



# Exercícios Resistidos e Sistema Cardiovascular

Cláudia Lúcia de Moraes Forjaz  
Cláudio Chaim Rezk  
Crivaldo Gomes Cardoso Júnior  
Taís Tinucci

Até alguns anos atrás, apenas os exercícios aeróbios eram recomendados e utilizados para a melhora e manutenção da saúde cardiovascular. De fato, até então, os exercícios resistidos eram ignorados quando a preocupação estava voltada para o sistema cardiovascular. Isso fez com que, por muitos anos, pouquíssimos estudos fossem desenvolvidos para avaliar o efeito dos exercícios resistidos na função cardiovascular. Entretanto, mais recentemente, o interesse científico tem crescido em relação a esses efeitos. Assim, embora existam poucos estudos e ainda haja muita controvérsia, este capítulo discutirá o conhecimento atual sobre os efeitos agudos e crônicos do exercício resistido no sistema cardiovascular.

## Caracterização dos exercícios resistidos

O termo exercício resistido vem sendo utilizado na área da saúde para denominar o que os profissionais de educação física chamam de: exercício de força, exercício com pesos, exercício localizado, exercício de resistência muscular localizada ou, ainda, musculação (o termo mais conhecido). Trata-se de um tipo de exercício no qual a contração muscular é realizada por um determinado segmento corporal, contra uma força que se opõe ao movimento, ou seja, contra uma resistência que pode ser oferecida por equipamentos de musculação, pesos livres, elásticos, outros acessórios ou pelo peso do próprio corpo<sup>12</sup>. Em geral, os exercícios resistidos são realizados em séries (seqüências contínuas de repetições do movimento) separadas por intervalos com duração variada, que podem ser ativos ou passivos.

Classicamente, quando se fala em exercícios de musculação, é comum se pensar em exercícios com grandes quantidades de pesos, em hipertrofia, em halterofilistas ou fisiculturistas; contudo, os exercícios resistidos podem ser realizados com diferentes intensidades, de acordo com o objetivo do praticante. Assim, exercícios resistidos realizados com baixa carga – 40% a 50% de uma repetição máxima (1 RM = máxima carga com a qual o indivíduo consegue realizar apenas um movimento de forma correta) –, grande número de repetições (20 a 30) ou longo tempo de execução (30 s a 2 min) e pausas curtas entre as séries propiciam melhora, sobretudo da resistência muscular, ou seja, da capacidade do músculo em suportar esforços prolongados; porém, produzem pouco aumento da força<sup>12,51</sup>. Dessa forma, esse tipo de exercício é chamado de exercício de resistência muscular localizada. Por outro lado, quando os exercícios resistidos são realizados com cargas acima de 75% de 1 RM, com poucas repetições (até 12) e com pausas longas entre as séries, promovem hipertrofia e um grande aumento da força muscular, sem, no entanto, alterar muito a resistência muscular<sup>12,51</sup>. Dessa forma, esse tipo de exercício pode ser chamado de exercício de força/hipertrofia.

Diante do exposto, fica claro que a escolha de um exercício de intensidade alta ou baixa deve se basear nos objetivos do trabalho a ser realizado, levando-se em consideração os aspectos de segurança e as adaptações desejadas<sup>12</sup>. As adaptações musculares aos exercícios resistidos de alta e baixa intensidade são diferentes porque as características mecânicas desses exercícios (componentes dinâmico e estático) são bastante distintas.

A contração muscular dinâmica caracteriza-se por uma contração na qual há produção de tensão no músculo, seguida de movimento articular<sup>4,15</sup>. Essa contração é conhecida também como isotônica. Em contrapartida, a contração estática, também chamada de isométrica, caracteriza-se pela contração muscular na qual o tamanho do músculo permanece constante, ou seja, gera-se tensão muscular, mas não há movimento articular<sup>4,12,15</sup>. Embora do ponto de vista didático a distinção do tipo de exercício (dinâmico ou estático) seja bastante apropriada, na prática a maioria dos exercícios caracteriza-se pela combinação dessas duas formas<sup>4</sup>. Assim, os exercícios resistidos realizados com baixa intensidade apresentam predominantemente características dinâmicas, enquanto os exercícios em alta intensidade, mesmo que realizados com movimentos articulares, apresentam grande componente isométrico. Porém, os exercícios de baixa intensidade podem apresentar um componente isométrico importante se forem realizados até a fadiga concêntrica (momento em que o indivíduo não é mais capaz de repetir o movimento).

Da mesma forma que as características mecânicas distintas dos exercícios resistidos de alta e baixa intensidade resultam em alterações musculares diferentes, elas também promovem alterações cardiovasculares agudas e crônicas distintas, que serão discutidas a seguir.

## **Respostas cardiovasculares agudas aos exercícios dinâmicos e estáticos**

A realização do exercício físico estático apresenta algumas peculiaridades quando comparada à do exercício físico dinâmico. Enquanto o exercício dinâmico apresenta contração pulsátil, seguida de aumento expressivo no fluxo sanguíneo muscular, o estático apresenta uma contração mantida da musculatura esquelética exercitada<sup>4</sup>. Dessa forma, essa contração promove aumento da pressão intramuscular e comprime os vasos arteriais

dentro do músculo ativo. A partir da intensidade de 15% da contração voluntária máxima (CVM - força máxima gerada numa contração isométrica) já é possível verificar impedimento progressivo do fluxo sanguíneo muscular e, em intensidades superiores a 70% da CVM, ocorre a oclusão vascular completa<sup>2,7,17</sup>, o que promove deficiência no fornecimento de oxigênio para o músculo ativo e culmina em desequilíbrio entre a oferta e a demanda de oxigênio.

