

Medindo a Pressão Arterial em Exercício Aeróbico: Subsídios para Reabilitação Cardíaca

Blood Pressure Measurement During Aerobic Exercise: Subsidies for Cardiac Rehabilitation

Emanuel Couto Furtado¹, Plínio dos Santos Ramos¹, Claudio Gil Soares de Araújo^{1,2}

Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Gama Filho¹; Clínica de Medicina do Exercício – CLINIMEX², Rio de Janeiro, RJ - Brasil

Resumo

Fundamento: Documentos institucionais recomendam que variáveis hemodinâmicas – frequência cardíaca (FC) e pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) – sejam rotineiramente controladas na parte aeróbica de sessões de exercício supervisionado para cardiopatas.

Objetivo: a) Determinar o comportamento e a reprodutibilidade da PA ao longo de 15 minutos de exercício de intensidade constante e moderada; b) comparar a medida de PA obtida com equipamentos digital e convencional no exercício.

Métodos: Trinta adultos de ambos os sexos (de 65 ± 11 anos) foram avaliados em 15 minutos no cicloergômetro de membros inferiores. A PA foi medida a cada dois minutos: entre o 3º e o 13º minutos, pelo esfigmomanômetro digital Tango (Suntech, Estados Unidos da América) e, no 14º minuto, pelo esfigmomanômetro de coluna de mercúrio. Sete dias depois e em horário similar, seis indivíduos repetiram o protocolo para avaliar a reprodutibilidade.

Resultados: Enquanto a PAD não variou ao longo do exercício ($p > 0,05$), a PAS aumentou do 3º para o 7º minuto ($146 \pm 4,1$ versus $158 \pm 4,5$ mm Hg, $p < 0,05$) e depois se manteve praticamente constante. As medidas digital e convencional correlacionaram-se fortemente – $r = 0,83$ para PAS e $0,84$ para PAD –, sem diferenças para PAS ($163 \pm 4,5$ versus $162 \pm 4,3$ mm Hg; $p > 0,05$) e uma pequena diferença para a PAD ($72 \pm 2,4$ versus $78 \pm 2,3$ mm Hg; $p < 0,05$).

Conclusão: Para exercícios de intensidade moderada e constante no cicloergômetro com 15 minutos de duração, a medida da PA deverá ser feita a partir do sétimo minuto. As medidas digitais com o Tango e convencionais de PA foram, para efeitos clínicos, muito similares e reprodutíveis. (Arq Bras Cardiol 2009; 93(1):45-52)

Palavras-chave: Pressão arterial, exercício, reabilitação.

Summary

Background: Institutional documents recommend that hemodynamic variables – heart rate (HR) and systolic (SAP) and diastolic arterial pressure (DAP) – be routinely controlled at the aerobic part of supervised exercise sessions for coronary disease patients.

Objective: a) to determine the pattern and reproducibility of the blood pressure (BP) throughout 15 minutes of physical exercise at constant and moderate intensity; and b) to compare the BP measurement obtained with digital and conventional device during the exercise.

Methods: Thirty adult individuals of both sexes (65 ± 11 yrs) were assessed for 15 minutes during lower-limb cycle ergometry and the BP was measured every 2 minutes, between the 3rd and the 13th minutes, using a Tango digital sphygmomanometer (Suntech, USA) and in the 14th minute, using a mercury column sphygmomanometer. Seven days later, at similar time of the day, six individuals had the test repeated to evaluate reproducibility.

Results: Whereas the DAP did not vary throughout the exercise ($p > 0.05$), SAP increased from the 3rd to 7th minute (146 ± 4.1 versus 158 ± 4.5 mmHg, $p < 0.05$) and thereafter remained practically constant. The digital and conventional measurements showed a strong correlation – $r = 0.83$ for SAP and 0.84 for DAP PAD – with no differences for SAP (163 ± 4.5 versus 162 ± 4.3 mm Hg; $p > 0.05$) and a small difference for DAP (72 ± 2.4 versus 78 ± 2.3 mm Hg; $p < 0.05$).

Conclusion: For exercises of moderate and constant intensity in a cycle ergometer with a 15-minute duration, BP measurements must be carried out from the 7th minute on. The digital measurements with the Tango equipment and those obtained with the conventional mercury-column sphygmomanometer were, for clinical purposes, very similar and reproducible. (Arq Bras Cardiol 2009;93(1):42-48)

Key words: Blood pressure; exercise; rehabilitation.

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

Correspondência: Claudio Gil S. de Araújo •

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

E-mail: cgil@cardiol.br, cgaraujo@iis.com.br

Artigo recebido em 30/07/2008; revisado recebido em 02/09/2008; aceito em 15/09/2008.

Introdução

Há consenso de que o exercício físico regular é um componente importante para prevenções primária e secundária da doença coronariana¹. Documentos institucionais^{2,3} sugerem que o componente aeróbico do exercício físico deve ser prescrito em termos de frequência semanal e de duração e intensidade da sessão. Ainda que a taxa de eventos cardiovasculares desfavoráveis seja relativamente baixa durante sessões de exercício supervisionado⁴, parece apropriado que, em cardiopatas de maior gravidade, haja um controle mais preciso e individualizado da prescrição aeróbica⁵.

