

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS

LORRANA MORESCHI ROVETTA

**ANÁLISE E DESCRIÇÃO DO GASTO ENERGÉTICO INDUZIDO
PELO EXERCÍCIO CONTRARRESISTÊNCIA NEUROMUSCULAR**

**VITÓRIA
2015**

LORRANA MORESCHI ROVETTA

**ANÁLISE E DESCRIÇÃO DO GASTO ENERGÉTICO INDUZIDO
PELO EXERCÍCIO CONTRARRESISTÊNCIA NEUROMUSCULAR**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Wellington Lunz

**VITÓRIA
2015**

LORRANA MORESCHI ROVETTA

**ANÁLISE E DESCRIÇÃO DO GASTO ENERGÉTICO INDUZIDO
PELO EXERCÍCIO CONTRARRESISTÊNCIA NEUROMUSCULAR**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Vitória, ____ de _____ de 2015.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Wellington Lunz
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Prof. Me. Divanei dos Anjos Zaniqueli
Universidade Federal do Espírito Santo

Profa. Me. Elis Aguiar dos Santos Morra
Universidade Federal do Espírito Santo

RESUMO

O desequilíbrio do balanço energético pode gerar acúmulo de energia armazenada endogenamente na forma de gordura. Embora se saiba que o exercício contrarresistência (EC) é importante para auxiliar na reversão desse quadro, a compreensão do gasto energético (GE) induzido por EC é complexa por envolver inúmeras variáveis. Considerando isso, o principal objetivo do estudo foi propor algoritmos que permitissem estimar o GE induzido por EC. Inicialmente foi realizada busca sistematizada na base de dados PUBMED para acessar artigos que propuseram avaliar o gasto energético induzido por EC, utilizando-se de técnicas padrão ouro (calorimetria direta e espirometria). Além da técnica padrão-ouro, outro importante critério de inclusão era ter avaliado o GE durante e após (EPOC) o exercício. Foi possível extrair dados de 10 estudos. Desses estudos, dois avaliaram exercícios isolados, e oito exercícios múltiplos. Considerando que o peso corporal, volume e intensidade são as variáveis que mais impactam no GE, propusemos quatro algoritmos: (1) Divisão do gasto calórico total (Kcal) pelo número total de repetições (R) e, posteriormente, pelo peso corporal (PC) (equação: $\text{Kcal}/\text{R}/\text{PC}$); (2) Divisão do gasto calórico total (Kcal) pelo número total de repetições (R) e, posteriormente, pelo índice de massa corporal (IMC) (equação: $\text{Kcal}/\text{R}/\text{IMC}$); (3) Divisão do gasto calórico total (Kcal) pelo trabalho (T) e, posteriormente, pelo peso corporal (PC) (equação: $\text{Kcal}/\text{T}/\text{PC}$); (4) Dividiu o gasto calórico total pelo número total de séries (Nts) e, depois, pelo (PC) (equação: $\text{Kcal}/\text{Nts}/\text{PC}$). A validação de um ou mais desses algoritmos precisará ser testada em laboratório, principalmente em virtude da grande variação dos resultados e o pequeno número de estudos. Mas apesar dessas limitações, os resultados desse estudo já permitem compreender melhor a magnitude do GE induzido pelo EC.

Palavras-chaves: exercício contrarresistência, gasto energético.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistematização sequencial do estudo	11
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização dos estudos e algoritmos para exercícios isolados	12
Tabela 2 - Caracterização dos estudos e algoritmos para exercícios múltiplos	13

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 MATERIAL E MÉTODOS	9
3 RESULTADOS	11
4 DISCUSSÃO	14
5 REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

O gasto energético (GE) diário representa uma das maiores preocupações quando o interesse é prevenir e combater a obesidade e, por consequência, algumas doenças crônico-degenerativas associadas à obesidade (NETO et al., 2008). Nesse sentido, é fundamental compreender os fatores que influenciam o balanço energético. O consumo e o dispêndio de energia caracterizam o balanço energético, e seu desequilíbrio pode gerar acúmulo excessivo de energia que será armazenada endogenamente na forma de gordura, podendo resultar em obesidade (MEIRELLES e GOMES, 2004).

Atualmente, sabe-se que tanto exercícios de característica predominantemente aeróbia (LIRA et al., 2007) ou anaeróbia, como o exercícios contrarresistência (EC) (BRAUN et al., 2005) contribuem de forma importante para aumentar o dispêndio energético diário e, consequentemente, redução de gordura corporal. O gasto de energia induzido pelo exercício físico ocorre durante o próprio exercício e permanece elevado por alguns minutos ou várias horas, dependendo da intensidade e volume (GREER et al., 2015). Esse gasto de energia pós-exercício pode ser medido pelo consumo de oxigênio pós-exercício, e é amplamente conhecido pela sigla EPOC, derivada da expressão em inglês ‘*excess post-exercise oxygen consumption*’ (LIRA et al., 2007).

Acreditava-se que apenas o treinamento predominantemente aeróbio era capaz de reduzir gordura armazenada no tecido adiposo. Entretanto esta visão já foi superada, pois o treinamento de força tem se mostrado também eficiente para redução de gordura corporal (BRAUN et al., 2005; GELIEBTER et al., 2009; STRASSER e SCHOBERSBERGER, 2011).

Contudo, a compreensão do gasto energético induzido por EC é complexa, pois há inúmeras variáveis envolvidas que podem ser combinadas de muitas formas diferentes. Entre estas variáveis podemos destacar: número de séries e repetições, intervalo de recuperação, velocidade de execução, carga e também características individuais como gênero, idade, composição corporal e nível de aptidão física (MEIRELLES e GOMES, 2004). Há, ainda que se considerar o EPOC induzido pelo EC, os quais acontecem entre as séries e após a sessão de treinamento. Isto, portanto, gera dificuldade de compreensão e elaboração de estratégias de estimativa do gasto energético na modalidade de treinamento de força. Embora volume e intensidade sejam aparentemente as variáveis do treinamento de maior impacto sobre o gasto

energético durante e após o EC (MEIRELLES e GOMES, 2004), ainda há uma compreensão limitada em relação

as demais variáveis supramencionadas, com exceção a composição corporal, pois há muito sabe-se que quanto maior o peso corporal maior é o gasto energético (MCARDLE, KATCH, KATCH, 2008).

Além disso, diferente dos exercícios aeróbios, não há uma estratégia simples de mensuração do gasto energético para EC. De fato, como exercícios aeróbios envolvem movimentos cíclicos e repetitivos, com poucas variáveis envolvidas, foram desenvolvidas estratégias simples para estimativa do gasto energético como, por exemplo, usando-se monitores cardíacos, acelerômetros, pedômetros e equações matemáticas produzidas a partir do conhecimento referente ao oxigênio consumido durante o exercício (AMORIM e GOMES, 2003; MCARDLE, KATCH, KATCH, 2008). Essas possibilidades não se aplicam ao EC, em virtude da complexidade das variáveis envolvidas.

