UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Faculdade de Ciências - Bauru

LUCAS BERTOLUCI ZUQUIERI

A INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO RESISTIDO EM CIRCUITO NO GASTO ENERGÉTICO: REVISÃO DE LITERATURA

BAURU

2018

LUCAS BERTOLUCI ZUQUIERI

A INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO RESISTIDO EM CIRCUITO NO GASTO ENERGÉTICO: REVISÃO DE LITERATURA

Orientador: PROF. Dr. DALTON MULLER PESSÔA FILHO

Supervisor:

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Campus de Bauru, para a obtenção do grau de Bacharelado em Educação Física.

BAURU

2018

AGRADECIMENTOS

Quando comecei a elaborar este trabalho, há alguns meses, pensei comigo o que escreveria nesta seção quando chegasse o momento. Pois bem, este momento chegou, então deixo aqui meus agradecimentos.

À Deus, por me capacitar fisicamente e mentalmente para a realização deste trabalho, e por nunca ter me abandonado. À Ele toda honra e glória.

À minha família, pelo amor incondicional e por sempre terem me apoiado nas minhas decisões, sem eles eu não seria nada.

Ao meu orientador, Prof. Dalton, que me deu o direcionamento necessário para a realização deste trabalho e por todo o conhecimento transmitido durante a graduação. Sou muito grato a ele.

Aos meus amigos, pelo companheirismo e convivência durante a minha jornada na universidade, e por fazerem deste processo mais divertido e prazeroso. Em especial gostaria de mencionar três figuras importantíssimas durante este período de realização deste trabalho. Meu mentor, Leandro Siqueira, pela paciência para comigo e por me guiar em qualquer que seja o assunto. Meus grandes amigos Camila Midori e Luiz Gustavo, por sempre me apoiarem e me incentivarem durante a realização deste trabalho.

A todos, meu reconhecimento e minha gratidão.

RESUMO

O treinamento resistido (TR) é altamente recomendado para prevenção e reversão do acúmulo excessivo de gordura, pois aumenta o gasto energético e a massa muscular, fatores que influenciam o balanço energético diário. A grande vantagem do treinamento resistido é a capacidade de aumentar o gasto energético diário após a sessão de treinamento, isso é atribuído a condição de estresse gerado pelo esforço que necessita de energia para retornar à condição basal. O treinamento resistido é composto por diversas variáveis e técnicas que quando manipuladas podem influenciar o gasto energético durante e após a sessão. Por isso, a incorporação do TR em uma rotina de exercícios é essencial para a perda de peso assim como a sua prescrição já que a obesidade é um dos maiores problemas de saúde do mundo, sendo caracterizada pelo acúmulo anormal e/ou excessivo de gordura no tecido adiposo, podendo trazer diversos riscos à saúde. Geralmente, esta condição se dá por um estado de sedentarismo que favorece o ganho de peso. Por isso, para mudar este quadro é necessário incorporar uma atividade física na rotina diária. O objetivo deste trabalho é revisar na bibliografia como a manipulação destas variáveis podem induzir a um maior gasto energético. Para isso foram colhidos estudos nos principais bancos de dados (SciElo, PubMed e ResearchGate) que comparavam o gasto energético de diferentes sessões de treinamento resistido. Os resultados obtidos mostram que treinamento resistido aumenta o gasto energético assim como a taxa metabólica basal. Em geral, os treinamentos em circuito são elaborados com 8 exercícios alternados por segmentos (superior e inferior), de 10 a 20 repetições com 40 a 60% 1RM e descansos de até 30, e demandam em média de 200 a 300 kcal. Além disso, o treinamento de circuito é uma alternativa ao treinamento resistido tradicional, pois além de ter uma alta demanda energética, demanda menos tempo para a realização e ainda é capaz de melhorar a capacidade cardiorrespiratória.

Palavras-chave: treinamento resistido, treinamento com pesos, gasto energético, consumo de oxigênio

ABSTRACT

Resistance training (RT) is highly recommended for prevention and reversal of excessive fat accumulation, as it increases energy expenditure and muscle mass, factors that influence the daily energy balance. The great advantage of resistance training is the ability to increase daily energy expenditure after the training session, this is attributed to the stress condition generated by the effort that requires energy to return to the baseline condition. Resistance training is composed of several variables and techniques that when manipulated can influence energy expenditure during and after the session. Therefore, the incorporation of RT into an exercise routine is essential for weight loss as well as its prescription since obesity is one of the biggest health problems in the world, characterized by abnormal and / or excessive accumulation of fat in the adipose tissue, and may present several health risks. Generally, this condition is due to a state of sedentarism that favors the weight gain. Therefore, to change this framework it is necessary to incorporate a physical activity in the daily routine. The objective of this work is to review in the bibliography how the manipulation of these variables can induce a greater energy expenditure. For this purpose, studies were conducted in the main databases (SciElo, PubMed and ResearchGate) that compared the energy expenditure of different resistance training sessions. The results obtained show that resistance training increases the energy expenditure as well as the basal metabolic rate. In general, circuit training is done with 8 alternating exercises per segment (upper and lower), 10 to 20 repetitions with 40 to 60% 1RM and rests of up to 30, and require an average of 200 to 300 kcal. In addition, circuit training is an alternative to traditional resistance training, because in addition to having a high energy demand, it requires less time to perform and is still capable of improving cardiorespiratory capacity.

