

## INFLUÊNCIA DA MASSA MUSCULAR ENVOLVIDA E DOS INTERVALOS DE RECUPERAÇÃO ENTRE SÉRIES SOBRE O CONSUMO DE OXIGÊNIO EM EXERCÍCIOS CONTRA-RESISTÊNCIA

Antonio Gil Castinheiras Neto  
Paulo de Tarso Veras Farinatti

### RESUMO

Os objetivos foram investigar o efeito de do intervalo de recuperação (IR) (1 min vs 3 min) e da massa muscular envolvida no exercício (leg press vs voador peitoral) sobre o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) durante e após sessão de exercício. Dez voluntários destreinados participaram do estudo. O IR 3 min associou-se a um maior  $VO_2$  na sessão ( $p < 0,05$ ). O leg press ocasionou maior  $VO_2$  total ( $p < 0,05$ ). Exercícios que envolvem maior massa muscular parecem aumentar o  $VO_2$  total, independentemente do IR entre séries.

Palavras-chave: Consumo de Oxigênio. EPOC. Gasto Energético. Metabolismo. Treinamento de Força. Saúde.

### RESUMEN

El estudio investigó el efecto del intervalo de recuperación (IR)(1 min vs 3 min) y de la masa muscular activada en el ejercicio (prensa de piernas vs máquina de pectorales) sobre el consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) durante y después de la sesión de ejercicio . Diez voluntarios participaron del experimento. El IR de 3 min se asoció con un mayor  $VO_2$  durante las sesiones ( $p < 0,05$ ). La prensa de piernas se asoció a un mayor  $VO_2$  total ( $p < 0,05$ ). Ejercicios con mayor masa muscular parecen inducir mayor  $VO_2$  total independentemente del IR entre series.

Unitérminos: Consumo de Oxígeno. EPOC. Gasto de Energia. Metabolismo. Ejercicio de Resistencia. Salud.

### ABSTRACT

The objective was to investigate the effect of the rest interval (RI) (1 min vs 3 min) and muscle mass involved in the exercise (leg press vs pectoral fly) on the oxygen consumption ( $VO_2$ ) during and after an exercise session. Ten volunteers participated of the study. The RI of 3 min was associated with a higher  $VO_2$  during the session ( $p < 0.05$ ). The leg press induced a higher total  $VO_2$  ( $p < 0.05$ ). Exercises engaging larger muscle mass seem to increase the total  $VO_2$  regardless the RI between sets.

Key-words: Oxygen Consumption. EPOC. Energy Expenditure. Metabolism. Strength Training. Health.

### INTRODUÇÃO

Sob o ponto de vista da obesidade, a prática de exercícios físicos vem sendo estimulada por diversas agências normativas da área da saúde (*World Health*

*Organization – WHO, 2003; American Heart Association e American College of Sports Medicine – AHA/ACSM, 2007; ACSM, 2009*). Dentre as estratégias não-farmacológicas coadjuvantes para a redução ponderal, o exercício aeróbio, por possibilitar trabalhar grandes grupamentos musculares de forma contínua por períodos prolongados, é considerado o método de exercício mais efetivo em programas de emagrecimento (*WHO, 2003; Sociedade Brasileira de Cardiologia – SBC, 2007; ACSM, 2009*).

Quanto às sessões de exercícios contra-resistência (ECR), o gasto energético líquido parece não exercer impacto importante na perspectiva de um balanço energético positivo para a perda de peso (*Kraemer et al., 1997; Poehlman et al., 2002; Philips e Ziuraitis, 2003, ACSM, 2009*). Entretanto, alguns estudos vêm demonstrando que a contribuição do ECR estaria mais relacionada com o consumo de oxigênio pós-exercício (EPOC) do que com o gasto calórico durante as sessões propriamente ditas (*Dolezal et al., 2000; Schuenke et al., 2002; Jamurtas et al., 2004*), ou ainda, no somatório do gasto energético da sessão somado ao EPOC (*Haltom et al., 1999; Haddock e Wilkin, 2005; Ratamess et al., 2007; Mazzetti et al., 2007 e Farinatti et al., 2009*). Apesar disso, deve-se reconhecer que há mais discordância do que consenso entre os estudos que se propuseram a apreciar o gasto energético associado a sessões de ECR (*Castinheiras Neto et al., 2009*). A grande disparidade metodológica entre os estudos parece ser a principal razão de resultados tão divergentes, principalmente quanto aos critérios para a quantificação de elementos importantes para a definição do gasto energético (*Castinheiras Neto et al., 2009*).

