

Respostas agudas do lactato sanguíneo ao exercício de força com oclusão vascular periférica em jovens adultos

Acute responses of the blood lactate to strength exercise with peripheral vascular occlusion in young adults

Rubens Vinícius Letieri^{1,2*}, Messias Bezerra de Oliveira¹, Francisco Jeci de Holanda¹, Tadeu de Almeida Alves Júnior¹, Guilherme Eustáquio Furtado², Ana Maria Miranda Botelho Teixeira²

ARTIGO ORIGINAL | ORIGINAL ARTICLE

RESUMO

Sugere-se que o exercício de força em baixa intensidade (20 – 40% de 1RM) combinado com restrição de fluxo sanguíneo – Blood Flow Restricted (BFR), tem produzido uma série de incrementos positivos em algumas variáveis relacionadas ao treino. Pretendemos verificar as respostas agudas do lactato sanguíneo de jovens adultos submetidos ao treino com BFR. Foram recrutados participantes do sexo masculino que não estavam engajados em qualquer tipo de treinamento de força. Participaram 37 voluntários que foram distribuídos aleatoriamente em três grupos: Grupo 1 (Exercício de baixa intensidade com oclusão vascular); Grupo 2 (Exercício de alta intensidade tradicional); Grupo 3 (Exercício de baixa intensidade sem oclusão vascular). Os indivíduos passaram por uma bateria de testes de composição corporal - Avaliação da massa corporal, estatura, Índice de Massa Corporal e percentual de gordura, análises de sangue capilar (lactato sanguíneo) e testes neuromotores (avaliação da força muscular). Foram verificadas diferenças significativas nas respostas do Lactato Sanguíneo em todos os momentos na comparação entre os grupos 1 e 3 ($p < 0.05$) e entre os grupos 2 e 3 ($p < 0.05$). Não foram verificadas diferenças significativas no Lactato Sanguíneo entre os grupos 1 e 2. No presente estudo observou-se que as respostas de lactato foram significativamente elevadas em diferentes momentos em relação ao estado de repouso, sobretudo nos grupos que foram submetidos à oclusão e ao treino tradicional. Fica evidente que a oclusão vascular periférica pode induzir elevações na atividade metabólica local e ser uma alternativa ao treinamento tradicional.

Palavras-Chave: Treino de oclusão, Força, lactato.

ABSTRACT

It is suggested that low-intensity strength training (20-40% 1RM) combined with Blood Flow Restriction (BFR) has produced a number of positive increases in some variables related to training. It was our objective to evaluate the acute responses of blood lactate in college students submitted to BFR exercise. We recruited male participants who were not engaged in any kind of strength training. The selected participants were randomized into three groups: Group 1 (low intensity exercise with vascular occlusion); Group 2 (traditional high-intensity exercise); Group 3 (low intensity exercise without vascular occlusion). The subjects underwent a battery of body composition tests - weight, height, body mass index and fat percentage, capillary blood tests (blood lactate) and neuromotor tests (evaluation of muscle strength). There were significant differences in Blood Lactate responses at all times in the comparison between groups 1 and 3 ($p < 0.05$) and between groups 2 and 3 ($p < 0.05$). No significant differences were found in Blood Lactate between groups 1 and 2. Conclusion: In this study it was observed that the lactate responses were significantly elevated at different times in relation to the resting state, particularly in the groups who underwent occlusion. It is evident that the peripheral vascular occlusion may induce increases in local metabolic activity and appears to be an alternative to traditional training.

Keywords: Occlusion Training, Strength, lactate.

¹ Centro Universitário Católica de Quixadá (UniCatólica), Quixadá, Ceará, Brasil.

² Universidade de Coimbra (UC), Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física (FCDEF), Coimbra, Portugal.

* Autor Correspondente: Curso de Educação Física, UniCatólica, R. Juvêncio Alves, 660, Quixadá, Brasil. CEP: 63900-257, Brasil E-mail: rubens.letieri@gmail.com

INTRODUÇÃO

O exercício físico é recomendado para os diversos objetivos relacionados à saúde (Meneguci et al., 2015), condicionamento físico (Gerosa-Neto et al., 2014) e reabilitação (Batista, Oliveira, Pirauá, Pitangui, & Araújo, 2013). Dentre as várias formas de prescrição, o treinamento de força destaca-se como um dos meios seguros e efetivos para o aumento de força (Barroso, Tricoli, & Ugrinowitsch, 2005) e hipertrofia muscular (Zernicke et al., 2012). A prescrição do exercício é importante para a obtenção desses objetivos, bem como a intensidade relativa da prescrição e, para que o organismo obtenha adaptações crônicas, no caso a força e hipertrofia, há necessidade de estímulos agudos planejados e executados em intensidades relativamente elevadas (Meyer et al., 1999). Para que se obtenham ganhos favoráveis de força e hipertrofia, o *American College of Sports Medicine* (ACSM, 2011) recomenda intensidades situadas entre 60% e 80% de uma repetição máxima (1RM) nos exercícios de levantamento de peso tradicional.

