

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS

ANA PAULA ANDRADE

**MAGNITUDE DO CONSUMO DE OXIGÊNIO PÓS-EXERCÍCIO
CONTRARRESISTÊNCIA: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

**VITÓRIA
2016**

ANA PAULA ANDRADE

**MAGNITUDE DO CONSUMO DE OXIGÊNIO PÓS-EXERCÍCIO
CONTRARRESISTÊNCIA: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

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

2016

ANA PAULA ANDRADE

**MAGNITUDE DO CONSUMO DE OXIGÊNIO PÓS-EXERCÍCIO
CONTRARRESISTÊNCIA: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

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 2016.

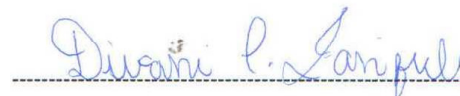
COMISSÃO EXAMINADORA



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



Prof. Leonardo Carvalho Caldas
Universidade Federal do Espírito Santo



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

RESUMO

A magnitude do gasto energético (GE) induzido pelo treinamento contrarresistência (TC) tem sido tema de grande interesse científico, pois atualmente sabe-se que o TC contribui para redução de peso gordo, auxilia na manutenção da composição corporal ideal. Entretanto, ainda está pouco esclarecido sobre qual a magnitude do EPOC induzido pelo TC. Diante disso, esse trabalho teve dois objetivos: (1) Ampliar a compreensão do GE induzido pelo TC, com intuito de complementar os resultados anteriores de dois TCCs (ROVETTA, 2015 e RUFO, 2014); (2) Compreender a magnitude do EPOC induzido pelo TC. Para isso, foi realizada uma revisão de literatura, em que os artigos foram acessados na base de dados PUBMED (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/advance>). Os critérios de inclusão dos artigos foram estudos originais com voluntários humanos saudáveis, que não faziam uso de drogas, e que foram acompanhados por profissionais durante a intervenção. A técnica usada para medida do consumo de oxigênio após o exercício teria que ser de alta precisão (calorimetria direta ou espirometria), ter grupo controle, envolvendo exercícios de força com carga externa constante (isotônico) e idade superior a 16 anos. O GE precisava ser acessado resultante do TC e com EPOC de minimamente 20 min após a sessão ou até que o consumo de oxigênio voltasse a valores similares ao basal. Foi possível acessar 171 resumos nos três descritores utilizados. No entanto, não foi encontrado qualquer estudo que pudesse ampliar os resultados referentes à descrição do primeiro objetivo. A partir disso, o foco foi atender ao segundo objetivo. Para isso todos os estudos de nosso banco de dados, incluindo os estudos que estimaram o GE durante e após o exercício foram usados para compreender a magnitude do EPOC. Inicialmente 10 desses estudos foram incluídos e 2 excluídos. Os resultados demonstraram que a magnitude do EPOC em relação ao GE durante o exercício é bastante variável, sendo influenciada pelos diferentes protocolos de exercícios, em particular pelas variações de volume e intensidade. Também, não há consenso entre os estudos sobre a mensuração do EPOC durante os intervalos dos exercícios, uma variável que certamente impacta no valor total do EPOC.

Palavras-chaves: Exercício contrarresistência. Gasto energético. EPOC

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistematização sequencial do estudo	12
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais características metodológicas e resultados dos estudos acessados.....	22
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 METODOLOGIA	10
3 RESULTADOS.....	13
4 DISCUSSÃO	23
5 REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

Dada a crescente prevalência da obesidade e sobrepeso, há uma necessidade de intervenções vinculadas ao balanço energético para delineamento das ações que permitam alcançar a composição corporal ideal. O balanço energético é regulado pelo consumo e o dispêndio de energia, de modo que um consumo calórico excessivo causa desequilíbrio em favor do acúmulo de energia que em grande parte será armazenada endogenamente na forma de gordura, podendo resultar em sobrepeso ou obesidade (MEIRELLES e GOMES, 2004).

O gasto energético (GE) diário pode ser fracionado nos seguintes componentes: taxa metabólica de repouso, efeito térmico da dieta e atividade física. A taxa metabólica de repouso é o maior componente do GE, representando aproximadamente 70% (CEDDIA, 2002). A atividade física é o componente mais variável do GE diário (CEDDIA, 2002), sendo extremamente importante, pois contribui para um GE equilibrado, proporcionando maior controle da composição corporal (PINTO et al., 2011).

Até alguns anos atrás, possivelmente por interpretações equivocadas ou pelo número ainda reduzido de estudos, havia uma interpretação de que apenas exercícios aeróbios eram capazes de induzir redução de gordura corporal. Mas, no âmbito científico, essa visão já foi superada a partir de evidências consistentes que mostram que o treinamento contrarresistência (TC) também é capaz de reduzir a quantidade de tecido adiposo (BRAUN et al, 2005; GELIEBTER et al, 2009; STRASSER e SCHOBERSBERGER, 2011).

Isso ocorre porque o TC também induz importante GE durante e após os exercícios físicos. Além disso, cronicamente promove ganho de massa muscular, o que também contribui para o aumento da taxa metabólica de repouso (MCARDLE, KATCH, KATCH, 2008).

O GE 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 pode ser estimado a partir do consumo de oxigênio. O oxigênio é essencial no processo de transferência de energia, agindo como aceptor de hidrogênio no final da cadeia transportadora de elétrons. Sabe-se que cada 1 L de oxigênio utilizado pelos tecidos corporais equivale a produção de aproximadamente 5 Kcal. Esse valor varia levemente dependendo dos substratos utilizados. E 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). Portanto, havendo consumo de oxigênio é possível estimar o GE.

Embora o TC seja tipicamente anaeróbio, isso apenas é verdadeiro durante as execuções dos movimentos, mas não no repouso. Ou seja, após o exercício a produção de energia será aeróbia, de modo que o consumo de oxigênio também é útil para estimar o GE induzido pelo TC.

Esse consumo elevado de oxigênio após o exercício físico é amplamente conhecido pela sigla EPOC, derivada da expressão “*excess post-exercise oxygen consumption*”(em inglês) (LIRA et al., 2007). O EPOC refere-se ao consumo de oxigênio que é necessário para restabelecer as concentrações de fosfocreatina e ATP, metabolizar lactato, reabastecer oxigênio na mioglobina, reajuste da temperatura corporal, entre outros (SILVERTHORN, 2003).

No entanto, a compreensão do GE induzido pelo exercício contrarresistência (EC) é complexa, pois há inúmeras variáveis envolvidas que podem ser combinadas de muitas formas diferentes. Dentre as variáveis destacam-se a cadência do movimento, o intervalo entre séries, a frequência de treinamento, tipos de exercícios, ordem dos exercícios, intensidade e volume. Sabe-se que algumas dessas variáveis impactam no GE, enquanto outras ainda não estão claramente definidas. Esse conjunto de variáveis pode assumir inúmeras combinações, dificultando a compreensão. Somado a isso, variáveis intervenientes como as características individuais, incluindo sexo, idade, composição corporal e nível de condicionamento físico poderiam afetar o GE (MEIRELLES e GOMES, 2004, NETO et al., 2009).