Nesse sentido, é importante a produção de trabalhos que possam contribuir para a construção de estratégias de estimativa do gasto energético em EC que possam ser facilmente aplicadas.

Assim, o principal objetivo desse trabalho foi propor algoritmos que permitissem estimar o gasto energético induzido por EC. Para isso buscou-se na literatura artigos envolvendo EC, cujo objetivo dos autores tenha sido medir o gasto energético por meio de medidas padrão ouro (ex: calorimetria direta e espirometria).

2 MATERIAL E MÉTODOS

A busca por artigos foi estabelecida na base de dados PUBMED, no endereço eletrônico (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/advanced>). Foi realizada a seguinte combinação de descritores no título e/ou resumo (*Title+Abstract*): “*Strength*” OR “*Resistance*” OR “*Weight*” AND “*Training*” AND “*EPOC*”. Com isso foi possível acessar 23 estudos. A busca foi realizada na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), cujo endereço IP (*internet protocol*) é reconhecido pelas revistas conveniadas com o Ministério da Educação, facilitando o acesso à versão completa do artigo.

Os critérios de inclusão foram estudos originais com voluntários humanos, saudáveis e que não faziam uso de drogas, e que foram acompanhados por profissionais durante a

intervenção, em que a técnica usada para medida do gasto energético foi de alta precisão (calorimetria direta ou espirometria), que tinham grupo controle (podendo ser do tipo antes vs. depois), que envolviam exercícios de força com carga externa constante (isotônico), idade superior a 16 anos. O gasto energético precisava ser acessado durante os EC e com EPOC de minimamente 30 min. Não houve limitação quanto a sexo e ano de publicação.

A análise estatística considerou a média das variáveis total de calorias, repetições, séries, peso corporal, índice de massa corporal, trabalho para calcular os algoritmos. Não foi considerado o desvio padrão das médias como variação. No entanto, foi calculado o coeficiente de variação dividindo o desvio padrão da média (DP) pela média (M) e posteriormente o resultado era multiplicado por 100.

Os estudos que apresentaram os valores energéticos da sessão de exercício contrarresistência e EPOC em Kilojoules (Kj) e litros (l) de oxigênio (O₂) foram convertidos em quilocalorias (kcal), usando 1 kcal equivalente a 4,18 Kj e 1 l de O₂ = 5 kcal.

Após identificarmos pelos estudos comparativos que as variáveis do treinamento que mais impactavam no gasto energético eram intensidade e volume, foram estabelecidos quatro algoritmos, os quais fundamentalmente se diferem pela forma de relativização dessas variáveis. Além disso, o peso corporal foi considerado nos algoritmos porque historicamente se sabe que é uma variável que impacta no gasto energético. Os algoritmos foram assim estabelecidos: (1º) Divisão do gasto calórico total (Kcal) pelo número total de repetições (R) e, posteriormente, pelo peso corporal (PC) (equação: $Kcal/R/PC$); (2º) O segundo algoritmo foi similar, mas alteramos PC por IMC (equação: $Kcal/R/IMC$); (3º) Divisão do gasto calórico total (Kcal) pelo trabalho (T) e, depois, pelo PC (equação: $Kcal/T/PC$); (4º) Dividiu o gasto calórico total pelo número total de séries (Nts) e, depois, pelo PC (equação: $Kcal/Nts/PC$).

Dos 23 estudos, 6 tiveram que ser excluídos ainda durante a leitura dos resumos (*abstract*) pois os participantes apresentavam alguma patologia; ou eram artigos de revisão de literatura ou artigos referentes a outro tipo de treinamento. Outro estudo não foi encontrado na íntegra. Os demais (n=16) estudos foram lidos na íntegra.

Entretanto, após avaliação cuidadosa, dez estudos foram excluídos, e as razões foram: não mensurou o gasto energético durante o exercício, mas apenas pós-exercício (SCHUENKE et al., 2002; HULMI et al., 2005; DA SILVA et al., 2010; ASTORINO et al., 2011); Mensurou o consumo de O₂ apenas na sessão de exercício, mas não após (BUISTRADO et al., 2013); Usou exercício aeróbio na mesma sessão de EC (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2001); Não apresentou informações suficientes relacionadas ao método ou resultados (ex: apresentaram dados apenas de correlação; ou VO₂ em mL/min sem apresentar a duração da

sessão; início da mensuração do EPOC apenas algumas horas após o término da sessão) (BRAUN et al., 2005; ABBOUD et al., 2012; BUITRAGO et al., 2014; GREER et al., 2015). Diante disso, seis estudos cumpriram integralmente os critérios e foram mantidos, e tiveram seus dados extraídos.

Após as buscas nas bases de dados e leitura dos artigos, incluindo alguns artigos de revisão, foi possível incluir outros 4 estudos extraídos de referências bibliográficas dos artigos lidos. Deste modo, ao final foi possível coletar dados de 10 artigos. A Figura 1 resume esse processo de sistematização sequencial para obtenção dos estudos.