Keywords: resistance training, weight training, energy expenditure, oxygen consumption

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO..... 7
2 OBJETIVO..... 11
3 MÉTODOS 12
4 RESULTADOS 13
5 DISCUSSÃO 16
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 22
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 23

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) (WHO, 2000), a obesidade é um dos maiores problemas de saúde pública do mundo que vem crescendo significativamente com o passar dos anos, sendo que a projeção é de que, em 2025, mais de 700 milhões de adultos estejam obesos. No Brasil, algumas pesquisas (IBGE 2008/2009) mostram que mais de 50% da população está acima do peso, situação que se agrava com o aumento da incidência da obesidade infantil.

A obesidade é, geralmente, definida como uma condição anormal ou excessiva de acúmulo de gordura no tecido adiposo que pode trazer riscos à saúde como hipertensão arterial, doenças cardiovasculares, diabetes tipo 2 e aterosclerose. O diagnóstico pode ser feito através do Índice de Massa Corporal (IMC), onde valores acima de 25 indicam sobrepeso e acima de 30 a obesidade (WHO, 2000). É difícil atribuir uma causa específica a obesidade, pois geralmente a doença está relacionada a fatores genéticos e comportamentais. O sedentarismo e o aumento do consumo de alimentos hipercalóricos e inadequados culminam em um balanço energético positivo que favorece o ganho de peso (KRAEMER et al, 2016).

O gasto energético do exercício é um dos componentes do gasto energético total (diário) e pode ser entendido como a quantidade de energia necessária para realizar uma atividade física planejada. O corpo humano gasta energia de três formas: 1) taxa metabólica basal (TMB), que é a energia mínima necessária para manter as funções vitais do organismo em repouso; 2) gasto energético de atividades, que é o próprio custo energético proveniente de atividades físicas; e 3) efeito térmico dos alimentos, que contabiliza a energia necessária para metabolizar e absorver os alimentos. O balanço energético é composto pelo gasto energético e o consumo energético e pode promover alterações no peso corporal quando há uma diferença entre os valores de seus componentes. (DONELLY et al, 2004, HILL et al, 2012, MCARDLE et al, 2016).

Para o combate da obesidade, a mudança de hábitos é fundamental, por isso estimular a atividade física e melhorar a alimentação se faz necessário. Existem estudos alegando que a dieta isolada não é efetiva para perda de peso a longo prazo, entretanto a combinação de exercícios com restrição calórica potencializa a perda de

peso, uma vez que se diminui a ingestão calórica e se aumenta o gasto energético tornando o balanço negativo (DONELLY et al, 2004).

Sabemos que são três as vias metabólicas que fornecem energia para as atividades: via anaeróbia alática (sistema ATP-CP), via anaeróbia lática (sistema glicolítico) e via aeróbia (metabolismo aeróbio). O sistema ATP-CP contribui fornecendo energia para o início do exercício e ações musculares de elevada intensidade (85% a 100% máximo) e curta duração (10s) através de armazenamento de ATP e fosfocreatina (CP) intramuscular. O sistema glicolítico atua quando o exercício de alta intensidade excede o tempo de duração do sistema ATP-CP e a oferta de oxigênio do sistema cardiovascular é insuficiente, fazendo com que os músculos recorram a quebra do glicogênio intramuscular, este processo resulta na produção de ácido lático, que ao acumular-se leva a fadiga por reduzir o pH muscular. O metabolismo aeróbio atua fortemente quando a intensidade do exercício for baixa de alta duração e a oferta de oxigênio for estável, sendo a via energética mais eficiente e importante para produção de energia é realizada na mitocôndria dos músculos, podendo utilizar, também, ácidos graxos e aminoácidos como fontes energéticas (MCARDLE et al, 2016; RIVERA-BROWN & FRONTERA, 2012).

Todos os processos metabólicos do corpo resultam na produção de calor que é utilizado para medir diretamente a energia gasta durante o exercício através do método da calorimetria direta, onde o indivíduo produz movimento através de um cicloergômetro em uma câmara fechada e aquece um volume específico de água. Assim como liberam calor, as reações químicas necessitam de oxigênio e produzem dióxido de carbono, por isso o gasto energético também pode ser medido (indiretamente) através da medida de consumo de oxigênio (VO2) captado por um aparelho espirométrico, no processo chamado calorimetria indireta. A calorimetria indireta é um processo muito mais simples e viável para o uso no meio cientifico e adota o valor arredondado de 5,0 kcal por litro de oxigênio consumido. (MCARDLE et al, 2016).

Dentre os exercícios recomendados para um programa de perda de peso, o treinamento resistido torna-se cada vez mais popular nos clubes e academias do mundo. O treinamento resistido (TR) ou treinamento com pesos é um tipo de exercício muito popular onde os músculos produzem movimento contra uma resistência, geralmente exercida por algum tipo de equipamento ou pesos livres. O treinamento

resistido é praticado por diversos tipos de pessoas desde atletas até praticantes amadores que esperam melhorar o condicionamento físico (ganho de massa muscular, ganho de força, perda de gordura corporal), produzir benefícios a saúde (regulação da pressão arterial, perfil lipídico e sensibilidade a insulina) e melhorar o desempenho em outras atividades físicas ou do dia-a-dia (FLECK, KRAEMER, 2017).