Uma vez que o TC causa GE, e que esse GE pode contribuir para a modulação da composição corporal, cabe o seguinte questionamento: Qual a magnitude do EPOC induzido pelo TC? Não há resposta fácil a essa pergunta, exatamente pela complexidade das variáveis envolvidas no TC. Evidentemente, vários trabalhos científicos veem tentando alcançar essas respostas. Recentemente, dois trabalhos de conclusão de curso (TCC) (RUFO, 2014; ROVETTA et al. 2015), orientados pelo mesmo orientador do presente TCC, objetivaram compreender a magnitude do GE relacionado ao EPOC provocado pelo TC (RUFO, 2014) ou, especificamente, o GE induzido por diferentes tipos de TC (ROVETTA, 2015).

Em particular no TCC de ROVETTA (2015) não foi possível fazer buscas com todos os descritores pretendidos. Diante disso, o objetivo inicial do presente estudo foi ampliar essa busca utilizando-se descritores que ainda não haviam sido acessados, com a intenção de ampliar os conhecimentos produzidos no TCC de ROVETTA (2015).

Entretanto dos diversos estudos acessados, nenhum deles, com exceção daqueles já previamente encontrados por ROVETTA (2015), atendeu os critérios de inclusão. Os detalhes dessa sistemática de busca e leitura serão apresentados no tópico 'Metodologia'.

Em virtude da inexistência de estudos adicionais, um novo problema teve que ser delimitado. Dentre vários problemas e questões possíveis, uma que nos interessava responder é: 'Qual é a magnitude do EPOC induzido pelo TC?'

Particularmente os leigos acreditam que o GE induzido por exercícios ocorra apenas durante o exercício físico, e não no pós-exercício. Mesmo profissionais da área de treinamento físico desconhecem a magnitude do EPOC induzido pelo TC. A resposta a essa pergunta acima, que é desafiadora em virtude da complexidade das variáveis envolvidas, é importante para tomada de decisão relacionada ao tipo, volume, intensidade, duração, frequência, entre outras variáveis, que deverão ser pensadas quando o interesse for prescrição de TC para redução de gordura corporal.

Diante do problema, o objetivo do estudo foi compreender a magnitude do EPOC induzido pelo TC. Para isso foi necessário relativizar o EPOC com o GE durante o exercício físico.

2METODOLOGIA

Em relação ao primeiro objetivo, que foi ampliar as buscas utilizando descritores que ainda não haviam sido acessados, com a intenção de expandir os conhecimentos produzidos no TCC de ROVETTA (2015), buscou-se por artigos na base de dados PUBMED(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/advance>) utilizando-se três combinações de descritores no título e/ou resumo (Title+Abstract):(D1)“Strengthtraining” OR“Resistance training” OR “Weight training” AND “energy” NOT “aerobic”(n=61);(D2)

“Strengthtraining” OR “Resistance training” OR “Weight training” AND “oxygenconsumption” NOT “aerobic” (n=97); (D3)“Strength training” OR “Resistance training” OR “Weight training” AND “EPOC” NOT “aerobic” (n=13). 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. A técnica usada para medida do GE teria que ser de alta precisão (calorimetria direta ou espirometria), ter grupo controle (podendo ser do tipo antes vs. depois)envolvendo exercícios de força com carga externa constante (isotônico) e idade superior a 16 anos. O GE precisava ser acessado durante os EC e com EPOC de, minimamente,20 min após a sessão ou até que o consumo de oxigênio voltasse a valores similares ao basal. Não houve limitação quanto a sexo e ano de publicação.

Foi possível acessar 171 resumos. Desse total de estudos, foram excluídos aqueles que no resumo (abstract) utilizavam modelos animais, ensaios clínicos com uso de drogas, pessoas portadoras de algum tipo de doença ou gestantes, artigos de revisão e estudos cujo texto completo não estava disponível quando acessado através do IP da UFES. Do total de estudos, 15 não estavam disponíveis na íntegra.A Figura 1 ilustra a sistematização sequencial referente a essa etapa. Os únicos estudos encontrados foram os mesmos já utilizados por ROVETTA (2015).

Assim, os estudos que mediram o EPOC durante e após o TC para a estimativa do GE foram selecionados para análise. Inicialmente foi possível incluir 10 estudos:Haddock e Wilkin (2006); Burlesonet al.(1998); Thornton et al. (2011);Kelleher et al. (2010); Scott et al(2012); Haltom et al.(1999); Scott et al(2010); Farinatti et al. (2011); Mukaimoto e Ohno (2012);Bizen et al (2001). Dois estudos(CESAR et al., 2013;Farinatti et al. 2013;) tiveram que ser excluídos pois não foi possível saber o valor real do EPOC, apesar de ter sido medido por 30 minutos de recuperação, não permitiu calcular o EPOC separadamente do GE total. As principais características metodológicas e os resultados dos estudos serão descritos no tópico 'Resultados'.

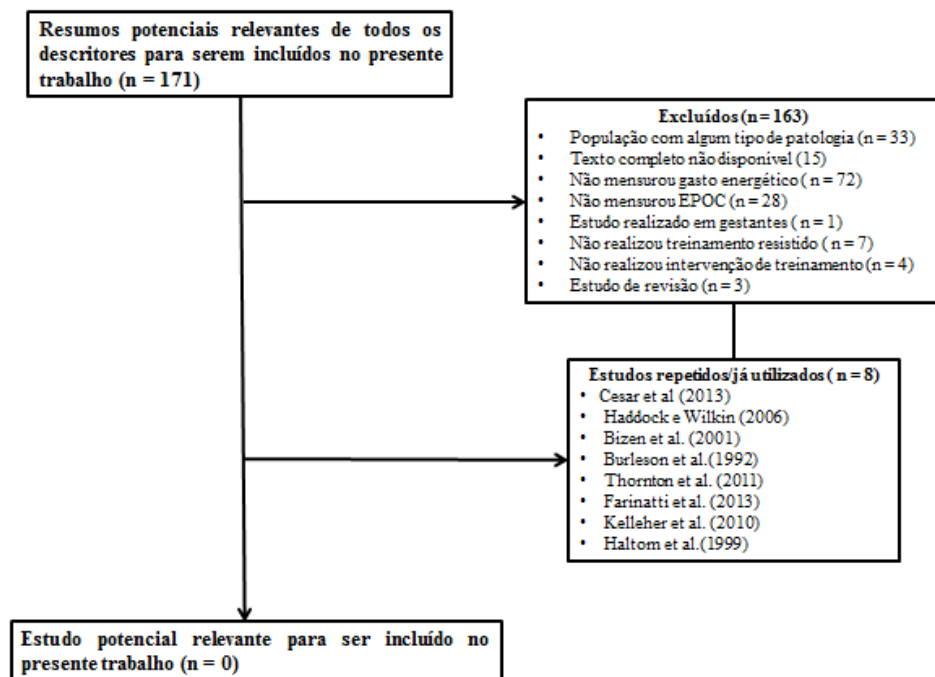


Figura 1. Sistematização sequencial da busca por estudos para inclusão na revisão sistemática

3 RESULTADOS

Seguindo uma ordem cronológica, o estudo realizado por Burleson et al. (1997) comparou o GE total e durante a recuperação de uma sessão de treinamento contrarresistência em circuito (TCC) vs. o GE induzido por treinamento aeróbio (TA). O estudo foi composto por 15 homens, com idade 23 ± 2 anos, com mínimo de seis meses de experiência com TC, mas que também foram familiarizados com os exercícios utilizados no estudo.

