

Respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto ao exercício contra-resistência: uma revisão da literatura

M.D. Polito

*Programa de Pós-Graduação em Educação Física
Universidade Gama Filho
Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde
LABSAU/UERJ
Rio de Janeiro – Brasil*

P.T.V. Farinatti

*Instituto de Educação Física e Desportos
Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde
LABSAU/UERJ
Rio de Janeiro – Brasil*

RESUMO

O objetivo do estudo foi revisar as respostas - agudas e decorrentes de adaptações crônicas - de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto ao exercício contra-resistência (ECR). As respostas agudas de frequência cardíaca parecem associar-se diretamente ao número de repetições do exercício. Embora as respostas crônicas sejam mais acentuadas em decorrência do exercício aeróbio, o treinamento com ECR pode contribuir para a redução da frequência cardíaca de repouso. O comportamento agudo da pressão arterial sistólica e diastólica parece depender mais da intensidade do exercício do que do tipo (contra-resistência ou aeróbio). Apesar do ECR poder induzir aumentos agudos importantes na pressão arterial, a exposição crônica não resulta em elevações dos valores de repouso. Ao contrário, estudos apontam que o treinamento com ECR pode reduzir os valores pressóricos de repouso e em exercícios com cargas sub-máximas. Finalmente, o duplo-produto no ECR parece ser menor do que no exercício aeróbio, devido ao curto tempo de exposição ao esforço. Além disso, há evidências de que a manipulação das variáveis associadas ao treinamento, além da relação carga-repetições, pode ter impacto sobre as respostas cardiovasculares agudas. Isso deveria ser considerado em situações de treinamento para pessoas que necessitem de cuidados especiais em relação às respostas cardiovasculares durante o exercício.

Palavras-chave: força muscular, fisiologia cardiovascular, treinamento, exercício, saúde.

ABSTRACT

Heart-rate, blood pressure, and rate pressure product during resistive exercises: a review of the literature

The purpose of this study was to review the literature about chronic and acute responses of heart rate, blood pressure, and rate pressure product associated with resistive exercises. The higher heart rate acute responses seem to be directly related to the number of repetitions performed. The effect of regular training over heart rate chronic responses is higher in aerobic programs, but long-term strength training can also elicit rest heart rate reductions. Systolic and diastolic blood pressure values are more related to the exercise intensity than to its overall nature (strength training or aerobic). However, blood pressure acute responses to strength training seem not to increase rest blood pressure values. Some findings suggest that strength training can reduce blood pressure at rest and during sub-maximal exercises. The rate pressure product seems to be lower during strength training than in aerobic exercises, which can be explained by the duration of both activities, since resistive exercises are associated with a less execution time. Finally, some studies indicate that variables different from the workload-number of repetition relationship can influence the acute cardiovascular responses during strength training. This fact should be taken into account in the exercise prescription, particularly for subjects with high risk for cardiovascular morbid occurrences.

Key Words: Strength, cardiovascular physiology, training, exercise, health.

O comportamento da PASist e Diast parece depender mais da intensidade do exercício do que

INTRODUÇÃO

O treinamento contra-resistência consiste na realização de exercícios utilizando diversos modos de sobrecarga, como pesos, máquinas específicas, elásticos, massa corporal ou outra forma de equipamento que contribua para o desenvolvimento da força, potência ou resistência muscular (11). Esse tipo de treinamento é considerado relativamente seguro para aumentar a força muscular e melhorar a qualidade de vida tanto em adultos saudáveis (4), quanto em idosos (54) ou portadores de comprometimentos cardiovasculares (19). Porém, é inegável que um melhor conhecimento das respostas cardiovasculares, durante o exercício ou no decorrer do processo de treinamento, pode aumentar a margem de segurança das atividades ministradas.

Consideram-se respostas agudas ao exercício aquelas que ocorrem durante a sua realização, em sessões isoladas de treinamento, enquanto que as respostas crônicas estão associadas a adaptações fisiológicas que ocorrem num prazo mais longo, decorrentes de treinamento regular e dependentes do tipo de sobrecarga aplicada (62). Segundo Araújo (5), os efeitos crônicos do exercício representam a diferenciação entre sujeitos treinados e sedentários. Assim, as adaptações crônicas, por resultarem de um somatório de respostas agudas continuadas, poderão induzir respostas diferentes em indivíduos treinados, que se poderão manifestar tanto em repouso quanto durante o exercício.

Quando se procura afirmar, por exemplo, que o treinamento modifica o comportamento de uma variável qualquer durante o esforço, isso pode ser interpretado como uma manifestação de adaptações crônicas subjacentes. No que se refere especificamente à dimensão cardiovascular, o I Consenso Nacional de Reabilitação Cardiovascular (Brasil) (1) considera que as respostas agudas podem ser observadas durante ou imediatamente após o exercício físico (como no caso dos incrementos de pressão arterial e frequência cardíaca), mas também de forma tardia, até 24h após uma sessão de treinamento – um exemplo é a discreta redução dos níveis pressóricos após sessões moderadas de treinamento aeróbio, por vezes exibida por indivíduos hipertensos (5).

As respostas cardiovasculares agudas ao exercício consistem em uma série complexa de ajustes para

fornecer aos músculos em atividade um suprimento adequado de sangue, ao mesmo tempo em que se dissipa calor e se mantém um aporte de nutrientes necessários a órgãos vitais como o cérebro e o coração. O aumento da frequência cardíaca e da pressão arterial durante o exercício é principalmente mediado pelo sistema nervoso simpático, cuja ação sobre a liberação de catecolaminas afecta a permeabilidade ao sódio e ao cálcio no músculo cardíaco e na resistência periférica vascular. O acompanhamento da forma pela qual reagem à administração de cargas pode ser útil na apreciação do estresse cardiovascular relativo às intensidades do exercício. Além de, isoladamente, fornecerem informações importantes sobre o nível de adaptação às cargas, estas variáveis permitem o cálculo do duplo-produto (frequência cardíaca multiplicada pela pressão arterial sistólica). O duplo-produto é considerado o melhor método não invasivo para se avaliar o trabalho do miocárdio, durante o repouso ou esforços físicos contínuos de natureza aeróbia, pois apresenta uma forte correlação com o consumo de oxigênio pelo miocárdio (29). Esta associação dilui-se em exercícios intermitentes, mas ainda assim o duplo-produto é considerado o melhor indicador de sobrecarga cardíaca em exercícios de força (3). Logo, trata-se de uma variável estreitamente relacionada com a segurança da atividade, dando subsídios adicionais à manipulação de sua intensidade absoluta e relativa. Seria interessante utilizá-lo como parâmetro de segurança, ajudando a definir quais tipos de atividades poderiam estar associados a maiores riscos de intercorrência cardíaca. A importância da monitorização e controle das respostas agudas cardiovasculares, portanto, ultrapassa a esfera da prescrição de cargas adequadas para obtenção dos efeitos desejados. Trata-se de providência fundamental na condução segura das atividades propostas, tornando-se mandatória quando se trata de trabalhar com indivíduos cujas condições clínicas permitem pensar em risco cardiovascular aumentado. Assim, a presente revisão procura discutir alguns aspectos das respostas agudas e crônicas de frequência cardíaca (FC), pressão arterial (PA) e duplo-produto (DP) no exercício contra-resistência.

