

# Hermodinâmica

## Sobrecarga cardiovascular nos tipos de ação muscular dos exercícios resistidos

Antonio de Carvalho Nogueira<sup>1</sup> (CREF 01/01.715-G/RJ)  
atpase@ig.com.br

1 - LABIMH-UCB/RJ

Carolina Tristão Passos<sup>1</sup> (Crefito 2: 68444. F/ES)  
ktristao@ig.com.br

2 - LABIMH-UFRN/RN

Rodrigo Gomes de Souza Vale<sup>2</sup> (CREF 2546-G/RJ)  
vale@redelagos.com.br

Estélio Henrique M. Dantas<sup>1</sup> (CREF 0001-G/RJ)  
estelio@cobrase.org.br

NOGUEIRA, A.C.; PASSOS, C.T.; VALE, R.G.S.; DANTAS, E.H.M. Sobrecarga cardiovascular nos tipos de ação muscular dos exercícios resistidos. *Fitness & Performance Journal*, v.6, nº 2, p. 109-114, 2007.

**RESUMO:** A quantificação da sobrecarga cardiovascular pode ser determinada pela frequência cardíaca (FC), pela pressão arterial (PA) e pelo duplo produto (DP). Por conta disso, esta investigação tem por objetivo comparar a sobrecarga cardiovascular, a partir das respostas agudas da PA, da FC e do DP em três fases investigativas. Para isso, foi necessário aplicar em sete homens com idade média de  $26,7 \pm 0,1$  ano medidas de PA e FC sem treino (fase controle). Após 48 horas, registraram-se as medidas de PA e FC pré e pós-treino de força, com três séries de 10 RM, utilizando as ações musculares concêntricas e excêntricas combinadas (fase combinada), e 72 horas depois, foram medidas a PA e a FC pré e pós-treino de força, com três séries de 10 RM, utilizando as ações excêntricas isoladas absolutas (fase excêntrica). A estatística utilizada, ANOVA de medidas repetidas, para as médias da PA sistólica (PAS) e diastólica (PAD), da FC e do DP, entre as fases, mostrou que as variáveis estudadas na fase controle são significativamente inferiores às outras duas fases ( $p = 0,000$  e  $0,000$ ). Contudo, as médias da PAS, da PAD e da FC, obtidas na fase excêntrica, apesar de serem menores, não são significativamente inferiores às obtidas na fase combinada ( $p = 0,316$ ,  $0,831$  e  $0,066$ ), respectivamente. No entanto, o DP obtido com as ações musculares excêntricas isoladas absolutas é significativamente inferior ao das ações musculares combinadas ( $p = 0,027$ ). Assim, é possível afirmar que as ações musculares excêntricas isoladas absolutas podem ser mais adequadas quando, durante um treino de força, houver necessidade de menor sobrecarga cardiovascular.

**Palavras-chave:** Duplo produto, concêntricas, excêntricas.

Endereço para correspondência:

Estrada do Lameirão, 661, casa 3, Santíssimo – RJ. CEP: 23092-031

Data de Recebimento: Julho / 2006

Data de Aprovação: Novembro / 2006

Copyright© 2007 por Colégio Brasileiro de Atividade Física Saúde e Esporte.

Fit Perf J	Rio de Janeiro	v. 6	nº2	105-110	Mar/Abr 2007
------------	----------------	------	-----	---------	--------------

## ABSTRACT

Cardiovascular overload in resisted exercises muscle actions

Cardiovascular overload may be determined by heart rate (HR), blood pressure (BP) and by double-product (DP). Thus, this investigation aims to compare cardiovascular overload from acute responses of HR, BP and DP in three investigative phases. It was necessary then, that seven men with mean age of  $26,7 \pm 0,1$  years were assigned to do the following: they were measured for BP and HR with no training (control phase). 48 hours later, they were measured for BP and HR pre and post- 3 x 10 RM strength training, with combined concentric and eccentric muscle actions (combined phase), and 72 hours later, they were measured for BP and HR pre and post- 3 x 10 RM strength training, with isolated absolute eccentric muscle actions (eccentric phase). Statistical analysis (ANOVA for repeated measures) for means of systolic (SBP) and diastolic (DBP) BP, HR and DP between phases, showed the variables studied in the control phase were significantly inferior than the other two phases ( $p = 0,000$  and  $0,000$ ). However, means of SBP, DBP and HR obtained in eccentric phase, although smaller, were not significantly inferior to those obtained in combined phase ( $p = 0,316$ ,  $0,831$  and  $0,066$ ) respectively. However, DP obtained with absolute isolated eccentric muscle actions is significantly inferior than the combined muscle actions ( $p = 0,027$ ). Thus, it is possible to state that absolute isolated eccentric muscle actions may be more adequate when there is a need for a lesser overload of the heart during strength training.

