

A MEDIDA DA PRESSÃO ARTERIAL NO EXERCÍCIO

79

Cláudia Lúcia de Moraes Forjaz, Taís Tinucci

A medida da pressão arterial tanto durante quanto após a execução de exercício físico tem sido rotineiramente utilizada em avaliações clínicas e científicas. Entretanto, os métodos comumente empregados para essa medida apresentam limitações e erros potenciais. O valor da pressão arterial sistólica obtido com a medida direta intra-arterial aumenta quando o local de aferição é movido distalmente e essa diferença se amplia durante o exercício. Dessa forma, a medida indireta auscultatória manual pode ser considerada mais adequada que as medidas intra-arteriais braquial e radial para estimar os valores pressóricos sistólicos aórticos durante o exercício. Por outro lado, para a medida da pressão arterial diastólica durante o exercício, os valores obtidos pelo método auscultatório apresentam discrepâncias inadmissíveis, de modo que esse método não deve ser empregado nessa situação. Apesar desses problemas, as respostas pressóricas durante e após o exercício físico têm sido amplamente investigadas e parecem depender do tipo, da intensidade e da duração do exercício, além de serem influenciadas pela massa muscular exercitada. Exercícios isotônicos provocam aumento dos níveis pressóricos sistólicos e manutenção dos diastólicos, enquanto exercícios isométricos provocam elevações mais acentuadas dos dois componentes da pressão arterial. Além disso, após a execução de uma sessão de exercício observa-se queda pressórica importante e prolongada. Assim, verifica-se que a utilização dos valores pressóricos obtidos durante e após o exercício precisa ser vista com cuidado, levando-se em conta as limitações metodológicas das técnicas utilizadas para medir a pressão arterial nessas situações.

Palavras-chave: medida da pressão arterial, exercício, hipertensão arterial.

Rev Bras Hipertens 2000;1:79-87

Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

Endereço para correspondência:

Av. Prof. Mello Moraes, 65 — CEP 05508-900 — Butantã — São Paulo — SP

Recebido para aprovação: 1/10/1999. Aceito para publicação: 4/2/2000.

INTRODUÇÃO

A resposta pressórica durante e após a execução de exercícios físicos tem sido amplamente utilizada na avaliação clínica de pacientes⁽¹⁾ e em investigações científicas. Dessa forma, torna-se fundamental uma medida precisa da pressão arterial nessas situações, para que se garanta a segurança do paciente e a interpretação correta dos dados obtidos⁽²⁾.

Apesar da importância da precisão da medida pressórica no exercício, a validade dos procedimentos normalmente utilizados é bastante questionada^(2, 3). Apesar disso, essa medida continua sendo amplamente realizada na prática clínica e científica, sem que seus executantes tenham conhecimento de suas limita-

ções e dos possíveis erros envolvidos⁽²⁾.

A pressão arterial tem sido medida, tanto em repouso como no exercício, basicamente, por duas técnicas: a medida direta intra-arterial e a medida indireta auscultatória manual⁽³⁾. Em pesquisas científicas, muitas vezes emprega-se a medida direta intra-arterial, que, embora mais precisa, apresenta riscos potenciais, que impossibilitam seu uso indiscriminado na prática clínica. Dessa forma, nessa situação, o método indireto auscultatório, realizado por um avaliador experiente, tem sido mais frequentemente utilizado. Recentemente, monitores automáticos auscultatórios e oscilométricos também têm sido usados para a medida da pressão arterial em repouso e no exercício⁽⁴⁾.

MEDIDA DIRETA INTRA-ARTERIAL NO EXERCÍCIO

A medida direta intra-arterial tem sido considerada o método "gold standard" para a aferição da pressão arterial tanto no repouso como no exercício⁽²⁻⁴⁾. Entretanto, essa técnica, por se caracterizar pela colocação de um cateter dentro da artéria, traz riscos de embolismo, trombose, necrose da pele, hematoma e infecção⁽⁵⁾.