Inicialmente, os voluntários realizaram testes de consumo máximo de oxigênio ($VO_{2\text{máx}}$) e frequência cardíaca máxima ($FC_{\text{máx}}$) usando esteira rolante. Em seguida, a força máxima (1 RM) foi avaliada em cinco exercícios: Agachamento livre com a barra (*parallelsquat*), supino (*benchpress*), remada horizontal (*one armdumbbellrow*), pullover no banco com flexão de cotovelos (*bent-arm pullover*), e puxada no *pulley* (*latissimusdorsipulldown*).

A sessão de TC consistiu na realização de dois circuitos compostos por oito exercícios: Agachamento livre com barra, supino, abdominal supra no banco romano (*Roman chairsit-ups*), remada horizontal, *pullover* no banco com flexão de cotovelos, flexão na barra fixa (*pull-ups*), hiperextensão de tronco (*backhyperextension*), e puxada no *pulley*. Os exercícios foram realizados a 60 % de 1RM, exceto nos exercícios em que o peso corporal serviu como resistência [Abdominais (*sit-ups*)/25 repetições, flexão na barra fixa/10 repetições, hiperextensão de tronco/10 repetições]. Realizou-se a quantidade de repetições possíveis durante 45s (exceto para os três exercícios descritos acima), seguido por descanso de 60s. As séries ficaram entre 8-12 repetições, sendo que as repetições não foram realizadas até a falha.

A sessão de exercício na esteira consistiu em caminhar ou correr em um ritmo que provocasse o mesmo consumo de oxigênio médio do VO_2 consumido durante a sessão de exercício com peso (aproximadamente 45% do $VO_{2\text{máx}}$). Foi dado um intervalo de cinco dias entre as sessões.

As sessões duraram 27 min para cada protocolo de exercício. O GE durante a sessão em $\text{kcal}\cdot\text{min}^{-1}$, TA e TCC foi similar, sendo de 7,9 e 7,7 respectivamente. O GE total da sessão (GE em $\text{kcal}\cdot\text{min}^{-1}$ multiplicado pela duração da sessão) foi de 213 e 208 para TCC e TA respectivamente.

OEPOC 30 min após a sessão (em L) para o protocolo TA (19 L) foi significativamente ($P < 0,05$) maior que após TCC (12,7 L). Ao fazer a conversão com base no equivalente calórico (4,82 kcal), foram obtidos os seguintes valores em kcal: TA= 92 e TCC=62.

Portanto, o EPOC representou média de 43% e 29% do GE medido durante os protocolos TA e TCC, respectivamente (Tabela 1).

Em 1999, Haltomet al. buscaram determinar o efeito da duração do intervalo de descanso sobre 1h de EPOC. O estudo contou com sete voluntários, com as seguintes características: 27 ± 1 anos de idade; 180 ± 3 cm de altura; 85 ± 3 kg de peso; $16 \pm 0,6\%$ de gordura corporal; 71 ± 2 kg de massa livre de gordura; e 48 ± 2 ml·kg⁻¹·min⁻¹ de VO_{2máx}. Cada sessão foi separada por sete dias e cada sujeito foi instruído a não realizar nenhum exercício dois dias antes dos testes. O VO_{2máx} foi mensurado por um sistema de análise metabólica (RayfieldEquipmentLtd., Waitsfield, VT, ConsentiusTechnologies, Sandy, UT).

Na primeira sessão foram determinados o VO_{2máx} e a composição corporal dos indivíduos. A segunda sessão consistiu em definir a carga referente a 75% de 20 repetições máximas (20 RM) para oito exercícios: 1) *legpress*, 2) supino, 3) extensão de joelhos (*legextension*), 4) puxada alta (*lat-pull*), 5) Flexão de joelhos (*legcurl*), 6) remada sentada (*seatedrow*), 7) extensão de cotovelos (*tricepsextension*), e 8) rosca bíceps (*bíceps curl*). Nas sessões 3 e 4, os indivíduos realizaram um dos dois protocolos de exercícios na forma de circuito. A única diferença entre os dois protocolos foi que em um realizou-se 20s de descanso (20 ID) e no outro 60s (60 ID) entre as séries. Cada protocolo foi completado a 75% de 20 RM (41,4% de 1 RM) em todos os exercícios.

Devido aos diferentes intervalos de descanso, o protocolo 20 ID durou média de 13 min e o protocolo 60ID durou 23 min. O GE em 1h de recuperação foi significativamente maior no protocolo de 20 ID (51 kcal) comparado ao 60 ID (37 kcal). Porém, o GE total (exercício + 1h de recuperação) foi significativamente maior no protocolo de 60 ID (277kcal) comparado com o protocolo de 20 ID (242kcal). O protocolo de 20 ID resultou em maior componente rápido do EPOC.

O EPOC representou 27% e 15% do GE obtido durante o exercício para os protocolos 20 ID e 60 ID, respectivamente.

Bizenet al. (2001) buscaram determinar o efeito agudo de 45 min de TC sobre o EPOC e oxidação de substratos em mulheres moderadamente treinadas durante o mesmo ciclo menstrual, enquanto a concentração de lactato sanguíneo era monitorada. O estudo contou com 10 voluntárias, 29 ± 3 anos, 169 ± 8 cm de altura e 59 ± 6 kg de peso, que já praticavam levantamento de peso há um ano.

As voluntárias foram submetidas a testes de capacidade aeróbia e força máxima (1RM). O $\text{VO}_{2\text{máx}}$ foi realizado em dois ensaios, com delineamento do tipo antes (controle) vs. depois (exercício) utilizando calorimetria indireta (MAX-1 *metabolic cart*). Antes de se iniciar o estudo, foi realizado o teste de 1 RM em nove exercícios: supino, desenvolvimento (*shoulderpress*), agachamento (*legssquat*), extensão de joelhos; *legpress*, remada sentada, e puxada no *pulley*, rosca bíceps, extensão de cotovelos; todos os exercícios testados foram utilizados na sessão.

Durante a sessão, os indivíduos realizaram três séries de 10 repetições a 70% de 1 RM, com intervalo de um minuto de repouso entre as séries. As análises foram realizadas em três etapas sendo: 20 min basal, 45 min de exercício e 120 min pós-exercício (EPOC), totalizando 180 min.

Como esperado, o VO_2 consumido durante os 45 min de exercício foi maior que o controle (31 ± 3 vs. 10 ± 1 ; em Litros), o que representou cerca de 155 kcal de GE durante o exercício, e cerca de 50 kcal para o controle que não se exercitou. Outro resultado importante foi que o consumo de oxigênio pós-exercício se manteve significativamente elevado (em torno de 18,6%) nos 120 min de medida do EPOC.

