

**COMPORTAMENTO DA LACTACIDEMIA E EQUILÍBRIO ÁCIDO-BÁSICO  
ATRAVÉS DE TÉCNICA POUCO INVASIVA APÓS EXERCÍCIO RESISTIDO**

Autran José da Silva Júnior<sup>1,2</sup>, Markus Vinicius Campos Souza<sup>1</sup>  
 Luciane Magri Tomaz<sup>1</sup>, Danilo Rodrigues Bertucci<sup>1,3</sup>  
 Gabriela Soares de Souza<sup>1</sup>, Gustavo Henrique Rigo Canevazzi<sup>1</sup>  
 Júlio César Conceição Filho<sup>1</sup>, José Campanholi Neto<sup>1</sup>  
 Leandro Dias Ruffoni<sup>1</sup>, Nuno Manuel Frade de Sousa<sup>1</sup>  
 Vivian Maria Arakelian<sup>1</sup>, Vilmar Baldissera<sup>1,3</sup>

**RESUMO**

O objetivo foi comparar o comportamento da lactacidemia e parâmetros gasométricos em exercícios resistidos utilizando uma técnica pouco invasiva Abbott i-STAT Portable Clinical Analyser. 10 homens, 20,3 ± 4,2 anos, 74 ± 10,2Kg, 177 ± 4,6cm e 23,8 ± 3,2 Kg/m<sup>2</sup> realizaram uma sessão cada de leg press (LP) e supino reto (SR) (4 X 10 a 70% de 1RM com 3'). Os valores elevaram-se da 1ª série a pós-esforço em Borg e Omni e do repouso a pós-esforço em lactato e paO<sub>2</sub>. E reduziram do repouso a pós-esforço pH; paCO<sub>2</sub>; HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> e BE (P<0,05) em ambos testes. Concluímos que ambos os exercícios promoveram desequilíbrio no sistema ácido-base que pode estar relacionados com a intensidade. E que a técnica pouco invasiva é excelente ferramenta de estudo do comportamento destas variáveis, através de um reduzido volume de amostra de sangue permite uma grande variedade de variáveis gasométricas de maneira precisa e imediata.

**Palavras-chave:** Exercício resistido. Gasometria. Lactato.

1-Laboratório de Fisiologia do Exercício, Departamento de Ciências Fisiológicas, Universidade Federal de São Carlos (UFScar), São Carlos-SP. Brasil.

2-Centro Universitário da Fundação Educacional de Guaxupé, Guaxupé-MG. Brasil.

3-Programa de pós-graduação em Ciências da Motricidade, Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus Rio Claro, Rio Claro-SP, Brasil.

Endereço para correspondência  
 Autran José da Silva Jr  
 Rua Bernardino Baroni, 120. Guaranésia-MG.  
 CEP. 37810-000.

**ABSTRACT**

Lactacidemic behavior and basic acid balance through low invasive technique after resistant financial year

The aim was to compare the behavior of lactacidemia and gasometric parameters in resistance exercises using a minimally invasive technique Abbott i-STAT Portable Clinical Analyzer. 10 men, 20.3 ± 4.2 years, 74 ± 10.2Kg, 177 ± 4.6cm and 23.8 ± 3.2Kg/m<sup>2</sup> underwent one session each of leg press (LP) and bench press (BP) (4 x 10 in 70% 1RM x 3'). Values rose from a grade to post-exercise in Borg and Omni and rest to post-exercise in lactate and paO<sub>2</sub>. And reduced rest to post-exercise in pH, paCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> and BE (P<0,05) in both tests. We conclude that both exercises promoted unbalance in the acid-base system which can be related to the intensity. And minimally invasive technique that is excellent tool for studying the behavior these variables by means of a reduced volume of blood sample allows a wide variety of gas exchange variables accurately and immediately.

**Key words:** Resistance exercise. Blood gas. Lactate.

E-mails dos autores:  
 autranjsilvajr@gmail.com  
 markusviniciuscampos@gmail.com  
 lumagri@gmail.com  
 danbertucci9@hotmail.com  
 gabrielass@gmail.com  
 gufisiofafibe@gmail.com  
 jcpinter@gmail.com  
 campanholineto@hotmail.com  
 leandroruffoni@gmail.com  
 nunosfrade@gmail.com  
 vivianmarakelian@hotmail.com  
 vilmar@ufscar.br

## INTRODUÇÃO

Já é bem caracterizado que o exercício de resistência proporciona melhoras na capacidade anaeróbia, aumentos significativos no gasto energético com elevação dos parâmetros ventilatórios, ganhos de força, volume e potência (Lee e colaboradores, 2011; Ratamess e colaboradores, 2009; Simões e colaboradores, 2010; Verdijk e colaboradores, 2009).

