

ESTUDO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA, PRESSÃO ARTERIAL E DUPLO-PRODUTO EM EXERCÍCIOS CONTRA-RESISTÊNCIA E AERÓBIO CONTÍNUO

PAULO T.V. FARINATTI

Instituto de Educação Física e Desportos
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

BRUNO F.C.B. ASSIS

Curso de Licenciatura em Educação Física
Instituto de Educação Física e Desportos
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

resumo

O duplo-produto é preditor indireto do consumo de oxigênio miocárdico, consistindo em parâmetro de risco cardiovascular no exercício. O estudo observou frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e duplo-produto (DP), durante exercícios dinâmicos contra-resistência (EC) e aeróbio de intensidade moderada (EA), em 18 indivíduos (idade = 23 ± 6 anos) aparentemente saudáveis. Realizaram-se testes de força com 1RM, 6RM e 20RM (cadeira extensora) e um aeróbio submáximo (cicloergômetro, 20 min a 75-80% da FC de reserva). As medidas para EC foram registradas entre as duas últimas repetições. Para EA, anotaram-se as variáveis no 5^o, 10^o, 15^o e 20^o min. Compararam-se as respostas de FC, PAS, PAD e DP por meio de ANOVA de uma entrada, seguida de verificação post-hoc de Scheffé ($p < 0,05$). Os resultados permitiram ordenar hierarquicamente as respostas das variáveis nas situações de exercício: FC - repouso < 1RM = 6RM < 20RM < EA; PAS - repouso = 1RM = 6RM < 20RM < EA; PAD - sem variação importante; DP - repouso < 1RM = 6RM < 20RM < EA (5^o < 10^o = 15^o = 20^o min). Conclusão: a) Exercícios de força, independentemente da intensidade, impuseram menor solicitação cardíaca que a atividade aeróbia; b) o DP em exercícios de força associou-se mais às repetições do que à carga, enquanto no exercício aeróbio a intensidade revelou-se mais importante que a duração da atividade.

PALAVRAS-CHAVE: Duplo-produto, Exercício aeróbio, Força muscular, Fisiologia cardiovascular

HEART RATE, ARTERIAL BLOOD PRESSURE AND DOUBLE-PRODUCT DURING RESISTANCE DYNAMIC AND AEROBIC EXERCISES

abstract

The double-product is the best predictor of myocardial oxygen consumption, being an indicator of exercise-related cardiovascular risk. The heart rate (FC), systolic pressure (PAS), diastolic pressure (PAD), and double-product (DP) responses were observed in resistance dynamic (ECR) and moderate aerobic exercises (EA). A group of eighteen apparently healthy subjects (age = 23 ± 6 years) was selected. ECR were executed in an extension chair, for 1, 6, and 20 maximum repetitions (1RM, 6RM, 20RM), while EA was performed in a cyclo-ergometer (20 min at 75 to 80% of heart-rate reserve). Data for ECR was recorded between the two last repetitions. For EA, data was noted at the 5th, 10th, 15th, and 20th min of the test. Statistical analysis was made by one-way ANOVA followed by Scheffé post-hoc tests ($p < 0.05$). Results revealed that FC, PAS, PAD, and DP responses could be ordered as follows: FC - rest < 1RM = 6RM < 20RM < EA; PAS - rest = 1RM = 6RM < 20RM < EA; PAD - no significant variation; DP - rest < 1RM = 6RM < 20RM < EA (5th < 10th = 15th = 20th min). Conclusion: a) cardiac demands were lower for resistance exercises of any intensity than for aerobic exercise; b) Rate-pressure product during resistance exercises was more affected by the number of repetitions than by the absolute load, while for aerobic exercise the intensity was more important than the activity duration.

KEY WORDS: Rate-pressure product, Aerobic exercise, Strength, Cardiovascular physiology

INTRODUÇÃO

Dentre as principais atividades prescritas em programas de exercícios, podemos citar os exercícios visando a melhoria da condição aeróbia e da força muscular (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2000). Estes últimos têm mostrado um crescimento gradativo de aceitação por parte da população, mesmo as ditas com "necessidades especiais", como idosos, hipertensos, cardiopatas e outras (FIATARONE *et al.*, 1990; WENGER *et al.*, 1995; VERRIL & RIBISL, 1996; POLLOCK *et al.*, 2000).

Alguns parâmetros são utilizados para o controle da intensidade e do risco associado a uma atividade. Dentre eles, a frequência cardíaca e a pressão arterial revelam-se úteis mas, consideradas isoladamente, nem sempre podem garantir segurança. Em conjunto, porém, definem um terceiro parâmetro, não muito utilizado no âmbito da prescrição de exercícios - o duplo-produto. O duplo-produto é um indicador do trabalho do miocárdio frente à captação de oxigênio durante o repouso ou esforço físico. Segundo ARAÚJO (1984), o duplo-produto apresenta uma forte correlação com o consumo de oxigênio miocárdico, sendo o seu melhor preditor indireto. Desse modo, seria interessante utilizá-lo como parâmetro de segurança para observar em que tipos de atividades o sistema cardiovascular é exposto a maior trabalho e, portanto, a maiores riscos.

O duplo-produto tende a aumentar durante as atividades físicas, mas seu comportamento é dependente da natureza da solicitação. POWERS & HOWLEY (1997) propõem que seus valores, em cargas próximas da potência aeróbia individual máxima, possam ser até cinco vezes maior do que em repouso. Por outro lado, BENN *et al.* (1996), mostram que o duplo-produto dos exercícios com pesos costumam ser baixos: os autores constataram que caminhar rápido em plano levemente inclinado, produziria maior sobrecarga cardiovascular do que o treinamento com pesos utilizando 75% da carga máxima em membros inferiores.