O EPOC representou 107% do GE durante o exercício para o grupo que fez TC.

Haddock e Wilkin, em 2006, investigaram se volume de uma sessão de TC (1 vs. 3 séries) teria impacto no EPOC. Foram recrutadas 15 voluntárias saudáveis com 24 ± 1 anos, 164 ± 1 cm de altura e 63 ± 2 kg de peso, que já tinham experiência com treinamento de força. As voluntárias realizaram teste de 8 RM em nove exercícios: Supino, *Legpress*, puxada alta (*lateral pulldown*), flexão e extensão de joelhos, extensão de cotovelos, rosca bíceps, desenvolvimento (*overhead press*) e abdominal supra (*crunch*). Todas realizaram aquecimento de 3 - 5 repetições a 60% de 8 RM.

Foram realizados dois protocolos, o primeiro consistiu em apenas 1 série de 8 RM em cada exercício (P1) e o segundo consistiu na execução de 3 séries de 8 RM (P3). Ambos os protocolos foram executados na forma de circuito. Após cada exercício os indivíduos descansaram 90 s antes de iniciar o próximo exercício. Os dados metabólicos foram obtidos por ergoespirometria (K4b2 Cosmed), de forma contínua durante o exercício, incluindo os 90s de intervalo entre exercícios. O consumo de oxigênio foi acompanhado por 120 min de

recuperação (EPOC), e os valores de EPOC nos intervalos entre séries não foram separados o GE durante a sessão.

Os resultados demonstraram que o EPOC pós sessão(120 min) não foi diferente entre os protocolos (P1 = 22 vs. P3 23; em kcal). Com relação ao GE durante o exercício o protocolo P3 (158 kcal) foi significativamente maior do que P1 (56 kcal). Em relação ao GE durante o exercício, o EPOC representou 39% e 14% para P1 e P3, respectivamente.

Scott et al.(2010)investigaram o GE para realização de 2 séries no supino em 3 intensidades diferentes (70%, 80% e 90% de 1RM). Participaram do estudo 10 voluntárias com 24 ± 3 anos de idade, 180 ± 9 cm de altura e 83 ± 11 kg de peso.

As voluntárias realizaram os procedimentos em quatro sessões não consecutivas. Na primeira sessão foi realizado teste de 1 RMno exercício supino na máquina Smith. Nas outras três sessões, as voluntárias foram distribuídas aleatoriamente para realização de cada um dos protocolos, ou seja, a 70%, 80%, e 90% de um 1RM, para realização de duas séries em sessões diferentes para cada intensidade.

O intervalo de descanso entre as séries foi de 5 min, sendo que as medidas foram realizadas continuamente durante todo esse intervalo, ou seja, o consumo de oxigênio durante esses 5 min foi considerado como o EPOC de cada exercício.O consumo de oxigênio foi mensurado usando calorimetria indireta (MMS- 2400, PavoMedics), a concentração de lactato sanguíneo também foi mensurada nos intervalos e pós-exercício. Além do GE calculado pelo consumo de oxigênio, os autores também calcularam o GE anaeróbio a partir das concentrações de lactato, de modo que o GE total foi obtido pelo GE aeróbio e anaeróbio.

OGE total não foi diferente entre os protocolos de 70% (11 ± 3 kcal) e o de 80% (10 ± 3 kcal), mas ambos foram significativamente maiores que o de 90% (7 ± 2 kcal). Para o GE estimado à partir do EPOC não houve diferença significativa entre os protocolos de 70% (12 ± 3 kcal), 80% (11 ± 4 kcal) e 90% (10 ± 2 kcal).Otrabalho total foi bastante diferente entre os protocolos 70% (637 ± 122 J), 80% (512 ± 93 J) e 90% (325 ± 93 J), uma vez que o número de repetições foi superior para os protocolos menos intensos.No entanto, foi encontrada correlação positiva moderada entre trabalho e EPOC ($r = 0,68$). O EPOC representou sobre o GE durante o exercício 109%, 110% e 143% para os protocolos 70%, 80% e 90%, respectivamente.

Kelleher et al. (2010) compararam o GE durante e pós-exercício contrarresistência tradicional (TRAD) vs. a técnica super série (SUPER). O interesse foi identificar se a ordem de exercício poderia impactar no GE e EPOC. Dez homens ativos (22 ± 2 anos; 175 ± 7 cm; e 75 ± 8 kg) participaram do estudo. Cinco a sete dias antes da primeira sessão de testes, os participantes foram submetidos a testes de 1RM em seis exercícios.

Todos os participantes do grupo TRAD realizaram quatro séries até a fadiga de cada exercício, a 70% da carga obtida no teste de 1RM, e intervalo entre séries foi de 60s, na seguinte ordem: supino, remada unilateral, rosca bíceps, extensão de cotovelos deitado (*lying tricepsextension*), extensão de joelhos e flexão de joelhos.

A única diferença do protocolo SUPER foi a ordem dos exercícios, que foi realizada em pares de exercícios de grupos musculares agonistas-antagonistas (supino e remada unilateral, rosca bíceps e extensão de cotovelos deitado, e extensão de joelhos e flexão de joelhos).

O EPOC foi medido por calorimetria indireta (Cosmed Eletronic Metabolic Cart with Quark b2). O consumo de oxigênio após cada exercício não foi considerado como EPOC, e sim parte da sessão de exercícios. O EPOC foi mensurado por 60 min após a sessão. Os autores compararam o GE aeróbio e anaeróbio. Para o GE anaeróbio usaram uma equação proposta por Mazzetti et al. (2007).

O GE durante a sessão não foi diferente entre os protocolos (SUPER: 241 ± 17 kcal; TRAD: 228 ± 20 kcal; MÉDIA $\pm$ erro padrão). O EPOC 60 min após a sessão em SUPER foi de 37 kcal, significativamente maior que a média do protocolo TRAD (31 kcal).

Durante o período do EPOC os autores também mediram o GE anaeróbio, que também foi significativamente maior para o SUPER (18 kcal vs. TRAD: 17 kcal).

O protocolo SUPER foi aparentemente mais anaeróbio, uma vez que a concentração de lactato foi significativamente maior ($12 \pm 1 \text{ mmol.L}^{-1}$) que o protocolo TRAD ($8 \pm 1 \text{ mmol.L}^{-1}$). O GE por minuto de exercício também foi significativamente maior em SUPER ($35 \pm 3 \text{ KJ} \cdot \text{min}^{-1}$) do que em TRAD ($26 \pm 2 \text{ KJ} \cdot \text{min}^{-1}$).

Embora o metabolismo anaeróbio não faça parte do conceito de EPOC, para calcular a magnitude do EPOC foi utilizada a soma do EPOC aeróbio de 1h com o GE

anaeróbio durante a fase do EPOC. Os valores percentuais de EPOC em relação GE durante o exercício foram de 14% e 15% para o TRAD e SUPER respectivamente.