Sendo base para muitas modalidades esportivas como também para programas voltados a promoção da saúde (Hansen e colaboradores, 2011; Minges e colaboradores, 2011).

Este tipo de esforço caracteriza-se por uma execução intervalada entre o esforço físico e recuperação em uma ampla variedade de intensidade. Nos protocolos de alta intensidade há o predomínio do metabolismo anaeróbio e recrutamento de fibras glicolíticas (tipo II) através da hidrólise incompleta da glicose e acarretando a síntese de ácido láctico (Eto e colaboradores, 2006).

O ácido láctico produzido pelas fibras musculares durante o exercício resistido difunde para o sangue e promove alterações no equilíbrio ácido-base, reduzindo o pH plasmático (Messonnier e colaboradores, 2007). Uma vez no plasma o ácido láctico é tamponado pelo bicarbonato de sódio ( $\text{HCO}_3^-$ ) formando o ácido carbônico e lactato de sódio (Peronnet e Aguilaniu, 2006). Ao ser formado, o ácido carbônico se dissocia em água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), elevando a  $\text{paCO}_2$  durante o exercício e conseqüentemente estimulando a ventilação (Borg e colaboradores, 1987; Gladden, 2008).

A elevada intensidade do esforço físico característica de muitos exercícios resistidos impõe um intenso estresse fisiológico que pode ser avaliado pela escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) de Omni. Lagally e colaboradores (2002) estudaram o comportamento da PSE e lactacidemia em 30%, 60% e 90% de 1RM no exercício de flexão do antebraço sobre o braço em mulheres. Os autores observaram elevações na PSE e lactacidemia proporcionais a intensidade do esforço e concluíram que há estreita correlação entre PSE, lactacidemia e intensidade do esforço físico.

O estresse fisiológico imposto pelo exercício resistido induz acidose metabólica e alterações séricas importantes, dentre elas reduções no potencial hidrogeniônico (pH), na concentração de  $\text{HCO}_3^-$  e no Base Excess (BE). Estes ajustes séricos induzem elevações nas pressões arterializadas de oxigênio ( $\text{paO}_2$ ) e dióxido de carbono ( $\text{paCO}_2$ ) (Gladden, 2008).

Russel e colaboradores (2011) estudaram o comportamento do lactato, pH,  $\text{HCO}_3^-$ , BE em 16 jogadores de futebol que participaram de uma simulação de uma partida com duração de 90 minutos. Foram feitas coletas pré, a cada 15 minutos de partida (15', 30', 45', 75' e 90') e aos 10' de intervalo. Os autores observaram elevações nas concentrações de lactato e reduções em  $\text{HCO}_3^-$ , pH e BE. Os autores concluíram que a acidose metabólica acarreta redução no pH plasmático e na capacidade de tamponamento durante uma simulação de uma partida de futebol.

O mecanismo pelo qual o ácido láctico promove alterações sobre o equilíbrio ácido-base está bem estabelecido em exercícios resistidos, dentre eles o leg press (LP) e o supino reto (SR). Entretanto, poucos trabalhos estudaram o comportamento dos parâmetros gasométricos e da lactacidemia através de uma técnica não invasiva, como a encontrada no aparelho Abbott i-STAT Portable Clinical Analyser. Dentre estes trabalhos temos Silverman e Birks (2002) que estudaram o comportamento da gasometria e lactacidemia em cavalos que realizaram um esforço contínuo.

Mas recentemente Dasmombe e colaboradores (2007) utilizaram esta técnica em humanos. Neste estudo participaram 18 voluntários que foram divididos em 2 experimentos, 7 voluntários realizaram testes com incremento de 50w a cada 3 minutos até a exaustão, sendo coletadas amostras de sangue antes e imediatamente após os testes. No segundo experimento 11 voluntários realizaram uma corrida intermitente de 30 minutos, onde foram coletadas amostras antes e durante a corrida (aos 10, 20 e 30 minutos).

Em ambos os estudos citados estudou o comportamento dos parâmetros gasométricos e lactacidemia em exercício resistido utilizando o aparelho Abbott i-STAT Portable Clinical Analyser. O estudo destes parâmetros neste tipo de exercício através

desta técnica é muito importante por ser um aparelho pouco invasivo e de resultados instantâneos o que permite uma análise mais precisa e imediata.

