

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS

WEVERTON RUFO TAVARES DA SILVA

**REVISÃO SISTEMÁTICA DO IMPACTO DO TREINAMENTO
DE FORÇA NO GASTO ENERGÉTICO E EPOC**

VITÓRIA

2014

WEVERTON RUFO TAVERES DA SILVA

REVISÃO SISTEMÁTICA DO IMPACTO DO TREINAMENTO DE FORÇA NO GASTO ENERGÉTICO E EPOC

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. Welligton Lunz

VITÓRIA

2014

WEVERTON RUFO TAVARES DA SILVA

REVISÃO SISTEMÁTICA DO IMPACTO DO TREINAMENTO DE FORÇA NO GASTO ENERGÉTICO E EPOC

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 2014

COMISSÃO EXAMINADORA

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

Prof. Dr. Lucas Guimarães Ferreira
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Me. Diogo Graviton Venturi
Universidade Federal do Espírito Santo

REVISÃO SISTEMÁTICA DO IMPACTO DO TREINAMENTO DE FORÇA NO GASTO ENERGÉTICO E EPOC

WEVERTON RUFO TAVARES DA SILVA¹ E WELLIGTON LUNZ¹

¹Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Experimental, Centro de Educação Física e Desportos, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Vitória/ES.

RESUMO

O treinamento de força envolve um conjunto de variáveis e combinações, como cadência, intervalo entre séries, tipo de exercício, trabalho total, intensidade e o volume que podem influenciar diretamente o dispêndio energético de uma sessão de treinamento. Diante disso, o principal objetivo desse trabalho foi analisar e descrever o EPOC e gasto energético induzido pela manipulação de diferentes variáveis e protocolos de treinamento resistido. Inicialmente foi estabelecida uma busca sistematizada na base de dados PUBMED, pelo sistema de busca avançada, para coleta dos estudos referente ao tema. Em que pesem as limitações decorrentes da carência de estudos específicos e as possíveis limitações desse trabalho, a variável cujo impacto sobre o EPOC de forma geral revelou-se mais clara foi a intensidade, em particular quando o trabalho total da sessão foi controlado.

Palavras-chave : Treinamento de força, Treinamento resistido, Gasto energético, Consumo de oxigênio, EPOC.

A SYSTEMATIC REVIEW OF THE IMPACT OF STRENGTH TRAINING IN ENERGY EXPENDITURE AND EPOC

ABSTRACT

Strength training involves a set of variables and combinations such as cadence, interval between sets, type of exercise, total work, intensity and volume that can directly influence the energy expenditure of a training session. Thus, the main objective of this study was to analyze and describe the EPOC and energy expenditure induced by manipulation of different variables and resistance training protocols. A systematic search was initially established in the PUBMED database, the advanced search system was selected for collection of studies about the topic. Despite the limitations resulting from the lack of specific studies and possible limitations of this study, the variable whose impact on EPOC generally proved more clear was the intensity, in particular when the total work session was controlled.

Keywords: Strength training, Resistance training, Energy expenditure, Oxygen consumption, EPOC.

Classificação: Treinamento de força

INTRODUÇÃO

A compreensão dos fatores que afetam o balanço energético é importante para manutenção da composição corporal ideal. O balanço energético é determinado, por um lado por consumo de energia e, por outro pelo dispêndio energético. Quando esses fatores não estão em equilíbrio, pode-se resultar em acúmulo excessivo ou redução da energia armazenada na forma de gordura corporal. Atualmente a obesidade é o resultado mais frequente do desequilíbrio entre a ingestão alimentar e gasto energético (MEIRELLES e GOMES, 2004).

Dessa forma a manutenção ou redução do peso corporal está associado a capacidade de consumo de energia pelo organismo. Uma característica metabólica induzida pelo exercício é o aumento do consumo de oxigênio, que persiste até mesmo após cessar a atividade. O oxigênio é essencial no processo de produção de energia, agindo como aceptor de hidrogênio ao final da cadeia transportadora de elétrons (MCARDLE, KATCH, KATCH, 2008).

O excesso de consumo de oxigênio após o exercício físico é comumente chamado de EPOC, que deriva da expressão "excess post oxygen consumption" (MCARDLE, KATCH, KATCH, 2008), e refere-se ao oxigênio usado para metabolizar lactato, restabelecer as concentrações de creatina fosfato e ATP, reabastecer oxigênio na mioglobina, entre outros (SILVERTHORN, 2003).

Conhecer o consumo de oxigênio durante e após o exercício é ferramenta indispensável para mensurar o gasto energético de uma sessão ou programa de treinamento. Sabe-se que 1 litro de oxigênio aproveitado pelo organismo equivale aproximadamente 4,82 Kcal (MCARDLE, KATCH, KATCH, 2008). Entende-se por Kcal a quantidade de calor necessária para elevar em 1°C a temperatura de 1 Kg (1L) de água (MCARDLE, KATCH, KATCH, 2008).

O treinamento resistido envolve um conjunto de variáveis e combinações, como cadência, intervalo entre séries, tipo de exercício, trabalho total, intensidade e o volume que podem influenciar diretamente o dispêndio energético de uma sessão de treinamento. Além disso, as características individuais, como sexo, idade, composição corporal e nível de

condicionamento físico são consideradas variáveis intervenientes potenciais (MEIRELLES e GOMES, 2004, NETO et al, 2009).

Tempos atrás se acreditava que apenas o treinamento aeróbio era capaz de induzir redução de gordura corporal, entretanto essa visão vem sendo superada, e o treinamento de força tem se mostrado muito eficiente para esse mesmo objetivo (GELIEBTER et al, 2009; BRAUN et al, 2005). Isso ocorre porque o treinamento de força induz importante gasto energético (GE) e, ao mesmo tempo, promove ganho de massa muscular que contribui para o aumento do gasto energético basal (SWORD, 2012). De fato, em uma revisão realizada por Strasser e Schobersberger (2011), os autores concluíram que o treinamento resistido resulta em mudanças favoráveis na composição corporal incluindo diminuição da massa gorda e aumento de massa corporal magra. Portanto, poderia ajudar em programas relacionados a perda de peso.

Há boa compreensão do impacto do treinamento aeróbico no gasto energético, mas apesar do treinamento resistido proporcionar importantes benefícios funcionais ao corpo, seu efeito no gasto energético, em particular induzidos pela manipulação das variáveis cadência ou velocidade de execução, tempo de intervalo entre as séries, intensidade, volume e trabalho total e sua provável relação com a magnitude e significância no dispêndio energético, ainda não está totalmente compreendida.

Diante disso, o principal objetivo desse trabalho foi analisar e descrever o EPOC e gasto energético induzido pela manipulação de diferentes variáveis e protocolos de treinamento de resistido.

METODOLOGIA

Inicialmente foi estabelecida uma busca sistematizada na base de dados PUBMED, pelo sistema de busca avançada (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/advanced>). A combinação dos seguintes descritores no título/resumo (*Title/Abstract*) foi usada: “*Strength*” OR “*Resistance*” OR “*Weight*” AND “*Training*” AND “*EPOC*” NOT “*Aerobic training*”. Foram obtidos 10 estudos. Na sequência realizou-se uma nova sistematização de busca, com a combinação dos seguintes descritores no título/resumo (*Title/Abstract*): “*Strength*” OR “*Resistance*” OR “*Weight*” (*Title/Abstract*) AND “*Training*” AND “*Energy*” AND “*Oxygen consumption*” NOT “*Aerobic training*”, e obteve-se mais 46 estudos. Após as duas combinações avançadas de busca totalizaram-se 56 estudos. Dos 56 estudos foram excluídos

os artigos que no resumo (*abstract*) utilizavam modelos animais, ensaios clínicos (intervenção com droga ou terapêutica), artigos de revisão e estudos que o texto completo não estava disponível quando acessado utilizando-se do IP da UFES. Após as exclusões, totalizou-se 13 estudos.

