

**ESTUDO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA, PRESSÃO ARTERIAL E DUPLO-  
PRODUTO EM DIFERENTES NÚMEROS DE SÉRIES DURANTE  
EXERCÍCIOS RESISTIDOS**

**Humberto Miranda<sup>1</sup>**  
**Sandro Legey P. Souza<sup>2</sup>**  
**Camilo A. Máximo<sup>3</sup>**  
**Maurício N. Rodrigues<sup>4</sup>**  
**Estélio Henrique Martin Dantas<sup>5</sup>**

**Resumo:** Esta pesquisa observou a frequência cardíaca (FC), a pressão arterial sistólica (PAS) e o duplo-produto (DP) durante exercícios resistidos (ER), em função da variação do número de séries (NS). Foi adotado como exercício a extensão simultânea de joelhos na cadeira extensora, realizado em 10 RM. Fizeram parte da amostra 10 indivíduos do sexo masculino ( $22 \pm 4$  anos), com experiência mínima de 6 meses em ER. No período da manhã foi feito o teste de 10 RM, e a tarde realizaram-se as 3 séries de 10 RM, respeitando o intervalo de 2 minutos entre as séries. As variáveis foram registradas entre as duas últimas repetições de cada série. Compararam-se as respostas de FC, PAS e DP por meio de ANOVA para medidas repetidas, seguida de verificação *post-hoc* de Tukey ( $p < 0,05$ ). As diferenças do NS parecem ser mais significativas para FC quando o número é maior que 2, e para DP quando maior que 1. Concluímos então, que o nível de exigência cardíaca associada ao exercício de força em membros inferiores não depende apenas da carga de trabalho, mas também das demais variáveis que definem o volume do treinamento, como o NS.

**Palavras-chave:** Respostas hemodinâmicas. Número de séries. Exercícios resistidos.

<sup>1</sup> Fundação Universitária de Itaperuna –FUNITA/ Universidade Gama Filho (CEPAC)

<sup>2</sup> Universidade Castelo Branco – UCB/ RJ/ Laboratório de Biociências da Motricidade Humana (LABIMH – UCB/ RJ)

<sup>3</sup> IEFD – UERJ, Rio de Janeiro – RJ

<sup>4</sup> IEFD – UERJ, Rio de Janeiro – RJ

<sup>5</sup> Universidade Castelo Branco – UCB/ RJ/ Laboratório de Biociências da Motricidade Humana (LABIMH – UCB/RJ)

## INTRODUÇÃO

O interesse por atividades físicas nos últimos anos, tanto para exercícios aeróbios como exercícios resistidos (ER), têm aumentado cada vez mais. Aumentos na atividade física e na aptidão cardiorespiratória estão associados com um menor risco de morte por coronariopatia assim como por todas as outras causas. O enfoque primário para alcançar os objetivos relacionados à saúde tem consistido em prescrever exercícios capazes de aprimorar a aptidão cardiorespiratória, a composição corporal e, mais recentemente, a força (ACSM, 2002).

A força muscular é um importante componente da forma relacionada à saúde e o incremento na força é vital para facilitar o retorno do indivíduo às atividades diárias (SIMÃO, 2004). Vários estudos têm demonstrado os diversos benefícios que os ER trazem, fazendo assim com que cada vez mais aumente o número de adeptos (SALE, 1988; STONE & CONLEY, 1994). A prescrição do treinamento com série simples pode não representar um estímulo suficiente para causar adaptações a um sistema neuromuscular altamente desenvolvido. Vários estudos têm demonstrado que as realizações de séries múltiplas mostram-se mais efetivas para pessoas treinadas do que a realização de série simples (RHEA *et al.*, 2002; PETERSON *et al.*, 2005).

Para se prescrever o treinamento de força é necessário que sejam controlados alguns parâmetros fisiológicos, tais como a frequência cardíaca (FC) e a pressão arterial (PA). A observação isolada dessas variáveis não garante um nível significativo de segurança, porém, a associação entre elas pode fornecer dados que se correlacionam com o consumo de oxigênio pelo miocárdio, os que se convencionou denominar duplo-produto (DP), calculado a partir da multiplicação da pressão arterial sistólica (PAS) pela FC.

