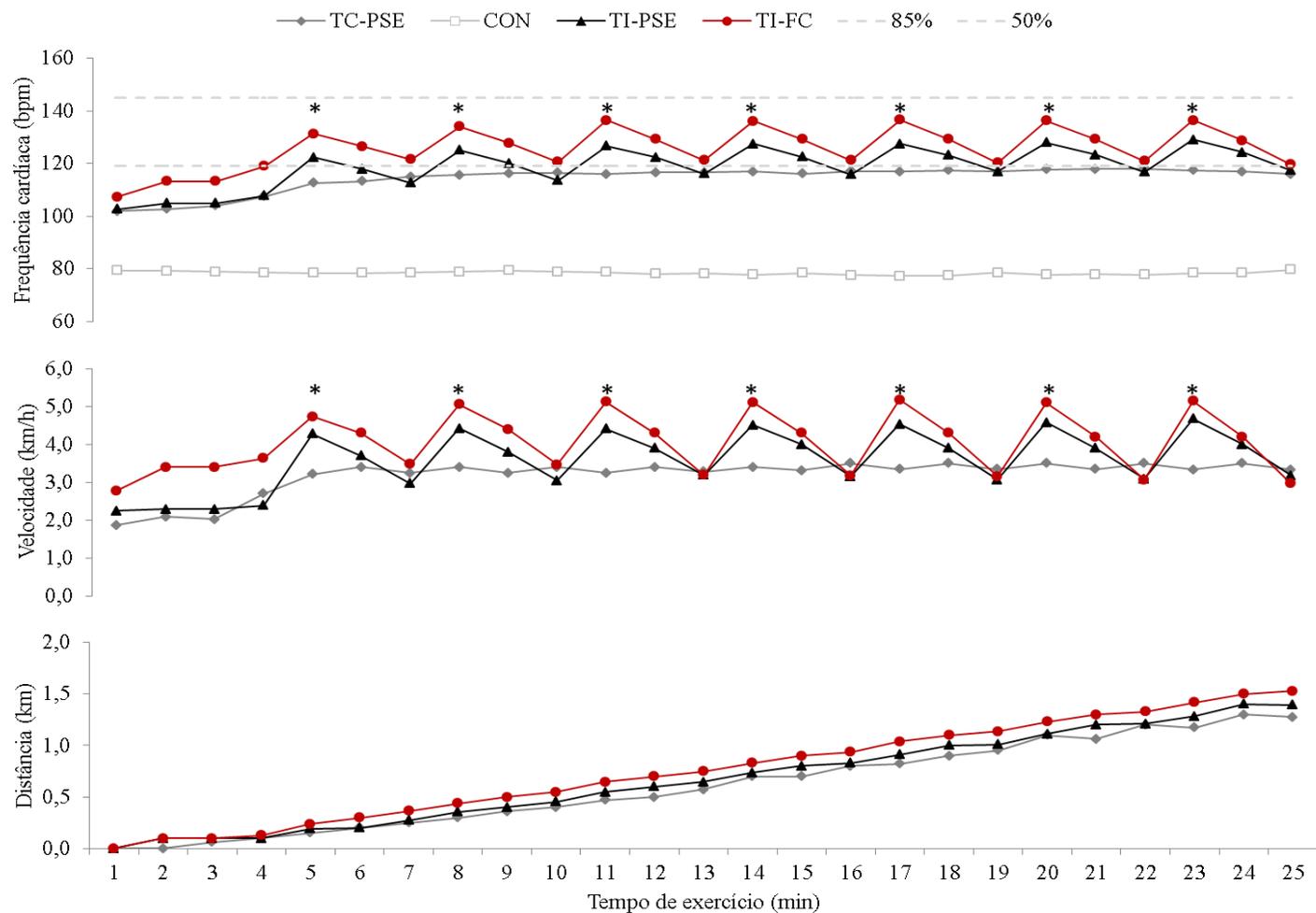
foi maior ($p < 0,05$) imediatamente após as sessões, inclusive na sessão CON, em relação ao momento pré. Não houve redução significativa da PA sistólica (PAS) e diastólica (PAD) 45 minutos após as intervenções (Tabela 3).

Tabela 3. Comportamento da frequência cardíaca e pressão arterial sistêmica dos indivíduos diabéticos durante as sessões.

	TI-PSE	TI-FC	TC-PSE	CON
FC (bpm)				
Pré	88,5 ± 2,7	93,4 ± 3,2	87,1 ± 4,1	86,5 ± 3,1
Pós	97,5 ± 2,9*	99,5 ± 3,8*	91,2 ± 3,6*	82,2 ± 3,0
Rec	87,8 ± 2,1	88,4 ± 3,4†	79,9 ± 2,7†	78,7 ± 3,5†
PAS (mmHg)				
Pré	114,3 ± 3,9	114,7 ± 5,0	115,8 ± 4,2	110,4 ± 4,3
Pós	121,5 ± 5,5*	120,6 ± 5,0*	121,5 ± 6,5*	115,5 ± 5,0*
Rec	112,7 ± 4,4	116,2 ± 5,1	116,4 ± 4,2	113,5 ± 3,8
PAD (mmHg)				
Pré	75,4 ± 3,5	77,2 ± 3,6	78 ± 3,5	75,5 ± 3,3
Pós	78,8 ± 3,4	81,4 ± 4,6	81,8 ± 3,8	77,9 ± 3,5
Rec	78,4 ± 3,1	76,4 ± 3,6	78,4 ± 3,3	78,4 ± 3,8

Legenda: TI-PSE: sessão de treinamento intervalado prescrito e automonitorado pela percepção subjetiva de esforço; TI-FC: sessão de treinamento intervalado prescrito e monitorado pela resposta da frequência cardíaca ao teste ergométrico; TC-PSE: sessão de treinamento contínuo de moderada intensidade prescrito e automonitorado pela percepção subjetiva de esforço; CON: sessão controle sem exercício; FC: frequência cardíaca; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica. *: FC e PAS maiores em relação ao pré ($p < 0,05$). †: FC menor em relação ao pré ($p < 0,05$).

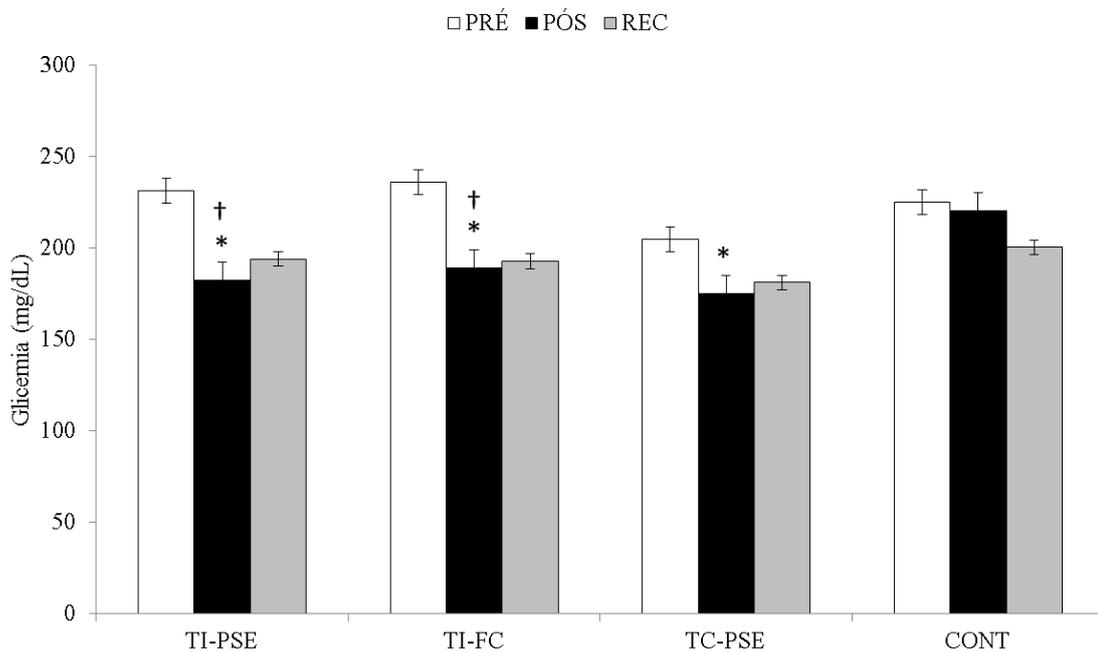
Figura 7. Comportamento da frequência cardíaca, velocidade e distância durante as sessões.



Legenda: TC-PSE: sessão de treinamento contínuo de moderada intensidade prescrito e automonitorado pela percepção subjetiva de esforço; CON: sessão controle sem exercício; TI-PSE: sessão de treinamento intervalado prescrito e automonitorado pela percepção subjetiva de esforço; TI-FC: sessão de treinamento intervalado prescrito e monitorado pela resposta da frequência cardíaca ao teste ergométrico. *: TI-FC e TI-PSE diferentes da sessão TC-PSE ($p < 0,05$). Nota: Elaborada pelos autores, gerada pelo Microsoft Excel 2010.

Na análise da glicemia capilar, houve diferença significativa intra-intervenção ($F_{2,20} = 20,211$, $P = 0,0001$, $\eta^2 = 0,67$, poder = 1,0), sendo que a análise *post hoc* demonstrou que houve redução significativa da glicemia imediatamente após as sessões de exercício ($p < 0,05$). Esta redução foi similar imediatamente após as sessões TI-PSE ($22,5 \pm 3,6\%$) e TI-FC ($23,5 \pm 4,7\%$), porém em ambas maior ($p = 0,002$; $p = 0,003$) do que a observada após a sessão TC-PSE ($16,9 \pm 5,7\%$) em comparação com a sessão CON (Figura 8 e Tabela 4).

Figura 8. Comportamento da glicemia capilar durante as sessões.



Legenda: REC: recuperação; TI-PSE: sessão de treinamento intervalado prescrito e automonitorado pela percepção subjetiva de esforço; TI-FC: sessão de treinamento intervalado prescrito e monitorado pela resposta da frequência cardíaca ao teste ergométrico; TC-PSE: sessão de treinamento contínuo de moderada intensidade prescrito e automonitorado pela percepção subjetiva de esforço; CONT: sessão controle sem exercício. *: diferente de pré durante a mesma intervenção ($p < 0,05$); †: diferente da sessão CONT durante o mesmo período ($p < 0,003$). Nota: Elaborada pelos autores, gerada pelo Microsoft Excel 2010.

Tabela 4. Redução da glicemia durante as intervenções.