RESPOSTAS AGUDAS E CRÓNICAS DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

A frequência cardíaca reflete alguma da quantidade de trabalho que o coração deve realizar para satisfazer as demandas metabólicas quando iniciada a atividade física. Durante o exercício, a quantidade de sangue colocada em circulação aumenta de acordo com a necessidade de fornecer oxigénio aos músculos esqueléticos. A máxima capacidade de captação de oxigénio ($\dot{V}O_2 \text{ max}$) é definida pelo débito cardíaco máximo multiplicado pela máxima diferença arterio-venosa de oxigénio ($a\dot{V}O_2$). Uma vez que o débito cardíaco é determinado pela interação da FC e do volume sistólico, o $\dot{V}O_2$ no exercício é diretamente relacionado com os valores de FC. No repouso, a FC situa-se em torno de 60 a 80 batimentos por minuto. Em pessoas de meia idade, não condicionadas e sedentárias, pode exceder os 100 batimentos por minuto (66). As respostas agudas da pulsação ao exercício dependem de diversos fatores, como a posição corporal, o estado clínico, a volemia e as condições ambientais (66).

Em exercícios com forte componente estático, as respostas cardiovasculares são difíceis de quantificar. O débito cardíaco sofre limitações em virtude da maior resistência periférica, já que a oclusão nos capilares teciduais, proporcionada pelos músculos ativos, prejudica o fluxo sanguíneo do compartimento arterial para o venoso. Nos exercícios dinâmicos, ocorrendo uma maior carga volumétrica no ventrículo esquerdo, as respostas cardíacas e hemodinâmicas são proporcionais à intensidade e à massa muscular envolvida na atividade. Para analisar os exercícios contra-resistência, é preciso lembrar que representam um meio termo entre cargas estáticas e dinâmicas, já que ambos os componentes se encontram presentes na execução de contrações contra cargas elevadas, mas produzindo movimento. O exercício dinâmico prolongado parece ter uma maior influência sobre os valores de FC comparativamente aos estáticos ou aos de contra-resistência (23). Um bom exemplo deste facto pode ser encontrado nos estudos de Benn e col. (7), e Farinatti e Assis (17), nos quais as respostas de FC, PA e DP foram observadas em situações de treinamento contra-resistência e aeróbio contínuo.

No estudo de Benn e col. (7), os indivíduos realizaram 10 repetições de rosca bíceps unilateral e levantamento supino (80% de 1 RM) e 12 repetições de *leg-press* simples e duplo (80% de 1 RM). Nas atividades de componente aeróbio predominante, foram executadas as seguintes actividades: a) 10 minutos de caminhada a 4 km/h com transporte de 9 kg em cada uma das mãos entre o 4º e 6º minutos e 14 kg entre o 8º e 10º minutos; b) 4 minutos de caminhada a 5 km/h em esteira rolante a 8% de inclinação; c) subir 12 lances de escada com ritmo entre 60 e 65 degraus/min. Os valores obtidos para a frequência cardíaca foram significativamente inferiores em todas as situações de exercício contra-resistência, apesar de se ter observado uma inclinação maior das curvas para essa variável em função do tempo. Isso significa que apesar da tendência desse tipo de atividade ser a de promover grandes elevações da FC, essa situação não parece ocorrer tendo em consideração o tempo reduzido do exercício. Por outro lado, em actividades como a caminhada transportando pesos, apesar do incremento da FC ser mais lento, acaba atingindo patamares iguais ao exercício com cargas elevadas, ou mesmo superiores, em virtude de um maior tempo de execução contínua. Este perfil de comportamento, aliás, foi reconhecido em posicionamento recente da *American Heart Association* (55), conforme detalhado na secção dedicada à discussão das respostas agudas de duplo-produto. Já Farinatti e Assis (17) compararam as respostas agudas cardiocirculatórias em exercícios contra-resistência (*leg-press*) executados com diversas intensidades (1, 6 e 20 RM) e contínuo aeróbio em cicloergómetro (75-80% da FC de reserva). A FC foi medida através de cardiofrequencímetro e a PA pelo método auscultatório, entre a penúltima e a última repetição das séries e a cada cinco minutos na atividade aeróbia (5, 10, 15 e 20 minutos). Os autores concluíram que o *leg-press*, quando realizado com cargas altas e poucas repetições, resultava em menor trabalho cardíaco (duplo-produto) que exercícios envolvendo cargas menores e com elevado número de repetições. Este comportamento foi, principalmente, atribuído às diferenças observadas para as respostas de FC, tendo o trabalho aeróbio apresentado valores de pulsação maiores que o exercício de força, mesmo em

os cuidados com exercícios aeróbios como método standard de reabilitação

comparação ao comportamento observado em cargas reduzidas (20 RM).

Apesar do potencial de elevação da FC em exercícios de força ser inferior ao observado em atividades contínuas, isso não significa que o incremento seja negligenciável. De fato, os valores de FC aumentam substancialmente durante o exercício dinâmico de força, podendo ultrapassar os 170 batimentos por minuto (20, 47, 61) e parece não haver diferenças significativas de seu comportamento nas fases concêntrica e excêntrica do movimento (15, 47, 51).

Os valores máximos de FC ocorrem, normalmente, durante as últimas repetições de uma série até à falha concêntrica voluntária, sendo mais elevados durante séries com cargas submáximas até à fadiga, em comparação com trabalhos cujas cargas se aproximem da força máxima (17, 20, 57). Essas particularidades confirmam que, durante exercícios resistidos, a medida da FC deveria ser feita no final das séries. Contudo, indicam que também deveria ser considerada a possibilidade do efeito somativo de séries consecutivas de um mesmo exercício poder contribuir para elevar mais a FC na última série em relação à primeira, principalmente quando o intervalo de recuperação é relativamente pequeno. Isto é, para melhor determinar a solicitação cardiovascular imposta por um exercício, é preciso levar em conta não apenas a quantidade de repetições ou intervalos de recuperação, mas, igualmente, o número de vezes que o exercício é realizado.

Quanto às adaptações crônicas e às respostas agudas condicionadas da frequência cardíaca, embora possam ser mais acentuadas com a prática regular de treinamento aeróbio, alguns estudos sugerem que também ocorram pelo treinamento da força. Fleck e Dean (21), por exemplo, demonstraram que fisiculturistas homens durante séries até a fadiga concêntrica voluntária em 50%, 70%, 80%, 90% e 100% de 1 RM, apresentaram frequências cardíacas mais baixas do que homens sedentários ou com pouco tempo de treinamento em força (seis a nove meses de treinamento). Há, outrossim, evidências de diminuição significativa na resposta da FC durante o trabalho estático, tanto em jovens adultos (30, 58) como em adultos com mais de 60 anos de idade (46). Quanto aos valores de repouso, Goldberg e col. (30) verificaram que a FC reduziu-se significativa-

mente em função do trabalho aeróbio – de 85 ± 3 bpm (pré-treino) para 72 ± 3 bpm (pós-treino) – e do trabalho de força – de 80 ± 3 (pré-treino) para 72 ± 4 (pós-treino). Esses dados corroboram outros estudos sobre as adaptações da pulsação de repouso, apontando que atletas treinados em força tendem a exibir frequências cardíacas na média, ou abaixo da média, quando comparados com indivíduos pouco treinados da mesma idade (20, 61).

RESPOSTAS AGUDAS E CRÔNICAS DE PRESSÃO ARTERIAL

A pressão arterial (PA) é definida pela força exercida pelo sangue por unidade de superfície da parede vascular, refletindo a interação do débito cardíaco com resistência periférica sistêmica. A PA é representada pela pressão sistólica (PAS) e pela pressão diastólica (PAD). A pressão sistólica representa a mais alta pressão nas artérias, estando intimamente associada à sístole ventricular cardíaca. A pressão diastólica representa a menor pressão nas artérias ocasionada pela diástole ventricular cardíaca, quando o sangue está preenchendo as cavidades ventriculares (42).