Apresenta também alguns problemas técnicos, visto que quando se move o cateter distalmente à aorta, a pressão de pulso é amplificada, aumentando a pressão arterial sistólica, sem modificar a pressão arterial diastólica⁽⁶⁾. Dessa forma, mesmo em repouso, os valores da pressão arterial sistólica medidos nas artérias braquial e radial são significativamente mais altos que os medidos na aorta⁽⁶⁾. Esse incremento parece estar relacionado à somatória da onda pressórica incidente e da onda refletida na periferia⁽⁶⁾. Durante o exercício, o aumento do fluxo sanguíneo, a termorregulação e a oscilação entre vasoconstrição e vasodilatação amplificam a modificação da pressão de pulso, tornando a medida da pressão arterial sistólica em artérias periféricas mais imprecisa ainda⁽³⁾. De fato, Rowell e colaboradores⁽⁷⁾ verificaram que, durante o exercício, a diferença da pressão arterial sistólica medida na artéria radial e na aorta aumenta com a intensidade do exercício. Dessa forma, parece evidente que mesmo a medida direta intra-arterial da pressão arterial pode apresentar problemas, de modo que apenas a medida direta na aorta parece ser realmente válida para a verificação da pressão arterial sistólica em repouso e, principalmente, no exercício⁽⁴⁾.

MEDIDA INDIRETA MANUAL DA PRESSÃO ARTERIAL NO EXERCÍCIO

Por causa dos riscos envolvidos no método direto de medida da pressão arterial, sua aplicação prática é pequena. Dessa forma, na clínica diária, a pressão arterial tanto em repouso como no exercício tem sido medida pela técnica auscultatória executada por um avaliador treinado e experiente⁽⁴⁾.

De fato, esse tipo de medida apresenta uma série de erros potenciais relacionados a sua

técnica⁽⁸⁾. Entre eles, podemos destacar: a influência da acuidade auditiva do observador, a preferência do observador por valores terminados em zero e o fato de a medida das pressões arteriais sistólica e diastólica ser realizada em pulsos diferentes, o que faz com que a respiração possa influenciar os valores obtidos^(2, 3, 8). Durante o exercício, problemas extras, decorrentes do excesso de ruídos e movimento, podem ocorrer e prejudicar ainda mais a medida, tornando sua utilidade questionável⁽²⁾. De fato, o aumento da velocidade do fluxo sanguíneo faz com que, muitas vezes, a fase V dos sons de Korotkoff não ocorra; além disso, os ruídos associados ao movimento corporal dificultam a identificação da fase IV, e a contração dos membros superiores pode alterar o volume desse membro, fazendo com que o manguito empregado não seja adequado⁽³⁾.

Na situação de repouso, a maior parte dos estudos⁽⁹⁻¹²⁾ tem observado que a medida auscultatória da pressão arterial sistólica subestima valores obtidos na medida direta braquial e radial. Entretanto, como a medida intra-arterial braquial está, na realidade, aumentada pela somatória da onda refletida, é possível supor que a medida auscultatória indireta seja mais precisa para estimar a pressão arterial sistólica na aorta que a medida intra-arterial braquial^(2, 3). De fato, Nagle e colaboradores⁽¹³⁾ observaram semelhança entre a medida direta da pressão arterial na aorta e a medida indireta auscultatória. Quanto à validade da medida indireta para a pressão arterial diastólica em repouso, os dados são mais controversos. Alguns autores^(11, 13, 14) observaram que a pressão arterial diastólica medida pelo método auscultatório era maior que a medida diretamente. Outros^(9, 14) verificaram semelhança entre os valores auscultatórios e intra-arteriais, e outros^(9, 10, 11, 13) ainda observaram que os valores indiretos eram menores que os medidos diretamente. As diferenças observadas entre os estudos podem estar relacionadas ao local de medida da pressão intra-arterial, à posição do corpo ou à fase de Korotkoff utilizada para identificar a pressão arterial diastólica indiretamente. Apesar dessas discrepâncias, tanto os valores sistólicos como os diastólicos medidos em repouso pelo método auscultatório manual são considerados válidos.

No exercício, a comparação dos métodos

diretos e indiretos traz problemas ainda maiores. Quanto à pressão arterial sistólica, a maior parte dos estudos^(9, 10, 15, 16) tem demonstrado que os valores indiretos subestimam os valores diretos braquiais e radiais e que essa diferença diminui com o aumento da intensidade do exercício^(9, 10). Entretanto, Nagle e colaboradores⁽¹³⁾ não observaram diferenças entre os valores sistólicos intra-arteriais aórticos e os medidos indiretamente. Novamente, a diferença encontrada nos estudos com medidas braquial e radial pode estar relacionada à somatória das ondas refletidas. Assim, a medida indireta da pressão arterial sistólica pelo método auscultatório manual é considerada válida mesmo durante o exercício⁽²⁾. Entretanto, a comparação dos valores diastólicos indiretos e intra-arteriais mostra, na maioria dos estudos^(9, 10, 13-15), que o método indireto subestima a pressão arterial diastólica e que essa diferença aumenta com a intensidade do exercício⁽⁹⁾, o que faz com que se considere inviável a aceitação desse método para a medida da pressão arterial durante o exercício^(2, 3).

