

## Respostas Hemodinâmicas a um Protocolo de Treinamento Isométrico de Prensão Manual

*Hemodynamic Responses to an Isometric Handgrip Training Protocol*

Claudio Gil Soares de Araújo<sup>1,2</sup>, Carlos Vieira Duarte<sup>2</sup>, Fábio de Albuquerque Gonçalves<sup>2</sup>, Hugo Baptista de Oliveira Medeiros<sup>2</sup>, Flávio Areal Lemos<sup>2</sup>, André Luiz Gouvêa<sup>2</sup>

CLINIMEX - Clínica de Medicina do Exercício<sup>1</sup>; Programa de Pós-Graduação em Educação Física - Universidade Gama Filho<sup>2</sup> - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

### Resumo

**Fundamento:** No passado, os exercícios isométricos foram proscritos para cardiopatas. Contudo, evidências recentes sugerem que um protocolo de treinamento isométrico de prensão manual (PTIM) – quatro séries de dois minutos a 30% da força máxima – provoca efeitos favoráveis sobre a modulação autonômica e reduz os níveis de pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) de repouso.

**Objetivo:** Visando obter subsídios para uma ampla aplicabilidade clínica, quantificamos as principais respostas hemodinâmicas durante uma sessão de PTIM em pacientes de um programa de exercício supervisionado.

**Métodos:** Quarenta e um pacientes (36 homens) realizaram o PTIM com medidas da frequência cardíaca (FC) e da PA antes, durante cada uma das duas séries feitas com o braço esquerdo e um minuto após a finalização. As medidas foram colhidas mediante um sinal de eletrocardiograma em um tensiômetro oscilométrico digital Tango+, previamente validado para condições de exercício físico.

**Resultados:** PTIM foi adequadamente realizado e sem a ocorrência de reações clínicas adversas. Observou-se um pequeno aumento dos níveis de PAS e de PAD, respectivamente, 16 e 7 mmHg ( $p < 0,05$ ) e um incremento ainda menor da FC – 3 bpm – ( $p < 0,05$ ), quando compararam-se os dados obtidos aos 80 segundos da última série com os de pré-exercício. Um minuto pós-esforço, os valores de FC, de PAS e PAD já haviam praticamente retornado aos níveis iniciais.

**Conclusão:** PTIM foi bem tolerado por pacientes em programas de exercício, gerando uma repercussão hemodinâmica transiente e modesta, sem induzir a rápida inativação vagal cardíaca característica dos exercícios dinâmicos e curtos. (Arq Bras Cardiol 2011;97(5):413-419)

**Palavras-chave:** Exercício, frequência cardíaca, doenças cardiovasculares, reabilitação.

### Abstract

**Background:** In the past, isometric exercises were proscribed for heart disease. However, recent evidence suggests that an isometric handgrip training (IHT) protocol – four sets of two minutes at 30% of maximum strength – produces favorable effects on the autonomic modulation and reduces resting systolic (SBP) and diastolic (DBP) blood pressure.

**Objective:** Aiming at obtaining support for broad clinical applicability, we quantified the main hemodynamic responses during an IHT session in patients from a supervised physical exercise program.

**Methods:** Forty-one patients (36 men) underwent the IHT with measurements of heart rate (HR) and BP before, during each of the two series performed with the left arm and one minute after completion. Measurements were obtained by an electrocardiogram signal in a digital Tango+ oscillometric tensiometer, previously validated for physical exercise conditions.

**Results:** The IHT was appropriately carried out, with no clinical adverse reactions. There was a small increase in SBP and DBP levels, respectively, of 16 and 7 mmHg ( $p < 0.05$ ) and an even smaller increase in HR - 3 bpm - ( $p < 0.05$ ) when we compared the data obtained at 80 seconds of the last series with the pre-exercise

**Conclusion:** IHT was well tolerated by patients undergoing exercise programs, resulting in a transient and modest hemodynamic effect, without inducing rapid cardiac vagal inactivation, characteristic of dynamic and short exercises. (Arq Bras Cardiol 2011;97(5):413-419)

**Keywords:** Exercise; heart rate; cardiovascular diseases; rehabilitation.

Full texts in English - <http://www.arquivosonline.com.br>

Correspondência: Claudio Gil Soares de Araújo •

Rua Siqueira Campos, 93/101, Copacabana - 22031-070 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil

E-mail: [cgil@cardiol.br](mailto:cgil@cardiol.br), [cgaraujo@iis.com.br](mailto:cgaraujo@iis.com.br)

Artigo recebido em 04/03/11; revisado recebido em 15/04/11; aceito em 13/06/11.

## Introdução

A prática regular de exercício físico tem sido amplamente recomendada para a população em geral<sup>1</sup> e para cardiopatas em particular<sup>2</sup>, com base em inúmeras evidências epidemiológicas e clínicas<sup>3</sup>. A maior parte desses dados é primariamente fundamentada em exercícios de natureza predominantemente aeróbios; contudo, são crescentes o conhecimento científico e o interesse sobre exercícios de força com aplicações desportivas e clínicas<sup>4</sup>. Na realidade, em muitas situações do cotidiano, o ser humano necessita realizar movimentos que demandam doses importantes de força e de potência muscular<sup>5,6</sup>. Enquanto no passado os exercícios de natureza predominantemente estática eram proibidos para a maioria dos cardiopatas e hipertensos, diretrizes institucionais mais recentes<sup>4,7-10</sup> vêm promovendo, em maior ou menor grau, o progressivo uso desses exercícios na prática clínica.