	Δ Pré-Pós (mg/dl)	Δ Pré-Pós (%)	Δ Pré-Rec (mg/dl)	Δ Pré-Rec (%)
TI-PSE	48,6 \pm 9,6 ^{*†}	22,5 \pm 3,6 ^{*†}	37,2 \pm 12	13,7 \pm 5,5
TI-FC	47,2 \pm 9,5 ^{*†}	23,5 \pm 4,7 ^{*†}	43,2 \pm 9	19,6 \pm 3,2
TC-PSE	29,5 \pm 11,5 [*]	16,9 \pm 5,7 [*]	23,6 \pm 13	12,4 \pm 5,5
CON	4,8 \pm 7,8	1,1 \pm 3,3	24,6 \pm 12,5	9,1 \pm 4,6

Legenda: Δ : variação entre os valores glicêmicos (absoluta e percentual). Rec: recuperação; *: diferente de pré durante a mesma intervenção ($p < 0,05$); †: diferente da sessão CON durante o mesmo período ($p < 0,003$).

Não houve diferença significativa intra/interintervenção para as medidas da VOP carótido-femoral e da função endotelial (Tabela 5).

Tabela 5. Comportamento da velocidade de onda de pulso carótido-femoral e função endotelial dos indivíduos diabéticos durante as sessões.

	TI-PSE	TI-FC	TC-PSE	CON
VOP (m/s)				
Pré	8,7 ± 0,5	9,3 ± 0,4	8,7 ± 0,4	8,4 ± 0,3
Pós	8,9 ± 0,5	9,8 ± 0,5	8,8 ± 0,4	8,6 ± 0,4
Rec	8,8 ± 0,5	9,6 ± 0,5	9,2 ± 0,4	9 ± 0,4
FE ($\sqrt{V2/V1}$)				
Pré	1,21 ± 0,0	1,27 ± 0,1	1,19 ± 0,0	1,27 ± 0,0
Pós	1,21 ± 0,0	1,29 ± 0,1	1,32 ± 0,0	1,27 ± 0,0
Rec	1,28 ± 0,1	1,30 ± 0,0	1,27 ± 0,0	1,29 ± 0,0

Legenda: TI-PSE: sessão de treinamento intervalado prescrito e automonitorado pela percepção subjetiva de esforço; TI-FC: sessão de treinamento intervalado prescrito e monitorado pela resposta da frequência cardíaca ao teste ergométrico; TC-PSE: sessão de treinamento contínuo de moderada intensidade prescrito e automonitorado pela percepção subjetiva de esforço; CON: sessão controle sem exercício; VOP: velocidade de onda de pulso; FE: função endotelial.

Já para a VFC, foi observada diferença significativa interintervenção para iR-R ($F_{3,30} = 10,710$, $P = 0,0001$, $\eta^2 = 0,52$, poder = 0,99), SDNN ($F_{3,30} = 6,190$, $P = 0,002$, $\eta^2 = 0,38$, poder = 0,94) e SD2 ($F_{3,30} = 5,994$, $P = 0,003$, $\eta^2 = 0,38$, poder = 0,93); e intra-intervenção para iR-R ($F_{2,20} = 13,349$, $P = 0,0001$, $\eta^2 = 0,57$, poder = 0,99). A análise *post hoc* demonstrou que o iR-R reduziu imediatamente após as sessões TI-PSE (Δ : -35,5 ms), TI-FC (Δ : -36,4 ms) e TC-PSE (Δ : -17,4 ms); e aumentou imediatamente após a sessão CON (Δ : 69 ms) ($p < 0,02$). Em contrapartida, a análise *post hoc* demonstrou que o iR-R aumentou 45 minutos após todas as sessões (Δ : Pós-Rec / Δ : Pré-Rec, respectivamente): TI-PSE (Δ : 60,5 ms / 25 ms), TI-FC (Δ : 70,6 ms / 34,2 ms), TC-PSE (Δ : 69,2 ms / 51,8 ms) e CON (Δ : 38,9 ms / 107,9 ms) ($p < 0,02$). Os índices SDNN e SD2 reduziram imediatamente após as sessões de exercício em comparação com a sessão CON, na qual aumentaram ($p < 0,05$). Estes mesmos índices apresentaram valores menores 45 minutos após a sessão TI-FC em comparação com a sessão CON ($p < 0,05$) (Tabela 6). A ANOVA de dois caminhos também indicou diferença significativa interintervenção para RMSSD ($F_{1,56,15,56} = 5,772$, $P = 0,018$, $\eta^2 = 0,37$, poder = 0,73) e SD1 ($F_{1,56,15,56} = 5,772$, $P = 0,018$, $\eta^2 = 0,37$, poder = 0,73); bem como intra-intervenção para AFun ($F_{2,20} = 3,776$, $P = 0,041$, $\eta^2 = 0,27$, poder = 0,62) e BFun ($F_{2,20} =$

4,257, $P = 0,029$, $\eta^2 = 0,30$, poder = 0,68), no entanto, a análise *post hoc* não demonstrou efeito significativo.

Tabela 6. Variabilidade da frequência cardíaca dos indivíduos diabéticos durante as sessões.

		TI-PSE	TI-FC	TC-PSE	CON
BF (un)	Pré	55,4 ± 6,9	65,9 ± 7,2	61,7 ± 5,6	62,7 ± 5,7
	Pós	68,7 ± 6,6	66,6 ± 7	56,8 ± 7	56,8 ± 5,8
	Rec	62,2 ± 6,1	61,3 ± 6,9	49,5 ± 7,7	51,5 ± 6,5
AF (un)	Pré	44,4 ± 6,9	33,8 ± 7,2	38,1 ± 5,6	36,6 ± 5,6
	Pós	31 ± 6,6	33,2 ± 7,1	42,8 ± 7	43 ± 5,8
	Rec	37,7 ± 6,1	38,5 ± 6,9	50,1 ± 7,8	47,1 ± 6,8
BF/AF	Pré	2 ± 0,5	4,6 ± 1,7	3,3 ± 1,2	2,9 ± 1
	Pós	4,2 ± 1,4	4,7 ± 1,7	2,5 ± 0,9	2,4 ± 1
	Rec	4,8 ± 2,8	3 ± 1	2 ± 0,8	2 ± 0,8
iR-R (ms)	Pré	743,6 ± 18,5	713,5 ± 17,9	774,4 ± 32,9	759,2 ± 24
	Pós	708,1 ± 22,8 ^{*Φ}	677,1 ± 21,7 ^{*Φ}	757 ± 26,3 ^{*Φ}	828,2 ± 30,9 [*]
	Rec	768,6 ± 25,6 ^{†Φ}	747,7 ± 22,2 ^{†Φ}	826,2 ± 31,6 ^{†Φ}	867,1 ± 30,1 [†]
SDNN (ms)	Pré	20 ± 2,5	18,4 ± 3	29,6 ± 6,1	23,4 ± 5
	Pós	17,2 ± 3,6 ^Φ	13,9 ± 2,3 ^Φ	20,7 ± 3,1 ^Φ	34 ± 6,3
	Rec	24,5 ± 4,7	19,1 ± 2,3 ^Φ	24,4 ± 4,1	29,8 ± 4,7
RMSSD (ms)	Pré	14,2 ± 2,8	11,6 ± 2,2	23,5 ± 7	16,6 ± 4
	Pós	11,8 ± 3,9	9,2 ± 2,3	15,3 ± 3	25,3 ± 5,2
	Rec	17,6 ± 4,3	15,3 ± 3,1	21,6 ± 4,6	26,2 ± 5
SD1 (ms)	Pré	10,1 ± 2	8,2 ± 1,6	16,7 ± 5	11,7 ± 2,9
	Pós	8,3 ± 2,8	6,5 ± 1,6	10,8 ± 2	17,9 ± 3,7
	Rec	12,5 ± 3,1	10,8 ± 2,2	15,3 ± 3,3	18,6 ± 3,5
SD2 (ms)	Pré	26,2 ± 3,1	24,5 ± 4	37,8 ± 7,5	30,8 ± 6,5
	Pós	22,6 ± 4,4 ^Φ	18,2 ± 3 ^Φ	27 ± 4,1 ^Φ	44,4 ± 8,2
	Rec	32,1 ± 6,1	24,3 ± 2,8 ^Φ	30,5 ± 5,1	37,4 ± 5,8

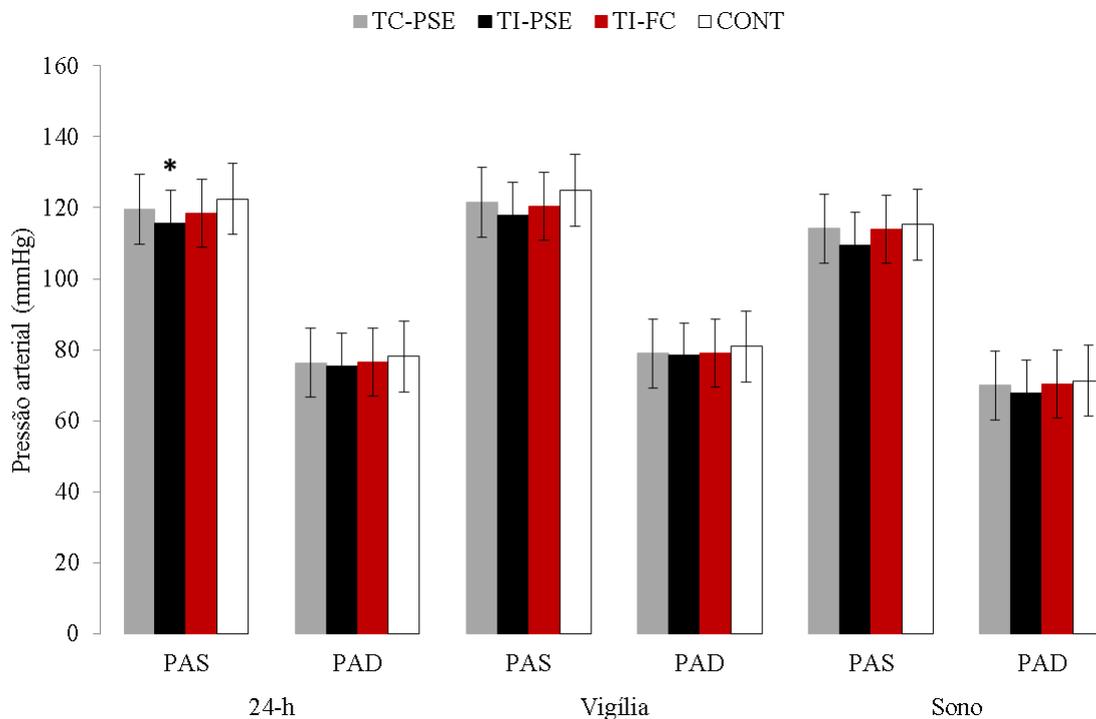
Legenda: TI-PSE: sessão de treinamento intervalado prescrito e automonitorado pela percepção subjetiva de esforço; TI-FC: sessão de treinamento intervalado prescrito e monitorado pela resposta da frequência cardíaca ao teste ergométrico; TC-PSE: sessão de treinamento contínuo de moderada intensidade prescrito e automonitorado pela percepção subjetiva de esforço; CON: sessão controle sem exercício; Rec: recuperação; BF: baixa frequência; AF: alta frequência; un: unidades normalizadas. iR-R: média de tempo dos intervalos R-R; SDNN: desvio padrão da média de todos os iR-R normais; RMSSD: raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre iR-R normais adjacentes menos um; SD1: representa a dispersão dos pontos perpendiculares à linha de identidade; SD2: representa a dispersão dos pontos ao longo da linha de identidade. *: diferente de pré durante a mesma intervenção ($p < 0,02$); †: diferente de pré e de pós durante a mesma intervenção ($p < 0,02$); Φ: diferente da sessão CON durante o mesmo período ($p < 0,05$).

