

# TERMOTERAPIA NA RESPOSTA HEMATOLÓGICA APÓS EXERCÍCIOS RESISTIDOS EM PRATICANTES DE MUSCULAÇÃO

ANDRÉ DE OLIVEIRA TEIXEIRA<sup>1</sup>,  
FABIANO MARQUES MARTINS<sup>1</sup>,  
GISELE RODRIGUES MACHADO<sup>1</sup>,  
FELIPE DA SILVA PAULITSCH<sup>2</sup>,  
LUIS ULISSES SIGNORI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande - FURG,  
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde,  
Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil.

<sup>2</sup> Hospital de Cardiologia Santa Casa do Rio Grande,  
Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil.

[Andreteixeira\\_EF@yahoo.com.br](mailto:Andreteixeira_EF@yahoo.com.br)

## INTRODUÇÃO

Os exercícios físicos induzem a uma resposta inflamatória, que de uma forma geral, é proveniente do dano tissular de origem mecânica e/ou metabólica, os quais desencadeiam uma cascata de reações físico-químicas que resultam no reparo do tecido muscular (Schneider CD e Oliveira AR, 2004; Cruzat *et al.*, 2007). Nos exercícios resistidos (ER) esta resposta também é proveniente da isquemia de reperfusão, a qual é ocasionada pelo catabolismo das purinas durante a hipóxia tecidual (Bloomer RJ & Goldfarb AH, 2004). Este processo resulta no estresse oxidativo, que ativa mediadores químicos, os quais, aumentam os leucócitos circulantes e as moléculas de adesão do endotélio vascular (Sahnoun *et al.*, 1998) resultando na invasão destas células no tecido lesado (Aor *et al.*, 2004). A leucocitose tecidual aumenta a produção das espécies reativas de oxigênio e nitrogênio (ERON) favorecendo o dano muscular secundário (Pizza *et al.*, 1998).

Estes mecanismos alteram a homeostase de diversos tecidos, dentre estes o hematopoiético, o qual apresenta um aumento dos marcadores inflamatórios, como a creatina quinase e a lactato desidrogenase (Willoughby *et al.*, 2003; Howatson *et al.*, 2009), bem como, a leucocitose observada após a prática dos ER (Schneider CD e Oliveira AR, 2004). Entretanto, estas respostas são dependentes do volume e da intensidade dos exercícios praticados (Schneider e Oliveira, 2004; Wang & Huang, 2005).

Estas mudanças fisiológicas decorrentes dos exercícios estão associadas à dor tardia, que frequentemente acomete atletas (Sellwood, KL, *et al.*, 2007) e principalmente os iniciantes em atividades físicas, pois este sintoma está relacionado a falta e/ou a descontinuidade dos programas de exercícios (Cheung *et al.*, 2003). Para minimizar a resposta inflamatória pós-exercício, várias intervenções têm sido utilizadas, dentre estas o uso de agentes térmicos, tais como a hipotermia (Castle PC *et al.*, 2006; Sellwood, KL, *et al.*, 2007; Pournot H. *et al.*, 2011) e a hipertermia (Cochrane D.J, 2005; Pournot H. *et al.*, 2011). Estas intervenções termoterápicas ainda não foram comparadas quando aplicadas após a prática dos ER em praticantes de musculação. Os objetivos do presente estudo foram estudar as alterações hematológicas (células brancas, células vermelhas e plaquetas) e eletrolíticas (sódio, potássio, magnésio e cálcio) secundárias aos ER e os efeitos de agentes termotrópicos nesta resposta.

## MÉTODOS

O projeto foi aprovado pelo Comitê Ética em Pesquisa na Área da Saúde (CEPAS) da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), processo nº 23116.002536/2010-48 de acordo com a Resolução (nº 196/96) do Conselho Nacional Saúde. Todos voluntários leram, concordaram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. As coletas ocorreram na Sala de Musculação do Centro Esportivo de nossa instituição e as amostras sanguíneas foram processadas e analisadas no Laboratório de Análises Clínicas da

Associação de Caridade da Santa Casa do Rio Grande.