Nesse sentido, um dos aspectos consensuais refere-se à aceitação de que a resposta metabólica pós-exercício decorre da combinação de diversas variáveis do treinamento (número de séries, intensidade, intervalos entre séries e exercícios, método de treinamento, velocidade de execução do movimento ou modo de prescrição) (*ACSM, 2006*). As diferentes combinações dessas variáveis podem influenciar tanto a magnitude quanto a duração do EPOC. Apesar desse entendimento, pouco se sabe o quão a taxa metabólica pode ser alterada pela manipulação de variáveis de prescrição após uma sessão de exercício, visto algumas limitações importantes (*Castinheiras Neto, 2009*). Assim, o objetivo deste estudo foi investigar o efeito de do intervalo de recuperação (1 min vs 3 min) e da massa muscular envolvida no exercício (*leg press vs voador peitoral*) sobre o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) durante e após sessão de ECR.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### *Amostragem*

Participaram do estudo dez voluntários [ $26\pm 3$  anos;  $179\pm 6$  cm;  $78\pm 7$  kg], com experiência em treinamento contra-resistência, porém destreinados há aproximadamente um ano. Os voluntários foram submetidos à anamnese, incluindo o questionário de prontidão para atividade física (PAR-Q), a um recordatório da dieta nas últimas 24 h e instruídos sobre os procedimentos necessários para a realização dos testes em laboratório. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Salgado de Oliveira (processo nº 44/2008) e teve como critérios de exclusão: a) utilização de medicamentos ou estimulantes que pudessem influenciar as respostas cardiorrespiratórias no repouso ou exercício; b) hábitos alimentares fora do padrão de normalidade previamente definido; c) diagnóstico prévio de problemas cardiovasculares, ósseos, articulares ou musculares que limitassem a execução dos exercícios; d) PAR-Q positivo.

### *Protocolo experimental*

Na primeira visita ao laboratório eram feitas as medidas antropométricas, anamnese e medida da taxa metabólica de repouso (TMR). Em seguida, os testes para determinação de 15RM nos exercícios selecionados eram realizados. No segundo dia, com espaçamento de 48 h a 72 h, eram novamente realizados os testes da TMR e de 15RM, para a determinação da sua reprodutibilidade. Do terceiro ao sexto dia as sessões experimentais com ECR foram realizadas. A inserção dos sujeitos nos experimentos ocorreu de forma aleatória respeitando a técnica do quadrado latino e com intervalo mínimo de 48 h entre as situações experimentais.

### *Medida antropométricas*

A fim de homogeneizar a amostra quanto à densidade corporal, foram utilizados os métodos de estimativa da área de superfície corporal ( $m^2$ ), utilizando a fórmula de DuBois e DuBois (1916) e a composição corporal com base nas equações de Jackson e Pollock (1978) e Siri (1961), para controle de sua possível influência sobre a taxa metabólica.

### *Controle da dieta*

Com o intuito de evitar a interferência do efeito térmico dos alimentos sobre o gasto energético, foi solicitado aos participantes que informassem os alimentos componentes da sua alimentação nas últimas 24 h, através da aplicação de recordatório alimentar. Foram adotadas como referências as recomendações energéticas diárias estabelecidas pela *National Academy of Sciences* (2005) de aproximadamente 2.400 kcal/dia para adultos jovens, assim como a proporção dos macro-nutrientes em relação ao valor energético total (VET). Com base na alimentação relatada, foi elaborada uma dieta padrão antes da realização dos testes e consonante com a alimentação habitual dos sujeitos. No dia anterior ao teste foi recomendado que os sujeitos jantassem às 22 h e consumissem o padrão alimentar duas horas antes da coleta dos dados. A dieta padrão consistiu em um copo de suco de fruta sabor Caju (200 ml) (Maguary<sup>®</sup>, Minas Gerais, Brasil) e seis biscoitos de água e sal Club social<sup>®</sup> (Bauduco, São Paulo, Brasil). O valor energético do suco de fruta é de 88 kcal (22g de carboidratos) e do biscoito, o equivalente a 240 kcal (38 g de carboidrato; 8 g de gordura e 4 g de proteína).

### *Mensuração da taxa metabólica de repouso*

As variáveis de trocas gasosas e ventilatórias ( $VO_2$ ,  $VCO_2$  e  $V_E$ ) foram coletadas por analisador de gases metabólicos VO2000 (*Medical Graphics*<sup>®</sup>, Saint Louis, EUA). O equipamento era calibrado através da função automática de auto-calibração com ar ambiente e respeitado todas as condições laboratoriais e de voltagem estabelecido pelo fabricante. O *software* Aerograph 4.3 (Inbrasport<sup>®</sup>, Porto Alegre, Brasil) foi programado para a utilização de pneumotacômetro de baixo fluxo e frequência de saída de dados a cada três ciclos respiratórios completos. Para a aferição da TMR os sujeitos: a) não podiam praticar qualquer tipo de atividade física nas 48 horas precedentes; b) deveriam abster-se de bebidas alcoólicas, coladas, com cafeína ou estimulantes por 24 horas; c) deveriam realizar a última refeição do dia anterior às 22 h; d) deveriam ingerir a dieta padrão duas horas antes dos testes em laboratório; e) deveriam realizar o mínimo de esforço no deslocamento até o laboratório.

