

## VARIAÇÕES HEMODINÂMICAS EM ADULTOS JOVENS - EFEITOS DE 3 SÉRIES DE 10 REPETIÇÕES A 70% DE UMA REPETIÇÃO MÁXIMA

### **Lidiana Vargas Alves Martins**

Graduada em Educação Física pela UNIG - Campus V - Itaperuna

### **Ludmila Schettino**

Especialista em Fisiologia do Exercício

### **Rafael Pereira**

Mestre em Bioengenharia

Laboratório de Fisiologia e Biocinética (UNIG - Campus V)

rafaelpereira@brjb.com.br

### **Marco Machado**

Mestre em Ciência da Motricidade Humana

Laboratório de Fisiologia e Biocinética (UNIG - Campus V)

marcomachado@brjb.com.br

## **RESUMO**

Postula-se que os exercícios físicos são benéficos para o sistema cardiovascular, no entanto há dúvidas quanto aos possíveis riscos à saúde relacionados aos exercícios contra-resistência. O objetivo deste estudo foi verificar as modificações hemodinâmicas durante a execução de exercícios contra-resistência de membros inferiores. Homens entre 18 e 30 anos ( $n = 28$ ), sedentários, normotensos e aparentemente saudáveis foram voluntariamente submetidos a exercícios na cadeira extensora (3x10 repetições a 70% de 1RM). Antes e após cada série foram medidas a frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD), a frequência cardíaca média (FCM), Duplo Produto (DP) e o  $mVO_2$ . Os resultados foram analisados estatisticamente por ANOVA com nível de significância de 5%. Houve um aumento de aproximadamente 31% na FC ( $p < 0,05$ ) após todas as séries comparadas aos valores basais. A PAD e PAM não sofreram aumentos significativos em nenhum momento do teste. A PAS aumentou significativamente ( $p < 0,05$ ) na última série de exercícios. O DP e o  $mVO_2$  aumentaram significativamente após a realização de cada série. Em nenhum dos momentos medidos o DP ou o  $mVO_2$  alcançou valores considerados arriscados segundo a literatura disponível. Conclui-se que este tipo de exercício aumenta a sobrecarga cardíaca sem, no entanto atingir níveis arriscados.

**Palavras Chave:** Frequência cardíaca. Pressão arterial. Duplo produto.  $mVO_2$ . Exercício contra-resistência.

## ABSTRACT

It is postulated that the physical exercises are beneficial for the cardiovascular system, however there are doubts as for the possible risks to the health related to resistance exercises. The aim of this study was to verify the haemodynamics modifications during the execution of resistance exercises of lower limbs. Men (18-30 years, n = 28), sedentary, and healthy were voluntarily submitted to exercises in the leg extending (3x10 repetitions to 70% of 1RM). Before and after each series they were measured the heart rate (HR), systolic blood pressure (SBP), diastolic (DBP), rate-pressure product (DP), and the mVO<sub>2</sub>. The results were analyzed for ANOVA with 5% level of significance. There was an increase of approximately 31% in HR (p <0,05) after all of the series compared to the basal values. To DBP and AHR they didn't suffer significant increases in any moment of the test. To SBP it increased significantly (p <0,05) in the it finishes series of exercises. DP and the mVO<sub>2</sub> increased significantly after each series. In none of the measured moments DP or the mVO<sub>2</sub> reached values considered risky according to the available literature. In conclusion this exercise type increases the heart overload without, however to reach risky levels.

**Key Words:** Heart rate. Blood pressure. Rate-pressure product. mVO<sub>2</sub>. Resistance exercise.

## INTRODUÇÃO

O exercício contra-resistência, ou exercício de força, consiste em movimentos em que se utilizam pesos, máquinas, elásticos, massa corporal ou outra forma de equipamento para o desenvolvimento da força, potência ou endurance muscular. Há décadas este tipo de exercício vem sendo cada vez mais proposto e tem sido demonstrada a necessidade dele para a manutenção ou melhora da saúde de indivíduos com as mais diferentes características. No entanto o conhecimento do comportamento de diversas variáveis fisiológicas do sistema cardiovascular foi relegado ao segundo plano por muito tempo, por acreditar-se que quase nenhum efeito benéfico a este sistema era adquirido ou por possíveis riscos quando utilizados em cardiopatas ou hipertensos (POLLOCK *et al.*, 2000; CONRAADS *et al.*, 2004; CORNELISSEN e FAGARD, 2005; SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2005).