Farinatti e Neto (2011) investigaram os efeitos de diferentes intervalos de descanso (IDs) pós-TC sobre o consumo de oxigênio. Dez homens saudáveis com pelo menos um ano de experiência com os exercícios foram selecionados para o estudo (26 ± 3 anos de idade; 179 ± 6 cm de altura; 78 ± 7 kg de peso).

Os participantes realizaram teste de 15 RM. As sessões consistiam em cinco séries de 10 repetições para cada exercício usando a carga de 15 RM, e foram realizadas em seis dias não consecutivos. Quatro protocolos foram realizados: V1- exercício voador com 1 min de ID; V3 – exercício voador com 3 min de ID; LP1- *legpress* com 1 min de ID; LP3 – *Legpress* com 3 min de ID.

O consumo de oxigênio foi obtido por calorimetria indireta (VO2000, Medical Graphics). Durante a sessão os autores mediram o consumo de oxigênio durante os exercícios, entre os exercícios, e após a sessão de exercícios. O GE foi estimado baseado-se no equivalente calórico de $5,05 \text{ kcal} \cdot \text{L}^{-1}$, de acordo com o proposto por Wilmore et al. (1978).

Esse estudo, apresentou os valores do EPOC de 90 min após-exercício (em kcal): V1:116, V3:109, LP1:138 e LP3:123. Houve diferenças significativas apenas entre V1 e LP1.

Entretanto, nesse estudo os autores dividiram o GE da sessão em GE durante os exercícios propriamente ditos, e o GE durante o intervalo dos exercícios. Na nossa interpretação o GE durante o intervalo dos exercícios também deveria fazer parte do EPOC. Sendo assim, o EPOC deveria ser referente aos 90 min após a sessão somado com o EPOC entre os intervalos dos exercícios. Considerando dessa forma, o valor do EPOC para os protocolos V1, V3, LP1 e LP3 seria (em kcal) de 129; 140; 163; 174; respectivamente. Já o GE durante os exercícios seriam (em kcal) de apenas 4; 3; 8; 5, para os protocolos V1, V3, LP1 e LP3, respectivamente.

Considerando dessa forma, o EPOC (após a sessão + EPOC intervalo entre exercícios) representou, em relação ao GE durante a sessão, 3.225%, 4.666%, 2.037% e 3.480% para V1, V3, LP1 e LP3, respectivamente. Se considerássemos apenas o EPOC 90 min pós sessão, esses valores seriam bem inferiores, sendo de 129; 140; 163; 174 (em kcal) para V1, V3, LP1 e LP3, respectivamente.

Thornton et al. (2011) compararam o impacto do TC de baixa e alta intensidade sobre o EPOC, em uma sessão de EC com trabalho igual. Dez mulheres africanas com sobrepeso ($IMC = 25\text{--}29.9 \text{ kg.m}^{-2}$) realizaram, durante a primeira sessão, o protocolo de baixa intensidade (BI), com 15 repetições a 45% da carga obtida em teste de 8 RM. Na segunda sessão, as voluntárias realizaram o protocolo de alta intensidade (AI), sendo oito repetições a 85% da carga de 8 RM. Nos dois protocolos foram executadas três séries de nove exercícios. O intervalo entre as séries foi de 60s.

Antes de iniciar o protocolo foi realizada uma sessão sem exercício que serviu como controle (CN). Os gases foram mensurados por um espirômetro portátil (Cosmed K4b2; Cosmed USA, Inc., Chicago). O EPOC não pôde ser calculado para os períodos de descanso entre os exercícios, ficando restrito apenas aos 30 min pós sessão.

O GE durante o exercício em BI foi de 117 ± 35 kcal, em AI foi 126 ± 30 kcal, ambos os protocolos apresentaram diferença significativa em relação ao CN (31 ± 6 kcal). Os valores do GE estimado à partir do EPOC não apresentaram diferença significativa entre os dois protocolos, sendo de 44 ± 11 kcal e 40 ± 9 kcal para BI e AI, respectivamente. Em relação ao GE durante o exercício, o EPOC representou 34% e 35% para os protocolos BI e AI.

Mukaiimoto e Ohno (2012) examinaram o consumo de oxigênio durante e após uma sessão de TC com variação da intensidade e da velocidade da fase concêntrica e excêntrica. Onze homens saudáveis com 22 ± 3 anos de idade, 172 ± 2 cm de altura e 66 ± 5 kg de peso, realizaram três tipos de TC na forma de circuito em dias separados: (sessão 1) TC de baixa intensidade com movimento lento (BIL): 50% de 1RM e 4 s para a ação concêntrica e 4 s na excêntrica; (sessão 2) TC de alta intensidade com o movimento em velocidade normal (AIN): 80% de 1-RM, e 1 s para cada fase do movimento; e (sessão 3) TC de baixa intensidade com movimento em velocidade normal (BIN): 50% de 1-RM e 1 s cada fase.

O teste de 1 RM foi feito em quatro diferentes exercícios na seguinte ordem: supino, *legpress*, remada sentada, e extensão de joelhos. Em relação à sessão, foram realizadas três séries em um padrão de circuito com os quatro exercícios, e os participantes realizaram cada série até a exaustão, com 2 min de intervalo entre séries.

O consumo de oxigênio foi monitorado continuamente durante os exercícios e durante 180 min após a sessão, com espirometria portátil (METAMAX3B, córtex,

Alemanha). Os protocolos foram realizados com pelos menos quatro dias de intervalo entre eles.

OGE estimado à partir do EPOC (em kcal) para os protocolos BIL, AIN e BIN foi 82 ± 13 , 106 ± 17 e 99 ± 10 , respectivamente. Nesse estudo, foi apresentado o GE total após cada série, o que também interpretamos como EPOC. O GE durante o exercício não foi apresentado. O EPOC dos intervalos de descanso entre sériesfoimenor em BIL(348 ± 17 kcal), do que em AIN(373 ± 13 kcal) e BIN(366 ± 11 kcal). No entanto, não houve diferença significativa entre os três protocolos.

A comparação possível nesse estudo é entre o EPOC de 180 min apósa sessão com o EPOC durante os intervalos entre séries, que alguns autores não consideram como EPOC, e sim como GE do exercício. Observou-se com essa análise que o EPOC de 180 min representou 23%, 28% e 27% para os protocolos BIL, AIN e BIN respectivamente, em relação ao EPOC durante os intervalos entre séries.

Scott (2012)estudou o GE induzido em três diferentes cadências no exercício supino, com intensidade submáxima. O estudo teve a participação de 10 voluntárias, com 23 ± 3 anos de idade, 177 ± 5 cm de altura e 82 ± 11 kg de peso. As participantes tinham pelo menos três meses de experiência emtreinamento de força.

O estudo foi dividido em quatro sessões. Na primeira visita realizou-se teste de 1 RM no supino. Nas outras três sessões foram realizadasas sessões de exercícios que consistiram em 3séries de 5 repetições, a 70% de 1RM, com 4 min de intervalo entre as séries, em três diferentes cadências de movimento, como segue: (C1) 1,5 s excêntrica-concêntrica (total 45 s); (C2), 4 s excêntrica e 1 s concêntrica (total 75 s); (C3), 1 s excêntrica e 4 s concêntrica (total 75 s).