A popularidade do treinamento resistido pode ser atribuída a sua capacidade de aumentar o gasto energético após a sessão de treinamento contribuindo para um gasto energético total (durante e após) maior da sessão quando comparado a outros tipos de exercício, como o aeróbio (ELLIOT et al, 1992). O aumento do gasto energético após o treinamento resistido confere-se a dois fatores: elevação da TMB e o consumo excessivo de oxigênio pós-exercício (EPOC) (PAOLI et al, 2012; BINZEN et al, 2001). O TR aumenta a massa muscular como resposta ao treinamento que, por sua vez, contribui para o aumento TMB. Além disso, o TR provoca um estresse no organismo que gera uma dívida de oxigênio, sendo assim, no período de recuperação há um aumento do consumo de oxigênio para “pagar” essa dívida e retornar o corpo a homeostase (KRAEMER et al, 2016).

Sendo assim, há um consumo excessivo de oxigênio após o exercício (EPOC) que é utilizado para a recuperação do corpo ao estresse gerado pelo exercício (KRAEMER et al, 2016). Como o TR provem de esforços anaeróbios há uma degradação da fosfocreatina (PC) e glicogênio musculares, com consequente acúmulo de lactato, sendo assim, o consumo de oxigênio durante a recuperação é necessário para reestabelecer as reservas de PC e glicogênio e para remoção do lactato intramuscular e sua metabolização ou utilização para gliconeogênese no fígado. Este processo de recuperação do estresse gerado pelo exercício demanda energia (ATP), que advém do metabolismo aeróbio, e é influenciado pelo acúmulo de lactato sanguíneo, elevação da temperatura corporal e dos níveis hormonais (MCARDLE et al, 2016; KRAEMER et al, 2016).

O treinamento resistido é composto por variáveis de volume e intensidade e a manipulação das mesmas pode afetar o gasto energético durante e após a sessão de treinamento. Além disso existem diversos métodos de TR (circuito, bi-set, super-sets) que podem intensificar o exercício e as respostas metabólicas. Compreender como a combinação de variáveis e métodos pode contribuir para o aumento do gasto energético do treinamento é de extrema importância na hora de se realizar uma

prescrição visando o emagrecimento. Deste modo, este trabalho traz uma revisão de como o método do treinamento resistido em influencia no gasto energético.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é fazer uma caracterização fisiológica de um programa de treinamento resistido, mas também analisar como a manipulação de variáveis e métodos de treinamento resistido em circuito podem induzir a um maior gasto energético.

3 MÉTODOS

Trata-se de um estudo de revisão, abordando as variáveis do treinamento resistido que podem ser manipuladas e combinadas para induzir a um maior gasto energético. Para isso, foram feitas pesquisas nos principais bancos de dados científicos (PubMed, SciELO e ResearchGate) e selecionados artigos que comparavam o gasto energético de diferentes sessões de treinamento resistido. Diante disso, foram utilizadas as seguintes palavras-chave: exercício resistido, treinamento de força, gasto energético, consumo de oxigênio e custo metabólico.

Depois de selecionar e ler os estudos, foi feita uma tabela contendo os principais achados de cada um que serviram para discussão.

4 RESULTADOS

A tabela 1 mostra os principais resultados dos estudos colhidos na literatura sobre a influência do treinamento resistido no gasto energético em indivíduos de ambos os sexos.

TABELA 1

A influência do treinamento resistido no gasto energético

AUTOR	MÉTODO	AMOSTRA	RESULTADOS
Benton et al. (2016)	Bi-sets: 8 exercícios em séries fixas	22 mulheres (± 46,5 anos): 11 treinadas e 11 não treinadas	Maior consumo de O_2 pós exercício nas mulheres treinadas
Aniceto et al. (2013)	Tradicional vs. Circuito	Homens entre 18 e 30 anos, com 6 meses a 2 anos de treinamento	GET similar em ambos os métodos, com maior contribuição anaeróbia no RT tradicional
Monteiro et al (2008)	Circuito vs Circuito + aeróbio	10 homens e 15 mulheres, mínimo 6 meses de treino	Maior VO2, absoluto e relativo, e gasto energético com circuito misto em ambos os gêneros
Haltom et al (1999)	Circuito IR 20s vs Circuito IR 60s	7 homens (±26,9 anos), com mínimo 6 meses de treino	Maior gasto calórico total (exercício + recuperação) com intervalo de 60s
Da Silva et al (2010)	Pré-exaustão vs Circuito	8 mulheres (23,5 ±1,85 anos), não treinadas	Ambos métodos elevaram o gasto energético pós exercício, mas sem diferença entre eles
Ortego et al (2009)	Circuito vs Circuito (intergêneros)	10 homens e 10 mulheres, entre 18 e 35 anos, mínimo 1 ano de treino	Maior VO2 durante o circuito para os homens, assim como maior gasto energético
Benito et al (2016)	Circuito máquina vs Circuito peso livre vs Circuito c/ aeróbio	15 homens e 14 mulheres, entre 18 e 28 anos, mínimo 1 ano de treino	Maior VO2 e gasto energético para o circuito c/ aeróbio, seguido por pesos livres e c/ máquinas
Paoli et al (2012)	HIRT (drop sets) vs tradicional (múltiplas séries)	18 homens (28 ± 4,5 anos) com mais de 3 anos de experiência de RT	Maior gasto energético de repouso 22h após a sessão para o HIRT
Elliot et al (1992)	Aeróbio (*bike*) vs Circuito vs Tradicional (força)	4 homens e 5 mulheres, treinados	Maior gasto energético da sessão para bike (1º) e circuito (2º), porém maior EPOC para o tradicional de força