No exercício dinâmico, as adaptações cardiovasculares são estimuladas pelo aumento da atividade nervosa simpática e pela redução da parassimpática, que ocorrem principalmente por causa da ativação do comando central e de mecanorreceptores musculares e articulares<sup>45</sup>. Essas modificações neurais resultam no aumento da frequência cardíaca, do volume sistólico e, conseqüentemente, do débito cardíaco<sup>4,35,38</sup>. Além disso, durante o exercício isotônico ocorre vasodilatação na musculatura ativa provocada, principalmente, pela liberação de fatores locais, como metabólitos e óxido nítrico, o que promove a queda da resistência vascular periférica<sup>38</sup>. Dessa forma, durante exercícios dinâmicos observa-se aumento da pressão arterial sistólica e manutenção ou queda da pressão arterial diastólica<sup>4,35,38</sup>. Todas essas adaptações permitem dizer que o exercício dinâmico caracteriza-se por ser um exercício que promove uma sobrecarga volumétrica no sistema cardiovascular, ou seja, promove, sobretudo, um aumento do fluxo sanguíneo.

Por outro lado, durante o exercício isométrico, a ação mecânica da musculatura sobre os vasos sanguíneos impede a saída dos metabólitos produzidos (lactato, hidrogênio, fosfato, adenosina, potássio, entre outros), fazendo-os se acumular no músculo, o que estimula os quimiorreceptores musculares<sup>45</sup> e resulta no aumento da atividade nervosa simpática, levando ao aumento da frequência cardíaca e da contratilidade do coração<sup>16,47</sup>. Porém, nesse exercício, em paralelo às modificações neurais, a oclusão do fluxo sanguíneo muscular diminui o retorno venoso e aumenta a pós-carga, o que faz com que o volume sistólico não sofra alterações importantes<sup>16</sup>. Assim, o débito cardíaco aumenta pouco, sobretudo em virtude do aumento da frequência cardíaca<sup>16,47</sup>. Porém, a resistência vascular periférica aumenta expressivamente, provocando grande elevação da pressão arterial tanto sistólica quanto diastólica<sup>16,47</sup>. Dessa forma, os exercícios estáticos caracterizam-se por promoverem grande sobrecarga de pressão ao sistema cardiovascular.

Apesar de estarem bem definidas as respostas cardiovasculares aos exercícios puramente estáticos ou dinâmicos, os exercícios resistidos apresentam os dois componentes com maior ou menor predominância, de modo que é importante discutir as respostas cardiovasculares a esse tipo de exercício.

## **Respostas cardiovasculares agudas ao exercício resistido**

As respostas cardiovasculares aos exercícios resistidos foram pouco estudadas. Entretanto, os estudos existentes<sup>20,28,31,32,36,53</sup> verificaram que, à medida que as repetições se sucedem ao longo de uma série de exercício, a frequência cardíaca e as pressões arteriais sistólica e diastólica aumentam progressivamente, atingindo os valores mais altos nas últimas repetições<sup>28,31</sup> (Figura 14.1).

Assim, nesse tipo de exercício as pressões arteriais sistólica e diastólica aumentam consideravelmente<sup>11,19,20,23,28,32,36,37,39,46,52,53</sup> (Tabela 14.1), e os valores máximos atingidos variam entre 155/87<sup>19</sup> e 360/234<sup>46</sup> mmHg.

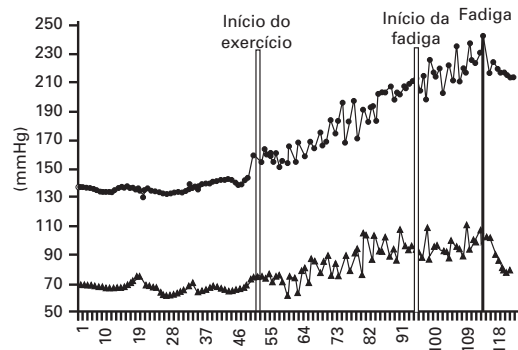


Figura 14.1 – Pressões arteriais sistólica (círculos) e diastólica (triângulos) medidas na artéria radial durante uma série do exercício de extensão de pernas em 40% de uma repetição máxima (1 RM).

| Autor                           | Casuística                      | Exercício                                  | Medida da pressão arterial | Resposta máxima (mmHg)       |
|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Fleck and Dean <sup>11</sup>    | Atletas<br>Novatos<br>Controles | 50%, 70%, 80%<br>e 90% de 1 RM             | Intra-arterial             | PAS = 190<br>PAD = 150       |
| Harris e Holly <sup>19</sup>    | Hipertensos                     | 40% de 1 RM                                | Auscultatória              | PAS = 155±12<br>PAD = 87±11  |
| Haslam et al. <sup>20</sup>     | Cardiopatas                     | 20%, 40%, 60%<br>e 80% de 1 RM             | Intra-arterial             | PAS = 215±17<br>PAD = 124±6  |
| Lamotte et al. <sup>23</sup>    | Cardiopatas                     | 40% e 70% de 1 RM                          | Pletismografia             | PAS = 213±25                 |
| MacDougall et al. <sup>28</sup> | Atletas                         | 95% de 1 RM                                | Intra-arterial             | PAS = 320<br>PAD = 250       |
| MacCartney et al. <sup>32</sup> | Saudáveis                       | 60% e 80% de 1 RM                          | Intra-arterial             | PAS = 260±9<br>PAD = 175±12  |
| Nery <sup>36</sup>              | Saudáveis<br>Hipertensos        | 40%, 80% e 100%<br>de 1 RM                 | Intra-arterial             | PAS = 231±16<br>PAD = 128±11 |
| Oliver et al. <sup>37</sup>     | Cardiopatas                     | 50% de 1 RM                                | Intra-arterial             | PAS = 180±14<br>PAD = 116±7  |
| Palatini et al. <sup>39</sup>   | Hipertensos<br>Normotensos      | 90% de 1 RM                                | Intra-arterial             | PAS = 345<br>PAD = 245       |
| Sale et al. <sup>46</sup>       | Saudáveis                       | 50%, 70%, 80%, 85%,<br>85% e 87,5% de 1 RM | Intra-arterial             | PAS = 360<br>PAD = 234       |
| Wescott e Howes <sup>52</sup>   | Jovens<br>Idosos                | 10 RM, 10 RM – 2 kg<br>10 RM – 4,5 kg      | Auscultatório              | PAS = 165±5<br>PAD = 75±3    |
| Wiecek et al. <sup>53</sup>     | Cardiopatas                     | 40% e 60% de 1 RM                          | Intra-arterial             | PAS = 249±16<br>PAD = 152±12 |

Tabela 14.1 – Estudos que mediram a pressão arterial durante o exercício resistido.