Durante a coleta de dados os indivíduos permaneciam deitados (decúbito supinado), em repouso absoluto, acordados, em ambiente tranquilo e de baixa luminosidade por 40 min. Foram considerados os 10 últimos min para a obtenção de um

valor médio, representativo da TMR. O horário de medida foi padronizado, tendo lugar sempre às 9 h. Era realizada a confiabilidade da medida em um intervalo de 48 h a 72 h.

#### *Determinação da Força Máxima Voluntária (15 repetições máximas – 15RM)*

Para determinar a carga associada às 15RM nos exercícios propostos, inicialmente foram fornecidas instruções padronizadas e detalhadas sobre os procedimentos do teste. Os exercícios selecionados foram o *leg press* horizontal e o voador peitoral. Foram elaborados critérios para a colimação das repetições e para a obtenção da carga máxima registrada.

#### *Medida do Consumo de Oxigênio Durante a Sessão de ECR*

As condições laboratoriais e os critérios para a mensuração da TMR foram reproduzidos para a medida do  $\text{VO}_2$  durante os exercícios. Foi utilizado pneumotacômetro de médio fluxo, considerando que o  $\text{VO}_2$  de pico poderia chegar a  $\approx 21 \text{ mlO}_2/\text{kg}/\text{min}^{-1}$  (Ratamess et al., 2007). As medidas foram realizadas a cada três ciclos respiratórios completos pelo analisador de gases metabólicos, durante toda a sessão de exercício. Para cada tratamento experimental, foram estabelecidas médias do  $\text{VO}_2$  para a duração de cada série e dos respectivos intervalos de recuperação (1 ou 3 min). O cálculo para estabelecer o  $\text{VO}_2$  dos experimentos levou em consideração a soma do  $\text{VO}_2$  ( $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ ) das séries e dos intervalos entre séries.

Entre 48 e 72 h após o re-teste de 15RM, os sujeitos realizaram uma das quatro sessões de ECR programadas em um delineamento experimental aleatório, utilizando a técnica do quadrado latino: 1) 5 séries (S) com 1 minuto de intervalo de recuperação (IR) entre as séries no exercício de voador peitoral; 2) 5S com 3 min de IR no exercício de voador peitoral; 3) 5 séries (S) com 1 minuto de intervalo de recuperação (IR) entre as séries no exercício de *leg-press*; 4) 5S com 3 min de IR no exercício de *leg-press*. Vale lembrar que era realizado aquecimento específico 5 min antes da realização dos protocolos (12 repetições no exercício selecionado com 30% de 15RM).

#### *Medida do EPOC*

O  $\text{VO}_2$  era medido ininterruptamente durante toda a sessão, inclusive na transição entre o exercício e o período de volta à calma. Imediatamente após o término da sessão, os sujeitos deitavam em uma maca, onde permaneciam em decúbito supinado durante todo o período de observação do EPOC (90 min), seguindo rigorosamente as mesmas instruções previamente estabelecidas para a medida da TMR. Durante os cinco primeiros minutos do EPOC, foram realizadas medidas para análise da cinética do componente rápido do EPOC a cada minuto. A partir do décimo minuto, o intervalo das observações passou para dez minutos.

#### *Estimativa do Consumo de Oxigênio Líquido ( $\text{VO}_2$ Net)*

O  $\text{VO}_2$  Net =  $\sum$  do  $\text{VO}_2$  dos experimentos e/ou do EPOC subtraído do  $\text{VO}_2$  em repouso para uma mesma duração.

#### *Tratamento dos Resultados*

Foram testados a homocedasticidade [teste de Levene; 0,82;  $P=0,602$ ] e normalidade de distribuição [teste de Shapiro-Wilk; 0,963;  $P=0,777$ ] dos dados para a aplicação de estatística paramétrica. A confiabilidade das medidas da TMR e carga associada 15RM foram feitas pelo coeficiente de correlação intraclasse e o erro padrão da estimativa. Possíveis diferenças do  $\text{VO}_2$  total e do EPOC foram testadas por ANOVA