Sabe-se que a frequência cardíaca (FC) aumenta rapidamente nos primeiros segundos de um exercício dinâmico, primariamente por retirada da ação vagal cardíaca⁶, e que continua a aumentar gradativamente com o tempo, especialmente quando a intensidade do esforço é igual a ou maior do que 80% da carga em que foi detectado o limiar anaeróbico⁷. Contudo, ainda que a medida da pressão arterial (PA) seja recomendada e frequentemente realizada em sessões de exercício supervisionado, pouco se conhece do seu comportamento em um esforço de 10 a 20 minutos em intensidade constante.

Enquanto a medida da FC é obtida facilmente por frequencímetros ou em registros eletrocardiográficos, a medida da PA apresenta mais dificuldades e limitações técnicas, começando por sua natureza descontínua. Se, por um lado, a variabilidade intra-avaliador pode ser limitada pelo uso de equipamentos digitais durante o exercício físico, especialmente em função dos ruídos inerentes à atividade, o uso é mais problemático.

Recentemente, um esfigmomanômetro digital que associa os sons captados pelo microfone com o sinal do eletrocardiograma para identificar o momento da despolarização ventricular foi desenvolvido e validado para uso durante o exercício físico⁸. Com esse equipamento, tornou-se possível quantificar a resposta da PA em diversos momentos de um exercício de intensidade constante feito em cicloergômetro de membros inferiores, procurando controlar vieses e outras causas de variabilidade intra-avaliador.

Os objetivos desse estudo foram: (a) determinar o comportamento da PA ao longo de 15 minutos de exercício de intensidade constante e moderada e (b) comparar e determinar a fidedignidade das medidas da PA no exercício em cicloergômetro de membros inferiores obtidas com equipamento digital específico e convencional.

Métodos

Amostra

Foram selecionados, por conveniência, 30 adultos (28 homens) que atendiam aos seguintes critérios de inclusão: (a) frequentar, regularmente, um Programa de Exercício Supervisionado (PES) há, pelo menos, três meses; (b) ter completado um mínimo de 30 sessões; (c) realizar, na parte aeróbica da sessão, exercício constante por 15 minutos ininterruptos, com carga previamente estabelecida com base nos resultados do teste cardiopulmonar de exercício máximo e periodicamente ajustada para manter o indivíduo dentro da

zona alvo de FC em cicloergômetro de membros inferiores; (d) estar em ritmo cardíaco sinusal e com até três extrassístoles por minuto. As principais condições clínicas e de uso de medicações são apresentadas na tabela 1.

Protocolo experimental

Primeiramente, os procedimentos eram explicados, e um termo de consentimento livre e esclarecido era obtido. Todos os indivíduos tinham sido previamente submetidos a um teste de exercício cardiopulmonar máximo em cicloergômetro de membros inferiores, com medida e análise de gases expirados, no qual foram obtidos os dados necessários para a prescrição individualizada do exercício aeróbico.

Em seguida à colocação de um frequencímetro (Polar®, Finlândia) no punho esquerdo e à aferição do peso, eram obtidas a PA e a FC pré-esforço, medidas por esfigmomanômetro digital profissional Omron modelo XML-907 (Omron, Estados Unidos da América)⁹, sob a supervisão direta do médico. Após esse procedimento, se os valores obtidos não excedessem os limites de variação dentro do habitualmente observado, o indivíduo era posicionado no cicloergômetro de membros inferiores Cateye modelo EC-1600 (Cateye, Japão). Então eram colocados, no braço direito, o manguito do esfigmomanômetro digital Suntech modelo Tango (Suntech™, Estados Unidos da América) e três eletrodos torácicos, para obter a derivação CC5.

Configurou-se, então, o esfigmomanômetro digital para aferir automaticamente a PA no 3º, 5º, 9º, 11º e 13º minuto do exercício, inflando automaticamente o manguito até 30 mm Hg acima da pressão arterial sistólica máxima que foi alcançada em sessões anteriores nas mesmas condições de exercício. A taxa de desinsuflação foi fixada em 8 mm Hg/s, correspondendo a, aproximadamente, 35 segundos para insuflar e desinsuflar o manguito a cada medida.

Após a última medida realizada pelo aparelho no 13º minuto, o manguito era removido, e, no mesmo membro, um manguito de esfigmomanômetro convencional de coluna de mercúrio foi posicionado. Nesse ínterim, outro avaliador, que

Tabela 1 - Condições clínicas e anti-hipertensivos utilizados pelos indivíduos

Dados	nº/Total (% dos indivíduos)
Doença arterial coronariana	20/30 (70)
Síndrome metabólica	2/30 (6,7)
Hipertensão arterial sistêmica	15/30 (50)
β-bloqueador	18/30 (60)
IECA	13/30 (43)
Bloqueador Ca ²⁺	7/30 (23)
Antagonista AT2	7/30 (23)
Diuréticos	3/30 (10)

IECA - inibidor da enzima conversora de angiotensina; Bloqueador de Ca²⁺ - bloqueador de canal de cálcio; AT2 - Antagonista de angiotensina II; Obs. - Alguns indivíduos fazem uso de mais de um tipo de medicação anti-hipertensiva, o que explica a soma das porcentagens exceder 100%.

Artigo Original

até esse momento não havia participado do procedimento, obtinha uma medida de PA. O braço do indivíduo era posicionado na altura do coração e apoiado pelo avaliador. O protocolo experimental pode ser visualizado na figura 1.