Diversos fatores podem explicar os diferentes valores encontrados<sup>27</sup>, sendo os principais a forma de medição da pressão arterial, a intensidade do exercício, o fato de se atingir a fadiga concêntrica e a massa muscular envolvida no exercício.

Em relação à técnica de medida da pressão arterial, é possível observar na Tabela 14.1 que os estudos<sup>19,52</sup> que verificaram os menores valores de pressão arterial mediram-na com a técnica auscultatória. De fato, Wiecek et al.<sup>53</sup> verificaram que a medida auscultatória da pressão arterial no membro inativo durante o exercício resistido subestima os valores intra-arteriais sistólicos em aproximadamente 13%, e a medida imediatamente após a finalização do exercício subestima-os em mais de 30%. Dessa forma, a medida indireta auscultatória não é válida nessa situação e, por esse motivo, não deve ser utilizada na prática clínica.

Quanto ao efeito da intensidade do exercício, tem sido verificado que para o mesmo número de repetições, quanto maior for a intensidade maior será o aumento da pressão arterial e da frequência cardíaca<sup>20</sup>. Contudo, se exercícios de diferentes intensidades forem realizados até a fadiga concêntrica, o mesmo valor máximo de pressão arterial será atingido<sup>36</sup>. De modo semelhante, comparando-se exercícios de intensidades mais baixas realizados até a fadiga ao exercício de 1 RM, a elevação da pressão arterial é maior no exercício de menor intensidade, devido ao maior número de repetições<sup>11, 36</sup>. Dessa forma, a resposta cardiovascular nesse tipo de exercício depende tanto da intensidade quanto do número de repetições e, principalmente, de a fadiga concêntrica ser ou não atingida.

Um outro fator que pode influenciar a resposta cardiovascular é a massa muscular envolvida no exercício. Nesse sentido, com a mesma intensidade e o mesmo número de repetições, o exercício com maior massa muscular produz aumento mais significativo da pressão arterial e da frequência cardíaca<sup>20,31,32</sup>.

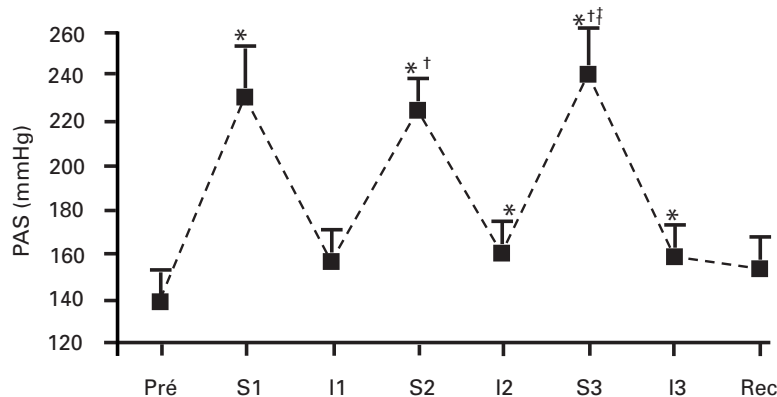
Além das características do exercício, a execução da manobra de Valsalva durante o mesmo também aumenta a resposta da pressão arterial<sup>27</sup>. É importante ressaltar, no entanto, que a execução dessa manobra é inevitável em exercícios com intensidade igual ou superior a 80% de 1 RM<sup>31</sup>.

Um outro aspecto interessante é o fato de que freqüentemente os exercícios resistidos são realizados em várias séries consecutivas intercaladas por períodos variáveis de pausas. No entanto, em pessoas com problemas cardiovasculares, como cardiopatas<sup>23</sup> e hipertensos<sup>36</sup>, a pausa curta não permite uma recuperação completa da pressão arterial sistólica, fazendo com que seu acréscimo nas séries subseqüentes seja ainda maior (Figura 14.2).

Em resumo, os exercícios resistidos promovem, durante sua execução, uma sobrecarga ao sistema cardiovascular, a qual é evidenciada pelo aumento expressivo do duplo produto, podendo atingir valores semelhantes aos obtidos num teste ergométrico máximo<sup>20,31</sup>. O controle dessa sobrecarga pode ser feito reduzindo-se a intensidade e a massa muscular envolvidas no exercício, e evitando-se a manobra de Valsalva e a fadiga concêntrica, ou seja, interrompendo-se o exercício quando a velocidade de movimento diminuir ou se observar apnéia do executante. Além disso, deve-se programar um período de pausa suficiente entre as séries para que a pressão arterial retorne aos valores basais.