Atualmente, observa-se um aumento de evidências que sugerem que o exercício de força de baixa intensidade (20 – 40% de 1RM) combinado com restrição de fluxo sanguíneo – *Blood Flow Restricted* (BFR) tem produzido uma série de incrementos positivos em algumas variáveis relacionadas ao treino, tais como a síntese de proteínas (Sudo, Ando, Poole, & Kano, 2015), a hipertrofia (Lixandrão et al., 2015) e a força muscular (Gil et al., 2015; Scott, Loenneke, Slaterry, & Dascombe, 2015). Porém, um mecanismo definitivo ainda não está elucidado. Os mecanismos propostos incluem o aumento do recrutamento e tipo de fibra envolvida, o acúmulo de substratos metabólicos, a estimulação da síntese de proteína muscular e crescimento celular, embora seja provável que muitos destes atuem juntos (Loenneke, Wilson, Marín, Zourdos, & Bemben, 2012a).

Dentre estes fatores podemos destacar o lactato, o qual pode exercer grande influência nos processos metabólicos relacionados aos treinos com intensidades elevadas, especialmente na síntese de testosterona (Lin, Wang, Wang, & Wang, 2001). De acordo com Reeves et al.,

(2006), o lactato parece estar envolvido diretamente na secreção de Hormônio do Crescimento (GH) e Testosterona.

A aplicabilidade e efetividade do treino sob BFR têm-se mostrado efetiva com pressões de oclusão relativamente altas (>180 mmHg) (Abe et al., 2005; Abe, Kearns, & Sato, 2006; Takarada, Tsuruta, & Ishii, 2004). Porém, frequentemente tal exercício é associado a altos níveis de dor muscular (Sumide, Sakuraba, Sawaki, Ohmura, & Tamura, 2009). Há várias propostas metodológicas acerca da pressão de oclusão adequada (Cumming, Paulsen, Wernbom, Ugelstad, & Raastad, 2014; Fahs et al., 2015; Karabulut & Perez, 2013), no entanto apesar dos benefícios do treino BFR, há pouco consenso na literatura em relação à estas pressões para cada indivíduo, além disso há um crescente interesse da comunidade científica em estudos desta magnitude, pois são evidenciados mecanismos de adaptação que sugerem novas diretrizes para análises do comportamento fisiológico sob diferentes condições de estímulo, além das possíveis alternativas aos treinos de alta intensidade tradicionais. Neste sentido, Loenneke et al. (2015) propuseram um método de oclusão que leva em consideração as características individuais dos participantes, tais como pressão arterial sistólica e circunferência dos membros.

Partindo deste pressuposto, este estudo teve como objetivo verificar as respostas agudas do lactato sanguíneo de jovens adultos submetidos ao exercício com BFR, o qual leva em consideração o perímetro dos membros e a pressão arterial dos indivíduos, comparados ao treino tradicional de alta e baixa intensidade.

METODOLOGIA

Caraterização do Estudo

O presente estudo caracterizou-se como descritivo, longitudinal, de caráter quantitativo e quase experimental (Thomas, Silverman, & Nelson, 2015). Para a pesquisa foram recrutados participantes de ambos os sexos, universitários e que não estavam engajados em qualquer tipo de treinamento de força. Os participantes que forem selecionados foram distribuídos aleatoriamente em três grupos: Grupo 1 (exercício de baixa

intensidade com oclusão vascular); Grupo 2 (exercício de alta intensidade tradicional); Grupo 3 (exercício de baixa intensidade sem oclusão vascular). As características dos participantes são apresentadas na Tabela 1.

Para participar da pesquisa, os indivíduos obedeceram aos seguintes critérios de inclusão: a) Não estar seguindo um programa sistematizado de treinamento de força nos 6 meses prévios ao estudo; b) Não consumir bebidas alcoólicas, cafeína, ergogênicos e tabaco nos três dias que antecedem a coleta de dados; c) Não possuir qualquer tipo de risco cardíaco e não ter qualquer tipo de restrição óssea, articular e muscular; d) Apresentar Questionário de Prontidão para a Atividade Física (PAR-Q) negativo; e) não praticar exercícios vigorosos 24 horas antes da coleta; f) estar devidamente hidratado; Dormir de 6 a 8 horas no dia precedente a coleta; g) ter liberação médica para a prática.

Em relação aos critérios de exclusão, foram adotados os seguintes parâmetros: a) ter duas ausências consecutivas às sessões de intervenção ou 4 ausências intercaladas; b) não conseguir realizar todos os testes de repetições máximas;

Todos os participantes foram informados sobre os procedimentos metodológicos e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

O estudo respeitou os procedimentos de intervenção e preceitos éticos para pesquisa em seres humanos preconizados pela resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) e ainda, foram seguidas as diretrizes para pesquisas com seres humanos da Declaração de Helsinque (Petrini, 2014), além de ter sido aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade Católica Rainha do Sertão (FCRS) com o parecer de número: 1.175.175/2015.