Keywords: double product, concentric, eccentric.

## INTRODUÇÃO

As variáveis freqüentemente utilizadas para controlar a intensidade do exercício, no que diz respeito à sobrecarga cardiovascular, são a pressão arterial (PA) e a freqüência cardíaca (FC). Contudo, o duplo produto (DP), definido pelo produto da FC pela PA sistólica (PAS), vem se mostrando útil nos exercícios resistidos<sup>1,2</sup>.

A PA pode ser definida como a força exercida pelo sangue por unidade de superfície da parede vascular e reflete a interação do débito cardíaco com a resistência periférica sistêmica<sup>3</sup>. A elevação aguda desta pressão ou força, frente ao exercício, é regulada pelo sistema nervoso simpático, que é influenciado pelo aumento da FC<sup>4</sup>. Esta reflete certa quantidade de trabalho que o coração deve realizar para satisfazer as demandas metabólicas<sup>5</sup>. Contudo, a importância da medida da PA, nos exercícios resistidos, reside no fato de se fazerem averiguações relativas à sobrecarga cardiovascular.

O DP é um método não invasivo e possui alta correlação com o consumo de oxigênio do miocárdio. Por isso, é considerado como um método fidedigno do trabalho do coração durante esforços físicos contínuos (aeróbicos)<sup>1</sup>. É bem verdade que a referida correlação diminui com os exercícios descontínuos, como é o caso dos exercícios resistidos. No entanto, isso não diminui sua importância. Neste sentido, o ACSM, considera o DP como o melhor indicador de sobrecarga cardíaca de um programa de treinamento com pesos<sup>2</sup>.

O exercício resistido também vem sendo estudado com o intuito de se observarem seus efeitos cardiovasculares<sup>6,7,8</sup>, podendo ser realizado com várias formas de sobrecarga. Tal sobrecarga pode estar relacionada a um determinado percentual da maior carga

## RESUMEN

Sobrecarga cardiovascular en los tipos de acción muscular de los ejercicios resistidos

La cuantificación de la sobrecarga cardiovascular puede ser determinada por la frecuencia cardíaca (FC), por la tensión (PA) y por el doble producto (DP). Por cuenta de eso, esta investigación tiene por objetivo comparar la sobrecarga cardiovascular, a partir de las respuestas agudas de PA, de la FC y del DP en tres fases investigativas. Para eso, fue necesario aplicar en siete hombres con edad media de  $26,7 \pm 0,1$  años medidas de PA y FC sin entrenamiento (fase control). Tras 48 horas, se habían registrado las medidas de PA y FC pre y tras-entrenamiento de fuerza, con tres series de 10 RM, utilizando las acciones musculares concéntricas y excéntricas combinadas (fase combinada), y 72 horas después, habían sido medidas a PA y la FC pre y tras-entrenamiento de fuerza, con tres series de 10 RM, utilizando las acciones excéntricas aisladas absolutas (fase excéntrica). La estadística utilizada, ANOVA de medidas repetidas, para las medianas de PA sistólica (PAS) y diastólica (PAD), de la FC y del DP, entre las fases, mostró que las variables estudiadas en la fase control son significativamente inferiores a las otras dos fases ( $p = 0,000$  y  $0,000$ ). Sin embargo, las medianas de la PAS, de la PAD y de la FC, obtenidas en la fase excéntrica, a pesar de sean menores, no son significativamente inferiores a las obtenidas en la fase combinada ( $p = 0,316$ ,  $0,831$  y  $0,066$ ), respectivamente. Sin embargo, el DP obtenido con las acciones musculares excéntricas aisladas absolutas es significativamente inferior al de las acciones musculares combinadas ( $p = 0,027$ ). Así, es posible afirmar que las acciones musculares excéntricas aisladas absolutas pueden ser más adecuadas cuando, durante un entrenamiento de fuerza, hubiere necesidad de menor sobrecarga cardiovascular.

Palabras-clave: Doble producto, concéntricas, excéntricas.

possível de ser levantada em um único movimento máximo (1-RM), ou relacionada a uma quantidade estipulada de repetições máximas (8,10,12.... RM)<sup>9</sup>.