## Respostas cardiovasculares pós-exercício resistido

Outro aspecto importante no estudo das respostas cardiovasculares agudas aos exercícios resistidos e que ajuda a entender o evento de forma mais completa é a análise do comportamento do sistema cardiovascular após a realização de uma única sessão desses exercícios. Como dito em capítulos anteriores, as respostas cardiovasculares após o



**Figura 14.2** – Valores da pressão arterial sistólica (PAS) intra-arterial, medidos em cinco pacientes hipertensos, antes (Pré), durante e 3 minutos depois (Rec) da execução de três séries (S) máximas do exercício de extensão de pernas na intensidade de 40% de uma repetição máxima (1 RM) e com intervalos (I) de 45 segundos entre as séries. \* = diferente do pré; † = diferente do intervalo anterior; †† = diferente de S1.

exercício aeróbio já estão bem demonstradas, sendo evidente a ocorrência do que é chamado de hipotensão pós-exercício, ou seja, os valores da pressão arterial pós-exercício são menores que os observados antes de sua realização<sup>14,26</sup>. Porém, a existência desse fenômeno após a realização do exercício resistido ainda é controversa e será discutida a seguir.

Com relação à pressão arterial, tem-se verificado aumento<sup>13</sup>, manutenção<sup>13,44</sup> ou mesmo diminuição<sup>9,18,33,43</sup> da pressão arterial sistólica, e manutenção<sup>9,13,44</sup> ou queda<sup>13,18,33,43</sup> da pressão arterial diastólica após a execução de exercícios resistidos. Um dos possíveis motivos para essa controvérsia parece ser a intensidade do exercício realizado, ou seja, o fato de o exercício ter maior componente isotônico ou isométrico pode influenciar também a resposta pós-exercício. Focht e Koltyn<sup>13</sup> observaram aumento da pressão arterial sistólica e manutenção da diastólica após uma sessão de exercícios resistidos em 80% de 1 RM e, por outro lado, verificaram manutenção da pressão arterial sistólica e diminuição da diastólica após uma sessão de exercícios resistidos em 40% da CVM, sugerindo que os exercícios de menor intensidade possam ter maior efeito hipotensor. Nesse mesmo sentido, um estudo do nosso grupo<sup>43</sup> verificou que, tanto uma sessão de exercícios resistidos em 40% quanto em 80% de 1 RM promovem redução da pressão arterial sistólica, porém apenas a sessão menos intensa reduz a pressão arterial diastólica. Os resultados desse estudo são apresentados na Tabela 14.2. É interessante observar que apenas três estudos<sup>9,18,33</sup> investigaram essa problemática em pacientes hipertensos e todos eles observaram um efeito hipotensor do exercício prévio.

Alguns estudos mais recentes têm-se preocupado em verificar a duração desse efeito, avaliando para tanto a pressão arterial de 24 h pós-exercício pela monitoração ambulatorial da pressão arterial. Nesses estudos, Roltsch et al.<sup>44</sup> não encontraram alteração na pressão arterial após o exercício resistido, mas Hardy e Tucker<sup>18</sup>, investigando hipertensos, constataram redução na primeira hora, e, em um estudo do nosso grupo<sup>34</sup>, verificou-se queda da pressão arterial por até 10 horas pós-exercício em mulheres hipertensas em uso de captopril.

|                 | PAS  | PAM  | PAD  | RVP  | DC       | VS    | FC    |
|-----------------|------|------|------|------|----------|-------|-------|
| <b>40% 1 RM</b> | -4±2 | -4±1 | -4±1 | +1±2 | -0,3±0,1 | -9±2  | +10±2 |
| <b>80% 1 RM</b> | -4±1 | -2±1 | 0±1  | +5±2 | -0,5±0,2 | -12±3 | +12±2 |

Tabela 14.2 – Variação da pressão arterial sistólica (PAS – mmHg), média (PAM – mmHg) e diastólica (PAD – mmHg), da resistência vascular periférica (RVP – unidades), do débito cardíaco (DC – L/min), do volume sistólico (VS – mL/bat) e da frequência cardíaca (FC – bat/min) medida 30 min após a finalização de uma sessão de exercício resistido de intensidade baixa (40% de uma repetição máxima – 1 RM) e alta (80% de 1 RM).

A controvérsia apresentada se deve, inicialmente, ao fato de que poucos estudos foram desenvolvidos sobre o assunto. Além disso, os existentes empregaram protocolos de exercícios muito diferentes, utilizando variadas combinações de intensidade, número de séries, repetições, exercícios e intervalo entre as séries.

De modo um pouco diferente, a maioria dos estudos que avaliaram a resposta da frequência cardíaca após os exercícios resistidos observou que ela permanece elevada no período de recuperação<sup>13</sup>. De fato, no estudo de Rezk<sup>43</sup>, independentemente da intensidade do exercício, a frequência cardíaca permaneceu elevada por 90 min, devido ao aumento da atividade nervosa simpática cardíaca.

Entre os trabalhos que estudaram as respostas cardiovasculares pós-exercícios resistidos, nenhum dos publicados até hoje teve a preocupação de avaliar os mecanismos dessa resposta. Tentando compreender melhor esse evento, nosso estudo<sup>43</sup> observou que a queda da pressão arterial verificada após o exercício resistido de alta e baixa intensidade se deve à redução do débito cardíaco, provocada pela diminuição do volume sistólico (Tabela 14.2).

Assim, como se pode verificar, há indícios de que os exercícios resistidos podem provocar queda da pressão arterial após sua realização, porém o significado clínico dessa queda, bem como seus mecanismos, ainda precisa ser mais bem estudado.

## Efeito do treinamento resistido sobre o sistema cardiovascular

O treinamento resistido é utilizado na prática diária com o objetivo de promover melhoras no sistema musculoesquelético, aumentando a força, a potência e a resistência musculares, além de aumentar a densidade óssea<sup>12,51</sup>. Assim, como demonstrado anteriormente, os treinamentos resistidos de baixa e alta intensidade representam estímulos diferentes ao organismo e, portanto, resultam em adaptações musculares e cardiovasculares distintas.