fatorial com duas entradas. O  $VO_2$  durante as sessões de ECR e o EPOC (considerando os intervalos de recuperação, exercício e as séries/tempo de observação) foi comparado por ANOVA de três entradas com medidas repetidas no terceiro fator. Já a duração do EPOC foi definida pelo ANOVA de uma entrada para medidas repetidas. Adotou-se o teste de Fisher como verificação *post-hoc*. Em todos os casos o nível de significância estatística foi fixado em  $P \leq 0,05$  e os cálculos foram realizados com auxílio do *software* STATA/SE<sup>®</sup>, versão 8.2 (Texas-USA).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A hipótese de que o curto intervalo de recuperação (IR) entre séries e a maior massa muscular envolvida no exercício proporcionaria maior  $VO_2$  de pico foi confirmada. A ANOVA revelou diferença significativa tanto entre os experimentos envolvendo diferentes exercícios [*leg press* com 1 minuto de IR (LP1) vs voador peitoral com 1 minuto de IR (VP1);  $P=0,0026$  a  $0,001$  e *leg press* com 3 minutos de IR (LP3) vs voador peitoral com 3 minutos de IR (VP3);  $P=0,038$  a  $<0,000$ ], quanto entre os experimentos envolvendo diferentes IR no *leg press* [LP1 vs LP3;  $P=0,021$  a  $0,003$ ], mas não entre diferentes IR no voador peitoral [VP1 e VP3;  $P=0,794$  a  $0,184$ ] (tabela 1). Igualmente, pode ser visto na Tabela 1, um aumento progressivo e significativo dos valores do  $VO_2$  no decorrer das séries ( $P < 0,05$ ).

Tabela 1. Comportamento progressivo do consumo de oxigênio nos experimentos, envolvendo as séries e intervalos entre séries

	Voador Peitoral ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ )		Leg Press ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ )	
	IR 1 min	IR 3min	IR 1 min	IR 3min
S1	3,39±0,65 (2,3,4,5)	3,87±0,86 <sup>(3,4,5)</sup>	5,01±1,32 <sup>(2,3,4,5)</sup>	4,15±1,32 (2,3,4,5)
IR1	7,42±1,97 <sup>(4)</sup>	6,42±1,76	10,81±2,11 <sup>(2,3,4)</sup>	9,51±2,01 <sup>(2,3,4)</sup>
S2	6,32±1,76 <sup>(1,5)</sup> *	5,28±2,28 <sup>(5)</sup>	13,41±1,56 <sup>(1,3,4,5)</sup> \$	8,67±1,72 <sup>(1,5)</sup>
IR2	7,29±2,02 <sup>(4)</sup> *	6,82±1,90*	17,31±4,87 <sup>(1,4)</sup> \$	11,50±3,48 <sup>(1)</sup>
S3	7,09±1,46 <sup>(1,5)</sup> *	6,28±1,91 <sup>(1)</sup>	15,54±2,77 <sup>(1,2,5)</sup> \$	9,32±1,78 <sup>(1,5)</sup>
IR3	8,83±1,36*	6,98±1,85*	18,36±4,93 <sup>(1)</sup> \$	12,92±4,22 <sup>(1)</sup>
S4	7,41±1,37 <sup>(1,5)</sup> *	5,62±1,42 <sup>(1)</sup> *	15,72±3,24 <sup>(1,2,5)</sup> \$	9,74±2,21 <sup>(1,5)</sup>
IR4	9,67±1,73 <sup>(1,2)</sup> *	6,99±1,79*	19,06±4,19 <sup>(1,2)</sup> \$	12,79±3,99 <sup>(1)</sup>
S5	9,78±2,89 (1,2,3,4)*	7,31±2,40 <sup>(1,2)</sup> *	19,25±7,58 <sup>(1,2,3,4)</sup> \$	12,63±6,88 (1,2,3,4)

S1-S5= primeira à quinta série; IR1-IR4= primeiro ao quarto intervalo de recuperação; IR= intervalo de recuperação; Os algarismos numéricos sobrescritos entre parênteses indicam diferença significativa em relação à série ou intervalo de recuperação indicado ( $P < 0,05$ ); \* diferença significativa entre diferentes exercícios e mesmo intervalo de recuperação; \$ diferença significativa entre diferentes intervalos de recuperação e mesmo exercício; média±dp.

Quanto ao EPOC, vale ressaltar que este foi influenciado diretamente pelo maior  $VO_2$  durante os primeiros minutos após o término da última série dos experimentos. Nota-se, no primeiro minuto da recuperação, que o *leg press* levou a um  $VO_2$

significativamente mais elevado do que o VO<sub>2</sub> obtido no voador peitoral (LP1 vs VP1 e LP3 vs VP3; P<0,000 e 0,008, respectivamente) e que a manipulação do IR apenas diferiu de forma significativa entre o LP1 e o LP3 (P=0,002) (Tabela 2).

