

INVITED REVIEW (ARTIGO DE REVISÃO)

CONSUMO DE OXIGÊNIO APÓS EXERCÍCIO RESISTIDO: UMA ABORDAGEM CRÍTICA SOBRE OS FATORES DETERMINANTES DE SUA MAGNITUDE E DURAÇÃO

OXYGEN CONSUMPTION AFTER RESISTED EXERCISE: A CRITICAL APPROACH ABOUT THE DETERMINANT FACTORS OF ITS MAGNITUDE AND DURATION

Antonio Gil Castinheiras Neto¹ & Paulo de Tarso Veras Farinatti^{1,2}

1 Programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física – Universidade Salgado de Oliveira. Niterói. Brasil. 24030-060.

2 Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde – Universidade do estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Brasil. 20550-900.

Corresponding author:

Antonio Gil Castinheiras Neto
Rua Evandro de Castro Lima, 114, apto. 108
Recreio dos Bandeirantes
Rio de Janeiro – RJ
CEP 22795-235.
E-mail: antoniogil.ef@gmail.com

RESUMO

CASTINHEIRAS NETO, A. G.; FARINATTI, P. T. V. Consumo de Oxigênio após Exercício Resistido: uma abordagem crítica sobre os fatores determinantes de sua magnitude e duração *Brazilian Journal of Biomotricity*, v. 3, n. 2, p. 96-110, 2009. O exercício contra-resistência (ECR) pode contribuir para o aumento da taxa metabólica de repouso (TMR). É consenso na literatura que o volume da sessão de ECR pode repercutir em maior gasto energético e que, após o exercício, o consumo de oxigênio em excesso (EPOC) pode variar de acordo com a característica do programa de exercício. Contudo, ainda não é possível definir qual ou quais variáveis de prescrição têm maior impacto sobre o EPOC em sessões de ECR. O objetivo do estudo foi efetuar uma revisão da literatura sobre os estudos que se propuseram a investigar as relações entre o EPOC e variáveis de treinamento em ECR. Foram incluídos 17 estudos que investigaram protocolos de ECR sobre a magnitude e/ou duração do EPOC. Deve ser realçada a idéia de que a duração e, conseqüentemente, a magnitude do EPOC, tenderam a ser fortemente influenciadas por fatores relacionados ao delineamento metodológico dos estudos (forma de medir a TMR e período de observação do EPOC). 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.

Palavras-chave: EPOC, fisiologia do exercício, treinamento de força, aptidão física, saúde.



ABSTRACT

CASTINHEIRAS NETO, A. G.; FARINATTI, P. T. V. Oxygen consumption after resisted exercise: a critical approach about the determinant factors of its magnitude and duration. *Brazilian Journal Biomotricity*, v. 3, n. 2, p. 96-110, 2009. Resistance training (RT) may influence resting metabolic rate (RMR) increase. There is a consensus that the volume of RT session may produce a higher caloric expenditure, and that the excess post-exercise oxygen consumption (EPOC) may vary accordingly the purposes of the exercise program. However, it is not yet possible to define what or which prescription variables have greater impact on the EPOC. The aim of the present study was to review the studies that investigated the relationship between the EPOC and training variables. We included 17 studies that investigated the ECR protocols on the magnitude and / or duration of EPOC. It must be emphasized the idea that the duration and, consequently, the magnitude of EPOC, tended to be strongly influenced by factors related to the design methodology of the studies (RMR way of measuring the period of observation and the EPOC). Therefore, we need to define criteria to support the standardization of these methodological issues, on behalf of better comparability between results for the consumption of oxygen during and after sessions of ECR.

Key Words: EPOC, exercise physiology, resistance exercise, physical fitness, health.

INTRODUÇÃO

O gasto energético (GE) proveniente da realização de atividades físicas é um componente fundamental no combate ao sobrepeso e obesidade (SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENDOCRINOLOGIA E METABOLOGIA, 2005). Aspectos como o tipo do exercício, a intensidade, a frequência semanal, a duração, dentre outros, irão influenciar a magnitude do gasto energético acumulado em uma semana, e assim, dependendo da dieta habitual, o exercício pode contribuir para o balanço energético favorável à diminuição do peso corporal, com preservação da massa corporal magra (BRYNER *et al.*, 1999).

Em relação ao impacto do exercício contra-resistência (ECR) sobre o GE, alguns estudos têm demonstrado que a demanda energética neste tipo de exercício é insuficiente para atingir os níveis mínimos de GE recomendados por agências normativas da área da saúde quanto à promoção da saúde da população (*American Heart Association* e *American College of Sports and Medicine*, 2007). Philips e Ziuraitis (2003) estimaram o GE de uma sessão de ECR tradicional (preconizada pela ACSM, 2001) em 135 kcal. Considerando a duração da sessão de ECR estipulada pelo ACSM (2001) de 24 min, o exercício aeróbio de intensidade moderada (6 METs) poderia consumir 189 kcal. A característica intervalada do ECR parece estar na origem da diferença do VO₂ médio entre o exercício aeróbio e o ECR.

Entretanto, vale ressaltar que uma sessão de ECR e exercício aeróbio podem apresentar um mesmo gasto energético quando pareadas pelo VO₂ e duração, mas não um mesmo consumo de oxigênio em excesso após exercício (EPOC). Burleson *et al.* (1998) submeteram jovens treinados à realizarem protocolo de ECR com duas séries à 60% de 1RM em 8 exercícios no formato de circuito, encontrando VO₂ médio equivalente à 44% do VO₂ máx em 27 minutos de treino. Após a detecção do VO₂ médio da sessão contra-resistência, os autores prescreveram uma sessão de exercício aeróbio com mesma intensidade e duração, com o objetivo de comparar possíveis diferenças entre os EPOCs em 90 min de análise. Foi verificado que a sessão de ECR ocasionou maior magnitude do EPOC do que o exercício aeróbio (65 kcal contra 33 kcal = $p < 0,05$), pelo fato do treinamento de força envolver grupamentos musculares diversos, em ambos os segmentos corporais, necessitando de maior VO₂ para a restauração do sistema do estresse gerado.

De forma geral, acredita-se que o ECR pode favorecer a diminuição da gordura corporal e que, uma vez controlada a ingestão calórica, contribuiria com um balanço energético favorável para a manutenção ou perda de peso. De fato, são diversos os estudos que constataram que o ECR pode aumentar a taxa de oxidação lipídica, independentemente

da forma de treinamento (MELBY *et al.*, 1993; BINZEN *et al.*, 2001; THORNTON e POTTEIGER, 2002; Haddock e Wilkin, 2005; Ormsbee *et al.*, 2007; Ratamess *et al.*, 2007). Apenas os estudos de Jamurtas *et al.* (2004) e Melanson *et al.* (2005) não confirmaram esses achados.