Mukaimoto e Ohno (2012)	Circuito baixa carga/velocidade baixa vs Circuito alta carga/velocidade normal vs Circuito baixa carga/velocidade normal	11 homens com experiência em RT (mínimo 6 meses	Maior VO2 e gasto energético durante baixa carga/velocidade lenta em relação aos outros grupos, entretanto sem diferenças no EPOC 180min após a sessão
Roberson et al (2017)	Comparação entre circuitos: Alta carga/cadência controlada vs Alta carga/ mov. explosivo vs Moderada carga/mov. explosivo	7 homens (21,1 ± 0,5 anos) e 8 mulheres (20 ± 0,9 anos), recreacionalmente ativos	Não há diferenças significativas entre os protocolos para o consumo de oxigênio e gasto calórico total antes e após o exercício
Sindorf et al (2013)	Tradicional força máxima vs Tradicional resistência muscular	12 mulheres, entre 18 e 29 anos, mínimo 6 meses de treino	Maior gasto energético da sessão para resistência muscular, porém maior gasto total para força máxima
Mookerjee et al (2016)	Série única vs Múltiplas séries (3)	12 homens e 12 mulheres, média de 21,4 ± 1,3 anos, mínimo 1 ano de treino	Maior gasto energético, bruto e líquido, da sessão para múltiplas séries, porém sem diferenças no gasto por minuto
Pichon et al (1996)	Tradicional vs Circuito	5 homens e 3 mulheres, entre 23 e 34 anos	Maior gasto energético total durante o circuito, porém maior taxa de custo por trabalho para o tradicional
Binzen et al (2001)	Resistido tradicional vs grupo controle	10 mulheres, entre 24 e 34 anos, mínimo 1 ano de treino	Maior VO2 e gasto energético durante o resistido e maior consumo de oxigênio até 60 min após o exercício comparado ao controle
Hunter et al (2003)	*Super slow* vs Tradicional	7 homens, média 24,3 ± 3,8 anos, mínimo 1 ano de treino	Maior VO2 e gasto energético durante o exercício + 15 min recuperação com o tradicional
Kelleher et al (2010)	Super séries vs Tradicional	10 homens, média de 21,7 ± 2,1 anos, mínimo 6 meses de treino	Maior EPOC e gasto energético por min com as super séries

6 DISCUSSÃO

De acordo com os resultados apresentados, é evidente que o treinamento resistido aumenta o gasto energético, tanto da atividade quanto durante o período de recuperação. Entretanto, muitos fatores podem influenciar na magnitude do aumento do gasto energético, um deles é o nível de treinamento do sujeito. Segundo Foureaux et al (2006) pode-se atribuir dois fatores para o exercício resistido produzir maior EPOC. O primeiro fator atribui-se a capacidade de as respostas hormonais alterarem o metabolismo, sobretudo as catecolaminas, cortisol e o GH. Kraemer e colaboradores (1992) observaram aumento dos hormônios citados acima após uma sessão de exercícios de levantamento de pesos, enquanto Imamura et al (2004) apresentou uma correlação entre o aumento das concentrações plasmáticas de catecolaminas (epinefrina e norepinefrina) e o EPOC. E o segundo fato refere-se ao dano tecidual acompanhado do estímulo para síntese proteica decorrentes do treinamento resistido que demanda grande quantidade de energia.

Benton et al. (2016) demonstraram maior consumo de O2 após uma sessão de TR em mulheres treinadas. Ao todo 22 mulheres (11 treinadas e 11 não treinadas) realizaram 3 séries de 8-12 repetições em 8 exercícios a 50-80% 1RM, sendo observado um consumo de oxigênio de 31,3 L nas participantes com experiência em TR e 27,4 L para as inexperientes até 2 horas após a sessão. Essas diferenças podem ser explicadas pela adaptação das fibras musculares que ocorre com o treinamento e mobiliza maior quantidade de massa muscular para o treinamento demandando maior gasto energético.

A influência da massa muscular no gasto energético pode ser observada, também, no estudo de Ortego et al. (2009) que comparou 10 homens e 10 mulheres, treinados, ao realizaram o treinamento de circuito. A sessão consistiu em 3 passagens de 10 repetições para 6 exercícios com carga 12RM com gasto energético total de 820 ± 68,27 kJ vs. 473 ± 25,35 kJ para homens e mulheres, respectivamente. Além da quantidade de massa muscular, as diferenças podem ser explicadas pelo maior volume sistólico e fração de ejeção dos homens que contribuem para um maior consumo de oxigênio, por isso é necessário se atentar ao gênero dos indivíduos ao prescrever o treinamento resistido.