Quanto aos dados oriundos da MAPA 24 horas, o percentual de medidas válidas foi de $82,1 \pm 3,6\%$, $80,2 \pm 3,2\%$, $81,5 \pm 2,9\%$, e $77,9 \pm 4\%$ para as análises pós sessão TI-PSE, TI-FC, TC-PSE e CON, respectivamente. O horário médio de início das medidas foi $17h05 \pm 7$ min, e o horário médio de sono dos participantes foi das $21h45 \pm 41$ min às $5h44 \pm 2$ min.

Os valores de PA ambulatorial (sistólica e diastólica) durante o período de 24 horas, vigília e sono não foram diferentes significativamente entre as sessões de exercício. Todavia, houve diferença significativa interintervenção para a PAS 24 horas ($F_{3,30} = 2,957$, $P = 0,048$, $\eta^2 = 0,23$, poder = 0,64) e uma tendência a diferença significativa para a PAS vigília ($F_{3,30} = 2,807$, $P = 0,056$, $\eta^2 = 0,22$, poder = 0,62). A análise *post hoc* demonstrou que a PAS 24 horas foi significativamente menor após a sessão TI-PSE em comparação à sessão CON ($p < 0,05$) (Figura 9).

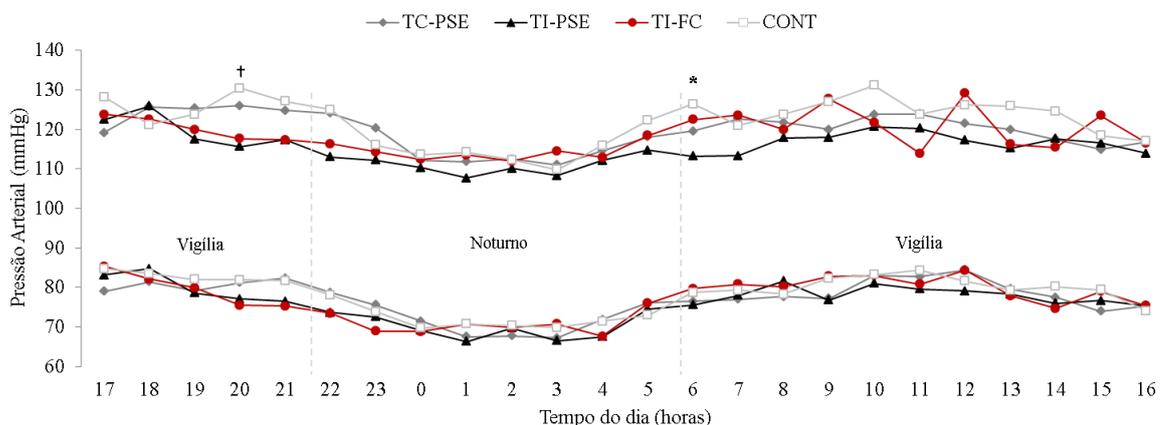
Na análise da média horária da PAS a ANOVA indicou que houve diferença interintervenção em duas das 24 horas avaliadas (20h: $F_{3,27} = 3,972$, $P = 0,05$; 06h: $F_{3,27} = 3,169$, $P = 0,04$). A análise *post hoc* demonstrou que a PAS após a sessão TI-PSE foi inferior a observada após a sessão TC-PSE na terceira hora (20h = $11 \pm 1,3$ mmHg, $p = 0,054$); bem como foi inferior a observada após a sessão CON na décima terceira hora (06h = $13,2 \pm 1$ mmHg, $p = 0,046$) (Figura 10).

Figura 9. Comportamento da pressão arterial ambulatorial (24 horas, vigília e sono).



Legenda: TC-PSE: sessão de treinamento contínuo de moderada intensidade prescrito e automonitorado pela percepção subjetiva de esforço; TI-PSE: sessão de treinamento intervalado prescrito e automonitorado pela percepção subjetiva de esforço; TI-FC: sessão de treinamento intervalado prescrito e monitorado pela resposta da frequência cardíaca ao teste ergométrico; CONT: sessão controle sem exercício. PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica. *: diferente da sessão controle ($p < 0,05$). Nota: Elaborada pelos autores, gerada pelo Microsoft Excel 2010.

Figura 10. Comportamento das médias horárias da pressão arterial ambulatorial.



Legenda: TC-PSE: sessão de treinamento contínuo de moderada intensidade prescrito e automonitorado pela percepção subjetiva de esforço; TI-PSE: sessão de treinamento intervalado prescrito e automonitorado pela percepção subjetiva de esforço; TI-FC: sessão de treinamento intervalado prescrito e monitorado pela resposta da frequência cardíaca ao teste ergométrico; CONT: sessão controle sem exercício. †: sessão TI-PSE diferente da sessão TC-PSE (20h: $p = 0,054$). *: sessão TI-PSE diferente da sessão CONT (06h: $p = 0,046$). Nota: Elaborada pelos autores, gerada pelo Microsoft Excel 2010.

6 DISCUSSÃO

O presente estudo investigou a eficiência da escala de PSE como ferramenta de prescrição e automonitoramento do TI em indivíduos com DM2. Seus principais achados incluem: 1) não houve diferença significativa no comportamento da FC, velocidade do exercício e distância média percorrida entre as sessões TI-PSE e TI-FC; 2) a redução aguda da glicemia após as sessões de TI, independentemente se prescrito e monitorado pela PSE ou pela resposta da FC ao TE, foi superior a redução observada após o TC; 3) houve redução significativa da PAS 24 horas após a sessão TI-PSE. De acordo com nosso conhecimento, este é um estudo pioneiro na análise da eficiência da escala de PSE como ferramenta de prescrição e automonitoramento do treinamento intervalado de alta intensidade em indivíduos com DM2.

A utilidade da PSE para a prescrição e automonitoramento de TC em diferentes populações foi mostrada em estudos prévios (CECI; HASSMEN, 1991; CARVALHO; BOCCHI; GUIMARÃES, 2009). Por exemplo, em um estudo com 44 pacientes com insuficiência cardíaca a escala de PSE provou ser útil para a prescrição e automonitoramento do TC em solo e piscina (CARVALHO; BOCCHI; GUIMARÃES, 2009). Em outro estudo que analisou a FC, lactato e velocidade durante exercício realizado em esteira e ao ar livre, a escala de PSE mostrou-se uma ferramenta eficaz e reprodutível para monitorar e regular a intensidade do exercício em indivíduos fisicamente ativos (CECI; HASSMEN, 1991).

Recentemente, a utilidade da escala de PSE para a prescrição e automonitoramento do TI em jovens saudáveis sedentários foi avaliada (CIOLAC et al., 2015). Tal como observado neste estudo, não foram encontradas diferenças no comportamento da FC e da intensidade do exercício em uma sessão de TI controlada pela PSE vs. controlada pela resposta da FC ao TE. Isto sugere que a escala de PSE pode ser uma ferramenta simples, barata e eficiente para prescrever e automonitorar TI em indivíduos com DM2.

Glicemia capilar

No presente estudo, houve redução significativa da glicemia imediatamente após todas as sessões de exercício. Entretanto, as reduções observadas após as sessões de TI-PSE e TI-FC demonstraram-se superiores às observadas após a sessão TC-PSE. A redução da glicemia capilar após uma sessão de exercício físico pode ser explicada pelo aumento da permeabilidade a glicose nas fibras musculares ativas (FROSIG et al., 2007), onde a

translocação de transportadores de glicose (GLUT4) pode ocorrer independentemente da ação da insulina. Evidências parecem indicar que um mediador do processo de translocação é o cálcio, pois sua liberação pelo retículo sarcoplasmático durante a contração desencadeia uma cascata de sinalização para a translocação de GLUT4 presentes nas células musculares, ocorrendo assim a entrada de glicose na célula (IRIGOYEN et al., 2003; PÁDUA et al., 2009). Outros mediadores podem ser o óxido nítrico, a calicreína e a adenosina (IRIGOYEN et al., 2003; TORRES-LEAL; CAPITANI; TIRAPEGUI, 2009).

O mecanismo exato pelo qual as sessões de TI-PSE e TI-FC promoveram maior redução da glicemia que a sessão TC-PSE não foi avaliado no presente estudo. No entanto, o elevado grau de recrutamento de fibras musculares (GIBALA; MCGEE, 2008) e/ou utilização de glicogênio muscular (LARSEN et al., 1999) associado à sessão de TI pode ter aumentado ainda mais a absorção muscular de glicose induzida pelo exercício, promovendo a redução mais expressiva da glicemia após as sessões de TI.

O controle glicêmico é fundamental para o indivíduo com DM2, uma vez que reduz de maneira significativa a ocorrência de complicações micro e macrovasculares, principalmente o risco de eventos cardiovasculares (MANNUCCI et al., 2013; DIRETRIZES SBD, 2016).

Vários estudos têm mostrado o potencial do TI para melhorar o controle glicêmico. Por exemplo, em um estudo com 7 pacientes com DM2, o TI (~90% da FC máxima), reduziu a média da glicose 24 horas, bem como a glicemia pós-prandial (GILLEN et al., 2012). Em outro estudo, realizado com mulheres obesas sedentárias com DM2, 16 semanas de TI (90-100% da FC_{RES} predita para idade), induziu a melhorias no controle glicêmico, pressão arterial e medidas antropométricas, com tempo semanal de exercício de 56-25% menor que o recomendado (ALVAREZ et al., 2016). Ainda, outro estudo realizado com indivíduos com síndrome metabólica mostrou que TI e TC reduzem de forma aguda a glicemia, porém, com efeito mais duradouro após o TI (72 horas) em comparação com o TC (24 horas) (TJØNNA et al., 2011).

Desta forma, nossos resultados confirmam a superioridade do TI para redução da glicemia em indivíduos com DM2, e demonstram que esta superioridade ocorre de forma similar, independentemente se prescrito e monitorado pela PSE ou pela resposta da FC ao TE.