Procedimentos

Os indivíduos passaram por uma bateria de testes de composição corporal, análise de sangue capilar e testes neuromotores. Tais testes foram realizados 7 dias antes das sessões experimentais. Para isto foi adotado o procedimento descrito a seguir:

Avaliação da Composição Corporal

Avaliação da massa corporal, estatura e Índice de Massa Corporal (IMC)

Estes componentes foram mensurados utilizando-se uma balança da marca Whelmy®, com estadiômetro acoplado (precisão de 100 gramas). Os procedimentos foram realizados de acordo com *Anthropometric Standardization Reference Manual* (Lohman, Roche, & Martorell, 1988).

Avaliação da Massa gorda (% Gordura)

Para a análise destes componentes, foi utilizado um equipamento de Bioimpedância Tetrapolar (Maltron® Body Composition Analyzer BF906). Para efetuar o teste de bioimpedância elétrica, primeiramente os indivíduos receberam orientações por escrito, com antecedência de 48 horas da data da avaliação, sendo que nas 24 horas antecedentes ao teste o avaliado foi orientado a ingerir pelo menos dois litros de líquido, não fazer exercícios físicos ou sauna e não ingerir bebidas alcoólicas e café nas 12 horas antes do exame, evitar o uso de medicamentos diuréticos no dia anterior ao teste, realizar a avaliação duas a três horas após as refeições, urinar no mínimo 30 minutos antes da avaliação. Em relação aos procedimentos da avaliação e o posicionamento dos elétrodos, foram seguidas as orientações propostas por (Lukaski, Bolonchuk, Hall, & Siders, 1986).

Avaliação Neuromotora

Avaliação da força muscular

Para definir as cargas relativas de exercício, foi determinada a força muscular através do método da estimativa de 1 repetição máxima (1RM) descritos por Brzycki (1993). Após a obtenção de todos os valores de RM, os indivíduos foram distribuídos de maneira aleatória nos grupos. Este protocolo baseia-se na seguinte equação para obtenção de valores de 1RM.

$$1RM = \frac{100 \times \text{carg rep}}{(102,78 - 2,78 \times \text{rep})}$$

Onde, *carg rep* corresponde ao valor da carga de execução das repetições, expressa em kg e *rep* corresponde ao número de repetições executadas.

Análises do lactato sanguíneo

O lactato sanguíneo foi coletado em 3 momentos diferentes: Lactato 1 (antes do exercício), Lactato 2 (durante o exercício) e Lactato 3 (imediatamente após o exercício). Um pequeno volume de sangue (25 µl) foi coletado do dedo indicador dos indivíduos e analisado utilizando-se um analisador rápido de lactato (*Accutrend Plus – Roche®*). Tal procedimento foi o mesmo adotado por (Takarada et al., 2000).

Programa de exercício de força

Os voluntários seguiram um programa de treinamento de força orientado no qual o Grupo 1 (exercício de força de baixa intensidade com oclusão vascular) realizou o treino em baixa intensidade com oclusão vascular periférica. A intensidade relativa de trabalho foi na faixa de 40 % de 1RM, no entanto durante as sessões de exercícios um manguito tipo torniquete será utilizado para controle da oclusão vascular periférica. Os participantes foram orientados a realizar o exercício na cadência 2x2" (dois segundos para a fase concêntrica e dois segundos para a fase excêntrica). O protocolo foi de 4 séries, sendo a primeira série de 30 repetições e as subseqüentes de 15 repetições, com intervalos

de 60" entre as séries e liberação da pressão de oclusão durante os intervalos e transições dos exercícios. Tal protocolo foi adotado por (Yasuda et al., 2011).

O Grupo 2 (exercício de alta intensidade tradicional) realizou o treino em alta intensidade sem oclusão periférica. A intensidade relativa de trabalho foi na faixa de 75 % de 1RM, com 3 séries de 10 repetições e cadência de 2x4" (dois segundos para a fase concêntrica e 4 segundos para a fase excêntrica). O protocolo foi semelhante ao descrito por (Tomohiro Yasuda et al., 2011).

O Grupo 3 (exercício de baixa intensidade sem oclusão vascular) realizou o treino em baixa intensidade sem oclusão vascular periférica. A intensidade relativa de trabalho foi na faixa de 40% de 1RM. O grupo treinou nas mesmas condições descritas no grupo 1, porém sem a oclusão vascular periférica.

Os exercícios realizados foram: Supino Reto, Puxador Frontal, Agachamento, *Leg Press*, Rosca Direta e Tríceps Pulley.

A pressão de oclusão foi determinada utilizando-se das recomendações propostas por (Loenneke et al., 2015), na qual os autores sugerem a seguinte fórmula:

$$\text{Pressão de Oclusão} = 0.514 (PAS) + 0.339 (PAD) + 1.461 (CB) + 17.236$$

Onde PAS - Pressão Arterial Sistólica em mmHg; PAD - Pressão Arterial Diastólica em mmHg; CB - circunferência do braço em cm.