Outro aspecto importante da medida indireta manual da pressão arterial é o cálculo da pressão arterial média. Tradicionalmente, em repouso e mesmo durante o exercício, o cálculo da pressão arterial média é realizado pela soma de um terço da pressão de pulso com a pressão arterial diastólica. Essa fração da pressão de pulso é utilizada em função da relação entre o tempo de sístole e o de diástole durante o ciclo cardíaco. Entretanto, como durante o exercício a frequência cardíaca aumenta, essa relação sístole/diástole muda e a porcentagem da pressão de pulso usada para o cálculo da pressão arterial média varia, segundo Palatini⁽¹⁷⁾, de 32% para frequências em torno de 50 bpm a 70 bpm para 47% em frequências entre 130 bpm e 140 bpm. Por outro lado, Robinson e colaboradores⁽⁹⁾ observaram que em indivíduos idosos submetidos ao exercício máximo com protocolo de rampa, a fórmula que melhor representava a pressão arterial média durante o repouso e todo o período de exercício era a soma da metade da pressão de pulso com a pressão arterial diastólica identificada pela fase IV de Korotkoff. Dessa forma, fica claro que o cálculo da pressão arterial média no exercício ainda não está totalmente esclarecido, de modo que muitos autores continuam uti-

lizando a fórmula tradicional.

MEDIDA INDIRETA AUTOMÁTICA DA PRESSÃO ARTERIAL NO EXERCÍCIO

Mais recentemente, têm surgido no mercado diversos aparelhos automáticos para a medida da pressão arterial no consultório e em condições ambulatoriais. Esses aparelhos empregam basicamente três técnicas distintas para executar essa medição: auscultatória, oscilométrica e pletismográfica⁽²⁾. Para a validação desses equipamentos na situação de repouso, a Association for the Advancement of Medical Instrumentation (AAMI) e a British Hypertension Society (BHS) estabeleceram critérios mínimos de compatibilidade entre as medidas obtidas com esses aparelhos e com os métodos direto intra-arterial e indireto auscultatório manual^(2, 3). Já na situação de repouso, esses critérios podem ser questionados, visto que as medidas manuais direta e indireta nem sempre coincidem. Dessa forma, alguns equipamentos podem ser válidos em relação à medida direta, mas não em relação à indireta e vice-versa⁽²⁾.

Quanto à medida da pressão arterial com esses aparelhos durante o exercício, a situação é ainda mais crítica, uma vez que poucos desses equipamentos foram validados nessa situação e, mesmo os que foram, seguiram os critérios de repouso que talvez não sejam adequados à situação de exercício⁽²⁾. Apesar dessas limitações, White e colaboradores⁽¹²⁾ compararam os resultados obtidos em três monitores auscultatórios e um oscilométrico com a medida intra-arterial da pressão arterial no repouso e no exercício em cicloergômetro em 100 W. Esses autores concluíram que alguns dos monitores auscultatórios mais utilizados comercialmente podem ser relativamente precisos para a medida da pressão arterial em repouso, mas podem apresentar erros grosseiros durante o exercício. Além disso, o monitor oscilométrico não foi capaz de executar medidas durante o exercício. Cabe ressaltar que a intensidade de exercício utilizada foi baixa, de modo que exercícios mais intensos poderiam trazer erros ainda maiores. Quanto aos monitores com o método pletismográfico, Idema e colaboradores⁽¹⁸⁾ concluíram que as medidas da pressão arterial diastólica e média avaliadas no dedo pelo Finapress (Ohmeda) durante o exercício representam razoavelmente as medidas intra-arte-

riais, porém a medida sistólica desse equipamento os superestima excessivamente. Dessa forma, os conhecimentos atuais indicam que os monitores automáticos tanto clínicos como ambulatoriais não devem ser utilizados no exercício.

RESPOSTA PRESSÓRICA DURANTE O EXERCÍCIO

Apesar dos problemas metodológicos apresentados acima, a medida da pressão arterial tem sido realizada durante e após o exercício, principalmente com o método direto ou o método indireto auscultatório manual. Essas medidas têm levado à conclusão de que a resposta pressórica

ao exercício físico depende do tipo de exercício realizado (isotônico ou isométrico) e da intensidade, da duração e da massa muscular envolvidas no exercício.