Após a leitura dos 13 artigos, outros cinco foram excluídos porque se tratava de análises com sujeitos portadores de algum tipo de patologia ou por fazerem ingestão de algum tipo de suplementação.

Após consulta as referências dos artigos lidos, foi possível encontrar outros quatro artigos que estavam disponíveis *on line*. Ao final, portanto, 12 artigos foram utilizados no presente estudo. A Figura 1 ilustra a sistematização sequencial do presente estudo.

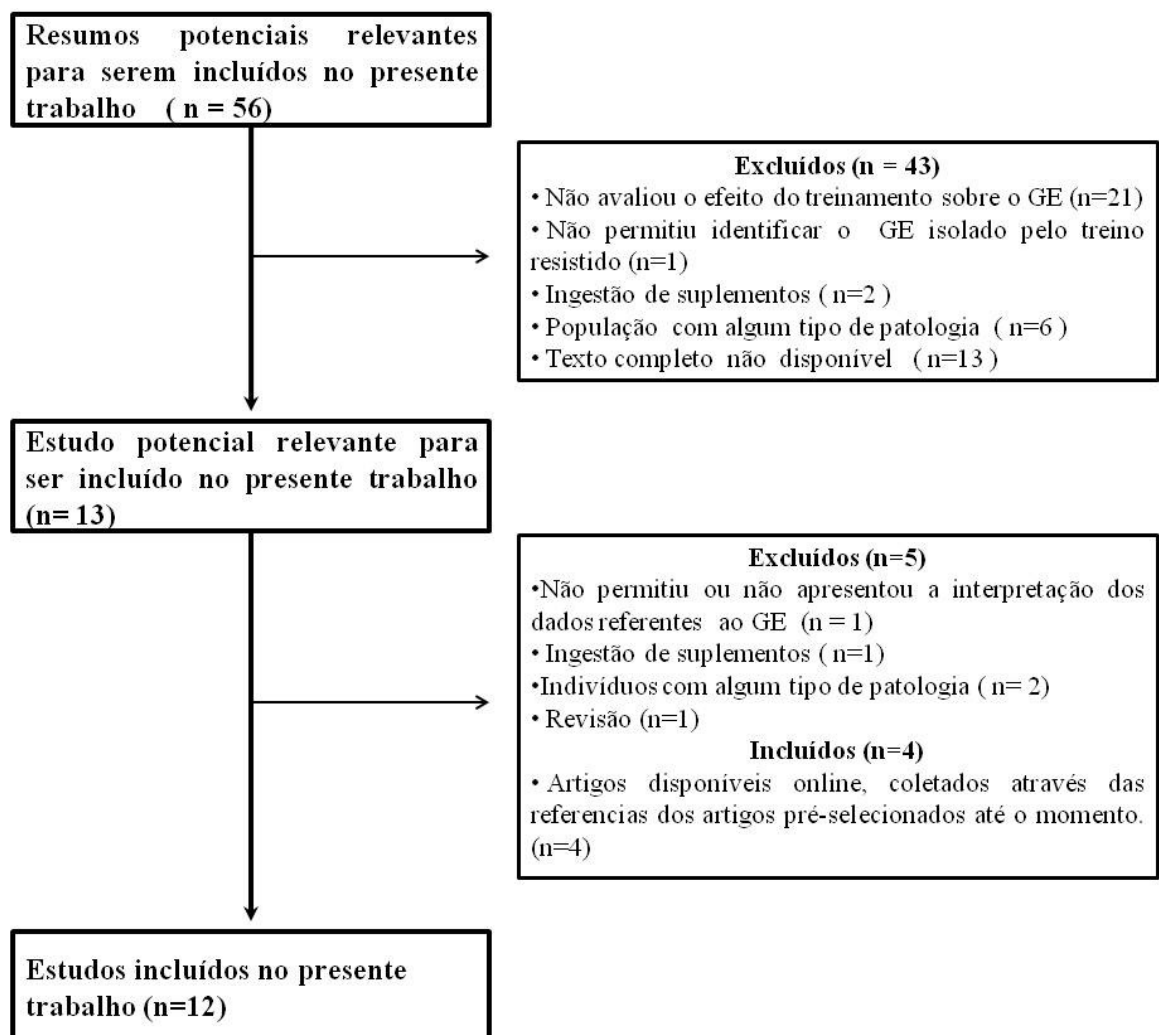


Figura 1. Sistematização sequencial do estudo

RESULTADOS

Considerando que o número de estudos foi relativamente pequeno, optou-se por apresentar um resumo das principais características de cada estudo, com destaque aos aspectos metodológicos e resultados dos estudos.

Cesar et al. (2013) tiveram por objetivo comparar o GE induzido por dois diferentes protocolos de treinamento com pesos durante a sessão de treinamento. A amostra foi composta por 12 mulheres saudáveis que praticavam treinamento de força há no mínimo seis meses, com idade de 23 ± 3 anos (média $\pm$ DP). As voluntárias foram inicialmente submetidas a uma avaliação clínica (anamnese, exame físico e teste ergométrico) e um protocolo que incluiu testes de uma repetição máxima (1RM) e medidas do GE durante o treinamento com pesos, em dias alternados com intervalos entre 48 e 72 horas. Os testes foram executados no supino reto, puxador costas, desenvolvimento com barra, tríceps com barra, rosca com barra, leg-press 45°, cadeira extensora e mesa flexora. As voluntárias foram submetidas à calorimetria indireta, por meio de analisador de gases metabólicos e sistema de telemetria VO2000 Medical Grafics.

Os protocolos foram denominados Fmax e RML, representando, respectivamente, treinamento de força máxima e resistência muscular localizada. A sessão de Fmax foi composta por três séries, três a cinco repetições, a 90% de 1RM, com intervalos de três minutos entre as séries. A sessão de RML foi composta por três séries, 15 a 20 repetições, a 50% de 1RM, com intervalos de um minuto entre as séries. A ordem de execução dos protocolos foi aleatória.

O GE antes das sessões de treinamento (repouso) não apresentou diferença significativa entre os grupos Fmax e RML, mas o GE por unidade de tempo foi maior na sessão de RML ($2,83 \pm 1,06$ Kcal/min) quando comparado ao Fmax ($1,86 \pm 0,27$ Kcal/min). Entretanto, o GE total do treinamento de Fmax foi maior que o de RML (Fmax $145,17 \pm 21,57$ Kcal e RML $137,79 \pm 55,20$ Kcal). Os autores atribuíram esse último resultado ao maior tempo total da sessão de treinamento do Fmax.

O GE retornou aos valores de repouso antes dos 30 minutos de recuperação. Os autores concluíram que a sessão de RML induz maior GE por minuto, enquanto a sessão de Fmax induz maior GE total, mas que o GE durante o exercício, nos dois protocolos, foi baixo.

Mukaimoto e Ohno (2012) compararam respostas fisiológicas relacionadas ao consumo de oxigênio induzidas por exercício resistido de alta e baixa intensidade com velocidade de execução normal, e exercício de baixa intensidade com velocidade de execução lenta.