Durante muitos anos o monitoramento das atividades físicas vem sendo realizado sob diversas formas, sendo uma das mais comuns a Frequência Cardíaca (FC), principalmente com a popularização dos frequencímetros portáteis. No entanto a limitação deste método, principalmente no que tange aos exercícios contra-resistência, é o acompanhamento exclusivo do cronotropismo do coração. O metabolismo do coração é influenciado tanto pelo cronotropismo quanto pelo inotropismo, sendo que, ambos irão influenciar na sobrecarga do miocárdio e na demanda de oxigênio deste músculo nas mais diversas situações diárias, incluindo o exercício (SIMÃO *et al.*, 2003; MIRANDA *et al.*, 2006).

A necessidade de oxigênio do coração pode ser medida pelo consumo ou captação de oxigênio pelo miocárdio (mVO<sub>2</sub>), que é determinada pela interação, por exemplo, da tensão intramiocárdica, da contratilidade do músculo cardíaco e da frequência cardíaca. Todos estes fatores são alterados durante o exercício físico

aumentando a demanda por nutrientes e oxigênio pelo coração, acarretando no aumento do fluxo coronariano de sangue (GOBEL *et al.*, 1978; FLETCHER *et al.*, 2001; ANDRADE *et al.*, 2002; POLITO e FARINATTI 2003).

Há uma relação linear entre o  $mVO_2$  e o fluxo coronariano sanguíneo, informando a sobrecarga cardíaca, ou seja, o esforço do coração para atender a demanda do organismo. Contudo a medição do  $mVO_2$  requer procedimentos cirúrgicos invasivos, inviáveis em situações de campo, levando assim a buscar por uma forma de menor risco para inferir este esforço, potencializando a segurança da prescrição e acompanhamento do exercício (HELLERSTEIN e WENGER, 1978; FLETCHER *et al.*, 2001; POLITO e FARINATTI, 2003).

O produto entre a FC e a Pressão Arterial Sistólica (PAS), denominado Duplo Produto (DP), apresenta alta correlação com o  $mVO_2$  ( $r^2 = 0,88$ ) (POLITO e FARINATTI, 2003; MIRANDA *et al.*, 2006; FORNITANO & GODOY, 2006). Hellerstein e Wenger (1978) apresentam uma função matemática para conversão do DP em  $mVO_2$ , permitindo a estimativa do esforço cardíaco e maior precisão na prescrição e acompanhamento do exercício (equação 1).

$$mVO_2 = (DP \times 0,0014) - 6,3$$

Equação 1 – Formula de Hellerstein e Wenger (1978) para predição do  $mVO_2$  a partir do duplo produto (DP). Os resultados são obtidos em  $mlO_2/100gVE/min$ .

A variação do DP, e conseqüentemente do  $mVO_2$ , não depende apenas da intensidade do exercício. A posição do corpo (MIRANDA *et al.*, 2006), o intervalo entre as séries de exercícios (FARINATTI e ASSIS, 2000) e o tipo de atividade (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2002; LOPES, 2006) também influenciam os valores obtidos pelo DP. Exercícios de longa duração e intensidades moderadas tendem a manter o DP, ou seja, a sobrecarga do miocárdio, elevada durante um longo tempo, enquanto os exercícios contra-resistência, por seu caráter intermitente, causam flutuações nesta variável fisiológica. Há alguns anos atrás os exercícios com pesos chegavam a ser contra indicados para cardiopatas em reabilitação. Diretrizes de entidades como o American College of Sports Medicine (2002) e a Sociedade Brasileira de Cardiologia (2005) não só desmistificam o uso deste tipo de exercícios como os elegem como necessários a complementação do processo de reabilitação.

O objetivo deste estudo foi verificar as modificações hemodinâmicas durante a execução de exercícios contra-resistência de membros inferiores.