Durante a execução de exercícios isotônicos, ou seja, aqueles nos quais a contração muscular é seguida de movimento dos segmentos corporais⁽¹⁹⁾ (como, por exemplo, corrida, ciclismo, natação e dança), precisa ocorrer aumento do fluxo sanguíneo para a musculatura ativa. Para tanto, observa-se aumento do débito cardíaco, mediado pelo aumento da frequência cardíaca e do volume sistólico, e vasodilatação da musculatura ativa, o que reduz a resistência vascular periférica. Esses ajustes hemodinâmicos resultam na elevação da pressão arterial sistólica e na manutenção ou mesmo queda da pressão arterial diastólica^(13, 17, 20, 21).

Nesse tipo de exercício, quanto maior a intensidade, maior a necessidade de sangue e, portanto, maior o aumento do débito cardíaco e, conseqüentemente, da pressão arterial sistólica^(20, 21) (Figura 1, painel A). Por outro lado, o aumento da intensidade do exercício promove aumento ainda maior da vasodilatação periférica, de modo que os níveis pressóricos diastólicos se mantêm^(20, 21). Quanto à duração do exercício isotônico, ela não afeta os níveis pressóricos, que são mantidos ao longo de todo o exercício⁽²²⁾ (Figura 1, painel B). Porém, a maior massa muscular acarreta maior vasodilatação, de modo que a pressão arterial se eleva menos num exercício de mesma intensidade realizado com massa muscular maior⁽²⁰⁾.

Durante a execução do exercício isométrico, aquele no qual ocorre contração da musculatura sem movimento dos segmentos corporais⁽¹⁹⁾ (como, por exemplo, levantamento de peso), a necessidade de sangue para a musculatura ativa também está aumentada, porém a contração do músculo impede mecanicamente o aporte de sangue a essa região. Dessa forma, nesse tipo de exer-