Um dos aspectos consensuais sobre o EPOC no ECR refere-se à aceitação de que a reatividade metabólica no pós-exercício decorre de uma combinação de diversas variáveis do treinamento (tais como número de séries, intensidade dos exercícios, intervalo de recuperação entre séries e exercícios, método de treinamento, velocidade de execução do movimento ou modo de prescrição). As diferentes combinações dessas variáveis podem influenciar tanto a magnitude quanto a duração do EPOC, em seus componentes rápido, lento e ultra-lento (MATSUURA *et al.*, 2006).

Para Gaesser e Brooks (1984), a base metabólica do EPOC pode ser analisada a partir dos fatores que a influenciam, como os níveis de catecolaminas, tiroxinas, glicocorticóides, metabolismo de ácidos graxos e temperatura corporal. No componente rápido, o reabastecimento dos estoques de oxihemoglobina e oximioglobina, a restauração dos fosfagênios e a energia necessária para a reconversão do lactato em glicogênio explicariam até $\frac{1}{3}$ do EPOC em sua fase rápida (BANGSBO *et al.*, 1990). Fatores como o aumento da temperatura corporal, da hiperemia e da ventilação elevada também poderiam ter relação com um maior consumo de oxigênio na primeira hora subsequente a uma sessão de treinamento com ECR (BORSHEIM e BARH, 2003). Além disso, associam-se ao componente lento ou prolongado do EPOC o aumento no metabolismo dos ácidos graxos, maior concentração de catecolaminas, presença do cortisol e lesão muscular induzida por estratégias de treinamento, dentre outras variáveis que podem justificar um EPOC aumentado por vários dias (GAESSER e BROOKS, 1984; DOLEZAL *et al.*, 2000).

Entretanto, há mais discordância do que consenso entre os estudos disponíveis. Alguns deles sustentam que, mesmo após sessões extenuantes de ECR, o EPOC não seria significativo para um gasto energético diário importante (BINZEN *et al.*, 2001). Outros, porém, indicam que a TMR pode permanecer aumentada em 20% por até 39 horas (SCHUENKE *et al.*, 2002). 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 GE.

Quando analisamos somente o EPOC em ECR Thornton e Potteiger (2002) verificaram que os valores podem ser pouco expressivos para um balanço energético negativo. Utilizando protocolo de ECR envolvendo duas séries de 8RM, com um minuto de intervalo entre séries em nove exercícios, os autores encontraram em 20 minutos de duração o equivalente à 11 kcal de gasto calórico após sessão de exercício.

Por outro lado, deve-se mencionar que alguns estudos relataram valores importantes de EPOC decorrente de exercícios resistidos (SCHUENKE *et al.*, 2002). Schuenke *et al.* (2002) após submeter homens jovens treinados a realizar quatro séries no formato circuito de 10RM, com intervalo de recuperação de dois minutos em três exercícios, encontraram importante magnitude e duração do EPOC (775 kcal em 39 horas de duração).

Os fatores determinantes da duração e da magnitude do EPOC em ECR ainda não estão bem estabelecidos. Os poucos estudos que identificaram EPOC prolongado e de grande magnitude foram passíveis de interferência de fatores extrínsecos, como efeito térmico dos alimentos e nível de atividade física habitual durante o período de observação (BINZEN *et al.*, 2001). Na verdade, há conflito entre os resultados disponíveis na literatura até mesmo quando protocolos de ECR similares são realizados, devido a diferentes

desenhos experimentais.

A discrepância entre os resultados dos estudos disponíveis, aliada à variedade de métodos por ele aplicados, faz pensar na necessidade de uma revisão sobre o tema. O objetivo do presente estudo, então, é revisar a literatura sobre o EPOC decorrente de sessões de ECR, destacando-se: a) magnitude e duração dos EPOC relatados; b) diferenças metodológicas entre os estudos; c) possível influência de variáveis potencialmente intervenientes. Uma discussão acerca dos possíveis fatores de influência do EPOC pode explicar a disparidade dos resultados dos diversos estudos envolvendo ECR e EPOC e a dificuldade na comparabilidade dos dados reportados.

Enfim, são discutidas formas de controlar diversas variáveis estranhas visando aumentar a confiabilidade da medida a partir de sugestões técnico-laboratoriais quanto à metodologia a ser empregada.

Métodos

Foram utilizadas as seguintes estratégias para a detecção e inclusão dos estudos:

1) Foram incluídos os estudos que testaram exclusivamente estratégias de ECR, possibilitando a análise dos protocolos de ECR propostos sobre o EPOC. Foram selecionados os artigos com experimentos randomizados e que apresentaram suas respectivas análises estáticas adequadas à explicação dos objetivos propostos. Amostras compostas por indivíduos adultos jovens, de ambos os sexos, aparentemente saudáveis ou obesos, treinados, moderadamente treinados ou não-treinados em exercício contra-resistência. Os experimentos foram realizados em equipamentos isotônicos. O método considerado para a mensuração do consumo de oxigênio foi a calorimetria indireta.

2) A busca pelos artigos iniciou-se após mapeamento das referências dos artigos de revisão publicados (LA FORGIA *et al.*, 2006; MATSUURA *et al.*, 2006; BORSHEIM e BAHR, 2003; MEIRELLES *et al.*, 2004), que fora complementada por busca nas bases de dados *Medline* (1966-2008) e *Bireme* (*Lilacs* [1982-2008], *Biblioteca Cochrane* [1993-2008] e *SciELO* [1997-2008]).

Características metodológicas dos estudos

Os protocolos experimentais de ECR propostos pelos estudos foram bastante diversificados: o volume variou entre uma (HADDOCK e WILKIN, 2005) e oito séries (DOLEZAL *et al.*, 2000), sendo 2 séries o valor modal. A intensidade variou entre 25 e 85% de 1RM (HUNTER *et al.*, 2003; THORNTON e POTTEIGER, 2002), sendo a moda 75% de 1RM. O método de treinamento mais utilizado foi o de séries múltiplas (75%) (ELLIOT *et al.*, 1992; MURPHY e SCHWARZKOPF, 1992; MELBY *et al.*, 1993; DOLEZAL *et al.*, 2000; BINZEN *et al.*, 2001; THORNTON e POTTEIGER, 2002; HUNTER *et al.*, 2003; JAMURTAS *et al.*, 2004; HADDOCK e WILKIN, 2005; MELANSON *et al.*, 2005; RATAMESS *et al.*, 2007), seguido do método em circuito (47,5%) (ELLIOT *et al.*, 1992; MURPHY e SCHWARZKOPF, 1992; OLDS e ABENERTHY, 1993; HALTOM *et al.*, 1999; SCHUENKE *et al.*, 2002; HADDOCK e WILKIN, 2005; ORMSBEE *et al.*, 2007) e *super-slow* (12%) (HUNTER *et al.*, 2003; BINZEN *et al.*, 2001; DOLEZAL *et al.*, 2000). O intervalo de recuperação entre séries e exercícios variou entre 20 seg (HALTOM *et al.*, 1999) e 5 min (RATAMESS *et al.*, 2007), sendo a moda de 1min. Quanto ao EPOC especificamente, sua magnitude oscilou entre $\approx 5,5$ kcal (THORNTON e POTTEIGER, 2002) e ≈ 775 kcal (SCHUENKE *et al.*, 2002), com mediana de 55 kcal. A duração do EPOC variou entre 15min (HUNTER *et al.*, 2003) e 48h (DOLEZAL *et al.*, 2000). Uma duração acima de 1h foi encontrada em 7 estudos, sendo em 3 deles superior a 24hs.