Quando o treinamento resistido é feito visando a melhora da resistência muscular localizada, baixas cargas são empregadas. Esse tipo de exercício caracteriza-se por provocar sobrecarga volumétrica ao sistema cardiovascular. Assim, principalmente quando executado na forma de circuito, o treinamento resistido de baixa intensidade pode trazer, em longo prazo, adaptações semelhantes às observadas com esse tipo de treinamento e descritas em outros capítulos deste livro. Entretanto, nesse caso, as adaptações são mais modestas que as obtidas com o treinamento aeróbio clássico. Por outro lado, o treinamento de força/hipertrofia, realizado com alta intensidade, possui elevado componente isométrico e

resulta em grande sobrecarga de pressão sobre o sistema cardiovascular, de modo que em longo prazo, as adaptações obtidas são diferentes das verificadas com o treinamento aeróbio e serão discutidas a seguir (Tabela 14.3).

O treinamento de força/hipertrofia estimula o aumento da musculatura cardíaca, promovendo a chamada hipertrofia cardíaca; porém, diferentemente do observado com o treinamento aeróbio, a hipertrofia obtida não se acompanha de aumento expressivo da câmara interna do coração, sendo chamada de hipertrofia concêntrica<sup>25,48</sup>. Assim, após um período de treinamento resistido de alta intensidade, observa-se aumento da massa cardíaca proporcional ao aumento da massa magra e aumento também proporcional da câmara interna<sup>48</sup>. Todos esses fatores fazem com que, apesar da hipertrofia, o volume sistólico de repouso de atletas halterofilistas não seja diferente do de sedentários<sup>10</sup>. Em relação à resposta da frequência cardíaca, os dados são controversos. Alguns autores<sup>10</sup> verificaram redução da frequência cardíaca após um período de treinamento, enquanto outros<sup>25</sup> não observaram diferenças significantes. Independentemente da resposta da frequência cardíaca, o débito cardíaco de repouso não difere entre atletas de força e sedentários. Da mesma forma, a resistência vascular periférica total também não parece ser alterada pelo treinamento de força/hipertrofia<sup>10</sup>.

Uma questão cada vez mais presente na discussão sobre os efeitos do treinamento resistido de alta intensidade sobre o sistema cardiovascular diz respeito à sua influência na pressão arterial de indivíduos normotensos e hipertensos. Uma meta-análise recente, realizada por Cornelissen e Fagard<sup>6</sup>, concluiu que o treinamento resistido reduz a pressão arterial sistólica e a diastólica de repouso em 3,2 e 3,5 mmHg, respectivamente. Entre-

#### Estrutura e função cardíacas

|                                 |                                                     |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Hipertrofia concêntrica         | ↑ da parede ventricular<br>↑ proporcional da câmara |
| Volume sistólico                | →                                                   |
| Frequência cardíaca             | ↓ ou →                                              |
| Débito cardíaco                 | →                                                   |
| Resistência vascular periférica | →                                                   |
| Fluxo coronariano               | ?                                                   |
| Frequência de isquemias         | ?                                                   |

#### Normotensos

|                             |        |
|-----------------------------|--------|
| Pressão arterial sistólica  | → ou ↓ |
| Pressão arterial diastólica | → ou ↓ |

#### Hipertensos

|                             |                      |
|-----------------------------|----------------------|
| Pressão arterial sistólica  | →                    |
| Pressão arterial diastólica | → (↓ exercício leve) |

**Tabela 14.3** – Quadro ilustrativo dos efeitos do treinamento resistido de alta intensidade no sistema cardiovascular. ? = efeito não estudado

tanto, essa meta-análise incluiu apenas nove estudos, que englobaram diferentes populações (normotensos e hipertensos, com e sem medicamento) e, sobretudo, diferentes protocolos de treinamento (circuito, estático e clássico; com intensidades de 30% a 90% de 1 RM), de modo que os resultados obtidos não podem ser extrapolados para nenhuma situação específica. É interessante observar que vários estudos com normotensos<sup>29,30,40,46</sup> observaram queda da pressão arterial de repouso após o treinamento resistido, enquanto os estudos com hipertensos e treinamento de alta intensidade<sup>3,5,49</sup> não verificaram redução da pressão arterial. Um estudo realizado com hipertensos e treinamento de baixa intensidade<sup>19</sup> observou queda da pressão arterial diastólica de pequena magnitude. Diante desses dados, não há base científica para se recomendar o treinamento resistido para a redução da pressão arterial em hipertensos.

Outro aspecto relevante é o efeito do treinamento sobre a resposta da pressão arterial durante o exercício. Nesse sentido, três estudos<sup>11,32,46</sup> foram realizados. Em dois deles<sup>32,46</sup>, os níveis pressóricos para a mesma intensidade absoluta foram menores após o treinamento de força, porém os níveis pressóricos para a mesma intensidade relativa foram menores em um estudo<sup>11</sup>, iguais no outro<sup>32</sup> e maiores no terceiro<sup>46</sup>. Assim, o treinamento resistido reduz a pressão arterial para a mesma carga absoluta de trabalho, mas a resposta para a mesma intensidade relativa ainda não é conhecida. Cabe também ressaltar que todos esses estudos foram feitos com indivíduos normotensos, de modo que não há dados com a população hipertensa.

Diante do exposto, fica claro que o treinamento resistido, tanto de alta quanto de baixa intensidade, diferentemente do treinamento aeróbio, promove poucas modificações na função cardiovascular, visto que o volume sistólico, a frequência cardíaca, o débito cardíaco, a resistência vascular periférica e a pressão arterial são pouco modificados por esse tipo de treinamento. Por outro lado, também de modo distinto ao treinamento aeróbio, o treinamento resistido promove adaptações fundamentais na função musculoesquelética. Dessa forma, esses dois tipos de treinamento devem ser combinados em um programa de condicionamento físico visando à melhora da saúde, cada um deles tendo seus objetivos próprios.