No entanto, há carência de maiores informações sobre essa relação. Estudos comparando o duplo-produto em diferentes níveis no trabalho contra-resistência (exercícios dinâmicos), ou ainda comparando o trabalho contra-resis-

tência com o trabalho aeróbio de baixa, moderada e alta intensidade, não puderam ser encontrados na literatura especializada. A revisão efetuada localizou apenas pesquisas envolvendo exercícios isométricos e exercícios aeróbios, em grupos de atletas ou de portadores de doenças coronarianas, com ênfase nas respostas cardiovasculares ao esforço (WILKE *et al.*, 1985; BLUMENTHAL *et al.*, 1988; MICHELETTI *et al.*, 1990; POLONETSKII *et al.*, 1991; BOUTCHER & STOCKER, 1999). A quantificação do duplo-produto em situações diferentes de solicitação aeróbia e de trabalho contra-resistência, então, poderia contribuir ao preenchimento desta lacuna.

Sendo assim, o presente estudo teve por objetivo verificar o comportamento do duplo-produto durante a condução de exercícios de força e de resistência aeróbia, adotando-o como indicador do trabalho imposto ao miocárdio e, portanto, de segurança cardiovascular.

MATERIAL E MÉTODOS

A amostra foi constituída de 18 voluntários (idade = 23 ± 6 anos), de ambos os sexos (13 homens e 5 mulheres), adotando-se como critérios de exclusão após exame clínico: a) quadro de problemas cardiovasculares, respiratórios, metabólicos ou locomotores que pudessem afetar a condução das atividades; b) utilização de medicamentos que pudessem alterar as respostas fisiológicas durante os testes.

A coleta de dados consistiu em três testes de força e um teste aeróbio contínuo, realizados em dois dias. Os testes de força foram realizados em cadeira extensora (ambas as pernas simultaneamente). Esse exercício foi escolhido por trabalhar um grande grupamento muscular e ser de fácil execução. Todas os testes foram supervisionados, para efeito de segurança e não permitir manobra de Valsalva.

O indivíduo, ao chegar no local do teste, ficava 5 minutos em repouso, na posição sentada. Em seguida, realizavam-se os testes de extensão do joelho em aglomerado *Weider*. O primeiro teste de força visava a determinação da carga de 1 RM (uma repetição máxima). A progressão de cargas respeitou as recomendações de MONTEIRO (1997) para membros inferiores: administrou-se um incremento de 15 a

20kg, com intervalo de três minutos entre cada tentativa. Durante o teste de 1 RM, foram medidas FC (freqüencímetro da Polar) e PA (método auscultatório).

Após o teste de 1RM foi realizado um teste de 6 RM. O indivíduo executava duas séries de seis repetições, com intervalo de descanso determinado de acordo com a duração das séries - proporção tempo de esforço: tempo de repouso de 1:12 a 1:20 (STONE & CONLEY, 1994). Esse procedimento foi escolhido para verificar mudanças ou diferenças importantes entre a primeira e segunda séries. Um melhor desempenho na segunda série poderia ocorrer em função de efeito de aprendizagem. Desse modo, foram analisados apenas os dados obtidos na segunda tentativa de execução, em todos os exercícios. Para aferição da FC e da PA, levou-se em conta que as respostas de pico provavelmente ocorrem durante as últimas repetições de uma série, até a falha concêntrica voluntária, sendo maiores durante as séries com cargas submáximas, do que durante séries de 1RM. Assim, os parâmetros foram medidos entre a antepenúltima e a última repetições de cada série. O protocolo do terceiro teste assemelhou-se ao anterior, para 20 RM. Pelas razões expostas, PA e FC foram medidas entre a décima nona e a vigésima repetições, sendo o intervalo entre as duas séries respeitado de acordo com as recomendações de STONE & CONLEY (1994) - proporção esforço:repouso de 1:3 a 1:5.

No teste aeróbio o indivíduo executava uma atividade com intensidade de 75% a 80% da freqüência cardíaca de reserva, em cicloergômetro, durante 20 minutos. Foram dados aos indivíduos cinco minutos para que pudessem alcançar a faixa de FC estipulada. Durante o teste, FC e PA foram medidas no quinto, décimo, décimo quinto e no vigésimo minutos. As medidas foram feitas com auxílio do freqüencímetro *Polar modelo Beat* e de um esfigmomanômetro *Tycos*. O cicloergômetro utilizado foi o *Cateye 3200c*.

Para comparação das respostas de FC, PA e duplo-produto nas diversas situações de exercício, utilizaram-se técnicas de Análise de Variância [ANOVA] de uma entrada, seguidas da verificação *post-hoc* de Scheffé. Em todos os casos, o nível de significância escolhido foi de 95% para o erro do tipo I.

RESULTADOS

A estatística descritiva para as variáveis observadas encontra-se na **Tabela 1**. As **Figuras 1, 2, 3 e 4** exibem a evolução dos valores médios para a freqüência cardíaca, pressão arterial sistólica e diastólica e duplo-produto, nas situações de exercício observadas.

As **Tabelas 2, 3, 4 e 5** exibem os resultados obtidos para a ANOVA seguida do teste *post-hoc* de Scheffé, relativos às variáveis observadas (FC, PAS, PAD e DP) nas diversas situações.

A FC teve comportamento esperado, ou seja, seu valor foi aumentando gradativamente de acordo com os exercícios realizados em relação ao repouso ($p < 0,01$). No repouso, o valor médio de FC foi de 75 bpm. Em 1RM seu valor ficou em 97 bpm, enquanto para 6RM e 20RM situou-se em torno de 107 bpm e 133 bpm, respectivamente. No exercício aeróbio obtivemos os seguintes valores médios para o 5^o, 10^o, 15^o e 20^o minuto: 154, 167, 169 e 170 bpm.