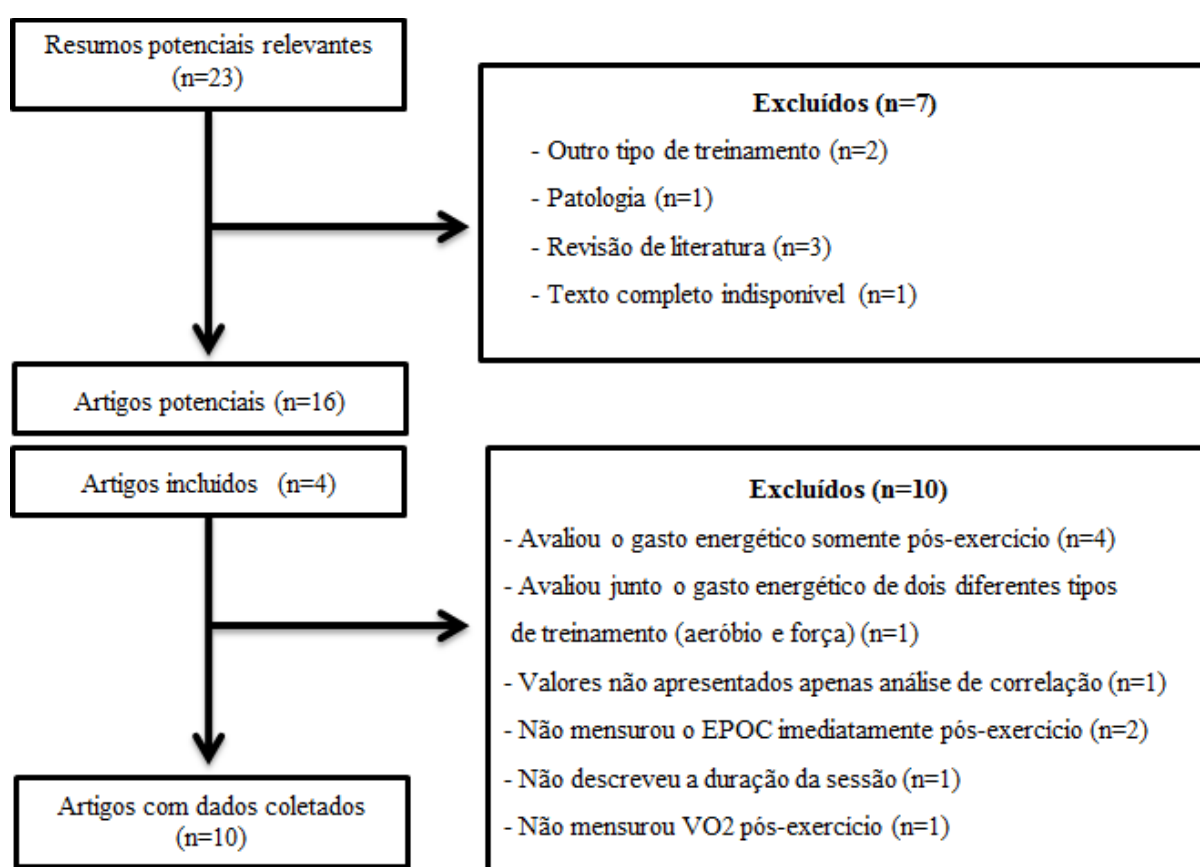


Figura 1. Sistematização sequencial do estudo.

3 RESULTADOS

Dos 10 estudos analisados, dois mediram o gasto energético de exercícios isolados e os demais mediram o gasto energético de exercícios múltiplos. Dos estudos, 50% foram compostos por homens, e o restante por mulheres. A idade variou de 22 a 69 anos. Apenas

20% dos estudos utilizaram indivíduos destreinados e os demais com alguma experiência em treinamento de força. Uma informação importante para ser coletada era o 'trabalho' (força x distância), mas apenas 50% dos estudos o apresentaram. O gasto energético induzido por EC ficou entre 2 e 145 Kcal para exercícios isolados e para exercícios múltiplos entre 78 e 277 Kcal. Essa apresentação ainda não considera a relativização quanto a intensidade, volume e peso corporal. As principais características metodológicas de cada estudo estão descritas na tabela 1 e 2.

Os estudos objetivaram investigar o impacto de algumas variáveis sobre o gasto energético. Dos estudos, 60% utilizou a intensidade, 20% volume, 10% ordem de execução dos exercícios e o restante intervalo de recuperação entre séries.

TABELA 1 - Caracterização dos estudos e algoritmos para exercícios isolados.

Exerc.	Est.	Pt.	n	Sexo	Idade M(CV)	Exp.	PC M(CV)	IMC M(CV)	NSE	RMs	%1RM	Núm R. M(CV)	T (kg) M(CV)	Kcal M(CV)	ALGORITMOS			
															1	2	3	4
LP1	A	1	10	M	26(11)	sim	78(9)	ND	5	não	não	10(NP)	698(13)	145(7)	0,0372	NA	0,00053	0,3718
LP3	A	2	10	M	26(11)	sim	78(9)	ND	5	não	não	10(NP)	698(13)	127(7)	0,0326	NA	0,00047	0,3256
CF1	A	3	10	M	26(11)	sim	78(9)	ND	5	não	não	10(NP)	302(14)	118(7)	0,0303	NA	0,00100	0,3026
CF3	A	4	10	M	26(11)	sim	78(9)	ND	5	não	não	10(NP)	302(14)	111(7)	0,0285	NA	0,00094	0,2846
RD	B	1	5	M	26(30)	sim	86(10)	ND	2	sim	60	14(43)	840(48)	9(22)	0,0037	NA	0,00012	0,0523
RD	B	1	6	F	24(29)	sim	62(9)	ND	2	sim	60	14(14)	840(48)	4(25)	0,0023	NA	0,00008	0,0323
S	B	1	5	M	26(30)	sim	86(10)	ND	2	sim	60	15(13)	1.344(51)	9(22)	0,0035	NA	0,00008	0,0523
S	B	1	6	F	24(29)	sim	62(9)	ND	2	sim	60	16(19)	1.344(51)	3(66)	0,0015	NA	0,00004	0,0242
LP	B	1	5	M	26(30)	sim	86(10)	ND	2	sim	60	20(15)	4.348(49)	23(22)	0,0067	NA	0,00006	0,1337
LP	B	1	6	F	24(29)	sim	62(9)	ND	2	sim	60	16(6)	4.348(49)	11(45)	0,0055	NA	0,00004	0,0887
RD	B	2	5	M	26(30)	sim	86(10)	ND	2	não	80	6(NP)	368(41)	7(43)	0,0068	NA	0,00022	0,0407
RD	B	2	6	F	24(29)	sim	62(9)	ND	2	não	80	6(NP)	368(41)	2(50)	0,0027	NA	0,00009	0,0161
S	B	2	5	M	26(30)	sim	86(10)	ND	2	não	80	8(NP)	697(58)	6(33)	0,0044	NA	0,00010	0,0349
S	B	2	6	F	24(29)	sim	62(9)	ND	2	não	80	8(NP)	697(58)	2(25)	0,0040	NA	0,00009	0,0323
LP	B	2	5	M	26(30)	sim	86(10)	ND	2	não	80	10(NP)	2.722(42)	14(7)	0,0081	NA	0,00006	0,0814
LP	B	2	6	F	24(29)	sim	62(9)	ND	2	não	80	10(NP)	2.722(42)	7(28)	0,0056	NA	0,00004	0,0565

LEGENDA: Exerc. = exercícios; Est = estudo; R = repetições; T = trabalho; ND = não descreve com exatidão; NA = não se aplica; RMs = repetições máximas; Kcal total = gasto calórico obtido da soma entre quilocaloria durante e após (EPOC) exercício; IMC = índice de massa corporal; Nts = número total de séries, obtido pela multiplicação das séries pelo número de exercícios; M (CV) = Refere-se a resultados apresentados como 'média (coeficiente de variação)'; Pt. = protocolo; n = número amostral; Exp. = experiência em treinamento de força; PC = peso corporal; NSE = número de séries por exercício; % 1RM = percentual de carga em relação a máxima carga obtida num teste de força máxima; Núm. Rep. = número de repetições; LP1 = leg press com 1 minuto de intervalo de recuperação entre séries; LP3 = leg press com 3 minuto de intervalo de recuperação entre séries; CF1 = chest fly com 1 minuto de intervalo de recuperação entre séries; CF3 = chest fly com 3 minutos de intervalo de recuperação entre séries; A = Farinatti e Neto (2011); B = Scott (2006); F = feminino; M =

masculino; 1 = Kcal/R/PC; 2 = Kcal/R/IMC; 3 = Kcal/T/PC; 4 = Kcal/Nts/PC; NP = não foi possível obter; Idade = apresentada em anos;

TABELA 2 - Caracterização dos estudos e algoritmos para exercícios múltiplos.