Foram convidados a participar do estudo: voluntários aptos e saudáveis após avaliação médica, com idade entre 20 a 35 anos, índice de massa corporal  $>30$  (IMC:  $\text{kg}/\text{m}^2$ ), praticantes de exercícios de musculação há mais de seis meses, não apresentar restrições a prática de atividade física avaliado pelo PAR-Q (Thomas *et al*, 1992) e não estar participando regularmente de outros programas de exercícios. Voluntários em uso de qualquer tipo de suplemento alimentar, vitamínicos, ergogênicos, medicamentos (quinze dias antes as coletas), diagnóstico prévio doenças crônicas e/ou reações alérgicas e os tabagistas não foram incluídos. No dia das coletas de dados foram excluídos aqueles que apresentassem leucocitose, sintomas de distúrbios músculo esqueléticos, alterações no perfil lipídico e glicídico e que realizaram atividade física até 72h antes.

A amostra compreendeu 12 voluntários que foram submetidos às avaliações da força muscular, sessão de ER controle (CONT), sessão de ER seguido de hipotermia (HIPO) e sessão de ER seguido de hipertermia (HIPER). As coletas foram realizadas em jejum de 12h e com um intervalo de sete dias entre as sessões. As medidas antropométricas e físicas foram realizadas no dia da avaliação da força muscular, sendo utilizada uma balança calibrada (Filizola, modelo PL 200, Brasil) e um estadiômetro (Sanny, Brasil).

### **Avaliação e prescrição das sessões de exercícios**

O teste de 10 repetições máximas (10RM) foi adotado para a avaliação e a prescrição do protocolo de treinamento com sobrecarga controlada (Kraemer *et al*; 2002). Os aparelhos (*Physicus*<sup>®</sup>, Brasil) selecionados para a execução dos exercícios foram a cadeira extensora, o agachamento e o *leg press*45°. Os valores das cargas máximas no teste de 10RM foram obtidos ao longo de três a cinco tentativas, quando o voluntário apresentava quadro de falha concêntrica para o movimento dinâmico. Desse modo, validou-se como carga máxima a que foi obtida na última execução. A cada nova tentativa realizava-se adição de incrementos progressivos de 5kg. Durante a avaliação da força muscular o tempo de recuperação entre séries e entre os exercícios foi de 5min.

As sessões de exercícios foram realizadas em quatro séries de 10RM com intervalo de um minuto entre séries e dois minutos entre os equipamentos. Visando reduzir a margem de erro nos testes de 10RM e das coletas de dados, foram fornecidas instruções padronizadas, antes do teste para que o voluntário tomasse ciência de toda a rotina que envolveria o procedimento experimental, como: instruções sobre a técnica de execução dos exercícios, estímulos verbais durante as avaliações e os exercícios para manter o nível máximo de estimulação.

### **Intervenções**

A hipotermia (HIPO) consistiu em bolsas de gelo aplicadas sobre toalha úmida a temperatura controlada entre 2 a 5°C (Castle PC *et al.*, 2006). A hipertermia (HIPER) foi aplicada através de bolsa com água quente, sendo a temperatura da toalha úmida controlada entre 44 a 46°C (CITAÇÃO). As temperaturas foram aferidas com termômetro (MARCA, PAÍS) posicionado entre a toalha e a musculatura. O controle da temperatura ocorreu através da adição ou remoção das fontes termoterápicas. O tempo de aplicação da termoterapia foi de 10min e as intervenções foram realizadas imediatamente após os ER. A intervenção controle (CONT) consistiu em repouso durante 10min.