Quatro estudos encontraram EPOC significativo em 1h de análise, enquanto outros 10 estudos relataram duração inferior a 1h, sendo a moda de 30min. Durante a medida do EPOC, o intervalo entre as medidas variou entre 5min (RATAMESS *et al.*, 2007) e 24h (DOLEZAL *et al.*, 2000).

Foi verificado que a maioria dos estudos selecionou sujeitos familiarizados com ECR, saudáveis e jovens (25 ± 6 anos), sendo 25% mulheres e 75% homens. Não foram encontrados estudos que apreciaram as respostas de EPOC em ECR realizado por grupos com necessidades especiais, como idosos, cardiopatas, gestantes, portadores de distúrbios endócrino-metabólicos (hipo/hipertireoidismo, diabetes mellitus) ou crianças.

A espirometria foi a técnica aplicada para avaliar a taxa metabólica de repouso, o gasto energético da sessão e o EPOC.

A frequência cardíaca (FC) (OLDS e ABENERTHY, 1993; BRULESON *et al.*, 1998; HUNTER *et al.*, 2003; CROMMET e KINZEY, 2004; DRUMMOND *et al.*, 2005; RATAMESS *et al.*, 2007), a ventilação pulmonar (VE) (BURLESON *et al.*, 1998; THORNTON e POTTEIGER, 2002; RATAMESS *et al.*, 2007), a concentração sanguínea de lactato (La) (BURLESON *et al.*, 1998; BINZEN *et al.*, 2001; THORNTON e POTTEIGER, 2002; HUNTER *et al.*, 2003; RATAMESS *et al.*, 2007), a dosagem de enzimas como a creatinafosfoquinase (CPK) (DOLEZAL *et al.*, 2000), o quociente respiratório (RER) (MELBY *et al.*, 1993; OLDS e ABENERTHY, 1993; BRULESON *et al.*, 1998; BINZEN *et al.*, 2001; THORNTON e POTTEIGER, 2002; CROMMET e KINZEY, 2004; JAMURTAS *et al.*, 2004; HADDOCK e WILKIN, 2005; MELANSON *et al.*, 2005; ORMSBEE *et al.*, 2005; RATAMESS *et al.*, 2007) e a temperatura corporal (OLDS e ABENERTHY, 1993) também foram incluídos na metodologia dos estudos com o objetivo de esclarecer possíveis mecanismos fisiológicos associados à magnitude e, principalmente, à duração do EPOC (RATAMESS *et al.*, 2007).

Componente rápido

É importante destacar que dos 13 estudos que encontraram EPOC com duração igual ou menor que uma hora, apenas cinco limitaram em medir o EPOC pelo mesmo período de tempo do valor reportado para a duração do EPOC, ou seja, em apenas cinco estudos o EPOC foi interrompido sem que os seus valores retornassem à linha de base. Pode-se contestar a duração do EPOC nesses estudos, uma vez que se houvesse continuidade da medida uma maior magnitude e duração poderiam ser visualizadas. Porém, apenas 30% das pesquisas apresentaram esta limitação metodológica.

Dos estudos que publicaram resultados pouco expressivos do EPOC quanto ao componente rápido, iremos destacar a metodologia de treinamento para os três maiores e menores EPOCs (magnitude), com o intuito de observar diferenças entre os protocolos de ECR proposto que pudessem explicar os resultados diversos.

O estudo que relatou maior magnitude foi o de Burleson *et al.* (1998), com 95 kcal em 30 min de análise [circuito com 2 séries de 10 repetições 60% de 1RM; intervalo entre séries 45-60seg; 8 exercícios em 27 min de duração da sessão].

Em seguida, Crommet e Kinzey (2004) encontrou magnitude de 67 kcal em 60 minutos de duração do EPOC [séries múltiplas com 3 séries de 10RM; intervalo de recuperação de 1 minuto em 5 exercícios em 27 minutos de duração].

Ratamess *et al.* (2007), investigaram a influência de diferentes intervalos de recuperação entre séries sobre o EPOC em ECR, encontrando magnitude do EPOC de 59 kcal em 30 minutos de análise [séries múltiplas de 5 séries de 5RM; intervalo de recuperação de 30 segundos em apenas um exercício em 4,4 minutos de duração].



Apenas uma variável de prescrição parece ter influenciado a magnitude do componente rápido do EPOC, dentre os três estudos destacados: o curto intervalo de recuperação entre séries e exercícios (menor que um minuto).

Dentre os três estudos de menor repercussão sobre a magnitude do EPOC em seu componente rápido estão: Thornton e Potteiger (2002); Ormsbee *et al.* (2007) e Murphy e Schwarzkop (1992).

Thornton e Potteiger (2002) em protocolo de ECR prescrito por séries múltiplas com 2 séries de 8 repetições à 85% de 1RM; intervalo de 1 minuto em 9 exercícios com duração total de 23 min, encontraram magnitude do EPOC de $11,0 \pm 1,9$ kcal em 20 minutos de duração.

Ormsbee *et al.* (2007) aplicando circuito, com 3 séries à 85% de 10RM; intervalo de 1 minuto em 10 exercícios e 70 minutos de duração, encontrou magnitude do EPOC de 10,6 kcal em 45 minutos de duração.

Já Murphy e Schwarzkop (1992), optou por séries consecutivas com 3 séries à 80% de 1 RM; intervalo de recuperação de 2 minutos em 8 exercícios com duração de 40 minutos, reportando magnitude do EPOC de 13,5 kcal em 15 minutos de duração.

A intensidade como variável de prescrição parece influenciar pouco a magnitude do EPOC, pois dentre os estudos destacados todos exigiram trabalhar em percentuais da força voluntária acima de 80%).