Exerc.	Est.	Pt.	n	Sexo	Idade	Exp.	PC	IMC	NSE	RM _s	%1RM	Núm Rep.	T (kg)	Kcal total	ALGORITMOS			
															1	2	3	4
SR, PC, DB, ECB, FCB, LP45, CE, MF.	C	1	12	F	23 (14)	sim	58 (10)	ND	3	não	90	3-5 (NP)	ND	145 (15)	0,0260	NA	NA	0,1042
SR, PC, DB, ECB, FCB, LP45, CE, MF.	C	2	12	F	23 (14)	sim	58 (10)	ND	3	não	50	15-20 (NP)	ND	137 (40)	0,0056	NA	NA	0,0984
SR, LP, PF, MF, DO, CE, FC, EC, ABD.	D	1	15	F	24 (16)	sim	63 (14)	ND	1	sim	não	101 (15)	ND	78 (31)	0,0123	NA	NA	0,1376
SR, LP, PF, MF, DO, CE, FC, EC, ABD.	D	2	15	F	24 (16)	sim	63 (14)	ND	3	sim	não	269 (15)	ND	181 (22)	0,0107	NA	NA	0,1064
SH, DO, AU, LE, LPR, S, PD, RB, EC.	E	1	12	F	29 (10)	sim	59 (8)	21 (5)	3	não	70	10 (NP)	ND	185 (5)	0,0105	0,0294	NA	0,1045
AP, SR, ABD, RAU, PO, BF, C, HL, PD.	F	1	12	M	28 (3)	sim	82 (17)	ND	2	não	60	8-12 (NP)	3.000-6.000 (NP)	275 (8)	0,1677	NA	0,00074	0,1863
CF, ET, EO, LPSI, PD, CF, CE, RB.	G	1	10	F	23 (13)	não	71 (5)	28 (17)	3	não	não	8 (NP)	5.847 (18)	169 (12)	0,0992	0,2515	0,00041	0,0882
CF, ET, EO, LPSI, PD, CF, CE, RB.	G	2	10	F	23 (13)	não	71 (5)	28 (17)	3	não	não	15 (NP)	5.890 (18)	157 (2)	0,0491	0,1246	0,00038	0,0819
SM, DM, ECP.	H	1	10	F	22 (9)	sim	64 (17)	ND	3	sim	não	91 (9)	ND	127 (27)	0,0218	NA	NA	0,2205
ECP, DM, SM.	H	2	10	F	22 (9)	sim	64 (17)	ND	3	sim	não	88 (10)	ND	124 (16)	0,0220	NA	NA	0,2153
SM, DM, ECP.	H	3	8	F	69 (10)	não	65 (12)	ND	3	sim	não	79 (11)	ND	132 (19)	0,0257	NA	NA	0,2256
ECP, DM, SM.	H	4	8	F	69 (10)	não	65 (12)	ND	3	sim	não	79 (10)	ND	134 (17)	0,0261	NA	NA	0,2291
S, RIB, RB, ET, S, ME, MF.	I	1	10	M	22 (9)	sim	75 (10)	ND	4	sim	70	ND	ND	260 (11)	NA	NA	NA	0,1444
S, RIB, RB, ET, S, ME, MF.	I	2	10	M	22 (9)	sim	75 (10)	ND	4	sim	70	ND	ND	242 (15)	NA	NA	NA	0,1344
LP, S, ME, PF, MF, RS, EC, RB.	J	1	7	M	27 (11)	sim	85 (9)	ND	2	não	não	20 (NP)	36.914 (14)	242 (8)	0,0429	NA	0,00007	0,1777
LP, S, ME, PF, MF, RS, EC, RB.	J	2	7	M	27 (11)	sim	85 (9)	ND	2	não	não	20 (NP)	36.914 (14)	277 (10)	0,0468	NA	0,00008	0,2036

LEGENDA: C = Cesar et al (2013); D = Haddock e Wilkin (2006); E = Bizen et al. (2001); F = Burleson et al. (1992); G = Thornton et al. (2011); H = Farinatti et al. (2013); I = Kelleher et al. (2010); J = Haltom et al. (1999); SR = supino reto; PC = puxador costas; DB = desenvolvimento com barra; ECB = extensão cotovelo com barra; FCB = flexão cotovelo com barra; LP45 = leg press 45 graus; CE = cadeira extensora de joelhos; MF = mesa flexora de joelhos; F = feminino; M = masculino; PF = puxada frente; HL = hiperextensão lombar; BRD = barra roca direta; MA = meio agachamento; RIB = remada inclinada com barra; DO = desenvolvimento ombros; EJ = extensão joelhos; RP = remada em pé; VP = voador peitoral; FJ = flexão de joelho; DM = desenvolvimento máquina; EL = extensão lombar; RA = remada alta; EHO = extensão horizontal de ombro; AU = agachamento unilateral; LE = leg extension; SI = supino inclinado; SM = supino máquina; RS = remada sentada; RB = rosca bíceps; CF = chest fly; EO = elevação ombro; ECP = extensão cotovelo polia; ECD = extensão de cotovelo deitado; AS = agachamento no smith; FP = flexão plantar; No estudo D os valores de repetições representam a soma de todas as repetições máximas.

4 DISCUSSÃO

A principal motivação deste trabalho foi propor algoritmos que permitissem estimar o gasto energético induzido por EC. Essa motivação nasceu da reconhecida importância do EC para o aumento do dispêndio energético e emagrecimento (BALLOR et al., 1988; BRAUN et al., 2005; SWORD, 2012), somado a ausência de estratégias simples para a estimativa do gasto energético induzido por EC.

Um desejo prévio a realização deste estudo era de encontrarmos muitos estudos que tivessem avaliado o gasto energético por exercícios isolados, como por exemplo, supino, leg press, voador, etc. Isso nos permitiria compreender melhor o gasto energético induzido por cada exercício, pois sabemos que a massa muscular envolvida em cada exercício é muito diferente. Entretanto, dos 10 estudos incluídos apenas dois deles (SCOTT, 2006; FARINATTI e NETO, 2011) permitiram identificar o gasto energético em exercícios isolados. A interpretação do gasto energético por exercícios múltiplos, como realizados pelos outros oito estudos (BURLESON et al., 1992; HALTOM et al., 1999; BIZEN et al., 2001; HADDOCK e WILKIN, 2006; KELLEHER et al., 2010; THORNTON et al., 2011; CESAR et al., 2013; FARINATTI et al., 2013) é bastante difícil de se comparar e extrapolar na forma de algoritmos, pois envolvem exercícios diferentes.