O uso desta técnica em um exercício resistido passe a ser fundamental, devido ao fato de que este tipo de atividade física acarreta importantes e significativas mudanças no comportamento da lactacidemia e parâmetros gasométricos. Assim o objetivo do trabalho foi estudar o comportamento da lactacidemia e parâmetros gasométricos arterializado (pH, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, BE, paCO<sub>2</sub> e paO<sub>2</sub>) em dois tipos de exercícios resistidos: LP e o SR, através de uma técnica pouco invasiva (aparelho Abbott i-STAT Portable Clinical Analyser).

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Amostra

O estudo constou de 10 voluntários do sexo masculino, com idade média (DP) de 20,3 ± 4,2 anos, 74,1 ± 10,2Kg, 177,2 ± 4,6cm e 23,8 ± 3,2 kg/m<sup>2</sup>. Foram selecionados aleatoriamente do curso de educação física da Universidade Federal de São Carlos que atenderam aos critérios de inclusão: estarem participando há pelo menos um ano ininterrupto de treinamento resistido com ênfase em hipertrofia muscular sem uso de qualquer recurso ergogênico e sem lesões osteomioarticulares que pudessem interferir na execução dos exercícios resistidos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista Campus de Rio Claro (Protocolo 4066, Registro CEP 13.06.11, decisão CEP 002/12) e após todos os avaliados serem instruídos sobre o protocolo de pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

### Delineamento experimental

Os voluntários realizaram quatro sessões de exercícios resistidos no Laboratório de Fisiologia do Exercício do Instituto de Ciências Fisiológicas da Universidade Federal de São Carlos. As duas primeiras sessões determinaram a carga máxima (1RM) e o re-teste e as demais foram execuções dos exercícios resistidos: LP e SR.

### Avaliação Antropométrica

Tal avaliação constou das medidas de peso corporal e altura mensurados em uma balança digital Tanita body composition analyzer TBF 310 com precisão de 100 gramas e pelo aparelho estadiômetro wcs wood portátil Cardiomed.

### Teste de uma repetição máxima (1RM) para LP e SR

Antes deste teste, os participantes realizaram uma breve adaptação em cada aparelho, de modo a estabelecer a correta biomecânica do exercício. Foram instruídos a executar as repetições com duração de três segundos, sendo 1,5 segundos para a fase concêntrica e 1,5 segundos para a fase excêntrica, controlado através de comandos verbais (Ploutz e Giamis, 2001).

O aquecimento consistiu na execução de oito repetições com 50% de 1RM estimada (baseada em testes pilotos e percepção da força máxima individual). Após dois minutos de repouso foram realizadas mais três repetições a 70% de 1RM estimada. Os estágios seguintes consistiram na determinação de 1RM, com intervalos de cinco minutos entre um total de 5 tentativas. O re-teste foi realizado 48 horas após a determinação de 1RM. Neste caso, após aquecimento, como descrito anteriormente, o voluntário iniciava o teste com a carga estabelecida na sessão anterior. O valor máximo obtido em um dos os dois testes foi assumido como 1RM (Ploutz e Giamis, 2001).

### Sessão de execução de LP e SR

Os voluntários retornaram ao laboratório 72 horas após a realização do re-teste de 1RM para a sessão dos exercícios resistidos de LP e SR que foram executados no mesmo dia, em ordem randomizada. Antes da sessão dos testes os voluntários fizeram o mesmo aquecimento quando da realização de 1RM. As sessões apresentaram as seguintes características metodológicas: 4 séries com 10 repetições a 70% de 1RM com 30 segundos de execução por série e 3 minutos de intervalos entre as séries. A escolha desta metodologia foi devida a enorme utilização da mesma em programas de treinamento resistido.

### Lactacidemia

Uma amostra de 25 µl de sangue foi coletada do lobo da orelha para a análise da lactacidemia em lactímetro eletro-enzimático (YSI 1500 Sport, Yellow Springs®). A amostra de sangue foi armazenada e congelada em tubos de Ependorff, com uma solução de 50 µl de fluoreto de sódio a 1%, e mantida no estado congelado, para posterior análise. Foram feitas coletas de amostras de sangue em repouso e ao final de todas as 4 séries dos exercícios resistidos de LP e SR.