Com respeito à PAS, observou-se um aumento significativo nos exercícios de 20RM e aeróbio, em relação ao repouso ($p < 0,001$). Exercícios de 1RM e 6RM tiveram respostas semelhantes às do repouso. O valor médio encontrado para a PAS no repouso foi de 122 mmHg, para 1RM o valor foi de 131 mmHg, em 6RM e 20RM os valores foram de 137 mmHg e 158 mmHg, respectivamente. No exercício aeróbio, os valores apresentados da PAS para o 5^o, 10^o, 15^o e 20^o foram de 173, 188, 188 e 188, respectivamente.

A PAD teve seus valores médios, para cada exercício proposto, distribuídos da seguinte forma: no repouso o valor médio foi de 71 mmHg, 72 mmHg para 1RM e, para 6RM e 20RM, 78 e 82 mmHg respectivamente. Para o exercício aeróbio, encontramos os seguintes valores 5, 10, 15, e 20 min de atividade: 80, 79, 77 e 76 mmHg. Os resultados dos testes *post-hoc*, apesar de indicarem diferenças significativas entre 20RM e as situações de repouso e 1RM, revelam que, em geral a PAD independe do tipo da atividade, permanecendo relativamente constante.

Finalmente, temos os resultados obtidos para DP nas diferentes situações. No repouso o valor médio foi de 9132, em 1RM de 12709, em 6RM de 14663 e em 20RM de 20997. Para o exercício aeróbio, obtiveram-se valores de 26706 para o 5^o minuto, de 31250 para o 10^o minuto, de 31740

para o 15º minuto e de 31812 para o 20º minuto. A análise estatística revelou que há uma tendência ao aumento progressivo do DP à medida em que a duração das contrações localizadas aumenta. Constatou-se também que a sollicitação imposta ao miocárdio, quando comparam-se exer-

cícios contra-resistência e exercício aeróbio, seja significativamente superior para a atividade aeróbia ($p < 0,001$). Finalmente, percebe-se que os valores de DP tendem a estabilizar-se após os primeiros 5 minutos da atividade aeróbia ($p < 0,05$).

Tabela 1 - Estatística Descritiva para as Variáveis Observadas (n = 18)

<i>Variável</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>
FC máx.	196,9	6,6
FC (repouso)	74,9	10,7
PAS (repouso)	122,3	10,4
PAD (repouso)	71,2	5,7
Duplo Produto (repouso).	9131,7	1313,2
FC (1RM)	97,0	11,2
PAS (1RM)	131,3	10,4
PAD (1RM)	72,0	6,8
Duplo Produto(1RM)	12708,8	1528,4
FC (6RM)	106,8	8,7
PAS (6RM)	137,3	11,7
PAD (6RM)	78,4	9,8
Duplo Produto (6RM)	14662,6	1715,8
FC (20RM)	132,5	14,4
PAS (20RM)	158,3	22,4
PAD (20RM)	82,3	12,4
Duplo Produto (20RM)	20997,2	3758,1
FC Aeróbia (5 min)	154,2	17,0
PAS Aeróbia (5 min)	172,9	25,3
PAD Aeróbia (5 min)	79,6	7,4
Duplo Produto Aeróbio (5 min)	26706,2	5099,6
FC Aeróbia (10 min)	166,8	6,3
PAS Aeróbia (10 min)	187,7	25,3
Duplo Produto Aeróbio (10 min)	31249,7	3979,2
FC Aeróbia (15 min)	168,5	5,3
PAS Aeróbia (15 min)	188,4	25,7
PAD Aeróbia (15 min)	76,9	6,6
Duplo Produto Aeróbio (15 min)	31740,1	4316,5
FC Aeróbia (20 min)	169,8	6,1
PAS Aeróbia (20 min)	187,6	23,8
PAD Aeróbia (20 min)	76,4	6,3
Duplo Produto Aeróbio (20 min)	31811,9	3861,5

Figura 1 - Evolução da Freqüência Cardíaca em Exercícios Contra-Resistência e Aeróbio