Outra dificuldade importante foi encontrar estudos que cumprissem integralmente os critérios de inclusão. Vários estudos, embora acessados e lidos, não puderam compor o presente trabalho. Alguns desses trabalhos já foram identificados como não sendo possíveis de serem incluídos logo após a leitura do abstract porque eram revisão de literatura (HARVEY et al., 1999 e 2002; BORSHEIM e BAHR, 2003), ou porque abordaram outra modalidade esportiva (IMAMURA et al., 1999 e 2002), ou foi realizado com portadores de alguma doença (WINZER et al., 2010).

Outros estudos tiveram que ser excluídos após leitura na íntegra do trabalho. Alguns deles (SCHUENKE et al., 2002; HULMI et al., 2005; DA SILVA et al., 2010; ASTORINO et al., 2011) avaliaram o gasto energético apenas pós-exercício (EPOC), mas não durante; outro avaliou durante o exercício de força, mas não mediu o EPOC (BUITRADO et al 2013). Recentemente foi realizado um trabalho de conclusão de curso (RUFO, 2013) em que foi descrito que o EPOC contribui entre 25% a 65% do gasto energético induzido pelo exercício de força. Diante dessa compreensão, para minimizar o erro de estimativa, entendemos que só seria possível incluir artigos que também haviam mensurado o EPOC. Por outro lado, não

teria sentido avaliar estudos que mediram apenas o EPOC, pois fugiria do objetivo do estudo que era avaliar o gasto energético induzido por EC. As informações de gasto energético durante e após são importantes.

Normalmente o EPOC retorna a linha de base em 30 min de medição (ELLIOT et al., 1992; CESAR et al., 2013), de modo que a maioria dos estudos utiliza 30 min de medição de EPOC. Por isso incluímos estudos que mediram o gasto energético induzido por EC com mínimo de 30 min de EPOC contínuo. Sugere-se que 80% do EPOC se concentram nos dois primeiros minutos (fase rápida) pós-exercício (VEZINA et al., 2014).

Entretanto, é importante destacar que alguns estudos mostraram que a taxa metabólica após uma sessão de EC pode permanecer elevada por 12h (GREER et al., 2015) e 48 h (SCHUENKE et al., 2002). Ou seja, o fato da maioria dos estudos medir o EPOC por apenas 30 min poderia subestimar a medida do gasto energético induzido por EC.

É importante ressaltar que optamos por considerar que o uso de 1 l de O₂ equivale a 5 kcal. Esse valor é habitualmente aceito na literatura, embora se saiba que há variação dependendo do substrato oxidado, sendo que 1 l de O₂ corresponde a 5,05 kcal para carboidrato, 4,74 kcal para gordura e 4,46 kcal para proteína (MCDOUGALL e SALE, 2014). Como estamos lidando com treinamento anaeróbio cujas pausas são aeróbias, acreditamos que 5 kcal por 1 L de O₂ seja aceitável.

Outro estudo teve que ser excluído porque os autores mediram o gasto energético de EC concomitante a exercício aeróbio (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2001), de modo que não pode ser incluído porque obviamente o dispêndio energético seria superestimado pela inclusão do exercício aeróbio.

Buitrago et al. (2014) investigaram o gasto energético durante e após EC, mas fizeram apenas análise de correlação dos resultados, o que não permitiu extrair as informações de nosso interesse. Greer et al. (2015) mensuraram o gasto energético durante e após a sessão de EC, mas o EPOC foi medido apenas 12h e 21h pós sessão. O mesmo aconteceu no estudo de Abboud et al. (2012), cujo EPOC foi medido apenas 12h, 24h, 36h e 48h pós sessão, mas não nos primeiros 30 min. O estudo de Braun et al. (2005) teve que ser excluído porque os autores apresentaram o consumo de O₂ em mL.min⁻¹, mas não citaram a duração da sessão, de modo que não foi possível obter o consumo total de O₂ na sessão.

O primeiro interesse do nosso estudo foi identificar quais as variáveis do treinamento de força que mais impactavam no gasto energético. No trabalho de conclusão de curso de Rufo (2013) foi possível identificar que intensidade e volume eram as variáveis que mais

impactavam no EPOC. Outras variáveis como cadência, velocidade de execução, tempo de intervalo entre as séries e trabalho total não foram impactantes.

No presente estudo foi possível confirmar que volume e intensidade são determinantes para o gasto energético (HALTOM et al., 1999; HADDOCK e WILKIN, 2006) e que outras variáveis ou não foram determinantes ou não foram investigadas. Os artigos de Scott (2006) e Farinatti e Neto (2011) também permitem interpretar que o tipo de exercício é importante para o gasto energético. De fato, é de se imaginar que quanto mais unidades motoras envolvidas, maior será o gasto energético. Por isso entendemos que seria mais importante a avaliação do gasto energético por exercícios isolados, e não múltiplos exercícios agrupados.

Diante disso, para a proposição dos algoritmos consideramos peso corporal (e IMC), volume ou trabalho e intensidade. Quando possível fizemos as análises por exercícios isolados (tabela 1).

O primeiro algoritmo dividiu o gasto calórico total (Kcal) pelo número total de repetições (R) e, posteriormente, dividiu-se pelo peso corporal (PC) (equação: $\text{Kcal}/\text{R}/\text{PC}$). Entenda-se aqui gasto calórico total como aquele mensurado durante os exercícios e suas recuperações somado ao EPOC de pelo menos 30 min contínuos. O número de R está intimamente associado à informação de intensidade, o que justifica usá-lo no algoritmo. É amplamente conhecido que o número de repetições máximas (RMs) para exercícios mais intensos é menor que para exercícios menos intensos (FLECK e KRAEMER, 2006). Entretanto, uma dificuldade importante é que alguns estudos não fizeram ou não mencionaram (BURLESON et al., 1992; HALTOM et al., 1999; BIZEN et al., 2001 SCOTT, 2006; THORNTON et al., 2011; CEZAR et al., 2013) se usaram RMs. Isto evidentemente limita a estimativa do gasto energético.

O segundo algoritmo foi similar ao primeiro, e a única mudança foi PC pelo IMC (equação: $\text{Kcal}/\text{R}/\text{IMC}$). Trata-se apenas de uma possibilidade adicional de cálculo em que a altura também é inserida, embora não encontramos estudos que pudessem comprovar que a altura fosse impactante para o gasto energético induzido por exercício de força.