### Avaliação da Gasometria arterializada

Foram analisados os parâmetros pressão arterializada de oxigênio (paO<sub>2</sub>), pressão arterializada de dióxido de carbono (paCO<sub>2</sub>), potencial hidrogeniônico (pH), bicarbonato de sódio (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e excesso de base (base excess: BE). Foram feitas coletas de sangue do lobo da orelha sendo retirado um volume total de 75µl para análise no aparelho Abbott i-STAT Portable Clinical Analyser (CG8+ i-STAT System). Foram feitas coletas de amostras de sangue em repouso e ao término dos exercícios LP e SR. Vale ressaltar que foi feita apenas uma única análise em repouso para ambos os exercícios resistidos.

### Avaliação da Percepção Subjetiva de Esforço (PSE)

A avaliação de esforço subjetivo constou das escalas de Borg (Borg e colaboradores, 1987) e Omni (Lagally e

colaboradores, 2006) e ocorreu no repouso e imediatamente ao final de cada série de exercício resistido.

### Análise estatística

Foi realizado o teste de normalidade e todos os dados foram considerados paramétricos, através do teste de Kolmogorov-Smirnov. Para a análise das escalas subjetivas de esforço, lactacidemia e gasometria arterializada foram utilizados a ANOVA one way.

### RESULTADOS

Os valores médios (± DP) dos testes de 1RM e das escalas subjetivas de esforço (Borg e Omni) estão apresentados na tabela 1 e expressos ao final de cada sessão realizada. Os valores de 1RM são apresentados tanto em 100% como em 70%, intensidade utilizada para a realização do estudo. Foram realizadas 4 séries de 10 repetições em ambos os testes e os valores médios (± DP) de 1RM, Borg e Omni elevaram durante a realização das sessões.

A resposta do lactato sanguíneo quando comparada repouso e pós-esforço em ambos os testes estão apresentados na figura 1. Foi observada uma elevação crescente e significativa da lactacidemia durante a realização das séries em LP e SR. Os valores observados ao final de cada série são significativamente superior ao repouso, como também entre as séries (P<0,05) durante os testes.

**Tabela 1 - Valores médios ± DP de 1RM, Borg e Omni nos testes.**

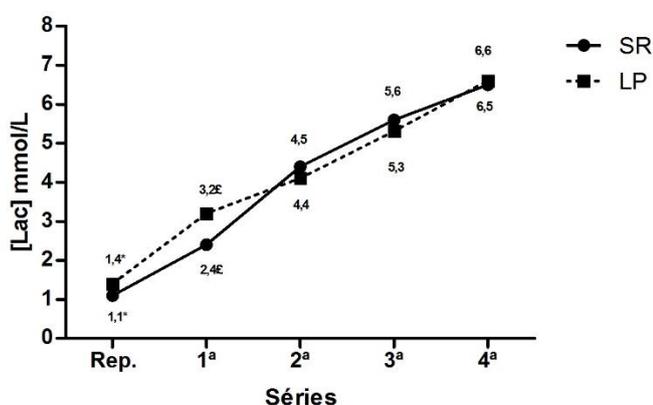
	Leg Press									
	1 RM (%)		1ª série		2ª série		3ª série		4ª série	
	100%	70%	Borg	Omni	Borg	Omni	Borg	Omni	Borg	Omni
Média	334	234	10,6 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>	12,3	4,8	14,1	5,8	15,5	6,8
DP	81	57	2,2	1,8	2,1	2,2	1,9	2,5	2,1	2,4
	Supino reto									
Média	84,5	70,5	9,7 <sup>a</sup>	3,0 <sup>a</sup>	12,3	4,6	13,8	6,4	15,1	7,5
DP	17,4	22	2,3	1,4	1,6	1,3	1,0	1,2	1,9	1,5

**Legenda:** 1 RM: repetição máxima (Kg); Borg e Omni: escalas subjetivas de esforço. <sup>a</sup> Diferença entre todas as séries. P<0,05. Valores de P na variável Borg no exercício LP: 1ª série x 2ª série (P<0,079); 1ª série x 3ª série (P<0,002); 1ª série x 4ª série (P<0,001); 2ª série x 3ª série (P<0,030); 2ª série x 4ª série (P<0,001); 3ª série x 4ª série (P<0,031). Valores de P na variável Borg no exercício SR: 1ª série x 2ª série (P<0,012); 1ª série x 3ª série (P<0,023); 1ª série x 4ª série (P<0,017); 2ª série x 3ª série (P<0,04); 2ª série x 4ª série (P<0,026); 3ª série x 4ª série (P<0,010). Valores de P na variável Omni no exercício LP: 1ª série x 2ª série (P<0,025); 1ª série x 3ª série (P<0,027); 1ª série x 4ª série (P<0,013); 2ª série x 3ª série (P<0,042); 2ª série x 4ª série (P<0,043); 3ª série x 4ª série (P<0,034). Valores de P na variável Omni no exercício SR: 1ª série x 2ª série (P<0,017); 1ª série x 3ª série (P<0,007); 1ª série x 4ª série (P<0,002); 2ª série x 3ª série (P<0,012); 2ª série x 4ª série (P<0,001); 3ª série x 4ª série (P<0,001).