Com relação as variáveis do TR, cargas moderadas parecem produzir maior gasto energético da sessão (kcal/min), enquanto que cargas mais elevadas demandam maior gasto energético total. Isso pode ser observado no estudo de Sindorf et al. (2013), onde comparou-se o gasto energético de uma sessão de treinamento de força, 3 séries de 3 a 5 repetições a 90% 1RM; e de resistência muscular, 3 séries de 15 a 20 repetições a 50% 1RM, em mulheres treinadas. A sessão de força durou 78.33 ± 4.57 minutos com gasto energético 1.86 ± 0.27 kcal/min e 145.17 ± 21.57 kcal ao todo, enquanto que a sessão de resistência durou 48.50 ± 4.44 minutos com demanda de 2.83 ± 1.06 kcal/min totalizando 137.79 ± 55.20 kcal ao todo. O maior gasto total da sessão de força deve-se ao maior tempo de duração, porém pode-se afirmar que a demanda energética de ambas as sessões é relativamente baixa, com o consumo de oxigênio retornando a níveis basais 30 minutos após o treino.

Em relação ao volume do treinamento, mais séries tendem a aumentar o gasto energético da sessão devido ao aumento da duração da mesma. Mookerjee et al. (2016) comparou o gasto energético, em homens e mulheres, de duas sessões de TR: série única (SS) vs. múltiplas séries (MS). Ambas as sessões consistiam em 10 repetições a 70% 1RM em cinco exercícios de membros superiores, entretanto na sessão SS os participantes realizavam 1 série por exercício e na MS eram realizadas 3 séries por exercício. A taxa de gasto energético (kcal/min) não diferiu entre as sessões, mas o gasto energético total da sessão múltiplas séries foi maior, assim como a duração da mesma, indicando que o aumento do volume da sessão implica no aumento do gasto energético.

Sabemos que dentro do TR existe vários métodos e técnicas que visam intensificar a sessão de treinamento e podem influenciar no gasto energético da sessão quando comparados a uma sessão tradicional. Hunter et al. (2003) compararam o gasto energético do método *super slow* (SST) *versus* método tradicional (TT). O protocolo SST consistiu em 8 repetições com duração de 10s fase concêntrica (contração) e 5s fase excêntrica (alongamento) para 10 exercícios. Já o protocolo TT era composto por 2 séries de 8 repetições a 65% 1RM com cadência normal. Os resultados mostram maior gasto energético total da sessão com o método tradicional em relação ao *super slow* (172 ± 29 kcal vs. 116 ± 22 kcal, respectivamente) e maior lactato após o método tradicional (7.9 ± 1.7 mmol·L·min vs. 4.0 ± 2.0

mmol·L·min) indicando que o trabalho total e a intensidade relativa do exercício influenciam drasticamente nas respostas, por isso quando o objetivo for aumentar o gasto energético o método *super slow* não é tão efetivo.

Paoli et al. (2012) compararam os efeitos do treinamento tradicional e do chamado HIRT no gasto energético de repouso 22h após as sessões. O treinamento resistido intervalado de alta intensidade (HIRT) consistia em realizar sucessivas séries com uma carga (6RM) intercaladas por pequenos intervalos entre elas (20 segundos), o conjunto de 3 séries era chamado de set e o período de descanso entre os sets era de 2,5 minutos. Após 22h das sessões, os gastos energéticos foram 1999 ± 89 kcal e 2362 ± 118 kcal para o tradicional e o HIRT, respectivamente. Além disso, o trabalho total de treinamento é menor no HIRT (3872.4 ± 624 Kg vs. 7835.2 ±1013 kg) assim como o tempo de duração da sessão (32 min vs. 62 min).

Os achados de Paoli et al. (2012) apresentam uma alternativa ao treinamento resistido tradicional com menor tempo de duração, menor trabalho total e significativo aumento do gasto calórico basal após a sessão mostrando ser uma opção altamente viável para se aderir em ruma rotina de treinamentos visando reduzir a gordura corporal.

Ainda comparando o gasto energético entre os métodos de TR, Kelleher et al. (2010) confrontaram os gastos energéticos durante e após sessões de treinamento resistido tradicional e de super séries e encontraram maior taxa de gasto energético (34.70 ± 2.97 kJ_min vs. 26.28 ± 2.43 kJ_min), maior EPOC (79.36 ± 7.49 kJ vs. 59.67 ± 8.37 kJ) e maior lactato sanguíneo (5.1 ± 0.9 mmol_L21 vs. 3.8 ± 0.6 mmol_L21) para o treinamento de super séries em relação ao tradicional. Ao analisar o custo metabólico de ambas as sessões não foram encontradas diferenças significativas, entretanto o treinamento de super séries foi realizado em um tempo mais curto.

O treinamento em super séries é composto por séries alternadas de exercícios envolvendo a musculatura agonista e antagonista. Devido aos pequenos intervalos entre as séries, este tipo de treinamento demanda pouco tempo para ser executado e uma grande demanda energética por minuto, além de gerar um grande estresse metabólico pelo aumento do lactato sérico. Sendo assim, essas características o

tornam uma opção efetiva para praticantes que possuem uma limitação de tempo e almejam a redução da gordura corporal (KRAEMER et al, 2017).