O exercício muscular isométrico ou estático foi amplamente utilizado no treinamento de atletas e indivíduos saudáveis durante décadas. Ao longo do tempo, esses exercícios foram sendo progressivamente substituídos pelos exercícios com movimento articular ou dinâmicos e são raramente utilizados, nos dias atuais, dentro da parte de treinamento de força de uma sessão de reabilitação cardíaca<sup>8</sup>. Não obstante, é sabido, há muitos anos, que um exercício isométrico de preensão manual durante cateterismo cardíaco induz respostas hemodinâmicas e na função ventricular<sup>11</sup>, e foi por volta de 1990, com o advento de técnicas não invasivas mais modernas de estudo das funções vasculares e autonômicas, que ressurgiu o interesse nessa modalidade de exercício como uma possibilidade capaz de influenciar favoravelmente o comportamento tensional de indivíduos normotensos e até mesmo de hipertensos.

O comportamento hemodinâmico durante exercício isométrico é alvo de estudos fisiológicos desde meados dos anos 1970<sup>12-15</sup>; contudo, nos últimos dez anos pesquisadores canadenses vêm utilizando o que foi denominado Protocolo de Treinamento Isométrico de Preensão Manual (PTIM)<sup>16-22</sup>. Com poucas exceções<sup>19</sup>, o PTIM envolve a obtenção de um valor máximo bilateralmente para a força de preensão manual, seguido de duas séries de 2 minutos de duração para cada mão, alternando os lados corporais, perfazendo um total de 8 minutos de efetivo exercício isométrico e um tempo total, considerando os intervalos e as medidas iniciais de força máxima, que devem ser repetidas a cada sessão, de aproximadamente 12 a 13 minutos.

Em 2010, Kelley e Kelley<sup>24</sup>, em uma meta-análise sobre o tema, identificando poucos estudos com adequada qualidade, observaram reduções de 5 a 20 mmHg e 3 a 15 mmHg – ao redor de 10% –, respectivamente, nos níveis de Pressão Arterial Sistólica (PAS) e Pressão Arterial Diastólica (PAD), após algumas semanas de intervenção. Um ensaio clínico randomizado mais recente<sup>25</sup>, com 49 indivíduos normotensos, encontrou reduções bastante similares dos níveis pressóricos após o PTIM. Interessantemente, apesar de diversos experimentos adequadamente conduzidos, ainda persistem dúvidas quanto aos mecanismos responsáveis pela redução dos níveis de pressão arterial de repouso após o PTIM<sup>21</sup>. Algumas evidências sugerem que, pelo menos para alguns pacientes ou indivíduos normotensos, há uma participação de alterações positivas

da estrutura e/ou da funcionalidade vascular<sup>26</sup>, com ou sem modificação objetiva da vasodilatação dependente do endotélio<sup>16,18</sup>, e de uma melhor modulação autonômica<sup>20</sup>.

Para uma maior aplicação clínica do PTIM, parece apropriado conhecer, mais detalhadamente, a magnitude das respostas hemodinâmicas associadas a esse tipo de esforço dentro de um contexto clínico. Se os efeitos favoráveis do PTIM estão bem documentados, há poucas informações sobre a magnitude de aumento na Frequência Cardíaca (FC) e na Pressão Arterial (PA), com esse tipo de exercício isométrico em situações clínicas, fora de salas de hemodinâmicas ou laboratórios de fisiologia, envolvendo pacientes dos tipos que são comumente acompanhados pelos cardiologistas. Sendo assim, o nosso objetivo foi quantificar as principais respostas hemodinâmicas durante uma sessão de PTIM em pacientes de um programa de exercício supervisionado.

## Métodos

### Amostra

Foram avaliados 53 (24%) dos pacientes que estavam frequentando regularmente um programa de exercício supervisionado, selecionados por conveniência em razão da disponibilidade de tempo, aceitação em participar da coleta de dados e também pela exclusão prévia daqueles com fibrilação atrial crônica, ritmo de marca-passo externo ou extrassístolia frequente ou complexa, isto é, a presença de mais de cinco extrassístoles/min ou de pares ou salvas extrassistólicas. Dificuldades técnicas com a medida da pressão arterial durante o esforço (por exemplo, circunferência de braço maior do que a recomendada pelo manguito) ou incapacidade de realizar o exercício de forma adequada levaram à exclusão de 12 pacientes voluntários, determinando um número final de 41 pacientes (36 homens e 5 mulheres) para a análise final dos resultados. Onze dos pacientes já se submetiam regularmente ao PTIM, como parte de sua sessão de exercício supervisionado. A tabela 1 apresenta as características físicas, principais dados clínicos e as medicações de ação cardiovascular em uso regular pelos pacientes avaliados.