**Tabela 2 - Resultados de pH, paCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, BE e paO<sub>2</sub>.**

Leg Press									
pH		paCO <sub>2</sub>		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		BE		paO <sub>2</sub>	
Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
7,5	7,4	34,1	33,0	27,7*	19,5	4,8*	-5,3	80,5*	94,5
0,1	0,1	3,1	8,8	1,5	2,9	2,8	4,1	6,4	5,3
Supino reto									
7,5	7,4	34,1*	32,3	27,7*	20,7	4,8*	-4,0 <sup>£</sup>	80,5*	84,7 <sup>£</sup>
0,1	0,1	3,1	3,1	1,5	3,0	2,8	3,3	6,4	8,6

**Legenda:** Potencial hidrogeniônico (pH), pressão arterializada de dióxido de carbono (paCO<sub>2</sub>) em mmHg, pressão arterializada de oxigênio (paO<sub>2</sub>) mmHg, bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) mmol/l e base excess (BE). \* Diferença significativa entre Pré x Pós (P < 0,05); £ Diferença Significativa entre Leg press pós X Supino Reto pós (P < 0,05). Valores de P nas variáveis no exercício LP: pH (P<0,075); paCO<sub>2</sub> (P<0,815); HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (P<0,004); BE (P<0,010); paO<sub>2</sub>(P<0,001). Valores de P nas variáveis no exercício SR: pH (P<0,072); paCO<sub>2</sub> (P<0,003); HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (P<0,005); BE (P<0,007); paO<sub>2</sub> (P<0,010).



**Legenda:** \* Diferença significativa entre repouso e as séries (P<0,05). £ Diferença significativa entre as séries (P<0,05).

**Figura 1 - Comportamento da lactacidemia nos dois exercícios resistidos**

A tabela 2 apresenta os valores médios ( $\pm$  DP) referentes a avaliação da gasometria arterializada para os testes de LP e SR. Quando são comparados os valores entre o repouso e pós-esforço nos testes pode observar que os parâmetros pH, PaCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> e BE apresentaram uma redução enquanto uma elevação da PO<sub>2</sub> (P<0,05). Entretanto quando se compara os mesmos parâmetros entre os testes, observamos que somente o pH não apresentou diferenças, porém os valores de PCO<sub>2</sub> e de PO<sub>2</sub> foram significativamente (P<0,05) elevados e HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> e BE reduzidos em LP quando comparados com SR.

As concentrações de lactato sanguíneo ao final da 4ª série quando comparada com os valores de repouso, tanto no exercício LP (1,4 mmol/L no repouso e 6,7 mmol/L ao final da última série) quanto no SR (1,3 mmol/L no repouso e 6,2 mmol/L no final

da 4ª série) foram significativamente superior (P<0,05).

Entretanto, para o HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ocorreram significativas reduções para o mesmo intervalo. No repouso os valores do LP e do SR foram de 27,4 mmol/L e ao final foram de 19,5 mmol/L e 20,7 mmol/L, respectivamente.

O comportamento da lactacidemia e do HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> apresentam curvas em espelho, enquanto as concentrações de lactato sanguíneo elevam o HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> reduz suas concentrações.

## DISCUSSÃO

O presente trabalho estudou o efeito de uma sessão aguda de exercício resistido de LP e SR sobre o comportamento da lactacidemia e parâmetros gasométricos arterializados. Foram observadas elevações nas concentrações da lactacidemia e valores de Borg, Omni e paO<sub>2</sub> e reduções nos valores de pH, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, BE e paCO<sub>2</sub> quando comparamos os valores ao final da última série com os observados em repouso.

Neste estudo foram encontradas significativas elevações nas concentrações de lactato sanguíneo durante e após a realização de leg press e supino reto quando comparadas com o repouso. Este comportamento se deve à acidose metabólica induzida pela predominância do metabolismo anaeróbio láctico (Gorostiaga e colaboradores, 2010).

Contribuindo com os achados do nosso estudo, Buitrago e colaboradores (2011) estudaram o comportamento do lactato sanguíneo 55%, 70% e 85% de 1RM em SR. Os resultados demonstraram que a lactacidemia em 70% de 1RM foi maior no final da série quando comparada com o repouso.