### **Coletas e medidas hematológicas**

As coletas sanguíneas foram realizadas antes dos exercícios (Basal), imediatamente após os ER (Exercício) e após as intervenções (Intervenção). As coletas ocorreram em uma sala previamente esterilizada, confortável e com temperatura controlada entre 20° a 24°C. As amostras de sangue eram divididas em duas alíquotas, uma para a avaliação dos hemogramas que eram condicionadas e homogeneizadas em tubos comerciais de vácuo (*Vacutainer* -

Brasil) com contendo (EDTA 2,5%) e a outra alíquota era reservada para as medidas dos eletrólitos sendo o sangue foi acondicionado em francos a vácuo sem anticoagulantes.

Para a observação da morfologia e contagem diferencial das células brancas, nos quais os avaliadores encontravam-se cegos frente ao protocolo experimental, fez-se um esfregaço de sangue em lâmina, que recebeu o corante de Romanowsky. Depois de lavada e secada à temperatura ambiente, examinou-se a lâmina no microscópio óptico (marca Olympus). As determinações do número de leucócitos totais foram realizadas no analisador hematológico ADIVA 60–Bayer, enquanto as concentrações dos linfócitos, segmentados e monócitos foram determinados através de contagem microscópica em lâminas hematológicas previamente preparadas. Foram contadas 100 células seguindo a técnica de zig-zag de Shilling, sendo os valores expressos em  $\times 10^3/\text{mm}^3$ . A contagem das células ocorreu pelo aparelho *Cell Counter*. Para a determinação do número de hemácias por mL de sangue, utilizou-se a câmara de Neubauer, com a técnica da macrodiluição. O líquido de Marcano foi empregado como diluente para contagem dos eritrócitos, sendo utilizado 4mL do diluente para 20mL de sangue, contando-se os eritrócitos nos cinco quadrados médios do quadrado central e multiplicando-os por 10.000, e seus valores expressos em mg/dL. Na determinação do hematócrito, o tubo de microhematócrito foi preenchido com sangue em aproximadamente 3/4 de sua capacidade e vedado em uma das extremidades com auxílio do bico de Bunsen. Então, colocou-se o capilar em microcentrífuga por 5min, a 3.000rpm, realizando-se a leitura no cartão específico.

As avaliações dos triglicerídeos, colesterol total, HDLc, LDLc e dos eletrólitos magnésio ( $\text{Mg}^{++}$ ) e cálcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) foram realizadas por kits comerciais *LAB TEST* e analisados no aparelho *LAB MAX 240*<sup>®</sup>. O sódio ( $\text{Na}^+$ ) e o potássio ( $\text{K}^+$ ) foram verificados no aparelho *ROCHE 9180 ELETROLITE ANALYZER*. Para quantificação das variáveis hematológicas as amostras eram contadas duas vezes e os valores expressos pela média das medidas. Na ocorrência de uma diferença maior que 10% entre os resultados o procedimento era repetido.

### **Análise estatística**

Os valores estão expressos em média e desvio padrão. A normalidade foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. As variáveis hematológicas e eletrolíticas foram comparadas através das sessões (CONT vs HIPO vs HIPER) e das coletas (Basal vs Exercício vs Intervenção) pela ANOVA de duas vias para medidas repetidas, seguida de *post hoc* de Bonferroni. Foi considerado um nível de significância de 5%.

### **RESULTADOS**

Os doze voluntários (26  $\pm$ 5anos) eram do gênero masculino (79,2  $\pm$ 14kg; 178  $\pm$ 6cm), com média do índice de massa corporal de 25  $\pm$ 4kg/m<sup>2</sup>, normotensos (PAS: 114  $\pm$ 6mmHg; PAD: 74  $\pm$ 3mmHg), perfil lipídico dentro dos limites da normalidade (triglicerídeos 104  $\pm$ 21mg/dL; colesterol total: 157  $\pm$ 17mg/dL; HDLc: 50  $\pm$ 6mg/dL; LDLc 89  $\pm$ 15mg/dL) e normoglicêmicos (87  $\pm$ 8mg/dL).