## METODOLOGIA

Homens entre 18 e 30 anos ( $n = 28$ ), sedentários, normotensos e aparentemente saudáveis foram voluntariamente submetidos voluntariamente ao protocolo de pesquisas. Todos foram esclarecidos sobre a pesquisa e tiveram oportunidade de inquirir sobre qualquer aspecto do estudo, assinando termo de consentimento, conforme “Normas de Realização de Pesquisa em Humanos”, Resolução nº 160/96 do Conselho Nacional de Saúde, de 10/10/96.

No primeiro dia de visita ao laboratório cada sujeito foi medido antropometricamente (estatura e massa corporal total) e realizou um teste de uma repetição máxima (1RM). Todos os procedimentos foram realizados conforme protocolos descritos em Marins e Giannichi (2003). As extensões de joelho foram

realizadas em cadeira extensora ajustável às características antropométricas individuais, conforme previamente utilizado e descrito em Rossi et al. (2007)

Os dados de idade e de antropometria mostraram que a amostra estudada era composta de indivíduos homogêneos. A frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) de repouso mostraram que todos os indivíduos eram normotensos (exceto um deles que era normotenso alto, 140/80 mmHg, segundo SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2005), além de não haver variações significativas entre os sujeitos. Os valores calculados pressão arterial média (PAM), duplo produto (DP) e consumo de oxigênio do miocárdio ( $mVO_2$ ) também se mostraram homogêneos e dentro das faixas de normalidade para a amostra estudada (tabela I).

	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	23	4	18	30
Estatura (cm)	177,6	6,1	166,0	188,0
MCT (Kg)	83,3	10,3	66,0	99,0
1RM (Kg)	58,4	6,5	45,9	69,5
FC (bpm)	76	11	55	98
PAS (mmHg)	122,2	9,4	110	140
PAD (mmHg)	80,6	8,0	70,0	80,0
PAM (mmHg)	94,4	7,3	83,3	110,0
DP (mmHg.bpm)	9294	1566	6050	12740
$mVO_2$ (mlO <sub>2</sub> /100gVE/min)	6,71	2,19	2,17	11,54

Tabela I – Características dos sujeitos (n=28).

Sete dias após a primeira visita cada sujeito permaneceu 5 minutos em repouso no ambiente do laboratório para aclimação, após este período foram medidas a frequência cardíaca (FC), a pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD). Imediatamente após realizou um aquecimento de 5 min em cicloergometro e depois foi submetido a 3 séries de 10 repetições de extensão dos joelhos com 70% de uma Repetição Máxima (1RM) no mesmo equipamento em que realizou o teste de carga máxima. Entre cada série os sujeitos faziam repouso passivo de 2 min entre as séries. Imediatamente ao final de cada série a FC, a PAS e a PAD eram verificadas, a insuflação do manguito era iniciada na penúltima repetição (nona repetição) e desinsuflado ao final da última repetição para que a medida da PA e FC não excedessem 10 segundos após o exercício. Posteriormente estes dados foram utilizados para o cálculo da PAM, do DP e do  $mVO_2$ .

A FC foi obtida com frequencímetro Polar F5 (Finlândia) e a PAS e PAD com estetoscópio Rappaport Premium (China) e esfigmomanômetro Tycos (EUA) calibrado periodicamente de acordo com as especificações do fabricante.

Os resultados foram analisados estatisticamente utilizando o teste de Shapiro Wilk, resultando que a distribuição dos dados era gaussiana (curva normal), possibilitando assim a utilização dos testes estatísticos subseqüentes. Para os dados com medidas repetidas foi utilizado ANOVA, e caso necessário, teste *post hoc* de Tukey, com nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). O tratamento estatístico foi realizado em SPSS® 13.0 for Windows (LEAD Technologies, 2004).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