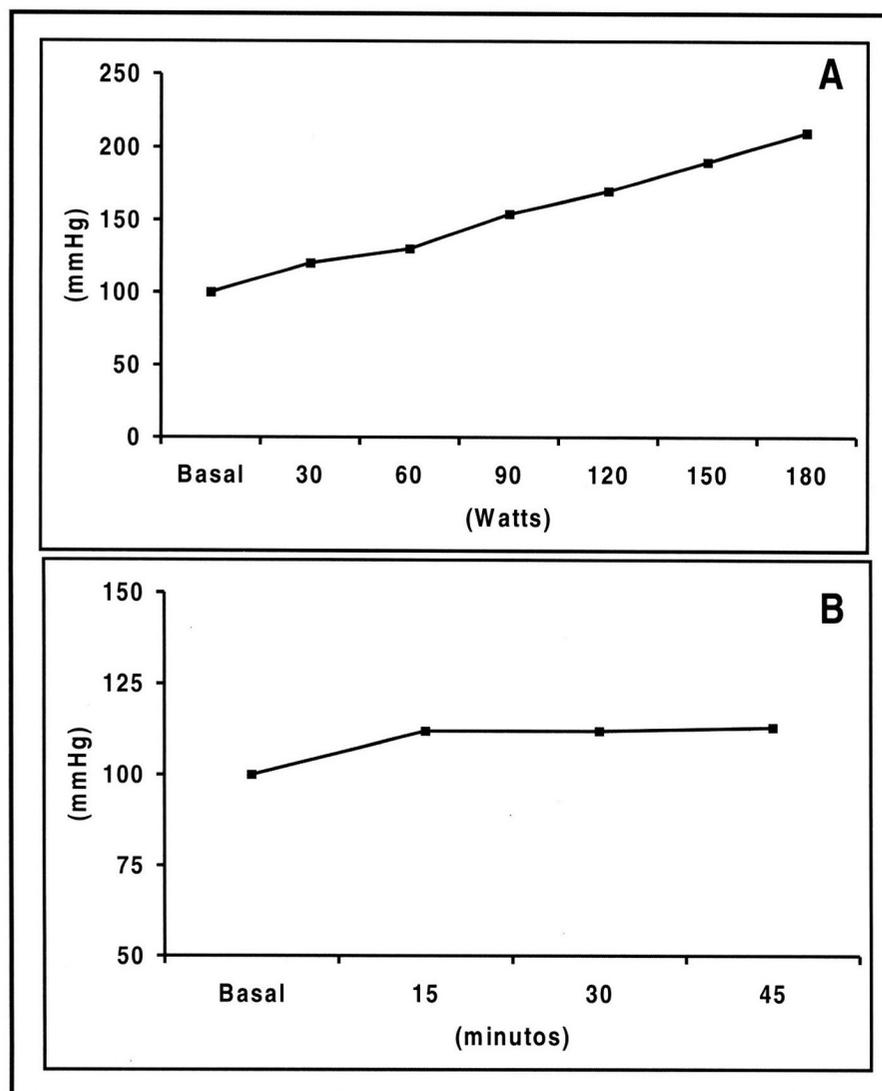


Figura 1. Resposta da pressão arterial sistólica, medida pelo método auscultatório, em um indivíduo, durante sessão de exercício físico isotônico de intensidade progressiva (painel A) e de intensidade mantida e duração prolongada (painel B).

cício, o débito cardíaco se eleva pouco, devido exclusivamente ao aumento da frequência cardíaca. Assim, a resistência vascular periférica não se altera ou mesmo aumenta, provocando elevação acentuada tanto da pressão arterial sistólica como da diastólica^(19, 20). Nesse tipo de exercício, quanto maior a intensidade, maior a estimulação simpática e, portanto, maior a elevação dos níveis pressóricos sistólicos e diastólicos⁽¹⁹⁾ (Figura 2). Da mesma forma, a duração do exercício também provoca aumento da atividade nervosa simpática e, conseqüentemente, dos níveis pressóricos^(19, 23, 24) (Figura 2). Quanto à massa muscular, quanto maior ela for, maior será a região comprimida pelo músculo contraído e, conseqüentemente, maior será a resposta pressórica sistólica e diastólica^(23, 24).

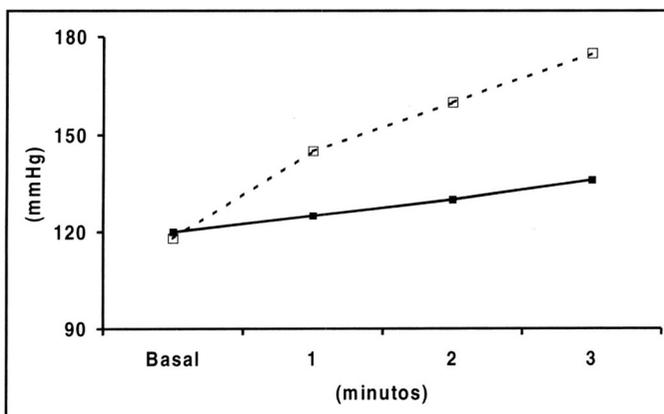


Figura 2. Resposta da pressão arterial sistólica, medida pelo método auscultatório, em um indivíduo, durante uma sessão de exercício físico isométrico realizado por três minutos em 10% (linha contínua) e 30% (linha tracejada) da força voluntária máxima (FVM).

Comumente, durante o treinamento de força, os atletas de halterofilismo e fisiculturismo realizam exercícios localizados isotônicos de altíssima intensidade, o que confere a esse exercício um componente isométrico bastante elevado. Desse modo, nesse tipo de exercício, os níveis pressóricos sistólicos e diastólicos elevam-se durante a fase concêntrica do movimento (ou seja, quando se ganha do peso) e diminuem durante a fase excêntrica (ou seja, quando se cede ao peso). Entretanto, à medida que as repetições vão se somando, as pressões arteriais sistólica e diastólica, tanto durante a fase concêntrica como durante a fase excêntrica, vão se elevando de

forma semelhante ao exercício isométrico⁽²⁵⁾.

RESPOSTA PRESSÓRICA APÓS O EXERCÍCIO

Diversos estudos⁽²⁶⁻³⁷⁾ têm verificado que, após uma única sessão de exercício físico, os níveis pressóricos permanecem inferiores àqueles medidos pré-exercício ou àqueles medidos em um dia controle sem a execução de exercícios físicos, o que tem sido denominado hipotensão pós-exercício (Figura 3).