Ainda, se confrontarmos o protocolo de maior repercussão sobre a magnitude do EPOC em sua fase rápida proposto por Burlson *et al.* (1998) com o de Ormsbee *et al.* (2007) (menor magnitude) verifica-se que não somente a intensidade, mas o número de séries, de exercícios, além da duração da sessão, são maiores para o estudo que reportou menor EPOC.

Desta forma, Inicia-se esta seção, discutindo os reais fatores de influência da magnitude e duração do EPOC em ECR.

Talvez a diferença entre delineamentos metodológicos para a mensuração do EPOC possa explicar o fato de estudos similares apresentarem resultados diferentes, já que no estudo de Thornton e Potteiger (2002) a medida do EPOC iniciou após 20 minutos, o que pode ter subestimado os valores do gasto calórico após o exercício.

A duração da medida da TMR controle inferior a 30 minutos também pode influenciar os resultados, uma vez que em uma TMR superestimada quando confrontada com os valores pós-exercício pode interferir na fidedignidade dos valores reportados, principalmente quanto à duração do EPOC.

Outra problemática relativa a comparação entre os estudos é o fato de não haver padronização para a descrição dos resultados, pois, nem sempre há estimativa o gasto calórico líquido (*Net Caloric Cust*) da sessão, o que facilitaria a interpretação dos resultados.

É difícil atribuir dentre os estudos que encontraram duração do EPOC inferior a uma hora a influência de alguma variável de prescrição sobre o EPOC (Tabela 1). Como descrito, mesmo em protocolos de ECR similares são encontrados valores de magnitude e duração por demais diferenciados. Vale ressaltar que delineamentos experimentais diferentes podem produzir, igualmente, resultados diversos (BORSHEIM e BARH, 2003).

Tabela 1 - Amostra, sessão de treinamento, resultados de estudos que investigaram o EPOC em ECR.

Estudos	Amostra	Protocolos	Tempo de Medida	Duração do EPOC	Magnitude do EPOC
Elliot et al. (1992)	4H-T e 5M-T (25,5)	4 séries (C) de 15 rep a 50% 1RM, int. 30 s e 3 séries (S) 5 rep a 85% 1RM, int. 90 s (8 E)	90 min	30 min	49±2 Kcal e 51±3 Kcal
Murphy e Schwarzkopf (1992)	10M-T (22±2)	3 séries (C) 50% de 1RM, int. 30 s e 3 séries (S) 80% de 1RM, int. 2 min (6 E)	20 min	20 min e 15 min	25 Kcal e 13,5 Kcal
Melby et al. (1993)	7H-T (30±8)	6 séries (S) 70% 1RM, int. 3 min e 5 séries (S) 70% 1RM, int. 4 min (10 E)	15 h	15 h	15 h = 113kcal e 114kcal
Olds e Abenethy (1993)	7H-T (34±14)	2 séries (S) 75% 1RM, int. 3,5 min e 2 séries (S) 60% 1RM, int. 3,5 min (7 E)	5 h	60 min	41,1±4 Kcal e 32,5±3 Kcal
Burleson et al. (1998)	15H-T (22±2)	2 séries (C) a 60% 1RM, int. 45-60 s (8 E-27min)	90 min	30 min	95Kcal
Haltom et al. (1999)	7H-T (27±1)	EA (caminhada) 44% do VO2máx (27min)	60 min	60 min	51±2 Kcal e 37±2 Kcal
Dolezal et al. (2000)	9H-NT e 9H-T (20,7±2,1)	2 séries (C) de 8 rep a 75% de 20RM, int. 20s e 2 séries (C) de 20 rep a 75% de 20RM, int. 60 s (8 E)	72h.	48hs	2,141±34Kcal e 2,062±89Kcal
Thornton e Pottelger (2002)	14M-T (27±5)	8 séries (S) 6RM, 4 s exc, int. 3 min (1 E)	120 min	20 min	11,0±1,9 Kcal e 5,5±1,3
Schuenke et al. (2002)	7H-T (22±3)	2 séries (S) de 8 rep a 85% 1RM, int. 1 min e 2 séries (S) de 15 rep a 45% 1RM, int. 1 min (9 E)	48h	39h	776 kcal
Hunter et al. (2003)	7H-T (24±3)	4 séries 10RM, int. 120 s (3 E)	22 h	15 min	41 Kcal e 33,5 kcal
Jamurtas et al. (2004)	10H-T (22±2)	2 séries (S) de 8 rep a 65% 1RM, 1 s conc./1 s exc., int. 1 min e 2 séries (S) de 8 rep a 25% 1RM, 10 s conc./5 s exc., int. 1 min (10 E)	72 h	24h	152Kcal e 288Kcal
Crommet; Kinzey (2004)	10M-NT-NO (19,5±0,5) e 7M-NT-O (20,4±0,5)	4 séries (S) 8-12RM (10 E-50min) EA (corrida) 70-75% do VO2máx (60min)	60min	60min	1) NO = 67Kcal e O = 90Kcal; 2) NO = 67Kcal e O = 95Kcal
Kang et al. (2005)	11H-MT (21±2)	EA (bicicleta) 60-65%VO2máx (12min)	40 min	10 min	24 kcal
Haddock e Wilkin (2005)	15M-T (24,2)	4 séries (S) a 60% de 1RM, int. 3 min 4 séries (S) a 75% de 1RM, int. 3 min 4 séries (S) a 90% de 1RM, int. 3 min (1 E)	120 min	120 min	27 kcal e 14 kcal
Ratamess et al. (2007)	8H-T (21±2)	3 séries (S) 8RM, int. 1,5 min e 1 série (S) 8RM, int. 1,5 min (9 E)	30 min	30 min	22,5±8 Kcal e 22,3±5 Kcal
Mazzetti et al. (2007)	9H-T (20±2)	5 séries (S) 75% 1RM (10 rep), int. 5 min e 5 séries 85% 1RM (5 rep), int. 5 min (1 E)	60 min	45 min	44,3kcal e 46,4kcal
Ormsbee et al. (2007)	8H-T (24±0,7)	4 séries (S) 60% 1RM, int. 90 s, 2 s conc e exc; 4 séries (S) 60% 1RM, int. 90 s, 2 s conc e 1 s exc e 6 séries (S) 80% 1RM, int. 90 s, 2 s conc e 1 s exc (1 E)	45min	45min	49,2 kcal, 58,4 kcal e 39 kcal
Farinatti et al. (2008)	10M-T (22±2)	3 séries (C) 85% de 10RM, int. 90 s (6 E)	20 min	20 min	10±6,0kcal
		3 séries (S) de 10RM, int. 3 min (exercícios= supino, desenvolvimento e triceps), 3 séries (S) de 10RM, int. 3 min (exercícios= triceps, desenvolvimento e supino)	20 min	20 min	60±3 Kcal e 57±1 Kcal

H: homens; M: mulheres; T: treinados; NT: não-treinado; MT: moderadamente treinado; NO: não-obesas; O: obesas; (Idade): média±desvpad; 1RM: uma repetição máxima; RM: repetições máximas; int.: intervalo de recuperação; C: séries em circuito; S: séries consecutivas; conc.: fase concêntrica; exc.: fase excêntrica.