No terceiro algoritmo a diferença em relação ao primeiro é a substituição de R por trabalho (T). Infelizmente, poucos estudos mensuraram o trabalho, mas aqueles que o fizeram geralmente estimaram trabalho multiplicando-se repetições pela carga. Esta estratégia nos parece uma medida relativa interessante, pois permite confrontar o gasto energético de grupos musculares menores com grupos maiores. Por exemplo, no estudo de Farinatti e Neto et al. (2011) os autores identificaram que o gasto energético induzido pelo exercício leg press ficou em torno de 127 a 147 Kcal, enquanto que o exercício voador (Chest Fly/ CF) ficou em torno

de 111 a 128 Kcal. Entretanto, utilizando-se esse terceiro algoritmo é possível perceber que o gasto energético para produzir a mesma unidade de trabalho foi maior para o exercício voador (0,0010 vs 0,0005). Ou seja, para o leg press houve maior eficiência energética, pois se produziu mais trabalho com menos energia que o voador.

Isso poderia em parte ser explicado pelo fato de que no leg press vários músculos contribuem simultaneamente para o movimento (ex: anteriores e posteriores da coxa, glúteos, gastrocnêmios). No caso do voador, o músculo peitoral, motor primário deste exercício, é solicitado quase que exclusivamente, o que poderia torná-lo menos eficiente do ponto de vista energético. Um estudo interessante, embora não referencie exatamente nossa especulação acima, foi produzido por Scott et al. (2010). Neste estudo os autores mostraram que o EPOC após o exercício supino foi similar para diferentes intensidades, entretanto a taxa 'trabalho / gasto energético' foi menor para a maior intensidade testada (90% de 1RM), sugerindo que quanto maior a intensidade mais energia é necessária para realizar a mesma unidade de trabalho.

Essa terceira estratégia algorítmica aparentemente apresenta outra contribuição importante, que refere-se a possibilidade de tornar comparáveis intensidades diferentes. Por exemplo, no estudo de Thornton et al. (2011) os autores compararam intensidades diferentes (8 vs. 15 repetições; 3 séries cada). Apesar da diferença de intensidade, o gasto energético foi similar. Mas ao se utilizar o primeiro algoritmo percebe-se que a intensidade de 8 repetições gerou valor duas vezes maior que a intensidade de 15 repetições. Isso pode ser explicado pelos achados de Scott et al. (2010), citado anteriormente, que mostraram que o gasto energético depende da intensidade, de modo que exige-se mais energia para produzir uma mesma unidade de trabalho frente as maiores intensidades. O significado prático disso é que, aparentemente, o gasto energético não é linear em relação à intensidade.

Diante disso, a terceira forma de cálculo, a qual considera o trabalho, parece ser mais adequado. De fato, no estudo de Thornton et al. (2011), tanto o gasto energético quanto o trabalho foram similares nas duas intensidades testadas (8 vs 15 repetições). Por isso, o resultado do algoritmo foi similar (0,00041 vs 0,00038 para 8 vs 15 repetições, respectivamente).

Por outro lado, este terceiro algoritmo poderia ter uma limitação importante, que tem a ver com a carga. Como trabalho é força (ou carga) multiplicado por distância, esse terceiro algoritmo poderia ser influenciado pela 'carga' irreal de muitos equipamentos. Máquinas de força apresentam quilagem que podem não ser compatíveis com a verdade. De fato, não é raro vermos em academia equipamentos iguais, mas de fabricantes diferentes, cuja carga que

podemos superar é bastante diferente. Isso certamente causaria prejuízos à estimativa por esse terceiro algoritmo.

O primeiro algoritmo parece ser mais interessante para quando tivermos muitos resultados para cada tipo de exercício e, também, por não depender da 'carga' externa, pois a intensidade nesse algoritmo é dada pelo número de repetições (carga interna). Mas deve ser realizado até a falha concêntrica. Outra vantagem é a possibilidade de estimar o gasto energético na falta do registro do trabalho, pois, de fato, é mais difícil mensurar o trabalho que o número de repetições máximas.

Em relação ao quarto algoritmo, sua diferença em relação ao primeiro refere-se à substituição da variável R pelo número total de séries (Nts). Incluímos como alternativa para estimar o gasto energético induzido por uma sessão de EC, envolvendo vários exercícios diferentes, para grupos musculares de diferentes tamanhos e, obviamente, com diferentes números de séries. É possível suspeitar que a margem de erro seja maior por esse algoritmo, pois não permite considerar a intensidade e, ao mesmo tempo, existe uma infinidade de possibilidades de combinações de exercícios diferentes. De fato, é possível identificar pelos estudos (Tabela 2) que há grande variação em relação aos exercícios escolhidos. Por exemplo, no estudo de Scott (2006), homens que realizaram o exercício leg press tiveram gasto energético maior quando realizaram intensidade menor (60% vs. 80% de 1RM; 0,1337 vs. 0,0814), apesar do número total de séries e peso corporal não terem sido diferentes. Isso ocorreu porque o trabalho foi maior na intensidade de 60% de 1RM, mas o algoritmo Kcal/Nts/PC não consegue corrigir esse problema. É uma limitação importante. Por outro lado, é certamente a estratégia a mais fácil de se obter.

Também é interessante discutir que não incluímos um algoritmo que considerasse o tempo de tensão muscular. A realização de um exercício com mesmo trabalho e mesma intensidade (ex: exercício supino; C1 = cadência 1,5s excêntrica e 1,5s concêntrica; C2 = cadência 4s excêntrica e 1s concêntrica; C3 = cadência 1s excêntrica e 4s concêntrica, 3 séries de 5 repetições a 70% de 1 RM; SCOTT, 2012) pode gerar gasto energético diferente se o tempo de tensão muscular for diferente. Ou seja, nesse caso quando a duração da repetição é maior (movimento lento) gerará maior gasto energético. Isso de fato foi demonstrado por Scott (2012). Entretanto, não sabemos ainda se haveria diferença no gasto energético caso o exercício seja realizado até a falha concêntrica numa mesma intensidade. Pois nesse caso o número de repetições será menor para quem exercitar com maiores tempos de tensão (SAKAMOTO e SINCLAIR, 2006) e, por consequência, o trabalho também será menor para esta última condição. Ainda não encontramos estudo que tenha endereçado essa questão. Ou

seja, será que para uma mesma intensidade o gasto energético induzido pelo maior número de repetições compensaria o gasto induzido pelo maior tempo de tensão?

De qualquer forma, o tempo de tensão tem sido uma variável de difícil extração, pois nem sempre é apresentado pelos autores, ou a medida não é feita com precisão.

A variável 'sexo' também poderia ser questionada como variável importante para o gasto energético. Habitualmente mulheres tem percentual de massa muscular e gorda respectivamente menor e maior que homens, e a divisão pelo peso corporal não consegue corrigir completamente essa diferença. De fato, pelos valores obtidos dos algoritmos do estudo de Scott (2006), cujo trabalho avaliou exercícios isolados em amostras de ambos os sexos, o gasto energético pelo sexo masculino foi sempre maior que o feminino, mesmo após divisão pelo peso corporal.