Alguns estudos<sup>8,10,11</sup> apontam que as respostas das variáveis que determinam a sobrecarga cardiovascular estão relacionadas às características do exercício, entre as quais destacam-se: a intensidade, o número de repetições e a quantidade de músculos envolvidos. No entanto, outras características importantes dos exercícios resistidos, como as ações musculares isoladas (só concêntrica ou só excêntrica), não têm sido muito estudadas quando se levam em consideração as respostas cardiovasculares. Assim, este estudo tem como objetivo comparar a sobrecarga cardiovascular a partir das respostas agudas da PA, da FC e do DP entre dois treinos diferenciados: um utilizando as ações musculares concêntricas e excêntricas combinadas e outro, as excêntricas isoladas absolutas, além de um grupo controle.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Amostra

A amostra foi composta de sete indivíduos do sexo masculino, voluntários, com idade, estatura e massa corporal de  $26,7 \pm 0,1$  ano;  $173,6 \pm 0,6$  cm;  $78,7 \pm 0,5$  kg, respectivamente. Todos referiram estar saudáveis, fisicamente ativos e em treinamento resistido pelo menos três vezes por semana, há no mínimo seis meses. Portanto, já familiarizados com os equipamentos e máquinas utilizados neste estudo. Para selecionar a amostra respei-

taram-se os seguintes critérios de inclusão:  $IMC \leq 25 \text{ Kg.f.m}^{-2}$ , pois o sobrepeso pode comprometer a qualidade de execução do movimento, e um PAR-Q negativo.

Os critérios de exclusão adotados foram: uso de medicamentos que pudessem influir nos resultados, problemas osteomioarticulares que pudessem limitar os movimentos relacionados a este estudo e ausência de familiarização com os exercícios e equipamentos.

Para a realização desta investigação, todos os voluntários participaram de três fases distintas: fase controle, fase combinada e fase excêntrica. Além disso, foi sugerido que, durante os dias de testes de repetições máximas e dos treinos, as horas de sono e o tipo de alimentação não fossem diferentes do habitual.

Os voluntários assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido e esta investigação foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética de Pesquisa com Seres Humanos de acordo com a Declaração de Helsinque.

#### Fase controle

Inicialmente foram realizadas duas medidas indiretas de PA com esfigmomanômetros e estetoscópio (B-D Cientified, 000285552 Duo Sonic). As ausculta da PAS e da PAD foram realizadas nas fases um e quatro dos ruídos de Korotkoff<sup>12</sup>, respectivamente, e foi realizado um teste de FC com um monitor de marca Polar modelo M71 ti™, sem que os voluntários executassem nenhum tipo de treino entre essas duas medidas. Antes das primeiras medidas, os voluntários permaneceram deitados por cinco minutos e, em seguida, foram submetidos a testes de PA e de FC, 18 minutos e 30 segundos após, tempo gasto para a realização dos treinos nas fases combinada e excêntrica, e foram novamente submetidos aos mesmos testes de PA e FC.

#### Descrição dos exercícios

Os exercícios utilizados nesta investigação foram: flexão dos cotovelos com barra W no banco Scott (FCBS) e meio agachamento no Smith machine (MASM). (Fitness equipment, Franklin park, IL.).

#### Posicionamento adotado

Para a realização da FCBS, os voluntários foram, um a um, sentados no banco, tronco ereto, pés apoiados no solo e as axilas e braços apoiados na base superior inclinada do banco. De forma que os antebraços ficassem livres para a execução do movimento. Já no MASM, os voluntários, também um a um, foram colocados de pé, com os pés em posição paralela, com um afastamento lateral igual ao da largura dos quadris; o corpo ligeiramente inclinado para trás, e os ombros posicionados sob a barra do aparelho.

#### Antropometria e testes de 10 RM

A antropometria e os testes de carga foram realizados em três dias distintos. No primeiro dia, logo após as medidas de PA e FC da fase controle, foram coletados os dados antropométricos de massa corporal total e estatura de todos os voluntários. Para isso, foram utilizados os seguintes instrumentos: balança eletrônica Fillizola Brasil modelo personal e estadiômetro Sanny Brasil. Ainda no primeiro dia, todos foram submetidos a testes de 10 RM nos exercícios de FCBS e de MASM. A forma de inclusão dos voluntários nas seqüências de exercícios testados foi deter-

minada por delineamento alternado. Depois da obtenção da carga para 10 RM, os voluntários recuperaram-se por 24 horas e foram submetidos a outras duas avaliações de carga máxima, com intervalo de 24 horas, a fim de obter a reprodutibilidade das cargas. Para isso, considerou-se como 10 RM, o maior valor encontrado nos três dias de teste, com diferença menor que cinco por cento. Além disso, evitou-se a realização da manobra de Valsalva e, nos intervalos entre os testes, não foi permitida a realização de atividades físicas, evitando assim qualquer influência nos resultados.