As variáveis hematológicas avaliadas não apresentaram diferenças entre as sessões (CONT, HIPO e HIPER) estudadas (Tabela 1). As coletas sanguíneas (Basal vs Exercício vs Intervenção) ao longo do tempo não modificaram as concentrações do  $\text{Na}^+$  e do  $\text{K}^+$ . Os exercícios aumentaram as demais variáveis hematológicas e eletrolíticas analisadas. Os ER aumentaram aproximadamente 38% dos leucócitos totais ( $P:<0.001$ ), onde respectivamente os neutrófilos segmentados aumentaram 32% ( $P:<0.001$ ), os linfócitos 57% ( $P:<0.001$ ) e os monócitos em aproximadamente 50% ( $P:<0.001$ ). As intervenções termoterápicas ( $P:<0.001$ ) reduziram os leucócitos totais aos valores basais, o que não ocorreu na sessão controle. Nos neutrófilos segmentados as intervenções termoterápicas reduziram seus valores em relação ao exercício em aproximadamente 18% retornando aos valores basais, na sessão controle os valores diminuíram em relação aos exercícios, mas não retornaram aos valores basais. Os linfócitos foram reduzidos aos níveis basais pela hipotermia após os ER, as intervenções

controle e hipertermia reduziram os valores em relação aos exercícios, mas não o suficiente para atingirem os valores basais. Nas intervenções termoterápicas os valores dos monócitos atingiram os níveis basais, o que não ocorreu com a sessão controle. Os basófilos (Sessão: P=0.996; Coletas: P=0.860) e os eosinófilos (Sessão: P=0.998; Coletas: P=0.458) não se alteraram durante as sessões e as intervenções, sendo que seus valores permaneceram menores que 1% durante o todo o experimento (dados não apresentados). O hematócrito, os eritrócitos e a hemoglobina aumentaram aproximadamente 5% após os ER (P<0,001), entretanto, estes valores reduziram após as intervenções em todas as sessões (CONT; HIPO; HIPER). Na sessão CONT, as plaquetas não retornaram aos valores basais após as intervenções (P<0,001).

**Tabela 1. Alterações hematológicas e eletrolíticas decorrente das sessões de exercício de resistência e das intervenções**