### Protocolo

O estudo foi realizado em uma única visita. Os pacientes assinavam um termo de consentimento livre e esclarecido e permaneciam sentados confortavelmente durante cerca de 5 minutos, período em que era explicado detalhadamente o protocolo a ser seguido. Era então posicionado o manguito – Orkit-K tamanho adulto (Suntech, Estados Unidos) – no braço direito do paciente, seguindo as recomendações do fabricante, e uma cinta torácica, sob a qual eram colocados os três eletrodos em uma posição similar a da derivação eletrocardiográfica CC5 e obtida uma medida inicial da FC e das PAS e PAD.

Utilizando o protocolo mais comum de PTIM<sup>19</sup>, os pacientes realizavam então um esforço máximo de preensão manual com a mão direita e após 10 segundos repetiam com a mão esquerda em um equipamento digital próprio para TIM (Zona, Estados Unidos). Um minuto após essa medida, os pacientes

eram instruídos para realizarem quatro séries sucessivas de 2 minutos cada, com exatamente 1 minuto de intervalo entre elas, alternando as mãos, mantendo uma intensidade correspondente a 30% da máxima, mais facilmente ajustado pela informação disponibilizada continuamente no mostrador do próprio equipamento<sup>21</sup>. Em adendo, o avaliador estimulava verbalmente o paciente, durante a realização do PTIM, para que mantivesse a intensidade preconizada. O próprio equipamento controlava a duração das séries de exercícios e os respectivos intervalos, mediante informações claramente disponibilizadas no mostrador.

Visando eliminar qualquer possibilidade de interferência do avaliador sobre eventuais diferenças ou modificações nas variáveis hemodinâmicas, as medidas de FC e das PAS e PAD foram obtidas com o esfigmomanômetro digital Tango+ pelo método oscilométrico (Suntech, Estados Unidos), utilizando a detecção do intervalo RR do eletrocardiograma como referência, minimizando assim a influência de eventuais ruídos ou artefatos do exercício, um valor base de inflação de 180 mmHg e uma taxa de deflação de 5 mmHg/s. Os valores obtidos eram apresentados no mostrador do equipamento e devidamente registrados pelo avaliador, sem que os pacientes tivessem conhecimento dos valores obtidos. O tempo aproximado necessário para cada uma das medidas situou-se entre 25 e 35 segundos. Esse equipamento é devidamente

certificado para medidas da pressão arterial, de acordo com as normas técnicas do país de fabricação, e tem sido utilizado em outras pesquisas clínicas<sup>27-29</sup>. Utilizando o modo manual do equipamento foram feitas medidas em repouso, antes da determinação da força de preensão manual máxima, iniciando-se a inflação do manguito aos 20 e 80 segundos das duas manobras feitas com o braço esquerdo, e também, 1 minuto após a finalização da última manobra. Dados de uma análise piloto mostraram que a FC e os valores tensionais medidos 1 minuto após uma única contração máxima de preensão manual eram virtualmente idênticos aos valores de repouso.

### Análise estatística

As características físicas e os dados clínicos foram descritos por médias, desvios-padrões e valores mínimo e máximo ou por percentuais de frequência, conforme mais apropriado. Para as variáveis hemodinâmicas foi inicialmente confirmada a natureza das distribuições pelo teste de D'Agostino & Pearson, sendo então calculadas as ANOVAs para medidas repetidas, que foram seguidas pelos testes de comparações múltiplas de Bonferroni. Correlações de Pearson foram analisadas para testar associação entre variáveis. O critério de probabilidade a 5% foi empregado para significância estatística. Cálculos estatísticos e figuras foram realizados com o software Prism versão 5.04 (GraphPad, Estados Unidos). O projeto de pesquisa atende às normas da resolução 196/96 do Ministério da Saúde e da declaração de Helsinque, tendo sido devidamente registrado no CONEP-MS e aprovado institucionalmente pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

### Resultados

Os 11 indivíduos que eram experientes e que vinham fazendo regularmente PTIM nas sessões do programa de exercício supervisionado apresentaram níveis tensionais de repouso discretamente mais altos do que aqueles que não possuíam experiência prévia na técnica, sem, contudo, diferirem na natureza e na magnitude das respostas agudas ao PTIM. Em adendo, em análises preliminares, não foi evidenciada nenhuma diferença que pudesse ser atribuída a qualquer subgrupo, seja por gênero, condição clínica, seja por uso ou não uso de medicações de ação cronotrópica negativa. Dessa forma, optou-se por considerar os dados de todos os 41 pacientes em conjunto, sem diferenciar pela participação regular no PTIM ou quaisquer dessas potenciais variáveis intervenientes.

Consoantes à diversidade de condição clínica e de dimensões corporais, os resultados de força máxima de preensão manual variaram entre 24 e 136 (em unidades do equipamento), com uma média praticamente idêntica entre as mãos direita e esquerda, respectivamente,  $78,4 \pm 23$  e  $77,5 \pm 22$ , e uma diferença média para cada indivíduo de 10% da medida – mínimo 0 e máximo 21. O grau de acerto na manutenção dos 30% da força máxima na preensão para cada mão durante os 2 minutos de cada série variou entre 90% e 100%, com uma média de 97% nas 164 manobras (41 pacientes x 4 manobras).