Outra alternativa ao treinamento resistido é o treinamento em circuito, que consiste em uma série onde os exercícios são executados sucessivamente com pequenos intervalos (15 a 30 segundos) entre eles. O treinamento em circuito é muito eficiente para pessoas que tem uma disponibilidade de tempo reduzida e pode melhorar a capacidade cardiorrespiratória em conjunto com a alteração da composição corporal devido aos curtos intervalos entre as séries fazendo com que a frequência cardíaca se mantenha elevada durante todo o treinamento (KRAEMER et al, 2017).

Diante deste contexto, Aniceto et al. (2013) não encontrou diferenças significativas no gasto energético total da sessão ao igualar o trabalho total do treinamento tradicional com o treinamento em circuito. Ambos os métodos seguiram a mesma sequência de exercícios realizando o mesmo trabalho total: 60% de 1RM, 24 series/estações e 10 repetições. Entretanto na sessão tradicional os exercícios eram realizados em séries consecutivas e no método de circuito eram alternados por segmentos.

Divergindo do resultado apresentado acima, Pichon et al. (1996) e Elliot et al. (1992) encontraram maior gasto energético no método de circuito em relação ao método da tradicional, porém ambos estudos não promoveram a equivalência entre os trabalhos realizados, o que pode ter influenciado no resultado. Todavia, Pichon et al. ao analisarem o gasto energético por trabalho observaram que o método tradicional demanda um dispêndio maior (3,42 ± 0,61 kcal/J $x10^{-3}$ vs. 2,58 ± 0,31 kcal/J $x10^{-3}$) que o circuito para realizar um trabalho menor (15,4 ± 7 Jx10-3 vs. 21,8 ± 9,8 Jx10-3). Além disso a frequência cardíaca se manteve mais elevada durante o circuito (135,3 ± 15,6 bpm) em relação ao tradicional (120,4 ± 5 bpm) indicando que o método de circuito auxilia no desenvolvimento cardiorrespiratório concomitantemente a alteração da composição corporal.

Roberson et al. (2017) não encontrou diferenças significativas entre três tipos de circuitos em homens e mulheres ativos: 1) HLEC – alta carga (80% 1RM) e movimento explosivo (concêntrica máxima, excêntrica 2s), 2) HLCC – alta carga (80% 1RM) e movimento controlado (concêntrica 2s, excêntrica 2s) e 3) MLEC – moderada

carga (50% 1RM) e movimento explosivo. Os valores encontrados de gasto energético durante os protocolos foram 52.9±2.3 kcal, 54.5±2.4 kcal e 54.0±2.0 kcal para HLEC, HLCC E MLEC, respectivamente. Já durante a recuperação os valores obtidos (com ΔLactato) foram 148.5±6.0 kcal, 147.6±6.1 kcal e 159.2±5.9 kcal para HLEC, HLCC e MLEC, respectivamente.

Haltom et al. (1999) comparou circuitos com intervalos de recuperação (IR) diferentes (IR 20s vs. IR 60s) e observou que o EPOC de 1 hora é maior com 20s de intervalo (51,51 ± 2.84 vs. 37,00 ± 1,97 kcal), porém ao somar o gasto energético da sessão mais o EPOC encontraram maiores valores para os intervalos de 60s (277.23 kcal vs. 242.21 kcal). Estes resultados apontam que ao analisar o gasto energético de uma sessão de treinamento devemos levar em conta tanto o dispêndio energético durante como após a sessão (EPOC).

Benito et al. (2016) comparou o gasto energético de três circuitos diferentes: com máquinas, pesos livres e intercalando pesos livres e exercício aeróbio. Todos os protocolos tiveram a mesma duração (3 séries de 8 exercícios com 45s de execução e 15s de intervalo) e a mesma intensidade (70% de 15RMs). O gasto energético total foi maior no circuito combinado (259 ± 65 kcal) em relação ao circuito com pesos livres (203 ± 58 kcal) e com máquinas (173 ± 48 kcal). Além disso os menores valores de lactato foram vistos no circuito combinado (5,1±1,9 mmol x L) seguido por pesos livres (8,0 ± 2,5 mmol x L) e com máquinas (9,1 ± 2,5 mmol x L) apresentando os maiores valores. Corroborando com os achados de Benito et al., o estudo de Monteiro et al. (2008) também encontrou maior gasto energético ao intercalar exercício aeróbio com os exercícios de um circuito tradicional.

O principal achado destes estudos é que o exercício aeróbio interposto em um circuito de exercícios resistido produz um maior gasto energético em relação aos circuitos tradicionais assim como menores valores de lactato, o que contribui para uma menor percepção subjetiva de esforço e maior adesão por aqueles que não gostam do treinamento resistido tradicional, mas também frequência cardíaca elevada permitindo desenvolvimento da aptidão cardiorrespiratória. Além disso, a utilização de pesos livres contribui para produzir maior gasto energético devido a participação de músculos estabilizadores nos movimentos.