Variáveis	Sessão	Coletas Sangüíneas			ANOVA de 2 vias (valor p)	
		Basal	Exercício	Intervenção	Sessão	Coletas
Leucócitos totais (x10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup> )	CONT	7367 ±2473	10767 ±3255 <sup>#</sup>	9275 ±2931 <sup>#*</sup>	0,586	<0,001
	HIPO	7159 ±2076	10232 ±3451 <sup>#</sup>	8174 ±2808 <sup>*</sup>		
	HIPER	7317 ±1542	9342 ±1912 <sup>#</sup>	7692 ±1687 <sup>*</sup>		
Neutrófilos (x10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup> )	CONT	5357 ±2306	7047 ±2766 <sup>#</sup>	6397 ±2445 <sup>#</sup>	0,511	<0,001
	HIPO	4755 ±1939	6596 ±2644 <sup>#</sup>	5419 ±1615 <sup>*</sup>		
	HIPER	4809 ±1615	6079 ±1960 <sup>#</sup>	4941 ±149 <sup>*</sup>		
Linfócitos (x10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup> )	CONT	1615 ±345	2841 ±976 <sup>#</sup>	2195 ±550 <sup>#*</sup>	0,863	<0,001
	HIPO	1831 ±359	2886 ±1049 <sup>#</sup>	2107 ±759 <sup>*</sup>		
	HIPER	1902 ±345	2482 ±495 <sup>#</sup>	2066 ±576 <sup>#*</sup>		
Monócitos (x10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup> )	CONT	360 ±102	798 ±236 <sup>#</sup>	604 ±174 <sup>#*</sup>	0,743	<0,001
	HIPO	491 ±169	668 ±198 <sup>#</sup>	568 ±177		
	HIPER	546 ±74	698 ±164 <sup>#</sup>	610 ±163		
Hematócrito (%)	CONT	42,4 ±2	45,1 ±2 <sup>#</sup>	43,6 ±3 <sup>*</sup>	0,170	<0,001
	HIPO	44,3 ±2	46,9 ±2 <sup>#</sup>	44,8 ±2,2 <sup>*</sup>		
	HIPER	44,3 ±2	46,2 ±3 <sup>#</sup>	44 ±2,3 <sup>*</sup>		
Eritrócitos (mg/dL)	CONT	5,0 ±0,3	5,3 ±0,3 <sup>#</sup>	5,1 ±0,4 <sup>*</sup>	0,324	<0,001
	HIPO	4,9 ±0,2	5,2 ±0,2 <sup>#</sup>	5 ±0,3 <sup>*</sup>		
	HIPER	4,9 ±0,4	5,2 ±0,3 <sup>#</sup>	4,8 ±0,3 <sup>*</sup>		
Hemoglobina (g/dL)	CONT	14 ±0,7	14,9 ±0,7 <sup>#</sup>	14,7 ±1,1	0,160	<0,001
	HIPO	14,6 ±1	15,6 ±0,7 <sup>#</sup>	14,8 ±0,7 <sup>*</sup>		
	HIPER	14,8 ±1	15,4 ±1 <sup>#</sup>	14,6 ±0,7 <sup>*</sup>		
Plaquetas (uL)	CONT	238,3 ±23	288,5 ±33 <sup>#</sup>	272,3 ±26 <sup>#</sup>	0,123	<0,001
	HIPO	285,5 ±66	329,5 ±77 <sup>#</sup>	304,2 ±87		
	HIPER	266,9 ±22	293,6 ±24 <sup>#</sup>	279,8 ±41		
Na <sup>+</sup> (mEq/L)	CONT	143,2 ±1,2	145,5 ±1,6	142,3 ±1,5	0,217	0,333
	HIPO	142,3 ±5,9	143,7 ±6,3	143,5 ±12,5		
	HIPER	146,2 ±1,7	146,5 ±2,3	145,6 ±3,8		
K <sup>+</sup> (mEq/L)	CONT	3,7 ±0,3	3,8 ±0,3	4,0 ±0,7 <sup>#</sup>	0,206	0,004
	HIPO	3,7 ±0,4	3,9 ±0,2	3,8 ±0,3		
	HIPER	3,6±0,2	3,8 ±0,3	3,7 ±0,3		
Mg <sup>++</sup> (mEq/L)	CONT	2,1±0,1	2,2±0,1 <sup>#</sup>	2,1 ±0,1 <sup>*</sup>	0,696	<0,001
	HIPO	2,1 ±0,1	2,3±0,1 <sup>#</sup>	2,1 ±0,1 <sup>*</sup>		
	HIPER	2,1±0,1	2,3±0,1 <sup>#</sup>	2,1 ±0,1 <sup>*</sup>		
Ca <sup>++</sup> (mEq/L)	CONT	9,2±0,5	9,7±0,6 <sup>#</sup>	9,2 ±0,4 <sup>*</sup>	0,970	<0,001
	HIPO	9,2±0,5	9,7±0,6 <sup>#</sup>	9,3 ±0,6 <sup>*</sup>		
	HIPER	9,4±0,5	9,9±0,5 <sup>#</sup>	9,0 ±0,5 <sup>#*</sup>		

Dados expressos em média e desvio padrão. #P<0,05 vs basal; \*P<0,05 vs Exercício.

O potássio (P=0.004) manteve-se elevado na sessão CONT em relação as intervenções termoterápicas. Os ER aumentaram as concentrações sanguíneas do Mg<sup>++</sup> (P<0.001) e do Ca<sup>++</sup> (P<0.001), respectivamente de 10% (P<0,05) e 5% (P<0.05), porém após as intervenções estes retornaram aos valores basais, sendo que na HIPER o Ca<sup>++</sup> ficou inferior as concentrações basais. O Ca<sup>++</sup> reduziu em relação ao exercício nas três diferentes intervenções (P<0.05), sendo mais evidente, na HIPER.