Com o objetivo de reduzir a margem de erro nos testes, algumas estratégias foram adotadas<sup>13</sup>: fornecimento de instruções padronizadas, a fim de que os voluntários estivessem cientes de toda a rotina que envolvia a coleta de dados; instruções sobre a técnica correta de execução dos exercícios; atenção exclusiva de um avaliador para o posicionamento e a amplitude dos movimentos na hora da medida, pois qualquer variação dessas condições pré-estabelecidas poderia acionar outros músculos e diminuir ou aumentar o tempo de tensão para cada série; aferição prévia das cargas utilizadas em balança de precisão; e intervalos de recuperação entre cada tentativa, para cada exercício, de dois minutos e trinta segundos. Além disso, todas as medidas foram tomadas pelo mesmo avaliador.

#### Treino concêntrico e excêntrico (fase combinada)

No quinto dia, 48 horas após a execução do último teste de 10 RM, os voluntários foram submetidos à sessão de treino. Antes da condução do protocolo, que incluiu os dois exercícios descritos acima, os mesmos permaneceram deitados durante cinco minutos para restabelecer o repouso. Em seguida, foram submetidos a um teste indireto de PA e a um teste de FC com os mesmos aparelhos e protocolo de medida descrito acima. Na seqüência, os voluntários retiraram os citados aparelhos e foram posicionados no banco Scott para realização de aquecimento específico, composto por uma série de 10 repetições com 40% da carga obtida para 10 RM. Logo após, executaram três séries de 10 RM utilizando as ações musculares concêntricas e excêntricas combinadas. Aqui também se evitou a manobra de Valsalva, e o ritmo de execução dos movimentos foi controlado por um metrônomo (Cássio HS-30W®), estabelecendo-se quatro segundos para cada movimento completo, totalizando 40 segundos para as 10 RM. A amplitude de movimento adotada variou da posição dos cotovelos completamente flexionados, até que a barra tocasse no antebraço direito do avaliador, que foi posicionado horizontalmente na borda inferior do banco Scott. Os intervalos de recuperação entre as séries foram fixados em dois minutos e 30 segundos. Além disso, três profissionais especialistas em treinamento resistido acompanharam os voluntários para que estes conseguissem executar todas as repetições dentro do tempo previsto, em cada movimento, e no tempo total de cada série. Assim, foram levados à exaustão, sem redução no volume total do exercício. À medida que iam terminando as três séries do primeiro exercício e após dois minutos e 30 segundos de recuperação, os voluntários foram, um a um, posicionados no equipamento Smith machine para a realização do segundo exercício (meio agachamento). Logo após, realizaram um aquecimento específico, também com uma série de 10 repetições com 40% da carga encontrada para 10 RM. Na seqüência, realizaram três séries de 10 RM com dois minutos e 30 segundos de recuperação entre elas. O tempo de execução para cada movimento completo foi de cinco segundos, totalizando

50 segundos para cada 10 RM. A amplitude de movimento variou da posição de joelhos completamente estendidos, até a posição em que as coxas atingissem um ângulo de mais ou menos 90 graus com as pernas. Durante o intervalo de recuperação entre a segunda e a terceira série, os voluntários foram recebendo o esfigmomanômetros no braço esquerdo e o transmissor de FC no tórax. As medidas indiretas da PAS, PAD e da FC foram realizadas imediatamente após o último movimento da terceira série deste segundo exercício.

#### Treino excêntrico isolado absoluto (fase excêntrica)

Após 72 horas de recuperação, os mesmos voluntários foram submetidos à realização de outro protocolo com três séries de 10 RM nos mesmos exercícios. No entanto, só as ações musculares excêntricas isoladas absolutas foram permitidas. Para isso, acrescentaram-se 20% de carga, à carga previamente estabelecida para 10 RM (10 RM + 20%).

No exercício FCBS, após um aquecimento específico com 60% da carga encontrada para 10 RM, um dos especialistas em treinamento de força, posicionado à frente do avaliado, entregava a barra W nas mãos do mesmo, quando os cotovelos estavam totalmente flexionados, e a retirava quando seus punhos tocavam o antebraço de outro avaliador que, como dito antes, encontrava-se apoiado horizontalmente na borda inferior da base inclinada do banco. Já no exercício de MASM, dois especialistas, posicionados um em cada lado da barra do smith machine, retiravam a mesma dos ombros do voluntário, no ponto em que as coxas formavam um ângulo de mais ou menos 90 graus com as pernas, e a devolvia aos ombros do voluntário, quando ele estava com os joelhos completamente estendidos.

Os procedimentos iniciais descritos para o treino excêntrico isolado absoluto, em ambos os exercícios, foram realizados em todas as repetições e em todas as séries. Além disso, o controle para que se evitasse a manobra de Valsalva, o tempo de recuperação entre séries e exercícios, o controle do tempo de execução e os procedimentos e protocolos de medidas da PA e da FC foram idênticos aos realizados no treino com as ações musculares concêntricas e excêntricas combinadas.