O fluxo de sangue através da circulação sistêmica depende, parcialmente, da diferença de pressão entre a aorta e o átrio direito. Durante os exercícios, a pressão sistêmica tende a aumentar. A diferença entre as pressões sanguíneas na aorta e no átrio direito aumenta e, conseqüentemente, há um aumento da velocidade de deslocamento do fluxo, principalmente para os grupos musculares mais exercitados. No exercício aeróbio, à medida que o débito cardíaco aumenta, a resistência periférica eleva-se nos tecidos metabolicamente menos ativos, enquanto tende a diminuir na musculatura em trabalho (39). Com isso, e dependendo da massa muscular activa, a resistência periférica total sofre um decréscimo, com aumento de fluxo sanguíneo geral e aumento apenas moderado da pressão arterial média (23). Por outro lado, durante o exercício de força, tanto a PAS quanto a PAD tendem a se elevar, ocasionando um aumento também expressivo na pressão arterial média, mesmo que por um período curto de tempo (47).

Isoladamente, a PAS e a PAD exibem comportamentos diferenciados durante o exercício. Em atividades contínuas de intensidade progressiva, a PAS aumen-

Em atividade contínuas progressiva a PAS
aumenta

Atividade estáticas aumenta a PAD

ta em proporção directa à intensidade do exercício, em função da elevação do débito cardíaco (3). Em exercício máximo, pode ultrapassar os 200 mmHg. Wilmore e Costill (66) chegam a mencionar que atletas altamente treinados podem exibir valores de PAS superiores a 240 mmHg em exercícios aeróbios máximos. A pressão diastólica pouco varia durante a prática de exercícios de natureza aeróbia, quando comparada à PAS e à FC (43, 52, 55), posto que a pressão sistémica durante a diástole cardíaca tende a permanecer nos níveis de repouso. Em actividades com forte componente estático, em função da constrição capilar pelos músculos activos, aliada ao aumento do débito cardíaco, pode ocorrer elevação significativa da PAD (25).

No exercício contra-resistência, a pressão arterial pode atingir valores maiores do que nas actividades contínuas aeróbias. MacDougall e col. (47) chegaram a medir, com auxílio de métodos invasivos, valores da ordem de 480/350 mmHg, numa amostra onde o valor médio foi de 320/250 mmHg. Todavia, a curva evolutiva da PAS durante os exercícios contra-resistência tende a ser semelhante ao que se descreveu anteriormente para a FC. Sale e col. (57), por exemplo, mediram directamente a pressão arterial em oito homens destreinados, a fim de comparar as respostas pressóricas durante o exercício *leg-press*, realizado em equipamento isocinético e com pesos livres. Os autores concluíram que o grau de esforço voluntário seria o maior determinante da resposta de pressão arterial, mais do que o modo de resistência e o tipo de ação muscular. Esses dados sugerem que repetições até a fadiga tendem a ocasionar maiores elevações da PA que exercícios cujas solicitações de força se aproximem da máxima. Por essa razão, para refletir o mais fielmente possível o impacto do exercício sobre os valores pressóricos, aconselha-se que a medida da PAS siga os mesmos critérios aconselhados para a FC, ou seja, realizá-la o mais tarde possível durante a execução do exercício, entre a penúltima e a última repetição de uma seqüência pré-determinada até à exaustão. No entanto, após exercícios de força, a PAS deve declinar, normalmente atingindo valores próximos aos de pré-exercício em aproximadamente 10 segundos, quando o esforço for máximo (47), e entre 1 e 2 segundos, quando o esforço for submáximo (65).

Um estudo digno de menção sobre as respostas de PA durante exercícios de força e actividades contínuas foi publicado por Benn e col. (7). Conforme descrito anteriormente para FC, os autores compararam exercícios resistidos para membros superiores e inferiores (70 a 80% de 1 RM) com actividades contínuas de diferentes naturezas, desde caminhadas leves, com e sem transporte de cargas, até simulação de subida de escadas em ritmo acelerado (60 degraus/min). Os resultados indicaram que as curvas de elevação da pressão arterial, como um todo, tendem a exibir coeficientes angulares maiores nos exercícios resistidos. A pressão elevar-se-ia mais lentamente em actividades contínuas com menos exigência de força. Todavia, em virtude da duração e da intensidade relativa da tarefa, pode atingir valores elevados, principalmente no que toca à PAS. A maior PAS no estudo foi identificada para a simulação de subida de escadas (271 ± 10 mmHg), mas isso foi equivalente ao observado nos últimos minutos da marcha horizontal com peso de 14 kg e durante as sete repetições de levantamento supino a 70% de 1 RM e 12 repetições de *leg-press* duplo a 80% de 1 RM. Os menores valores foram obtidos para a rosca biceps unilateral (224 ± 11 mmHg). Esses resultados ratificam o entendimento de que, ao menos em termos absolutos, o comportamento da PAS depende da interação entre carga e tempo de actividade sem interrupção. As principais diferenças relatadas por Benn e col. (7) foram relativas à PAD, revelando que em todos os casos os níveis tensionais atingiram patamares superiores nos exercícios contra-resistência, seguidos da simulação de subida de escadas. Como a pressão arterial média é mais influenciada pelos valores diastólicos que sistólicos, entende-se que o seu comportamento se aproxima do exibido para PAD. Este comportamento da pressão diastólica, aliás, é apontado por alguns autores como facilitador da perfusão miocárdica em exercícios de força, o que contribuiria para diminuir o risco isquémico nesse tipo de actividade (55).

As respostas de pressão arterial parecem ser maiores durante a fase concêntrica, do que na fase excêntrica dos exercícios de força (15, 47, 51), e em exercícios nos quais ocorram as fases concêntrica e excêntrica, do que no trabalho isocinético apenas concêntrico (57). Um outro fator a ser levado em consideração

foi reportado por Gotshall e col. (32) ao analisarem o efeito do número de séries sobre a PA. No estudo, os sujeitos realizaram três séries de 10 RM no *leg-press*, com intervalo de recuperação de 3 minutos, tendo sido verificados picos de valores sistólicos (média \pm desvio padrão) de 238 ± 18 mmHg (1ª série), de 268 ± 18 mmHg (2ª série) e de 293 ± 21 mmHg (3ª série). Parece, então, que as respostas de pressão tendem a aumentar proporcionalmente ao número de vezes em que o mesmo exercício é realizado. No entanto, faltam na literatura informações sobre esta possibilidade em exercícios realizados seguidamente para grupos musculares diferentes ou até mesmo semelhantes, o que abre uma lacuna importante a ser investigada.

Além do número de séries e carga mobilizada, o grupamento muscular e o padrão de ventilação no exercício também parecem influenciar a PA. Haslam e col. (37) concluíram, em pesquisa envolvendo homens cardiopatas, que o valor da PAS, medido diretamente, aumenta proporcionalmente à carga mobilizada. Com base nisso, os autores sugeriram que, para indivíduos com comprometimentos cardíacos, seria aconselhável um protocolo de treinamento com repetições sub-máximas e sobrecarga menor que 80% de 1 RM. No que concerne ao grupamento muscular, a resposta da pressão sanguínea aumenta de forma não linear de acordo com a massa muscular envolvida na atividade. MacDougall e col. (47) demonstraram, num estudo clássico, que o trabalho realizado por grupamentos menores tende a induzir respostas pressóricas relativamente maiores (considerando o delta de pressão), talvez em razão de uma maior oclusão relativa dos vasos e da maior resistência periférica decorrente. No tocante aos valores absolutos, porém, deve-se lembrar que os maiores valores de pressão sistólica verificados por MacDougall e col. (47) ocorreram no *leg-press*.