## DISCUSSÃO

Os exercícios de alta intensidade proporcionam alterações na homeostase que levam à reorganização da resposta de diversos tecidos, dentre estes o hematopoiético, induzindo ao aumento na concentração dos leucócitos circulantes (Suzuki, 2002) observada durante e logo após a realização dos exercícios (McCarthy & Dale, 1988). A leucocitose após os ER se deve aos aumentos dos neutrófilos, dos linfócitos (Wang & Huang, 2005; Simonson SR & Jackson CGR, 2004) e dos monócitos (Cruzat, *et al.*, 2007; Pournot H. *et al.* 2011), como parte da resposta inflamatória as lesões do tecido muscular, evidenciadas após os ER em nosso estudo. Estas alterações hematológicas observadas após ER decorrerem principalmente do aumento da isquemia de reperfusão (Bloomer RJ & Goldfard AH, 2004), em que durante o relaxamento muscular, ocorre o aumento da circulação sanguínea tecidual e conseqüentemente uma maior oferta de oxigênio resultando na formação das espécies reativas de oxigênio e nitrogênio (ERON) (Rietjens *et al.*, 2008), sendo que quando estes são gerados acima da capacidade antioxidante (enzimática e não enzimática) do tecido, promovem o estresse oxidativo, induzindo a lesões dos componentes celulares e/ou servindo como sinalizadores ou desencadeadores da resposta inflamatória (Cruzat, V F. *et al.*, 2007; Scheneider CD e Oliveira AR, 2004).

Os programas de atividades físicas com ER promovem um esperado aumento no hematócrito, nos eritrócitos e na hemoglobina (Hu M, *et al.*, 2008) advindas da melhora da capacidade funcional. Entretanto, nosso estudo demonstrou um aumento agudo nestas variáveis e nas plaquetas. Acreditamos que este fato se deva a redução do volume plasmático. Ahmadizad S e El-Sayed MS (2005) demonstraram que após uma sessão de ER o volume plasmático diminui 10%, o que acarretou o aumento de 5.6%, 5.4% e 6.2% na contagem dos eritrócitos, da hemoglobina e do hematócrito respectivamente, dados similares aos encontrados em nosso estudo.

Os dados sugerem que após as intervenções as alterações do hematócrito e dos eritrócitos se devem recuperação parcial do volume plasmático, sendo que as sessões termoterápicas apresentaram-se mais efetivas no retorno das concentrações plasmáticas das plaquetas.

Os ER estimulam a resposta inflamatória através da produção das ERON (Rietjens *et al.*, 2008), a qual ativa mediadores químicos e as moléculas de adesão do endotélio vascular (Sahnoun *et al.*, 1998) para a atração quimiotáxica do tecido muscular lesado por leucócitos (Aor *et al.*, 2004), aumentando o dano muscular secundário (Pizza *et al.*, 1998). Este mecanismo explica a redução dos leucócitos após as intervenções, sendo que as termoterápias foram discretamente mais efetivas nesta redução.

A redução da temperatura reduz o fluxo sanguíneo, o metabolismo e a demanda por O<sub>2</sub> pelo tecido muscular (Burke *et al.*, 2000), eventos que após a reperfusão poderia reduzir a formação das ERON e a leucocitose (Pournot *et al.* 2011), sendo esta modificação encontrada em nosso estudo. Estes efeitos reduzem os danos musculares após os exercícios excêntricos (Eston & Peters, 1999; Pournot *et al.* 2011). Os resultados prévios (Castle PC *et al.*, 2006; Sellwood, KL, *et al.*, 2007; Cochrane D.J, 2005; Pournot H. *et al.* 2011) favoráveis encontrados na aplicação desta terapia, não foram claramente evidenciados em nosso estudo, acreditamos que o tempo, a área de aplicação reduzida da hipotermia e o nível de treinamento dos voluntários, diferentes dos estudos prévios, sejam responsáveis pelos efeitos diminuídos desta