A amostra foi composta por 11 homens saudáveis com $21,7 \pm 2,8$ anos de idade (média+EPM). Todos os participantes eram fisicamente ativos, e treinavam há pelo menos dois dias na semana nos seis meses anteriores a pesquisa. Todos os participantes visitaram o laboratório cinco vezes, em dias alternados, durante o período experimental. Nos dois primeiros dias foram realizadas medidas referentes a composição corporal, captação de oxigênio durante 180 minutos em repouso e teste de 1RM. Durante o terceiro ao quinto dia foram realizados os seguintes protocolos de exercícios resistidos: exercício de baixa intensidade com movimento lento (BIL) de quatro segundos em cada fase de contração, a 50% de 1RM; exercício de alta intensidade com movimento habitual de um segundo em cada fase de contração (AIH), a 80% de 1RM; e exercício de baixa intensidade com um segundo em cada fase de contração (BIH), a 50% de 1RM. Ambos os protocolos foram realizados envolvendo um padrão de circuito com quatro exercícios (Supino, Leg press, Puxada alta, Extensora), com três séries até a exaustão pra cada exercício, com dois minutos de intervalo entre as séries. Gases expirados foram coletados e analisados utilizando um sistema de exercício cardiopulmonar portátil (METAMAX3B, córtex, Alemanha).

O EPOC total no exercício de baixa intensidade com movimento lento foi $17,2 \pm 2,7$ L, no exercício com alta intensidade com movimento normal foi $22,5 \pm 3,5$ L e no exercício de baixa intensidade com movimento normal $21,2 \pm 2,2$ L. O GE total nos respectivos protocolos foram $348,3 \pm 16,9$ kcal (BIL), $373 \pm 13,5$ kcal (AIN) e $365,8 \pm 10,9$ kcal (BIN). Os autores concluíram que para o volume total de oxigênio consumido, EPOC, gasto energético e gasto energético pós exercício, durante 180 min, a duração do movimento e intensidade não induzem respostas estatisticamente diferentes.

Scott (2012) objetivou determinar o GE em três diferentes cadências de levantamento de peso em séries submáximas. Foram recrutados 10 voluntários com $23,2 \pm 3,1$ (média+DP) anos de idade, e com experiência em levantamento de peso há no mínimo 3 meses.

Os voluntários visitaram o laboratório 4 vezes. Na primeira visita o teste de 1RM foi realizado no movimento de supino, usando uma máquina Smith. Durante as três seguintes visitas os voluntários realizaram três séries de cinco repetições, a 70% de 1RM, com quatro minutos de intervalo entre as séries, em três diferentes cadências de levantamento de peso: C1 - 1.5s excêntrica e 1.5s concêntrica (15s por série, totalizando 45s), C2 - 4s excêntrica e 1s

concêntrica (25s por série, totalizando 75s) e C3 - 1s excêntrica e 4s concêntrica (25s por série, totalizando 75s). Um pequeno dispositivo (fly wheel) acoplado a um microcompressor foi conectado a um cabo móvel na máquina Smith que media a distância que a barra percorria, assim, o trabalho foi calculado como o produto entre a distância percorrida pela barra e peso levantado. Cada sessão de levantamento de peso consistia na mensuração da captação de oxigênio em repouso, durante e após o exercício, bem como concentração sanguínea de lactato. O EPOC nos protocolos C2 e C3 foram significativamente superiores ao C1 ($C1 = 38,6 \pm 17,8$ KJ; $C2 = 50,2 \pm 23,5$ KJ; $C3 = 50 \pm 22,6$ KJ), bem como o GE total da sessão foi superior nos protocolos C2 e C3 quando comparado ao C1 ($C1 = 60,2 \pm 23,8$ KJ; $C2 = 80 \pm 27,7$ KJ; $C3 = 84,2 \pm 28,3$ KJ). O trabalho total entre os protocolos não apresentou diferença significativa ($C1 = 465,9 \pm 71,5$ J; $C2 = 451 \pm 71,5$ J; $C3 = 463,1 \pm 74,8$ J).

O autor concluiu que quando o trabalho é equivalente, a cadência tem importante impacto no dispêndio energético, devido ao maior tempo sob tensão.

Farinatti e Neto (2011) tiveram o propósito de avaliar efeito de diferentes tempos de intervalo (1 vs 3 minutos) na captação de oxigênio durante e depois dos protocolos de exercícios resistidos com múltiplas séries, envolvendo grandes e pequenos grupos musculares.

Foram selecionados 10 homens saudáveis, 26 ± 3 (média+DP) anos de idade, com pelo menos um ano de experiência nos exercícios propostos. Os dados foram coletados em seis dias não consecutivos, envolvendo avaliação da composição corporal e teste de 15 RMs, após um intervalo de 48-72 horas todas as medições foram repetidas para testar sua confiabilidade. Os protocolos consistiam na realização de cinco séries, 10 repetições com a mesma carga obtida no teste de 15RM na máquina Voador com um e três minutos de intervalo (V1 e V3) e no Leg press com um e três minutos de intervalo (LP1 e LP3). Os exercícios foram realizados com velocidade de execução de aproximadamente um segundo em cada fase. A captação de oxigênio foi mensurada usando um analisador VO2000 (Medical Graphics, Saint Louis, MO, USA).

Os exercícios no Leg press induziram maior consumo de oxigênio, tanto no intervalo de 1 min ($V1 = 26,30 \pm 3,03$ L vs $L1 = 33,92 \pm 3,18$ L) quanto de três min ($V3 = 28,44 \pm 2,54$ L vs $L3 = 35,75 \pm 3,37$ L). Não houve diferença estatística entre V1 vs. V3 e L1 vs L3. O EPOC foi medido por 90 minutos, e apenas houve diferença significativa entre V1 ($22,99 \pm 3,37$ L) e L1 ($27,38 \pm 4,19$ L). Os autores concluíram que captação de oxigênio durante e após as sessões de treinamento resistido, com trabalho e número de repetições semelhantes, não sofre influência do tempo de intervalo, ao menos para os tempos de 1 a 3 min.

Da Silva et al. (2010) utilizaram dois sistemas de treinamento de força com o objetivo de identificar se a ordem em que os exercícios são realizados afetam o EPOC. Um desses sistemas foi denominado de pré-exaustão (PE), que utilizava sete exercícios para o mesmo grupo muscular, com pouco ou nenhum intervalo entre os conjuntos e exercícios. O outro sistema utilizado foi denominado treinamento em circuito (TC), que também era caracterizado por sete exercícios de força realizados um após o outro com um mínimo de descanso (15-30 s), alternando os grupos musculares.

A amostra foi composta por oito mulheres fisicamente ativas com idade média de 23 ± 2 (média $\pm$ DP) anos, com pelo menos um ano sem prática de treinamentos com levantamento de peso. Nos dois sistemas de treinamento foram realizadas três séries de 12 repetições para cada um dos sete exercícios (Supino, Voador peitoral, Leg press, Extensora de joelhos, Flexora de joelhos, Desenvolvimento, Voador dorsal). Os dados foram coletados em cinco dias não consecutivos. No primeiro dia foram coletados os dados referente a composição corporal, no segundo dia houve a familiarização com os exercícios, no terceiro o teste de 1RM e no quarto e quinto dia foram as sessões de treino, sendo que para esses últimos dias houve um intervalo mínimo de 1 semana. As cargas de treinamento utilizadas foram 50% de 1RM para os exercícios mono articulares e 55% de 1RM para exercícios bi-articulares. Nos dois sistemas houve diferença significativa entre o repouso e EPOC. No entanto não houve diferenças significativas entre os dois sistemas antes (TC = $14,71 \pm 4,32$ L; PE = $15,01 \pm 2,76$ L) e para o EPOC (CT = $21,91 \pm 4,02$ L; PE = $22,22 \pm 6,27$ L). Esses valores representam um total de $34,67 \pm 29,76$ Kcal e $34,77 \pm 28,15$ Kcal para o treinamento em circuito e pré-exaustão respectivamente. Os dois sistemas induziram aumento do consumo de oxigênio pós exercício para níveis acima do repouso por 30 minutos, mas a magnitude do EPOC não esteve relacionada com a ordem na qual os exercícios foram realizados. Os autores consideraram ainda que o EPOC induzido pelos dois sistemas de treinamento foi baixo.