**Tabela 1 – Características físicas, principais dados clínicos e uso regular de medicações (N = 41)\***

Variável	Resultados
Idade (anos)	64,3 ± 8,7 (44-84)
Altura (cm)	171,4 ± 7,9 (149,7-185,3)
Peso (kg)	78,6 ± 10,6 (58,5-97,3)
Índice de massa corporal (kg/m <sup>2</sup> )	26,7 ± 2,6 (22,3-31,6)
Doença arterial coronariana conhecida (n)	28 (68%)
Infarto agudo do miocárdio (n)	10 (24%)
Cirurgia de revascularização miocárdica (n)	15 (37%)
Angioplastia coronária percutânea (n)	12 (29%)
Hipertensão arterial sistêmica (n)	22 (54%)
Diabete melito (n)	9 (21%)
Dislipidemia (n)	32 (78%)
Ex-tabagistas (n)	21 (51%)
Betabloqueadores (n)	31 (76%)
Antagonistas de angiotensina (n)	15 (36%)
Vasodilatadores (n)	15 (36%)
Antilipêmicos (n)	33 (80%)
Antiagregantes plaquetários (n)	29 (70%)

\* Valores são expressos como média ± desviopadrão (mínimo e máximo) para idade, altura, peso corporal e índice de massa corporal e como n (percentual da amostra) para as demais variáveis.

Nenhum dos indivíduos apresentou quaisquer anormalidades clínicas ou sintomas inapropriados durante ou imediatamente após o PTIM, havendo excelente tolerância ao protocolo de 8 minutos de exercício. Como habitualmente ocorre durante o PTIM, os pacientes perceberam uma leve a moderada sensação de fadiga e/ou de “queimação” na musculatura flexora dos dedos, decorrente da hipoperfusão sanguínea associada à provável oclusão arterial resultante da contração isométrica a 30% da força máxima voluntária. Os resultados mostram que os pacientes se encontravam normotensos em repouso – 115/69 mmHg, em média (erros padrões da média de, respectivamente, 11 e 10 mmHg) – e com uma FC apropriada – 64 bpm – antes de iniciarem o PTIM. Como se poderia teoricamente esperar, algumas das respostas hemodinâmicas foram se acentuando com a continuidade do esforço isométrico, sendo algo mais pronunciadas no segundo minuto da série quando comparadas ao primeiro minuto, finalizando o esforço com diferenças significativas, em relação as medidas de repouso, para as PAS e PAD (média ± erro padrão da média) – delta de incremento  $16 \pm 10$  e  $7 \pm 6$  mmHg, respectivamente – ( $p < 0,05$ ) e minimamente para FC, que aumentou apenas  $3 \pm 4$  bpm ( $p < 0,05$ ). Não houve diferenças nas respostas de FC e de PA entre as duas séries ( $p > 0,05$ ). Os valores hemodinâmicos obtidos 1 minuto após a finalização do PTIM situam-se

numericamente entre as medidas pré-esforço e final do esforço para PAS e PAD ( $p < 0,05$ ), enquanto a FC já havia retornado aos níveis pré-esforço ( $p > 0,05$ ). Os valores de FC de repouso e de delta FC – máximo menos repouso – não se correlacionaram ( $r = -0,19$ ;  $p = 0,24$ ).

Uma análise adicional foi realizada comparando os resultados obtidos entre os 31 pacientes que faziam uso regular de betabloqueadores e os 10 que não se utilizavam desses fármacos. Os valores em repouso eram virtualmente idênticos, exceto por uma FC algo menor nos pacientes com betabloqueio –  $69 \pm 3,0$  (média e erro padrão da média) versus  $62 \pm 2,6$  bpm ( $p = 0,14$ ). As respostas hemodinâmicas, seja em termos absolutos seja como variações entre repouso e máximo, não diferiram com o PTIM ( $p > 0,05$ ) entre os pacientes com e sem betabloqueio, inclusive na variação entre FC repouso e FC máxima –  $1,4 \pm 1,4$  versus  $3,3 \pm 1,5$  bpm ( $p = 0,46$ ).

### Discussão

O presente estudo clínico apresenta alguns pontos fortes, incluindo o tamanho relativamente grande da amostra, devidamente caracterizada clinicamente, constituída de pacientes com grande familiaridade com o local e as instalações do laboratório e também com os avaliadores,