O DP trata-se de uma variável, cuja correlação com o consumo de oxigênio miocárdico ( $MVO_2$ ) faz com que seja considerado o mais fidedigno indicador do trabalho do coração durante esforços físicos contínuos de natureza aeróbia (GOBEL *et al.*, 1999). Isso não impede que o DP tenha valor na apreciação da sobrecarga imposta ao músculo cardíaco (LEITE & FARINATTI, 2003). Segundo o *American College of Sports Medicine* (ACSM, 2000) o DP é a melhor estimativa fisiológica de intensidade dos ER. O momento adequado de medir a PA pelo método auscultatório é fundamental para minimizar os possíveis erros contidos nessa técnica (POLITO & FARINATTI, 2003).

Percebendo-se então a importância destes três parâmetros fisiológicos, e a carência de estudos relacionados a este assunto, este estudo tem como objetivo observar a FC, a PAS e o DP durante ER, em função da variação do número de séries (NS).

## **METODOLOGIA**

A amostra foi constituída por 10 voluntários homens, com idade entre 18 e 31 anos, com experiência de no mínimo seis meses em ER. Foram adotados os seguintes critérios de exclusão: a) PAR-Q (SHEPARD, 1998) positivo; b) quadro de problemas cardiovasculares, respiratórios, metabólicos ou locomotores que poderão afetar a condução das atividades; c) utilização de medicamentos que poderão alterar as respostas fisiológicas durante os testes.

Os indivíduos realizaram teste de 10 RM no exercício escolhido, cadeira extensora simultânea, em um equipamento da marca *Technogym*<sup>®</sup>. Foi padronizada uma flexão de joelhos máxima de 90 graus e sua extensão total. O aparelho era ajustado de acordo com as dimensões corporais dos indivíduos, e pedíamos que estes executassem algumas repetições com uma carga baixa, a fim de promover um aquecimento específico e verificar o ajuste do equipamento. Utilizamos o método ensaio e erro, para determinação da carga para 10 RM, partindo de cargas mais leves para as mais pesadas, para minimizarmos os riscos de lesões, e respeitamos 5 minutos de intervalo entre cada tentativa. Foram utilizados para a coleta de dados um freqüencímetro da marca Polar modelo *Beat* (Finlândia), um esfigmomanômetro da marca *Tycon* (USA), um cronômetro *Timex* (USA) e um Estetoscópio *Tycon* (USA).

A Coleta de dados aconteceu num único dia, no período da manhã e tarde. Quando os participantes da amostra chegaram ao local dos testes, ficaram sentados em repouso durante 5 minutos, para que verificássemos a PA de repouso. Começávamos fazendo um aquecimento específico, e posteriormente, o participante executaria 3 séries de 10 RM, com intervalo de recuperação entre as séries de 2 minutos. Não era permitida a Manobra de Valsalva, para que o bloqueio da respiração não pudesse alterar as respostas agudas de PA e FC. Coletamos FC e PA em cada série, aferindo PA e FC entre a antepenúltima e a última repetição de cada série, levando-se em conta que as respostas de pico destes dois parâmetros 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 1 RM.

A influência dos fatores observados (séries) sobre DP, FC e PAS foi testada através de ANOVA (Análise de Variância) para medidas repetidas, seguida de testes *post-hoc Tuckey*, adotando-se como limiar de significância  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

A tabela 1 mostra o comportamento da FC durante a realização das 3 séries.

**Tabela 1** – Comportamento da frequência cardíaca

Série	1	2	3
FC (bpm)	138	142	144*

\*diferença em relação à série 1 ( $p < 0,05$ )

A tabela 2 apresenta as respostas da PAS durante a realização das 3 séries.