O consumo de oxigênio foi mensurado por calorimetria indireta (MMS-2400, PavoMedics) em repouso, durante e após a sessão de exercícios. Importante destacar que nesse estudo o autor mensurou o consumo de oxigênio pós sessãoaté que regressasse a 5 mL/kg/min, ou seja, próximo ao valor basal, mas não descreveu quanto tempo foi necessário pra isso acontecer.

OGE estimado à partir da medida do EPOC foi significativamente maior nos protocolos C2 (12 ± 5 kcal) e C3 (12 ± 5 kcal) quando comparados ao C1 (9 ± 4 kcal).O GE

durante os exercícios (GE aeróbio + anaeróbio) foi em C1: 5 ± 3 kcal , C2: 7 ± 3 kcal e C3: 8 ± 3 kcal. O trabalho total foi similar entre os protocolos (entre 450 a 465 J). Em relação ao GE durante o exercício, O EPOC representou 180%, 171% e 150% para os protocolos C1, C2 e C3, respectivamente.

A tabela 1, apresenta as principais características metodológicas e resultados dos estudos acessados.

ESTUDOS	GRUPOS	IDADE (anos)	N	SEXO	SÉRIES	REP.	INTENS. (% 1RM)	GEE ou GES (kcal)	EPOC		EPOC (%)
									DURAÇÃO (min)	PÓS-EXER. (Kcal)	
Scott et al (2012)	C1							5±3 [‡]		9±4 [‡] (#)	180
	C2	23±3 ^a	10	M	3	5	70%	7±3 [‡]	4	12±5 [‡] (#)	171
	C3							8±3 [‡]		12±5 [‡] (#)	150
Mukaimoto et al (2012)	BIL						50%	348±17		82±13	23
	AIN	22±3 ^a	11	M	3	RMs	80%	373±13	180	106±17	28
	BIN						50%	366±11		99±10	27
Thornton et al. (2011)	BI	23±3 ^a	10	F	3	15	45% de 8 RM	117	30	40±9	34
	AI					8	85% de 8 RM	126		44±11	35
Farinatti et al (2011)	V1							4		129	3.225
	V3	26±3 ^a	10	M	5	10	15	3	90	140	4.666
	LP1							8		163	2.037
	LP3							5		174	3.480
Kelleher et al. (2010)	TRAD	22±2 ^b	10	M	4	RMs	70%	228±20 [‡]	60	31 [‡]	14
	SUPER							241±17 [‡]		37 [‡]	15
Scott et al (2010)	P70						70%	11±3		12±3 (#)	109
	P80	24±3 ^a	10	M	2	RMs	80%	10±3	5	11±4 (#)	110
	P90						90%	7±2		10±2 (#)	143
Haddock et al (2006)	P1	24±1 ^b	15	F	1	8	8	56 [‡]	120	22 [‡]	39
	P3				3			158 [‡]		23 [‡]	14
Bizen et al (2004)	TC	29±3 ^a	10	F	3	10	70%	155	120	167	107
Haltom et al (1999)	20 ID	27±1 ^a	7	M	2	20	41.4%	191	60	51	27
	60 ID				2	20	41.4%	240		37	15
Burleson et al (1997)	TCC	23±2 ^a	15	M	2	8 - 12	60%	213 [°]	30	92	29
	TA				NA	NA	45% [°]	208 [°]	30	62	43

Tabela 1. Principais características metodológicas e resultados dos 10 estudos utilizados na revisão sistemática. N = número da amostra do estudo; SÉRIE (Nº EX) = refere-se o número de séries seguido pelo número de exercícios dentro dos parênteses; REP. = descrito como número de repetições realizadas ou apenas como RMs para os estudos que informaram que as repetições foram realizadas até a falha concêntrica; INTENS. (% 1RM) = refere-se a intensidade, apresentada como % de 1RM ou número de repetições máximas. GEE : Gasto energético exercício; GES: Gasto sessão; EPOC - Duração (min) : tempo pós-exercício em que foi mensurado o EPOC; PÓS-EXERCÍCIO: EPOC mensurando apenas após o exercício; EPOC(%): EPOC/GASTO ENERGÉTICO)*100; NA = Não se aplica; ^a = variação dada em desvio Padrão; ^b=variação dada em erro padrão da média; [‡] valores convertidos de kj para kcal; [°] percentual de VO2máx; [°] valor encontrado da multiplicação do gasto em kcal·min⁻¹(#) = Nos estudos de Scott, a mensuração do EPOC foi realizada até os valores de consumo de O2 ficarem abaixo de 5 ml/kg/min.

4 DISCUSSÃO

Diante dos resultados dos estudos analisados, pode-se identificar que o EPOC variou bastante entre os artigos, ficando entre 14% a 4.666%. Essas diferenças parecem ter sido induzidas principalmente pelos diferentes protocolos de exercícios e pela forma como o EPOC foi interpretado e medido pelos autores.

Considerando que EC permite uma infinidade de protocolos, com diferentes intensidades, número de séries, duração da sessão e dos intervalos entre exercícios, dos tipos de exercícios, os quais podem envolver grupos musculares maiores ou menores, torna-se bastante difícil uma interpretação que permita estabelecer a real magnitude do EPOC, ou pelo menos um valor que pudesse ser usado como referência.

De fato, Castinheira et al. (2009) já havia registrado que existe uma discordância na literatura em relação a magnitude do EPOC, provavelmente devido à disparidade metodológica entre os estudos. É interessante registrar que embora o conceito de EPOC refere-se ao 'consumo elevado de oxigênio após o exercício', há autores (HALTOM et al. 1999; FARINATTI et al. 2011; THORNTON et al. 2011; BIZEN et al. 2004; KELLEHER et al. 2010; BURLESON et al. 1997; HADDOCK et al. 2006) que consideram o EPOC como o 'consumo elevado de oxigênio após a sessão de exercício'. Essa última interpretação fere o conceito de EPOC, de modo que quando sua mensuração for realizada apenas após a sessão, certamente produzirá valores diferentes daqueles estudos que consideram o EPOC conforme o conceito clássico.

Na sequência serão discutidos os diversos protocolos dos estudos como forma de contribuir para a interpretação das causas dessa grande variação de EPOC entre os protocolos.

Em quatro estudos (SCOTT et al., 2012; FARINATTI et al., 2011; SCOTT et al., 2010; BIZEN et al., 2004) observou-se que o EPOC foi maior que o GE durante o exercício. Em seis outros estudos (MUKAIMOTO et al., 2012; THORNTON et al., 2011; KELLEHER et al., 2010; HADDOCK et al., 2006; HALTOM et al., 1999; BURLESON et al., 1997) notou-se que a magnitude do EPOC foi menor que aquela observada durante o exercício.

Mukaimoto e Ohno (2012) consideraram o EPOC após cada exercício e também após 180 min do fim da sessão. Três protocolos distintos foram realizados em

forma de circuito. Cada um composto por 3 séries de 4 exercícios com 2 min de intervalo entre séries. A intensidade foi de 50% de 1RM para dois grupos (BIL e BIN), e de 80% para o terceiro grupo (AIN). Os autores variaram também a cadência do movimento. Esse protocolo tem intensidades e número de séries que habitualmente são usadas na prática de prescrição de treinamento de força, mas habitualmente não se faz apenas 4 exercícios.