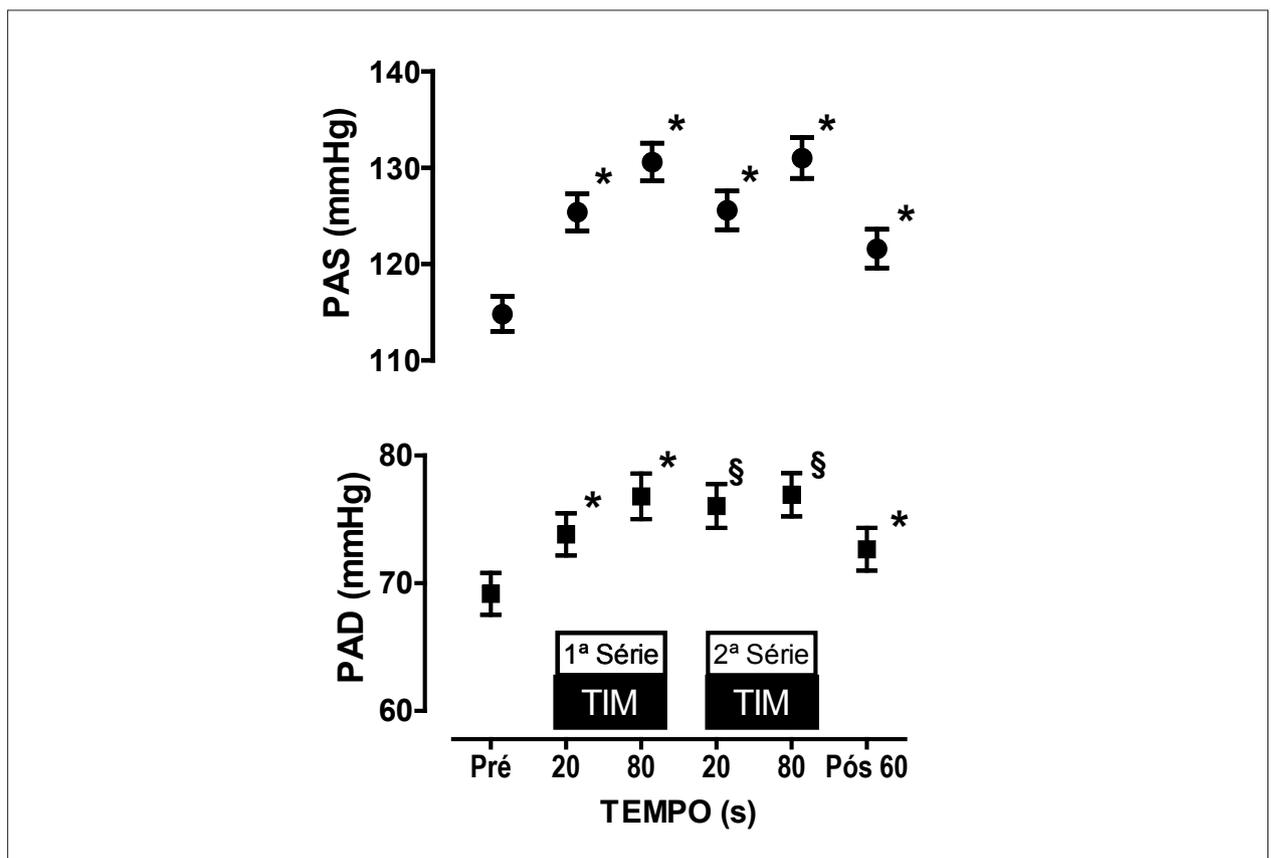


Fig. 1 – Respostas da pressão arterial ao protocolo de treinamento isométrico de preensão manual em 41 pacientes de um programa de exercício supervisionado. PTIM – protocolo de treinamento isométrico de preensão manual; PAS – pressão arterial sistólica; PAD – pressão arterial diastólica; \* valores diferentes da medida inicial (Pré) e da medida imediatamente anterior; § valores diferentes da medida inicial (Pré) e não distintos da medida imediatamente anterior.

o que minimizou a possibilidade de influência emocional ou antecipatória sobre as medidas que foram colhidas. A utilização de um equipamento digital específico para o PTIM possibilitou que as intensidades do esforço isométrico fossem precisamente individualizadas e controladas – graças à existência de um *feedback* visual contínuo – durante a execução, conforme atestou o percentual médio de 97%. Em adendo, houve um controle preciso e sofisticado das medidas das variáveis hemodinâmicas, eliminando potenciais interferências ou vieses eventuais dos avaliadores pelo uso de um equipamento com leituras observador-independente. Por sua vez, há algumas limitações que merecem uma consideração mais detalhada.

A seleção dos pacientes não foi randômica e incluiu casos com condições clínicas distintas, o que, se por um lado poderia gerar uma maior variabilidade nos resultados, o que efetivamente não ocorreu, por outro, pode contribuir para aumentar a validade externa do estudo. A medida da pressão arterial foi feita de forma não invasiva, já que não seria prática a colocação de uma medida intra-arterial; contudo, o equipamento utilizado para as medidas é considerado como válido para situações de exercício e possibilitou eliminar qualquer eventual influência de erro de leitura do avaliador. Como só havia disponibilidade de um único tamanho de manguito – 27 a 40 cm de circunferência de braço –, não foi possível incluir alguns dos pacientes mais magros ou de pequenas dimensões ou mais obesos e de grandes dimensões corporais; contudo, não há razão teórica para supor que as modestas respostas hemodinâmicas verificadas durante o PTIM poderiam ser distintas em pacientes com circunferências de braço menor ou maior do que os limites de 27 e 40 cm do manguito.

Não foram testadas outras formas de PTIM, porém apenas o protocolo mais comumente empregado para treinamento e pesquisas clínicas; contudo, dados bastante recentes apontam para reduções similares de magnitude PA com o uso de diferentes combinações de intervalos e percentuais da força máxima de preensão manual<sup>21,22</sup>. Muito embora o presente estudo tenha utilizado um equipamento relativamente caro e não facilmente disponível no mercado brasileiro para a realização do PTIM, outros estudos têm obtido resultados similarmente favoráveis sobre a PAS e a PAD de repouso em indivíduos treinados com equipamentos ou materiais muito mais simples e até mesmo utilizando molas ou bolas<sup>25</sup>. Essa questão parece pertinente se o PTIM vier a ser mais amplamente utilizado como uma forma de exercício coadjuvante no tratamento da hipertensão arterial.