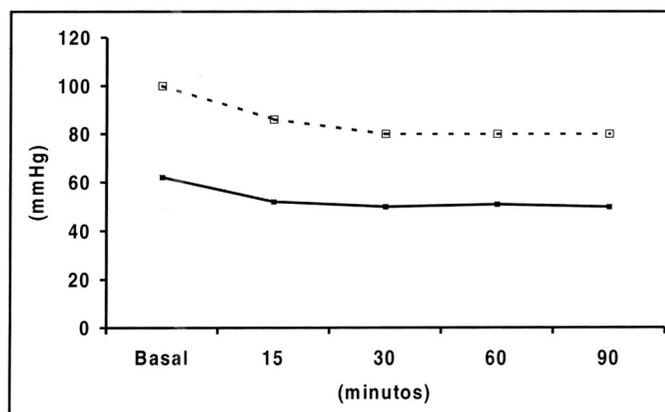


Figura 3. Resposta das pressões arteriais sistólica (linha tracejada) e diastólica (linha contínua) medidas em um indivíduo antes (basal) e aos 15, 30, 60 e 90 minutos após uma sessão de 45 minutos de exercício em cicloergômetro, em 50% do consumo máximo de oxigênio.

De fato, após o exercício, a vasodilatação da musculatura exercitada permanece em decorrência de vários fatores, entre eles: a) a atuação dos metabólitos locais produzidos durante o exercício⁽³²⁾; b) a necessidade da vasodilatação da pele para eliminar o calor produzido pelo exercício⁽²⁹⁾; c) a liberação de opióides endógenos⁽³⁴⁾; d) a redução da atividade nervosa simpática periférica^(26, 28, 31); e e) a diminuição da sensibilidade alfa-adrenérgica⁽³⁸⁾. Todos esses aspectos auxiliam na manutenção da vasodilatação e, conseqüentemente, na redução da resistência vascular periférica, levando à diminuição da pressão arterial⁽²⁶⁾. Além disso, em idosos hipertensos⁽³⁰⁾ e ratos hipertensos⁽³⁶⁾, a redução da pressão arterial também está relacionada à diminuição do débito cardíaco decorrente de redução do volume sistólico.

A queda pressórica tem sido observada em diferentes populações, apresentando diferentes magnitudes e durações. Wilcox e colaboradores⁽³⁷⁾ verificaram que a hipotensão pós-exercício é maior em indivíduos hipertensos que em normotensos, chegando a 40 mmHg e 30 mmHg de queda, respectivamente. Quanto à duração, alguns autores⁽³⁵⁾ observaram que ela só perdurava por uma hora, enquanto outros⁽³³⁾ observaram essa queda por até 13 horas após a sessão de exercício. Além disso, um estudo de nosso laboratório⁽²⁷⁾ verificou que as médias das pressões arteriais sistólica, diastólica e média nas 22 horas após a execução de uma sessão de exercício eram menores que as médias observadas em um dia controle sem a execução de exercícios físicos.

Esses dados têm importância clínica bastante grande, na medida em que demonstram a possível influência do exercício anterior numa medida de pressão arterial realizada pós-exercício ou mesmo nos níveis pressóricos de 24 horas, o que pode influenciar o diagnóstico de hipertensão.

CONCLUSÕES

Pelo exposto, verifica-se que, apesar de a medida da pressão arterial durante o exercício físico ser utilizada rotineiramente, tanto na avaliação clínica como em pesquisas científicas, os

métodos empregados apresentam uma série de limitações e erros que devem ser de conhecimento dos indivíduos que estão fazendo essas medidas. A medida direta intra-arterial modifica os valores sistólicos de acordo com o local de medida, de modo que os valores distais são maiores que os medidos na aorta e essa diferença se amplia durante o exercício. Assim, nessa condição, a medida indireta auscultatória manual parece ser mais efetiva para essa aferição da pressão sistólica aórtica que as medidas intra-arteriais braquial ou radial. Quanto à medida da pressão arterial diastólica no exercício, os valores obtidos pelo método auscultatório manual apresentam discrepâncias inadmissíveis em relação aos valores intra-arteriais, não devendo ser utilizados nessa situação. Apesar desses problemas, as respostas pressóricas durante e após o exercício físico têm sido investigadas e dependem do tipo, da intensidade e da duração do exercício, sendo também influenciadas pela massa muscular exercitada. Além disso, após a execução de uma sessão de exercício, observa-se queda da pressão arterial que pode perdurar por 24 horas, podendo influenciar o diagnóstico de hipertensão. Assim, para a medida clínica da pressão arterial ou mesmo para a realização da monitorização ambulatorial da pressão arterial (MAPA), deve-se instruir o paciente a não realizar exercícios nas 24 horas anteriores.