Tabela 2. EPOC durante o período de observação (média±dp)

Duração (min)	EPOC (mlO <sub>2</sub> .kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )			
	VP1	VP3	LP1	LP3
1	12,48±1,35 # *	11,67±2,09 # *	21,01±3,49 \$ #	16,76±3,31 #
2	7,18±2,58 #	6,71±2,30 #	9,84±3,88 #	9,75±2,55 #
3	4,99±0,85 #	3,95±0,61 #	6,49±1,79 #	5,71±1,28 #
4	4,46±0,77 #	3,68±0,40 #	5,12±1,24 #	4,82±1,28 #
5	4,04±0,68 #	3,49±0,21 #	4,69±1,03 #	4,46±1,12 #
10	3,42±0,38 #	3,27±0,3 #	4,16±0,77 #	3,64±0,72 #
20	3,26±0,29 #	2,98±0,23 #	3,63±0,43 #	3,79±0,45 #
30	3,08±0,37 #	2,85±0,29	3,40±0,31 #	3,36±0,61#
40	2,93±0,52 #	2,66±0,21	3,21±0,35 #	3,23±0,62 #
50	2,73±0,44	2,58±0,22	3,22±0,44	3,07±0,61
60	2,67±0,55	2,46±0,21	3,05±0,38	2,89±0,60
70	2,61±0,51	2,38±0,20	2,96±0,40	2,68±0,53
80	2,56±0,35	2,30±0,23	2,86±0,36	2,53±0,48
90	2,45±0,27	2,31±0,24	2,77±0,37	2,49±0,40

VP1= experimento envolvendo o exercício de voador peitoral com 1 minuto de intervalo de recuperação; VP3= voador peitoral com 3 minutos de intervalo de recuperação; LP1= *leg-press* com 1 minuto de intervalo de recuperação; LP3= *leg-press* com 3 minutos de intervalo de recuperação; \* diferença significativa entre diferentes exercícios e mesmo intervalo de recuperação (P<0,05); \$ diferença significativa entre diferentes intervalos de recuperação e mesmo exercício # diferença significativa entre o EPOC e a taxa metabólica de repouso.

Vale ressaltar que o VO<sub>2</sub> permaneceu significativamente mais elevado que os valores de repouso de 20 min [VP3] até no máximo 40 min de recuperação [VP1, LP1 e LP3]. Após isso, apesar de os valores absolutos permanecerem maiores que a TMR, as diferenças não foram significativas (Figura 1).