#### Tratamento Estatístico

Os dados da PAS, da PAD, da FC e do DP são apresentados pelos valores das médias e dos desvios padrão. Na estatística inferencial utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk para observar a normalidade da amostra e, a partir desta análise, optou-se pela prova de análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas e o teste Post hoc de Tukey. Os dados foram tratados no software Statistica® 5.5 (Statsoft®, USA). O nível de significância adotado foi de 5%.

## RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a estatística descritiva referente a PAS e a PAD da fase controle, das ações musculares combinadas (fase combinada), e das excêntricas isoladas absolutas (fase excêntrica).

TABELA 1  
ANÁLISE DESCRITIVA DA PA SISTÓLICA E DIASTÓLICA EM MMHg

Variáveis pré-treino.	Média	DP
PAS controle.	121,4	3,7
PAS combinadas.	122,8	4,8
PAS excêntricas.	117,1	4,8
PAD controle.	68,5	6,9
PAD combinadas.	67,1	7,5
PAD excêntricas.	67,1	4,8
Variáveis pós-treino.		
PAS controle.	118,5	6,9
PAS combinadas.	171,4	12,1
PAS excêntricas.	162,8	11,1
PAD controle.	68,5	6,9
PAD combinadas.	58,5	3,7
PAD excêntricas.	61,4	9,0

DP = Desvio Padrão; PAS = Pressão Arterial Sistólica; PAD = Pressão Arterial Diastólica.

A PAS média da fase controle mostra uma variação de - 2,9 mmHg de pré para pós 18 minutos e 30 segundos. No entanto, a PAD não apresentou variação. Já a média da PAS das ações musculares combinadas mostra uma variação de 48,6 mmHg do pré para o pós-treino. A PAD variou negativamente em - 8,6 mmHg. Isto representa uma pequena queda nos valores da PAD no pós-treino.

Nas ações excêntricas isoladas absolutas, a PAS mostrou variação de 45,7 mmHg do pré para o pós-treino e a PAD apresentou variação negativa de -5,7 mmHg do pré para o pós-treino. Neste caso, também houve pequena queda da PAD no pós-treino.

O desvio padrão mostra que, para a fase controle e para as ações musculares estudadas, a variabilidade nos valores da PAS, foi menor no pré-treino do que no pós-treino. Já a PAD para a fase controle não mostrou variação entre pré e pós 18 minutos e 30 segundos. No entanto, variou mais no pré-treino das ações combinadas e no pós-treino das excêntricas isoladas absolutas. Além disso,  $p= 0,000$  e  $0,000$  representam as diferenças significativas entre o pós do controle e o pós-treino, tanto das

TABELA 2  
ANÁLISE DESCRITIVA DA FC EM BPM

Variável Pré-treino.	Média	DP
FC controle.	59,00	2,8
FC combinadas.	59,57	3,4
FC excêntricas.	60,43	6,8
Variável pós-treino.		
FC controle.	59,57	3,1
FC combinadas.	149,5	10,6
FC excêntricas.	126,7	20,4

FC = Frequência Cardíaca.

ações combinadas como das excêntricas. Contudo, não foram verificadas diferenças significativas, entre os valores médios da PAS e da PAD, obtidos imediatamente após o treino com as ações combinadas, e as excêntricas isoladas absolutas ( $p= 0,316$  e  $0,831$ ), respectivamente.

A Tabela 2 mostra os resultados da FC da fase controle, das ações musculares combinadas e das excêntricas isoladas absolutas.

A variação média da FC entre o pré e o pós 18 minutos e 30 segundos da fase controle foi de 0,57 batimentos por minuto (bpm). Já a variação média da FC do pré para o pós-treino, com as ações musculares combinadas, foi de 89,9 bpm. No entanto, com as ações excêntricas isoladas absolutas, a variação média foi de 66,27 bpm. Isto reflete uma menor demanda metabólica para o treino com as ações excêntricas isoladas absolutas.

O desvio padrão mostra que, para a fase controle e para as ações musculares estudadas (fase combinada e fase excêntrica), a variabilidade nos valores da FC foi menor no pré 18 minutos e 30 segundos e nos pré-treinos. Além disso,  $p= 0,000$  e  $0,000$  representam as diferenças significativas entre o pós do controle e o pós-treino, tanto das ações combinadas como das excêntricas. Contudo, não foram verificadas diferenças significativas entre a FC média obtida imediatamente após o treino com as ações musculares combinadas, e as excêntricas isoladas absolutas ( $p= 0,066$ ).

A Tabela 3 mostra os resultados do DP da fase controle, das ações musculares combinadas e das excêntricas isoladas absolutas.