Pressão arterial

Não houve redução significativa da PAS e PAD 45 minutos após as intervenções, e os valores de PA ambulatorial (sistólica e diastólica) durante o período de 24 horas, vigília e sono não foram diferentes significativamente entre as sessões de exercício. Entretanto, em comparação com a sessão CON, somente a sessão TI-PSE mostrou menores valores para a PAS 24 horas. Observou-se ainda, na análise horária, que a sessão TI-PSE reduziu significativamente a PAS ambulatorial em duas das 24 horas avaliadas.

É importante ressaltar que o efeito hipotensor do TI em indivíduos com DCNT tem sido mostrado em alguns estudos (TJØNNA et al., 2008; MOLMEN-HANSEN et al., 2012), inclusive indicando adaptações mais significativas ocorrendo com TI em comparação ao TC (WESTON; WISLØFF; COOMBES, 2014).

Os 11 voluntários do presente estudo apresentaram valores basais médios de PA de repouso (pré sessão) e ambulatorial em níveis considerados normais. Não houve diferença significativa nos valores basais médios de PA entre os hipertensos e não hipertensos da amostra (dados não apresentados). Sabe-se que o efeito hipotensor do exercício é mais pronunciado em indivíduos com valores basais de PA mais elevados, independente da modalidade de exercício (CIOLAC et al., 2009; GUIMARÃES et al., 2010).

A prescrição de intensidade adequada, independente do método de treinamento físico, é crucial para se obter tanto um estímulo de treinamento aceitável quanto um controle razoável do risco relacionado ao exercício (GARBER, 2011). As respostas hemodinâmicas, hormonais e neurais ao exercício submáximo são marcadamente diferentes as do exercício máximo (CIOLAC et al., 2015). Em estudos no qual a intensidade do exercício foi baixa (WALLACE, 1997) ou máxima (SOMERS, 1991), não foram encontradas reduções na PA ambulatorial. Este estudo utilizou um modelo de TI submáximo (FC a 85% da FC_{RES}), em conformidade com a maioria dos estudos com indivíduos saudáveis sedentários e populações com doenças crônicas (WISLØFF et al., 2007; TJØNNA et al., 2008; CIOLAC et al., 2010; CIOLAC et al., 2011; CIOLAC et al., 2015). Apesar disso, a sessão TI-FC não mostrou menores valores de PA ambulatorial em comparação à sessão controle. Parece-nos que o automonitoramento do TI por meio da escala de PSE, garantiu a adoção de uma intensidade suficiente e, ao mesmo tempo, evitou uma intensidade excessiva para o sujeito, levando a uma melhor resposta da PAS 24 horas.

Rigidez arterial e função endotelial

O DM é um dos principais fatores de risco cardiovascular, onde as principais causas de mortalidade são consequências de lesões ateroscleróticas de grandes artérias, como o infarto do miocárdio e o acidente vascular cerebral. Diversos estudos têm mostrado alterações das propriedades funcionais e estruturais das grandes artérias em indivíduos com diabetes, principalmente o aumento da rigidez arterial (BORTOLOTTI, 2004). Por um lado, a hiperglicemia e hiperinsulinemia crônicas promovem hipertrofia e fibrose da parede vascular pelo aumento da atividade local do sistema renina-angiotensina-aldosterona e pela expressão do receptor de angiotensina 2 no tecido vascular (ZIEMAN, 2005). Por outro lado, a inflamação sistêmica de baixo grau e a disfunção endotelial encontradas no DM reduzem a disponibilidade de óxido nítrico e aumentam a atividade de vasoconstritores, como a endotelina-1, afetando o tônus das células musculares lisas, além de promoverem a proliferação destas e a secreção de quimiotáticos inflamatórios (PANENI et al., 2003).

O impacto do exercício no endotélio vem sendo amplamente discutido, dado seu efeito vasodilatador (benéfico contra doenças cardiovasculares). Por exemplo, estudo realizado com indivíduos com síndrome metabólica mostrou que TI e TC melhoram de forma aguda a função endotelial, porém, com efeito mais duradouro após o TI (72 horas) (TJØNNA et al., 2011). Entretanto, a literatura ainda é controversa quanto à intensidade de esforço necessária para provocar alterações protetoras significativas na função endotelial. Além disso, a relação entre exercícios intensos e aumento no consumo de oxigênio, com consequente aumento na formação de radicais livres, também é discutida (GHISI et al., 2010). Por outro lado, estudos têm mostrado efeitos benéficos do TI na função endotelial de indivíduos com DM2 (WESTON; WISLØFF; COOMBES, 2014; FRANCOIS; LITTLE, 2015), melhorando a biodisponibilidade de óxido nítrico após três semanas de TI (AFOUSI et al., 2016) e a resposta vasodilatadora dependente do endotélio após 6 semanas de TI (DA SILVA et al., 2016), inclusive com maior benefício sendo observado com TI em comparação com TC após 12 semanas (MITRANUM et al., 2014).

No presente estudo, os voluntários apresentaram valores basais médios de VOP carótido-femoral e função endotelial dentro dos parâmetros de normalidade e, apesar de ter ocorrido um discreto aumento das medidas após as sessões, este não foi significativo intra/interintervenção. Esta ausência de diferença significativa pode ter ocorrido em função do tamanho da casuística, porém, deve-se também considerar que possíveis alterações estruturais

vasculares envolvidas no processo da doença podem ser não modificáveis, influenciando a resposta aguda e crônica ao exercício. São necessários mais estudos para elucidar os efeitos do TI na rigidez arterial e função endotelial de pacientes com DM2.

Variabilidade da frequência cardíaca

A regulação neural da função cardíaca é determinada principalmente pela interação entre a atividade simpática e a atividade vagal. Ambos os sistemas atuam de forma organizada, onde a ativação de um é acompanhada pela inibição do outro (equilíbrio simpatovagal) (TASK FORCE, 1996). A VFC descreve as oscilações dos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos, que estão relacionadas às influências do sistema nervoso autônomo (SNA) sobre o nódulo sinusal (VANDERLEI, 2009). Assim, a VFC é uma ferramenta capaz de avaliar a integridade funcional do SNA e a saúde global do coração, refletindo a capacidade do coração em se adaptar a diferentes estímulos e a rapidez com que estas adaptações ocorrem após os mesmos (CATAI; PANTONI; SIMÕES, 2016).

Durante o exercício físico, observa-se ativação simpática e inibição vagal, enquanto que mudanças opostas (ativação vagal seguida de inibição simpática) ocorrem no período de recuperação (AUBERT; SEPS; BECKERS, 2003).

Neste estudo, em consonância com o demonstrado pela resposta da FC, o iR-R reduziu somente imediatamente após as sessões de exercício (batimentos cardíacos acelerados pela ação simpática). E, houve aumento do iR-R na recuperação, chegando a valores mais elevados que os observados nos momentos pré e pós (retomada vagal com consequente diminuição dos batimentos cardíacos). Esta oscilação dos iR-R é um índice indireto do balanço simpatovagal (MITCHELL, 2012), que mostrou que houveram mudanças dinâmicas da modulação regulatória central rítmica do coração estimuladas pelo exercício. Os valores basais médios do iR-R encontrados neste estudo podem ser considerados dentro da normalidade para a população estudada (KUDAT et al., 2006).

Os índices SDNN e SD2, representativos da modulação global, diminuíram significativamente imediatamente após as sessões de exercício em comparação a sessão CON. No entanto, na recuperação somente a sessão TI-FC manteve valores mais baixos em comparação a sessão CON. Apesar de não significativo, houve aumento dos índices SDNN e SD2 após a sessão TI-PSE. Os índices de VFC diminuem durante o exercício e esta diminuição tem relação inversa com a intensidade do exercício (ARAI et al., 1989; CASADEI

et al., 1995; TAKAHASHI et al., 2009). Além disso, em indivíduos com baixo nível de atividade física e morbidades, tal como a população desse estudo, os ajustes do SNA tendem a levar mais tempo para restabelecer a condição de repouso (MOREIRA et al, 2007). Não foram encontrados na literatura valores de referência para os índices SDNN e SD2 ajustáveis a população deste estudo e ao período de gravação.

O exercício físico pode propiciar aumento da VFC em indivíduos com diabetes. No entanto, ainda são necessárias maiores investigações sobre a intensidade do exercício e seus efeitos em curto e longo prazo na modulação autonômica cardíaca (ROUTLEDGE et al., 2010).

Limitações do estudo

As principais limitações do presente estudo incluem seu desenho, que não permite afirmar que a redução da glicemia e PA ambulatorial pós-exercício pode persistir após um longo período de treinamento. Entretanto, o passo inicial para avaliar o efeito de qualquer intervenção é primeiramente analisar a resposta aguda. Estudos com treinamento físico não podem ser justificados sem demonstrar uma resposta aguda segura e eficiente.

Outra limitação é que apenas indivíduos com DM2 sedentários foram estudados, o que não pode prever resultados semelhantes para outras populações.

O tamanho reduzido da amostra torna mais difícil que nossos resultados na PA, VOP e função endotelial sejam extrapolados para a população atual de indivíduos com DM2.

Implicações clínicas

Os indivíduos com diabetes possuem risco cardiovascular aumentado, com possibilidade de desenvolvimento de complicações que podem acarretar menor qualidade de vida, bem como gerar importante impacto na saúde pública. O exercício físico, dentre outros benefícios, melhora o controle glicêmico e a sensibilidade à insulina, contribuindo para redução do risco cardiovascular nestes indivíduos. Existem evidências crescentes de que o TI tende a melhorar de forma significativa a capacidade cardiorrespiratória, bem como inúmeras variáveis metabólicas de indivíduos com DCNT. Sobremaneira, a redução dos valores glicêmicos encontrada após TI tem se mostrado um dos efeitos mais importantes desta modalidade de exercício para indivíduos com diabetes.

Além dos benefícios para a saúde, o TI também tem sido apontado como uma alternativa importante para superar a barreira da falta de tempo para realização de exercícios, podendo aumentar a aderência à prática de exercícios físicos. Entretanto, a prescrição e o controle da sessão de TI requerem equipamentos de alto custo não acessíveis à maioria da população. Neste sentido, a utilização da escala de PSE, que é uma ferramenta simples e sem custo, pode eliminar a barreira do custo e acessibilidade, aumentando o acesso e a aderência a essa modalidade de exercício.

O presente estudo sugere que a PSE pode ser uma ferramenta eficiente para prescrever e automonitorar o TI em indivíduos com DM2. E, certamente, suscita questionamentos que permitirão o desenvolvimento de novas pesquisas.

Permanece o desejo de investigar o efeito crônico do TI prescrito e automonitorado pela PSE à saúde de indivíduos com DM2. Da mesma forma, outras pesquisas serão necessárias para verificar a viabilidade, impacto e segurança do TI prescrito e automonitorado pela PSE entre diferentes subgrupos da população de diabéticos tipo 2. Outra questão importante será determinar se o TI não-supervisionado e automonitorado pela PSE será tão eficiente quanto o realizado sob supervisão de um especialista em exercício.

7 CONCLUSÕES

Não houve diferença significativa na resposta da FC e intensidade do exercício entre as sessões TI-PSE e TI-FC.