Componente Lento

É compreendido que quando o exercício for exaustivo algumas variáveis fisiológicas podem permanecer elevadas por longos períodos de tempo. De forma geral, é aceito que o componente lento do EPOC possa ser apreciado quando o EPOC permanecer elevado por várias horas. Dentre os estudos localizados, seis observaram o EPOC por períodos superiores a uma hora (Melby et al., 1993; Melanson et al. 2005; Dolezal et al., 2000; Schuenke et al., 2002; Jamurtas et al., 2004; Haddock; Wilkin, 2005). Destes, três o fizeram por mais de 24 horas (Dolezal et al., 2000; Schuenke et al., 2002; Jamurtas et al., 2004).

Quatro estudos publicaram duração do EPOC entre uma e 24 horas. Assim, é descrito abaixo a característica do protocolo de ECR sugerido pelos autores e seus achados.

Jamurtas et al (2004) em experimento envolvendo séries múltiplas [4 séries de 8-12RM, em 10 exercícios com duração de 60 min], encontraram EPOC com duração de 24 horas e magnitude de 152 kcal.

Já Haddock e Wilkin (2005) prescrevendo séries múltiplas de 3 séries de 8RM; intervalo de 90 seg em 9 exercícios e duração de 63 min, encontrou magnitude do EPOC equivalente a $22,5 \pm 8,0$ kcal em 2 horas de análise.

Melby et al. (1993), também utilizando protocolo de alta intensidade e volume (6 séries de 12 repetições com 70% 1RM, intervalo de 3 min, envolvendo 9 exercícios com duração de 90 min) encontraram após 15 horas magnitude de 114 kcal.

Melanson et al. (2005) também utilizando séries múltiplas com 4 séries de 10RM; intervalo de 1 minuto em 10 exercícios e duração de 70 minutos, encontrou em 24 horas de análise 327 kcal.

Nota-se um elevado número de séries dentre os experimentos. A duração das sessões foi sempre superior a 60 minutos, o que nos remete pensar que a repercussão deste modo de prescrição sobre o EPOC pode ter impacto significativo tanto na duração, quanto na magnitude do EPOC. Desta forma, é possível determinar que em até 24h, o EPOC pode propiciar um gasto calórico diário efetivo e que pode variar entre 22 e 327 kcal.

A grande diferença entre os valores reportados por Haddock e Wilkin (2005) dos demais parece ser sustentada pela limitação desse estudo de mensurar o EPOC por tempo fixado em 2 h. Talvez se houvesse continuidade da medida a magnitude e duração do EPOC seria maiores.

Em relação ao componente lento, os autores atribuem à taxa de oxidação lipídica a justificativa teórica para o EPOC que perdura por várias horas (MELANSON *et al.*, 2005; MELBY *et al.*, 1993). Esse pressuposto leva em consideração o ciclo triacilglicerol ácidos-graxos mediado por catecolaminas que por sua vez influencia o RER (*resting metabolic rate-RER* ou quociente respiratório-QR).

Vale ressaltar que Bahr e Maehlum (1986), em resposta ao hipotético componente lento do EPOC, já mencionavam que o aumento prolongado do metabolismo após o exercício pode ser um reflexo do desenho experimental e não resultado do estímulo do exercício. Poucos estudos preocupam-se em descrever os procedimentos adotados durante o período de observação dos desenhos experimentais, o que possibilita viés metodológico à fatores de influência do EPOC.

Componente Ultra-Lento

Alguns estudos referem-se ainda a um componente ultra-lento do EPOC, quando a TMR permanece elevada por mais de 24h após sessão de ECR (THORTON e POTTEIGER,

2002; MEIRELLES e GOMES, 2004).

Sabendo que a TMR pode ser alterada por desequilíbrios causados ao organismo, Dolezal *et al.* (2000) submetem dois grupos de sujeitos jovens (treinados e não treinados) a um protocolo de ECR de alta intensidade (8 séries de 6 RM), em um único exercício (*leg-press*), enfatizando o componente excêntrico da contração muscular (4 segundos de duração). O propósito era observar a associação entre o aumento da dosagem de CPK com o período de observação da TMR após o experimento. Assim, a TMR e o nível de CPK foram mensurados por até 72h após a sessão de ECR, em períodos com intervalo de 24h. Em comparação à TMR controle, houve diferença significativa nas duas manhãs seguintes (24 e 48h), intra e inter-grupos. O EPOC do grupo não treinado foi maior em 124 ± 35 kcal do que o grupo treinado no primeiro dia após a sessão (0-24h) e 82 ± 29 kcal maior no segundo dia (24-48h). Porém, os autores não relataram o quanto a TMR esteve acima da medida controle, o que dificulta a compreensão do quanto esse modo de prescrição realmente interferiu na TMR a ponto de mantê-la aumentada por vários dias. Concluiu-se que o ECR com ênfase no componente excêntrico causaria um distúrbio importante à homeostase do organismo e que esse desarranjo metabólico poderia perdurar por até 48h.

Alguns questionamentos decorrem dos resultados do estudo de Dolezal *et al.* (2000): a ênfase na contração muscular excêntrica pode realmente ser um fator determinante do EPOC prolongado? Por que estudos com sessões mais extenuantes de ECR apresentam EPOC com magnitude e duração inferiores? E em protocolos similares, por que existem resultados tão dissonantes? O que explicaria, por exemplo, a mesma duração de EPOC entre sujeitos treinados e não-treinados?

Pode-se contestar tanto a heterogeneidade das amostras, uma vez que o nível de treinamento está associado à maior ou menor recuperação dos sistemas após grande estresse metabólico (SHORT e SEDLOCK, 1997), quanto o desenho experimental, pois os procedimentos para a coleta dos dados no período de observação após a sessão de ECR não são claros. Nesse sentido, menciona-se o estudo de Binzen *et al.* (2002), propondo um protocolo experimental também com velocidades controladas em 2seg para a fase concêntrica e 4seg para a fase excêntrica, porém em sessão bem mais desgastante, envolvendo 3 séries de 10RM e 1min de intervalo em 10 exercícios. Os autores relataram duração de apenas 60 min para o EPOC.

Novamente, voltando ao confronto de dados, pode-se questionar: porque o estudo de Binzen *et al.* (2001), apesar de maior desgaste fisiológico, o EPOC tendeu a retornar à linha de base em 60 minutos?