Scott et al. (2010) examinaram o custo energético anaeróbico e aeróbico induzido pelo trabalho (distância x peso), em duas séries de supino até a fadiga, com protocolos de 70%, 80% e 90% de 1RM e com cinco minutos de intervalo entre as séries. Foram 10 voluntários do sexo masculino, com idade de $24,3 \pm 3,3$ (média+DP) anos, com experiência em levantamento de peso de no mínimo três meses, com prática de três vezes na semana. Foram quatro visitas não consecutivas compreendendo teste de 1RM e realização dos três diferentes protocolos. Além da captação de oxigênio (MMS-2400, PavoMedics, Sandy, Utah, EUA), a concentração sanguínea de lactato foi mensurada durante os intervalos e pós exercício.

Depois dos dois conjuntos de levantamento de peso até a fadiga o EPOC foi semelhante entre os protocolos 70% ($49,6 \pm 12,2$ kJ), 80% ($48,9 \pm 17,9$ kJ), e 90% ($44,8 \pm 8,3$ kJ). O dispêndio energético, pela via aeróbia foi sempre menor e o gasto de energia anaeróbio e o EPOC representaram o maior custo de energia nos protocolos de 70% (aeróbica = $14,2 \pm 6$ KJ; anaeróbica = $32,9 \pm 8,6$ KJ; EPOC = $49,6 \pm 12,2$ KJ), 80% (aeróbica = $8,9 \pm 2,8$ KJ; anaeróbica = $33,1 \pm 9,7$ KJ; EPOC = $48,9 \pm 17,9$ KJ) e 90% (aeróbica = $6,2 \pm 2,2$ KJ; anaeróbica = $21,5 \pm 5,7$ KJ; EPOC = $44,8 \pm 8,3$ KJ).

O trabalho total foi diferente entre os protocolos 70%, 80% e 90% representando respectivamente $637,1 \pm 122,4$ J, $512,4 \pm 93,4$ J e $324,7 \pm 92,6$ J. Independentemente do protocolo de levantamento de peso, da quantidade de trabalho e dos tempos de levantamento significativamente diferentes entre eles, o EPOC foi semelhante após o primeiro conjunto, após o segundo conjunto, e quando combinado ao longo de todos.

O mesmo autor, Scott, em 2006 teve como objetivo determinar se a adição da coleta do lactato sanguíneo e sua posterior conversão para uma estimativa de gasto energético anaeróbio em KJ contribuiria para o aumento significativo dos valores de gasto energético total comparado com os valores obtidos pela captação de oxigênio somente em dois protocolos de treinamento de levantamento de peso: Protocolo de resistência, onde as repetições foram realizadas até a exaustão; e Protocolo de força, com mais peso e menos repetições, buscando-se nesse último protocolo maior utilização de ATP-CP armazenados e menor produção de lactato.

Além do lactato sanguíneo, o estudo mensurou a captação de oxigênio e o EPOC em dias diferentes utilizando um analisador de gases Parvomedics, Sandy, UT. A amostra foi composta por 11 voluntários, cinco homens com idade de $25,8 \pm 8,5$ (média+DP) anos e seis mulheres com idade de $24,6 \pm 7,2$ anos. Foram realizados três exercícios de levantamento de peso (Flexão de cotovelo, Supino e Leg press) com duas diferentes intensidades, 60% de 1RM e 80% de 1RM. Os sujeitos compareceram ao laboratório primeiramente para realizarem o teste de 1RM. Em dias distintos, os sujeitos foram aleatoriamente designados a executarem duas séries de um exercício específico com dois minutos de intervalo entre as séries usando duas diferentes rotinas. A primeira rotina era do tipo de Resistência de força, onde os sujeitos realizavam as séries até a exaustão a 60% de 1RM. A segunda rotina era do tipo Força, onde os sujeitos realizaram duas séries de seis repetições na flexão de cotovelo, de oito repetições no Supino e de 10 repetições no Leg press a 80% de 1RM. Dos 11 voluntários, 11

completaram o exercício de flexão de cotovelo 10 completaram o Supino e 7 completaram o Leg press.

O estudo teve uma limitação onde os exercícios foram executados em três dias diferentes, portanto a cada sessão de treinamento os dados foram coletados em apenas um exercício. Apesar do autor apresentar em uma tabela os valores obtidos do gasto energético anaeróbico (pela mensuração do lactato), EPOC e gasto energético total (GE pela mensuração do lactato + EPOC) em cada um dos exercícios, não foi possível agrupar os dados para que se tivesse uma melhor na visualização dos valores obtidos referente ao EPOC total dos três exercícios, devido a limitação anteriormente citada.

Quando os dois protocolos foram comparados entre os 3 exercícios utilizando dados agrupados e homens e mulheres (60% de 1RM com repetições até a exaustão vs.80% de 1RM), o protocolo 60% de 1 RM do tipo resistência muscular resultou em maior dispêndio energético total do que a 80% . O volume no protocolo de resistência de força em duas séries foi significativamente maior nos exercícios Arm Curl e Supino em comparação com duas séries na rotina do protocolo de força nos mesmos exercícios. Os autores concluíram que o tipo de treinamento afeta o gasto total de energia anaeróbica e aeróbica, e a mensuração do lactato sanguíneo em programas de levantamento de peso e sua posterior conversão para o gasto energético anaeróbico tem o potencial de contribuir significativamente para a medida do gasto energético total da sessão quando comparado com os valores do gasto energético obtidos com a captação de oxigênio somente.

Haddock e Wilkin (2006) objetivaram determinar se o aumento do volume de um programa de treinamento resistido teria impacto significativo no EPOC. Para isso compararam dois protocolos de treinamento. As voluntárias foram 15 mulheres saudáveis com idade de $24,2 \pm 1,2$ (média+EPM) que já participavam em programas de treinamento de força. Uma semana antes, as voluntárias visitaram o laboratório para se familiarizarem com o teste metabólico e os equipamentos de treino de força. Em um primeiro momento foram coletados os dados referentes a composição corporal e a realização do teste de 8RM. O teste de 8RM foi realizado em nove diferentes exercícios, na seguinte ordem: Supino, Leg press, Puxada alta lateral, Flexora de joelho, Desenvolvimento, Extensora de joelho, Biceps Curl, Triceps pull down e Abdominal Crunch. A realização dos protocolos ocorreu com intervalo de dois dias. O primeiro protocolo (P1) era composto por uma série de cada um dos nove exercícios a 8RM e o segundo protocolo (P3) era composto por três séries de cada um dos nove exercícios a 8RM, em forma de circuito. Ambos os protocolos tinham intervalo de 90 segundos entre cada

exercício. Os dados metabólicos foram obtidos utilizando um analisador Cosmed K4b2, Rome, Italy, onde foram mensurados continuamente durante o exercício incluindo os 90s de intervalo e em repouso após o exercício durante 120 minutos.