No intuito de padronizar a técnica da medida, os indivíduos avaliados foram orientados a colocar o braço direito em posição supina, com a mão apoiada no guidão do cicloergômetro, sempre que o Tango™ começava a insuflar. A medida realizada com o esfigmomanômetro convencional é padronizada em nosso grupo de pesquisa, de modo a ser realizada inflando-se o manguito até cerca de 30 mm Hg acima da PAS previamente conhecida do indivíduo e, a partir daí, desinsuflando-se o manguito a uma taxa de 2 a 4 mm Hg/s.

De acordo com as características do cicloergômetro utilizado no estudo, nos três primeiros minutos, a carga vai aumentando progressivamente até alcançar a carga estabelecida, que é, então, mantida até o 15º minuto do exercício. A carga no cicloergômetro era individualmente estabelecida em função do teste cardiopulmonar de exercício máximo e das sessões anteriores do PES, de modo que fosse alcançada a zona-alvo proposta de FC para treinamento aeróbico.

Posteriormente, seis indivíduos (20% da amostra selecionada para o estudo) foram reavaliados, com um intervalo de uma semana entre as duas avaliações, em horários semelhantes e nas mesmas condições de uso de medicação regular.

Estatística

Para a descrição dos dados da amostra, foram utilizados média, desvio-padrão e valores mínimos e máximos ou percentuais. Nos procedimentos inferenciais, a variabilidade dos resultados é expressa pelo erro padrão da média. Para a comparação das médias dos valores de FC e de PA em cada um dos intervalos de tempo escolhidos, foi utilizada a ANOVA para medidas repetidas, seguida do teste de Bonferroni para localizar as diferenças. Para a comparação das medidas da PA entre os dois equipamentos e também nas comparações entre os resultados de PA nas duas avaliações, foram utilizados teste-

t emparelhados, e foram obtidos os respectivos coeficientes de correlação. Diagramas de Bland-Altman também foram obtidos para avaliar a reprodutibilidade das medidas. O tamanho mínimo da amostra foi calculado como igual a 29, estimado a partir da variação esperada de 5 mm Hg nas medidas de PA ao longo do exercício de intensidade moderada e constante. Os cálculos estatísticos foram realizados no GraphPad Prism versão 5 (GraphPad, Estados Unidos da América) e o nível de significância foi estabelecido em 5%.

Resultados

Características demográficas

A média de idade dos 30 indivíduos avaliados foi de 65 ± 11 anos, variando entre 46 e 86 anos de idade, com estatura de $170 \pm 6,5$ cm e peso de $79 \pm 6,5$ kg. Setenta por cento da amostra apresentavam doença arterial coronariana, destes, dez indivíduos haviam sido submetidos à revascularização miocárdica, e a metade dos indivíduos da amostra possuía diagnóstico e era tratada para hipertensão arterial.

Quanto ao uso de medicações anti-hipertensivas, observou-se que os β -bloqueadores eram os mais utilizados, seguidos pelos inibidores da enzima conversora de angiotensina (IECA), em 57 e 43% da amostra, respectivamente.

A PA sistólica (PAS), a PA diastólica (PAD) e a FC em repouso eram, respectivamente, 125 ± 14 , 68 ± 8 mm Hg e 65 ± 10 bpm.

PA e FC no exercício

A parte superior da figura 2 mostra que a FC aumenta ao longo dos 15 minutos de exercício com carga constante no cicloergômetro, inicialmente de forma mais rápida ($p < 0,05$) e depois mais gradativamente. Desse modo, os valores diferiam quando comparados aos obtidos no terceiro minuto, $95 \pm 2,4$ bpm, alcançando no 7º, 9º, 11º e 13º minuto, os valores de $102 \pm 2,7$ bpm, $104 \pm 2,9$ bpm, $105 \pm 3,2$ bpm e $107 \pm 3,2$ bpm, respectivamente.

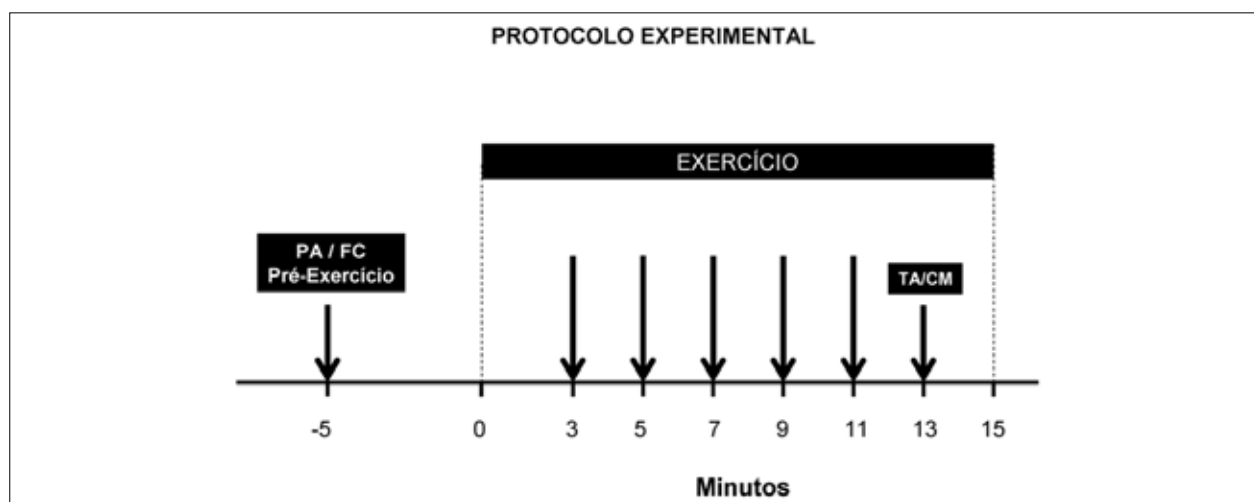


Fig. 1 - Protocolo experimental. A primeira seta representa a medida de PA e FC antes do início do exercício, as setas seguintes representam os momentos em que era medida a PA pelo esfigmomanômetro digital, e a última seta representa o momento em que foi retirado o esfigmomanômetro digital Tango (TA) e aferida a PA com o esfigmomanômetro convencional de coluna de mercúrio (CM).