## **Treinamento resistido em situações especiais – riscos *versus* benefícios**

### **Cardiopatias**

Antigamente, o treinamento resistido era contra-indicado para indivíduos portadores de cardiopatias. Entretanto, esses pacientes são normalmente idosos e sedentários, possuindo força e resistência musculares reduzidas, de modo que o treinamento resistido pode auxiliá-los na melhora desses fatores, contribuindo para sua saúde geral e sua qualidade de vida<sup>1,12</sup>. Além disso, evidências atuais têm demonstrado alguns efeitos benéficos do exercício resistido no controle de alguns fatores de risco, como a resistência à insulina e à obesidade<sup>42</sup>. Dessa forma, mais recentemente, algumas instituições de saúde, como o Colégio Americano de Ciências do Esporte<sup>1</sup>, têm recomendado os exercícios resistidos em complemento aos aeróbios para a prescrição visando à melhora da saúde. Entretanto, é importante analisar essa recomendação em relação a seus riscos e benefícios.

Como já dissemos, os exercícios resistidos tanto de alta quanto de baixa intensidade apresentam poucos efeitos sobre o sistema cardiovascular e, diferentemente do observado com o treinamento aeróbio<sup>8,24</sup>, não se sabe se eles têm algum efeito sobre o fluxo sanguíneo coronariano e/ou sobre o limiar de isquemia. Dessa forma, esse tipo de treinamento não deve ser usado como forma única de condicionamento na população portadora de cardiopatias, embora deva ser utilizado como complemento ao treinamento aeróbio, visando seus benefícios periféricos.

Em relação aos riscos, os exercícios resistidos de baixa intensidade e que não atinjam a fadiga concêntrica promovem menor sobrecarga cardíaca e, por esse motivo, podem ser utilizados em cardiopatas. Por outro lado, os exercícios resistidos de alta intensidade e/ou que atinjam a fadiga concêntrica promovem aumento excessivo da frequência cardíaca e da pressão arterial, o que acarreta grande trabalho cardíaco. Entretanto, durante a execução desse tipo de exercício, a pressão arterial diastólica também se eleva<sup>11,28,36</sup>, facilitando a perfusão miocárdica e, portanto, reduzindo a chance de desenvolvimento de isquemia durante o exercício<sup>20</sup>. Porém, imediatamente após a finalização desse tipo de exercício, ocorre aumento abrupto do fluxo sanguíneo muscular, devido à hiperemia reativa. Essa vasodilatação muscular reduz o retorno venoso, promovendo queda do débito cardíaco e, conseqüentemente, drástica redução das pressões arteriais sistólica e diastólica, o que pode diminuir a perfusão coronariana, aumentando o risco de isquemias cardíacas em indivíduos cardiopatas (Figura 14.3). Dessa forma, os exercícios resistidos de alta intensidade e/ou prorrogados até a fadiga concêntrica não são indicados para a população portadora de cardiopatias.

De fato, o Colégio Americano de Ciências do Esporte<sup>1</sup> recomenda que, em portadores de cardiopatias, os exercícios resistidos de baixa intensidade sejam executados em complemento aos aeróbios, seguindo-se a seguinte prescrição: sessões com oito a dez exercícios, executados em uma série de dez a quinze repetições até a fadiga moderada, em

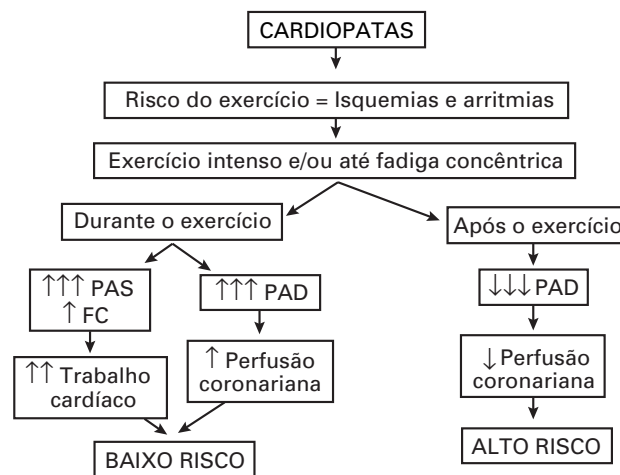


Figura 14.3 – Risco do exercício resistido em indivíduos cardiopatas (veja o texto para melhor entendimento). PAS = pressão arterial sistólica, PAD = pressão arterial diastólica, FC = frequência cardíaca.

intensidade aproximada de 50% de 1 RM. Esses exercícios podem ser feitos na forma de circuito, utilizando-se pesos de mão, equipamentos, elásticos e outros aparelhos específicos para essa finalidade.

## Hipertensão

Atualmente há uma preocupação também na utilização ou não dos exercícios resistidos em portadores de hipertensão. Nesse sentido, o Colégio Americano de Ciências do Esporte<sup>41</sup> indica-os para essa população, visando seus benefícios periféricos. Entretanto, em relação aos benefícios, como dito anteriormente, não existem evidências de que esse tipo de treinamento ajude no controle da hipertensão, visto que os estudos com exercícios de alta intensidade em hipertensos não observaram efeito hipotensor e os de baixa intensidade tiveram efeito modesto.

Em relação aos riscos de qualquer tipo de exercício para os indivíduos hipertensos, eles residem na elevação exacerbada da pressão arterial (Figura 14.4). De fato, picos da pressão arterial muito elevados podem levar ao rompimento de aneurismas cerebrais preexistentes, causando acidentes vasculares encefálicos<sup>50</sup>. Cabe ressaltar que esse risco é especialmente importante nos hipertensos devido à maior prevalência de aneurismas cerebrais nessa população<sup>22</sup>. Assim, exercícios resistidos de baixa intensidade e sem atingir a fadiga concêntrica, que elevam pouco a pressão arterial, podem ser executados nessa população. Porém, exercícios resistidos de alta intensidade e/ou prolongados até a fadiga concêntrica são contra-indicados. De fato, existe na literatura<sup>21</sup> o relato de três casos não fatais de hemorragia cerebral provocada pelo rompimento de aneurismas durante a execução de exercícios de força/hipertrofia.