Análise Estatística

Inicialmente foi aplicada a estatística descritiva, com a apresentação das médias, desvios-padrão, valores mínimos e máximos para caracterização dos grupos. Após verificação da normalidade dos dados pelo teste de *Kolmogorv-Smirnov*, a comparação entre os diferentes momentos foi realizada pela Análise de Variância – ANOVA *two way* entre os 3 grupos nos 3 momentos de coleta de lactato com *Post Hoc* de *Tukey*. O nível de significância adotado foi de 95% ou $p < 0.05$. O tamanho de efeito foi verificado pelo *ETA Squared* (ETA^2) para verificar a magnitude das alterações entre os grupos nos diferentes momentos. Os dados foram analisados

utilizando o software estatístico *Statistical Package for the Social Science* versão 23 (SPSS 23.0).

RESULTADOS

Na tabela 2, verificou-se através do teste de medidas repetidas que houveram diferenças significativas ($p < 0.05$) nos níveis de lactato para os diferentes tipos de exercício e em momentos distintos da execução da atividade. É possível verificar que os níveis médios de lactato sanguíneo (Lac1, Lac2 e Lac3) diferem entre os grupos.

Tabela 1
Características dos Participantes da Pesquisa

Grupo		Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Oclusão N=13	Idade	18	23	20.23	1.23
	Peso (Kg)	48.20	87.10	66.19	11.06
	Estatura (m)	1.50	1.82	1.67	.09
	IMC	17.80	29.70	23.70	3.88
	GC(%)	15.10	41.60	26.46	9.45
	Lactato 1 (mmol/L)	2.00	6.70	3.00	1.23
	Lactato 2 (mmol/L)	3.80	9.70	7.34	1.58
	Lactato 3 (mmol/L)	4.30	9.20	6.86	1.30
Alta Intensidade N=12	Idade	18	32	21.58	3.65
	Peso (Kg)	46.30	105	73.85	20.55
	Estatura (m)	1.51	1.92	1.63	.13
	IMC	19	38.50	27.15	5.23
	GC(%)	19.40	42.70	32.45	7.37
	Lactato 1 (mmol/L)	1.60	4.70	3.10	1.13
	Lactato 2 (mmol/L)	3.50	10.80	3.50	2.53
	Lactato 3 (mmol/L)	4.30	6.20	7.64	2.49
Baixa Intensidade N=12	Idade	18	45.00	22.41	7.34
	Peso (Kg)	45.80	94.40	66.25	16.23
	Estatura (m)	1.57	1.81	1.66	.08
	IMC	17.90	29.10	23.75	4.08
	GC(%)	19.10	33.50	26.71	4.90
	Lactato 1 (mmol/L)	1.10	2.70	1.88	.47
	Lactato 2 (mmol/L)	1.60	3.50	2.30	.50
	Lactato 3 (mmol/L)	1.20	4.40	2.50	.92

Tabela 2
Diferenças médias entre os grupos no lactato sanguíneo.

Variável dependente	(I) Grupo	(J) Grupo	Diferença média (I-J)	Sig.	Intervalo de Confiança 95%		ETA ²
					Limite inferior	Limite superior	
Lac 1 (mmol/L)	Oclusão	Alta Intensidade	-.10	.96	-1.09	.89	.24
		Baixa Intensidade	1.11*	.02*	.12	2.11	
	Alta Intensidade	Oclusão	.10	.96	-.89	1.09	
		Baixa Intensidade	1.21*	.01*	.20	2.23	
	Baixa Intensidade	Oclusão	-1.11*	.02*	-2.11	-.12	
		Alta Intensidade	-1.21*	.01*	-2.23	-.20	
Lac 2 (mmol/L)	Oclusão	Alta Intensidade	.52	.73	-1.19	2.23	.644
		Baixa Intensidade	5.03*	.00*	3.32	6.75	
	Alta Intensidade	Oclusão	-.52	.73	-2.23	1.19	
		Baixa Intensidade	4.51*	.00*	2.76	6.26	
	Baixa Intensidade	Oclusão	-5.03*	.00*	-6.75	-3.32	
		Alta Intensidade	-4.51*	.00*	-6.26	-2.76	
Lac 3 (mmol/L)	Oclusão	Alta Intensidade	-.77	.50	-2.44	.89	.655
		Baixa Intensidade	4.27*	.00*	2.60	5.94	
	Alta Intensidade	Oclusão	.77	.50	-.89	2.44	
		Baixa Intensidade	5.05*	.00*	3.34	6.75	
	Baixa Intensidade	Oclusão	-4.27*	.00*	-5.94	-2.60	
		Alta Intensidade	-5.05*	.00*	-6.75	-3.34	