Sabe-se que ocorre uma flutuação da TMR devido à influência de fatores ambientais, como o estresse, condições climáticas, etc (SCHMIDT *et al.*, 1996). Estudos como o de Jamurtas *et al.* (2004) fornecem informações valiosas quanto às oscilações da TMR medida por vários dias. Esses autores avaliaram que o gasto energético diário pode aumentar até 10% após sessão de ECR nas 24h subseqüentes à sessão de ECR e que o EPOC pode perdurar por até 48h. Surpreendentemente, o grupo controle desse estudo, no período 48-72h, aumentou o gasto energético diário em algo equivalente a 50% do aumento da TMR do grupo experimental, nas primeiras 24h de observação. Isso indica que há dificuldades de controlar variáveis que possam interferir na resposta metabólica, principalmente em seu componente lento ou ultra-lento.

Em desenho experimental sofisticado, Schuenke *et al.* (2002) investigaram a duração do EPOC submetendo um grupo experimental de jovens treinados a protocolo de ECR (4 séries de 10RM) em apenas 3 exercícios e analisaram o impacto desta atividade na TMR.



Adicionalmente, objetivando validar a mensuração da TMR e eliminar os possíveis efeitos do ciclo circadiano, esta foi aferida em três momentos do dia (07:00; 12:00 e 17:00h.). As médias do dia controle (manhã, meio-dia e tarde) foram confrontadas com as médias dos períodos delineados após sessão de exercício. Encontrou-se um EPOC elevado por até 39h, com magnitude de 20% da TMR após 24h e 19% após 39h, o que representaria um gasto adicional de ≈ 775 Kcal.

São muitas as inconsistências em relação aos desenhos experimentais adotados pelos estudos que se propuseram a observar o EPOC em sessões de ECR. Alguns estudos buscam controlar a dieta pré-exercício e durante o período de observação (DOLEZAL *et al.*, 2000) enquanto outros não realizaram o controle nas subseqüentes medidas do EPOC (ELLIOT *et al.*, 1992; OLDS e ABENERTHY, 1993; MURPHY e SCHWARZKOPF, 1992; HALTOM *et al.*, 1999; HUNTER *et al.*, 2003; KANG *et al.*, 2005; FARINATTI *et al.*, 2008). A medida da taxa metabólica de repouso (TMR) tem sido medida por diferentes períodos, variando de 5 minutos (MURPHY e SCHWARZKOPF, 1993) à 30 minutos (ORMSBEE *et al.*, 2007). Pode-se cogitar problemas de homogeneização das amostras quanto ao nível de treinamento (DOLEZAL *et al.*, 2000) e metabolismo de repouso (OLDS e ABENERTHY, 1993). Enfim, poucos estudos utilizaram grupo ou medida controle para determinar a TMR em condições similares à do EPOC ou apresentou o gasto calórico líquido da sessão. Todos esses fatores dificultam a compreensão e comparação dos dados disponíveis.

Uma discussão em torno da medida da taxa metabólica em experimentos envolvendo o ECR

Após analisar o conflito de dados referente ao comportamento do EPOC em ECR, serão sugeridas formas de controlar as variáveis estranhas visando aumentar a confiabilidade da medida a partir da adoção de procedimentos metodológicos. Isso irá contribuir para um melhor entendimento dos fatores de influência que o ECR possa dispor sobre o EPOC.

Alguns autores sugerem controlar as variáveis de prescrição do ECR, visando identificar aquela que poderá promover maior gasto energético, para melhor compreensão da influência do ECR sobre o EPOC (MEIRELLES e GOMES, 2004).

Em detrimento a esse posicionamento se verificou nesta revisão que independente da análise isolada de uma variável, a combinação destas para um maior volume ou intensidade de uma sessão de ECR ou mesmo a característica do método aplicado, deve-se admitir a diferença entre os protocolos de exercício, mas não a adoção de protocolos distintos para a mensuração de uma mesma variável após o exercício.

Assim, uma padronização dos procedimentos metodológicos envolvendo a aferição da taxa metabólica após o ECR poderá fornecer subsídios para comparações entre os protocolos experimentais. Também poderá ainda contribuir para que sejam realizadas inferências sobre a magnitude do EPOC entre métodos distintos de ECR e para quantificação do dispêndio energético necessário para calcular a ingestão calórica diária, a fim de prescrever dietas hipocalóricas, de manutenção do balanço energético ou hipercalóricas.

Alguns dados devem ser discutidos: qual o tempo ideal para o jejum antes da medida da TMR? Será que longos períodos não favoreceriam a chance de se cometer o erro do tipo I e a validade externa do estudo? E em períodos curtos, será que há tempo suficiente para a estabilização do VO_2 ? E o controle dietético? Será que o efeito térmico dos alimentos não pode interferir nos valores do EPOC? Deve-se adotar a confiabilidade da medida do VO_2 em dois ou mais dias, visando determinar a reprodutibilidade do desenho experimental? A confiabilidade da carga máxima dos testes de força também necessita

ser empregado? E qual posição corporal deve se adotada durante o período de mensuração?

Realmente existem sérias dificuldades para conseguir um desenho experimental indevassável, porém, o comprometimento do pesquisador deve ser sempre coerente com seu objetivo.

A confiabilidade de uma medida é fundamental para que um pesquisador possa garantir a qualidade e o significado dos dados de um estudo (HOPKINS, 2000). Considerando que a TMR pode variar devido a diversas causas (COMPHER *et al.*, 2006), haveria a necessidade dos estudos adotarem a realização de testes de reprodutibilidade da medida, o que é corroborado por Leff *et al.* (1987).

Da mesma forma, quanto à determinação da força máxima, poucos estudos buscaram avaliar o nível de confiabilidade inter-avaliadores. Assim, os estudos podem ter subestimado os valores de carga aplicados nos testes, admitindo possíveis diferenças entre teste e re-teste no ECR, devido a diversas causas (PEREIRA e GOMES, 2003). Esta limitação pode ter interferido no valor de EPOC relatados.

No tocante ao componente rápido do EPOC, o reabastecimento dos estoques de oxihemoglobina e oximioglobina, a restauração dos fosfagênios e a energia necessária para a reconversão do lactato em glicogênio podem explicar até $\frac{1}{3}$ do EPOC (BANGSBO *et al.*, 1990). A fim de não subestimar o gasto energético após o ECR, a medida deve iniciar imediatamente após o término da sessão para que não seja desperdiçada essa grande porção do EPOC.

Em relação ao efeito térmico dos alimentos, Ravussin e Swinburn (1992), corroboram que a TMR pode ser fortemente alterada pelos processos de digestão e absorção dos nutrientes. O controle dietético pré-testes passa a ser necessário quanto à minimização deste efeito. Outro fator que pode alterar a TMR versa sobre a medida realizada após períodos de jejum prolongado, que foge de um padrão alimentar habitual e pode interferir na validade externa do estudo (LA FORGIA *et al.*, 2006).