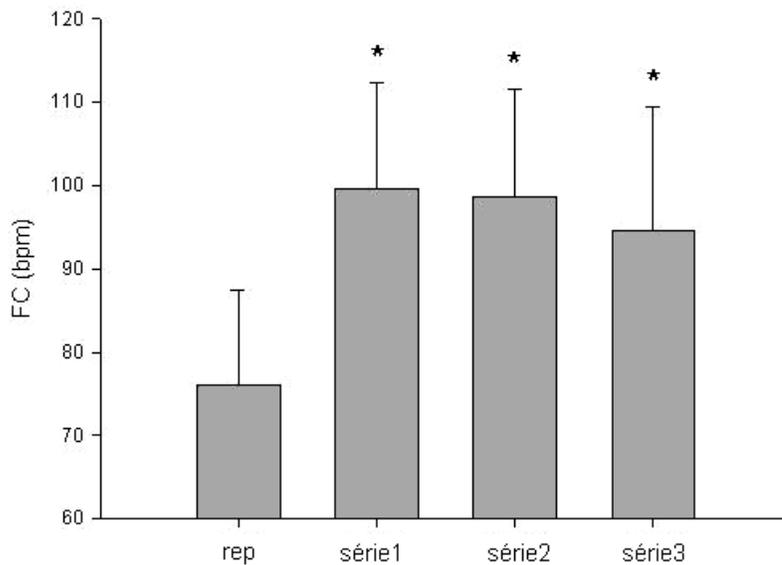


Figura 1 – Frequência cardíaca medida em repouso e imediatamente após cada série de exercícios. (\*) diferença significativa em relação ao repouso,  $p < 0,05$

A FC medida imediatamente após o exercício sofreu aumento significativo ( $p < 0,05$ ) nas três séries se comparadas ao repouso. O aumento médio foi de aproximadamente 20 bpm (Figura 1)

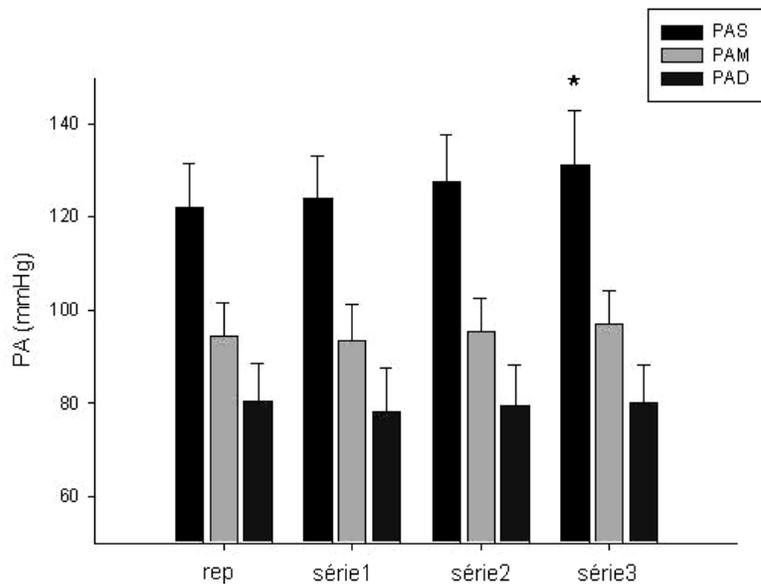


Figura 2 – Variação da PAS, PAD e PAM medida em repouso e imediatamente após o exercício, a insuflação do aparelho era iniciada na última repetição. (\*) diferença significativa em relação ao repouso,  $p < 0,05$ .

Não houve variação significativa da PAD e PAM ( $p>0,05$ ). A PAS não variou nas duas primeiras séries de exercícios, contudo na terceira série ocorreu um aumento desta variável se comparada ao valor obtido em repouso (Figura 2).