O ácido láctico no plasma sanguíneo é tamponado pelo bicarbonato de sódio (NaHCO<sub>3</sub>) formando o ácido carbônico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), que dissociará em água (H<sub>2</sub>O) e Gás Carbônico (CO<sub>2</sub>) normalizando o pH plasmático (Robergs e colaboradores, 2004). Com isso ocorrerá a elevação da pressão arterial de dióxido de carbono (paCO<sub>2</sub>), contribuindo para a elevação da frequência respiratória (Peronnet e Aguilaniu, 2006). Em nosso estudo observamos significativas reduções no pH, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> e paCO<sub>2</sub>, elevação na paO<sub>2</sub> e alterações no BE em ambos os exercícios resistidos em relação aos valores e repouso.

A redução do bicarbonato plasmático e BE durante exercício resistido devem a elevação do lactato sanguíneo, visto que é esta base que neutraliza o ácido láctico produzido. Vega e colaboradores (2011) estudou o comportamento da lactacidemia e parâmetros gasométricos em onze atletas que realizaram dois testes (grupo placebo – infusão de solução salina e grupo com infusão de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) em ciclo ergômetro. Eles observaram que o grupo placebo apresentou resultados semelhantes aos nossos, onde tiveram redução do pH, de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, de paCO<sub>2</sub> e de BE. Já o grupo com infusão HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, não ocorreram diferenças estatísticas para estas variáveis.

A PSE aumentou do repouso para o final da última série, devido à alta intensidade do exercício que promove o aumento na demanda metabólica e o maior recrutamento de fibras musculares. Estes dados estão de acordo com resultados prévios, onde Tiggemann e colaboradores (2010) encontram que em maiores intensidades do exercício de força em sedentários e ativos ocorre o aumento da concentração de lactato e da ativação muscular e elevação na depleção de sistema fosfagênio (ATP-CP), contribuindo assim para aumento nos valores de PSE. Nossos dados são corroborados pelo trabalho de Lins-Filho e colaboradores (2012) que estudaram o efeito da intensidade do exercício sobre a PSE de Omni durante exercício resistido com diferentes percentuais de 1RM (50%: E50% e 70%: E70%).

Foram realizadas 3 séries com diferentes números de repetições, 12, 9 e 6. Os autores observaram que PSE foi maior em 70% 1RM quando comparado com 50% 1RM. Em nosso estudo observamos forte correlação

entre lactato sanguíneo e PSE ( $r=0,99$ ), podemos observar que a realização de exercício resistido impõe uma sobrecarga ao metabolismo que promove elevação nas concentrações de lactato sanguíneo e nos valores da PSE.

Quando comparamos a PSE entre os dois exercícios resistidos observamos que os valores de Omni apresentam um comportamento bastante semelhante à lactacidemia. Nakamura e colaboradores (2009) observaram uma forte correlação entre Omni e concentração de lactato sanguíneo em atletas de caiaque que realizaram um teste incremental. Os autores concluem que tal comportamento é devido a elevação da intensidade do esforço e predomínio do metabolismo anaeróbio. Estas observações apoiam nossos resultados, visto que o protocolo utilizado para o esforço foi intenso com predomínio do metabolismo anaeróbio e também encontramos uma forte relação entre os dois parâmetros ( $r=0,99$ ).

Ao compararmos o comportamento da lactacidemia entre LP e SR não foram encontradas diferenças significativas em repouso e mesmo durante as 4 séries realizadas. Entretanto ao final da 2ª série os valores em SR tornaram superiores e se mantiveram até o final do exercício físico. Jürimäe e colaboradores (2010) compararam as respostas de lactacidemia e o número de repetições em dois testes contínuos com duração de 7 minutos a uma intensidade de 50% de 1RM em dois exercícios resistidos: leg press e remada horizontal. Os autores observaram que os valores de lactacidemia e número de repetições foram superiores em leg press quando comparados com remada horizontal. Estes resultados são contraditórios aos observados em nosso estudo, apesar de apresentarem exercícios resistidos diferentes.

Uma maior lactacidemia acarretaria em maiores ajustes nos parâmetros gasométricos arterializados. Entretanto, quando comparamos os resultados obtidos entre os dois testes realizados observamos que paCO<sub>2</sub> e paO<sub>2</sub> foram maiores em SR e HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> e BE em LP. Este comportamento pode ser devido ao grupamento muscular envolvido, ao sistema de alavancas diferentes entre os exercícios e ao nível de treinamento dos voluntários.