Ainda na figura 1, tem-se o incremento da PAS até o sétimo minuto de exercício ($p < 0,05$), quando, a partir daí, os valores se mantêm estáveis ($p > 0,05$), especialmente entre o 9º e o 13º minuto de exercício, quando foram virtualmente idênticos. Já a PAD apresentou comportamento estável durante todo o exercício, não havendo diferença nos valores coletados entre o 3º e o 13º minuto ($p > 0,05$).

Medidas digital e convencional da PA no exercício

Outra observação obtida nos instantes finais do exercício permitiu comparar as medidas digital e convencional da PA, verificando-se valores similares para a PAS – $163 \pm 4,5$ versus $162 \pm 4,3$ mm Hg ($p > 0,05$) – e discretamente distintas para a PAD – $72 \pm 2,4$ versus $78 \pm 2,3$ mm Hg ($p > 0,05$).

Os diagramas de dispersão nas duas medidas para PAS e PAD são apresentados nas figuras 3 e 4, com coeficientes de correlação bastante semelhantes de, respectivamente, 0,83 e 0,84. A diferença entre as medidas de PAS feitas com os esfigmomanômetros digital e convencional excedeu 10 mm Hg em 13 indivíduos (mais de 10% em cinco casos). Em relação à PAD, essa mesma diferença foi encontrada em nove indivíduos.

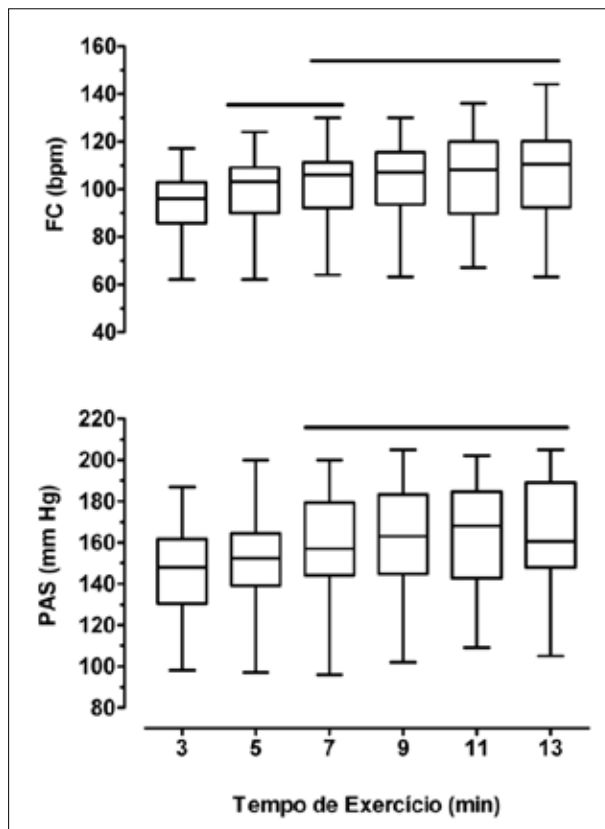


Fig. 2 - Comportamento da PAS e da FC durante o exercício aeróbico de intensidade constante realizado em cicloergômetros de membros inferiores medido pelo esfigmomanômetro digital. Os intervalos de tempo sublinhados pela mesma barra não apresentam diferença significativa entre si ($p > 0,05$). As linhas na figura representam, respectivamente, valor mínimo, percentil 25, mediana, percentil 75 e valor máximo.

Reavaliação

A repetição do protocolo em seis indivíduos mostrou valores muito similares nas várias medidas obtidas ao longo dos 15 minutos de exercício. Os valores no 13º minuto para PAS ($p = 0,31$) e para PAD ($p = 0,53$) não somente não diferiam como também apresentaram correlações expressivas – r de 0,99 para PAS ($p < 0,05$) e r de 0,65 para PAD ($p > 0,05$). A similaridade dos resultados pode ser mais bem visualizada pelos respectivos diagramas de Bland-Altman (figuras 5 e 6).

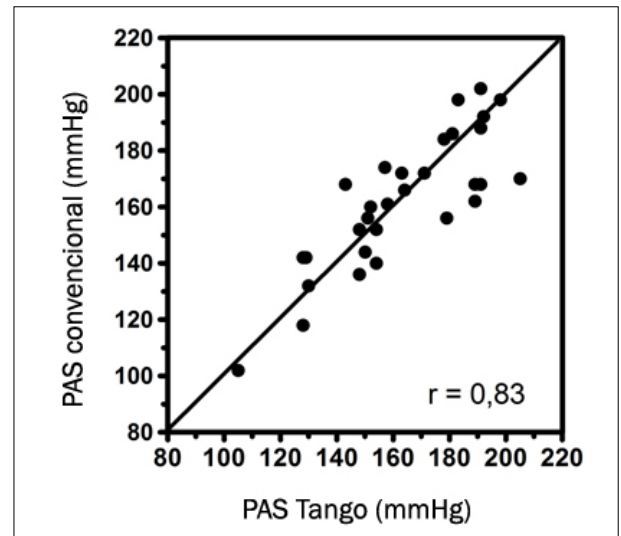


Fig. 3 - Correlação entre as medidas de pressão arterial sistólica aferidas por esfigmomanômetro digital e esfigmomanômetro convencional de coluna de mercúrio nos últimos minutos de um exercício constante. Coeficiente de correlação - $r = 0,83$.