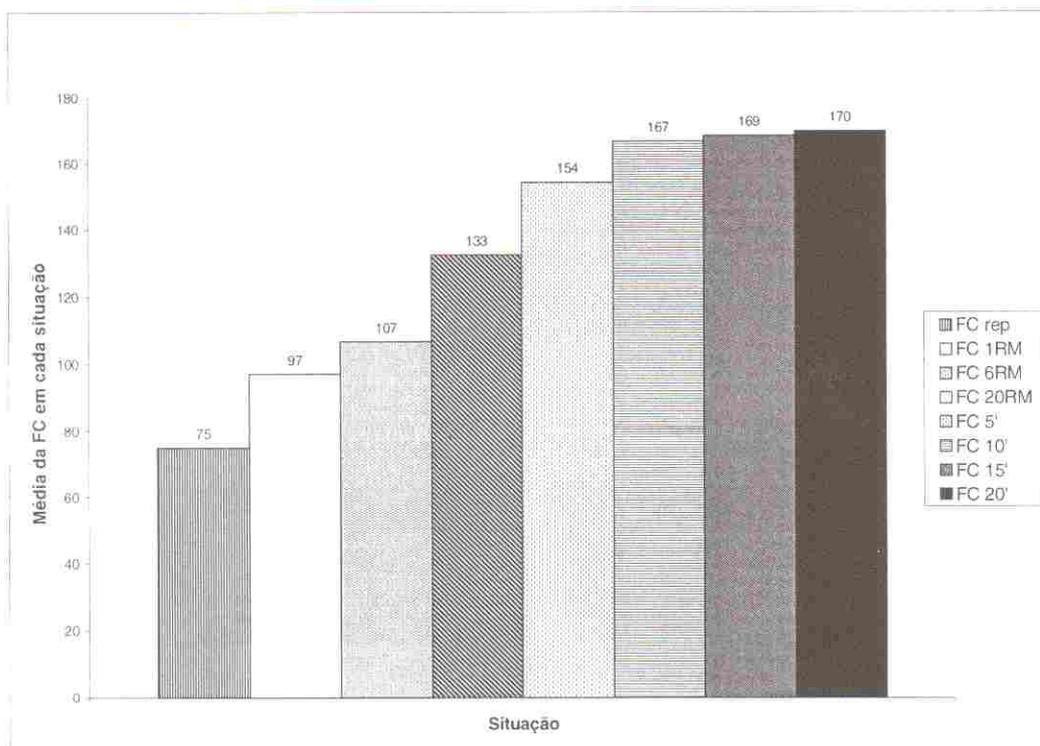


Figura 2 - Evolução da Pressão Arterial Sistólica em Exercícios Contra-Resistência e Aeróbio

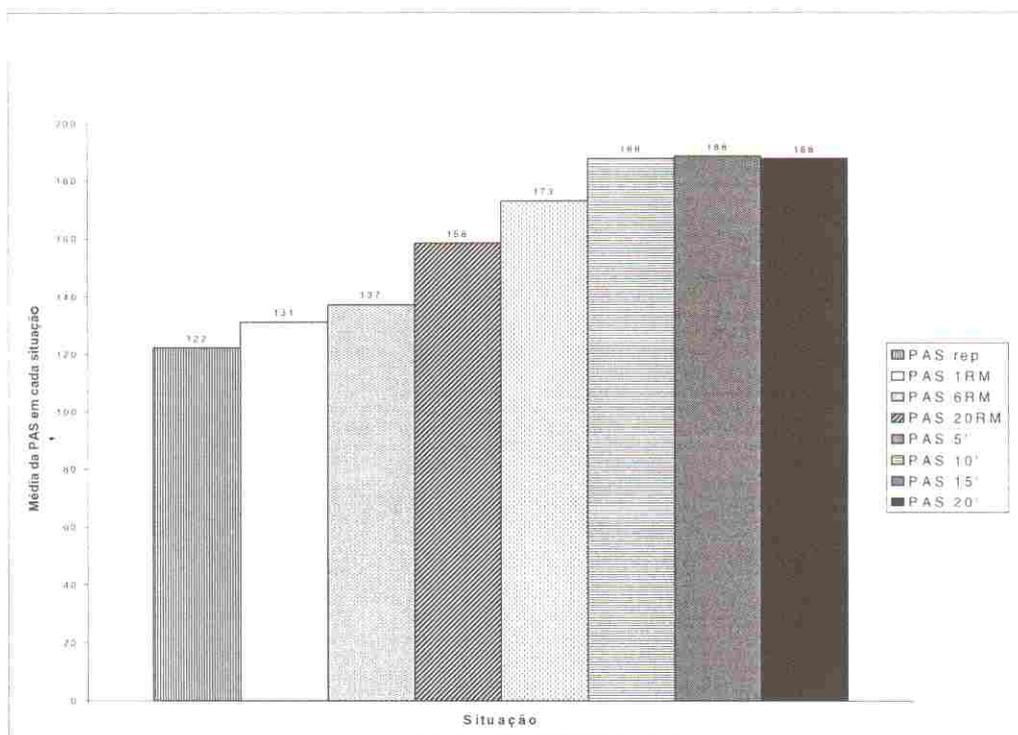


Figura 3 - Evolução da Pressão Arterial Diastólica em Exercícios Contra-Resistência e Aeróbio