TABELA 3  
ANÁLISE DESCRITIVA DO DP

Variável pré-treino.	Média	DP
DP controle.	7.162	380
DP combinadas.	7.454	608
DP excêntricas.	7.065	683
Variável pós-treino.		
DP controle.	7.058	491
DP combinadas.	25.448	279
DP excêntricas.	20.578	332

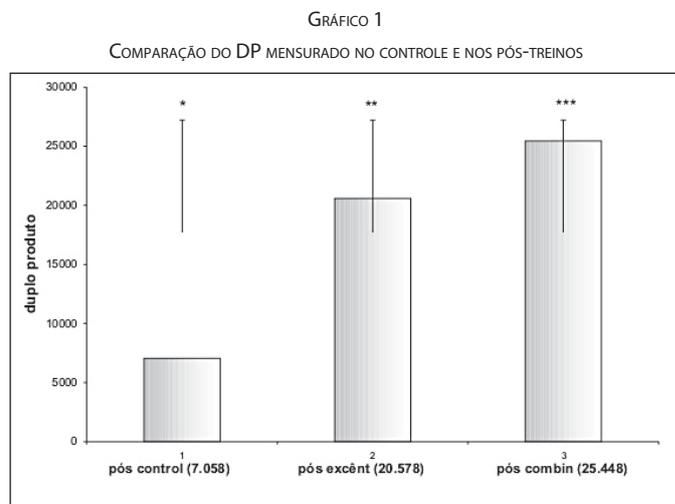
DP = Duplo Produto.

No caso do DP, a variação média do pré para o pós 18 minutos e 30 segundos da fase controle foi 104 inferior para o pós. Já com a utilização das ações musculares combinadas, a variação foi de 17.994 superior para o pós-treino. Com as ações excêntricas isoladas absolutas, tal variação foi superior também para o pós-treino, em apenas 13.513.

O desvio padrão mostra que, para a fase controle e para as ações musculares estudadas, a variabilidade nos valores médios do DP foi menor no pré 18 minutos e 30 segundos e nos pré-treinos, do que nos pós. Além disso,  $p=0,000$  e  $p=0,000$  representam as diferenças significativas entre o pós do controle e o pós-treino, tanto das ações combinadas como das excêntricas. No entanto, e diferentemente do ocorrido com as outras variáveis (PA e FC), foram verificadas diferenças significativas

entre o DP obtido imediatamente após o treinamento com as ações musculares combinadas, e as excêntricas isoladas absolutas ( $p= 0,027$ ).

No Gráfico 1, pode-se observar a diferença significativamente inferior do DP obtido com o pós da fase controle e com o pós-treino da fase excêntrica, em relação ao pós-treino da fase combinada.



\*  $p<0,05$ , pós-controle vs pós-excêntrica.

\*\*  $p<0,05$ , pós-excêntrica vs pós combinadas.

\*\*\*  $p<0,05$ , pós-controle vs pós-combinadas.

## DISCUSSÃO

Esta investigação mostrou que os valores médios encontrados no pós da fase controle são significativamente inferiores aos valores médios encontrados no pós-treino das outras duas fases. Isso já era esperado, afinal as medidas da PAS, da PAD e da FC, realizadas 18 minutos e 30 segundos depois das primeiras medidas, não tiveram nenhum treino prévio. Mostrou também que, quando há um treino prévio, as ações excêntricas isoladas absolutas produzem menor sobrecarga cardiovascular, quando comparadas com as ações musculares combinadas. Não obstante, os valores inferiores da PAS, da PAD e da FC não se mostraram significativos, embora o DP calculado a partir dos referidos valores tenha sido significativo. Corroborando esta investigação, Macdougall et al.<sup>14</sup> verificaram que, durante as ações musculares combinadas, a PAS e a PAD elevaram-se rapidamente durante as ações concêntricas. Contudo, nas ações excêntricas subsequentes, esses valores declinaram.

Outros achados que corroboram os resultados desta investigação são os de Vallejo et al.<sup>15</sup>, visto que, apesar dos mesmos terem utilizado intensidade de 65% de 1RM, caracterizando uma ação muscular excêntrica relativa e não absoluta, a qual requer a adição de um percentual de carga<sup>16</sup>, também encontraram, para as ações musculares excêntricas isoladas, valores mais baixos de PA e FC.

De acordo com Enoka<sup>17</sup>, as ações musculares excêntricas isoladas apresentam um sinal eletromiográfico inferior para os mesmos níveis de intensidade, quando comparadas às ações musculares concêntricas e isométricas. Essa menor ativação elétrica e a possível redução da sobrecarga cardiovascular podem estar ligadas

a fatores neurais inibitórios, provavelmente provindos dos órgãos tendinosos de Golgi (OTG). Com isso, o músculo diminui e/ou fica impedido de aumentar a produção de força<sup>18, 19</sup>.