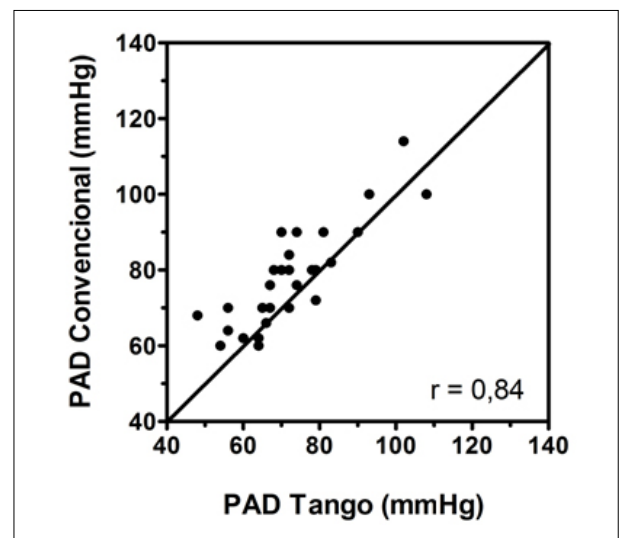


Fig. 4 - Correlação entre as medidas de pressão arterial diastólica aferidas por esfigmomanômetro digital e esfigmomanômetro convencional de coluna de mercúrio. Coeficiente de correlação - $r = 0,84$.

Discussão

O posicionamento do *American College of Sports Medicine*¹⁰ sobre exercício e hipertensão e a Diretriz Brasileira de Hipertensão¹¹ encorajam a prática de exercício físico regular para portadores de HAS e de outras doenças cardiovasculares. Essa recomendação propõe a realização de exercícios aeróbicos na maioria dos dias, por, pelo menos, 30 minutos em uma intensidade moderada.

Enquanto medidas de FC são recomendadas e obtidas regularmente, surpreendentemente, não há, nesses documentos nem naquele em que a Sociedade Brasileira de Cardiologia normatiza os procedimentos para sessões de exercício supervisionado e programas de reabilitação cardíaca¹², qualquer menção sobre uma sistematização da medida de PA durante um exercício aeróbico – intensidade moderada e constante com duração igual ou superior a dez minutos –, tanto quanto a valores-limite como o momento em que essa medida deve ser aferida.

Diversos autores¹³⁻¹⁵ estudaram o comportamento das variáveis cardiovasculares durante exercícios prolongados

de intensidade moderada, destacando-se o conceito de *cardiovascular drift*, descrito, originalmente, por Saltin e cols.¹⁶ em 1964, e que corresponde ao discreto, mas sistemático, aumento progressivo da FC com o exercício.

Segundo Araújo⁷, em exercício realizado em cicloergômetro com intensidade de 80% do limiar anaeróbico individual por adultos jovens e saudáveis, haveria um incremento de, aproximadamente, 0,6 bpm para cada minuto de exercício a partir do décimo minuto. O resultado obtido no presente estudo, uma variação média de três batimentos entre o 9º e o 13º minutos de exercício, é bastante semelhante ao encontrado por Araújo⁷.

Esse aumento da FC seria resultado de uma queda do volume sistólico, objetivaria minimizar uma redução do débito cardíaco e seria influenciado pela atividade simpática, pela temperatura corporal e pela redistribuição do fluxo sanguíneo periférico, podendo resultar em uma discreta redução da PAS após 15 minutos de exercício. Interessantemente, ainda que na grande maioria das situações de exercício supervisionado para cardiopatas o exercício constante tenha uma duração

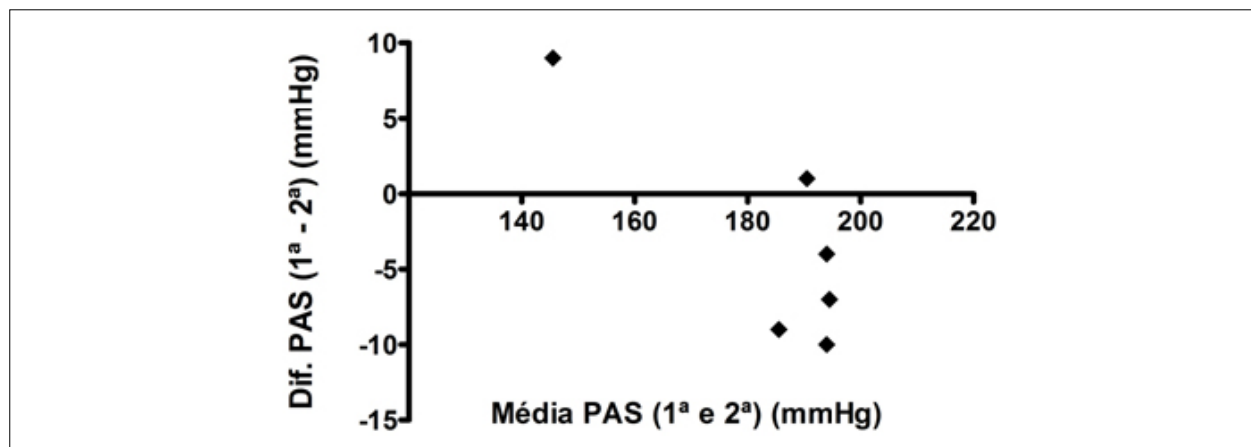


Fig. 5 - Diagrama de Bland-Altman, representando a diferença de pressão arterial sistólica entre a primeira e a segunda avaliação, realizadas com esfigmomanômetro digital no 13º minuto de exercício aeróbico constante.