terapia. A hipertermia resulta no aumento da temperatura, do fluxo sanguíneo e do metabolismo local (Prentice, 1999), sendo que estes mecanismos permitem uma maior oferta de O<sub>2</sub> e favorecem a remoção de metabólitos (Zuluaga *et al.* 1995). Acreditamos que estes mecanismos favoreçam a redução dos leucócitos circulantes devido a maior fixação destes no tecido muscular, pois já foi evidenciado o aumento dos anticorpos no tecido (Zuluaga *et al.* 1995). O estudo de Pournot H. *et al.* (2011) que comparou a imersão em água a 10°C, 36°C e contraste (42°C e 10°C) após exercícios intermitentes demonstrou que apenas a hipotermia reduziu os leucócitos (neutrófilos e monócitos) circulantes após 1h de recuperação, sendo que 24h após a hipertermia resultou no aumento da dor tardia. Nossos resultados demonstram que 10min após as intervenções termoterápicas não ocorrem diferenças entre estas terapias.

As limitações do presente estudo residem na aplicação dos exercícios e das intervenções voltadas apenas para a musculatura para um grupo muscular específico, na ausência da avaliação de mediadores químicos (estresse oxidativo e marcadores inflamatórios) responsáveis pela transdução do sinal e na análise tecidual muscular que permitiria avaliar a quantidade de leucócitos que invadiram o tecido muscular, sendo que estas informações favoreceriam um melhor entendimento da interação dos ER e as intervenções termoterápicas.

## CONCLUSÃO

Os ER promovem o aumento dos leucócitos (neutrófilos, monócitos e linfócitos), dos eritrócitos, das plaquetas e dos eletrólitos (K<sup>+</sup>, Mg<sup>++</sup> e Ca<sup>++</sup>) verificados imediatamente após o protocolo de exercícios. As intervenções termoterápicas aplicadas localmente por 10min restabeleceram as concentrações plasmáticas das plaquetas e do K<sup>+</sup>. Estas intervenções apresentam discretos efeitos sobre a leucocitose evidenciada após os ER em praticantes de musculação.

**Palavras-chave:** hipotermia induzida, hipertermia induzida, hematologia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SCHENEIDER C.D. e OLIVEIRA A.R. Radicais livres de oxigênio e exercício: mecanismo de formação e adaptação ao treinamento físico. Rev Bras Med Esporte \_ Vol. 10, Nº 4 – Jul/Ago, 2004.
2. CRUZAT, V.F.; ROGERO M.M.; BORGES M.C.; TIRAPEGUI J. Aspectos atuais sobre estresse oxidativo, exercícios físicos e suplementação. Rev. Brás. Méd. Esporte, out 2007; vol 13, nº5, p. 336-342.
3. BLOOMER R.J.; GOLDFARB A.H. Anaerobic exercise and oxidative stress: a review. Can J Appl Physiol. 2004;29:245-63.
4. SAHNOUN Z.; JAMOUCSI K.; ZEGHAL K.M. Free radicals and antioxidants: physiology, human pathology and therapeutic aspects (part II). Therapie. 1998 Jul-Aug;53(4):315-39.
5. AOR, W.; NARTO Y.; TAKANANN Y.; *et al.* Oxidative stress and delayed-onset muscle damage after exercise. Free Radic. Biol. Med., 2004;37:480-87.
6. PIZZA, F. X.; HERNANDEZ I. J.; TIDBALL J. G.. Nitric oxide synthase inhibition reduces muscle inflammation and necrosis in modified muscle use. *J. Leukoc. Biol.* 1998;64:427-33.
7. WILLOUGHBY D.S.; MCFARLIN B.; BOIS C. Interleukin-6 Expression After Repeated Bouts of Eccentric Exercise. Int J Sports Med 2003;24:15–21
8. HOWATSON G.; GOODALL S.; VAN SOMEREN K.A. (2009). The influence of cold water immersions on adaptation following a single bout of damaging exercise. Eur J Appl Physiol 105:615–21.
9. WANG J.S.; HUANG Y.H. Effects of exercise intensity on lymphocyte apoptosis induced by oxidative stress in men. Eur J Appl Physiol (2005) 95: 290–97
10. SELLWOOD K. L.; BRUKNER P.; WILLIAMS D.; NICOL A.; HINMAN R. Ice-water immersion and delayed-onset muscle soreness: a randomised controlled trial. Br J Sports Med 2007;41:392–397.