*. A diferença média é significativa no nível 0.05 ($p < 0.05$). Lac 1 = Lactato pré-exercício, Lac 2 = Lactato durante exercício; Lac 3 = Lactato pós exercício

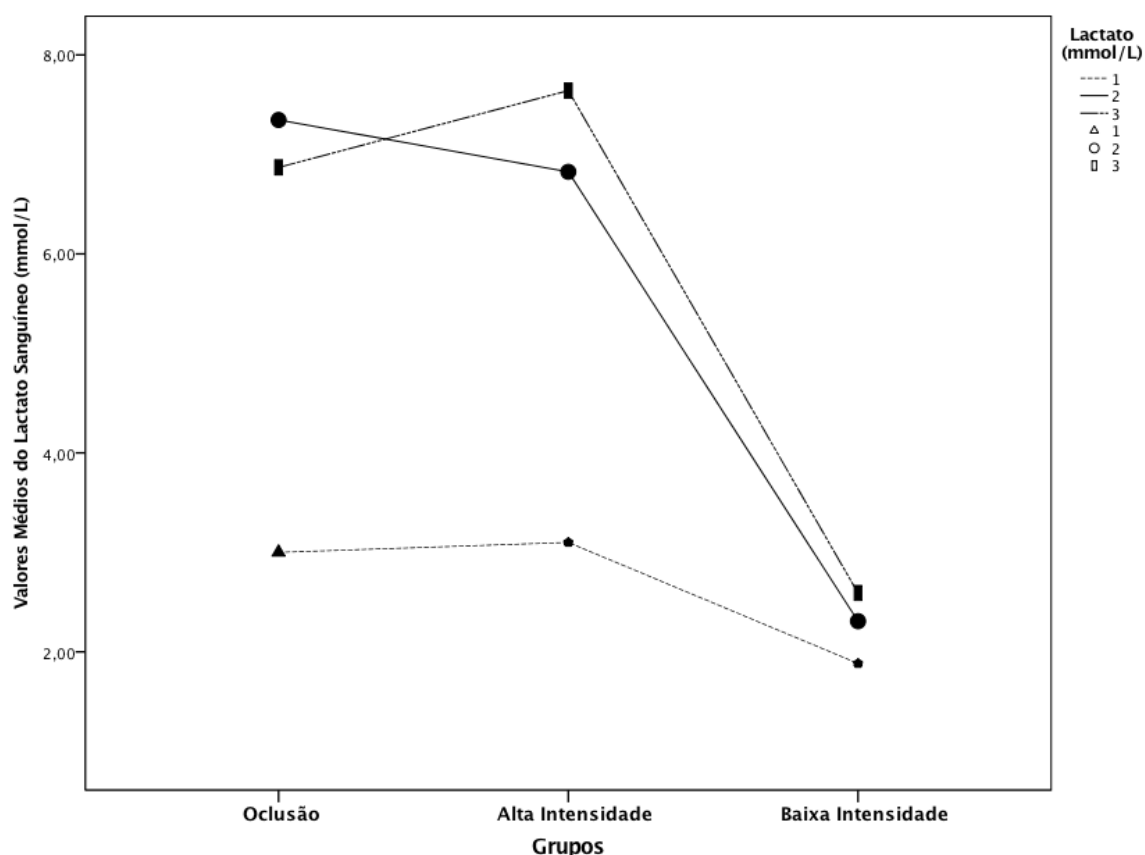


Figura 1. Valores Médios do lactato sanguíneo nos diferentes grupos e momentos

DISCUSSÃO

No presente estudo, procurou-se observar o comportamento do lactato sanguíneo sob diferentes metodologias de intervenção relacionadas ao exercício de força, o que hipoteticamente, de acordo com determinada intensidade, poderia induzir maiores liberações de lactato sanguíneo.

As associações entre o treino de oclusão vascular e o lactato sanguíneo tem sido discutido quando se trata de controle de intensidade de treino e a relação desta intensidade com processos metabólicos específicos (Gil et al., 2015; Loenneke, Wilson, Balapur, et al., 2012; Yasuda et al., 2014). No nosso estudo, ficou evidente que o treino sob oclusão vascular induziu aumentos significativos do lactato sanguíneo em diferentes momentos (meio e final do treino) quando comparados aos valores basais, bem como no grupo que treinou sob alta intensidade, que apesar de não ter sido observada a significância, observou-se valores altos de lactato. Em um estudo conduzido por (Reeves et

al., 2006), as concentrações de lactato foram similares no grupo submetido ao treino com oclusão vascular e também no grupo que treinou com resistência moderada sem oclusão. Porém, as concentrações de GH foram maiores no grupo que treinou sob oclusão. Os autores atribuíram tal liberação a outros mecanismos e não ao lactato somente. No entanto, isto corrobora com o fato de que o estresse metabólico produzido tanto pela intervenção da oclusão, quanto pela intervenção do treino sem oclusão, foram similares. Já Wernbom, Paulsen, Nilsen, Hisdal, e Raastad (2012), relatam que o treino de oclusão resulta em aumento do lactato intramuscular e pH reduzido no plasma, os autores afirmam ainda que o acúmulo de íons fosfato e hidrogênio são, pelo menos em parte, responsáveis pela fadiga aguda decorrente da oclusão.