Chagas e colaboradores (2005) compararam o número de repetições entre leg

press e supino reto a 40% e 80% de 1RM e observaram que em ambos percentuais o leg press apresentou valores significativamente superior.

Os mesmos resultados foram encontrados por Ferreira e colaboradores (2006) a diferentes percentuais de 1 RM, dentre eles 70%. Em nosso estudo o número de repetições foi o mesmo para os dois testes, assim não podemos afirmar que esta diferença nos valores esteja relacionada a esta condição.

### CONCLUSÃO

Observamos que no presente estudo em ambos os exercícios, LP e SR houve alterações em alguns dos principais parâmetros que caracterizam a acidose metabólica, diminuição do HCO<sub>2</sub>, do BE, da PCO<sub>2</sub>, aumento na concentração de lactato e aumento na PO<sub>2</sub>.

Assim, o protocolo proposto neste estudo onde aconteceu a comparação dos dois exercícios provoca um desequilíbrio no sistema ácido-base.

Observamos também que a utilização da técnica pouco invasiva através do aparelho Abbott i-STAT Portable Clinical Analyser é uma excelente ferramenta de estudo do comportamento da lactacidemia e parâmetros gasométricos. Visto que, através de um pequeno volume de amostra de sangue (75µl) permite uma grande variedade de variáveis gasométricas de maneira precisa e imediata.

### REFERÊNCIAS

1-Borg, G.; Hassmen, P.; Lagerstrom, M. Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. Vol. 56. Num. 6. p.679-685. 1987.

2-Buitrago, S.; Wirtz, N.; Yue, Z.; Kleinoder, H.; Mester, J. Effects of load and training modes on physiological and metabolic responses in resistance exercise. *Eur J Appl Physiol*. DOI 10.1007/s00421-011-2249-9. 2011.

3-Chagas, M. H.; Barbosa, J. R. M.; Lima, F. V. Comparação do número máximo de repetições realizadas a 40 e 80% de uma repetição máxima em dois diferentes exercícios na musculação entre os gêneros

masculino e feminino. *Rev. Bras. Educ. Fís. Esp.*, São Paulo. Vol. 19. Num. 1. p.5-12. 2005.

4-Dascombe, B. J.; Reaburn, P. R. J.; Sirotic, A. C.; Coutts, A. J. The reliability of the i-STAT clinical portable analyser. *Journal of Science and Medicine in Sport*. Vol. 10. p.135-140. 2007.

5-Eto, D.; Yamano, S.; Hiraga, A.; Miyata, H. Recruitment pattern of muscle fibre type during flat and sloped treadmill running in thoroughbred horses. *Equine Vet J. Suppl.* 36. p.349-353. 2006.

6-Ferreira, S.; Marins, J. C. B.; Silva, L. C.; Lunz, W.; Pimentel, G. G. A.; Migliorini, E. M. Determinação de perfil de repetições máximas no exercício de extensão de pernas e supino reto com diferentes percentuais de força. *Maringá*. Vol. 17. Num. 2. p. 149-159. 2006.

7-Gladden, L. B. 200th anniversary of lactate research in muscle. *Exerc Sport Sci Rev* 36 (3):109-115, 2008.

8. Gorostiaga, E. M.; Navarro-Amezqueta, I.; Cusso, R.; Hellsten, Y.; Calbet, J. A.; Guerrero, M. Anaerobic energy expenditure and mechanical efficiency during exhaustive leg press exercise. *PLoS One*. Vol. 5. Num. 10. 2010.

9-Hansen, D.; Eijnde, B. O.; Roelants, M.; Broekmans, T.; Rummens, J.; Hensen, K. Clinical benefits of the addition of lower extremity low intensity resistance muscle training to early aerobic endurance training intervention in patients with coronary artery disease: a randomized controlled trial. *J Rehabil Med*. Vol. 43. p.800-807. 2011.

10-Jürimäe, T.; Perez-Turpin, J. A.; Cortell-Tormo, J. M.; Chinchilla-Mira, I. J.; Cejuela-Anta, R.; Mäestu, J.; e colaboradores. Relationship between rowing ergometer performance and physiological responses to upper and lower body exercises in rowers. *J. Sci. Med. Sport*. Vol. 13. Num. 4. p.434-437. 2010.

11-Lagally, K. M.; Robertson, R. J.; Gallagher, K. I.; Goss, F. L.; Jakicic, J. M.; Lephart, S. Perceived exertion electromyography, and

blood lactate during acute bouts of resistance exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* Vol. 34. Num. 3. p. 552-559. 2002.