BLOOD PRESSURE MEASUREMENT DURING EXERCISE

Cláudia Lúcia de Moraes Forjaz, Taís Tinucci

Exercise and post-exercise blood pressure levels have been extensively used in clinical and experimental evaluations. However, there are many limitations and errors associated to the techniques normally employed to make blood pressure measurements in these conditions. Intra-arterial systolic blood pressure increases when the site of measurement is moved distally and the difference becomes greater during exercise. Thus, manual auscultatory blood pressure is considered better than brachial and radial intra-arterial blood pressure to estimate aortic systolic blood pressure behavior. On the other hand, manual auscultatory diastolic blood pressure during exercise presents values totally discrepant from intra-arterial measurements, being considered inappropriate for exercise evaluations. Beside these problems, blood pressure responses to exercise have been extensively investigated and they seems to be affected by exercise type, intensity and duration, and also by the muscle mass involved in the exercise. Isotonic exercises increase systolic blood pressure, without affecting diastolic levels, while isometric exercises produce greater increases in both, systolic and diastolic blood pressures. Moreover, after a single bout of exercise, it has been observed a significant and prolonged fall in blood pressure levels. Thus, the use of blood pressure values measured during and after exercise must be done with caution, taking into consideration the limitations of the techniques employed for blood pressure measurement.

Key words: blood pressure measurement, exercise, hypertension.

Rev Bras Hipertens 2000;1:79-87

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Baltimore: Williams & Wilkins; 1995.
2. Giffin SE, Robergs RA, Heyward VH. Blood pressure measurement during exercise: a review. *Med Sci Sports Exerc* 1997;29:149-59.
3. Lightfoot JT. Can blood pressure be measured during exercise? A review. *Sports Med* 1991;12:290-301.
4. White WB, Berson AS, Robbins C, Jamieson MJ, Prisant LM, Roccella E, et al. National standard for measurement of resting and ambulatory blood pressures with automated sphygmomanometers. *Hypertension* 1993;21:504-9.
5. Cummins RO, ed. Suporte Avançado de Vida em Cardiologia. American Heart Association, FUNCOR, 1997.
6. Kroeker EJ, Wood EH. Comparison of simultaneously recorded central and peripheral arterial pressure pulses during rest, exercise and tilted position in man. *Circ Res* 1955;3:623-32.
7. Rowel LB, Brengelbermann GL, Blackmon JR, Bruce RA, Murray JA. Disparities between aortic and peripheral pulse pressures induced by upright exercise and vasomotor changes in man. *Circulation* 1968;7:954-64.
8. Pierin AMG, Gomes MAM, Veiga EV, Nogueira MS, Lima NKC, Nobre F. Medida da pressão arterial. In: Mion Jr D, Nobre F, Oigman W, eds. MAPA: Monitorização Ambulatorial da Pressão Arterial. São Paulo: Atheneu; 1998.
9. Robinson TE, Sue DY, Huszczuk A, Weiler-Ravell D, Hansen JE. Intra-arterial and cuff blood pressure responses during incremental cycle ergometry. *Med Sci Sports Exerc* 1988;20:142-9.
10. Rasmussen PH, Staats BA, Driscoll KC, Beck KC, Bonekat W, Wilcox WD. Direct and indirect blood pressure during exercise. *Chest* 1985;87:743-8.