As sessões duraram $21,3 \pm 0,48$ min no P1 e $63,1 \pm 1,1$ min no P3. O principal achado do estudo foi que o EPOC não foi diferente entre os protocolos (P1 = $93,3 \pm 20,1$ KJ; P3 = $94,1 \pm 7,1$ KJ) medido por 120 minutos. No entanto o GE total durante o exercício foi significativamente superior no P3 (P1 = $333 \pm 15,9$ KJ e P3 = $963,6 \pm 51,5$ KJ; Média+EPM). Os autores concluíram que o aumento do volume da sessão de treinamento, entendido pelo aumento do número de séries e consequentemente aumento da duração do treino resistido, tem impacto sobre o GE total da sessão, no entanto em relação ao EPOC não houve diferença entre os protocolos.

Wu e Lin (2006) examinaram, via calorimetria indireta, o efeito da intensidade do exercício resistido sobre o EPOC e tipo de substrato utilizado em 120 min após exercício. A amostra era composta por 16 homens com idade de $20,2 \pm 1,8$ (Média $\pm$ DP) anos, com experiência em levantamento de peso há no mínimo 6 meses. Cada sujeito compareceu ao laboratório quatro vezes, onde a anamnese e os dados referente a composição corporal foram coletados na primeira visita, o teste de 1RM na segunda visita, os dados metabólicos basais na terceira e . Na quarta visita foram realizados dois protocolos de exercício: Baixa Intensidade (BI) e Alta Intensidade (AI) com diferença de três dias em relação a execução dos protocolos. Os exercícios foram realizados na seguinte ordem: Rosca direta barra, remada em pé, supino, tríceps, Leg press inclinado, half squat, bent over rowing, extensora de joelho. O protocolo de AI era composto por três séries de 10 repetições a 75% de 1RM, e o protocolo de BI era composto por três séries de 15 repetições a 50% de 1RM. Ambos com dois minutos de intervalo entre as séries.

Os resultados mostraram que o EPOC foi maior no protocolo de AI, e que ambos os protocolos induziram consumo de oxigênio acima dos níveis basais (Basal = $4,3 \pm 0,4$ ml, Kg⁻¹.min⁻¹; AI = $7,5 \pm 5,1$ ml.kg⁻¹.min⁻¹; BI = $5,7$ ml.kg⁻¹.min⁻¹), quando se considerou volume de trabalho igual nos protocolos. O RER (Respiratory Exchange Ratio) durante os 120 minutos de EPOC no AI e BI, respectivamente, foi de $0,75 \pm 0,02$ e $0,75 \pm 0,03$, sugerindo que o substrato utilizado é o mesmo. Os autores concluíram que o exercício de AI, considerando o mesmo volume, seria a melhor escolha em programas de controle de peso.

Braun et al (2005) investigaram as diferenças agudas na magnitude do EPOC em resposta ao exercício resistido. Oito mulheres com idade de $31,3 \pm 9,1$ (Média $\pm$ DP) participaram do

estudo. Cada participante completou três sessões de levantamento de peso antes da realização do teste de 1RM, para se familiarizar com os exercícios. Aproximadamente uma semana depois, as participantes realizaram o teste de 1RM no leg press, extensora de joelhos, flexora de joelhos, bíceps curl, tríceps extension, supino e back extension. Os dados metabólicos basais de repouso foram coletados durante 30 minutos por calorimetria indireta (MedGraphics Cardio₂, St. Paul, MN, USA). O protocolo de treinamento utilizado foi de circuito (TC) que consistia em três séries, 15 repetições, a 65% de 1RM com 30 segundos de transição entre os exercícios e 2 minutos de intervalo ao final de cada passagem. Após a conclusão do exercício as voluntárias permaneceram em repouso durante um hora onde os dados referentes a captação de oxigênio foi coletado. As voluntárias foram agendados para o teste experimental baseado no seu ciclo menstrual. Os testes foram realizados durante o início e meio da fase folicular do ciclo (dias 1-7).

A média de VO₂ permaneceu significativamente maior ($0,23 \pm 0,01 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$) do que as medidas pré-exercício ($0,19 \pm 0,01 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$) durante o EPOC de 60 minutos. O EPOC total para o TC foi de $2,27 \pm 0,25 \text{ L}$ para os primeiros 30 minutos e $3,73 \pm 0,39 \text{ L}$ para o período de 60 min. Em resumo, os autores concluíram que o treinamento em circuito induziu EPOC, que foi em média de 145 Kcal para 30 min, e de 238,3 Kcal para 60 min.

Bizen et al (2004) também tiveram o propósito de determinar o efeito agudo de 45 minutos de exercício resistido sobre o EPOC e a oxidação de substratos energéticos. Foram recrutadas 10 mulheres com idade de $29,2 \pm 3$ (média+DP) anos, que já praticavam levantamento de peso há um ano. Em dias não consecutivos a amostra foi submetida há uma avaliação inicial do VO_{max} e força máxima para fins descritivos e para projetar o protocolo de exercício resistido. A captação de oxigênio foi conduzida em dois ensaios, um grupo controle e um grupo de exercício resistido. Cada ensaio consistia na captação dos dados referentes a variação metabólica em três períodos consecutivos, totalizando 185 minutos, sendo: 20 minutos basal, 45 minutos durante o exercício resistido ou 45 minutos de controle, e 120 minutos pós-exercício (EPOC). O protocolo de exercício consistia na realização de três séries, 10 repetições, a 70% de 1RM, com intervalo de um minuto entre as séries. O protocolo era composto por nove exercícios: supino vertical, desenvolvimento, leg press, agachamento, Extensão de joelhos, remada sentada, puxada alta flexão de cotovelo e exetensão de cotovelo (chest press, shoulder press, leg squat, leg extension, leg press, seated row, latissimus dorsi pull-down, biceps curl, e triceps extension), totalizando 27 séries realizadas em 45 minutos.

O volume de oxigênio consumido durante 45 minutos de exercício foi maior que o controle ($30,9 \pm 2,9$ L vs $10,2 \pm 1,0$ L). O principal achado do estudo foi que o consumo de oxigênio pós-exercício se manteve significativamente elevado após 120 minutos quando comparado ao mesmo período de tempo no estado basal do grupo controle (Exercício = $33,4 \pm 5,1$ vs Controle = $27,2 \pm 0,3$). Os autores concluíram que 45 minutos com intensidade alta em exercícios resistidos (70-80% 1RM) com 60 segundos de intervalo pode elevar significativamente o gasto energético pós exercício durante uma hora.

Schuenke et al (2002) tiveram o propósito de quantificar a duração do EPOC após uma sessão de treino resistido de alta intensidade. Sete voluntários com experiência em treinamento com peso há no mínimo seis meses, com idade de 22 ± 3 (média+DP) anos, participaram do estudo. Os dados foram coletados ao longo de três semanas não consecutivas. Os testes de 1 RM foram conduzidos no exercício supino, Power cleans e Agachamento paralelo, e após uma aproximação usando 80%, 70% e 75% de 1 RM, as 10RMs foram determinadas. Para evitar efeitos residuais metabólicos nenhuma intervenção ocorreu nas duas semanas posteriores. A sessão foi composta em um formato de circuito com quatro séries em cada um dos três exercícios, com 10 RMs com intervalo de 2 minutos entre as séries. A captação de oxigênio foi realizado em 34, 29, 24, 10 e 5 horas pré-exercício, bem como imediatamente depois, 14, 19, 24, 38, 43 e 48 horas pós-exercício.