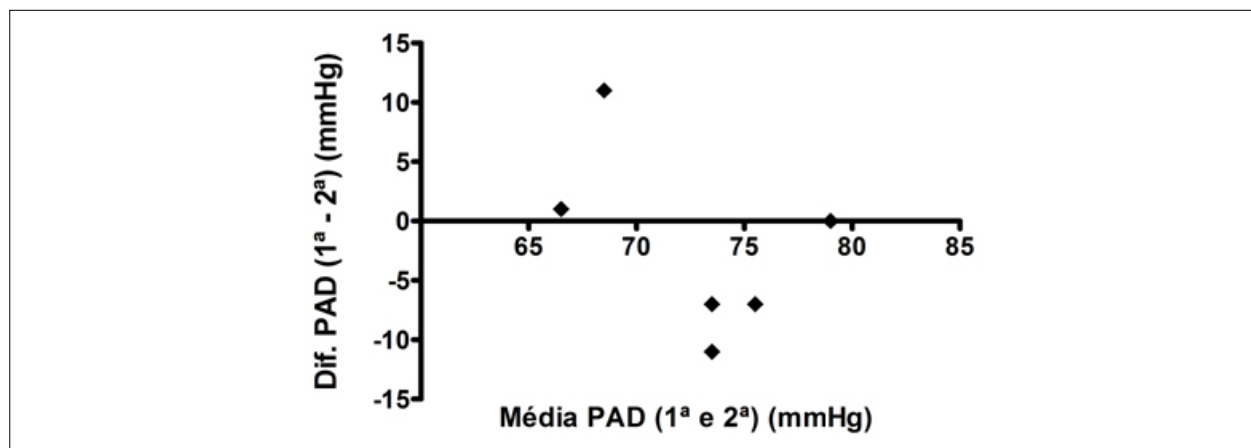


Fig. 6 - Diagrama de Bland-Altman, representando a diferença de pressão arterial diastólica entre a primeira e a segunda avaliação, realizadas com esfigmomanômetro digital no 13º minuto de exercício aeróbico constante.

mais típica de 10 a 30 minutos, o comportamento da PA nessa situação é virtualmente desconhecido.

Se por um lado a quantificação da FC no exercício é muito mais simples, sendo possível obtê-la de modo não invasivo, continuamente, com alta fidedignidade e custo bastante baixo, o mesmo não ocorre com a PA. A medida invasiva e sofisticada de alta qualidade não se aplica, contudo, às situações cotidianas dos programas de exercício supervisionado ou de reabilitação cardíaca. Equipamentos que permitem a medida contínua e não invasiva da PA – batimento-a-batimento – são pouco práticos, de custo elevado e sujeitos a interferências e dificuldades técnicas que inviabilizam o seu uso rotineiro em situações de exercício mais prolongado.

Dessa forma, na prática clínica, a medida da PA durante o exercício é aferida de forma descontínua (em geral, apenas uma única medida para um exercício de intensidade constante e moderada com duração entre 10 e 30 minutos), utilizando-se esfigmomanômetros convencionais e técnica auscultatória em condições de exercício realizada por um profissional especificamente treinado nessa medida. Considerando-se ainda as dificuldades específicas dos esfigmomanômetros aneróides mecânicos para situações de exercício, a grande maioria dos serviços que medem a PA durante o exercício utiliza os esfigmomanômetros de coluna de mercúrio.

Nos últimos anos, o uso de esfigmomanômetros de mercúrio tem sido alvo de críticas pelas suas possíveis implicações ambientais, notadamente em países europeus¹⁷, mesmo que, no Brasil, a temática ainda não tenha sido mais amplamente discutida. Equipamentos com tecnologia digital vêm sendo lançados no mercado há algumas décadas, objetivando, primariamente, a população leiga, mas, mais recentemente, propondo-se a atender a padrões de qualidade mais alta com nível de fidedignidade compatível com o uso clínico pleno¹⁸. Não obstante, essa questão ainda é aberta a debates e longe de ser consensual, com muitos considerando esse método centenário e clássico de medida, como o “padrão-ouro” na medida de PA¹⁹⁻²¹.

Uma questão que tem sido pouco discutida no uso da tecnologia digital para aferição da PA é a validade da medição realizada durante condições de exercício. Realizar essa medida apresenta alguns desafios adicionais, mesmo para profissionais experientes, decorrentes de FC mais alta, movimentação e posição do braço, ruídos ambientais, inclusive aqueles associados ao equipamento em que o exercício está sendo realizado.

Uma alternativa para essa questão foi apresentada por Cameron e cols.⁸, que utilizaram um esfigmomanômetro digital, denominado comercialmente Tango, previamente validado pelo *Food and Drug Administration* (FDA), e compararam suas medidas de PA com os valores obtidos invasivamente, conseguindo resultados bastante favoráveis em indivíduos submetidos a teste de exercício com protocolo de Bruce modificado em esteira rolante.