A posição corporal supinada tem sido a mais adotada e parece ser conveniente. A medida controle deve ser reportada no corpo do texto, assim como, ser utilizada para a determinação do gasto energético líquido da sessão, a fim de facilitar a comparabilidade entre os estudos.

No que tange o tempo de análise do EPOC, sua padronização deve ser baseado no sistema energético requerido ou por pressuposto teórico? Parece correto ficar a critério do autor o tempo de análise das variáveis metabólicas.

Abaixo, na figura 1, um gráfico ilustrativo exemplifica o comportamento do consumo de O_2 durante uma sessão de ECR e o descenso do VO_2 , desde o término dos exercícios até 30 minutos de EPOC.

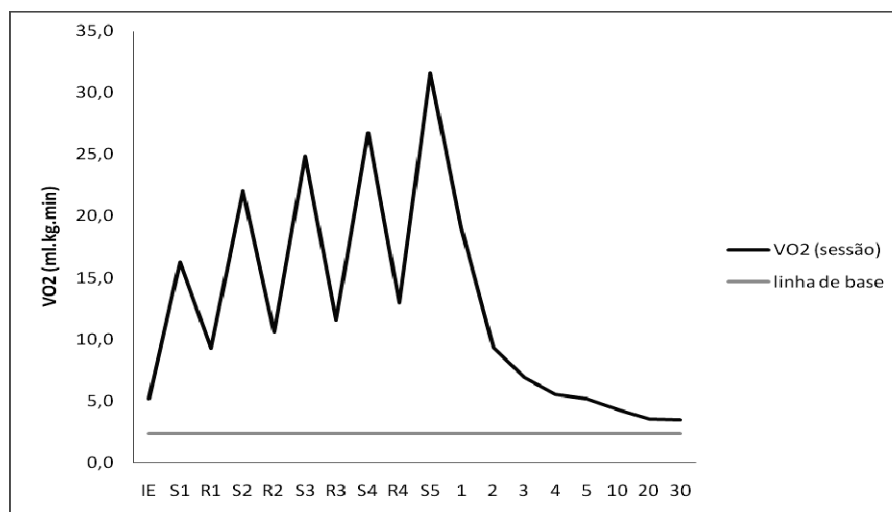


Figura 1 - Cinética do VO_2 e do EPOC em ECR: magnitude e duração. VO_2 relativo ao exercício de *leg-press*, realizado em 5 séries de 10 rep (carga de 15 repetições máximas) com 1 minuto de intervalo entre séries. Reprodução de dados coletados em nosso laboratório. IE= início do exercício; S1 à S5= primeira à quinta série; R1 à R4= primeiro ao quarto intervalo de recuperação; algarismos numéricos= duração do período de observação em minutos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se estabelecer que não há evidências consistentes na literatura que suportem o componente ultra-lento do EPOC em ECR. Foi verificado que na maioria dos estudos existe tendência do EPOC retornar à linha de base em até 60 minutos. As oscilações do VO_2 após várias horas parecem decorrer de fatores que possam influenciar a TMR.

A realização da medida controle da TMR deve respeitar um período de tempo necessário para o repouso do indivíduo. O gasto energético líquido da sessão deve ser conseguido subtraindo os valores brutos do EPOC pelos valores da TMR em uma mesma duração. Deve-se evitar medir a TMR em condições não habituais, evitando a ocorrência do erro do tipo I quando são confrontados os valores do EPOC com valores da TMR.

Não é possível definir se uma ou outra estratégia de ECR foi mais eficiente para promover maior EPOC, visto que os valores encontrados são por demais variados, mesmo sob protocolos de exercício similares.

Pode-se concluir que mesmo havendo um número razoável de publicações acerca do tema EPOC e ECR, carecem informações fidedignas sobre os fatores de influência do EPOC quanto à influência das variáveis do ECR.

Recomenda-se ampliar a discussão entorno das críticas aqui levantadas sobre os procedimentos laboratoriais a ser seguidos para uma maior confiabilidade dos valores de EPOC, assim como, a elaboração de um protocolo mais robusto para o estudo do EPOC em longos períodos de tempo a fim de compreender de que forma o ECR pode contribuir para o aumento da TMR como efeito subagudo.

REFERÊNCIAS

- ACSM. American College of Sports Medicine. Position stand: progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exer.* 34:364–80, 2002.
- BANGSBO, J.; GOLLNICK, P. D.; GRAHAM, T. E.; JUEL, C.; KIENS, B.; MIZUNO, M.;

- SALTIN, B. Anaerobic Energy Production and O₂ Deficit-debt relationship during exhaustive exercise in humans. *J Physiol* v. 422, p. 539-559, 1990.
- BAHR, R.; MAEHLUM S. Excess post-exercise oxygen consumption: A short review. *Acta Physiologica Scandinavica*, v. 128, p. 99-104, 1986.
- BINZEN, C. A.; SWAN, P. D.; MANORE, M. M. Postexercise oxygen consumption and substrate use after resistance exercise in women. *Med Sci Sports Exerc*, v. 33, p. 932-38, 2001.
- BORSHEIM, E.; BAHR, R. Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. *Sports Med*, v. 33, p. 1037-1060, 2003.
- BRYNER, R. W.; ULLRICH, I. H.; SAUERS, J.; DONLEY, D. Effects of Resistance vs. Aerobic Training Combined With an 800 Calorie Liquid Diet on Lean Body Mass and Resting Metabolic Rate. *J Am Col Nutr*, v. 18, p. 115-121, 1999.
- BURLESON JR, M. A.; O'BYANT, H. S.; STONE, M. H.; COLLINS, M. A.; TRIPLETT-MCBRIDE, T. Effect of weight training exercise and treadmill exercise on post-exercise oxygen consumption. *Med Sci Sports Exerc*, v. 30, p. 518-522, 1998.
- COMPHER, C.; FRANKENFIELD, D.; KEIM, N.; ROTH-YOUSEY, L. Best practice methods to apply to measurement of resting metabolic rate in adults: a systematic review. *J Am Diet Assoc*, v. 106, p.881-903, 2006.
- DOLEZAL, B. A.; POTTEIGER, J. A.; JACOBSEN, D. J.; BENEDICT, S. H. Muscle damage and resting metabolic rate after acute resistance exercise with an eccentric overload. *Med Sci Sports Exerc*, v. 32, p. 1202-1207, 2000.
- DRUMMOND, M. J.; VERHRS, P. R.; SCHAALJE, G. B.; PARCELL, A. C. Aerobic and Resistance Exercise Sequence Affects Excess Postexercise Oxygen Consumption. *J Strength Cond Res*, v. 19, p. 332-337, 2005.
- ELLIOT, D. L.; GOLDBERG, L.; KUEL, K. S. Effect of resistance training on excess post-exercise oxygen consumption. *J Appl Sport Sci Res*, v. 6, p. 77-81, 1992.
- FARINATTI, P. T. V.; SIMÃO, R.; MONTEIRO, W. D.; FLECK, S. J. Influence of exercise order on oxygen uptake during strength training in young women. *J Strength Cond Res*. 2008 (no prelo)
- GAESSER, G. A.; BROOKS G. A. Metabolic bases of excess post-exercise oxygen consumption: a review. *Med Sci Sports Exerc*, v. 16, p. 29-43, 1984.
- HADDOCK, B. L.; WILKIN, L. D. Resistance training volume and post exercise energy expenditure. *Int J Sports Med*, v. 26, p. 1-6, 2005.
- HALTOM, R. W.; KRAEMER, R. R.; SLOAN, R. A.; HEBERT, E. P.; FRANK, K.; TRYNIECKI, J. L. Circuit weight training and its effects on excess postexercise oxygen consumption. *Med Sci Sports Exerc*, v. 31, p. 1613-618, 1999.
- HOPKINS, W, G. Measures of Reliability in Sports Medicine and Science. *Sports Med*, v. 30, p. 1-15, 2000.
- HUNTER, G. R.; SEELHORST, D.; SNYDER, S. Comparison of metabolic and heart rate responses to super slow vs. traditional resistance training. *J Strength Cond Res*, v. 17, p. 76-81, 2003.
- JAMURTAS, A. Z.; 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, v. 92, p. 393–398, 2004.