O TI foi superior ao TC para reduzir de forma aguda a glicemia capilar, independentemente se prescrito e monitorado pela PSE ou pela resposta da FC ao TE.

A sessão TI-PSE foi mais eficiente para a redução da PAS 24 horas, em comparação a sessão CON.

Estes resultados sugerem que a PSE pode ser uma ferramenta eficiente para prescrever e automonitorar o TI em indivíduos com DM2.

REFERÊNCIAS

- AFOUSI, A. G.; GAEINI, A.; ALVAR, Y. M.; ABOUTALEB, N. Effectiveness of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on endothelial function of arteries in type-2 diabetes patients; a randomized double blind clinical trial. **Journal of Medical Physiology**, v. 1, n. 1, p. 2-9, 2016.
- ALVAREZ, C.; RAMIREZ-CAMPILLO, R.; MARTINEZ-SALAZAR, C.; MANCILLA, R.; FLORES-OPAZO, M.; CANO-MONTOYA, J.; CIOLAC, E. G. Low-Volume High-Intensity Interval Training as a Therapy for Type 2 Diabetes. **International Journal of Sports Medicine**, v. 37, n. 9, p. 723-29, 2016.
- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. **Diabetes Care**, v. 38, supl., p. S8-S16, 2015.
- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Economic costs of diabetes in the USA in 2007. **Diabetes Care**, v. 31, n. 3, p. 1-20, 2008.
- ANDRADE, J. P.; ARNETT, D. K.; PINTO, F.; PIÑERO, D.; SMITH, C. S. JR.; MATTOS, L. A. P.; MACHADO, C. A.; OLIVEIRA, G. M. M.; DOHMANN, H. F.; GIELEN, S. Sociedade Brasileira de Cardiologia - Carta do Rio de Janeiro - III Brasil Prevent / I América Latina Prevent. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 100, n. 1, p. 3-5, 2013.
- ARAI, Y.; SAUL, J. P.; ALBRECHT, P.; HARTLEY, L. H.; LILLY, L. S.; COHEN, R. J.; COLUCCI, W. S. Modulation of cardiac autonomic activity during and immediately after exercise. **American Journal of Physiology**, v. 256, p. 132-41, 1989.
- ATKINSON, G.; DAVISON, R. C. R.; NEVILL, A. M. Performance characteristics of gas analysis systems: what we know and what we need to know. **International Journal of Sports Medicine**, v. 26, supl. 1, p. S2-S10, fev., 2005.
- AUBERT, A. E.; SEPS, B.; BECKERS, F. Heart rate variability in athletes. **Sports Medicine**, v. 33, n. 12, p. 889-919, 2003.
- BARRILE, S. R.; CONEGLIAN, C. B.; GIMENES, C.; DE CONTI, M. H. S.; ARCA, E. A.; JUNIOR, G. R.; MARTINELLI, B. Efeito agudo do exercício aeróbico na glicemia em diabéticos 2 sob medicação. **Revista Brasileira de Medicina do Exercício e do Esporte**, v. 21, n. 5, p. 360-63, 2015.
- BORG, G. A. V. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 4, p. 377-381, 1982.
- BORTOLOTTO, L. A. Alterações da rigidez arterial na hipertensão, diabetes, insuficiência renal e doenças sistêmicas. **Revista Brasileira de Hipertensão**, v. 11, n. 3, p. 161-68, 2004.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Cadernos de atenção básica: Diabetes Mellitus**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 64 p.

- CARVALHO, V. O.; BOCCHI, E. A.; GUIMARÃES, G. V. The Borg Scale as an important tool of self-monitoring and self-regulation of exercise prescription in heart failure patients during hydrotherapy: A randomized blinded controlled trial. **Circulation Journal**, v. 73, n. 10, p. 1871-6, oct., 2009.
- CASADEI, B.; COCHRANE, S.; JOHNSTON, J.; CONWAY, J.; SLEIGHT, P. Pitfalls in the interpretation of spectral analysis of the heart rate variability during exercise in humans. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 153, p. 125-31, 1995.
- CATAI, A. M.; PANTONI, C. B. F.; SIMÕES, R. P. Modulação autonômica da frequência cardíaca: fundamentos para a prática clínica. In: MARTINS, J. A. (Org.). **PROFISIO** Programa de atualização em fisioterapia cardiovascular e respiratória: Ciclo 2. Porto Alegre: Artmed Panamericana, 2016. p. 63-107.
- CAVALCANTE, J. L.; LIMA, J. A. C.; REDHEUIL, A.; AL-MALLAH, M. H. Aortic stiffness: current understanding and future directions. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 54, n. 14, p. 1511-22, 2011.
- CECI, R.; HASSMEN, P. Self-monitored exercise at three different RPE intensities in treadmill vs. field running. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 23, p. 732-738, 1991.
- CHEN, M. J.; FAN, X.; MOE, S. T. Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: a meta-analysis. **Journal of Sports Sciences**, v. 20, p. 873-99, 2002.
- CIOLAC, E. G. High-intensity interval training and hypertension: maximizing the benefits of exercise? **American Journal of Cardiovascular Disease**, v. 2, n. 2, p. 102-110, 2012.
- CIOLAC, E. G.; BOCCHI, E. A.; GREVE, J. M. D.; GUIMARÃES, G. V. Heart rate response to exercise and cardiorespiratory fitness of young women at high familial risk for hypertension: effects of interval vs continuous training. **European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation**, v. 18, p. 824-830, 2011.
- CIOLAC, E. G.; GUIMARÃES, G. V. Physical exercise and metabolic syndrome. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 10, n. 4, p. 325-330, 2004.
- CIOLAC, E. G.; MANTUANI, S. S.; NEIVA, C. M.; VERARDI, C.; PESSÔA-FILHO, D. M.; PIMENTA, L. Rating of perceived exertion as a tool for prescribing and self-regulating interval training: a pilot study. **Biology of Sport**, v. 32, p. 103-8, 2015.
- CIOLAC, E.G.; BOCCHI, E.A.; BORTOLOTTI, L. A.; CARVALHO, V. O.; GREVE, J. M.; GUIMARÃES, G. V. Effects of high-intensity aerobic interval training vs. moderate exercise on hemodynamic, metabolic, and neuro-humoral abnormalities of young normotensive women at high familial risk for hypertension. **Hypertension Research**, v. 33, p. 836-43, 2010.

CIOLAC, E.G.; GUIMARÃES, G. V.; D'ÁVILA, V. M.; BORTOLOTTI, L. A.; DÓRIA, E.; BOCCHI, E. A. Acute effects of continuous and interval aerobic exercise on 24-h ambulatory blood pressure in long-term treated hypertensive patients. **International Journal of Cardiology**, v. 133, p. 381-7, 2009.

COLBERG, S. R.; SIGAL, R. J.; FERNHALL, B.; REGENSTEINER, J. G.; BLISSMER, B. J.; RUBIN, R. R.; CHASAN-TABER, L.; ALBRIGHT, A. L.; BRAUN, B. Exercise and type 2 diabetes: American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 33, n. 12, p. 147-167, 2010.

CONRAADS, V. M.; DEATON, C.; PIOTROWICZ, E.; SANTAULARIA, N.; TIERNEY, S.; PIEPOLI, M. F.; PIESKE, B.; SCHMID, J. P.; DICKSTEIN, K.; PONIKOWSKI, P. P.; JAARSMA, T. Adherence of heart failure patients to exercise: barriers and possible solutions. A position statement of the Study Group on Exercise Training in Heart Failure of the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. **European Journal of Heart Failure**, v. 14, n. 5, p. 451-8, 2012.

CORRETTI, M. C.; ANDERSON, T. J.; BENJAMIN, E. J.; CELERMAJER, D.; CHARBONNEAU, F.; CREAGER, M. A.; DEANFIELD, J.; DREXLER, H.; GEHARD-HERMAN, M.; HERRINGTON, D.; VALLANCE, P.; VITA, J.; VOGEL, R. Guidelines for the ultrasound assessment of endothelial-dependent flow-mediated vasodilation of the brachial artery. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 39, p. 257-265, 2002.

CUNHA, R. P. F.; BRITO, M. M. T.; PRAZERES, E. M. B.; PONTES FILHO, N. T. Plasticidade neural e a neuropatia periférica diabética. **Revista Fisioterapia Brasil**, v. 3, n. 2, p. 108-115, 2002.

DA SILVA, C. A.; VASCONCELOS-FILHO, F. S. L.; SERAFIM, M. et al. Effect of high-intensity exercise on endothelial function in patients with T2DM. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 22, n. 2, p. 126-130, 2016.

DE MELO GHISI, G. L.; DURIEUX, A.; PINHO, R.; BENETTI, M. Exercício físico e disfunção endotelial. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 95, n. 5, p. 130-37, 2010.

DEMELLO, J.; CURETON, K. J.; ROBIN, J.; BOINEAU, E. Ratings of perceived exertion at lactate threshold in trained and untrained men and women. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 19, p. 354-362, 1997.

DIRETRIZES, da Sociedade Brasileira de Diabetes 2009. Sociedade Brasileira de Diabetes. São Paulo: SBD, 2009.

DIRETRIZES, da Sociedade Brasileira de Diabetes 2016. Sociedade Brasileira de Diabetes. São Paulo: SBD, 2016.

EARNEST, C. P.; LUPO, M.; THIBODAU, J.; HOLLIER, C.; BUTITTA, B.; LEJEUNE, E.; JOHANNSEN, N. M.; GIBALA M. J.; CHURCH, T. S. Interval training in men at risk for insulin resistance. **International Journal of Sports Medicine**, v. 34, n. 4, p. 355-63, 2013.

FERREIRA, M. T. **Fatores associados com aumento da rigidez arterial em pacientes com diabetes mellitus tipo 2**. Rio de Janeiro: UFRJ / Faculdade de Medicina, 2009. 80 p.

FRANCOIS, M. E.; LITTLE, J. P. Effectiveness and safety of high-intensity interval training in patients with type 2 diabetes. **Diabetes Spectrum**, v. 28, n. 1, p. 39-44, 2015.

FROSIG, C.; ROSE, A. J.; TREEBAK, J. T.; KIENS, B.; RICHTER, E. A.; WOJTASZEWSKI, J. F. Effects of endurance exercise training on insulin signaling in human skeletal muscle: interactions at the level of phosphatidylinositol 3-kinase, Akt, and AS160. **Diabetes**, v. 56, n. 8, p. 2093-102, 2007.

GAESSER, G. A.; ANGADI, S. S. High-intensity interval training for health and fitness: Can less be more? **Journal of Applied Physiology**, v. 111, p. 1540-1, 2011.

GARBER, C. E.; BLISSMER, B.; DESCHENES, M. R.; FRANKLIN, B. A.; LAMONTE, M. J.; LEE, I. M.; NIEMAN, D. C.; SWAIN, D. P. American College of Sports Medicine. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 45, n. 7, p. 1334-1359, 2011.