Para Takano et al. (2005) uma combinação de fatores anaeróbicos com a isquemia local e/ou acúmulo de lactato induzidos pela restrição do fluxo sanguíneo muscular, pode estimular os nervos aferentes periféricos, resultando em

aumento da liberação de GH e/ou inibição da liberação da somatostatina da glândula pituitária. Corroborando com os autores citados anteriormente, Takarada et al. (2000) e Laurentino et al. (2008) afirmam que um dos processos envolvidos na estimulação hipofisária do GH e hormônios gonadotróficos, poderia ser o acúmulo de subprodutos metabólicos, tais como o lactato e hidrogênio. Em um estudo realizado por Karabulut, Abe, Sato, e Bembem (2010), os níveis de lactato sanguíneo produzidos pelo treino BFR foram significativamente altos, o que resultou em quase o dobro da concentração de lactato quando comparados ao treino sem oclusão.

Scott (2006) observou a contribuição do lactato sanguíneo em protocolos de 2 séries de 3 exercícios de força em intensidades distintas (60% e 80% 1RM). Na intensidade de 60% de 1RM, na qual os indivíduos executaram as contrações até a fadiga voluntária, foram observados maiores níveis de concentração de lactato após o exercício, o que foi associado à maior demanda anaeróbia da atividade. Letieri et al., (2013) verificaram o efeito do treino com oclusão vascular a 40% de 1RM e sem oclusão a 60% de 1RM, para ambas intensidades foram verificadas respostas de percepção de esforço alta, além de liberação de creatina quinase semelhantes nas duas situações, os autores afirmaram que as intensidades relativas foram semelhantes e que o treino sob oclusão é uma alternativa ao treino tradicional sem oclusão. Além da intensidade e do número de repetições, as concentrações de lactato também estão associadas ao volume de treinamento e à velocidade de execução das repetições (Yasuda et al., 2014).

A maior resposta relativa do lactato sanguíneo neste estudo, pode ser explicada pelo histórico de treinamento, apesar de se ter adotado como critério de inclusão a não participação em um programa de exercício nos 6 meses prévios ao estudo, variáveis como atividades físicas cotidianas e recreativas não foram controladas neste estudo. Além disso, é importante fazer referência à pressão de oclusão adotada para cada tipo de estudo, pois estudos têm apresentado diferentes metodologias para esta variável

(Loenneke, Wilson, Marín, Zourdos, & Bembem, 2012b)

Em um estudo realizado por Issekutz, Shaw, e Issekutz (1976) mostra que a via predominante para eliminação do lactato, tanto durante o repouso, quanto no exercício, é a oxidação. No entanto, há uma alteração insignificante na oxidação do repouso para o exercício (cerca de 5% a mais no exercício – 50% repouso/55% exercício), enquanto a conversão de lactato à glicose (gliconeogênese) no fígado sobe de 18% (repouso) para 25% (exercício). De acordo com Brooks e Donovan (1983), em um estudo com glicose marcada, os autores afirmam que pessoas treinadas apresentam capacidade de neoglicogênese cerca de duas vezes maior do que pessoas não treinadas. Esses dados sugerem que o lactato tem papel importante no metabolismo de carboidratos durante o exercício e que a concentração plasmática de lactato é inferior nos indivíduos com níveis de treinamento maior em qualquer intensidade de exercício (Vucetic, Mozek, & Rakovac, 2015). Sugere-se para estudos futuros, a observação da cinética do lactato em diferentes populações e intensidades relativas, bem como métodos de análise mais avançados.

CONCLUSÃO

No presente estudo observou-se que as respostas de lactato foram significativamente elevadas em diferentes momentos em relação ao estado de repouso, sobretudo nos grupos que foram submetidos à oclusão. Foi evidente que a oclusão vascular periférica pode induzir elevações na atividade metabólica local, sobretudo pelo fato do trabalho muscular ser realizado em metabolismo anaeróbico, mesmo com as cargas mecânicas reduzidas.

A oclusão vascular pode ser uma alternativa efetiva e segura no treinamento de força em detrimento do método tradicional que envolve uma maior sobrecarga muscular e articular, principalmente em quadros patológicos cuja redução da massa muscular é algo expressivo. Considera-se como limitação deste estudo o fato de não ter sido realizada a análise do lactato capilar (sangue venoso). Estudos de efeito crônico podem trazer uma diferente

interpretação dos resultados obtidos nesta pesquisa.

Agradecimentos:

Nada a declarar

Conflito de Interesses:

Nada a declarar.