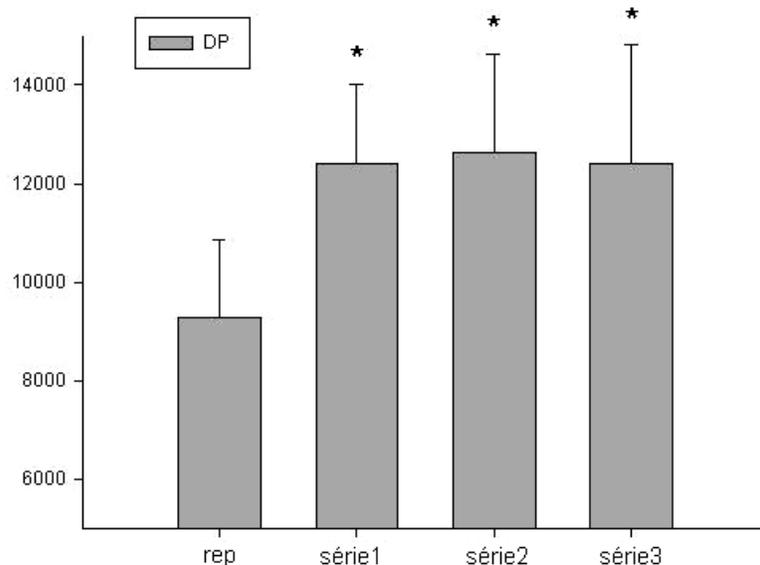


Figura 3 – Média ( $\pm$  desvio padrão) do Duplo Produto calculado a partir das medidas da FC e PAS medidas no repouso e imediatamente após cada série de exercícios. (\*) diferença significativa em relação ao repouso,  $p<0,05$ .

O Duplo Produto, que é função da FC e da PAS, aumentou significativamente nas três séries de exercício comparado ao valor de repouso (aproximadamente 35%). Não houve diferença significativa dessa variável quando comparadas as três séries de exercícios (Figura 3).

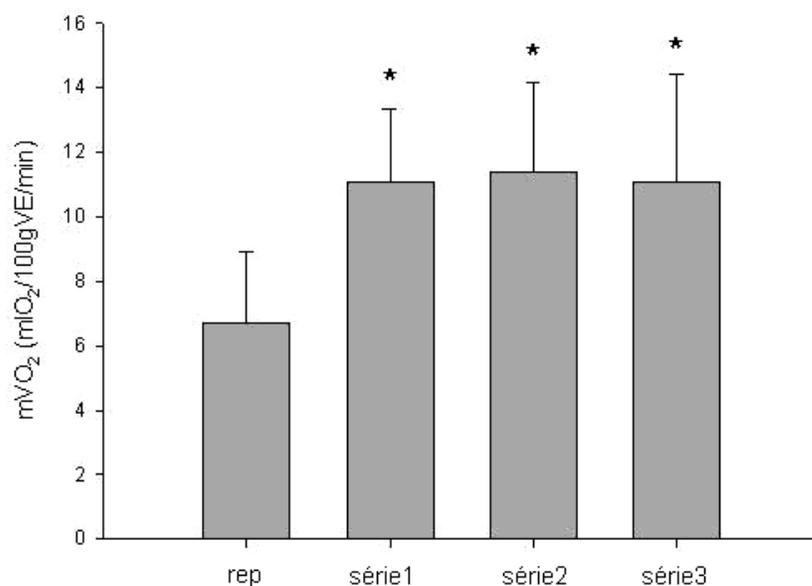


Figura 4 – Média e desvio padrão dos valores de  $mVO_2$  ( $mlO_2/100gVE/min$ ) obtidos a partir da equação 1. (\*) diferença significativa em relação ao repouso,  $p<0,05$ .

Como o  $mVO_2$  é obtido através de fórmula na qual está contido o DP, e como a correlação entre estas duas variáveis é alta, o comportamento observado é idêntico. O  $mVO_2$  é significativamente mais alto nas três séries de exercício quando comparadas ao repouso, sendo que não há diferenças estatísticas entre as médias dos valores obtidos pós-exercício (Figura 4)

Conforme descrito anteriormente, durante o exercício as variáveis estudadas dependem do tipo, da intensidade, do tempo de realização, do tempo de repouso e da posição do corpo. Elegemos a extensão de joelhos por recrutar um grande grupamento muscular e o intervalo de 2 min foi escolhido baseado em estudo de Polito *et al.* (2004), cujos resultados mostraram resposta mais segura nas variáveis hemodinâmicas com este intervalo.