Outros estudos não relataram diferenças significativas de pressão entre exercícios envolvendo diferentes grupos musculares (21). Isso sugere que variáveis intervenientes não consideradas possam estar influenciando nos resultados (por exemplo a velocidade de movimento). Possivelmente, a pressão sistólica pode adquirir um valor diferente da pressão no músculo que está engajado no esforço, provocando conclusões discordantes, dependendo da técnica de

medida adotada. O procedimento invasivo de medida direta da PA, embora seja o padrão-ouro, pode determinar valores mais elevados caso o local da medida seja próximo à musculatura solicitada. Por outro lado, durante o exercício de força, medidas indiretas da PA, como o método auscultatório ou fotoplestiomográfico, podem subestimá-la em relação ao método direto. Por isso, em situações de prescrição de treinamento da força, antes da definição de programas para indivíduos que necessitam de atenção especial na dimensão cardiovascular, a resposta da PA deveria ser obtida em diversos exercícios, envolvendo pequenos e grandes grupos musculares.

A influência do padrão ventilatório nos valores de pressão obtidos em exercícios de força parece decorrer do bloqueio da ventilação na fase activa do movimento (manobra de Valsalva), criando gradientes internos de pressão que devem ser superados por um maior trabalho cardíaco (47). Aliás, a manobra de Valsalva é um dos factores que mais contribui para o aumento do risco cardiovascular durante exercícios com pesos. Na ventilação normal, o incremento da pressão arterial é bem menor que se houver fechamento da glote após inspiração profunda, com os músculos expiratórios contraindo-se em esforço máximo. Além do aumento exagerado da PA durante a manobra, a pressão intratorácica também tende a elevar-se significativamente, o que reduz o retorno venoso devido ao colapso provocado nas veias que perpassam o tórax. Em indivíduos de risco, como idosos e cardiopatas, portanto, trata-se de uma prática francamente contraindicada. No nível prático, pode-se então aconselhar que atividades de intensidade muito elevada, exigindo esforços máximos, deveriam ser evitadas – nestes casos, a realização da manobra de Valsalva torna-se um procedimento quase inevitável, devido à necessidade de estabilização do tronco e aumento da produção de força (45).

Outros factores que devem ser considerados no acompanhamento da PA são o conhecimento prévio do exercício testado ou o estado de treinamento (grau de coordenação intra e inter-muscular). Fleck e Dean (21) investigaram os efeitos do treinamento sobre as respostas pressóricas durante o exercício de força, utilizando o método direto de aferição, concluindo que a experiência prévia tende a reduzir as

respostas agudas de PA. McCartney e col. (46) observaram que os valores pressóricos e de frequência cardíaca reduziram-se após treinamento de força, para cargas absolutas semelhantes. No entanto, quando as cargas foram ajustadas em relação à repetição máxima (1 RM), os valores mantiveram-se semelhantes aos medidos antes do treinamento. Confirmando esses achados, Sale e col. (58) estudaram o efeito do treinamento sobre as respostas da pressão arterial durante sessões de treinamento contra-resistência. O método utilizado de medida foi o directo, em seis indivíduos jovens do sexo masculino, antes e depois de serem submetidos a um determinado protocolo de treinamento de 19 semanas, realizando o exercício *leg-press* bilateral. Foram executadas, para fins de medida da PA, até 20 repetições do referido exercício, antes e após o treinamento, para cargas de 50, 70, 80, 85 e 87,5% de 1 RM. Os resultados revelaram um aumento significativo ($p < 0,05$) do pico da pressão sistólica para as cargas de 50 (136 e 151 mmHg, antes e após o treinamento, respectivamente), 70 (185 e 200 mmHg), 80 (215 e 234 mmHg) e 85% de 1 RM (325 e 360 mmHg). No entanto, para os valores absolutos de carga, todas as respostas pressóricas reduziram-se após o treinamento. Deduz-se que a prática regular do treinamento com pesos pode amainar as respostas agudas cardiocirculatórias para valores absolutos de carga; por outro lado, quando se levam em conta os seus valores relativos, tanto a pressão arterial quanto a frequência cardíaca tendem a não apresentar diferenças ou até a aumentar, principalmente em esforços de solicitação máxima.

Finalmente, deve-se comentar que, apesar do exercício de força poder causar aumentos importantes de PAS e PAD, a exposição crónica a essas pressões elevadas não resulta em elevações da pressão arterial em repouso. De fato, a hipertensão arterial não é comum em levantadores de peso competitivo ou em atletas treinados em força ou potência. Neste sentido, Fleck (20) afirma que a maioria dos relatos mostra que atletas treinados em força possuem valores de pressão arterial em repouso na média ou ligeiramente abaixo da média da população normotensa sedentária. Em estudo de meta-análise, Kelley e Kelley (41) constataram que o treinamento apenas de exercícios de força é potencialmente benéfico

para reduzir a PA, tanto em sujeitos normotensos quanto hipertensos. A redução reportada por esses autores foi similar aos dados apresentados pela recente meta-análise de Whelton e col. (64), na qual se verificou uma redução da PA de repouso decorrente do treino aeróbio. Outros estudos concordam com o reportado por Kelley e Kelley (41). Martel e col. (49), por exemplo, verificaram que mesmo em amostras de idosos (65-73 anos) com PA normal alta, seis meses de treinamento com pesos reduziram significativamente os valores pressóricos em repouso. Os autores observaram a redução em repouso dos valores, tanto sistólicos (131 ± 2 vs 126 ± 2 mmHg antes e depois do treinamento, respectivamente), quanto diastólicos (79 ± 2 vs 75 ± 1 mmHg).

Por outro lado, alguns experimentos evidenciaram pouca ou nenhuma alteração na PA como consequência do treinamento de força. Hagerman e col. (35), por exemplo, não verificaram alterações na PA ou na FC máxima em indivíduos de 60 a 75 anos após 16 semanas de treinamento com pesos numa intensidade correspondente a 85-90% de 1 RM. Desse modo, os resultados dos estudos sobre a influência do treinamento de força na redução da PA de repouso ainda são obscuros. A maioria das investigações sobre essa condição foi analisada em indivíduos normotensos, sendo a literatura carente de informação precisa em sujeitos hipertensos (41). No entanto, Hagberg e col. (34) verificaram que o treinamento aeróbio reduziu a PA de repouso em adolescentes hipertensos e que os exercícios de força, substituindo o trabalho aeróbio, mantiveram a redução da PA. A interrupção do treinamento de força, porém, proporcionou o retorno dos valores pressóricos aos níveis anteriores ao trabalho aeróbio. Já os dados de Harris e Holly (36) confirmaram que nove semanas de treinamento de circuito com pesos aumentaram significativamente a força muscular de homens hipertensos, mas não mostraram poder induzir qualquer alteração na PAS de repouso. Os valores médios da PAD, contudo, reduziram-se significativamente em repouso, de 95,8 mmHg (antes do treino) para 91,3 mmHg (após o treino).