Financiamento:

Guilherme Furtado é bolsista CAPES/CNPQ, Ministério da Educação (BEX: 11929/13-8)

REFERÊNCIAS

- Abe, T., Kearns, C. F., & Sato, Y. (2006). Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. *Journal of applied physiology*, 100(5), 1460–1466.
- Abe, T., Yasuda, T., Midorikawa, T., Sato, Y., Kearns, C. F., Inoue, K., ... Ishii, N. (2005). Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily “KAATSU” resistance training. *International Journal of KAATSU Training Research*, 1(1), 6–12.
- Barroso, R., Tricoli, V., & Ugrinowitsch, C. (2005). Adaptações neurais e morfológicas ao treinamento de força com ações excêntricas. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 13(2), 111–121.
- Batista, L. P., Oliveira, V. A., Pirauá, A. T., Pitangui, A. R., & Araújo, R. C. (2013). Atividade eletromiográfica dos músculos estabilizadores da escápula durante variações do exercício push up em indivíduos com e sem síndrome do impacto do ombro. *Motricidade*, 9(3), 70–81.
- Brooks, G. A., & Donovan, C. M. (1983). Effect of endurance training on glucose kinetics during exercise. *American Journal of Physiology*, 244(5), E505–12.
- Brzycki, M. (1993). Strength Testing - Predicting a One-Rep Max from Reps-to-Fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 64, 88–90.
- Cumming, K. T., Paulsen, G., Wernbom, M., Ugelstad, I., & Raastad, T. (2014). Acute response and subcellular movement of HSP27, β -crystallin and HSP70 in human skeletal muscle after blood-flow-restricted low-load resistance exercise. *Acta Physiologica*, 211(4), 634–646.
- Fahs, C. A., Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., Rossow, L. M., Kim, D., Abe, T., ... Bembem, M. G. (2015). Muscular adaptations to fatiguing exercise with and without blood flow restriction. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 35(3), 167–176.
- Gerosa-Neto, J., Rossi, F. E., Silva, C. B. da, Campos, E. Z., Fernandes, R. A., & Freitas Júnior, I. F. (2014). Análise da composição corporal de atletas da elite do futebol brasileiro. *Motricidade*, 10(4), 105–110.
- Gil, A. L. S., Neto, G. R., Sousa, M. S. C., Dias, I., Vianna, J., Nunes, R. A. M., & Novaes, J. S. (2017). Effect of strength training with blood flow restriction on muscle power and submaximal strength in eumenorrheic women. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 37(2), 221–228. <https://doi.org/10.1111/cpf.12291>
- Issekutz, B., Shaw, W. A., & Issekutz, A. C. (1976). Lactate metabolism in resting and exercising dogs. *Journal of Applied Physiology*, 40(3), 312–319.
- Karabulut, M., Abe, T., Sato, Y., & Bembem, M. G. (2010). The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction on leg muscle strength in older men. *European journal of applied physiology*, 108(1), 147–155.
- Karabulut, M., & Perez, G. (2013). Neuromuscular response to varying pressures created by tightness of restriction cuff. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23(6), 1494–1498.
- Laurentino, G., Ugrinowitsch, C., Aihara, A. Y., Fernandes, A. R., Parcell, A. C., Ricard, M., & Tricoli, V. (2008). Effects of strength training and vascular occlusion. *International Journal of Sports Medicine*, 29(8), 664–667. <https://doi.org/10.1055/s-2007-989405>
- Letieri, R. V., Figueiredo, A., Furtado, G. E., Letieri, M., Ribeiro Bandeira, P. F., Carvalho Nobre G., Sousa Filho, N. (2013). Acute effect of strength training with blood flow occlusion in parameter related to muscle damage. *Gazzetta Medica Italiana*, 172(11), 877–885.
- Lin, H., Wang, S. W., Wang, R. Y., & Wang, P. S. (2001). Stimulatory effect of lactate on testosterone production by rat Leydig cells. *Journal of cellular biochemistry*, 83(1), 147–54.
- Lixandráo, M. E., Ugrinowitsch, C., Laurentino, G., Libardi, C. A., Aihara, A. Y., Cardoso, F. N., ... Roschel, H. (2015). Effects of exercise intensity and occlusion pressure after 12 weeks of resistance training with blood-flow restriction. *European Journal of Applied Physiology*, 115(12), 2471–2480.
- Loenneke, J. P., Allen, K. M., Mouser, J. G., Thiebaud, R. S., Kim, D., Abe, T., & Bembem, M. G. (2015). Blood flow restriction in the upper and lower limbs is predicted by limb circumference and systolic blood pressure. *European journal of applied physiology*, 115(2), 397–405.
- Loenneke, J. P., Wilson, J. M., Balapur, A., Thrower, A. D., Barnes, J. T., & Pujol, T. J. (2012). Time under tension decreased with blood flow-restricted exercise. *Clinical physiology and functional imaging*, 32(4), 268–73.
- Loenneke, J. P., Wilson, J. M., Marín, P. J., Zourdos, M. C., & Bembem, M. G. (2012a). Low intensity blood flow restriction training: A meta-analysis. *European Journal of Applied Physiology*, 112(5), 1849–1859.