GILLEN, J. B.; LITTLE, J. P.; PUNTHAKEE, Z.; TARNOPOLSKY, M. A.; RIDDELL, M. C.; GIBALA, M. J. 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, n. 6, p. 575-77, 2012.

GIBALA M. J.; MCGEE, S. L. Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? **Exercise & Sport Sciences Reviews**, v. 36, p. 58-63, 2008.

GIBBONS, R. J.; BALADY, G. J.; BRICKER, J. T. et al. ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing: summary article. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1997 Exercise Testing Guidelines). **Journal of the American College of Cardiology**, v. 40, p. 1531-40, 2002.

GODIN, G.; DESHARNAIS, R.; VALOIS, P.; LEPAGE, P.; JOBIN, J.; BRADET, R. Differences in perceived barriers to exercise between high and low intenders: observations among different populations. **American Journal of Health Promotion**, v. 8, p. 279-85, 1994.

GREEN, J. M.; CREWS, T. R.; BOSAK, A. M.; PEVELER, W. W. Overall and differentiated ratings of perceived exertion at the respiratory compensation threshold: effects of gender and mode. **European Journal of Applied Physiology**, v. 89, p. 445-450, 2003.

GREEN, J. M.; MCLESTER, J. R.; CREWS, T. R.; WICKWIRE, P. J.; PRITCHETT, R. C.; LOMAX, R. G. RPE association with lactate and heart rate during high-intensity interval cycling. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 38, p. 167-172, 2006.

GUIMARÃES, G.V.; CIOLAC, E. G.; CARVALHO, V. O.; D'ÁVILA, V. M.; BORTOLOTTI, L. A.; BOCCHI, E. A. Effects of continuous vs. interval exercise training on blood pressure and arterial stiffness in treated hypertension. **Hypertension Research**, v. 33, p. 627-32, 2010.

- HAAPANEN, N.; MIILUNPALO, S.; VUORI, I.; OJA, P.; PASANEN, M. Association of leisure time physical activity with the risk of coronary heart disease, hypertension and diabetes in middle-aged men women. **International Journal of Epidemiology**, v. 26, p. 739-47, 1997.
- HARRIS, R. A.; NISHIYAMA, S. K.; WRAY, D. W.; RICHARDSON, R. S. Ultrasound assessment of flow-mediated dilation. **Hypertension**, v. 55, n. 5, p. 1075-85, 2010.
- HETZLER, R. K.; SEIP, R. L.; BOUTCHER, S. H.; PIERCE, E.; SNEAD, D.; WELTMAN, A. Effect of exercise modality on ratings of perceived exertion at various lactate concentrations. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 23, p. 88-92, 1991.
- HILL, D. W.; CURETON, K. J.; GRISHAM, S. C.; COLLINS, M. A. Effect of training on rating of perceived exertion at the ventilatory threshold. **European Journal of Applied Physiology**, v. 56, p. 206-211, 1980.
- ICKS, A.; HAASTERT, B.; TRAUTNER, C.; GIANI, G.; GLAESKE, G.; HOFFMANN, F. Incidence of lower-limb amputations in the diabetic compared to the non-diabetic population. Findings from nationwide insurance data, Germany, 2005-2007. **Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes**, v. 117, n. 9, p. 500-4, 2009.
- INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. Diabetes Atlas 7th Edition 2015. 144 p.
- IRIGOYEN, M. C.; DE ANGELIS, K.; SCHANN, B. D.; FIORINO, P.; MICHELINI, L. C. Exercício físico no diabetes melito associado a hipertensão arterial sistêmica. **Revista Brasileira de Hipertensão**. v. 10, n. 2, p. 109-17, 2003.
- KUDAT, H.; AKKAYA, V.; SOZEN, A. B.; SALMAN, S.; DEMIREL, S.; OZCAN, M.; ATILGAN, D.; YILMAZ, M. T.; GUVEN, O. Heart Rate Variability in Diabetes Patients. **The Journal of International Medical Research**, v. 34, p. 291-296, 2006.
- KUNITOMI, M.; TAKAHASHI, K.; WADA, J.; SUZUKI, H.; MIYATAKE, N.; OGAWA, S.; OHTAA, S.; SUGIMOTOA, H.; SHIKATAA, K.; MAKINOA, H. Re-evaluation of exercise prescription for Japanese type 2 diabetic patients by ventilatory threshold. **Diabetes Research and Clinical Practice**, v. 50, p. 109-115, 2000.
- LARSEN, J. J.; DELA, F.; MADSBAD, S.; GALBO, H. The effect of intense exercise on postprandial glucose homeostasis in type II diabetic patients. **Diabetologia**, v. 42, p. 1282-92, 1999.
- LAURENT, S.; COCKCROFT, J.; VAN BORTEL, L. et al. European network for non-invasive investigation of large arteries. Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications. **European Heart Journal**, v. 27, n. 21, p. 2588-605, 2006.
- LEE, I. M.; HSIEH, C. C.; PAFFENBARGER, R. S. JR. Exercise intensity and longevity in men. The Harvard Alumni Health Study. **JAMA**, v. 273, p. 1179-1184, 1995.
- LEE, I. M.; SESSO, H. D.; OGUMA, Y.; PAFFENBARGER, R. S. JR. Relative intensity of physical activity and risk of coronary heart disease. **Circulation**, v. 107, p. 1110-1116, 2003.

LITTLE, J. P.; GILLEN, J. B.; PERCIVAL, M.; SAFDER, A.; TARNOPOLSKY, M. A.; PUNTHAKEE, Z.; GIBALA, M. J. Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes: a pilot study. **Journal of Applied Physiology**, v. 111, p. 1554-1560, 2011.

MALLIANI, A.; PAGANI, M.; LOMBARDI, F.; CERUTTI, S. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. **Circulation**, v. 84, n. 2, p. 482-92, 1991.

MANNUCCI, E.; DICEMBRINI, I.; LAURIA, A.; POZZILLI, P. Is glucose control important for prevention of cardiovascular disease in diabetes? **Diabetes Care**, v. 36, supl. 2, p. S259-S263, 2013.

MEYER, T.; LUCIA, A.; EARNEST, C. P.; INDERMANN, W. A conceptual framework for performance diagnosis and training prescription from submaximal gas exchange parameters-theory and application. **International Journal of Sports Medicine**, v. 26, supl. 1, p. S38-S48, 2005.

MITCHELL, J. H. Neural control of the circulation during exercise: insights from the 1970-1971 Oxford studies. **Experimental Physiology**, n. 97, p. 14-19, 2012.

MITRANUN, W.; DEEROCHANAWONG, C.; TANAKA, H.; SUKSOM, D. Continuous vs interval training on glycemic control and macro-and microvascular reactivity in type 2 diabetic patients. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 24, n. 2, p. 69-76, 2014.

MOLMEN-HANSEN, H. E.; STOLEN, T.; TJONNA, A. E. et al. Aerobic interval training reduces blood pressure and improves myocardial function in hypertensive patients. **European Journal of Preventive Cardiology**, v. 19, n. 2, p. 151-60, 2012.

MOREIRA, S. R.; SIMÕES, G. C.; HIYANE, W. C.; CAMPBELL, C. S. G.; SIMÕES, H. G. Identificação do limiar anaeróbio em indivíduos com diabetes tipo-2 sedentários e fisicamente ativos. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 11, n. 4, p. 289-296, 2007.

PADUA, M. F.; PADUA, T. F.; PAULI, J. R.; SOUZA, C. T.; SILVA, A. S. R.; ROPELLE, E. C. C.; CINTRA, D. E.; CARVALHEIRA, J. B. C.; ROPELLE, E. R. Exercício físico reduz a hiperglicemia de jejum em camundongos diabéticos através da ativação da AMPK. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 15, n. 3, p. 179-84, 2009.

PANENI, F.; BECKMAN, J. A.; CREAGER, M. A.; COSENTINO, F. Diabetes and vascular disease: pathophysiology, clinical consequences, and medical therapy: Part I. **Circulation**, v. 108, p. 1527- 32, 2003.

ROBERTSON, R. P.; HARMON, J.; TRAN, P. O.; TANAKA, Y.; TAKAHASHI, H. Glucose toxicity in beta-cells: type 2 diabetes, good radicals gone bad, and the glutathione connection. **Diabetes**, v. 52, n. 3, p. 581-7, 2003.

- ROGNMO, Ø.; HETLAND, E.; HELGERUD, J.; HOFF, J.; SLØRDAHL, S. A. High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. **European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation**, v. 11, p. 216-222, 2004.
- ROUTLEDGE, F. S.; CAMPBELL, T. S.; MCFETRIDGE-DURDLE, J. A.; BACON, S. L. Improvements in heart rate variability with exercise therapy. **Canadian Journal of Cardiology**, v. 26, n. 6, p. 303-312, 2010.
- RUHA, A.; SALLINEN, S.; NISSILÄ, S. A real-time microprocessor QRS detector system with a 1-ms timing accuracy for the measurement of ambulatory HRV. **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, v. 44, n. 3, p. 159-67, 1997.
- SCHUTZER, K. A.; GRAVES, B. S. Barriers and motivations to exercise in older adults. **Preventive Medicine**, v. 39, p.1056-61, 2004.
- SEIP, R. L.; SNEAD, D.; PIERCE, E. F.; STEIN, P.; WELTMAN, A. Perceptual responses and blood lactate concentration: effect of training state. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 23, p. 80-87, 1991.
- SHAW, J. E.; SICREE, R. A.; ZIMMET, P. Z. Global estimates of the prevalence of diabetes for 2010 and 2030. **Diabetes Research and Clinical Practice**, n. 87, p. 4-14, 2010.
- SLATTERY, M. L.; JACOBS, D. R. JR.; NICHAMAN, M. Z. Leisure time physical activity and coronary heart disease death. The US Railroad Study. **Circulation**, v. 79, p. 304–311, 1989.
- SMT MEDICAL TECHNOLOGY. Validity of vicorder determined: aortic pulse wave velocity (PWV_a), pulse wave analysis (PWA) and central pressures - White Paper. **SMT medical GmbH&Co.**, v. 1.2, p. 6, 2011-2013.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA / SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO / SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEFROLOGIA. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 95, supl. 1, p. S1-S51, 2010.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA / SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO / SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEFROLOGIA. V Diretrizes de monitorização ambulatorial da pressão arterial (MAPA) e III Diretrizes de monitorização residencial da pressão arterial (MRPA). **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 97, supl. 3, p. 1-24, 2011.
- SOMERS, V. K.; CONWAY, J.; COATS, A.; ISEA, J.; SLEIGHT, P. Postexercise hypotension is not sustained in normal and hypertensive subjects. **Hypertension**, v. 18, p. 211-5, 1991.
- SWAIN, D. P.; FRANKLIN, B. A. Comparison of cardioprotective benefits of vigorous versus moderate intensity aerobic exercise. **American Journal of Cardiology**, v. 97, p. 141-147, 2006.