Consoante à experiência da literatura e com a nossa própria experiência de mais de um ano aplicando o PTIM em mais de cem pacientes – total aproximado de mais de sete mil sessões – não se evidenciaram reações clínicas adversas com o PTIM, sendo o procedimento bem tolerado e aceito pelos pacientes, incluindo os mais idosos. Sabendo-se que a força de preensão manual tende a diminuir com o envelhecimento em pacientes de ambos os gêneros<sup>30,31</sup>, é bastante apropriado que o PTIM envolva a mensuração objetiva da força máxima bilateral de cada paciente, possibilitando assim efetivamente equalizar a carga de treinamento em um percentual de 30% da força máxima individual.

As respostas hemodinâmicas a esforços isométricos de preensão manual têm sido estudadas por alguns autores no passado<sup>32</sup>, porém sem o objetivo primário de subsidiar uma aplicação clínica como o PTIM. Estudos fisiológicos recentes, com quantificação de algumas das respostas cardiorrespiratórias a exercícios predominantemente estáticos utilizando pequenos e diferentes grupos musculares e com distintos percentuais de força máxima voluntária, têm contribuído para uma melhor compreensão dos mecanismos associados ao PTIM e similares<sup>14,15,33-37</sup>. Não obstante, quando esses dados fisiológicos, respeitando as diversidades metodológicas e as pequenas amostras envolvidas, são comparados com os nossos resultados, pode-se identificar uma razoável similaridade, isso é, uma mínima repercussão hemodinâmica, especialmente quando não se alcança a fadiga do grupo muscular, que no caso da preensão manual tende a ocorrer com pouco mais de 3 minutos<sup>13</sup>. Considerando que todos os pacientes testados submetiam-se regularmente a programas de exercício supervisionado, eventuais diferenças que porventura possam existir nessas respostas hemodinâmicas entre indivíduos treinados e não treinados, não pode ser avaliada nem foi o objetivo do presente estudo.

Ainda que tenham sido observadas respostas hemodinâmicas como resultado do PTIM realizado no presente estudo, a pequena magnitude das diferenças entre as condições de repouso e final do exercício sugere um significado clínico mínimo ou provavelmente desprezível, correspondendo bem menos do que o que se observa de variação durante uma caminhada ou até mesmo um exercício súbito de pedalar rápido sem carga<sup>38</sup>. Esse aspecto é clinicamente interessante, pois estudos anteriores com este último protocolo já demonstraram que a simples movimentação rápida das pernas ou braços<sup>39</sup> e até mesmo da simples flexão dos punhos<sup>40</sup> é capaz de induzir um rápido e nítido aumento da FC e também da PAS<sup>41</sup>, e que essa resposta pode ser completamente abolida pelo bloqueio farmacológico seletivo com atropina<sup>42</sup>, caracterizando o mecanismo de inativação vagal como o responsável pela resposta. Do ponto de vista fisiológico, com uma contração muscular isométrica de 30% da força máxima não ocorre uma inativação vagal importante e, assim, a FC praticamente não se altera. Como também não deve haver um aumento do retorno venoso, já que há uma compressão mecânica dos vasos venosos pela contração muscular a 30% da intensidade máxima no antebraço que está realizando a preensão manual, o débito cardíaco deve se manter muito próximo ao de repouso<sup>32</sup>. Desse modo, a mínima variação dos níveis de PAS e PAD deve refletir primariamente o pequeno aumento da resistência vascular periférica causado pela oclusão dos vasos arteriais na região dos músculos em contração, sem uma variação expressiva do débito cardíaco. Aparentemente, a pequena relevância dos resultados pode ser constatada em subgrupos de pacientes, como foi objetivamente testado e confirmado na comparação feita entre aqueles com e sem uso regular de betabloqueadores,

Em adendo, é oportuno comentar que os valores de PAS, PAD e FC obtidos após apenas 1 minuto de recuperação já eram bastante similares aos de repouso, notadamente para a FC, que apresentou resultados exatamente idênticos. Esses

dados estão literalmente em consonância com os achados de McGowan e cols.<sup>17</sup> e são algo menos exuberantes do que os encontrados por Helfant e cols.<sup>11</sup>, o que muito provavelmente ocorreu pelo fato de estes últimos terem obtido os dados durante cateterismo cardíaco, na posição supina e utilizando uma preensão manual por 3 minutos de duração.

## Conclusões

Este estudo corrobora a impressão clínica de que o PTIM, tal como realizado no presente estudo, é um procedimento bem tolerado e sem provocar sinais ou sintomas adversos, que evoca respostas hemodinâmicas transitentes e modestas em pacientes que frequentam programas de exercício supervisionado e/ou reabilitação cardíaca e que se apresentam com níveis tensionais de repouso devidamente controlados. Espera-se que o presente estudo contribua para uma maior utilização do PTIM na conduta terapêutica de pacientes portadores de enfermidades cardiovasculares em nosso meio. Futuras diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC) sobre a temática de exercício físico poderão contemplar essa forma de treinamento potencialmente útil para reduzir os níveis pressóricos e para produzir modificações vasculares e autonômicas favoráveis, tal como já bastante documentado na atual literatura médica<sup>19,21,22,24,43</sup>.