Esse equipamento utiliza um recurso adicional para reduzir ou eliminar os artefatos e ruídos que dificultam ou inviabilizam a medida da PA em condições de exercício. A obtenção de medidas válidas de PA por esse esfigmomanômetro digital durante o exercício tornou-se possível por um engenhoso processo de

seleção dos sons obtidos pela amplificação dos sons de Korotkoff por microfone embutido no manguito por meio da obtenção simultânea de um sinal de eletrocardiograma através de eletrodos posicionados no tórax dos indivíduos. Dessa forma, permite-se ao equipamento selecionar quais sons seriam verdadeiros ou resultantes de artefatos e ruídos externos irrelevantes, resultando em medidas válidas e fidedignas.

Pelo menos no contexto do presente estudo, cicloergometria de membros inferiores, as médias das medidas de PA com esfigmomanômetros digital e convencional não diferiram e mostraram-se fortemente associadas. Em um percentual muito pequeno de casos (< 20%), as diferenças suplantaram 10 mm Hg, sem que tenha sido definido um padrão uniforme de sub ou superestimativa de um dos esfigmomanômetros, e poderiam ter alguma relevância clínica.

Em adendo, as medidas digitais também se mostraram bastante reprodutíveis quando foram repetidas com um intervalo de uma semana. Vale, contudo, ressaltar que em alguns raros casos (< 5% de indivíduos) não foi possível obter medidas da PA com esse equipamento digital. Isso ocorreu em um indivíduo em uso de marcapasso e em outro extremamente obeso, provavelmente por dificuldades na identificação da onda R do eletrocardiograma.

Por outro lado, raras extrasístoles isoladas não parecem influir de modo importante na obtenção das medidas digitais de PA. A medida digital parece ser ainda extremamente reprodutível em medidas repetidas e sequenciais no mesmo indivíduo, e as pequenas diferenças individuais não parecem ser clinicamente relevantes.

O presente estudo não objetivou avaliar ou comparar vantagens operacionais e viabilidade econômica na incorporação rotineira do equipamento digital utilizado em PES ou em situações de teste de exercício.

Os resultados comparativos entre as medidas digital e convencional de PAD foram distintos daqueles observados na PAS. A PAD medida pelo esfigmomanômetro digital foi cerca de 6 mm Hg mais baixa que o valor medido por avaliador experiente, utilizando um esfigmomanômetro convencional de coluna de mercúrio.

Sabe-se que o critério preciso para a medida da PAD sempre foi um desafio, pois, ao contrário do início de um som claro e repetitivo que caracteriza a primeira fase dos sons de Korotkoff quando é medida a PAS, não há um consenso se a PAD corresponde melhor ao abafamento e à mudança do padrão do som ou ao seu completo desaparecimento²², esse eventualmente ausente em condições de exercício.

Considerando esse último aspecto, a padronização da medida da PAD no esforço pelo nosso grupo é feita pelo abafamento ou pela mudança de tonalidade, o que talvez justifique a diferença significativa, porém clinicamente pouco relevante, de 6 mm Hg na medida da PAD, que, inclusive, não varia ao longo do exercício de intensidade moderada e constante com 15 minutos de duração. Consoante com essa discussão, a reprodutibilidade da medida de PAD mostrou-se mais baixa do que a de PAS.

Considerando o protocolo e a amostra do presente estudo, há algumas limitações que devem ser consideradas: (a) não é possível assegurar que, em exercícios de intensidade

moderada e constante com duração superior a 15 minutos, a PAS e a PAD se manterão indefinidamente constantes a partir do sétimo minuto de exercício; (b) é possível que, em ambientes climaticamente desfavoráveis, com níveis mais altos de temperatura e de umidade ambiente, capazes de induzir algum grau de desidratação, o comportamento da PA possa ser diferente; (c) as medidas com o esfigmomanômetro digital foram obtidas em exercícios feitos em cicloergômetros, sem que tenha sido estudado o comportamento da PA durante esforço em esteira rolante ou em outros equipamentos e (d) em pacientes hipertensos sem controle clínico adequado, é possível que respostas distintas possam ser obtidas.

Conforme apontado anteriormente, a literatura é muito limitada na descrição do comportamento da PA durante exercícios constantes de duração de 10 a 20 minutos, forma mais frequente em sessões de exercício, em comparação à exaustiva descrição da resposta pressórica ao exercício submáximo.

O uso de um esfigmomanômetro digital de alta tecnologia e previamente validado para condições de exercício no presente estudo possibilitou controlar, de modo eficaz, a possibilidade de variações intra-avaliador nas medidas de PAS e PAD, condição fundamental para a obtenção dos resultados do estudo. Essa abordagem é original e permite considerar que as eventuais variações obtidas nas leituras de PAS e PAD durante o esforço deviam-se unicamente às respostas fisiológicas, sem qualquer influência do médico-avaliador.

Em vista disso, o presente estudo traz uma contribuição importante para o corpo de conhecimento, sobretudo na área de reabilitação cardíaca e de programas de exercícios supervisionados, subsidiando que a medida da PA, em exercício em cicloergômetros de membros inferiores e com carga constante, possa ser aferida, sem qualquer prejuízo, a partir do sétimo minuto de exercício, visto que não sofrerá mudança significativa até o fim do exercício.