- Loenneke, J. P., Wilson, J. M., Marín, P. J., Zourdos, M. C., & Bemben, M. G. (2012b). Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. *European Journal of Applied Physiology*, 112(5), 1849–1859.
- Lohmann, T. G., Roche, A. F., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign, Ill.: Human Kinetics Books
- Lukaski, H. C., Bolonchuk, W. W., Hall, C. B., & Siders, W. a. (1986). Validation of Tetrapolar Bioelectrical Impedance Method To Assess Human Body Composition. *Journal of Applied Physiology*, 60(4), 1327–1332.
- Meneguci, J., Santos, D. A. T., Silva, R. B., Santos, R. G., Sasaki, J. E., Tribess, S., ... Júnior, J. S. V. (2015). Comportamento sedentário: conceito, implicações fisiológicas e os procedimentos de avaliação. *Motricidade*, 11(1), 160–174. <https://doi.org/10.6063/motricidade.3178>
- Meyer, K., Hajric, R., Westbrook, S., Haag-Wildt, S., Holtkamp, R., Leyk, D., & Schnellbacher, K. (1999). Hemodynamic responses during leg press exercise in patients with chronic congestive heart failure. *The American journal of cardiology*, 83(11), 1537–43.
- Petrini, C. (2014). Helsinki 50 years on. *Clinica Terapeutica*, 165(4), 179–181.
- Reeves, G. V., Kraemer, R. R., Hollander, D. B., Clavier, J., Thomas, C., Francois, M., & Castracane, V. D. (2006). Comparison of hormone responses following light resistance exercise with partial vascular occlusion and moderately difficult resistance exercise without occlusion. *Journal of applied physiology*, 101(6), 1616–1622.
- Scott, B. R., Loenneke, J. P., Slattery, K. M., & Dascombe, B. J. (2016). Blood flow restricted exercise for athletes: A review of available evidence. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(5), 360–367. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.04.014>
- Scott, C. B. (2006). Contribution of blood lactate to the energy expenditure of weight training. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(2), 404–408.
- Sudo, M., Ando, S., Poole, D. C., & Kano, Y. (2015). Blood flow restriction prevents muscle damage but not protein synthesis signaling following eccentric contractions. *Physiological reports*, 3(7), e12449.
- Sumide, T., Sakuraba, K., Sawaki, K., Ohmura, H., & Tamura, Y. (2009). Effect of resistance exercise training combined with relatively low vascular occlusion. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 107–112.
- Takano, H., Morita, T., Iida, H., Asada, K. ichi, Kato, M., Uno, K., ... Nakajima, T. (2005). Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. *European Journal of Applied Physiology*, 95(1), 65–73.
- Takarada, Y., Nakamura, Y., Aruga, S., Onda, T., Miyazaki, S., & Ishii, N. (2000). Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *Journal of applied physiology*, 88(1), 61–65.
- Takarada, Y., Tsuruta, T., & Ishii, N. (2004). Cooperative effects of exercise and occlusive stimuli on muscular function in low-intensity resistance exercise with moderate vascular occlusion. *The Japanese journal of physiology*, 54(6), 585–592.
- Thomas, R. J., Silverman, J. S., & Nelson, K. J. (2015). *Research Methods in Physical Activity* (7th ed.). Champaign Ill.: Human Kinetics.
- Vucetic, V., Mozek, M., & Rakovac, M. (2015). Peak blood lactate parameters in athletes of different running events during low-intensity recovery after ramp-type protocol. *Journal of strength and conditioning research*, 29(4), 1057–63.
- Wernbom, M., Paulsen, G., Nilsen, T. S., Hisdal, J., & Raastad, T. (2012). Sarcolemmal permeability and muscle damage as hypertrophic stimuli in blood flow restricted resistance exercise (Reply to Loenneke and Abe). *European Journal of Applied Physiology*, 112(9), 3447–3449.
- Yasuda, T., Fukumura, K., Fukuda, T., Iida, H., Imuta, H., Sato, Y., ... Nakajima, T. (2014). Effects of low-intensity, elastic band resistance exercise combined with blood flow restriction on muscle activation. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(1), 55–61.
- Yasuda, T., Ogasawara, R., Sakamaki, M., Ozaki, H., Sato, Y., & Abe, T. (2011). Combined effects of low-intensity blood flow restriction training and high-intensity resistance training on muscle strength and size. *European journal of applied physiology*, 111(10), 2525–2533..
- Zernicke, R. F., Goulet, G. C., Cavanagh, P. R., Nigg, B. M., Ashton-Miller, J. A., McKay, H. A., & van den Bogert, T. (2012). Impact of Biomechanics Research on Society. *Kinesiology Review*, 1(1), 5–16. <https://doi.org/10.1123/krj.1.1.5>