TAKAHASHI, A. C. M.; MELO, R. C.; QUITÉRIO, R. J.; SILVA, E.; CATAI, A. M. The effect of eccentric strength training on heart rate and on its variability during isometric exercise in healthy older men. **European Journal of Applied Physiology**, v. 105, p. 315-323, 2009.

TANASESCU, M.; LEITZMANN, M. F.; RIMM, E. B.; WILLETT, W. C.; STAMPFER, M. J.; HU, F. B. Exercise type and intensity in relation to coronary heart disease in men. **JAMA**, v. 288, n. 16, p. 1994-2000, oct., 2002.

TASK FORCE of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurements, physiological interpretation and clinical use. **Circulation**, v. 93, p. 1043-1065, 1996.

TJØNNA, A. E.; LEE, S. J.; ROGNMO, Ø.; STØLEN, T. O.; BYE, A.; HARAM, P. M.; LOENNECHEN, J. P.; AL-SHARE, Q. Y.; SKOGVOLL, E.; SLØRDAHL, S. A.; KEMI, O. J.; NAJJAR, S. M.; WISLØFF, U. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome. A pilot study. **Circulation**, v. 118, n. 4, p. 346-54, jul., 2008.

TJØNNA, A. E.; ROGNMO, Ø.; BYE, A.; STØLEN, T. O.; WISLØFF, U. Time course of endothelial adaptation after acute and chronic exercise in patients with metabolic syndrome. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 9, p. 2552-8, 2011.

TORRES-LEAL, F. L.; CAPITANI, M. D.; TIRAPEGUI, J. The effect of physical exercise and caloric restriction on the components of metabolic syndrome. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 45, n. 3, p. 379-99, 2009.

TRAPP, E. G.; CHISOLM, D. J.; FREUND, J.; BOUTCHER, S. H. The effects of high intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. **International Journal of Obesity**, n. 32, p. 684-91, 2008.

VANDERLEI, L. C. M.; PASTRE, C. M.; HOSHI, R. A.; DE CARVALHO, T. D.; GODOY, M. F. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v. 24, n. 2, p. 205-217, 2009.

VIANA, A. A.; FERNANDES, B.; GUIMARÃES, G. V.; CIOLAC, E. G. Superior acute effects of high-intensity interval exercise in type 2 diabetes patients: A pilot study. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 49, n. 5, suppl. 1, p. 913, 2017.

WALLACE, J. P.; BOGLE, P. G.; KING, B. A.; KRASNOFF, J. B.; JASTREMSKI, C. A. A comparison of 24-h average blood pressures and blood pressure load following exercise. **American Journal of Hypertension**, v. 10, p. 728-34, 1997.

WESTON, K. S.; WISLØFF, U.; COOMBES, J. S. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 48, n. 16, p. 1227-1234, 2014.

WISLOFF, U.; NILSEN, T. I.; DROYVOLD, W. B.; MORKVED, S.; SLORDAHL, S. A.; VATTEN, L. J. A single weekly bout of exercise may reduce cardiovascular mortality: how little pain for cardiac gain? “The HUNT study, Norway”. **European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation**, v. 13, p. 798-804, 2006.

WISLØFF, U.; STØYLEN, A.; LOENNECHEN, J. P.; BRUVOLD, M.; ROGNMO, Ø.; HARAM, P. M.; TJØNNA, A. E.; HELGERUD, J.; SLØRDAHL, S. A.; LEE, S. J.; VIDEM, V.; BYE, A.; SMITH, G. L.; NAJJAR, S. M.; ELLINGSEN, Ø.; SKJÆRPE, T. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. **Circulation**, v. 115, p. 3086-3094, 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Revised WHO discussion paper on the development of a comprehensive global monitoring framework, including indicators, and a set of voluntary global targets for the prevention and control of NCDs. Geneva, GE: WHO, 2012. Disponível em: http://www.who.int/nmh/events/2012/ncd_discussion_paper/en/index.html. Acessado em 10 de setembro de 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. The World Health Organization Report 2002: reducing risks, promoting healthy life. Geneva: WHO, 2002.

ZIEMAN, S. J.; MELENOVSKY, V.; KASS, D. A. Mechanisms, pathophysiology, and therapy of arterial stiffness. **Arteriosclerosis, Thrombosis, Vascular Biology**, v. 25, p. 932-43, 2005.

APÊNDICE A

FICHA DE AVALIAÇÃO **Data:** ____/____/____. **Avaliador(a):** _____.

DADOS PESSOAIS

Nome: _____ Nascimento: ____/____/____.
 Idade: ____ anos / Gênero: () M () F / Etnia: () Branca () Negra () Asiática / Estado Civil: _____
 Profissão atual: _____ T: _____ Pregressa: _____ T: _____
 Endereço: _____ - Bairro: _____
 Cidade: _____ UF: _____ CEP: _____ Tel: _____

ANTECEDENTES PESSOAIS

SIM CATEGORIA

() Alteração da Tireóide _____
 () Renais _____
 () Pulmonares _____
 () Vasculares _____
 () Ortopédicos _____
 () Cirúrgicos _____
 () Hipertensão Há quanto tempo: _____

DIAGNÓSTICO DE DIABETES HÁ QUANTO TEMPO: _____

INTERNAÇÕES PRÉVIAS: () SIM () NÃO

Motivo: _____ Quantas vezes: _____
 Motivo: _____ Quantas vezes: _____
 Motivo: _____ Quantas vezes: _____

MEDICAÇÕES EM USO

MEDICAMENTO	DOSAGEM	VEZES AO DIA	HÁ QUANTO TEMPO?

HÁBITOS DE VIDA

Tabagismo atual: () Sim Quantidade cigarros/dia ____ Há quanto tempo? ____ () Não

Tabagismo pregresso: () Sim Quantidade cigarros/dia ____ Por quanto tempo? ____ () Não
 Há quanto tempo parou? _____.

Etilismo: () Sim Há quanto tempo? ____ **OU** Por quanto tempo? ____ () Não

Atividade física: () Sim Tipo: ____ Frequência: ____ Há quanto tempo? ____ () Não

AValiação ANTROPOMÉTRICA

Circunf. da cintura: ____ cm / Circunf. do quadril: ____ cm / Relação Cintura-Quadril = ____

Tipo de abdome: Globoso: () flácido () distendido / () normal / () escavado / () avental

Peso atual: ____ kg / Altura: ____ cm ½ Envergadura: ____ cm / IMC: ____ cm²/kg

Sinais vitais: PA ____x____ mmHg FC ____ bpm FR ____ ipm

AVALIAÇÃO DA SENSIBILIDADE PROTETORA – MONOFILAMENTO DE 10g


INSPEÇÃO DOS PÉS	SINTOMAS
Pele seca D() E() Pele vermelha/quente D() E() Fissuras D() E() Calosidades D() E() Unhas atróficas D() E() Fungos/Micoses D() E()	Dor em queimação () Dormência () Parestesia ()
Pele pálida/fria D() E() Ausência de pelos D() E()	Dor claudicante () Dor em repouso ()
História de úlcera prévia D() E() Proeminências ósseas D() E() Amputação D() E()	

TESTE DA HIPOTENSÃO ORTOSTÁTICA

PA em dec. dorsal: _____x_____mmHg / PA pós ortostase: _____x_____mmHg / Diferença: _____x_____mmHg

PESQUISA DE SINTOMAS AUTONÔMICOS

Visão muito diminuída no escuro ()sim ()não
Vômitos ou empachamento/estufamento gástrico ()sim ()não
Quadro de diarreia, principalmente à noite ()sim ()não / Constipação ()sim ()não
Retenção urinária ()sim ()não
Incontinência urinária ()sim ()não
Infecções urinárias de repetição ()sim ()não

APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA

NOME:

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº: SEXO: M: F:

DATA DE NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO: Nº:

COMPLEMENTO: BAIRRO: CIDADE:

CEP:..... TELEFONE:(.....) CELULAR: (.....)

II - DADOS SOBRE A PESQUISA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: Exercício físico tele-supervisionado em indivíduos com doenças crônicas não transmissíveis: Viabilidade, adaptações fisiológicas e benefícios associados à saúde.

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Emmanuel Gomes Ciolac

CARGO / FUNÇÃO: Professor Assistente Doutor

PESQUISADORES EXECUTANTES: Ariane Aparecida Viana, Juliana Marques Iwamoto e Rafael Ertner Castro

UNIDADE DA FACULDADE DE CIÊNCIAS: Departamento de Educação Física

2. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO	<input checked="" type="checkbox"/>	RISCO MÉDIO	<input type="checkbox"/>
RISCO BAIXO	<input type="checkbox"/>	RISCO MAIOR	<input type="checkbox"/>

3. DURAÇÃO DA PESQUISA: 2 anos

III - REGISTRO DAS EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO PACIENTE OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, CONSIGNANDO:

1. JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS:

A prática regular de exercícios físicos proporciona inúmeros benefícios à saúde da pessoa com diabetes, incluindo a melhora da capacidade cardiorrespiratória, diminuição da pressão arterial, melhora do controle glicêmico, redução do estresse emocional, melhora da qualidade de vida, entre outros. Além disso, a melhora de algumas dessas variáveis parece ser maior com a prática de programas de exercício que alternem alta e baixa intensidade (treinamento intervalado), do que de exercício com intensidade moderada constante (treinamento contínuo). No entanto, a adesão de programas de exercício é baixa, sendo que a falta de tempo e disponibilidade de locais para a prática de exercícios, bem como a dificuldade em acessar os locais disponíveis para a prática de exercícios físicos, são alguns dos principais fatores citados como causa desta baixa adesão.

Neste sentido, a orientação para a prática de exercício físico independente, que pode ser realizado no local e horário que melhor convém ao praticante, tendo esta prática a supervisão periódica e à distância de um profissional de educação física, chamado de exercício ou treinamento tele-supervisionado, pode ser uma ferramenta importante para melhorar a adesão à prática regular de exercícios, e conseqüentemente seus benefícios à saúde do praticante. Porém, não há estudos comparando a viabilidade e benefícios de programas de exercício tele-supervisionados e supervisionados presencialmente (o praticante vai ao local específico e está a todo o momento sob supervisão do profissional de educação física) em indivíduos diabéticos, principalmente em se tratando de programas de treinamento intervalado, para confirmar esta hipótese. Com isso, o presente estudo tem como objetivo avaliar se programas de treinamento intervalado (que alterna esforços de alta e baixa intensidade) e contínuo (exercício com intensidade moderada constante) tele-supervisionados são viáveis (tem boa adesão, segurança, aceitação e satisfação pelos praticantes) e apresentam benefícios relacionados à promoção de saúde de indivíduos diabéticos quando comparados aos mesmos programas de treinamento, porém realizados em ambiente específico para este fim e sob supervisão presencial de um profissional habilitado (treinamento supervisionado). Além disso, o presente estudo também avaliará os possíveis mecanismos fisiológicos envolvidos nos benefícios associados à saúde promovidos pelo exercício físico.