RESPOSTAS AGUDAS E CRÓNICAS DO DUPLO-PRODUTO

A captação de oxigénio pelo miocárdio ($\dot{M}\dot{V}O_2$) é determinada pela interação de vários factores, dentre eles a tensão intramiocárdica [(pressão sistólica no ventrículo esquerdo x volume telediastólico) ÷ espessura da parede do ventrículo esquerdo], a contractilidade do músculo cardíaco e a frequência cardíaca (23, 44). Com o aumento de cada um desses fatores durante o exercício, o fluxo sanguíneo miocárdico é ajustado de forma a equilibrar o suprimento com a demanda de oxigénio. Douglas (13) propõe que, no esforço físico, o aumento do $\dot{M}\dot{V}O_2$ seja compensado necessariamente pela adequação do fluxo coronariano, que pode aumentar até cinco vezes o seu valor repouso. No entanto, quando o sujeito é portador de doença obstrutiva coronariana, provavelmente não se conseguirá manter o fluxo sanguíneo adequado às demandas metabólicas do miocárdio em atividades de intensidade crescente, incluindo o exercício de força, ocasionando isquemia cardíaca.

Há uma relação linear entre o $\dot{M}\dot{V}O_2$ e o fluxo coronariano sanguíneo. Portanto, é importante obter informações sobre esta variável em determinados contextos de prescrição do exercício. Infelizmente, medidas acuradas do $\dot{M}\dot{V}O_2$ requerem procedimentos cirúrgicos invasivos de risco, que se revelam inviáveis em situações de campo. Todavia, pode ser estimado durante o exercício pelo produto entre a pressão arterial sistólica e a frequência cardíaca, obtendo-se o que se convencionou chamar de *duplo-produto* (24). De fato, a correlação entre duplo-produto (DP) e $\dot{M}\dot{V}O_2$, de acordo com Araújo (6), é de cerca de 0,88, o que pode ser considerado excelente em termos de poder de previsão. Por esta razão, o DP tem boa aceitação e encontra excelentes possibilidades de aplicação no acompanhamento e prescrição de exercícios em populações que inspiram cuidados em termos de risco cardíaco – o duplo-produto calculado no início da angina induzida pelo exercício, ou das alterações isquémicas no traçado eletrocardiográfico, constitui um índice indireto do limiar do $\dot{M}\dot{V}O_2$ acima do qual ocorreria a isquemia miocárdica (16). Logo, sua utilização visa proporcionar um correlato fisiológico para o início da angina e das anormalidades eletrocardiográficas. Gobel e col. (29), neste sentido, demonstraram que a angina induzida pelo exercício tende a ocorrer sempre na

mesma demanda de oxigénio pelo miocárdio, ou seja, para um mesmo valor do duplo-produto. A correlação com o $\dot{M}\dot{V}O_2$ perde força em atividades descontínuas e localizadas, como é o caso do exercício com pesos (59). Isso não impede, porém, que perca valor na apreciação da sobrecarga imposta ao músculo cardíaco – seja qual for a perspectiva pela qual se examina o assunto, valores mais elevados durante o exercício indicam frequência cardíaca, volume sistólico, débito cardíaco e, em alguns casos, resistência sistémica mais elevadas; portanto, maior estresse cardiovascular. Assim, agências como o *American College of Sports Medicine* (3) consideram o duplo-produto como o melhor indicador de sobrecarga cardíaca de um programa de treinamento com pesos.

Devido ao impacto positivo na evolução da FC e da resistência periférica, o treinamento físico promove modificações no $\dot{M}\dot{V}O_2$ para uma certa carga de trabalho durante o esforço (resposta aguda condicionada pelo treino), o que pode ser detectado por uma menor inclinação da curva do duplo-produto.

Estudos especificamente voltados para a reabilitação cardíaca demonstram-no como um efeito directo do treinamento físico (26, 63). Isso seria decorrente de alterações positivas na FC, PAS e circulação de catecolaminas (28), o que é especialmente importante em indivíduos com função cardíaca menos eficiente, como os cardiopatas ou idosos. No caso específico das pessoas com idade avançada, comparativamente aos adultos jovens, deve ser lembrado que elas possuem não só um maior volume telediastólico, mas também uma FC, um débito cardíaco e uma fração de ejeção ventricular esquerda mais reduzidos (22). A possibilidade de isquemia, portanto, aumenta – o declínio do duplo-produto nas atividades propostas aumenta a sua margem de segurança, assim como permite ao profissional que prescreve o exercício uma maior flexibilidade na faixa de intensidade em que pode actuar.

Contudo, o comportamento do DP não depende apenas da intensidade, mas também do tipo e da duração da solicitação. Até há pouco tempo, havia uma tendência a considerar-se as atividades aeróbias como mais seguras para os sujeitos com maiores riscos de intercorrências cardíacas. Exercícios com pesos chegavam a ser contra-indicados (2). No entanto, alguns estudos mostram que os valores do

duplo-produto dos exercícios com pesos costumam ser menores do que os observados em atividades aeróbias de intensidade moderada. Para Haslam e col. (37), o exercício com pesos promoveria uma maior demanda de consumo de oxigénio pelo miocárdio durante aproximadamente 30 segundos, representando um valor bem abaixo do de um teste de esforço convencional, por exemplo. Por isso, os riscos associados à isquemia ou comprometimentos na função ventricular esquerda podem ser considerados como relativamente pequenos neste tipo de actividade. É possível corroborar essa premissa analisando as tabelas de resultados apresentados em alguns estudos sobre as variações cardiovasculares decorrentes do exercício aeróbio (33, 56) e com pesos (8, 21, 46), onde se verifica que a resposta do exercício aeróbio sobre o duplo-produto tende a ser mais elevada do que a do exercício com pesos, durante as fases mais intensas de cada um.

Isso foi comprovado em estudos que compararam as alterações cardiovasculares provenientes de diferentes tipos de exercícios. Featherstone e col. (18), por exemplo, compararam indivíduos coronariopatas no que tocava aos efeitos de um teste máximo em esteira e de repetições até à fadiga em exercícios a 40, 60, 80 e 100% de 1 RM. Os autores puderam concluir que o valor do duplo-produto para o teste na esteira foi significativamente maior do que os obtidos nos exercícios com pesos. Benn e col. (7) constataram que o duplo-produto, em tarefas que envolviam subir escadas, foi aproximadamente o dobro do valor obtido no exercício de flexão do cotovelo, com 70% da carga máxima. Além disso, o duplo-produto em exercícios de força foi equivalente ao obtido em caminhadas moderadas em terreno plano com transporte de cargas, ainda que no caso dos exercícios contra-resistência os valores máximos fossem atingidos em tempo mais curto. Essas diferenças foram, posteriormente, comprovadas por Farinatti e Assis (17), que verificaram que exercícios com pesos, realizados em 1 RM, 6 RM e 20 RM, estavam associados a uma menor solicitação cardíaca do que 20 minutos de actividade em cicloergómetro a 75-80% da FC de reserva. Os autores ainda relataram que o exercício aeróbio, além de apresentar um duplo-produto significativamente maior, induzia uma estabilidade dessa variável a partir do quinto minuto. De