12-Lagally, K. M.; Robertson, R. J. Construct validity of the OMNI resistance exercise scale. *Journal of Strength and Conditioning Research.* Vol. 20. Num. 2. p. 252-256. 2006.

13-Lee, S.; Islam, M. M.; Rogers, M. E.; Kusunoki, M.; Osaka, A.; Takeshima, N. Effects of hydraulic-resistance exercise on strength and power in untrained healthy older adults. *J Strength Cond Res.* Vol. 25. Num. 4. p. 1089-1097. 2011.

14-Lins-Filho, O. D.; Robertson, R. J.; Farah, B. Q.; Rodrigues, S. I. C.; Cyrino, E. S.; Ritti-Dias, R. M. Effects of exercise intensity on rating of perceived exertion during a multiple-set resistance exercise session. *J Strength Cond Res.* Vol. 26. Num. 2. p.466-472. 2012.

15-Messonier, L.; Kristensen, M.; Juel, C.; Denis, C. Importance of pH regulation and lactate/H<sup>+</sup> transport capacity for work production during supramaximal exercise in humans. *J Appl Physiol.* Vol. 102. Num. 5. p.1936-1944. 2007.

16-Minges, K. E.; Cormick, G.; Unglik, E.; Dunstan, D. W. Evaluation of a resistance training program for adults with or at risk of developing diabetes: an effectiveness study in a community setting. *Int J Behav Nutr Phys Act.* Num. 25. p.8-50. 2011.

17-Nakamura, F. Y.; Perandini, L. A.; Okuno, N. M.; Borges, T. O.; Bertuzzi, R. C.; Robertson, R. J. Construct and concurrent validation of OMNI-Kayak rating of Perceived Exertion Scale. *Percept Mot Skills.* Vol. 108. Num. 3. p.744-758. 2009.

18-Peronnet, F.; Aguilaniu, B. Lactic acid buffering, nonmetabolic CO<sub>2</sub> and exercise hyperventilation: a critical reappraisal. *Respir Physiol Neurobiol.* Vol. 150. Num. 1. p.4-18. 2006.

19-Ploutz-Snyder, L. L.; Giamis, E. I. Orientation and familiarization to 1RM strength testing in old and young women. *Journal of Strength and Conditioning Research.* Vol. 15. p. 519-523. 2001.

20-Ratamess, N. A.; Alvar, B. A.; Evetoch, T. K.; Housh, T. J.; Kibler, W. B.; Kraemer, W. J.; e colaboradores. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* Vol. 41. Num. 3. p. 687-708. 2009.

21-Robergs, R. A.; Ghiasvand, F.; Parker, D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* Vol. 287. Num. 3. p.R502-516. 2004.

22-Russell, M.; Kingsley, M. Changes in acid-base balance during simulated soccer match-play. *J Strength Cond Res.* Vol. 25. Num. 7. p.1816-1823. 2011.

23-Silverman, S. C.; Birks, E. K. Evaluation of the i-STAT hand-held chemical analyser during treadmill and endurance exercise. *Equine vet. J.* Vol. 34. Num. 2002. Suppl. p.551-554. 2002.

24-Simões, R. P., Mendes, R. G.; Castello, V.; Machado, H. G., Almeida, L. B.; Baldissera, V.; e colaboradores. Heart-rate variability and blood-lactate threshold interaction during progressive resistance exercise in healthy older men. *J Strength Cond Res.* Vol. 24. Num. 5. p.1313-1320. 2010.

25-Tiggermann, C. L.; Korzenowski, A. I.; Bretano, M. A.; Tartaruga, M. O.; Alberton, C. L.; Krueel, L. F. Perceived exertion in different strength exercise loads in sedentary, active, and trained adults. *J Strength Cond Res.* Vol. 24. Num. 8. p.2032-2041. 2010.

26-Vega, S. R.; Hollmann, W.; Wahrman, B. V.; Strüder, H. K. pH Buffering Does not Influence BDNF Responses to Exercise. *Int J Sports Med.* Vol. 33. Num. 1. p. 8-12. 2012.

27-Verdijk, L. B.; Gleeson, B. G.; Jonkers, R. A.; Meijer, K.; Savelberg, H. H.; Dendale, P. Skeletal muscle hypertrophy following resistance training is accompanied by a fiber type-specific increase in satellite cell content in elderly men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* Vol. 64. Num. 3. p.332-339. 2009.

Recebido para publicação 07/06/2018  
Aceito em 10/12/2018