## Referências

1. Haskell WL, Blair SN, Hill JO. Physical activity: health outcomes and importance for public health policy. *Prev Med.* 2009;49(4):280-2.
2. Ricardo DR, Araújo CGS. Reabilitação cardíaca com ênfase no exercício: uma revisão sistemática. *Rev Bras Med Esporte.* 2006;12(5):279-85.
3. Powell KE, Paluch AE, Blair SN. Physical activity for health: what kind? How much? How intense? On top of what? *Annu Rev Public Health.* 2011;32:349-65.
4. Williams MA, Haskell WL, Ades PA, Amsterdam EA, Bittner V, Franklin BA, et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation.* 2007;116(5):572-84.
5. Kraemer WJ, Ratamess NA, French DN. Resistance training for health and performance. *Curr Sports Med Rep.* 2002;1(3):165-71.
6. Phillips SM, Winnett RA. Uncomplicated resistance training and health-related outcomes: evidence for a public health mandate. *Curr Sports Med Rep.* 2010;9(4):208-13.
7. Araújo CG, Carvalho T, Castro CL, Costa RV, Moraes RS, Oliveira Filho JA, et al. Normatização dos equipamentos e técnicas da reabilitação cardiovascular supervisionada. *Arq Bras Cardiol.* 2004;83(5):448-52.
8. Bjarnason-Wehrens B, Mayer-Berger W, Meister ER, Baum K, Hambrecht R, Gielen S. Recommendations for resistance exercise in cardiac rehabilitation: recommendations of the German Federation for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2004;11(4):352-61.
9. Carvalho T, Araújo CG, Cortez AA, Ferraz A, Brunetto AF, Herdy AH, et al / Sociedade Brasileira de Cardiologia. Diretriz de reabilitação cardiopulmonar e metabólica: aspectos práticos e responsabilidades. *Arq Bras Cardiol.* 2006;86(1):74-82.

## Agradecimentos

Este estudo foi parcialmente financiado pelo CNPq e pela Faperj, por concessão de bolsas de produtividade em pesquisa e de mestrado e doutorado. Os autores agradecem à Suntech Inc. o fornecimento subsidiado do tensiômetro oscilométrico digital.

## Potencial Conflito de Interesses

Dr. Claudio Gil Soares de Araújo - Potencial conflito de interesses: Fornecimento em condições promocionais de um dos equipamentos utilizados no estudo ( Equipamento Tango SunTech, Estados Unidos).

## Fontes de Financiamento

O presente estudo foi parcialmente financiado pelo CNPq e FAPERJ.

## Vinculação Acadêmica

Este artigo é parte de disciplina do PPGEF - UGF - DEF224 de Carlos Vieira Duarte, Fábio de Albuquerque Gonçalves, Hugo Baptista de Oliveira Medeiros, Flávio Areal Lemos e André Luiz Gouvêa pela Universidade Gama Filho.

10. Sharman JE, Stowasser M. Australian association for exercise and sports science position statement on exercise and hypertension. *J Sci Med Sport.* 2009;12(2):252-7.
11. Helfant RH, De Villa MA, Meister SG. Effect of sustained isometric handgrip exercise on left ventricular performance. *Circulation.* 1971;44(6):982-93.
12. Martin CE, Shaver JA, Leon DF, Thompson ME, Reddy PS, Leonard JJ. Autonomic mechanisms in hemodynamic responses to isometric exercise. *J Clin Invest.* 1974;54(1):104-15.
13. Nagle FJ, Seals DR, Hanson P. Time to fatigue during isometric exercise using different muscle masses. *Int J Sports Med.* 198;89(5):313-5.
14. Seals DR, Chase PB, Taylor JA. Autonomic mediation of the pressor responses to isometric exercise in humans. *J Appl Physiol.* 1988;64(5):2190-6.
15. Seals DR, Washburn RA, Hanson PG, Painter PL, Nagle FJ. Increased cardiovascular response to static contraction of larger muscle groups. *J Appl Physiol.* 1983;54(2):434-7.
16. McGowan CL, Levy AS, McCartney N, MacDonald MJ. Isometric handgrip training does not improve flow-mediated dilation in subjects with normal blood pressure. *Clin Sci (Lond).* 2007;112(7):403-9.
17. McGowan CL, Levy AS, Millar PJ, Guzman JC, Morillo CA, McCartney N, et al. Acute vascular responses to isometric handgrip exercise and effects of training in persons medicated for hypertension. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2006;291(4):H1797-802.
18. McGowan CL, Visocchi A, Faulkner M, Verduyn R, Rakobowchuk M, Levy AS, et al. Isometric handgrip training improves local flow-mediated dilation in medicated hypertensives. *Eur J Appl Physiol.* 2007;99(3):227-34.
19. Millar PJ, Bray SR, McGowan CL, MacDonald MJ, McCartney N. Effects of isometric handgrip training among people medicated for hypertension: a multilevel analysis. *Blood Press Monit.* 2007;12(5):307-14.