Os resultados deste estudo corroboram parcialmente os resultados de Polito *et al.* (2004) e corroboram completamente os de Miranda *et al.* (2006) e de Bittencourt *et al.* (2008). Ambos apresentam metodologia bastante semelhante ao presente, em Polito *et al.* (2004) foram observadas modificações significativas na PAS sem alterações importantes na FC e DP. No presente estudo verificou-se diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) nas três variáveis supracitadas, sendo que a PAS apresenta-se maior apenas na terceira série de exercícios. Sendo assim a alteração do duplo produto é praticamente advinda do aumento do cronotropismo cardíaco. Este dado vai de encontro aos estudos citados em revisão de Polito e Farinatti (2003), que afirmam ser o aumento da PAS como de maior relevância para o aumento do duplo produto. Contudo a intensidade do exercício ou o aquecimento prévio realizado no presente estudo podem ter contribuído para esta discrepância com parte da literatura.

O uso do método auscultatório para medida da PAS tende a subestimar o valor da tensão arterial sem perda correlacional, valores subestimados podem ser obtidos para o DP e para o  $mVO_2$ . Em contrapartida o método não é invasivo e de baixo custo podendo ser utilizado em qualquer situação, ou seja, pode ser transposto para o uso prático do profissional responsável pelo acompanhamento da atividade física.

Apesar de ocorrer aumentos no DP e no  $mVO_2$  durante a execução do exercício, estes valores não se mostraram tão elevados quanto os encontrados em muitos exercícios de endurance, ratificando o fato de que o exercício contra-resistido pode ser seguro tanto para saudáveis quanto pessoas com risco de DAC. Em adição, estes aumentos são transitórios de acordo com a característica intermitente do exercício proposto. Cada série durava em torno de 20 seg., com 2 min de repouso, os exercícios contínuos mantêm a intensidade, mantêm o DP, conseqüentemente o  $mVO_2$ , elevado durante muitos minutos sobrecarregando o coração durante todo este tempo (ANDRADE *et al.*, 2002; WHELTON *et al.*, 2002; POLITO e FARINATTI, 2003).

Além disso, importante ressaltar que a literatura investigada propõe como valores de DP passíveis de risco aqueles acima de 30.000 (MIRANDA *et al.*, 2006), os valores de DP medidos neste estudo foram abaixo de 50% deste valor de risco, corroborando a segurança deste tipo de exercício em relação à sobrecarga do músculo cardíaco.

Deve-se levar em consideração que os sujeitos do estudo eram aparentemente saudáveis (excetuando um hipertenso), portanto não se podem extrapolar estes dados para os coronariopatas e hipertensos em geral. Contudo,

estes dados fornecem indícios para que estudos semelhantes possam vir a ser utilizados com populações de risco para verificação das respostas hemodinâmicas.

## **CONCLUSÃO**

Conclui-se então que o aumento da sobrecarga cardíaca nas condições propostas por este estudo não apresenta riscos desnecessários aos praticantes. Além disso, os resultados ajudam a ratificar a tese de que o acompanhamento da PAS junto a FC é mais eficaz do que a metodologia utilizada atualmente (somente a FC), principalmente para o acompanhamento de pessoas com risco de DAC.

## **AGRADECIMENTOS**

Catarina Arnoldi e Sandra Magalhães pelas contribuições.

## **REFERÊNCIAS**

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position stand: Progression models in resistance training for healthy adults. **Med Sci Sports Exerc.** v. 34, p. 364-380, 2002.

ANDRADE, F. M.; BARBOSA JÚNIOR, A. O.; PULCINELLI, A. J. Estudo comparativo do duplo produto no treinamento de força em séries piramidais crescente e decrescente. **Vida & Saúde.** v. 1, p. 1-9. 2002

BITTENCOURT, P. F.; SAD, S.; PEREIRA, R.; MACHADO, M. Efeitos do Exercício Contra a Resistência em Diferentes Intensidades nas Variações Hemodinâmicas de Adultos Jovens. **Rev Port Cardiol** v. 27, n. 1, p. 55-64, 2008.

CONRAADS, V. M.; BECKERS, P.; VAES, J.; MARTIN, M.; VAN HOOF, V.; MAEYER, C.; POSSEMIERS, N.; WUYTS, F. L.; VRINTS, C. J. Combined endurance/resistance training reduces NT-proBNP levels in patients with chronic heart Failure. **European Heart Journal**, v. 25, p. 1797-1805, 2004.

CORNELISSEN, V. A. e FAGARD, R. H. Effect of resistance training on resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. **J Hypertens**, v. 23, p. 251-259, 2005.