Outras características neurais e mecânicas das ações musculares excêntricas também justificam os resultados desta investigação. Barroso et al.<sup>20</sup> explicam que, quando o músculo é alongado, duas situações devem ser entendidas: o grau de sobreposição dos miofilamentos tende a diminuir, o que diminui a produção de tensão ativa, e que, durante o alongamento, a resistência oferecida pelos elementos elásticos produz tensão passiva. Assim, à medida que a tensão ativa diminui, a passiva (tensão por fibra e no tecido conjuntivo) aumenta, e a possibilidade de menor sobrecarga cardiovascular acontece. Além disso, durante as ações excêntricas, o padrão de recrutamento não segue o princípio do tamanho<sup>21, 22</sup> (quando unidades motoras menores e mais fracas são recrutadas primeiro). Isso aponta para a diminuição da tensão ativa durante as ações excêntricas da presente investigação, pois, nessas ações, as fibras que compõem as unidades motoras menores e mais fracas são desconectadas por último. Assim, à medida que a ação excêntrica vai se desenvolvendo, as fibras que compõem as unidades motoras mais fortes vão se desconectando, tornando possível uma menor elevação da PA e da FC. O que reflete em um estresse cardiovascular mais baixo e, conseqüentemente, em valores mais baixos do DP, já que o mesmo é derivado do comportamento de ambas as variáveis<sup>23</sup>.

Alguns fatores limitantes podem ter interferido nos resultados desta investigação. Dentre eles, destacam-se: o número de voluntários, os exercícios utilizados (FCBS e MASM) e a medida indireta da PA com método auscultatório. O caráter bilateral utilizado na flexão dos cotovelos e a excessiva movimentação do meio agachamento não permitiram que a medida da PA fosse realizada durante os dois últimos movimentos da última série, isso implica numa medida possivelmente subestimada. De acordo com Polito & Farinatti<sup>4</sup>, se o objetivo é verificar a PA máxima com método da ausculta, é aconselhável que a medida seja tomada o mais tardiamente possível durante a realização do exercício. Wiecek et al.<sup>24</sup> e Verril et al.<sup>25</sup> concordam e fazem referência de que o método adotado, quando realizado ao final do exercício, pode não ser acurado devido ao rápido decréscimo de seus valores. No entanto, apesar da tendência à subestimação dos valores absolutos da PA e do DP, o método auscultatório pode determinar o grau de intensidade e a solicitação cardiovascular. Desse modo, os valores de PA e DP permanecem subestimados, mas identificam a solicitação cardiovascular relativa, imposta pelo exercício<sup>4</sup>. Além disso, a medida direta (invasiva), em indivíduos saudáveis, considerada mais confiável, extrapola os limites éticos da investigação científica<sup>14</sup>.

Diante do exposto, conclui-se que a sobrecarga cardiovascular apresenta-se inferior para as ações excêntricas isoladas absolutas. Apesar de não significativos, os valores mais baixos da PAS e da FC, ao serem multiplicados, mostraram que o DP é significativamente inferior. Assim, sugere-se que na necessidade de treinar a força muscular e ao mesmo tempo manter a sobrecarga cardiovascular em patamares mais baixos. As ações musculares excêntricas isoladas absolutas são preferíveis, se comparadas às ações musculares utilizadas de forma combinada.

Em busca de confirmar estes resultados e conseqüente sugestão, recomenda-se, no caso de indivíduos com comprometimentos