Esse estudo não descreveu o GE durante a sessão, mas apenas o EPOC entre exercícios e após a sessão. A nossa interpretação é GE relativo ao EPOC foi expressivo, variando de 348 a 373 Kcal, em média. Algo interessante nesse estudo é que o EPOC de 180 min representou menos que 28% do EPOC entre exercícios. Isso sugere que o EPOC entre exercícios é maior que o EPOC após a sessão, de modo que quem não considera o consumo de oxigênio entre exercícios como EPOC, certamente irá subestimar a magnitude do EPOC.

No estudo de Burleson et al. (1997), por exemplo, o consumo de oxigênio relativo ao exercício incluiu os valores entre exercícios. Ou seja, eles não consideraram os valores entre exercícios como EPOC. Eles chamaram de EPOC o consumo de oxigênio relativos a 30 min pós sessão. O grupo que realizou EC fez 2 séries de circuito com 8 exercícios a 60% de 1RM, intervalo de 60s entre séries e 45s de estímulo (8 a 12 repetições). Trata-se de um protocolo similar a prática de prescrição de treinamento em academias.

Um achado importante desse estudo foi ter demonstrado que uma sessão de EC pode induzir EPOC superior a uma sessão de exercício aeróbico, confirmando assim que o TC é impactante para o GE. Ou seja, o TC pode, inclusive, ser uma estratégia mais interessante que o aeróbico quando se for considerado a magnitude do EPOC.

O GE total em TCC foi de 213 kcal, e o EPOC representou 29% disso. Esses valores são menores, pois os autores só consideraram como EPOC aquilo que foi medido após a sessão. Nesse estudo, a realização das repetições não foi até a falha, o que pode ter interferido no EPOC. Resultados distintos podem ser observados em estudos onde se considerou também como EPOC os valores após cada exercício, ou seja, percebe-se que esses valores apresentados, são muito inferiores aos estudos que consideram também como EPOC aquilo que ocorre durante os intervalos de descanso

entre séries. O estudo de Farinattiet al. (2011) exemplifica bem esse fato. Farinattiet al. (2011) realizaram quatro protocolos distintos (V1, V3, LP1 e LP3), com 5 séries de 10 repetições com uma intensidade baseada em 15 RM. O intervalo foi de 1 min (V1 e LP1) ou 3 min (V3 e LP3). Nesse estudo, os autores consideram o EPOC entre os exercícios e o EPOC 90 min após a sessão. Com isso, percebe-se que diferente da maioria dos estudos, esse considera também como EPOC aquilo que ocorre entre os exercícios, o que proporciona maiores valores de EPOC (3.225%, 4.666%, 2.037% e 3.480% para V1, V3, LP1 e LP3, respectivamente), quando comparado aos estudos que consideraram apenas o EPOC após a sessão. Esse estudo em particular, pode ser confrontado com todos os outros estudos, pelos valores apresentados aqui justificarem o fato de quando não se considera o EPOC que ocorre nos intervalos de descanso entre séries, estamos subestimando os valores de EPOC. Os autores separam o GE de cada exercício e mensuram nos intervalos de cada protocolo (1 e 3 min) o EPOC. Quando isso acontece, fica claro com os resultados apresentados que o EPOC vai ser maior que o GE durante os exercícios. Com isso, torna-se extremamente importante analisar a forma em que o EPOC foi interpretado.

No estudo de Haltom, et al. (1999), utilizou-se dois protocolos de circuito, composto por oito exercícios, sendo que a diferença entre os protocolos foi o intervalo de descanso entre os exercício (20s e 60s). Considerando uma intensidade inferior (41,1% de 1 RM) ao que costuma ser utilizado nas academias, exceto o intervalo de 20 s não muito utilizado em sessões de TC, nota-se que o GE foi razoável. O GE total (exercício + 1h de recuperação) foi maior no protocolo de 60 s de intervalo (277 kcal) comparado com o protocolo de 20 s de intervalo (242 kcal). Esse maior valor para o protocolo de 60 s de intervalo seria explicado pelo EPOC entre um exercício e outro que, nesse caso, era de 60 s, e os autores não trataram esse intervalo como EPOC, e sim como parte da sessão de exercícios. Obviamente que no protocolo de 60 s os voluntários descansavam por mais tempo. De fato, esse protocolo durou 23 min, enquanto que o protocolo de 20 s durou 13 min.

Quando os autores avaliam o EPOC de 1h de recuperação após a sessão de treino, o grupo 20 ID teve maior EPOC (27%) comparado ao protocolo de 60 ID (15%), pois certamente nos primeiros minutos de recuperação houve maior consumo de oxigênio nesse grupo, devido à necessidade de recompor os ATPs gastos durante os 13

min. Isso não aconteceu no protocolo de 60 s porque o intervalo entre exercícios já era maior, e o EPOC desses intervalos já permitia recompor a maior parte dos ATPs gastos.

Novamente, esse estudo demonstra que a consideração do EPOC apenas após a sessão, e não durante os intervalos entre exercícios pode levar a interpretações equivocadas da magnitude do EPOC.

Haddock et al. (2006) investigaram dois protocolos de exercício, um com uma série (P1) e outro de três séries (P3), sendo que o intervalo entre séries era de 90s. Cada protocolo foi composto por nove exercícios, com uma intensidade baseada em 8 RM. Tal protocolo se assemelha com o que vivenciamos diariamente, embora seja mais comum se realizar um maior número de repetições (15 a 20 RM) se tratando de um protocolo de uma série por exercício.

Nesse estudo, o EPOC foi considerado 120 min após a sessão, enquanto que o EPOC dos intervalos entre séries não foi separado do GE durante o exercício. A magnitude do EPOC foi menor para P3 (14%) quando comparado ao P1 (39%). A explicação aqui é mesma do trabalho de Haltom, et al. (1999), ou seja, o maior o intervalo entre as séries fez com que o EPOC pós sessão fosse menor, pois durante o intervalo de 90s já se permitia a recuperação dos ATPs gastos diminuindo o consumo de oxigênio e por sua vez o EPOC. Esse menor valor de EPOC, mais uma vez pode ser confrontado também com o estudo de Farinatti et al. (2011), perde-se informações importantes para conclusões, quando deixa de se mensurar esse EPOC que também ocorre entre os exercícios. Com isso, observamos entre os estudos, uma distinção enorme entre os valores de EPOC.

Ao se estudar quatro protocolos de exercício com baixa intensidade e alto volume (FARINATTI et al., 2011) e diferentes intervalos entre séries, observou-se novamente que os valores de EPOC foram menores para o protocolo em que o tempo de descanso entre séries era maior, exatamente como ocorreu nos estudos de Haltom et al. (1999) e Haddock et al. (2006).