Por fim, Mukaimoto et al. (2012) compararam a influência da carga e da velocidade de execução no gasto energético de três circuitos diferentes: (LS) – baixa intensidade (50% 1RM) e baixa velocidade (4s concêntrica, 4s excêntrica); (HN) – alta

intensidade (80% 1RM) e velocidade normal (1s concêntrica, 1s excêntrica) e (LN) – baixa intensidade (50% 1RM) e velocidade normal (1s concêntrica, 1s excêntrica). Os valores de lactato encontrados foram LS (6,0 ± 0,6 mmol x L^{-1}), HN (8,9 ± 0,6 mmol x L^{-1}) e LN (9,1 ± 0,4 mmol x L^{-1}). O gasto energético durante os circuitos foi maior LS, seguido por LN e HN, respectivamente, entretanto o consumo de oxigênio durante 180 minutos após a sessão não diferiu entre os protocolos.

Os resultados sugerem que o circuito com baixa carga e baixa velocidade de movimento produz maior gasto energético com o menor estresse fisiológico, e por isso pode ser indicado para iniciantes no treinamento resistido que desejam reduzir a gordura corporal. Entender o processo de aumento de consumo de oxigênio durante a recuperação após o exercício resistido é fundamental para não subestimar o gasto energético total de uma sessão de treinamento, levando-se em consideração a demanda energética durante e após o treinamento

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados apresentados, o treinamento resistido é um importante componente de um programa voltado a redução do peso corporal, pois pode aumentar o gasto energético diário e favorecer o balanço energético negativo.

Além de demandar certa quantidade de energia durante o exercício, uma sessão de treinamento resistido gera um estresse fisiológico que interrompe a homeostase do organismo e gasta energia para retornar ao nível basal, através do consumo excessivo de oxigênio (EPOC). A elevação da temperatura corporal, a elevação dos níveis séricos de catecolaminas, a remoção de lactato e a ressíntese dos estoques de ATP, PC e glicogênio, são fatores que estimulam o EPOC e produzem um maior gasto energético após o exercício.

A manipulação das variáveis e técnicas do treinamento resistido podem produzir diferentes respostas metabólicas e gerar um determinado gasto energético. Neste estudo, é possível concluir que um maior número de séries aumenta o gasto energético da sessão devido ao aumento da duração da mesma, assim como intervalo de 60s entre as séries.

Como alternativa aos protocolos tradicionais de treinamento resistido, o presente estudo apresentou outras opções igualmente viáveis para produzir gastos energéticos similares ou maiores, com sessões mais curtas. O protocolo HIRT de Paoli et al. (2012) é uma excelente opção para um programa de emagrecimento, pois pode aumentar o metabolismo basal 22 horas após a sessão de treinamento. Além disso o treinamento em circuito é altamente recomendado, devido ao seu alto gasto energético e o desenvolvimento da aptidão cardiorrespiratória em paralelo. Acrescentar exercícios aeróbios e com pesos livres nos circuitos são boas estratégias para maximizar o gasto energético do exercício.

Por fim, ressalta-se a importância de novos estudos comparando o gasto energético de diferentes métodos de treinamento, porém que busquem igualar o trabalho total realizados entre os métodos para sabermos o real efeito do mesmo no gasto energético.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANICETO, Rodrigo Ramalho et al. Efeitos agudos de diferentes métodos de treinamento com pesos sobre o gasto energético em homens treinados. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 19, n. 3, p. 181-185, 2013.

BENITO, Pedro J. et al. Cardiovascular fitness and energy expenditure response during a combined aerobic and circuit weight training protocol. **PloS one**, v. 11, n. 11, p. e0164349, 2016.

BENTON, Melissa J.; WAGGENER, Green T.; SWAN, Pamela D. Effect of training status on oxygen consumption in women after resistance exercise. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 30, n. 3, p. 800-806, 2016.

BINZEN, Carol A.; SWAN, Pamela D.; MANORE, Melinda 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.

DA SILVA, Rodrigo Lavinas; BRENTANO, Michel Arias; KRUEL, Luiz Fernando Martins. Effects of different strength training methods on postexercise energetic expenditure. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 8, p. 2255-2260, 2010.

DONNELLY, Joseph E. et al. The role of exercise for weight loss and maintenance. **Best Practice & Research Clinical Gastroenterology**, v. 18, n. 6, p. 1009-1029, 2004.

ELLIOT, Diane L.; GOLDBERG, Linn; KUEHL, Kerry S. Effect of resistance training on excess post-exercise oxygen consumption. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 6, n. 2, p. 77-81, 1992.

FLECK, Steven J.; KRAEMER, William J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. Artmed Editora, 2017.

FOUREAUX, Giselle; PINTO, Kelerson Mauro de Castro; DÂMASO, Ana. Efeito do consumo excessivo de oxigênio após exercício e da taxa metabólica de repouso no gasto energético. **Rev bras med esporte**, v. 12, n. 6, p. 393-8, 2006.

HAFF, G. Gregory; TRIPLETT, N. Travis (Ed.). **Essentials of strength training and conditioning 4th edition**. Human kinetics, 2015.

HALTOM, Ronald W. et al. 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.

HILL, J. O.; WYATT, H. R.; PETERS, J. C.. Energy Balance and Obesity. **Circulation,** [s.l.], v. 126, n. 1, p.126-132, 2 jul. 2012. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). http://dx.doi.org/10.1161/circulationaha.111.087213.