O achado mais importante do estudo foi que o consumo de oxigênio induzido pelo treinamento resistido de alta intensidade se manteve significativamente elevado mesmo após 39 horas. Após o primeiro dia da sessão de levantamento de peso o consumo de oxigênio representou um aumento aproximado de 348% em relação ao estado basal pré-exercício, e no segundo dia ainda apresentava um aumento aproximado de 327%. O acúmulo diário foi de aproximadamente 404 kcal e 369 kcal respectivamente no primeiro e segundo dia. Os autores concluíram que o treinamento resistido de alta intensidade pode gerar EPOC por até 48 horas pós exercício. A Tabela 1 apresenta um resumo dos principais aspectos metodológicos e resultados dos 12 estudos avaliados nessa revisão.

Tabela 1. Resumo dos principais aspectos metodológicos e resultados dos 12 estudos avaliados nessa revisão.

ESTUDO	GRUPOS	IDADE (anos) (Média±Variação)	N	SEXO	SÉRIES	REPETIÇÕES	INTENS. (% 1RM)	(...)
Cesar et al(2013)	Basal	23±3 ^a	12	F	NA	NA	NA	(…)
	Fmax	23±3 ^a	12	F	3	3-5	90%	
	RML	23±3 ^a	12	F	3	15-20	50%	
Mukaiimoto et al (2012)	BIL	21,7±2,8 ^b	11	M	3	RM	50%	(…)
	AIN	21,7±2,8 ^b	11	M	3	RM	80%	
	BIN	21,7±2,8 ^b	11	M	3	RM	50%	
Scott (2012)	C 1	23,1±3,1 ^a	10	M	3	5	70%	(…)
	C 2	23,1±3,1 ^a	10	M	3	5	70%	
	C 3	23,1±3,1 ^a	10	M	3	5	70%	
Farinatti et al(2011)	VP1	26±3 ^a	10	M	5	10	15 RMs	(…)
	VP3	26±3 ^a	10	M	5	10	15 RMs	
	LP1	26±3 ^a	10	M	5	10	15 RMs	
	LP3	26±3 ^a	10	M	5	10	15 RMs	
Da Silva et al(2010)	Basal	23±2 ^a	8	F	NA	NA	NA	(…)
	PE	23±2 ^a	8	F	3	12	50 a 55%	
	TC	23±2 ^a	8	F	3	12	50 a 55%	
Scott et al(2010)	P70	24±3 (?)	10	M	2	RM	70%	(…)
	P80	24±3 (?)	10	M	2	RM	80%	
	P90	24±3 (?)	10	M	2	RM	90%	
Scott (2006) *	Resist.	25.8±8,5; 24.6±7,2 ^a	5;6	M;F	2	RM	60%	(…)
	Força	25.8±8,5; 24.6±7,2 ^a	5;6	M;F	2	6 - 10	80%	
Haddock e Wilkin (2006)	Basal	24,2 ± 1,1 ^b	15	F	NA	NA	NA	(…)
	P1	24,2 ± 1,1 ^b	15	F	1	NA	8RMs	
	P3	24,2 ± 1,1 ^b	15	F	3	NA	8RMs	
Wu e Lin (2006)	Basal	20,2±1,8 ^a	16	M	NA	NA	NA	(…)
	AI	20,2±1,8 ^a	16	M	3	10	75%	
	BI	20,2±1,8 ^a	16	M	3	15	50%	
Braun et al (2005)	Basal	31,3±9,1 ^a	8	F	NA	NA	NA	(…)
	TC	31,3±9,1 ^a	8	F	3	15	65%	
Bizen et al (2004)	Basal	29,2±3 ^a	10	F	NA	NA	NA	(…)
	TR	29,2±3 ^a	10	F	3	10	70%	
Schuenke et al (2002)	Basal	22±3 ^a	7	M	NA	NA	NA	(…)
	24hrs	22±3 ^a	7	M	4	RM	10RM	
	48hrs	22±3 ^a	7	M	4	RM	10RM	

(...) = tabela continua na próxima página

ESTUDO	INTERV. (min)	EXERCÍCIOS	TRABALHO (Joule)	DURAÇÃO DA SESSÃO (min)	(...)
	NA	NA	NA	NA	
Cesar et al(2013)	3	S; PC; DB; TB; RB; LP; EX; FX	ND	78,3±4,6	(...)
	1	S; PC; DB; TB; RB; LP; EX; FX	ND	48,5±4,4	
	2	S; LP; PA; Ex	ND	24,3±0,6	
Mukaimoto et al (2012)	2	S; LP; PA; Ex	ND	11,2±0,4	(...)
	2	S; LP; PA; Ex	ND	14,4±0,3	
	4	S	464,9±71,5	ND	
Scott (2012)	4	S	451,2±71,5	ND	(...)
	4	S	463±74,8	ND	
	1	V	ND	ND	
Farinatti et al(2011)	3	V	ND	ND	(...)
	1	LP	ND	ND	
	3	LP	ND	ND	
	NA	NA	NA	NA	
Da Silva et al(2010)	NA	S; V; LP; Ex; Fx; D; VD	ND	ND	(...)
	NA	S; V; LP; Ex; Fx; D; VD	ND	ND	
	5	S	637,1±122,4	ND	
Scott et al(2010)	5	S	512,4±93,4	ND	(...)
	5	S	324,7±92,6	ND	
	2,5	AC; S; LP	ND	ND	
Scott (2006) *	2,5	AC; S; LP	ND	ND	(...)
	NA	NA	NA	NA	
Haddock e Wilkin (2006)	1,5	S; LP; PA; Fx; D; Ex; BC; TB; Ab	ND	21,3 ± 0,48	(...)
	1,5	S; LP; PA; Fx; D; Ex; BC; TB; Ab	ND	63,1 ± 1,1	
	NA	NA	NA	NA	
Wu e Lin (2006)	2	RB; SR; S; TE; LPI; HS; BOR; Ex	ND	NA	(...)
	2	RB; SR; S; TE; LPI; HS; BOR; Ex	ND	NA	
	NA	NA	NA	NA	
Braun et al (2005)	2	LP; Ex; Fx; BC; TE; S; BE	ND	ND	(...)
	NA	NA	NA	NA	
Bizen et al (2004)	1	CP; SP; LS; LE; LP; SR; LDP; BC; TE	ND	45	(...)
	NA	NA	NA	NA	
Schuenke et al (2002)	2	S; PC; AP	ND	31	(...)
	2	S; PC; AP	ND	31	