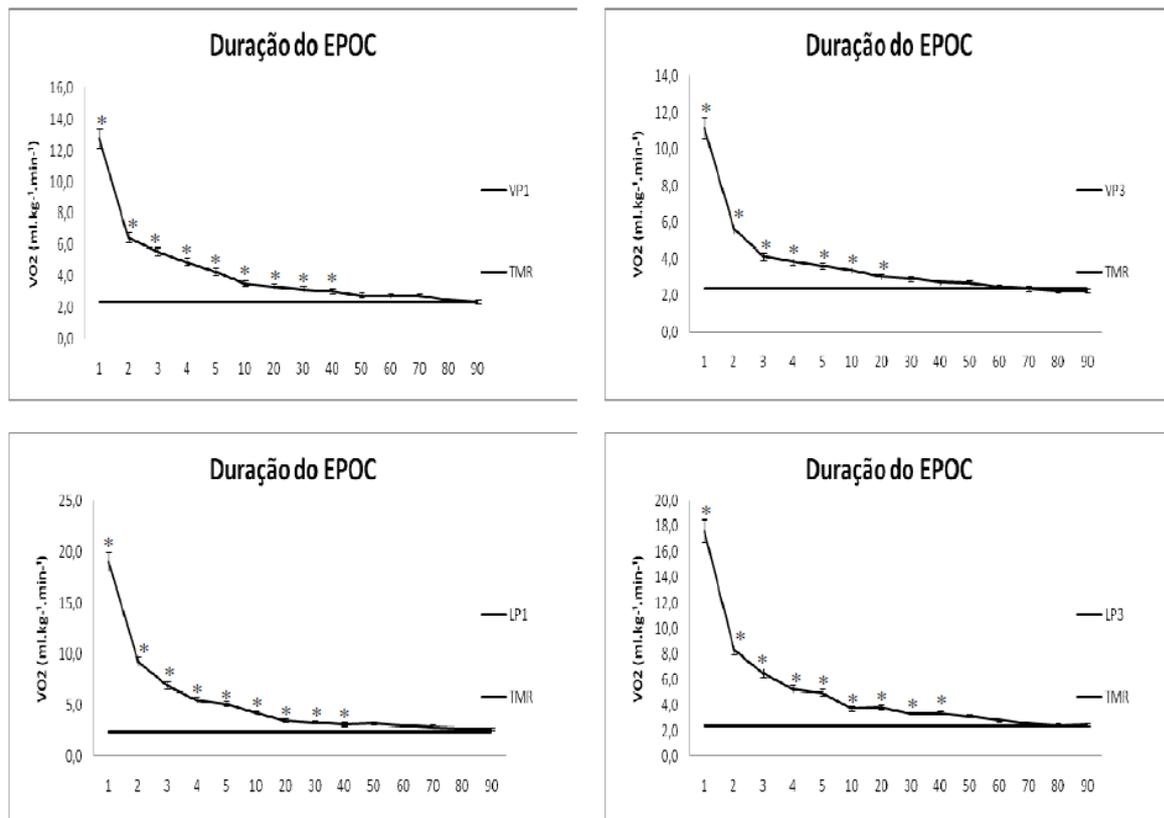


Figura 1. Comportamento do EPOC durante a fase de recuperação; Tempo descrito em minutos; VP1= experimento envolvendo o exercício de voador peitoral com 1 minuto de intervalo de recuperação; VP3= voador peitoral com 3 minutos de intervalo de recuperação; LP1= *leg-press* com 1 minuto de intervalo de recuperação; LP3= *leg-press* com 3 minutos de intervalo de recuperação; \* diferença sigficativa entre o EPOC e a TMR ( $P < 0,05$ ); as barras de dispersão indicam os intervalos de confiança a 95%.

Quanto ao efeito somativo do VO<sub>2</sub> no decorrer das séries, Ratamess *et al.* (2007) foram os únicos autores a descreverem a possível influência da manipulação do intervalo entre as séries sobre a fadiga acumulada no decorrer dos experimentos. Pode-se entender que o acúmulo de metabólitos, reativo ao trabalho em alta intensidade e curto IR, pode explicar o aumento sistemático do VO<sub>2</sub> de recuperação. Este, por sua vez, provavelmente afeta o VO<sub>2</sub> subsequente. Nesse sentido, alguns autores vêm estabelecendo que tanto a alta intensidade dos ECR quanto o curto IR (menor que 1 min) levam ao aumento da concentração de lactato sanguíneo e consequente diminuição do Ph intracelular através da dissociação de íons de hidrogênio (H<sup>+</sup>), resultando em fadiga muscular (Bangsbo *et al.*, 1990; Kraemer *et al.*, 1987; McMahon e Jenkins 2002; Willardson, 2006).

Já a justificativa para o dobro do VO<sub>2</sub> de pico nas situações experimentais envolvendo *leg press* baseia-se no fato do grande distúrbio causado à homeostase e sua respectiva necessidade de ajustar a demanda metabólica. Assim, esse aumento do VO<sub>2</sub> pode ser devido à resposta quimiorreceptora do organismo em consequência de hipoxemia ou mecanismo de compensação ventilatória, na presença de acidose metabólica, influenciando a VE no sentido de tamponar o sistema (Ward, 2007). Na prática, seria interessante modular o IR e o tipo de exercício de acordo com o estado de

treinamento dos sujeitos, objetivando minimizar as chances de sobretreinamento e suas consequências.

Quanto ao EPOC, nossos resultados não corroboram o fato do curto IR ocasionar maior repercussão sobre o EPOC, ao menos quanto à magnitude total do EPOC nos 90 min. As causas para a diferença entre os resultados obtidos com os observados na literatura são por demais variados, indo desde a intensidade dos exercícios, passando pelo nível de treinamento dos sujeitos até o material utilizado para coletar os dados e o período de observação, o que dificulta a comparação dos resultados.

Quanto à influência isolada da massa muscular sobre o EPOC decorrente da realização de ECR, não foi possível encontrar nenhum estudo que tenha tratado do tema. O presente estudo verificou que a maior massa muscular envolvida nos experimentos foi responsável por uma magnitude significativamente maior do EPOC. Provavelmente, o maior requerimento de energia durante os experimentos reverteu-se em maior necessidade de  $VO_2$  para recompor-se do estresse após o término dos experimentos.

A repercussão dessas variáveis sobre a duração do EPOC necessita ser mais bem investigada, haja vista que apenas Murphy & Schwarzkopf (1992) e Kang et al. (2005) relataram diferença estatística para a duração do EPOC entre seus experimentos. Mesmo assim, pode-se crer que o EPOC na situação VP3, que apresentou duração inferior às demais situações experimentais (VP1, LP1 e LP3), provavelmente foi devido à menor fadiga acumulada, pois Poehlman (1989) indicou que quanto maior o estresse fisiológico provocado pelo exercício, maior a magnitude do EPOC.