acordo com esses dados, Longhurst e Stebbins (43) analisaram as respostas cardiovasculares de atletas de força ao exercício estático (40% da contração máxima voluntária do *hand-grip*, até à fadiga) e dinâmico (realizado em cicloergómetro com aumento de 100 kpm/min até à fadiga). Em ambas as actividades, a FC teve um comportamento crescente à medida que se aproximava a exaustão, mas os valores observados no exercício dinâmico, em comparação ao exercício estático, tenderam a ser maiores. Igualmente, identificou-se uma maior PAS em ambas as situações, mas com valores superiores no exercício dinâmico. Como o tempo de actividade foi indefinido (o trabalho aeróbio durou, em média, 12 minutos e o de força estática 2 minutos), talvez estas diferenças possam ser explicadas pelo facto da FC e da tensão arterial serem sensíveis às contrações prolongadas, principalmente as excessivamente localizadas, o que pode ter influenciado os resultados. Deve-se lembrar, ainda, que o estudo descrito por Longhurst e Stebbins (43) não aplicou cargas de diferentes intensidades em situações habituais de solicitação, tanto em treinamento quanto no quotidiano. Os achados de Farinatti e Assis (17) parecem indicar que, tanto a FC, quanto a PAS tendem a ser maiores em exercícios de força associados a cargas menores e muitas repetições, assim como em actividades aeróbias de carácter contínuo. McCartney e col. (46), neste sentido, observaram a evolução do duplo-produto em esforços com a mesma carga, antes e após período de treinamento com pesos, verificando valores menores para um número mais reduzido de repetições. Outros estudos propõem que o DP seria menor em contrações estáticas máximas e em exercícios dinâmicos resistidos, em comparação com actividades aeróbias de intensidade moderada, em razão de uma menor resposta de pico para a FC (12, 55). Além disso, há evidências de que a relação entre oferta e demanda de oxigénio para o miocárdio possa ser favoravelmente alterada pela sobreposição de esforços estáticos a dinâmicos, com menor depressão do segmento ST do eletrocardiograma para um mesmo DP (9). Quanto à relação carga-repetições em exercícios resistidos, Santarém Sobrinho (59) propõe que o DP seja inferior quando o número de repetições é menor (cargas mais altas), o que vai ao encontro dos resultados obtidos por

Farinatti e Assis (17). Nessa perspectiva, exercícios com 1 RM e 6 RM ofereceriam menor risco cardíaco do que exercícios de 20 RM, o que tende a contrariar a percepção geral. A favor dessa possibilidade, menciona-se o estudo de Gordon e col. (31), onde não foi observada nenhuma intercorrência cardiovascular digna de nota após aplicação de testes de carga máxima (levantamento supino, *leg-press* e extensão de joelhos) em 6653 indivíduos, entre 20 e 69 anos de idade, normotensos e hipertensos de nível I. O estado de treinamento ou a experiência prévia em exercícios com pesos parece possuir alguma relação com as respostas cardiovasculares. McCartney e col. (46) demonstraram que o treinamento contra-resistência pode ter repercussões sobre o próprio DP, tendendo a atenuá-lo para uma mesma carga de trabalho. Essa possibilidade encontra ressonância nos dados de Micheletti e col. (50) e Boutcher e Stocker (10): ambos os estudos compararam indivíduos de diferentes níveis de condicionamento físico, o primeiro com atletas e sedentários e o segundo com indivíduos jovens e idosos. Os resultados indicaram uma elevação da FC e da PAS em exercícios estáticos e dinâmicos em todos os grupos, mas quando comparados os valores absolutos, o DP dos menos condicionados foi maior para uma mesma carga. Maiorana e col. (48) examinaram o efeito do treinamento de força em circuito em 13 cardiopatas observando as respostas cardiorrespiratórias e força muscular. O $\dot{V}O_2$ máx aumentou após oito semanas de treinamento. A intensidade das sessões de treino aumentou ao longo dessas oito semanas. A frequência cardíaca diminuiu durante os exercícios submáximos, assim como o duplo-produto. O limiar ventilatório aumentou de 52 ± 3 para $58 \pm 3\%$ do $\dot{V}O_2$ pico ($p < 0,05$), de forma que os participantes do estudo conseguiam suportar sobrecargas cardiovasculares maiores. Vale a pena ressaltar que a resposta do duplo-produto diminuiu durante os exercícios, comparando-se a mesma carga antes e depois das oito semanas de treino. Outro aspecto a ser analisado na discussão das repercussões do exercício sobre as respostas cardiovasculares é a idade do praticante. Overend e col. (53) compararam a resposta da FC, PA e DP em vinte indivíduos jovens, com média de vinte e três anos, e vinte idosos, com média de setenta e cinco

anos, durante a extensão do joelho em aparelho isocinético, a uma velocidade de noventa graus por segundo e a uma intensidade de 50% do torque concêntrico, durante as fases concêntrica e excêntrica do movimento. Os exercícios concêntricos obtiveram as maiores respostas dos três parâmetros citados em ambos os grupos, porém, não houve diferença relatada em função da idade para as respostas da FC, PA e DP nas duas fases do movimento. Já o experimento de Smolander e col. (60) determinou diferenças nas respostas cardiovasculares entre jovens (23-29 anos) e idosos (54-59 anos). Nesse estudo, os grupos realizaram o exercício estático de preensão manual e de extensão unilateral do joelho a 20, 40 e 60% da contração máxima voluntária até à fadiga. Verificou-se que os idosos obtiveram, em média, a PA sistólica maior e a FC menor que os jovens, não havendo diferenças entre os tempos de contração. Deduz-se que, nos exercícios contínuos, a FC e PA aumentam paralelamente com a intensidade do esforço. Isso, porém, não se aplica aos exercícios com pesos. Neste tipo de actividade, o carácter localizado e resistido da contração muscular determina intensidades relativamente altas de esforço, com metabolismo energético predominante anaeróbio, mas com demanda cardiovascular geralmente discreta. Assim, o duplo-produto em exercícios contra-resistência costuma ser baixo – apesar da pressão arterial poder assumir valores tão altos (ou até maiores) durante o treinamento de força comparativamente ao treinamento aeróbio, o mesmo não se dá com a frequência cardíaca. Desse modo, a resposta do duplo-produto não assume valores tão elevados. Em relação ao DP de repouso, alguns dados mostram que pode diminuir como decorrência da continuidade do trabalho contra-resistência. Goldberg e col. (30), por exemplo, verificaram em homens sedentários que a FC e o DP de repouso reduziram-se após 16 semanas, tanto após treinamento aeróbio quanto de força. A magnitude da redução dessas variáveis foi similar para ambas as atividades, tendo sido significativa em relação à condição pré-treinamento. Os autores também verificaram que, durante o trabalho isométrico máximo, o DP apresentou-se reduzido em relação ao início do treinamento. Como nenhuma alteração importante foi detectada para PAS e PAD, concluiu-se que a redução do DP de

repouso ocorreu devido à diminuição da FC. Ora, aceitando-se que haja redução significativa de FC e/ou PA de repouso, pode-se supor, ao menos em princípio, que o DP também diminuiria como resultado do treinamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

Os exercícios com pesos tendem a produzir um aumento equivalente, ou até significativamente maior, da PA em relação aos exercícios contínuos, mas um aumento de FC menor. De fato, os intervalos para descanso muscular entre as séries fazem com que a FC volte quase aos níveis de pré-exercício antes de um novo esforço. Mesmo em trabalho intenso, a FC não costuma ultrapassar 70% da FC máx, o que tende a induzir um duplo-produto de baixo risco cardíaco (14, 27, 40). Entre as adaptações crônicas mais importantes decorrentes da prática regular de exercícios de força, podem ser mencionadas a possível redução da FC (30) e da PA de repouso (41) e, principalmente, a menor sobrecarga cardíaca durante o exercício, com menor DP associado (10, 46, 48, 50).