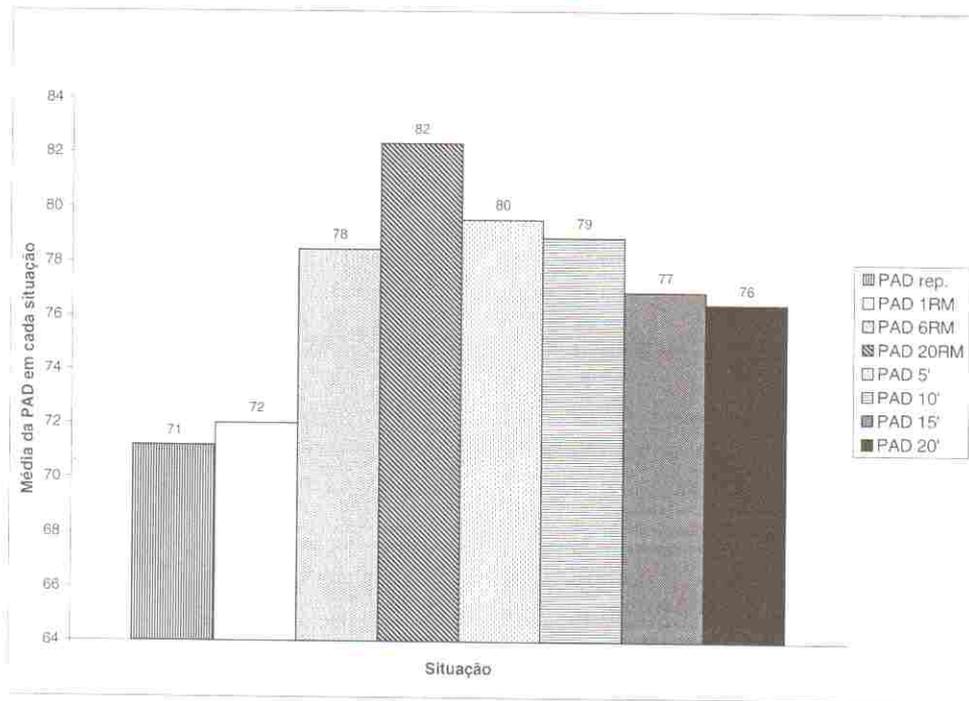


FIGURA 4 - Evolução do Duplo-Produto em Exercícios Contra-Resistência e Aeróbio

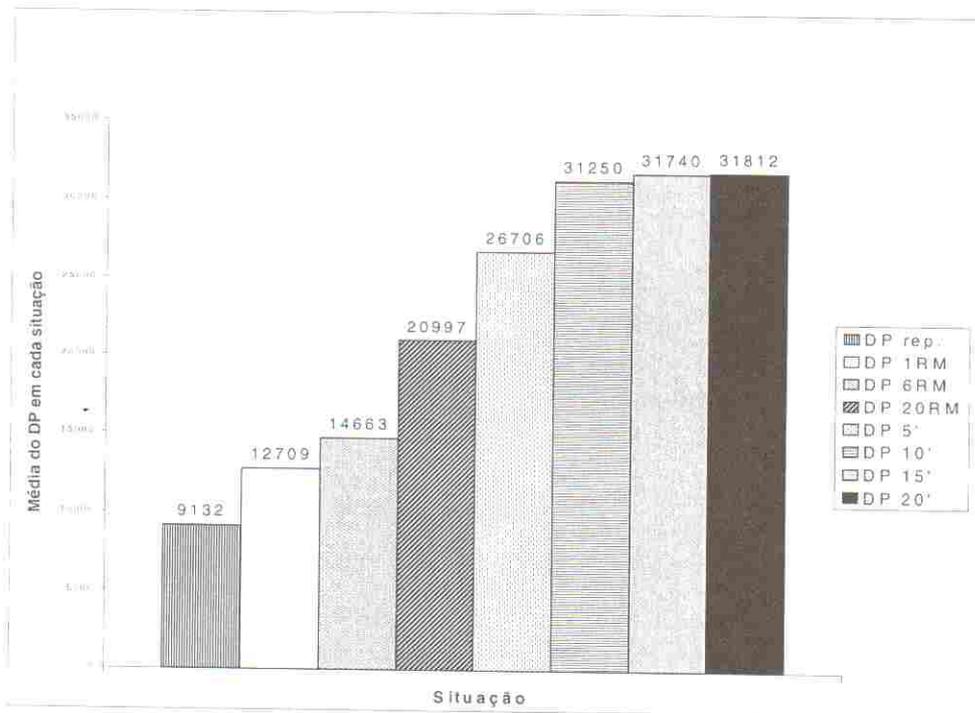


TABELA 2 – ANOVA e Teste de Scheffé para Frequência Cardíaca em Exercícios Contra-Resistência e Aeróbios

	REP	IRM	6RM	20RM	5'	10'	15'	20'
Scheffé	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	74,94	97,00	106,78	132,50	154,22	166,78	168,50	169,83
REP (1)								
IRM (2)	***							
6RM (3)	***	NS						
20RM (4)	***	***	***					
AE5 (5)	***	***	***	***				
AE10 (6)	***	***	***	***	NS			
AE15 (7)	***	***	***	***	*	NS		
AE20 (8)	***	***	***	***	*	NS	NS	

ANOVA: $F = 215,02$ $p < 0,0001$

NS: não significativo * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

Valores entre parênteses representam as situações de exercício, seguidas das médias obtidas

TABELA 3 – ANOVA e Teste de Scheffé para Pressão Arterial Sistólica em Exercícios Contra-Resistência e Aeróbios

	REP	IRM	6RM	20RM	5'	10'	15'	20'
Scheffé	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	122,33	131,33	137,33	158,33	172,89	187,67	188,44	187,56
REP (1)								
IRM (2)	NS							
6RM (3)	NS	NS						
20RM (4)	***	*	NS					
AE5 (5)	***	***	***	NS				
AE10 (6)	***	***	***	*	NS			
AE15 (7)	***	***	***	*	NS	NS		
AE20 (8)	***	***	***	*	NS	NS	NS	

ANOVA: $F = 32,08^*$ $p < 0,0001^*$

NS: não significativo * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

Valores entre parênteses representam as situações de exercício, seguidas das médias obtidas

TABELA 4 – ANOVA e Teste de Scheffé para Pressão Arterial Diastólica em Exercícios Contra-Resistência e Aeróbios

	REP	1RM	6RM	20RM	5'	10'	15'	20'
Scheffé	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	71,17	72,00	78,44	82,28	79,56	78,89	76,89	76,44
ANOVA: $F = 3,93^*$ $p < 0,0006^*$								
REP (1)								
1RM (2)	NS							
6RM (3)	NS	NS						
20RM (4)	*	*	NS					
AE5 (5)	NS	NS	NS	NS				
AE10 (6)	NS	NS	NS	NS	NS			
AE15 (7)	NS	NS	NS	NS	NS	NS		
AE20 (8)	NS							

NS: não significativo * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

Valores entre parênteses representam as situações de exercício, seguidas das médias obtidas

TABELA 5 - ANOVA e Teste de Scheffé para o Duplo-Produto em Exercícios Contra-Resistência e Aeróbios

	REP	1RM	6RM	20RM	5'	10'	15'	20'
Scheffé	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	9131,67	12708,78	14662,56	20997,22	26706,22	31249,67	31740,11	31811,89
ANOVA: $F = 128,85$ $p < 0,0001$								
REP (1)								
1RM (2)	*							
6RM (3)	**	NS						
20RM (4)	***	***	***					
AE5 (5)	***	***	***	**				
AE10 (6)	***	***	***	***	*			
AE15 (7)	***	***	***	***	*	NS		
AE20 (8)	***	***	***	***	**	NS	NS	