Os demais protocolos não compararam homens e mulheres, o que dificulta interpretar se os resultados confirmariam os achados de Scott (2006).

Comparando os dois estudos que avaliaram exercícios isolados (SCOTT 2006; FARINATTI e NETO, 2011) todos os algoritmos calculados apresentaram valores maiores para o estudo de Farinatti e Neto (2011). A principal diferença entre os estudos é que no estudo de Farinatti e Neto (2011) foram realizadas mais séries que no estudo de Scott (2006) (5 vs. 2 séries), de modo que o trabalho foi maior para o estudo de Farinatti e Neto (2011). Como os algoritmos relativizam pelo número de repetições, trabalho ou séries, o valor dos algoritmos deveria, em tese ser similar. Sabemos que quanto maior o trabalho, maior será a magnitude de alterações orgânicas e metabólicas, de modo que o EPOC será maior. É possível especular que o aumento do gasto energético induzido por EC seja exponencial, e não linear, e isso poderia ao menos em parte explicar as diferenças entre esses protocolos. Mas de fato é difícil acreditar que essa seja a única explicação, ou até mesmo a mais importante, pois o gasto energético induzido pelo protocolo de leg press no estudo de Farinatti e Neto (2011), por exemplo, foi em torno de 5,5 vezes superior ao do Scott (2006).

Entre os estudos que mensuraram o gasto energético por conjunto de exercícios o estudo Burleson et al. (1992) obteve o maior algoritmo em Kcal/R/PC (0,1677) comparado aos demais estudos. Interessante que no estudo do Haltom et al. (1999) o gasto calórico total aproximou-se bastante desse estudo (277 vs. 275), mas o valor do algoritmo Kcal/R/PC foi inferior (0,0468) ao de Burleson et al. (1992). A explicação aparente é que no estudo do Haltom et al. (1992) o número de repetições para cada exercício foi maior (40 vs.20), de modo que um dos denominadores da equação foram aumentados e, por consequência,

geraram resultados distintos. Isso sugere que esse algoritmo não deve ser a melhor estratégia para exercícios múltiplos.

No estudo de Cesar et al. (2013) o algoritmo de Kcal/R/PC foi maior no exercício que avaliou força máxima (3 a 5 repetições) que no exercício de RML (15 a 20 repetições). A explicação também é matemática como na anterior, mas reforça os achados de Scott et al. (2012) de que a intensidade é uma variável importante para o gasto energético. Ou seja, nesse caso cada repetição gera um gasto energético maior em virtude da maior intensidade.

Finalmente, acreditamos que a medida mais refinada seja aquela obtida em exercícios isolados, com mesmo número de repetições máximas e séries, e obtida de vários estudos que tenham o mesmo objetivo, e preferencialmente que sejam estudos realizados por grupos de pesquisadores independentes. Se isso for cumprido, acreditamos que os algoritmos aqui propostos serão valiosos para aplicação nos espaços de treinamento.

Considerando que nosso principal objetivo foi propor estratégias que possibilitassem estimar o gasto energético em treinamento de força de fácil aplicação, entendemos que tivemos êxito parcial. Ou seja, embora tenhamos conseguido interpretar e formular quatro algoritmos, o fizemos a partir dos poucos estudos que puderam ser incluídos, os quais apresentaram grande variação de resultados. Diante disso, acreditamos ser necessária a inclusão de mais estudos para diminuir o grau de incerteza. Por outro lado, entendemos que esse trabalho é o primeiro passo para atingir o objetivo pretendido, e que não se encerrará nesse estudo.

REFERÊNCIAS

NETO, A. G. C.; SILVA, N. L.; FARINATTI, P. T. V. **Influência das variáveis do treinamento contra-resistência sobre o consumo de oxigênio em excesso após o exercício: Uma Revisão Sistemática.** Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v.15, n.1, p.70-78, 2008.

MEIRELLES, C. M.; GOMES, P.S.C. **Acute effects of resistance exercise on energy expenditure: revisiting the impact of the training variables.** Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v.10, n. 2, p.122-130, 2004.

LIRA, F. S.; OLIVEIRA, R. S. F.; JULIO, U. F.; FRANCHINI, E. **Consumo de oxigênio pós-exercícios de força e aeróbio: efeito da ordem de execução.** Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v.13, n.13, p.402-406, 2007.

BRAUN, W. A.; HAWTHORNE, W. E.; MARKOFSKI, M. M. **Acute EPOC response in women to circuit training and treadmill exercise of matched oxygen consumption.** European Journal of Applied Physiology, v.94, p.500-504, 2005.

GREER, B. K.; SIRITHIENTHAD, P.; MOFFATT, R. J.; MARCELLO, R. T., PANTOM, L. B. **EPOC Comparison Between Isocaloric Bouts of Steady-State Aerobic, Intermittent Aerobic, and Resistance Training.** Research Quarterly for Exercise and Sport, v.86, p.190–195, 2015.

GELIEBTER, A. et al. **Effects of strength or aerobic training on body composition, resting metabolic rate, and peak oxygen consumption in obese dieting subjects.** American Journal of Clinical Nutrition, v. 66, p. 557-563, 1997.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH V. L. **Fisiologia do exercício: energia: nutrição e desempenho humano.** 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

AMORIM, P. R.; GOMES, T. N. P. **Gasto energético na atividade física: pressupostos, técnicas de medida e aplicabilidade.** Rio de Janeiro: Shape, 2003. 214p.

SCHUENKE, M. D.; MIKAT, R. P.; MCBRIDE, J. M. **Effect of an acute period of resistance exercise on excess post-exercise oxygen consumption: implication for body mass management.** European Journal of Applied Physiology, v.86, p.411-417, 2002.

HULMI, J. J.; VOLEK, J. S.; SELANNE, H.; MERO, A. A. **Protein Ingestion Prior to Strength Exercise Affects Blood Hormones and Metabolism.** Medicine and Science in Sport and Exercise, v.37, n.11, p.1990-1997, 2005.

DA SILVA, R. L.; BRETANO, M. A.; KRUEL, L. F. M. **Effects of different strength training methods on post exercise energetic expenditure.** Journal of Strength and Conditioning Research, v.24, n.8, p. 2255–2260, 2010.

ASTORINO, T. A.; MARTIN, B. J.; WONG, K.; SCHACHTSIEK, L. **Effect of acute caffeine ingestion on EPOC after intense resistance training.** J Sports Med Phys Fitness, v.50, n.1, p.1-7, 2011.

BUITRAGO, B.; WIRTZ, N.; YUE, Z.; KLEINODER, H.; MESTER, J. **Mechanical load and physiological responses of four different resistance training methods in bench press exercise.** Journal of Strength and Conditioning Research, v.27, n.4, p. 1091- 1100, 2013.