Na verdade, vários possíveis mecanismos têm sido sugeridos para explicar os componentes do EPOC (Gaesser & Brooks, 1984; Børsheim & Bahr, 2003). Para analisar a influência do exercício sobre a duração do EPOC, deve-se considerar que a curva de recuperação do  $VO_2$  se dá de acordo com componentes diversos relacionados a vários fatores. Esse é o caso dos substratos recompostos, como o reabastecimento dos estoques de oxihemoglobina e oximioglobina, a restauração dos fosfagênios e a energia necessária para a reconversão do lactato em glicogênio que estão relacionadas ao componente rápido do EPOC (Gaesser & Brooks, 1984). Já fatores como o aumento da temperatura corporal, hiperemia e ventilação, estariam na origem de um EPOC elevado desde o término do exercício até a primeira hora posterior (Børsheim & Barh, 2003). Além disso, associam-se ao componente lento ou ultra-lento do EPOC o aumento no metabolismo dos ácidos graxos, maior concentração de catecolaminas, presença do cortisol e lesão muscular, dentre outras variáveis (Matsuura *et al.*, 2006; Dolezal *et al.*, 2000).

Percebe-se que, de certa forma, a duração e, conseqüentemente, a magnitude do EPOC nos estudos envolvendo ECR, podem ter sido fortemente influenciados pelo desenho experimental (forma de medir a TMR e o EPOC, inclusive períodos de observação). A falta de informação sobre o comportamento do EPOC consiste em lacuna a ser explorada, para se identificar o real impacto do ECR sobre os seus componentes. Assim, seria preciso definir critérios para subsidiar a padronização desses aspectos metodológicos, em nome de uma melhor comparabilidade entre resultados obtidos para o consumo de oxigênio durante e após sessões de ECR.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente estudo, concluiu-se que:

1) Intervalos de recuperação de 3 min induziram maior  $VO_2$  durante as sessões, mas menores EPOCs. Em termos de  $VO_2$  total (sessão de ECR + EPOC), a manipulação do intervalo de recuperação não exerceu influência significativa;

2) A sessão envolvendo o *leg press* induziu praticamente o dobro do  $VO_2$  total decorrente da execução do voador peitoral. A maior massa muscular em ambos os intervalos de recuperação foi responsável pela maior magnitude do  $VO_2$  e, conseqüentemente, maior gasto energético total;

3) A maior massa muscular (*leg press*) associada ao curto intervalo de recuperação (1 min) foi a única estratégia a influenciar a magnitude do EPOC;

Em suma, na perspectiva da prescrição do exercício, a manipulação do intervalo de recuperação para um maior gasto energético total deveria basear-se exclusivamente no nível de treinabilidade dos praticantes de ECR, já que não houve diferença estatística entre as situações experimentais conduzidas. Já a massa muscular deve ser levada em consideração, pois o gasto energético total pode ser o dobrado, quando exercícios que envolvam grandes grupamentos são acionados, em detrimento de exercícios com menor solicitação muscular.

## REFERÊNCIAS

- ACSM. American College of Sports Medicine. Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 7th Ed. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins, 2006.
- ACSM. American College of Sports Medicine. Position Stand. Appropriate Physical Activity Intervention Strategies for Weight Loss and Prevention of Weight Regain for Adults. Med Sci Sports Exerc 2009; 41(2):459-71.
- AHA/ACSM. American Heart Association and American College of Sports Medicine. Physical Activity and Public Health: Updated recommendation for Adults. Med Sci Sports Exerc 39(8):1423-1434, 2007.
- Bangsbo J, Gollnick PD, Graham TE, Juel C, Kiens B, Mizuno M, Saltin B. Anaerobic Energy Production and O<sub>2</sub> Deficit-debt relationship during exhaustive exercise in humans. Journal of Physiology 1990; 422: 539-559.
- Børsheim E, Bahr R. Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. Sports Med 2003; 33(14):1037-60.
- Castinheiras Neto AG, Silva NL, Farinatti PTV. Influência das variáveis do treinamento contra-resistência sobre o consumo de oxigênio em excesso após exercício: uma revisão sistemática. Rev Bras Med Esporte 2009; 15:70-78.
- Dolezal BA, Potteiger JA, Jacobsen DJ, Benedict SH. Muscle damage and resting metabolic rate after acute resistance exercise with an eccentric overload. Med Sci Sports Exerc 2000; 32(7):1202-7.
- Du Bois Du Bois EF. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. Arch Int Med 1916; 17:863-71.
- Farinatti PTV, Simão R, Monteiro WD, Fleck SJ. Influence of exercise order on oxygen uptake during strength training in young women. J Strength Cond Res 2009 (no prelo).
- Gaesser GA, Brooks GA. Metabolic bases of excess post-exercise oxygen consumption: a review. Med Sci Sports Exerc 1984; 16(1):29-43.
- Haddock BL, Wilkin LD. Resistance training volume and post exercise energy expenditure. Int J Sports Med 2005; 26:1-6.