NS: não significativo * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

Valores entre parênteses representam as situações de exercício, seguidas das médias obtidas

DISCUSSÃO

Na literatura, identifica-se um predomínio de estudos que buscam relacionar a segurança cardiovascular ao tipo de contração envolvida no exercício (estática ou dinâmica), principalmente em indivíduos pertencentes a grupos de risco ou atletas. É o caso de POLONETSKII *et al.* (1991), avaliando as possibilidades de diagnóstico da re-

serva contrátil do coração em pacientes com *angina pectoris* instável a partir de exercícios estáticos manuais. MICHELETTI *et al.* (1990) avaliaram os efeitos cardíacos de uma contração muscular isométrica até a exaustão em atletas de *endurance*, LONGHURST & STEBBINS (1997) analisaram o DP em exercícios estático e aeróbio até a fadiga em atletas de força, enquanto BOUTCHER & STOCKER (1999) observaram

as respostas cardiovasculares em indivíduos sedentários de 21 a 59 anos, a exercícios estáticos leves e exercícios aeróbios. Outro estudo digno de menção é o de GALETTA *et al.* (1994), avaliando os efeitos da atividade física na função autonômica de idosos.

A contribuição do presente estudo está em analisar a solicitação cardíaca em uma população de indivíduos não-atléticos, mas que também não exibiam quadro de comprometimento cardiovascular, em situações muito próximas das encontradas em centros de prescrição de exercício, como academias e clínicas. Procuraram-se reproduzir as situações mais comumente identificadas quando do planejamento de programas de desenvolvimento da força muscular e da condição cardiorrespiratória - o treinamento da força foi analisado em cargas e repetições diferenciadas e o trabalho aeróbio situou-se dentro das faixas habitualmente propostas para a população em geral. Em nenhum dos casos, levaram-se os indivíduos a situações artificiais de fadiga voluntária, que por si só têm implicações sobre a FC e a tensão arterial.

Os resultados obtidos para os valores absolutos e a evolução das variáveis observadas nas situações de exercício não se afastam do usualmente proposto na literatura, o que parece confirmar a adequação da metodologia de coleta de dados adotada (DEBUSK *et al.*, 1978; FRANZ *et al.*, 1982; McDOUGALL *et al.*, 1985; BLUMENTHAL *et al.*, 1988; POLONETSKII *et al.*, 1991; McCARTNEY *et al.*, 1993; POWERS & HOWLEY, 1997; BOUTCHER & STOCKER, 1999).

Levando em conta os resultados dos testes *post-hoc*, os valores obtidos para FC poderiam ser ordenados crescentemente da seguinte forma: Repouso < 1RM = 6RM < 20RM < Exercício Aeróbio. Os resultados para 5, 10, 15 e 20 minutos de atividade aeróbia foram equivalentes, com diferenças significativas sendo identificadas entre os valores obtidos nos primeiros e últimos cinco minutos da atividade. Diante desses valores, pode-se dizer que exercícios contra-resistência envolvendo cargas altas e poucas repetições (6RM), implicaram em menor trabalho cardíaco do que exercícios envolvendo cargas menores, com maior número de repetições, e o exercício aeróbio.

Os resultados obtidos para a PAS sugerem que exercícios contra-resistência envolvendo cargas altas (1RM e 6RM) representam menor es-

forço cardiovascular para bombear o sangue do que exercícios envolvendo muitas repetições (20RM), talvez pelo tempo de execução associado às atividades. Por outro lado, atividades contínuas de intensidade moderada, conforme a aplicada neste estudo, associam-se a níveis maiores de pressão sanguínea. Tomando por base o perfil geral dos resultados da ANOVA, seria possível estabelecer a seguinte relação hierárquica: Repouso = 1RM = 6RM < 20RM < Exercício Aeróbio. É interessante apontar que não houve diferenças significativas para os valores de PAS quando comparadas as diferentes etapas do exercício (5, 10, 15 e 20 min).

Estes resultados divergem dos de alguns estudos, como o descrito por LONGHURST & STEBBINS (1997). Os autores analisaram as respostas cardiovasculares de atletas de força ao exercício estático (40% da contração máxima voluntária do *hand-grip*, até a fadiga) e dinâmico (realizado em cicloergômetro com aumento de 100 kpm/min até a fadiga). Em ambas as atividades, a FC teve um comportamento crescente à medida em que se aproximava a exaustão. Contudo, os valores observados no exercício estático, em comparação ao exercício dinâmico, tenderam a ser maiores no primeiro que no segundo. Igualmente, identificou-se uma maior PAS em ambas as situações, mas com valores superiores na contração estática. Talvez estas diferenças possam ser explicadas pelo fato de ter sido adotado um tempo de atividade indefinido, até a fadiga - sabe-se que a FC e a tensão arterial são sensíveis às contrações prolongadas, principalmente as excessivamente localizadas, o que pode ter influenciado nos resultados. Deve-se lembrar, ainda, que o estudo descrito por LONGHURST & STEBBINS (1997) não aplicou cargas de diferentes intensidades em situações habituais de solicitação, tanto em treinamento quanto no cotidiano. De fato, os achados do presente estudo parecem indicar que tanto a FC quanto a PAS tendem a ser maiores em exercícios de força que envolvem cargas menores e muitas repetições, assim como em atividades aeróbias de caráter contínuo.