OLIVEIRA, N. L.; OLIVEIRA, J. **Excess postexercise oxygen consumption is unaffected by the resistance and aerobic exercise order in an exercise session.** Journal of Strength and Conditioning Research, v.25, n.10, p. 2843- 2850

ABBOUD, G. J.; GREER, B. K.; CAMPBELL, S. C.; PANTON, L. B. **Effects of load-volume on EPOC after acute bouts of resistance training in resistance trained males.** Journal of Strength and Conditioning Research Publish Ahead of Print, v.27, n.7, p. 1936-1941, 2012.

BUITRAGO, S.; WIRTZ, N.; FLENKER, U.; KLEINODER, H. **Physiological and metabolic responses as function of the mechanical load in resistance exercise.** Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, v.39, n.3, p. 345-350, 2014.

BALLOR, D. L.; KATCH V. L.; BECQUE M. D.; MARKS, C. R. **Resistance weight training during caloric restriction enhances lean body weight maintenance.** The American Journal of Clinical Nutrition, v.47, p. 19-25, 1988.

SWORD, D. O. **Exercise as a management strategy for the overweight and obese: where does resistance exercise fit in?** Strength and Conditioning Journal, v.34, n.5, p. 47-55, 2012.

SCOTT, C. B. **Contribution of blood lactate to the energy expenditure of weight training.** Journal of Strength and Conditioning Research, v.20, n.2, p.404-411, 2006.

FARINATTI, P. T. V.; NETO, A. G. C. **The effect of between-set rest intervals on the oxygen uptake during and after resistance exercise sessions performed with large-and small-muscle mass.** Journal of Strength and Conditioning Research, v. 25, n. 11, p. 3181–3190, 2011.

BURLESON, M. JR.; O'BRYANT, H. S.; STONE, M. H.; COLLINS, M.; TRIPLETT-MCBRIDE, T. **Effect of weight training exercise and treadmill exercise on post-exercise oxygen consumption.** Medicine and Science in Sports and Exercise, v.30, n.4, p.518-522, 1998.

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.** Medicine and Science in Sports and Exercise, v.31, n.11, p.1613-1618, 1999.

BIZEN, C. A.; SWAN, P. D.; MANORE, M. M. **Postexercise oxygen consumption and substrate use after resistance exercise in women.** Medicine and Science in Sports and Exercise, v.33, n.6, p.932-938, 2001.

HADDOCK B. L.; WILKIN L. D. **Resistance Training Volume and Energy Expenditure.** International Journal of Sports Medicine, v. 27, p.143-148, 2006.

KELLEHER, A. R.; HACKNEY, K. J.; FAIRCHILD, T. J.; KESLACY, S.; PLOUTZ-SNYDER, L. L. **The metabolic costs of reciprocal supersets vs. traditional resistance**

exercise in young recreationally active adults. Journal of Strength and Conditioning Research, v.24, n.4, p.1043- 1051, 2010.

THORNTON, M. K.; ROSSI, S. J.; MCMILLAN, J. L. **Comparison of two different resistance training intensities on excess post-exercise oxygen consumption in african american women who are overweight.** Journal of Strength and Conditioning Research, v.25, n.2, p.489- 496, 2011.

CESAR, M.C. et al . **Comparação do gasto energético de mulheres jovens durante o treinamento de força máxima e resistência muscular localizada.** Motricidade, Vila Real, v. 9, n. 1, p. 48-54, 2013.

FARINATTI P. T.; DA SILVA N. S.; MONTEIRO, W. D. **Influence of exercise order on the number of repetitions, oxygen uptake, and rate of perceived exertion during strength training in younger and older women.** Journal of Strength and Conditioning Research, v.27, n.3, p.776- 785, 2013.

HARVEY, E. L.; GLENNY, A. M.; KIRK, S. F.; SUMMERBELL, C. D. **An updated systematic review of interventions to improve health professionals' management of obesity.** Obesity Reviews, v.3, n.1, p.45-55, 2002.

HARVEY, E. L.; GLENNY, A. M.; KIRK, S. F.; SUMMERBELL, C. D. **A systematic review of interventions to improve health professionals' management of obesity.** International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders, v.23, n.12, p.1213-1222, 1999.

WINZER, B. M.; PARATZ, J. D.; REEVES, M. M.;, WHITEMAN, D. C. **Exercise and the prevention of oesophageal cancer (EPOC) study protocol: a randomized controlled trial of exercise versus stretching in males with barrett's oesophagus.** BMC Cancer, v.10, doi: 10.1186/1471-2407-10-292, 2010.

RUFO, Weverton Tavares da Silva. **Revisão sistemática do efeito do treinamento de força no gasto energético:** Relação estímulo-resposta. 2013. Iniciação científica (Graduado em Educação Física) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

BORSHEIM E.; BAHR R. **Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption.** Sports Medicine, v.33, n.14, p.1037-1060, 2013.

ELLIOT, D. L.; GOLDBERG, L.; KUEL, K. S. **Effect of resistance training on excess post-exercise oxygen consumption.** The Journal of Applied Sport Science Research, v.6, p.77-81, 1992.

SAKAMOTO, A.; P. J. SINCLAIR. **Effect of movement velocity on the relationship between training load and the number of repetitions of bench press.** The Journal of Strength and Conditioning Research, v.20, n.3, p. 523–527, 2006.

SCOTT, C. B. **The effect of time-under-tension and weight lifting cadence on aerobic, anaerobic, and recovery energy expenditure: 3 submaximal sets.** Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, v. 37, p. 252-256, 2012.

MACDOUGALL, D.; SALE D. **The Physiology of Training for High Performance.** Oxford University press, p. 440, 2014.

VEZINA, J. W.; DER ANANIAN, C. A.; CAMPBELL, K. D; NATHANAEL MECKES, AINSWORTH B. E. **An examination of the differences between two methods of estimating energy expenditure in resistance training activities.** Journal of Strength and Conditioning Research, v.28, n.4, p.1026-1031, 2014.

IMAMURA, H.; YOSHIMURA, Y.; NISHIMURA S.; NAKAZAWA, A. T.; TESHIMA, K.; NISHIMURA C.; MIYAMOTO, N. **Physiological responses during and following karate training in women.** The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, v.42, n.4, p.431-437, 2002.

IMAMURA, H.; NISHIMURA S.; NAKAZAWA, A. T.; NISHIMURA C.; SHIROTA T. **Oxygen uptake, heart rate, and blood lactate responses during and following karate training.** Medicine and Science in Sports and Exercise, v.31, n.2, p.342-347, 1999.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular.** 3. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

STRASSER, B.; SCHOBERSBERGER, W. **Evidence for Resistance Training as a Treatment Therapy in Obesity**. Journal of Obesity, v.2011, n.482564, p.1-9, 2011.