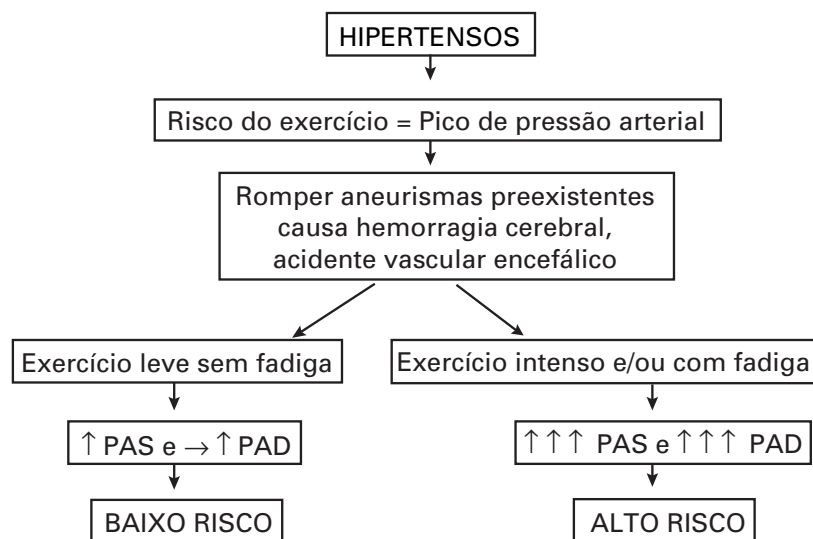


Figura 14.4 – Risco do exercício resistido em indivíduos hipertensos (veja o texto para melhor entendimento). PAS = pressão arterial sistólica, PAD = pressão arterial diastólica.

Assim, quando pensamos na prescrição de exercícios resistidos para hipertensos devemos utilizar o treinamento de baixa intensidade e sem atingir a fadiga concêntrica em complemento ao aeróbio. Não existe uma recomendação-padrão para esse treinamento; no entanto, ele pode ser realizado incluindo-se de oito a dez exercícios, em uma série de dez a vinte repetições até a fadiga moderada e com intensidade de aproximadamente 50% de 1 RM. Esse treinamento pode ser feito na forma de circuito, mas as pausas devem permitir o retorno da pressão arterial aos níveis iniciais.

## Considerações finais

Diante do exposto, torna-se claro que os exercícios resistidos de alta e baixa intensidade possuem efeitos distintos, mas nenhum dos dois apresentam cronicamente grandes efeitos sobre a função cardiovascular, embora tenham efeitos extremamente benéficos para a função musculoesquelética. Assim, qualquer programa de condicionamento físico visando à melhora da saúde geral e da condição física para indivíduos saudáveis deve incluir exercícios aeróbios e resistidos de alta e baixa intensidade. Entretanto, em populações especiais, como cardiopatas e hipertensos, os exercícios resistidos também devem ser empregados, porém sempre em complemento ao treinamento aeróbio e realizados em intensidade leve e sem atingir a fadiga concêntrica, visando à melhora da resistência muscular localizada.

## Referências bibliográficas

1. American College of Sports Medicine. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.
2. Asmussen E. Similarities and dissimilarities between static and dynamic exercise. *Circ Res* 48: 13-10, 1981.
3. Blumenthal JA et al. Failure of exercise to reduce blood pressure in patients with mild hypertension. Results of a randomized controlled trial. *Jama* 266: 2098-2104, 1991.
4. Charlton GA & Crawford MH. Consequências fisiológicas do treinamento. In: *O coração do atleta e a doença cardiovascular*, edited by Maron BJ. Rio de Janeiro: Interlivros Edições Ltda., 1997, p. 343-353.
5. Cononie CC et al. Effect of exercise training on blood pressure in 70- to 79-yr-old men and women. *Med Sci Sports Exerc* 23: 505-511, 1991.
6. Cornelissen VA & Fagard RH. Effect of resistance training on resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Hypertens* 23: 251-259, 2005.
7. Edwards RH & Wiles CM. Energy exchange in human skeletal muscle during isometric contraction. *Circ Res* 48: 111-17, 1981.
8. Ehsani AA et al. Effects of 12 months of intense exercise training on ischemic ST-segment depression in patients with coronary artery disease. *Circulation* 64: 1116-1124, 1981.
9. Fisher MM. The effect of resistance exercise on recovery blood pressure in normotensive and borderline hypertensive women. *J Strength Cond Res* 15: 210-216, 2001.
10. Fisman EZ et al. Comparison of left ventricular function using isometric exercise Doppler echocardiography in competitive runners and weightlifters versus sedentary individuals. *Am J Cardiol* 79: 355-359, 1997.
11. Fleck SJ & Dean LS. Resistance-training experience and the pressor response during resistance exercise. *J Appl Physiol* 63: 116-120, 1987.
12. Fleck SJ & Kraemer WJ. *Fundamentos do treinamento de força*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.
13. Focht BC & Koltyn KF. Influence of resistance exercise of different intensities on state anxiety and blood pressure. *Med Sci Sports Exerc* 31: 456-463, 1999.
14. Forjaz CL et al. Factors affecting post-exercise hypotension in normotensive and hypertensive humans. *Blood Press Monit* 5: 255-262, 2000.
15. Fox EL et al. *Bases fisiológicas da educação física e do desporto*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1989.