2. PROCEDIMENTOS:

Aceitando participar do estudo e tendo os critérios necessários para participação, o(a) senhor(a) será sorteado(a) para realizar: **a) Treinamento intervalado tele-supervisionado**: 4 minutos de aquecimento e 21 minutos alternando 1 minuto de caminhada/corrída em alta intensidade com 2 minutos de caminhada em baixa intensidade, a qual será controlada pelo(a) próprio(a) participante de acordo com o esforço percebido, e poderá ser realizado no local mais apropriado para o participante; **b) Treinamento intervalado supervisionado**: 4 minutos de aquecimento e 21 minutos alternando 1 minuto de caminhada/corrída em alta intensidade com 1 minuto de caminhada em baixa intensidade, a qual será controlada pelo(a) profissional habilitado(a) de acordo com a resposta da frequência cardíaca do participante, e será realizado na Praça de Esportes da UNESP; **c) Treinamento contínuo tele-supervisionado**: 4 minutos de aquecimento e 21 minutos de caminhada/corrída em intensidade moderada constante, a qual será controlada pelo(a) próprio(a) participante de acordo com o esforço percebido, e poderá ser realizado no local mais apropriado para o participante; **d) Treinamento contínuo supervisionado**: 4 minutos de aquecimento e 21 minutos de caminhada/corrída em intensidade moderada constante, a qual será controlada pelo(a) profissional habilitado(a) de acordo com a resposta da frequência cardíaca do participante, e será realizado na Praça de Esportes da UNESP; ou **e) Nenhum programa de exercício (controle sem exercício)**: orientação para manter seu nível habitual de atividade física e não ingressar em programas de exercício físico durante o seguimento (12 semanas). Os quatro programas de exercício serão realizados 3 vezes por semana e terão duração de 12 semanas. O programa de treinamento para o qual o(a) senhor(a) for sorteado será complementado por um programa de treinamento resistido (exercícios com pesos - 1 série de 8 a 15 repetições em 8 exercícios que envolvem todos os grandes grupos musculares, com intensidade entre 50% e 80% de uma repetição máxima) que será realizado 2 vezes por semana durante as 12 semanas. Se o(a) senhor(a) for sorteado para realizar os treinamentos tele-supervisionados (intervalado ou contínuo), receberá ligações a cada quinze dias para orientações e acompanhamento da prática de exercícios físicos. Todos os participantes do estudo deverão continuar com seu tratamento médico habitual nos seus respectivos ambulatórios ou UBS de origem durante as 12 semanas de seguimento.

O(a) senhor(a) será submetido aos seguintes procedimentos antes e após as 12 semanas de seguimento do estudo: **a) Teste ergoespirométrico**: exercício progressivo na esteira limitado por sintomas de dispneia ou fadiga (para avaliar a capacidade física e as respostas cardiovasculares ao esforço físico); **b) Teste da perfusão muscular periférica**: o(a) senhor(a) terá de pedalar em uma bicicleta ergométrica para avaliar a oxigenação / desoxigenação muscular; **c) Avaliação da força muscular**: exercício com peso tal que permita apenas uma repetição, para determinar a força muscular dos braços e pernas; **d) Medida da pressão arterial (PA)**: PA de repouso utilizando equipamento automático e MAPA 24 horas (exame que mede e grava sua pressão arterial por um período de 24 horas); **e) Avaliação das medidas e composição corporal**: cálculo do IMC (índice de massa corporal), circunferência da cintura, dobras cutâneas e densitometria (exame parecido com RX para determinar a porcentagem de gordura corporal); **f) Exames de sangue**: com o objetivo de analisar os níveis de gordura e açúcar no sangue, bem como algumas substâncias que estão alteradas na presença do diabetes; **g) Avaliação do nível de atividade física habitual**: será avaliado através de questionário; **h) Avaliação do estado nutricional**: o(a) senhor(a) terá de fazer anotações sobre sua alimentação em um diário; **i) Avaliação da qualidade de vida e estado de humor**: serão avaliados através de questionário e escala, respectivamente; **j) Avaliação do sistema nervoso autônomo**: o(a) senhor(a) deverá permanecer, após as sessões de exercício físico, na posição deitada durante 15 minutos e em pé por mais 15 minutos para análise da frequência cardíaca e pressão arterial sistólica; **k) Avaliação da função endotelial e rigidez arterial**: o(a) senhor(a) ficará deitado(a) numa maca, será colocado um sensor sobre a artéria que passa pelo seu pescoço e sobre a artéria que passa sobre a sua região inguinal (virilha), os quais medirão a velocidade com que o sangue passa através destas regiões; será também colocado um manguito (igual ao utilizado pra medir a pressão arterial, porém de menor tamanho) no seu antebraço, o qual será inflado para medir a capacidade de dilatação das suas artérias.

3. DESCONFORTOS E RISCOS ESPERADOS:

Durante a participação no estudo, o(a) senhor(a) estará sujeito a pequenos desconfortos, como cansaço físico durante o teste ergoespirométrico e as sessões de treinamento, leve pressão no braço durante os exames de MAPA 24 horas e função endotelial, aumento da pressão arterial durante o exercício. Há também o risco mínimo de lesão musculoesquelética durante a realização do teste ergoespirométrico. Caso sinta desconforto em algum dos exames, os mesmos serão interrompidos imediatamente. Assim que os exames forem interrompidos, o eventual desconforto também passará.

4. BENEFÍCIOS QUE PODERÃO SER OBTIDOS:

Com a participação no estudo, o(a) senhor(a) poderá obter os seguintes benefícios: **a)** Melhora da condição física; **b)** Melhora da resposta cardiovascular ao esforço físico; **c)** Melhor controle da glicemia e conseqüentemente da diabetes; **d)** Prevenção de doenças crônicas associadas ao sedentarismo; **e)** Melhora da composição corporal; **f)** Bem estar físico e psicológico, entre outros.

IV - ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA:

1. Em qualquer etapa do estudo, o(a) senhor(a) terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é o Dr. Emmanuel Gomes Ciolac que pode ser encontrado no endereço Avenida Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01 – Bairro: Vargem Limpa – Telefones (14) 3103-6082 / Fax: (14) 3103-6000.

APÊNDICE C

PROJETO DIABÉTICOS - RESPOSTAS AGUDAS AO EXERCÍCIO

Nome: _____ Data: ___/___/___ Intervenção: _____

Momento	PAS X PAD (PAM)		FC
REPOUSO	1ª	_____ X _____ ()	_____
	2ª	_____ X _____ ()	_____
	3ª	_____ X _____ ()	_____
	Média	_____ X _____ ()	_____
PÓS-INTERVENÇÃO	_____ X _____ ()		_____
RECUPERAÇÃO	45'	_____ X _____ ()	_____

Pressão: _____

Altura: _____

Glicemia capilar

Repouso: _____

Pós-Interv.: _____

Recuper.: _____

VFC _____ : _____ : _____ : _____

Minuto	Repouso	Pós-Interv.	Recuper.
1ª			
2ª			
3ª			
4ª			
5ª			
6ª			
7ª			
8ª			
9ª			
10ª			

VOP

Distância: 1	/2	/3
1 Repouso		
2 Pós-Interv.		
3 Recuper.		

INTERVENÇÃO

Min	Min	Velocid.	Distânc.	FC
1'	1'			
4'	3'			
5'	5'			
7'	7'			
8'	9'			
10'	11'			
11'	13'			
13'	15'			
14'	17'			
18'	19'			
17'	21'			
19'	23'			
20'	25'			
22'	---			
23'	---			
25'	---			

FUNÇÃO ENDOTELIAL

-> REPOUSO

TARGET: _____ mmHg

V1: _____ V2: _____

V2/V1: _____ SQRT: _____

TIME: _____

-> PÓS-INTERVENÇÃO

TARGET: _____ mmHg

V1: _____ V2: _____

V2/V1: _____ SQRT: _____

TIME: _____

-> RECUPERAÇÃO (45')

TARGET: _____ mmHg

V1: _____ V2: _____

V2/V1: _____ SQRT: _____

TIME: _____

FC pós-intervenção:

1' _____

2' _____

5' _____

ANEXO I

"FACULDADE DE CIÊNCIAS
CAMPUS DE BAURU/ UNESP -
"JÚLIO DE MESQUITA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EXERCÍCIO FÍSICO TELE-SUPERVISIONADO EM INDIVÍDUOS COM DOENÇAS CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS: VIABILIDADE, ADAPTAÇÕES FISIOLÓGICAS E BENEFÍCIOS ASSOCIADOS À SAÚDE

Pesquisador: Emmanuel Gomes Ciolac

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 43187015.0.0000.5398

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.021.052

Data da Relatoria: 09/04/2015

Apresentação do Projeto:

O projeto está bem apresentado, com clareza de propostas e objetivo.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar e comparar a viabilidade, as adaptações fisiológicas e os benefícios associados à saúde de programas de treinamento intervalado (TI) e contínuo (TC) TS vs. controlado presencialmente em indivíduos com hipertensão arterial sistêmica (HAS), diabetes e insuficiência cardíaca crônica (IC). Avaliar e comparar as respostas hemodinâmicas e de tolerância ao esforço a sessões agudas de TI e TC tele-supervisionados vs. TI e TC controlado presencialmente em indivíduos com HAS e diabetes.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A avaliação dos riscos e benefícios é clara e condizente com a proposta de pesquisa.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa se apresenta bem impostada, bem fundamentada e promete bons resultados.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O TCLE está perfeito e, mesmo sendo longo, cumpre exatamente a sua função.

Endereço: Av. Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01
Bairro: CEP: 17.033-360
UF: SP Município: BAURU
Telefone: (143)103-6087 Fax: (143)103-6087 E-mail: arimaia@fc.unesp.br

"FACULDADE DE CIÊNCIAS
CAMPUS DE BAURU/ UNESP -
"JÚLIO DE MESQUITA



Continuação do Parecer: 1.021.052

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Nada a acrescentar.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

O projeto encontra-se em acordo com os parâmetros éticos estabelecidos pela resolução 466/12 e oferece segurança aos participantes da pesquisa.

BAURU, 13 de Abril de 2015

Assinado por:
Ari Fernando Maia
(Coordenador)

ANEXO II

**PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO
(ESCALA DE BORG)**

20		
	19	Extremamente cansativo
18		
	17	Muito cansativo
16		
	15	Cansativo
14		
	13	Ligeiramente cansativo
12		
	11	Relativamente fácil
10		
	09	Fácil
08		
	07	Muito fácil
	06	

Adaptado de: BORG, G. A. V. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 4, p. 377-381, 1982.