O comportamento obtido para a PAD situou-se dentro do geralmente proposto na literatura, com tendência a uma variação pouco importante durante a prática de exercícios físicos, quando comparada à PAS e à FC (NILSSON *et al.*, 1983; LONGHURST & STEBBINS, 1997; POLLOCK *et al.*, 2000). Alguns estudos sugerem a possibi-

lidade de aumento desproporcional da PAD, em atividades com forte componente estático, em função de vasoconstrição aliada a um maior débito cardíaco (FRANKLIN *et al.*, 1991). Isso teria repercussões sobre o retorno venoso e perfusão endocárdica, ajudando a explicar a baixa incidência de repostas isquêmicas nesse tipo de esforço (POLLOCK *et al.*, 2000). Os dados obtidos não puderam confirmar esta possibilidade.

Os resultados para o DP seguem um padrão de comportamento muito semelhante ao da FC. Pode-se traçar uma escala crescente da solicitação (e portanto do risco) cardiovascular associada a cada atividade proposta: Repouso < 1RM = 6RM < 20RM < Exercício Aeróbio (5° < 10° = 15° = 20° min). Ou seja, parece que a sobrecarga imposta ao miocárdio, em exercícios localizados, tende a depender mais do tempo do exercício (número de repetições) do que da carga em si. De fato, o valor médio atingido pelo duplo-produto em 20 RM foi cerca de 30% maior que o valor observado para 6RM.

Por outro lado, em atividades de natureza geral, como as aeróbias de intensidade moderada, a intensidade parece ser o fator mais determinante, ao menos em situações em que não se leva o indivíduo até a fadiga. É interessante notar que os exercícios aeróbios obtiveram, a partir do 10° minuto, valores de DP que, aplicados em pacientes com sintomas de *angina pectoris*, poderiam ter desencadeado sensações de desconforto por dores no peito, com risco importante de intercorrência cardíaca. Tal fato não é observado nos exercícios contra-resistência, já que o maior valor encontrado (em 20RM) não ultrapassou 21000, portanto abaixo do que se costuma geralmente considerar como ponto de corte para a angina, ou seja, DP de 30000 ou mais (FARDY & YANOWITZ, 1995; POWERS & HOWLEY, 1997). Enfim, pode-se mencionar o trabalho de FRANKLIN *et al.* (1991), sugerindo que exercícios aeróbios de intensidade moderada implicariam maiores riscos de angina em coronariopatas, do que exercícios contra-resistência.

Alguns estudos tendem a ratificar os resultados presentemente obtidos. McCARTNEY *et al.* (1993), por exemplo, observaram a evolução do duplo-produto em esforços com mesma carga, antes e após período de treinamento com pesos. Nesse estudo, foi possível concluir que o duplo-produto teria seus menores valores para repetições

mais baixas. Outros estudos propõem que o DP seria menor em contrações estáticas máximas e em exercícios dinâmicos resistidos, em comparação com atividades aeróbias de intensidade moderada, em razão de uma menor resposta de pico para a FC (DEBUSK *et al.*, 1978; POLLOCK *et al.*, 2000). Além disso, há evidências de que a relação entre oferta e demanda de oxigênio para o miocárdio seja favoravelmente alterada pela superposição de esforços estáticos a dinâmicos, com menor depressão do segmento ST para um mesmo DP (BERTAGNOLI *et al.*, 1990).

Quanto à relação carga-repetições em exercícios resistidos, SANTARÉM (1997) propõe que o DP seja inferior quando o número de repetições é menor (cargas mais altas), o que vai de encontro aos resultados obtidos - nessa perspectiva, exercícios com 1RM e 6RM ofereceriam menor risco cardíaco do que exercícios de 20RM, o que tende a contrariar a percepção geral. Neste sentido, GORDON *et al.* (1995) não observaram nenhuma intercorrência cardiovascular digna de monta realizando testes de carga máxima (1RM) (supino, *leg-press* e extensão de joelhos) em 6653 indivíduos entre 20 e 69 anos de idade, normotensos e hipertensos nível I.

Finalmente, McCARTNEY *et al.* (1993) 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 *et al.* (1990) e BOUTCHER & STOCKER (1999): 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.

Em suma: a) exercícios dinâmicos contra-resistência parecem acarretar menores solicitações cardíacas que exercícios aeróbios de 75 a 80% da frequência cardíaca máxima de reserva, conforme estimado pelo duplo-produto nas atividades; b) o número de repetições parece ter influência maior do que a carga absoluta mobilizada, sobre o duplo-produto em exercícios contra-resistência, enquanto em atividades aeróbias a intensidade parece ser o fator

mais importante.

Nota-se, porém, que restam lacunas que poderiam ser alvo de outros estudos. Por exemplo, seria interessante comparar, em situações reais de treinamento, exercícios resistidos (estáticos e dinâmicos) envolvendo membros superiores e inferiores, já que o esforço realizado pelo coração, em exercícios máximos com membros superiores, tende a ser maior que o realizado com membros inferiores. Outra abordagem seria a comparação de exercícios aeróbios de diferentes intensidades (como a caminhada), em inclinações