**Tabela 2** – Comportamento da pressão arterial sistólica

Série	1	2	3
PAS (mmHg)	144	151	152

\*diferença em relação à série 1 ( $p < 0,05$ )

Finalmente, a tabela 3 mostra os resultados do comportamento do DP. Assim, observa-se a influência da FC e PAS sobre o resultado final do DP. Os resultados indicaram diferenças significativas entre a primeira e segunda série, e a primeira e terceira série.

**Tabela 3** – Comportamento da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto

Série	1	2	3
FC (bpm)	138	142	144*
PAS (mmHg)	144	151	152
DP(bpm·mmHg)	19695	21508*	21770*

\*diferença em relação à série 1 ( $p < 0,05$ )

## DISCUSSÃO

Tendo em vista as análises feitas para FC, PAS e DP, podemos notar que os valores do produto frequência-pressão se apresentaram mais sensíveis à influência da FC. A partir do que foi analisado, podemos concluir que a correta manipulação das variáveis do treinamento de força influencia, não só os efeitos crônicos, como também, os efeitos agudos deste tipo de treinamento. Desta forma, além da obtenção de adaptações benéficas para a saúde e qualidade de vida, também estaremos preocupados com a segurança músculo-esquelética e cardiovascular durante a realização do trabalho com pesos.

O aumento da PAS e da FC tanto em exercícios aeróbicos, como em exercícios já foram evidenciados em alguns estudos (FARINATTI & ASSIS, 2000; GOULD *et al.*, 1985; RASMUSSEN *et al.*, 1985). Porém uma discussão mais ampla relacionando diversos fatores que atuam diretamente nas respostas fisiológicas devem ser investigados. Variáveis como o tipo de contração envolvida, volume e intensidade dos exercícios, postura, podem interferir nestes resultados. Existe uma lacuna muito grande nesta área do conhecimento, tornando necessário maior investigação para elucidar diversos questionamentos existentes. Neste estudo, verificamos a questão do número de séries, para que possamos analisar melhor sua influência sobre as respostas fisiológicas nos ER.

Este estudo teve como uma de suas limitações, o método utilizado para medirmos a PA. Uma das maiores dificuldades em estudar o comportamento da PA durante os ER, segundo Polito e Farinatti (2003) é a forma de medida. O método considerado padrão-ouro é o invasivo, através de cateter intra-arterial, porém esta prática é de alto risco podendo ocasionar hemorragia, espasmo, dor e oclusão da artéria (GOSTHALL *et al.*, 1999). Por este motivo, posicionamentos sugerem que a aplicação deste procedimento em indivíduos saudáveis extrapole os limites éticos da investigação científica (PERLOFF *et al.*, 1993). Devido a esse procedimento invasivo, o qual é considerado padrão ouro, promover riscos a sua aplicação extrapolaria os limites éticos da investigação científica (MURRAY & GORVEN, 1991). Assim o método utilizado foi o auscultatório, um procedimento não invasivo, de maior segurança, porém de menor confiabilidade. Este método tende a subestimar os valores absolutos de PA durante os exercícios, porém em exercícios

mais intensos, quando comparados, sua relação tende a ser mantida (JURIMAE *et al.*, 2000; POLITO *et al.*, 2004).

Polito *et al.* (2004) verificaram em 18 indivíduos, a diferença na execução da extensão de joelhos de forma unilateral e bilateral, em relação a PAS, FC e DP. Assim como em nosso estudo, o método auscultatório também foi utilizado, ao final de cada série. Os indivíduos realizaram três séries de 12 RM em cada uma das formas avaliadas. Foram registradas diferenças significativas na PAS da primeira para a terceira série em ambos os casos e na pressão arterial diastólica a terceira série apresentou valores maiores em relação a segunda e primeira séries. Não foram encontradas diferenças significativas entre a FC e DP, assim como entre os modos de execução. Porém observou-se uma tendência maior de elevação da PAS e DP na execução bilateral em relação à unilateral.