(...) = tabela continua na próxima página

ESTUDO	EPOC (Consumo de O ₂ ou GE)			GE TOTAL	
	TOTAL	COMPARAÇÕES	T. Efeito	% ganho	DA SESSÃO (Kcal)
Cesar et al(2013)	ND	Basal vs. Fmax	NA	NA	ND
	ND	Basal vs. RML	NA	NA	145,2 ± 21,6
	ND	Fmax vs. RML	NA	NA	137,79 ± 55,20
Mukaimoto et al (2012)	86±13,5 Kcal	AIN vs. BIL	1,71	31	348,3±16,9
	112,5±17,5 Kcal	AIN vs. BIN	0,46	6	373±13,5
	106±11 Kcal	BIN vs. BIL	1,63	23	365,8±10,9
Scott (2012)	9,22±4,25 Kcal	C2 vs. C1	0,56	30	14,38±5,68
	11,99±5,61 Kcal	C3 vs. C1	0,56	30	19,11±6,62
	11,94±5,4 Kcal	C2 vs. C3	0,01	0	20,11±6,76
Farinatti et al(2011)	114,95±16,85 Kcal	VP1 vs. VP3	0,45	7	ND
	107,7±15,6 kcal	LP3 vs. VP3	0,82	13	ND
	139±20,95 kcal	LP1 vs. LP3	0,76	12	ND
	121,75±18,85 Kcal	LP1 vs. VP1	1,16	19	ND
Da Silva et al(2010)	74,3±17,7 Kcal	PE vs. Basal	1,50	50	ND
	111,1±31,35 Kcal	TC vs. Basal	1,87	47	ND
	109,55±20,1 Kcal	PE vs. TC	0,06	1	ND
Scott et al(2010)	11,85 ± 2,91Kcal	P70 vs. P80	0,05	1	23,1±4,23
	11,68± 4,28 Kcal	P70 vs. P90	0,47	11	21,83±5,35
	10,7 ± 1,98 Kcal	P80 vs. P90	0,31	9	17,32±2,6
Scott (2006) *	9,31±4,55 Kcal *	Resistência vs. Força	0,93	62	25,93±13,22 *
	5,75±3,15 Kcal *				16,64±9,58 *
Haddock e Wilkin (2006)	134,71±6,02 Kcal	P1 vs. Basal	3,08	14	NA
	153,89 ± 6,4 Kcal	P3 vs. Basal	3,51	18	233,54 ± 8,89
	158,4 ± 7,5 Kcal	P3 vs. P1	0,65	3	388,53±17,29
Wu e Lin (2006)	4,3±0,4 ml. Kg ⁻¹ .min. ⁻¹	AI vs. Basal	1,16	74	ND
	7,5±5,1 ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹	BI vs. Basal	0,27	27	ND
	5,7 ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹	AI vs. BI	0,35	32	ND
Braun et al (2005)	0,19±0.01 l.min ⁻¹	TC vs. Basal	4	21	ND
	0,23±0.01 l. min. ⁻¹				ND
Bizen et al (2004)	136±1,5 Kcal	TR vs. Basal	2,30	23	ND
	167±25,5 Kcal				ND
Schuenke et al (2002)	ND	NA	NA*	NA*	NA
	ND	NA	NA*	NA*	ND
	ND	NA	NA*	NA*	ND

NOTA: Resist. = resistência; Intens. = intensidade; Interv. = intervalo entre séries; T. Efeito = Tamanho de efeito, que é o quociente entre a diferença das médias de dois grupos de interesse pela média da variação

dos dois grupos de interesse; GE = gasto energético; NA = Não se aplica; NA* = Não se aplica pois o estudo em questão apresentou valores somente em gráfico; * = Os dados foram coletados em dias não consecutivos (um dia para cada exercício), não permitindo a identificação do valor total do EPOC juntando agrupando os três exercícios, portanto, para que pudesse realizar o cálculo do tamanho de efeito e percentual de ganho, foi calculado a média dos valores obtidos e média das variações nos três exercícios. ; a = Desvio Padrão; b= Erro padrão da média; (?) = estudo não permitiu identificar a variação; Fmax = Força máxima; RML = Resistência muscular localizada; BIL = Baixa intensidade com velocidade de execução lenta; AIN = Alta intensidade com velocidade de execução normal; BIN = Baixa intensidade com velocidade de execução normal; C1 = cadência 1,5s excêntrica e 1,5s concêntrica; C2 = cadência 4s excêntrica e 1s concêntrica; C3 = cadência 1s excêntrica e 4s concêntrica; VP1 = Voador Peitoral com um minuto de intervalo; VP3 = Voador Peitoral com três minutos de intervalo; LP1= Leg press com um minuto de intervalo; LP3= Leg press com três minutos de intervalo; PE = Pré-exaustão; TC = Treinamento em circuito; P70 = Protocolo com 70% 1RM; P80 = Protocolo com 80% 1RM; P90 = Protocolo com 90% 1RM; P1 = Protocolo com uma série; P3 = Protocolo com três séries; AI = Alta intensidade; BI= Baixa intensidade; TR = Treino resistido; N = Quantidade da amostra; 1RM = Uma repetição máxima; S = Supino; PC = Puxada Costas; DB = Desenvolvimento Barra; TB = Tríceps Barra; RB = Rosca Barra; LP = Leg Press; Ex = Extensora; Fx = Flexora; PA = Puxada Alta; V = Voador; VD = Voador Dorsal; AC = Bíceps Scott(Arm Curl); D = Desenvolvimento; BC = Bíceps Scott (Bíceps Curl); Ab = Abdominal; SR = Remada em pé (Standing Rowing); TE = Tríceps Extensão; LPI = Leg press Inclinado; HS = agachamento parcial (Half Squat); BOR = remada curvada (Bent Over Rowing); BE = extensão do tronco (Back extension); CP = supino em máquina (Chest Press); SP = desenvolvimento (Shoulder Press); LS = Agachamento unilateral(Leg Squat); SR = Remada sentada (Seated Row); LDP = Pulley alto (Latissimus Dorsi Pull-down); PC = Levantamento olímpico (Power Clean); AP = Agachamento paralelo; NOTA: O % ganho foi calculado considerando apenas as médias, sendo $(\text{média 1} / \text{média 2}) \times 100 - 100$.

DISCUSSÃO

Os resultados dos estudos utilizados nessa revisão permitem fazer interpretações sobre o impacto da intensidade, volume, cadência ou velocidade de execução, tempo de intervalo entre as séries e trabalho total no EPOC e gasto energético.

A intensidade, representada pelo percentual da força voluntária máxima (%1RM) ou pelo número de repetições máximas que o indivíduo executa em cada série (FLECK E KRAEMER, 2006), foi a variável que obteve maior quantidade de estudos interessados em analisar seu impacto sobre o dispêndio energético. Ao todo foram cinco estudos, dos quais dois (WU e LIN, 2006; BIZEN et al, 2004) encontraram EPOC acima dos níveis basais durante 120 minutos, utilizando intensidades de 70 e 75% de 1RM, três séries de 10 repetições em média de 10 exercícios envolvendo grandes e pequenos grupos musculares. Um dos estudos (BRAUN et al; 2005) encontrou EPOC elevado durante 60 minutos utilizando intensidade de 65% de 1RM em três séries de 15 repetições em sete exercícios. Um estudo (SCHUENK et al, 2002) encontrou EPOC durante 48 horas após quatro séries de 10RMs, que equivale aproximadamente a uma intensidade de 75% de 1RM (UCHIDA et al 2006). Outro estudo (CESAR et al, 2003) utilizando a intensidade de 50 e 90 % de 1RM não descreveu ou apresentou os valores obtidos no EPOC, apenas limitou-se em descrever que os

valores retornaram aos níveis basais antes dos 30 minutos. Nenhum dos estudos citados considerou a equivalência do trabalho entre as séries, dessa forma, os resultados obtidos poderiam ser diferente visto que quando feito o controle dessa variável, um treino mais intenso gera um gasto energético maior por cada repetição (SCOOT, 2010).

A magnitude de consumo de oxigênio elevado após o exercício por um curto ou longo prazo pode estar relacionado aos componentes rápido, lento e ultralento do EPOC. Para analisar a influência de uma variável sobre a duração do EPOC, deve-se considerar que a curva de recuperação do VO_2 se dá de acordo com componentes relacionados a vários fatores. Esse é o caso dos substratos recompostos, como o reabastecimento dos estoques de oxihemoglobina e oximioglobina, restauração dos fosfagênios e energia necessária para a reconversão do lactato em glicogênio, que estão relacionadas ao componente rápido do EPOC. Já fatores como restauração da temperatura corporal, manutenção de circulação e da ventilação, estariam na origem de um EPOC elevado desde o término do exercício até a primeira hora posterior. Além disso, associam-se ao componente lento ou ultralento do EPOC o aumento no metabolismo dos ácidos graxos, cortisol e dano muscular, dentre outras variáveis (NETO et al, 2009).