KANG, J.; HOFFMAN, J. R.; IM, J.; SPIERING, B. A.; RATAMESS, N. A.; RUNDELL, K. W.; NIOKA, S.; COOPER, J.; CHANCE, B. Evaluation of physiological responses during recovery following three resistance exercise programs. *J Strength Cond Res*, v. 19, p. 305–309, 2005.

LAFORGIA, J.; WITHERS, R. T.; GORE, C. J. Effects of exercise intensity and duration on the excess post-exercise oxygen consumption. *J Sports Sci*, v. 24, p. 1247-1264, 2006.

LEFF, M. L.; HILL, J. O.; YATES, A. A.; COTSONIS, G. A.; HEYMSFIELD, S. B. Resting metabolic rate: measurement reliability. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, v. 11, p. 354-359, 1987.

MATSUURA, C.; MEIRELLES, C. M.; GOMES, P. S. C. Gasto energético e consumo de oxigênio pós-exercício contra-resistência. *Rev Nutr Campinas*, v. 19, p. 729-740, 2006.

MAZZETTI, S.; DOUGLASS, M.; YOCUM, A.; HARBER, M. Effect of Explosive versus Slow Contractions and Exercise Intensity on Energy Expenditure. *Med Sci Sports Exerc*, v. 39, p. 1291-1301, 2007.

MEIRELLES, C. M.; GOMES, P. S. C. Efeitos agudos da atividade contra-resistência sobre o gasto energético: revisitando o impacto das principais variáveis. *Rev Bras Med Esporte*, v. 10, p. 122-130, 2004.

MELANSON, E. L.; SHARP, T. A.; SEAGLE, H. M.; DONAHOO, W. T.; GRUNWALD, G. K.; PETERS, J. C.; HAMILTON, J. T.; HILL, J. O. Twenty-four-hour Metabolic Responses to Resistance Exercise in Women. *J Strength Cond Res*, v. 19, p. 61-66, 2005.

MELBY, C.; SCHOLL, C.; EDWARDS, G.; BULLOUGH R. Effect of acute resistance exercise on postexercise energy expenditure and resting metabolic rate. *J Appl Physiol*, v. 75, p. 1847-1853, 1993.

MURPHY, E.; SCHWARZKOPF, R. Effects of standard set and circuit weight training on excess post-exercise oxygen consumption. *J Appl Sport Sci Res*, v. 6, p. 88-91, 1992.

OLDS, T. S.; ABERNETHY, P. J. Postexercise oxygen consumption following heavy and light resistance exercise. *J Strength Cond Res*, v. 7, p. 147-152, 1993.

ORMSBEE, M. J.; THYFAULT, J. P.; JOHNSON, E. A.; KRAUS, R. M.; CHOI, M. D.; HICKNER, R. C. Fat metabolism and acute resistance exercise in trained men. *J Appl Physiol*, v. 102, p. 1767-1772, 2007.

PEREIRA, M. I. R.; GOMES, P. S. C. Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima – Revisão e novas tendências. *Rev Bras Med Esporte*, v. 9, p. 325-335, 2003.

PHELAIN, J. F.; REINKE, E.; HARRIS, M. A.; MELBY, C. L. Postexercise energy expenditure and substrate oxidation in young women resulting from exercise bouts of different intensity. *J Am Coll Nutr*, v. 16, p. 140-146, 1997.

PHILLIPS, W. T.; ZIURAITIS, J. R. Energy cost of the ACSM single-set resistance training protocol. *J Strength Cond Res*, v. 17, p. 350-355, 2003.

RAVUSSIN, E.; SWINBURN, B. A. Pathophysiology of obesity. *Lancet*, v. 340, p. 404-408, 1992.

RATAMESS, N. A.; FALVO, M. J.; MANGINE, G. T.; HOFFMAN, J. R.; FAIGENBAUM, A. D.; KANG, J. The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. *Eur J Appl Physiol*, v. 100, p. 1-17, 2007.

SBEM. Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia. I Diretriz Brasileira de diagnóstico e tratamento da síndrome metabólica. Arq Bras Cardiol, v. 84(supl I), 2005.

SCHMIDT, W. D.; O'CONNOR, P. J.; COCHRANE, J. B.; CANTWELL, M. Resting metabolic rate is influenced by anxiety in college men. J Appl Physiol, v. 80, p. 638-642, 1996.

SCHUENKE, M. D.; MIKAT, R. P.; MCBRIDE, J. M. Effect of an acute period of resistance exercise on excess post-exercise oxygen consumption: implications for body mass management. Eur J Appl Physiol, v. 86, p. 411-417, 2002.

SHORT, K. R.; SEDLOCK, D. A. Excess postexercise oxygen consumption and recovery rate in trained and untrained subjects. J Appl Physiol, v. 83, p. 153-159, 1997.

THORNTON, M. K.; POTTEIGER, J. A. Effects of resistance exercise bouts of different intensities but equal work on EPOC. Med Sci Sports Exerc, v. 34, p. 715-722, 2002.