Miranda *et al.* (2005), observaram a diferença fisiológica entre diferentes posturas em membros superiores, em 12 voluntários que executaram 10 repetições a 65 % de uma 1 RM no supino sentado e no supino deitado. Não foram encontradas diferenças significativas nas respostas aos exercícios, porém o DP apresentou-se ligeiramente maior no supino sentado. Simão *et al.* (2003) verificaram a influência da posição corporal nestas respostas no exercício de agachamento (decúbito dorsal na máquina ou em pé), em 30 indivíduos praticantes de ER e observaram um maior DP quando realizado em pé. Assim como no estudo de Miranda *et al.* (2005), a postura vertical apresentou valores maiores. Em outro estudo de Miranda *et al.* (2006), comparando a postura deitado (decúbito dorsal – mesa flexora) e a postura sentado (cadeira flexora), não foram encontradas diferenças significativas em relação ao DP.

Diversos estudos já demonstram a elevação da FC, da PAS e o DP durante ER (MIRANDA *et al.*, 2005; POLITO *et al.*, 2004; SIMÃO *et al.*, 2003; FARINATTI & ASSIS, 2000). Porém existe uma carência muito grande de trabalhos que investiguem esses parâmetros fisiológicos em relação ao número de séries.

Em nosso estudo, o efeito das séries pareceu ser mais importante quando seu número é maior que 2 para a resposta desta variável. Em relação ao NS, pode-se perceber que quanto maior o número de estímulos maior será a fadiga do músculo em trabalho. E quando realizamos séries sucessivas, a FC inicial em cada série é maior, normalmente aumentando seu valor final em de cada série subsequente, já

que o intervalo não é suficiente para baixar os valores. Em relação à PAS, observamos que o intervalo preconizado entre as séries e o tempo de duração do estímulo não foram suficientes para que esta variável se distanciasse muito dos valores de repouso, e com isso, não apresentasse diferença estatística. Já em relação ao DP, diferenças significativas foram observadas. As diferenças do NS parecem ser mais significativas para FC quando o número é maior que 2, e para DP quando maior que um. O nível de exigência cardíaca associada ao exercício de força em membros inferiores não depende apenas da carga de trabalho, mas também das demais variáveis que definem o volume do treinamento, como o NS. Isso deve ser considerado, portanto, na elaboração de programas de ER em diferentes contextos.

Finalmente, recomendamos que estudos mais sofisticados sejam conduzidos, a fim de confirmar as hipóteses aqui defendidas. A observação de amostras maiores, do tipo randômico, o controle da força relativa da musculatura envolvida no trabalho, o estado de treinamento, bem como a influência de fatores como a idade, o sexo e as condições patológicas, poderiam fornecer informações interessantes sobre o potencial de segurança associado ao exercício de força.

### **Study Of Cardiac Frequency, Arterial Blood Pressure And Double -Product In Different Number Of Sets During Resistive Training**

**Abstract:** In this study the cardiac rate (CR), the systolic blood pressure (SBP) and the doubled-product (DP) were observed during resisted exercises (RE) according to the variation of the number of sets (NS). The chosen exercise was the simultaneous extension of both knees in the leg extension, performed at 10 RM. Ten male individuals ( $22 \pm 4$  years) with a minimum experience of 6 months in RE participated in the study group. The 10 RM test was applied in the morning period and 3 sets of 10 RM with a 2 minutes interval between them were applied in the afternoon. The variables were registered between the 2 last repetitions of each sets. The responses of CR, SBP and DP were compared through the ANOVA for repetitive measures, followed by the *post-hoc* verification of Tukey ( $p < 0.05$ ). The NS differences seem to be more significant to the CF when the number is greater than two and for DP when it is greater than one. The conclusion is that the level of cardiac requirement associated to the exercise in the inferior members does not only depend on work load but also on other variables that define the training volume, like the NS.

**Keywords:** Hemodynamic responses. Number of sets. Resistive exercises.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Guidelines for graded exercise testing and exercise prescription**. Philadelphia: Williams and Wilkins, 2000.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position stand: Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.34, p. 364-380, 2002.