## Artigo Original

20. Millar PJ, MacDonald MJ, Bray SR, McCartney N. Isometric handgrip exercise improves acute neurocardiac regulation. *Eur J Appl Physiol*. 2009;107(5):509-15.
21. Millar PJ, Paashuis A, McCartney N. Isometric handgrip effects on hypertension. *Curr Hypertens Rev*. 2009;5(1):54-60.
22. Taylor AC, McCartney N, Kamath MV, Wiley RL. Isometric training lowers resting blood pressure and modulates autonomic control. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(2):251-6.
23. Mortimer J, McKune AJ. Effect of short-term isometric handgrip training on blood pressure in middle-aged females. *Cardiovasc J Afr*. 2010;21:1-4.
24. Kelley GA, Kelley KS. Isometric handgrip exercise and resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Hypertens*. 2010;28(3):411-8.
25. Millar PJ, Bray SR, MacDonald MJ, McCartney N. The hypotensive effects of isometric handgrip training using an inexpensive spring handgrip training device. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2008;28(3):203-7.
26. Thijssen DH, Maiorana AJ, O'Driscoll G, Cable NT, Hopman MT, Green DJ. Impact of inactivity and exercise on the vasculature in humans. *Eur J Appl Physiol*. 2010;108(5): 845-75.
27. Cameron JD, Stevenson I, Reed E, McGrath BP, Dart AM, Kingwell BA. Accuracy of automated auscultatory blood pressure measurement during supine exercise and treadmill stress electrocardiogram-testing. *Blood Press Monit*. 2004;9(5):269-75.
28. Furtado EC, Ramos P dos S, Araújo CG. Medindo a pressão arterial em exercício aeróbico: subsídios para reabilitação cardíaca. *Arq Bras Cardiol*. 2009;93(1):45-50.
29. Hargens TA, Griffin DC, Kaminsky LA, Whaley MH. The influence of aerobic exercise training on the double product break point in low-to-moderate risk adults. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111(2): 313-8.
30. Mroszczyk-McDonald A, Savage PD, Ades PA. Handgrip strength in cardiac rehabilitation: normative values, interaction with physical function, and response to training. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2007;27(5):298-302.
31. Vianna LC, Oliveira RB, Araújo CG. Age-related decline in handgrip strength differs according to gender. *J Strength Cond Res*. 2007;21(4):1310-4.
32. Sakakibara Y, Honda Y. Cardiopulmonary responses to static exercise. *Ann Physiol Anthropol*. 1990;9(2):153-61.
33. Bastos BC, Williamson JW, Harrelson T, Nobrega AC. Left ventricular volumes and hemodynamic responses to postexercise ischemia in healthy humans. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32(6):1114-8.
34. Farthing JP, Krentz JR, Magnus CR, Barss TS, Lanovaz JL, Cummine J, et al. Changes in fMRI cortical activation with cross-education to an immobilized limb. *Med Sci Sports Exerc*. 2011, Jan 21 [Epub ahead of print].
35. Liang N, Nakamoto T, Mochizuki S, Matsukawa K. Differential contribution of central command to the cardiovascular responses during static exercise of ankle dorsal and plantar flexion in humans. *J Appl Physiol*. 2011;110(3):670-80.
36. Lykidis CK, Kumar P, Vianna LC, White MJ, Balanos GM. A respiratory response to the activation of the muscle metaboreflex during concurrent hypercapnia in man. *Exp Physiol*. 2010;95:194-201.
37. McGowan CL, Notarius CF, McReynolds A, Morris BL, Kimmerly DS, Picton PE, et al. Effect of angiotensin AT(1) receptor blockade on sympathetic responses to handgrip in healthy men. *Am J Hypertens*. 2011;24(5):537-43.
38. Almeida MB, Ricardo DR, Araújo CG. Validação do teste de exercício de 4 segundos em posição ortostática. *Arq Bras Cardiol*. 2004;83(2):155-9.
39. Silva BM, Vianna LC, Oliveira RB, Ricardo DR, Araújo CG. Similar cardiac vagal withdrawal at the onset of arm and leg dynamic exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2008;102(6): 695-701.
40. Vianna LC, Ricardo DR, Araújo CG. Training-related changes in the R-R interval at the onset of passive movements in humans. *Braz J Med Biol Res*. 2008;41(9):825-32.
41. Nóbrega AC, Williamson JW, Araújo CG, Friedman DB. Heart rate and blood pressure responses at the onset of dynamic exercise: effect of Valsalva manoeuvre. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1994;68(4):336-40.
42. Lazzoli JK, Soares PP, da Nóbrega AC, de Araújo CG. Electrocardiographic criteria for vagotonia-validation with pharmacological parasympathetic blockade in healthy subjects. *Int J Cardiol*. 2003;87(2-3):231-6.
43. Millar PJ, MacDonald MJ, McCartney N. Effects of isometric handgrip protocol on blood pressure and neurocardiac modulation. *Int J Sports Med*. 2011;32(3):174-80.