Em relação ao volume, somente um estudo (HADDOCK e WILKIN, 2006), analisou a influência desta variável isoladamente no EPOC, sendo que o volume nesse estudo foi considerado pelo aumento do numero de séries (1 vs 3) mantendo a intensidade fixa de 8RMs. Demonstrou que mesmo com o aumento do numero de séries não apresentou nenhum impacto sobre o EPOC, apenas sobre o gasto energético total durante a sessão. Porém, em revisões anteriores (PINTO et al, 2011, MEIRELLES e GOMES, 2004), os autores sugeriram que o dispêndio energético no treinamento contra resistência durante e pós exercício são dependentes exponencialmente do volume de treinamento, sugerindo dessa forma que o volume é uma variável que tem um importante impacto sobre o dispêndio energético de um programa de treinamento com exercícios resistidos. Mas apesar dessa compreensão do impacto do volume no GE total, ainda há, aparentemente, pouca produção relacionando volume e EPOC.

A manipulação da velocidade de execução ou contração muscular no exercício resistido é uma das estratégias sugeridas para modificar a intensidade no treinamento da força (FLECK e KRAEMER, 2006). Dois trabalhos incluídos nessa revisão (MUKAIMOTO e OHNO, 2012; SCOTT 2012) estudaram a influência dessa variável no EPOC. Pelos resultados relacionados à cadência de execução do exercício, não foi possível identificar dados concretos que permitissem afirmar que essa variável por si seja um ponto primordial ou fundamental para aumentar significativamente o

gasto energético durante e após a sessão de treinamento. Essa variável se apresentou significativa (SCOTT, 2012) apenas quando o trabalho total é equivalente. Ou seja, quando o trabalho total é equivalente, o GE durante e após é maior se o tempo de tensão for maior.

O tempo de intervalo entre uma série e outra é uma das variáveis que influencia a intensidade da sessão de treinamento. Quanto menor o tempo de intervalo, maior será a intensidade da sessão de treinamento (FLECK E KRAEMER, 2006). Somente um estudo (FARINATTI e NETO, 2011) analisou essa variável, e os autores verificaram que quando o trabalho e número de repetições são semelhantes, o dispêndio energético durante e após não é consequência substancialmente do tempo de intervalo menor (ex:1 min) ou maior (ex:3 min). Considerando que somente um artigo investigou o impacto da manipulação do intervalo de recuperação entre séries sobre o dispêndio energético, essa interpretação precisa ser cautelosa. É prudente esperar a realização de novos estudos, com diferentes tempos, para se poder interpretar com mais segurança esse fenômeno.

Uma importante limitação da maioria dos estudos apresentados foi o não controle do trabalho total da sessão de treinamento. O trabalho pode ser obtido pelo produto da distância pela carga (FLECK E KRAEMER, 2006). Para que se possa testar o impacto de diferentes variáveis, é importante controlar o trabalho da sessão. Uma exceção seria para o volume, uma vez que o aumento ou redução do volume (repetições x carga) repercute em aumento ou redução, respectivamente, do trabalho. Somente dois estudos apresentaram o controle do trabalho total (SCOTT, 2012; SCOTT et al, 2010); e de modo geral esses estudos mostraram que o controle dessa variável permite ter melhor visualização das possíveis influências de outras variáveis sobre o dispêndio energético.

Outro aspecto importante observado é que o gasto energético anaeróbico de uma sessão de treinamento representa a parte mais significativa no dispêndio energético total durante o exercício. A oclusão do fluxo sanguíneo durante a contração muscular que gera hipóxia, a brevidade dos exercícios e a ausência de um estado fisiológico estável, revelam a capacidade incompleta do consumo de oxigênio como estratégia para quantificar o gasto energético total de uma sessão de treinamento resistido (SCOTT, 2012; SCOTT, 2010; SCOTT, 2006). Portanto, enquanto estratégias mais precisas para medida do gasto energético no treinamento resistido não são estabelecidas, será necessário prudência na interpretação do gasto energético medido apenas pelo consumo de oxigênio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos estudos disponíveis sobre a influência das variáveis de prescrição do treinamento resistido sobre o EPOC indica que ainda persistem muitas lacunas merecedoras de esforço investigativo. Em que pesem as limitações decorrentes da carência de estudos específicos e as possíveis limitações desse trabalho, a variável cujo impacto sobre o EPOC de forma geral revelou-se mais clara foi a intensidade, em particular quando o trabalho total da sessão foi controlado. O volume seguramente tem grande impacto no gasto energético total, mas pelos estudos aqui analisados ainda não é possível interpretar se o volume teria grande impacto no EPOC.

Deve ser realçada a ideia de que a duração e, conseqüentemente, a magnitude do EPOC tenderam a ser fortemente influenciadas por fatores relacionados ao delineamento metodológico dos estudos. Assim, seria preciso definir critérios para subsidiar a padronização desses aspectos metodológicos, em nome de melhor comparabilidade entre resultados obtidos para o consumo de oxigênio durante e após sessões de exercícios resistidos.

Outro questionamento ainda não completamente elucidado é se o EPOC teria magnitude suficiente para ter impactos significativos no controle ponderal. Alguns autores apontaram para o fato de que o EPOC apresentava baixos valores. De qualquer forma o que foi observado pelo conjunto de estudo é o que EPOC corresponde aproximadamente entre 25% a 65% do GE total, o que nos parece significativo enquanto parte do GE total, em particular nesse último caso.

De qualquer forma, o efeito cumulativo do EPOC nas muitas sessões de treinos, ao longo de uma periodização, nos parece relevante para o GE, de modo que, dependendo da seleção de exercícios, trabalho realizado, intensidade e volume, o somatório de energia gasta durante a recuperação pode ser importante no aumento do gasto energético diário, contribuindo, assim, para a gestão da composição corporal ideal.

REFERÊNCIAS

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.

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

SILVERTHORN, D. U. **Fisiologia humana: uma abordagem integrada**. 2.ed. Barueri, SP: Manole, 2003.

MEIRELLES, C. M., GOMES, P.S.C. **Acute effects of resistance exercise on energy expenditure: revisiting the impact of the training variables.** Rev. Bras. Med. Esporte, v.10, n. 2, p.131-138, 2004.

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.

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.

STRASSER, B.; SCHOBERSBERGER, W. **Evidence for resistance training as a treatment therapy in obesity.** Journal of Obesity, v. 2011, Article ID 482564, 2011.

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

MUKAIMOTO, T.; OHNO, T. **Effects of circuit low-intensity resistance exercise with slow movement on oxygen consumption during and after exercise.** Journal of Sports Sciences, v. 30, n. 1, p. 79–90, 2012

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.

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.

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.

SCOTT, C. B.; LEARY, M. P.; TENBRAAK, A. J. **Energy expenditure characteristics of weight lifting: 2 sets to fatigue.** Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, v.36, p. 115-120, 2011.

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.

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

WU, B.; LIN, J. **Effects of exercise intensity on excess post-exercise oxygen consumption and substrate use after resistance exercise.** Journal of exercise science and fitness, v.4, n. 2, p. 103-109, 2006.

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.

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.

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.

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, 2009.

UCHIDA, M. C. et al. **Manual de musculação:** uma abordagem teórico prática do treinamento de força. 4. Ed. São Paulo: Phorte, 2006.