Por estas razões, acumulam-se os pareceres e recomendações em que o treinamento da força é indicado para indivíduos com ou sem doença cardiovascular. O *American College of Sports Medicine* (3), por exemplo, sugere que é menos provável que o exercício estático provoque episódios de angina de peito em pacientes com doença arterial coronariana do que exercícios dinâmicos, isto possivelmente como resultado de um fluxo coronariano aumentado durante a diástole. A *American Heart Association* (55), recomenda o exercício com pesos para indivíduos portadores de comprometimentos cardiocirculatórios, já que uma menor frequência cardíaca durante a atividade, comparada ao exercício aeróbio de intensidade moderada a alta, provocaria elevações menos importantes do DP. Esse posicionamento, inclusive, recomenda o desenvolvimento da força muscular, em sujeitos com doença cardíaca, como fator primordial na qualidade de vida.

No que se refere à prescrição do exercício de força, o *American College of Sports Medicine* (4) sugere, para indivíduos saudáveis, um número de repetições máximas entre 8 e 12 (iniciantes) e 1-12 (adaptados). Já para portadores de comprometimentos car-

diovasculares, a *American Heart Association* (55) considera como número de repetições satisfatório entre 10 e 15, de caráter submáximo e com sensação subjetiva de esforço entre 11 e 15 (Escala de Borg), dependendo do estado de treinamento e nível da enfermidade. Em relação ao volume de treinamento, tanto para pessoas saudáveis quanto para as que possuem doença cardíaca, aconselha-se a realização de uma a três séries de oito a dez exercícios, duas a cinco vezes por semana.

Relativamente às diversas evidências que apontam o treinamento contra-resistência como benéfico e seguro, mesmo para pessoas portadoras de algumas doenças cardíacas, alguns cuidados devem ser considerados. O aumento demasiado da PA, como observado, por exemplo, no estudo de MacDougall e col. (47), pode desencadear comprometimentos vasculares hemorrágicos potencialmente perigosos (38). Além disso, o treinamento de força deverá ser preterido por indivíduos portadores de doença cardíaca congestiva, comprometimento valvular grave, disfunção ventricular esquerda e arritmias severas (3). Desse modo, é necessária uma avaliação adequada dos indivíduos que serão submetidos ao esforço, além do acompanhamento constante ao longo do tempo.

Finalmente, em virtude da grande possibilidade de variação na intensidade e no volume do treinamento de força, assim como no número de repetições e séries, intervalo de recuperação e percentagem de carga máxima, a comparação pura e simples dos resultados encontrados em amostras de indivíduos saudáveis pode não ser reproduzida em populações com diferentes estados de saúde, visto que são necessárias informações mais precisas sobre os potenciais benefícios cardiovasculares do treinamento de força.

CORRESPONDÊNCIA

Marcos Polito

Rua General Rondon, 1006, bloco 1, apartamento 401
Petrópolis – RJ

Brasil

CEP: 25650-028

mdpolino@uol.com.br

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 I Consenso Nacional de Reabilitação Cardíaca (Fase Crônica) (1997). *Arq Bras Cardiol*, 69 (4):267-91.
- 2 American College of Sports Medicine (1993). Position Stand - Physical activity, physical fitness, and hypertension. *Med Sci Sports Exerc*, 25 (10):i-x.
- 3 American College of Sports Medicine (2000). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 6 ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- 4 American College of Sports Medicine (2002). Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 34 (2):364-80.
- 5 Araújo CGS (2001). Fisiologia do exercício físico e hipertensão arterial: uma breve discussão. *Hipertensão*, 4(3):78-83.
- 6 Araújo CGS (1984). *Manual de Teste de Esforço*. 2 ed. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico.
- 7 Benn SJ, McCartney N, McKelvie RS (1996). Circulatory responses to weight lifting, walking, and stair climbing in older males. *J Am Geriatr Soc*, 22 (2):121-5.
- 8 Bermon S, Rama D, Dolisi C (2000). Cardiovascular tolerance of healthy elderly subjects to weight-lifting exercises. *Med Sci Sports Exerc*, 32 (11):1845-8.
- 9 Bertagnoli K, Hanson P, Ward A (1990). Attenuation of exercise-induced ST depression during combined isometric and dynamic exercise in coronary artery disease. *Am J Cardiol*, 65 (5):314-7.
- 10 Boutcher SH, Stocker D (1999). Cardiovascular responses to light isometric and aerobic exercise in 21 - and 59 - years-old males. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 80 (3):220-6.
- 11 Conley MS, Rozenek R (2001). National Strength and Conditioning Association Position Statement: Health aspects of resistance exercise and training. *Strength Cond J*, 23:9-23.
- 12 Debusk RF, Valdez R, Houston N, Haskell W (1978). Cardiovascular responses to dynamic and static effort soon after myocardial infarction: application to occupational work assessment. *Circulation*, 58:368-75.
- 13 Douglas CR (2000). *Tratado de Fisiologia Aplicada à Ciência da Saúde*. 4.ed. São Paulo: Robe Editorial.
- 14 Effron MB. Effects of resistive training on left ventricular function (1989). *Med Sci Sports Exerc*, 21 (6):694-7.
- 15 Falkel JE, Fleck SJ, Murray TF (1992). Comparison of central hemodynamics between powerlifters and body builders during resistance exercise. *J Appl Sport Sci Res*, 6 (1):24-35.
- 16 Fardy PS, Yanowitz FG (1995). *Cardiac Rehabilitation, Adult Fitness, and Exercise Testing*. 3 ed. Maryland: Williams & Wilkins.
- 17 Farinatti, PTV, Assis BFC (2000). Estudo de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto em exercícios contra-resistência e aeróbio contínuo. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, 5 (2):5-16.
- 18 Featherstone JF, Holly RG, Amsterdam EA (1993). Physiologic responses to weight lifting in coronary artery disease. *Am J Cardiol*, 71 (4):287-92.
- 19 Feigenbaum M, Pollock M (1999). Prescription of resistance training for health and disease. *Med Sci Sports Exerc*, 31 (1), p.38-45.
- 20 Fleck SJ (1988). Cardiovascular adaptations to strength training. *Med Sci Sports Exerc*, 20 (5 Suppl):S146-51.
- 21 Fleck SJ, Dean LS (1987). Resistance-training experience and the pressor response during resistance exercise. *J Appl Physiol*, 63 (1):116-20.
- 22 Fletcher G, Balady G, Amsterdam E, Chaitman B, Eckel R, Fleg J (2001). Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation*, 104:1694-740.
- 23 Fletcher GF, Balady G, Froelicher VF, Hartley LH, Haskell WL, Pollock ML (1995). Exercise standards: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation*, 91:580-615.
- 24 Foss ML, Keteyian SJ (2000). *Bases Fisiológicas do Exercício do Esporte*. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- 25 Franklin BA, Bonzheim K, Gordon S, Timmis GC (1991). Resistance training in cardiac rehabilitation. *J Cardiopul Rehabil*, 11:99-107.
- 26 Froelicher V, Jensen D, Atwood JE, McKirnan MD, Gerber K, Slutsky R, Battler A, Ashburn W, Ross J Jr (1980). Cardiac rehabilitation: evidence for improvement in myocardial perfusion and function. *Arch Phys Med Rehabil*, 61 (11):517-22.
- 27 Ghilarducci LE, Holly RG, Amsterdam EA (1989). Effects of high resistance training in coronary artery disease. *Am J Cardiol*, 64 (14):866-70.
- 28 Gibbons J, Balady GJ, Beasley JW, Bricker JT, Duvernoy WFC, Froelicher VF, Mark DB, Marwick TH, McCallister BD, Thompson BD, Winters WL, Yanowitz FG (1997). ACC/AHA Guidelines for Exercise Testing: Executive Summary - A Report of the American College of Cardiology/ American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Exercise Testing). *Circulation*, 96:345-54.
- 29 Gobel FL, Norstrom LA, Nelson RR, Jorgensen CR, Wang Y (1978). The rate-pressure product as an index of myocardial oxygen consumption during exercise in patients with angina pectoris. *Circulation*, 57: 549-56.
- 30 Goldberg L, Elliot DL, Kuehl KS (1994). A comparison of the cardiovascular effects of running and weight training. *J Strength Cond Res*, 8:219-24.
- 31 Gordon NF, Kohl HW III, Pollock ML, Vaandrager H, Gibbons LW, Blair SN (1995). Cardiovascular safety of maximal strength testing in healthy adults. *Am J Cardiol*, 76 (11):851-3.
- 32 Gotshall R, Gootman J, Byrnes W, Fleck S, Valovich T (1999). Noninvasive characterization of the blood pressure response to the double-leg press exercise. *JEP-on line*, 2 (4):1-6, 1999.
- 33 Gould BA, Hornung RS, Altman DG, Cashman PM, Raftery EB (1985). Indirect measurement of blood pressure during exercise testing can be misleading. *Br Heart J*, 53 (6):611-5.
- 34 Hagberg JM, Ehsani AA, Goldring D, Hernandez A, Sinacore DR, Holloszy JO (1984). Effect of weight training on blood pressure and hemodynamics in hypertensive adolescents. *J Pediatr*, 104 (1):147-51.
- 35 Hagerman FC, Walsh SJ, Staron RS, Hikida RS, Gilders RM, Murray TF, Toma K Ragg KE (2000). Effects of high-intensity resistance training on untrained older men. I. Strength, cardiovascular, and metabolic responses. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 55(7): B336-46.