Nos estudos de Scott, EPOC é mensurado até o momento que o consumo de oxigênio fica abaixo de 5 ml/kg/min, com a justificativa que esse valor está próximo do basal (3,5 ml/kg/min). Por esse motivo, os estudos foram mantidos mesmo não mensurando o EPOC minimamente 20 min após a sessão.

Scott et al. (2010) estudaram 3 protocolos de exercício com intensidades distintas (70,80 e 90% de 1RM), realizando 2 séries no exercício supino, até a fadiga, com intervalo de 5 min entre as séries.

Neste estudo, o EPOC foi mensurado durante os 5 min de intervalo entre as séries e após a sessão, até que o consumo de oxigênio ficasse abaixo de 5 ml/kg/min. O GE total foi menor apenas para a intensidade de 90%, pois o volume foi menor nesse protocolo. No protocolo de 70% e 80% a magnitude do EPOC foi similar (109 e 110%) e inferior ao de 90%(143%), demonstrando que a intensidade pode impactar no EPOC. O estudo demonstra que uma maior intensidade e menor volume gera EPOC similar a uma menor intensidade com maior volume. Isso nos parece algo que precisa ser considerado na prescrição de treinamento para modulação do peso corporal. Ou seja, optar por exercícios menos intensos, mas de maior volume, ou exercícios mais intensos e de menor volume. Treinamentos com maiores volumes exigem mais tempo, enquanto treinamentos mais intensos poderiam aumentar a chance de lesão e, possivelmente, o tempo de recuperação até a próxima sessão.

Uma consideração interessante desse estudo foi a consideração do GE anaeróbio, pois, segundo os autores, quando se desconsidera o GE anaeróbio se subestimaria o GE total. Os autores defendem que isso poderia ser feito utilizando-se a produção de lactato, e que a medida isolada do consumo de oxigênio seria um modelo inadequado para medir GE de atividades anaeróbias.

Thornton et al. (2011) compararam um protocolo de alta (AI; 85% de 8-RM) com baixa (BI; 45% de 8-RM) intensidade, com 9 exercícios e intervalo de descanso entre séries de 60s. O número de repetições foi de 8 repetições em AI e 15 repetições em BI. O GE durante os exercícios e o EPOC após a sessão não foram diferentes. Nesse estudo o EPOC não foi medido nos períodos de descanso entre exercícios, mas apenas por até 30 min após a sessão. A magnitude do EPOC em relação ao GE da sessão de exercícios não foi diferente entre os protocolos utilizados (BI= 34%; AI= 35%). No entanto, tais valores, são inferiores aos achados em alguns estudos conforme discutido anteriormente (SCOTT et al. 2010; FARINATTI et al. 2011; SCOTT et al. 2012). Esse fato, pode ser justificado pelos estudos de Scott não terem mensurado o EPOC após a sessão, e por nesse estudo os autores não terem considerado os valores de EPOC entre os intervalos de descanso entre séries. Tais resultados se

assemelham aos achados feitos por Haltomet al. (1999), quando no protocolo de 60 s encontra-se uma magnitude de EPOC de 30%, conforme descrito acima, o maior intervalo entre aos exercícios pode interferir no valores de EPOC após a sessão.

Em Bizenet al (2001) o protocolo foi realizado em 45 min, o EPOC 120 min após a sessão. A intensidade foi 70% de 1RM, 3 séries de 10 repetições, e 1min de descanso entre os 9 exercícios realizados. Durante os 45 min, incluindo os intervalos de descanso entre exercícios, o GE foi de aproximadamente 155 kcal. O EPOC, o qual foi considerado apenas após a sessão, representou 107% do GE da sessão. Observa-se que a magnitude do EPOC foi superior que os resultados encontrados em Haltomet al. (1999), devido a duração da sessão ter sido inferior nos protocolos de 20 s (13min) e 60 s (23 min) em relação a esse estudo em que a duração de 45 min. O que confirma o fato de que a forma como foi realizada a sessão de exercício pode interferir na interpretação do EPOC.

Conforme discutido previamente nos estudos deBurlesonet al.(1997), Haltom et al. (1999), Bizen et al (2001), Haddock et al (2006),Kelleher et al. (2010),Thornton et al. (2011),Mukaimoto et al (2012), o fato dos autores não terem considerado o EPOC entre os intervalos deve ter subestimado a magnitude do EPOC.

Em alguns estudos (MUKAIMOTO et al. 2012; THORNTON et al. 2011; BURLESON et al. 1997) mesmo com protocolos diferentes não foi possível encontrar grande diferença na magnitude do EPOC após a sessão com o GE durante a sessãomuito grande entre eles.

Kelleheret al. (2010)realizou-se 4 séries, com intensidade de 70% de 1 RM, intervalo 60 s entre os 6 exercícios de cada um dos protocolos(SUPER vs. TRAD), e as repetições foram executadas até a fadiga.Os autores encontraram uma pequena diferença deEPOCem favor do protocolo SUPER, mas a magnitude do EPOC em relação ao GE da sessão foi pequena(SUPER=15%e TRAD=14%). Somente foi considerado como EPOC, nesse estudo, o que ocorre 60 min após a sessão. Novamente, a explicação poderia ser pelo fato dos autores não terem considerado como EPOC o consumo de oxigênio entre exercícios. O autoresargumentam que o EPOC maior para o protocolo SUPER pode ser explicado pelo fato desse protocolo ter sido concluído em um tempo mais curto que TRAD.

Conclui-se a partir dos resultados desses estudos que a magnitude do EPOC em relação ao GE durante o exercício é bastante variável, sendo influenciada pelos diferentes protocolos de exercícios, em particular nas variações de volume e intensidade. Outro variável que impacta na medida do EPOC é a consideração ou desconsideração do intervalo de descanso entre as séries na medida do EPOC. Há claramente impactante subestimativa da magnitude do EPOC quando se considera EPOC apenas como o consumo de oxigênio após a sessão de exercícios, e não após cada série de exercícios. De qualquer forma, foi possível interpretar que o EPOC é bastante importante para o GE induzido pelo TC, principalmente quando se considera o consumo de oxigênio dos intervalos entre exercícios como EPOC.

5 REFERÊNCIAS

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

CEDDIA, R. B.. **Precusores neoglicogênicos hepáticos são mais eficientes do que a glicose para recuperar hipoglicemia.** In: II Congresso de Endocrinologia do IDEM, 2002, Maringá. Caderno de resumos do II Congresso de Endocrinologia do IDEM, 2002. p. 3-4.

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.

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

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

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.

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.

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.

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

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.

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.

ROVETTA, Lorrana Moreschi. **Análise e descrição do gasto energético induzido pelo exercício contrarresistência neuromuscular: Relação estímulo-resposta**. 2015. Iniciação científica (Graduado em Educação Física) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.

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.; TRIPLETTMCBRIDE, 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.

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.; PLOUTZSNYDER, 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.

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.

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.

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.

CASTINHEIRAS, A. G., Silva, N. L., & Farinatti, P. T. (2009). **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, 15(1), 70-78.

RATAMESS, NA, Falvo, MJ, Mangine, GT, Hoffman, JR, Faigenbaum, AD, and Kang, J. **The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise.** Eur J Appl Physiol 100: 1–17, 2007.