11. CHEUNG K.; HUME P.; MAXWELL L. Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *Sports Med.* 2003;33(2):145-64.
12. CASTLE P.C.; MACDONALD A.L.; PHILP A.; WEBBORN A.; WATT P.W.; MAXWELL N.S. Precooling leg muscle improves intermittent sprint exercise performance in hot, humid conditions. *J Appl Physiol.* 2006 Apr;100(4):1377-84.
13. POURNOT H.; BIEUZEN F.; DUFFIELD R.; LEPRETRE P.M.; COZZOLINO C.; HAUSSWIRTH C. Short term effects of various water immersions on recovery from exhaustive intermittent exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2011 Jul;111(7):1287-95.
14. COCHRANE D.J. Alternating hot and cold water immersion for athlete recovery: a review. *Physical Therapy in Sport* 5 (2004) 26–32.
15. THOMAS S.; READING J.; SHEPHARD R.J: Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). *Can J Sports Sci* 17: 338-345, 1992.
16. KRAEMER, W.J.; ADAMS, K.; CAFARELLI, E., ET. AL.. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise* .Volume 34, Issue 2, 2002, P. 364-80.
17. SUZUKI K; NAKAJI S; YAMADA M; TOTSUKA M; SATO K; SUGAWARA K. Systemic inflammatory response to exhaustive exercise. *Cytokine kinetics. Exerc Immunol Rev.* 2002;8:6-48.
18. MCCARTHY D.A. e DALE M.M.. The leucocytosis of exercise. A review and model. *Sports med.* 1988; 6: 333-63.
19. SIMONSON S.R, JACKSON C.G.R. Leukocytosis occurs in response to resistance exercise in men. *J Strength Cond Res* 2004; 18: 266–71.
20. RIETJENS, S. J. M.; BEELEN R; KOOPMAN L. J. C.; VAN LOON A.; BAST AND G. R. M. M. HAENEN. A Single Session of Resistance Exercise Induces Oxidative Damage in Untrained Men. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2008, Mar;40(3):591.
21. HU M; FINNI T; SEDLIAK M; ZHOU W; ALEN M; CHENG S. Seasonal Variation of Red Blood Cell Variables in Physically Inactive Men: Effects of Strength Training. *Int J Sports Med* 2008; 29: 564-68.
22. AHMADIZAD S; EL-SAYED MS. The acute effects of resistance exercise on the main determinants of blood rheology. *J Sports Sci* 2005; 23: 243-9.
23. BURKE D.G ; MACNEIL S.A ; HOLT L.E ; MACKINNON N.C; RASMUSSEN R.L. The effect of hot or cold water immersion on isometric strength training. *J Strength Cond Res* 2000; 14: 21–5.
24. ESTON R & PETERS D. Effects of cold water immersion on the symptoms of exercise-induced muscle damage. *J Sports Sci.* 1999 Mar;17(3):231-8.
25. PRENTICE, W.E., *Therapeutic Modalities in Sports Medicine*, fourth ed., WCB/McGraw-Hill, Boston, USA. 1999.
26. ZULUAGA M.; BRIGGS C.; CARLISLE J.; MCDONALD V.; MCMEEKEN J.; NICKSON W.; ODDY P.; WILSON D. (Eds.), 1995. *Sports Physiotherapy: Applied Science and Practice*, Churchill Livingstone, Melbourne.

**Endereço:** Rua das Caravelas, nº 198, Parque Marinha, Rio Grande/RS, CEP: 96215400, Fone: 053 3201 7362.