- 36 Harris KA, Holly RG (1987). Physiological response to circuit weight training in borderline hypertensive subjects. *Med Sci Sports Exerc*, 19 (3):246-52.
- 37 Haslam DRS, McCartney N, McKelvie RS, MacDougall JD (1988). Direct measurements of arterial blood pressure during formal weightlifting in cardiac patients. *J Cardiopul Rehabil*, 8 (6):213-25.
- 38 Haykowsky MJ, Findlay JM, Ignaszewski AP (1996). Aneurysmal subarachnoid hemorrhage associated with weight training: three case reports. *Clin J Sport Med*, 6 (1):52-5.
- 39 Higginbotham MB (1988). Cardiac performance during submaximal and maximal exercise in healthy persons. *Heart Failure*, 4:68-76.
- 40 Kelemen MH (1989). Resistive training safety and assessment guidelines for cardiac and coronary prone patients. *Med Sci Sports Exerc*, 21 (6):675-7.
- 41 Kelley GA, Kelley KS (2000). Progressive resistance exercise and resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Hypertension*, 35:838-43.
- 42 Joint National Committee on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure (1997). The sixth report of the Joint National Committee on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure (JNC VI). *Arch Int Med*, 157:2413-44.
- 43 Longhurst JC, Stebbins CL (1997). O Atleta de Força. In: BJ Maron (Ed.) *Clínicas Cardiológicas: o coração de atleta e a doença cardiovascular*. Vol 3. Rio de Janeiro: Interlivros, p.413-429.
- 44 McArdle WD, Katch FI, Katch VI (1998). *Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- 45 McCartney N (1999). Acute responses to resistance training and safety. *Med Sci Sports Exerc*, 31 (1):31-7.
- 46 McCartney N, McKelvie RS, Martin J, Sale DG, MacDougall JD (1993). Weight-training-induced attenuation of the circulatory response of older males to weight lifting. *J Appl Physiol*, 74 (3):1056-60.
- 47 MacDougall JD, Tuxen D, Sale DG, Moroz JR, Sutton JR (1985). Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *J Appl Physiol*, 58 (3):785-90.
- 48 Maiorana A, O'Driscoll G, Cheetham C, Collis J, Goodman C, Rankin S, Taylor R, Green D (2000). Combined aerobic and resistance exercise training improves functional capacity and strength in CHF. *J Appl Physiol*, 88 (5):1565-70.
- 49 Martel GF, Hurlbut DE, Lott ME, Lemmer JT, Ivey FM, Roth SM, Rogers MA, Fleg JL, Hurley BF (1999). 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 (10):1215-21.
- 50 Micheletti P, Macchi G, Finulli P, Belleri M (1990). Cardiac effects of exhausting isometric muscular contraction in trained and endurance athletes. *Giornale Italiano di Cardiologia*, 20 (2):148-57.
- 51 Miles DS, Owens JJ, Golden JC, Gotshall RW (1987). Central and peripheral hemodynamics during maximal leg extension exercise. *Eur J Appl Physiol*, 56 (1):12-7.
- 52 Nilsson S, Stanghelle JK, Simonsen K (1983). Cardiovascular responses to static-dynamic work in young men, middle-aged athletes, and coronary patients. *Int Rehabil Med*, 5 (4):202-5.
- 53 Overend TJ, Versteegh TH, Thompson E, Birmingham TB, Vandervoort AA (2000). Cardiovascular stress associated with concentric and eccentric isokinetic exercise in young and older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 55 (4):B177-82.
- 54 Pollock M, Graves J, Swart D, Lowenthal D (1994). Exercise training and prescription for the elderly. *South Med J*, 87:S88-95.
- 55 Pollock M, Franklin B, Balady G, Chaitman B, Fleg J, Fletcher B, Limacher M, Pina IL, Stein RA, Williams M, Bazzare T (2000). 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. *Circulation*, 101:828-33.
- 56 Rasmussen PH, Staats BA, Driscoll DJ, Beck KC, Bonekat HW, Wilcox WD (1985). Direct and indirect blood pressure during exercise. *Chest*, 87 (5):743-8.
- 57 Sale DG, Moroz DE, McKelvie RS, MacDougall JD, McCartney N (1993). Comparison of blood pressure response to isokinetic and weight-lifting exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 67 (2):115-20.
- 58 Sale DG, Moroz DE, McKelvie RS, MacDougall JD, McCartney N (1994). Effect of training on the blood pressure response to weight lifting. *Can J Appl Physiol*, 19 (1):60-74.
- 59 Santarém Sobrinho J.M (1997). Atualização em exercícios resistidos: conceituação e situação atual. *Âmbito*, 31:15-6.
- 60 Smolander J, Aminoff T, Korhonen I, Tervo M, Shen N, Korhonen O, Louhevaara V (1998). Heart rate and blood pressure responses to isometric exercise in young and older men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 77(5):439-44.
- 61 Stone MH, Fleck SJ, Tripplet NR, Kraemer WJ (1991). Physiological adaptations to resistance training exercise. *Sports Medicine*, 11:210-31.
- 62 Thompson PD, Crouse SF, Goodpaster B, Kelley D, Moynay N, Pescatello L (2001). The acute versus chronic response to exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 33 (6):S438-435.
- 63 Tsoukas A, Andonakoudis H, Christakos S (1995). Short-term exercise training effect after myocardial infarction on myocardial oxygen consumption indices and ischemic threshold. *Arch Phys Med Rehabil*, 76 (3):262-5.
- 64 Whelton SP, Chin A, Xin X, He J (2002). Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Ann Intern Med*, 136 (7):493-503.
- 65 Wiecek EM, McCartney N, McKelvie RS (1990). Comparison of direct and indirect measures of systemic arterial pressure during weightlifting in coronary artery disease. *Am J Cardiol*, 66 (15):1065-9.
- 66 Wilmore JH, Costill DL (1999). *Physiology of Sport and Exercise*. 2 ed. Champaign: Human Kinetics.