Com base nessa informação, pretende-se contribuir para a

melhora da qualidade da informação e para a maior segurança clínica, especialmente para aqueles indivíduos que necessitam de um acompanhamento mais estreito de suas variáveis hemodinâmicas durante a sessão de exercício.

Conclusão

Conclui-se que, em exercícios realizados em cicloergômetro de membros inferiores e com intensidade moderada e constante por 15 minutos de duração, a PA tende a subir inicialmente, alcançando um patamar ao redor do sétimo minuto, com a obtenção de valores clínicos e estatisticamente similares de PAS daí por diante.

As medidas realizadas com o esfigmomanômetro digital mostraram-se fidedignas e reproduzíveis, conforme foi demonstrado durante a reavaliação dos indivíduos realizada uma semana mais tarde.

Agradecimentos

Suporte financeiro parcial do CNPq: Dr. Claudio Gil Soares de Araújo é bolsista de produtividade em pesquisa nível 1A, e Emanuel Couto e Plínio Ramos são bolsistas de mestrado.

Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo foi parcialmente financiado pelo CNPq.

Vinculação Acadêmica

Este artigo é parte de dissertação de Mestrado de Emanuel Couto Furtado pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Gama Filho.

Referências

1. Fraker TD Jr, Fihn SD, Gibbons RJ, Abrams J, Chatterjee K, Daley J, et al. 2007 chronic angina focused update of the ACC/AHA 2002 Guidelines for the management of patients with chronic stable angina: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines Writing Group to develop the focused update of the 2002 Guidelines for the management of patients with chronic stable angina. *Circulation*. 2007; 116 (23): 2762-72.
2. Graham I, Atar D, Borch-Johnsen K, Boysen G, Burell G, Cifkova R, et al. European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: executive summary. Fourth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and other societies on cardiovascular disease prevention in clinical practice constituted by representatives of nine societies and by invited experts. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2007; 14 (Suppl 2): E1-40.
3. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*. 2007; 116 (9): 1094-105.
4. Thomas RJ, King M, Lui K, Oldridge N, Pina IL, Spertus J, American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation ACC/AHA 2007 performance measures on cardiac rehabilitation for referral to and delivery of cardiac rehabilitation/secondary prevention services. *Circulation*. 2007; 116 (14): 1611-42.
5. ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription. 7th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
6. Araújo CG, Nobrega AC, Castro CL. Heart rate responses to deep breathing and 4-seconds of exercise before and after pharmacological blockade with atropine and propranolol. *Clin Auton Res*. 1992; 2 (1): 35-40.
7. Araújo CG. Resposta cardiorrespiratória a um exercício submáximo prolongado. *Arq Bras Cardiol*. 1983; 41 (1): 37-45.
8. 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.

9. Mattioli GM, Teixeira FP, Castro CL, Araújo CG. Frequência cardíaca e pressão arterial em repouso: variação de 10 dias em participantes de um programa de exercício supervisionado. *Rev SOCERJ*. 2006; 19 (5): 404-8.
10. Pescatello L, Franklin B, Fagard R, Farquhar W, Kelley G, Ray C. American College of Sports Medicine. Exercise and hypertension: position stand. *Med Sci Sports Exerc*. 2004; 36 (3): 533-53.
11. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Diretriz brasileira de reabilitação cardíaca. *Arq Bras Cardiol*. 2005; 84 (5): 431-40.
12. Araújo CG, Carvalho T, Castro CL, Costa RV, Moraes RS, Oliveira Filho JA, et al. Normatização de equipamentos e técnicas de reabilitação cardiovascular supervisionada. *Arq Bras Cardiol*. 2004; 83 (5): 448-52.
13. Lafrenz A, Wingo J, Ganio M, Cureton K. Effect of ambient temperature on cardiovascular drift and maximal oxygen uptake. *Med Sci Sports Exerc*. 2008; 40 (6): 1065-71.
14. Dawson E, Shave R, Whyte G, Ball D, Selmer C, Jans O, et al. Preload maintenance and the left ventricular response to prolonged exercise in men. *Exp Physiol*. 2006; 92 (2): 383-90.
15. Coyle E, González-Alonso J. Cardiovascular drift during prolonged exercise: new perspectives. *Exerc Sport Sci Rev*. 2001; 29 (2): 88-92.
16. Saltin B, Stenborg J. Circulatory response to prolonged severe exercise. *J Appl Physiol*. 1964; 19: 833-8.
17. O'Brien E. Replace the mercury sphygmomanometer. *BMJ*. 2000; 320: 815-6.
18. El Assaad MA, Topouchian JA, Darne BM, Asmar RG. Validation of the Omron HEM-907 device for blood pressure measurement. *Blood Press Monit*. 2002; 7 (4): 237-41.
19. Turner M, Speechly C, Bignell N. Sphygmomanometer calibration--why, how and how often? *Aust Fam Physician*. 2007; 36 (10): 834-8.
20. Jones D, Frohlich E, Grim C, Grim E, Taubert K. Mercury sphygmomanometers should not be abandoned: an advisory statement from the Council for High Blood Pressure Research, American Heart Association. *Hypertension*. 2001; 37: 185-6.
21. Varughese GI, Lip GY. Goodbye mercury? Blood pressure measurement and its future. *J R Soc Med*. 2005; 98 (3): 89-90.
22. Perloff D, Grim C, Flack J, Frohlich E, Hill M, McDonald M, et al. Human blood pressure determination by sphygmomanometry. *Circulation*. 1993; 88 (5 Pt 1): 2460-70.