diversas de terreno. Enfim, recomendamos que estudos com delineamentos metodológicos mais sofisticados sejam conduzidos. A observação de amostras maiores e randomizadas, o controle de variáveis associadas à composição corporal, força relativa da musculatura envolvida no trabalho, estado de treinamento e condições patológicas, bem como a influência de fatores como a idade e o sexo, poderiam fornecer informações interessantes sobre o potencial de segurança cardiovascular associado a diferentes tipos de atividades físicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 6 ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.
- Araújo CGS. *Manual de Teste de Esforço*. 2ed. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1984.
- Benn SJ, McCartney N, McKelvie RS. Circulatory responses to weight lifting, walking, and stair climbing in older males. *Journal of the American Geriatric Society* v.44, n.2, p.121-125, 1996.
- Blumenthal JA, Rejeski WJ, Walsh-Riddle M, Emery CF, Miller H, Roark S, Ibsel PM, Morris PB, Brubaker P, Williams RS. Comparison of high- and low-intensity exercise training early after acute myocardial infarction. *American Journal of Cardiology* v.61, n.1, p.26-30, 1988.
- Bertagnoli K, Hanson P, Ward A. Attenuation of exercise-induced ST depression during combined isometric and dynamic exercise in coronary artery disease. *American Journal of Cardiology* v.65, p.314-317, 1990.
- Boutcher SH, Stocker D. Cardiovascular responses to light isometric and aerobic exercise in 21 to 59 year-old males. *European Journal of Applied Physiology* v.80, n.3, p.220-226, 1999.
- DeBusk RF, Valdez R, Houston N, Haskell W. Cardiovascular responses to dynamic and static effort soon after myocardial infarction: application to occupational work assessment. *Circulation* v.58, p.368-375, 1978.
- Fardy PS, Yanowitz FG. *Cardiac Rehabilitation, Adult Fitness, and Exercise Testing*. 3 ed. Maryland: Williams & Wilkins, 1995.
- Franz IW, Bartels F, Muller R. Blood-pressure response to ergometric work in normotensive subjects, aged 20-50 years. *Zeitschrift für Kardiologie* v.71, n.7, p.458-465, 1982.
- Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, Meredith C, Lipsitz LA, Evans WJ. High intensity strength training in nonagenarians: effects on skeletal muscle. *Journal of the American Medical Association* v.263, p.3029-3034, 1990.
- Franklin BA, Bonzheim K, Gordon S, Timmis GC. Resistance training in cardiac rehabilitation. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation* v.11, p.99-107, 1991.
- Galetta F, Lunardi M, Prattichizzo FA, Rossi M, Cosci S, Giusti C. Effects of physical activity on the cardiovascular autonomic function in the aged. *Minerva Cardioangiologica* v.42, n.7/8, p.321-326, 1994.
- Gordon NF, Kohl HW III, Pollock ML, Vaandrager H, Gibbons LW, Blair SN. Cardiovascular safety of maximal strength testing in healthy adults. *American Journal of Cardiology* v.76, p.851-853, 1995.
- Longhurst JC, Stebbins CL. O Atleta de Força. In: Maron BJ (ed). *Clínicas Cardiológicas: o coração de atleta e a doença cardiovascular*. Vol 3. Rio de Janeiro: Interlivros. p.413-429, 1997.

- McCartney N, McKelvie RS, Martin J, Sale DG, MacDougall JD. Weight-training-induced attenuation of the circulatory response of older males to weight lifting. **Journal Applied Physiology** v.74, p.1056-1060, 1993.
- MacDougall JD, Texen D, Sale DG, Moroz JR, Sutton JR. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. **Journal Applied Physiology** v.58, p.785-790, 1985.
- Micheletti P, Macchi G, Finulli P, Belleri M. Cardiac effects of exhausting isometric muscular contraction in trained and endurance athletes. **Giornale Italiano di Cardiologia** v.20, n.2, p.148-457, 1990.
- Monteiro WD. Medida da Força Muscular – aspectos metodológicos e aplicações. **Revista Treinamento Desportivo** v.3, n.1, p.38-51, 1997.
- Nilsson S, Stanghelle JK, Simonsen K. Cardiovascular responses to static-dynamic work in young men, middle-aged athletes, and coronary patients. **International Rehabilitation Medicine** v.5, n.4, p.202-205, 1983.
- Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, Chaitman BL, Fleg JL, Fletcher B, Limacher M, Piña IL, Stein RA, Williams M, Bazzarre T. 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** v.101, p.828-833, 2000.
- Polonetskii KZ, Gelis LG, Sidorenko ER. Diagnostic possibilities of hand isometric exercise in the assessment of coronary and contractile reserve of the heart in patients with unstable angina pectoris. **Kardiologiia** v.31, n.2, p.31-33, 1991.
- Powers SK, Howley ET. **Exercise Physiology – Theory and Application to Fitness and Performance**. 3.ed. Boston: WCB McGraw Hill, 1997.
- Santarém JM. Atualização em exercícios resistidos: conceituação e situação atual. **Âmbito - Medicina Desportiva** v.31, p.15-16, 1997.
- Stone MH, Conley MS. **Essentials of Strength and Conditioning**. Champaign: Human Kinetics, 1994.
- Wenger NK, Froelicher ES, Smith LK, Ades PA, Berra K, Blumenthal JA, Certo CM, Dattilo AM, Davis D, DeBusk RF, Drozda JP, Fletcher BJ, Franklin BA, Gaston H, Greenland P, McBride PE, McGregor CGA, Oldridge NB, Piscatella JC, Rogers FJ. **Cardiac Rehabilitation as Secondary Prevention. Clinical Practice Guideline No. 17**. Rockville, Md: US Dept of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Health Care Policy and Research and the National Heart, Lung, and Blood Institute; October 1995. AHCPR publication No. 96-0672.
- Wilke NA, Sheldahl LM, Tristani FE, Hughes CV, Kalbfleisch JH. The safety of static-dynamic effort soon after myocardial infarction. **American Heart Journal** v.110, p.452-545, 1985.
- Verril DE, Ribisl PM. Resistive exercise training in cardiac rehabilitation. An update. **Sports Medicine** v.21, n.5, p.347-383, 1996.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

*Instituto de Educação Física e Desportos
Coordenadoria de Pós-Graduação
Rua São Francisco Xavier 524, sala 9122 Bloco F, Maracanã
Rio de Janeiro, RJ, CEP 20550-013
e-mail: farinatti@uol.com.br fax: (021) 587-7862.*