- Haltom RW, Kraemer RR, Sloan RA, Hebert EP, Frank K, Tryniecki JL. Circuit weight training and its effects on excess postexercise oxygen consumption. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31(11):1613-8.
- Jamurtas AZ, Koutedakis Y, Paschalis V, Tofas T, Yfanti C, Tsiokanos A, Koukoulis G, Kouretas D, Loupos D. The effects of a single bout of exercise on resting energy expenditure and respiratory exchange ratio. *Eur J Appl Physiol* 2004; 92:393-398.
- Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr* 1978;40:497-504.
- Kang, J, Hoffman JR, Im J, Spiering BA, Ratamess N.A, Rundell KW, Nioka S, Cooper J, Chance B. Evaluation of physiological responses during recovery following three resistance exercise programs. *J Strength Cond Res* 2005; 19(2):305-309.
- Kraemer WJ, Noble BJ, Clark MJ, Culver BW. Physiologic responses to heavy-resistance exercise with very short rest periods. *Int J Sports Med* 1987; 8:247-252.
- Kraemer WJ, Volek JS, Clarck KL, Gordon SE, Incledon T, Puhl SM. Physiological adaptations to a weight-loss dietary regimen and exercise programs in women. *J Appl Physiol* 1997; 83:270-79.
- Matsuura C, Meirelles CM, Gomes, PSC. Gasto energético e consumo de oxigênio pós-exercício contra-resistência. *Rev Nutr Campinas* 2006; 19(6):729-740.
- Mazzetti S, Douglass M, Yocum A, Harber M. Effect of Explosive versus Slow Contractions and Exercise Intensity on Energy Expenditure. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39(8):1291-1301.
- McMahon S, Jenkins D. Factors affecting the rate of phosphocreatine resynthesis following intense exercise. *Sports Med* 2002;32:761-784.
- Murphy E, Schwarzkopf R. Effects of standard set and circuit weight training on excess post-exercise oxygen consumption. *J Appl Sport Sci Res* 1992; 6(2): 88-91.
- National Academy Science. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients): A Report of the Panel on Macronutrients, Subcommittees on Upper Reference Levels of Nutrients and Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. Washington, DC. The National Academies Press, 2005.
- Phillips WT, Ziuraitis JR. Energy cost of the ACSM single-set resistance training protocol. *J Strength Cond Res* 2003; 17(2):350-5.
- Poehlman ET. Exercise and its influence on resting energy metabolism in man: a review. *Med. Sci. Sport Exerc* 1989; 21:515-525.
- Poehlman ET, Denino WF, Beckett T, Kinaman KA, Dionne IJ, Dvorak R. et al. Effects of endurance and resistance training on total daily energy expenditure in young women: a controlled randomized trial. *J Clin Endocrinol Metab* 2002; 87:104-9.
- Ratamess NA, Falvo MJ, Mangine GT, Hoffman JR, Faigenbaum AD, Kang J. The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. *Eur J Appl Physiol* 2007; 100:1-17.
- SBC. Sociedade Brasileira de Cardiologia. IV Diretriz Brasileira Sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. *Arq Bras de Cardiol* 2007; 88(Supl I).
- Schuenke MD, Mikat RP, McBride JM. Effect of an acute period of resistance exercise on excess post-exercise oxygen consumption: implications for body mass management. *Eur J Appl Physiol* 2002; 86:411-17.

Siri WE. Body composition from fluid space and density. In: Brozek J, Henschel A, editors. Techniques for measuring body composition. Washington DC: National Academy of Science 1961; 223-244.

Ward SA. Ventilatory control in humans: constraints and limitation. Exp Physiol 2007; 92(2):357-66.

WHO. World Health Organization. Diet, nutrition, and prevention of chronic disease. Geneva: WHO; 2003. (Technical Report Series, 916).

Willardson JM. A Brief review: Factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. J Strength Cond Res 2006; 20(4), 978-984.

Endereço para Correspondência:

Paulo T.V. Farinatti

Mestrado em Ciências da Atividade Física, Universidade Salgado de Oliveira, Rua Marechal Deodoro 211, Bloco C, 1º andar, Centro, Niterói, CEP 24030-060.

Tel/Fax: 21-21384927, E-mail: [pfarinatti@gmail.com](mailto:pfarinatti@gmail.com)

*Recurso audiovisual: datashow - powerpoint*