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

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.

GOTSHALL, R.; GOOTMAN, J.; BYRNES, W.; FLECK, S.; VALOVICH, T. Noninvasive characterization of the blood pressure response to the double-leg press exercise. **Journal of Exercise Physiology**, v. 2, p. 1-6, 1999.

GOULD, B. A.; HORNUNG, R. S.; ALTMAN, D. G.; CASMAN, P. M.; RAFTERY, E. B. Indirect measurement of blood pressure response during exercise testing can be misleading. **British Heart Journal**, v. 53, p. 611-615, 1985.

JÜRIMÄE, T.; JÜRIMÄE, J.; PIHL, E. Circulatory response to single circuit weight and walking training session of similar energy cost in middle-age overweight females. **Clinical Physiology**, v. 20, p. 143-149, 2000.

LEITE, T.; FARINATTI, P. Estudo da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto em exercícios resistidos diversos para grupamentos musculares semelhantes. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, V. 2, p. 68-88, 2003.

MIRANDA, H.; SIMÃO, R.; LEMOS, A.; DANTAS, B. H. A.; BAPTISTA, L. A.; NOVAES, J. Análise da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto em diferentes posições corporais nos exercícios resistidos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, p. 295-298, 2005.

MIRANDA, H.; RANGEL, F.; GUIMARÃES, D.; SIMÃO, R.; DANTAS, B. H. A.; NOVAES, J. Comparação das respostas hemodinâmicas na flexão de joelhos em distintas posições corporais. **Revista Treinamento Desportivo**, v. 7, p. 68-72, 2006.

MURRAY, W. B.; GORVEN, A. M. Invasive vs. non invasive blood pressure measurements – the influence of the pressure contour. **South African Medical Journal**, v. 79, p. 134-139, 1991.

PERLOFF, D.; GRIM, C.; FLACK, J.; FROHLICH, E.; HILL, M.; MCDONALD, M. Human blood pressure determination by sphygmomanometry. **Circulation**, v. 88, p. 2460-2467, 1993.

**Arquivos em Movimento**, Rio de Janeiro, v.3, n.1, janeiro/junho, 2007.

PETERSON, M. D.; RHEA, M. R.; ALVAR, B. A. Applications of the dose-response for muscular strength development: A review of meta-analytic efficacy and reliability for designing training prescription. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, p. 950-958, 2005.

POLITO, M. D.; FARINATTI, P. T. V. Considerações sobre a medida da pressão arterial em exercícios contra - resistência. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 9, p. 25-33, 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. 177-180, 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.

RASMUSSEN, P. H.; STAATS, B. A.; DRISCOLL, D. J.; BECK, K. C.; BONEKA, T. H. W.; WILCOX, W. D. Direct and indirect blood pressure during exercise. **Chest**, v. 87, p. 743-748, 1985.

RHEA, M. R.; ALVAR, B. A.; BURKETT, L. N. Single versus multiple sets for strength: A meta-analysis to address the controversy. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 73, p. 485-488, 2002.

SALE, D. G. Neural adaptation to resistance training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 20, p. 135-145, 1988.

SHEPARD, R. J. PAR-Q, Canadian home fitness test and exercise screening alternatives. **Sports Medicine**, v. 5, p. 185-195, 1998.

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

SIMÃO, R. **Fisiologia e prescrição de exercícios para grupos especiais**. São Paulo: Editora Phorte, 2004.

STONE, M. H.; CONLEY M. S. **Essentials of strength and conditioning**. Champaign: Human Kinetics, 1994.

Recebido em: 24/10/2006

**Arquivos em Movimento**, Rio de Janeiro, v.3, n.1, janeiro/junho, 2007.

Aprovado em: 21/05/2007

Contatos:

E-mail: [humbertomiranda01@pop.com.br](mailto:humbertomiranda01@pop.com.br) e [sandrolegey@bol.com.br](mailto:sandrolegey@bol.com.br)