11. Van Berger FH, Weatherhead DS, Treloar AE, Dobkin AB, Buckley JJ. Comparison of indirect and direct methods of measuring arterial blood pressure. *Circulation* 1954;10:481-90.
12. White WB, Lund-Johansen P, Omvik P. Assessment of four ambulatory blood pressure monitors and measurements by clinicians versus intraarterial blood pressure at rest and during exercise. *Am J Cardiol* 1990;65:60-6.
13. Nagle FJ, Naughton J, Balje B. Comparison of direct and indirect blood pressure with pressure-flow dynamics during exercise. *J Appl Physiol* 1966;21:317-20.
14. Turjanmaa V. Determination of blood pressure level and changes in physiological situations: comparison of the standard cuff method with direct intraarterial recordings. *Clin Physiol* 1989;9:273-87.
15. Gould BA, Hornung RS, Altman DG, Cashman PMM, Raftery EB. Indirect measurement of blood pressure during exercise testing can be misleading. *Br Heart J* 1985;53:611-5.
16. Henshel A, Vega F, Taylor HL. Simultaneous direct and indirect blood pressure measurements in man at rest and work. *J Appl Physiol* 1954;6:506-8.
17. Palatini P. Exercise hemodynamics in normotensive and the hypertensive subject. *Clin Sci* 1994;87:275-87.
18. Idema RN, Meiracker AH, Imholz BPM, Veld AJM, Settels JJ, Eck HJR, et al. Comparison of Finapres non-invasive beat-to-beat finger blood pressure with intrabrachial artery pressure during and after bicycle ergometry. *J Hypertens* 1989;7:S58-S59.
19. Asmussen E. Similarities and dissimilarities between static and dynamic exercise. *Circ Res* 1981;48:I3-I10.
20. Bezucha GR, Lenser MC, Hanson PG, Nagle FJ. Comparison of hemodynamic responses to static and dynamic exercise. *J Appl Physiol* 1982;53:1589-93.
21. Montain SJ, Jilka SM, Ehsani AA, Hagberg JM. Altered hemodynamics during exercise in older essential hypertensive subjects. *Hypertension* 1988;12:479-84.
22. Ray CA. Muscle sympathetic nerve responses to prolonged one-legged exercise. *J Appl Physiol* 1993;74:1719-22.
23. Seals DR, Wasburn RA, Hanson PG, Painter PL, Nagle FJ. Increased cardiovascular response to static contraction of larger muscle groups. *J Appl Physiol* 1983;54:434-7.
24. Seals DG. Influence of active muscle size on sympathetic nerve discharge during isometric contractions in humans. *J Appl Physiol* 1993;75:1426-31.
25. MacDougall JD, Tuxen D, Sale DG, Moroz JR, Sutton JR. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *J Appl Physiol* 1985;58:785-90.
26. Cleroux J, Kouamè N, Nadeau A, Coulombe D, Lacourcière Y. After effects of exercise on regional and systemic hemodynamics in hypertension. *Hypertension* 1992;19:183-91.
27. Forjaz CLM, Mion Jr D, Negrão CE. The fall in blood pressure following a single bout of endurance exercise is sustained for 24 hours. *Hypertension* 1995;25:1400.
28. Forjaz CLM, Ramires PR, Tinucci T, Ortega KC, Salomão HEH, Egnês EC, et al. Post-exercise responses of muscle sympathetic nerve activity, and blood flow to hyperinsulinemia in humans. *J Appl Physiol* 1999;87:824-9.
29. Franklin PJ, Green DJ, Cable NT. The influence of thermoregulatory mechanisms on post-exercise hypotension in humans. *J Physiol* 1993;470:231-41.
30. Hagberg JM, Montain SJ, Martin WH. Blood pressure and hemodynamic responses after exercise in older hypertensives. *J Appl Physiol* 1987;63:270-6.
31. Halliwill JR, Taylor JA, Eckberg DL. Impaired sympathetic vascular regulation in humans after acute dynamic exercise. *J Physiol* 1996;495:279-88.
32. Hussain ST, Smith RE, Medbak S, Wood RFM, Whipp BJ. Haemodynamic and metabolic responses of the lower limb after high intensity exercise in humans. *Exper Physiol* 1996;81:173-87.
33. Pescatello LS, Fargo AE, Leach Jr CN, Scherzer HH. Short-term effect of dynamic exercise on arterial blood pressure. *Circulation* 1991;83:1557-61.
34. Shyu BC, Thorén P. Circulatory events following spontaneous muscle exercise in normotensive and hypertensive rats. *Acta Physiol Scand* 1976;128:515-24.
35. Somers VK, Conway J, Coats A, Isea J, Sleight P. Postexercise hypotension is not sustained in normal and hypertensive humans. *Hypertension* 1991;18:211-5.

36. Véras-Silva AS, Mattos KC, Ida F, Negrão CE, Krieger EM. Post-exercise hypotension in spontaneously hypertensive rats is produced by a decrease in cardiac output. *Hypertension* 1995;25:1375.
37. Wilcox RG, Bennett T, Brown AM, MacDonald IA. Is exercise good for high blood pressure? *Br Med J* 1982;285:767-9.
38. Patil RD, DiCarlo SE, Collins HL. Acute exercise enhances nitric oxide modulation of vascular response to phenylephrine. *Am J Physiol* 1993;265:H1184-8.