FARINATTI, P. T. V. e ASSIS, B. F. C. Estudo de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto em exercícios contra-resistência e aeróbio contínuo. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 5, p. 5-16. 2000.

FLETCHER, G. F.; BALADY, G. J.; AMSTERDAM, E. A.; CHAITMAN, B.; ECKEL, R.; FLEG, J.; FROELICHER, V. F.; LEON, A. S.; PINA, I. L.; RODNEY, R.; SIMONS-MORTON, D. A.; WILLIAMS, M. A.; BAZZARRE, T. AHA Scientific Statement: exercise standards for exercise and training. **Circulation**, v. 104, p. 1694-1740, 2001.

FORNITANO, L. D. e GODOY, M. F. Duplo produto elevado como preditor de ausência de coronariopatia obstrutiva de grau importante em pacientes com teste. **Arq. Bras. Cardiol.** v. 86, n. 2, p.138-144, 2006.

GOBEL, F. L.; NORSTROM, L. A.; NELSON, R. R.; JORGENSEN, C. R.; WANG, Y. The rate-pressure product as an index of myocardial oxygen consumption during exercise in patients with angina pectoris. **Circulation**, v. 57, p. 549-556, 1978.

HELLERSTEIN, H. K. e WENGER, N. K. **Rehabilitation of the coronary patients.** New York:John Willey and Sons, 1978.

LOPES, L. T. P. Resposta do duplo produto e pressão arterial diastólica em exercício de esteira, bicicleta estacionária e circuito na musculação. Rev. Bras. Cineantropom. **Desempenho Hum.** v. 8, n. 2, p. 53-58, 2006.

MARINS, J. C. B. e GIANNICHI, R. **Avaliação e Prescrição de Atividade Física.** Rio de Janeiro: Shape, 2003

MIRANDA, H.; RANGEL, F.; GUIMARÃES, D.; DANTAS, E. H. M.; NOVAES, J.; SIMÃO, R. Verificação da Frequência Cardíaca, Pressão Arterial e Duplo-Produto em Diferentes Posições Corporais no Treinamento de Força. **Revista Treinamento Desportivo.** v. 7, p. 68-72, 2006.

POLITO, M. D. e FARINATTI, P. T. V. Respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto ao exercício contra-resistência: uma revisão da literatura. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto.** v. 3, p. 79-91, 2003.

POLITO, M. D.; ROSA, C. C.; SCHARDONG, P. Respostas cardiovasculares agudas na extensão do joelho realizada em diferentes formas de execução. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte,** v. 10, p. 173-176, 2004.

POLITO, M. D.; SIMÃO, R.; NÓBREGA, A. C. L.; FARINATTI, P. T. V. Pressão arterial, frequência cardíaca e duplo-produto em séries sucessivas do exercício de força com diferentes intervalos de recuperação. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto,** v. 4, p. 7-15, 2004.

POLLOCK, M. L.; FRANKLIN, B. A.; BALADY, G. J.; CHAITMAN, B. L.; FLEG, J. L.; FLETCHER, B.; LIMACHER, M.; PIÑA, I. L.; STEINRA, W. M.; BAZZARRE, T. Resistance Exercise in Individuals With and Without Cardiovascular Disease. **Circulation.** v. 101, p. 828-833, 2000.

ROSSI, L. P.; PEREIRA, R.; BRANDALIZE, M.; DE PAULA-JÚNIOR, A. R. Efeito agudo do alongamento estático na atividade eletromiográfica dos músculos Reto femoral e Vasto lateral. **Revista Terapia Manual.** v. 5, n. 21, p. 219-223, 2007.

SIMÃO, R.; POLITO, M. D.; LEMOS, A. Duplo-produto em exercícios contra-resistidos. **Fitness & Performance Journal** v. 2, p. 279-284, 2003.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. Diretriz de reabilitação cardíaca. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia** v. 84, p. 431-40, 2005.

WHELTON, S. P.; CHIN, A.; XIN, X.; HE, J. Effect of aerobic exercise on blood pressure: A metaanalysis of randomized, controlled trials. **Annals of Intern Med.** v. 136, p. 493-503, 2002.