16. Friedman DB et al. Cardiovascular responses to voluntary and nonvoluntary static exercise in humans. *J Appl Physiol* 73: 1982-1985, 1992.
17. Gray SD et al. Site of increased vascular resistance during isometric muscle contraction. *Am J Physiol* 213: 683-689, 1967.
18. Hardy DO & Tucker LA. The effects of a single bout of strength training on ambulatory blood pressure levels in 24 mildly hypertensive men. *Am J Health Promot* 13: 69-72, 1998.
19. Harris KA & Holly RG. Physiological response to circuit weight training in borderline hypertensive subjects. *Med Sci Sports Exerc* 19: 246-252, 1987.
20. Haslam DRS et al. Direct measurements of arterial blood pressure during formal weightlifting in cardiac patients. *J Cardiopulmonary Rehabil* 8: 213-225, 1988.
21. Haykowsky MJ et al. Aneurysmal subarachnoid hemorrhage associated with weight training: three case reports. *Clin J Sport Med* 6: 52-55, 1996.
22. Isaksen J et al. Risk factors for aneurysmal subarachnoid haemorrhage: the Tromso study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 73: 185-187, 2002.
23. Lamotte M et al. The effect of different intensity modalities of resistance training on beat-to-beat blood pressure in cardiac patients. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 12: 12-17, 2005.
24. Laughlin MH. Effects of exercise training on coronary circulation: introduction. *Med Sci Sports Exerc* 26: 1226-1229, 1994.
25. Longhurst JC et al. Echocardiographic left ventricular masses in distance runners and weight lifters. *J Appl Physiol* 48: 154-162, 1980.
26. MacDonald JR. Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. *J Hum Hypertens* 16: 225-236, 2002.
27. MacDougall JD et al. Factors affecting blood pressure during heavy weight lifting and static contractions. *J Appl Physiol* 73: 1590-1597, 1992.
28. MacDougall JD et al. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *J Appl Physiol* 58: 785-790, 1985.
29. Maiorana A et al. Exercise training, vascular function, and functional capacity in middle-aged subjects. *Med Sci Sports Exerc* 33: 2022-2028, 2001.
30. Martel GF et al. Strength training normalizes resting blood pressure in 65- to 73-year-old men and women with high normal blood pressure. *J Am Geriatr Soc* 47: 1215-1221, 1999.
31. McCartney N. Acute responses to resistance training and safety. *Med Sci Sports Exerc* 31: 31-37, 1999.
32. McCartney N et al. Weight-training-induced attenuation of the circulatory response of older males to weight lifting. *J Appl Physiol* 74: 1056-1060, 1993.
33. Melo CM. *Hipotensão pós-exercício resistido de baixa intensidade em mulheres hipertensas em uso de captopril*. (Mestrado). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2004.
34. Melo CM et al. Post-exercise hypotension induced by low-intensity resistance exercise in hypertensive women receiving captopril. *Blood Press Monit no prelo*, 2006.
35. Montain SJ et al. Altered hemodynamics during exercise in older essential hypertensive subjects. *Hypertension* 12: 479-484, 1988.
36. Nery SS. *Pressão arterial de hipertensos estágio I durante diferentes intensidades de exercício resistido*. (Mestrado). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005.
37. Oliver D et al. Acute cardiovascular responses to leg-press resistance exercise in heart transplant recipients. *Int J Cardiol* 81: 61-74, 2001.
38. Palatini P. Exercise haemodynamics in the normotensive and the hypertensive subject. *Clin Sci (Lond)* 87: 275-287, 1994.
39. Palatini P et al. Blood pressure changes during heavy-resistance exercise. *J Hypertens Suppl* 7: S72-73, 1989.
40. Parker ND et al. Effects of strength training on cardiovascular responses during a submaximal walk and a weight-loaded walking test in older females. *J Cardiopulm Rehabil* 16: 56-62, 1996.
41. Pescatello LS et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc* 36: 533-553, 2004.
42. Pollock ML et al. AHA Science Advisory. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescription: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association; Position paper endorsed by the American College of Sports Medicine. *Circulation* 101: 828-833, 2000.
43. Rezk CC. *Influência da intensidade de exercício resistido sobre as respostas hemodinâmicas pós-exercício e seus mecanismos de regulação*. (Mestrado). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2004.
44. Roltsch MH et al. Acute resistive exercise does not affect ambulatory blood pressure in young men and women. *Med Sci Sports Exerc* 33: 881-886, 2001.
45. Rowell LB & O'Leary DS. Reflex control of the circulation during exercise: chemoreflexes and mechanoreflexes. *J Appl Physiol* 69: 407-418, 1990.
46. Sale DG et al. Effect of training on the blood pressure response to weight lifting. *Can J Appl Physiol* 19: 60-74, 1994.

47. Seals DR. Influence of active muscle size on sympathetic nerve discharge during isometric contractions in humans. *J Appl Physiol* 75: 1426-1431, 1993.
48. Shapiro LM. Consequências morfológicas do treinamento sistêmico. In: *O coração do atleta e a doença cardiovascular*, edited by Maron BJ. Rio de Janeiro: Interlivros Edições Ltda., 1997, p. 373-379.
49. Van Hoof R et al. Effect of strength training on blood pressure measured in various conditions in sedentary men. *Int J Sports Med* 17: 415-422, 1996.
50. Vermeer SE et al. Circadian fluctuations in onset of subarachnoid hemorrhage. New data on aneurysmal and perimesencephalic hemorrhage and a systematic review. *Stroke* 28: 805-808, 1997.
51. Weineck J. *Treinamento Ideal*. São Paulo: Manole, 1999.
52. Wescott W & Howes B. Blood pressure response during weight training exercise. *Nat Strength Cond Assoc J* 5: 67-71, 1983.
53. Wiecek EM et al. Comparison of direct and indirect measures of systemic arterial pressure during weightlifting in coronary artery disease. *Am J Cardiol* 66: 1065-1069, 1990.