HUNTER, Gary R.; SEELHORST, Darryl; SNYDER, Scott. Comparison of Metabolic and Heart Rate Responses to Super Slow Vs. Traditional Resistance Training. **Journal Of Strength And Conditioning Research,** [s.l.], v. 17, n. 1, p.76-81, fev. 2003. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). http://dx.doi.org/10.1519/00124278-200302000-00013.
IMAMURA, H. et al. Effect of moderate exercise on excess post-exercise oxygen consumption and catecholamines in young women. **Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 44, n. 1, p. 23, 2004.

KELLEHER, Andrew R. et al. The metabolic costs of reciprocal supersets vs. traditional resistance exercise in young recreationally active adults. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 4, p. 1043-1051, 2010.

KRAEMER, W. et al. Acute Hormonal Responses in Elite Junior Weightlifters. **International Journal Of Sports Medicine,** [s.l.], v. 13, n. 02, p.103-109, fev. 1992. Thieme Publishing Group. http://dx.doi.org/10.1055/s-2007-1021240.

KRAEMER, W. J. et al. Acute hormonal responses in elite junior weightlifters. **International journal of sports medicine**, v. 13, n. 02, p. 103-109, 1992.

KRAEMER, W. J.; FLECK, S. J.; DESCHENES, M. R. **Fisiologia do Exercício – Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: 2ª Ed, Guanabara Koogan, 2016.

LAFORGIA, J.; WITHERS, R. T.; GORE, C. J.. Effects of exercise intensity and duration on the excess post-exercise oxygen consumption. **Journal Of Sports Sciences,** [s.l.], v. 24, n. 12, p.1247-1264, dez. 2006. Informa UK Limited. http://dx.doi.org/10.1080/02640410600552064

MAGOSSO, Rodrigo Ferro et al. A Review of Ergogenesis and Effect of Training Variables on Energy Expenditure in Resistance Training Exercises. **Journal Of Exercise Physiology Online,** Araraquara, v. 20, n. 2, p.99-110, 01 abr. 2017.

MATSUURA, Cristiane; MEIRELLES, Cláudia de Mello; GOMES, Paulo Sérgio Chagas. Gasto energético e consumo de oxigênio pós-exercício contra-resistência. **Revista de Nutrição,** [s.l.], v. 19, n. 6, p.729-740, dez. 2006. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s1415-52732006000600009.

MCARDLE, William D.; KATCH, Frank I.; KATCH, Victor L. **Fisiologia do exercício**. Grupo Gen-Guanabara Koogan, 2016.

MONTEIRO, Artur G. et al. Acute physiological responses to different circuit training protocols. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 48, n. 4, p. 438, 2008.

MOOKERJEE, Swapan; WELIKONICH, Michael J.; RATAMESS, Nicholas A.. Comparison of Energy Expenditure During Single-Set vs. Multiple-Set Resistance Exercise. **Journal Of Strength And Conditioning Research,** [s.l.], v. 30, n. 5, p.1447-1452, maio 2016. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0000000000001230.

MUKAIMOTO, Takahiro; OHNO, Makoto. 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.

ORTEGO, Angelique R. et al. Effects of gender on physiological responses to strenuous circuit resistance exercise and recovery. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 23, n. 3, p. 932-938, 2009.

PAOLI, Antonio et al. High-Intensity Interval Resistance Training (HIRT) influences resting energy expenditure and respiratory ratio in non-dieting individuals. **Journal Of Translational Medicine,** [s.l.], v. 10, n. 1, p.237-245, 2012. Springer Nature. http://dx.doi.org/10.1186/1479-5876-10-237.

PICHON, Catherine E. et al. Blood pressure and heart rate response and metabolic cost of circuit versus traditional weight training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 10, n. 3, p. 153-156, 1996.

POEHLMAN, E. T., & MELBY, C. Resistance training and energy balance. **International journal of sport nutrition**, 8(2), 143-159, 1998.

RIVERA-BROWN, Anita M.; FRONTERA, Walter R. Principles of exercise physiology: responses to acute exercise and long-term adaptations to training. **Pm&r**, v. 4, n. 11, p. 797-804, 2012.

ROBERSON, Kirk B. et al. Loads and movement speed affect energy expenditure during circuit resistance exercise. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 42, n. 6, p. 637-646, 2017.

SCOTT, Christopher B.. Contribution of Blood Lactate to the Energy Expenditure of Weight Training. **The Journal Of Strength And Conditioning Research,** [s.l.], v. 20, n. 2, p.404-411, 2006. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). http://dx.doi.org/10.1519/r-17495.1

SINDORF, Márcio Antonio Gonsalves et al. Comparação do gasto energético de mulheres jovens durante o treinamento de força máxima e resistência muscular localizada. **Motricidade,** [s.l.], v. 9, n. 1, p.50-56, 31 mar. 2013. Desafio Singular, Lda. http://dx.doi.org/10.6063/motricidade.9(1).2462.

STOPPANI, Jim. **Enciclopédia de musculação e força de Stoppani:** 381 exercícios e 116 programas de treinamento de força vencedores. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 586 p. Tradução: Michel Arias Brentano.

THORNTON, M. Kathleen; POTTEIGER, Jeffery A. Effects of resistance exercise bouts of different intensities but equal work on EPOC. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 34, n. 4, p. 715-722, 2002.

Lucas Bertoluci Zuquieri

Dalton Müller Pessôa Filho