cardiovasculares, a realização de estudos que observem o nível de sobrecarga cardiovascular entre as ações musculares isoladas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1-GOBEL, FL; NORSTROM, LA; NELSON, RR; JORGENSEN, C.R.; WANG, Y. The rate pressure product as an index myocardial oxygen consumption during exercise in patients with angina pectoris. *Circulation*. 57: p. 549-56, 1978.
- 2-AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. ACSM's Guidelines for exercise testing prescription. 6 ed. Baltimore: Lippincott. Williams & Wilkins. 2000.
- 3-POLITO, MD; FARINATTI, PTV. Respostas da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo produto ao exercício contra resistência: uma revisão de literatura. *Rev. Port. Ciênc. desport*. 3: P. 79-91, 2003.
- 4-POLITO, MD; FARINATTI, PTV. Considerações sobre a medida da pressão arterial em exercícios contra resistência. *Rev. Bras. Med. Esporte*. 9: P. 1-9, 2003.
- 5-WILMORE, JH; COSTILL, DL. *Physiology of sports and exercise*. 2 ed. Champaign. Human kinetics. 1999.
- 6-POLITO, MD; SIMÃO, R; SENNA, GW; FARINATTI, PTV. Hipotensive effects of resistance exercise performed at different intensities and same work volumes. *Braz. J. Sports Med*. 9: p. 69-73, 2003.
- 7-SIMÃO, R; FLECK, SJ; POLITO, M; MONTEIRO, W; FARINATTI, PTV. Effects of resistance training intensity, volume, and session format on the postexercise hypotensive response. *J. Strength Cond. Res*. 19: P. 853-58, 2005.
- 8-CLINKSCALES, TB; REYES, R; WOOD, RH; WELSCH, MA. Influence of intensity and repetition number on hemodynamic responses to resistance exercise in older adults. *Med Sci. Sport Exerc*. 33: p.514, 2001.
- 9-KRAEMER, WJ; ADANS, K; CAFARELLI, E; DUDLEY, GA; DOOLY, C; FEIGENBAUM, MS; FLECK, SJ; FRANKLIN, B; FRY, AC; HOFFMAN, JR; NEWTON, RU; POTTEIGER, J; STONE, MH; RATAMESS, NA; TRIPLETT, MC; BRIDE, T. American College of Sports Medicine. Progression models in resistance training for Healthy. *Med. Sci. Sports. Exerc*. 34: p.364-80, 2002.
- 10-MACDOUGALL, JD; McKELVIE, RS; MOROZ, JR; SALE, DG; McCARTNEY, N; BUICK, F; Factors affecting blood pressure during heavy weight lifting and static contractions. *J. Appl. Physiol*. 3: p.1590-7, 1992.
- 11-FLECK, JS; KRAEMER, WJ. *Fundamentos do treinamento de força*. Porto alegre: Artes Médicas Sul, 1999.
- 12-PERLOFF, D; GRIN, C; FROWICH, E; HILL, M; McDONALD, M. Human blood pressure determination by sphygmomanometry. *Circulation*. 88: p. 2460-7, 1993.
- 13-MONTEIRO, WD; SIMÃO, R; FARINATTI, PTV. Manipulação na ordem dos exercícios e sua influência sobre número de repetições e percepção subjetiva de esforço em mulheres treinadas. *Rev. Bras. Med. Esporte*. 11: p.146-50, 2005.
- 14-MACDOUGALL, JD; TUXEN, D; SALE, DG; MOROZ, JR; SUTTON, JR. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *J. Appl. Physiol*. 58: p. 785-90, 1985.
- 15-VALLEJO, AF; SCHROEDER, ET; ZHEENG, L; JENSKY, NE; SATTLER, FR. Cardiopulmonary responses to eccentric and concentric resistance exercise in older adults. *Age Ageing*. 35: p. 291-7, 2006.
- 16-DANTAS, EHM. *A prática da preparação física*. Rio de Janeiro: Shape, 5 Ed. 2003.
- 17-ENOKA, R. Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. *J. Appl. Physiol*. 81: p. 2339-46, 1996.
- 18-AAGAARD, PEB.; SIMONSEN, JL; ANDERSEN, SP; MAGNUSSON, J; HALKJAER-KRISTENSEN; DYHRE-POULSEN, P. Neural inhibition during maximal eccentric and concentric quadriceps contraction: effects of resistance training. *J. Appl. Physiol*. 89: p. 2249-57, 2000.
- 19-WEBBER, S; KRIELLAARS, D. Neuromuscular factors contributing to in vivo eccentric moment generation. *J. Appl. Physiol*. 83: p. 40-5, 1997.
- 20-BARROSO, R; TRICOLI, V; UGRINOWSCH, C. Adaptações neurais e morfológicas ao treinamento de força com ações excêntricas. *Rev. Bras. Ciênc. Mov*. 13: p. 111-122, 2005.
- 21-HOWELL, JN; FUGLEVAND, AJ; WALSH, ML; BIGLAND-RITCHIE, B. Motor unit activity during isometric and concentric-eccentric contractions of the human first dorsal interosseus muscle. *J. Neurophysiol*. 74: p. 901-04, 1995.
- 22-LUTZ, GJ; LIEBER, RL. Skeletal muscle myosin II structure and function. *Exerc. Sport. Sci. Rev*. 27: p. 63-78, 1999.
- 23-LEITE, TC; FARINATTI, PTV. Estudo da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto em exercícios resistidos diversos para grupos musculares semelhantes. *Rev. Bras. Fisiol. Exerc*. 2: p. 29-49, 2003.
- 24-WIECEK, EM; McCARTNEY, N; McKELVIE, RS. Comparison of direct and indirect measures of systemic arterial pressure during weightlifting in coronary artery. *Am. J. Cardiol*. 66: p.1065-9, 1990.
- 25-VERRIL, D; SHOUP, E; McELUEEN, G; WITT, K; BERGEE, D. Resistive exercise training in cardiac patients. *Recommendations. Sport. Med*. 13: p. 171-93, 1992.