



unopar

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU
MESTRADO EM EXERCÍCIO FÍSICO NA PROMOÇÃO DA SAÚDE**

MARCIO APARECIDO RINALDO

**JOGOS DE TRANSIÇÃO NO FUTSAL: UMA ABORDAGEM
PRÁTICA PARA PROMOÇÃO DA SAÚDE**

Londrina - Paraná
2016

MARCIO APARECIDO RINALDO

**JOGOS DE TRANSIÇÃO NO FUTSAL: UMA ABORDAGEM
PRÁTICA PARA PROMOÇÃO DA SAÚDE**

Relatório Técnico apresentado à UNOPAR, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre Profissional em Exercício Físico na Promoção da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Andreo Fernando Aguiar

Londrina - Paraná

2016

MARCIO APARECIDO RINALDO

JOGOS DE TRANSIÇÃO NO FUTSAL: UMA ABORDAGEM PRÁTICA PARA PROMOÇÃO DA SAÚDE

Relatório Técnico apresentado à UNOPAR, referente ao Curso de Mestrado Profissional em Exercício Físico na Promoção da Saúde, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre Profissional conferido pela Banca Examinadora:

Prof. Dr. Andreo Fernando Aguiar
Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cosme Franklim Buzzachera
Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Leandro Ricardo Altimari
(Membro Externo)

Prof. Dr. Dartagnan Pinto Guedes
Coordenador do Curso

Londrina, 15 de fevereiro de 2016.

RINALDO, Márcio Aparecido. **Jogos de transição no futsal: Uma abordagem prática para promoção da saúde**. 35f. Relatório Técnico. Mestrado Profissional em Exercício Físico na Promoção da Saúde. Centro de Pesquisa em Ciências da Saúde. Universidade Norte do Paraná, Londrina. 2016.

RESUMO

Este material apresenta uma descrição detalhada das fases de elaboração do livro intitulado: Jogos de transição no Futsal: uma abordagem prática. Adicionalmente, apresentamos a abordagem metodológica da produção científica que será posteriormente submetida ao *Journal of Strength and Conditioning Research*. A elaboração do livro foi realizada em 3 etapas: (1) Descrição das estratégias de jogos de transição, (2) Arte final, e (3) Solicitação do International Standard Book Number (ISBN). Inicialmente, serão descritas 100 estratégias de jogos de transição do futsal, mediante conhecimento prévio dos pesquisadores e um compilado de informações obtidas em livros, CDs e sites relacionados à modalidade futsal. Para cada estratégia de jogo serão apresentadas: (i) uma figura ilustrativa com o posicionamento dos jogadores, (ii) a contextualização do jogo, (iii) as variáveis treinadas, (iv) as variações do jogo e (v) os materiais utilizados. Após a descrição do conteúdo, um profissional de Design Gráfico será contratado para concluir os processos de criação, diagramação e arte final do livro. Para tanto, serão utilizados os programas de edição de imagens CorelDRAW (versão: 7.1) e Photoshop (versão: 7.1), considerando as dimensões do livro de 21,0 x 29,7cm. Finalmente, o material será submetido à análise de mérito editorial, visando à solicitação do número ISBN e subsequente divulgação do material. Este livro foi elaborado para atender as características peculiares do curso de Mestrado Profissional em Exercício Físico na Promoção da Saúde da presente IES, cujo escopo principal é apresentar um produto técnico para auxiliar na atuação profissional direcionada ao mercado de trabalho.

Palavras-chave: futsal, jogos de transição, saúde, exercício físico.

RINALDO, Márcio Aparecido. Transition play in futsal: a practical approach for healthy promotion. 35f. Technical Report. Professional Master's in Exercise in Health Promotion. Research Center on Health Sciences. North University of Paraná, Londrina. 2016.

ABSTRACT

This material presents a detailed description of the book drafting stages entitled transition play in futsal: a practical approach. In addition, we present the methodological approach of scientific literature which will then be submitted to the Journal of Strength and Conditioning Research. The preparation of the book was held in three stages: (1) description of the transition game strategies, (2) Final art, and (3) Request the International Standard Book Number (ISBN). Initially, 100 will be described strategies of transition futsal games by prior knowledge of researchers and compiled from information obtained from books, CDs and websites related to futsal mode. For each game plan is displayed: (i) an illustrative figure with the position of the players, (ii) the context of the game, (iii) the variables trained, (iv) the variations of the game, and (v) the materials used. After the description of the content, a professional graphic design will be hired to complete the processes of creation, typesetting and artwork of the book. To this end, CorelDRAW image-editing programs (version 7.1) will be used and Photoshop (version 7.1), considering the book dimensions of 21.0 x 29.7 cm. Finally, the material will be submitted to the editorial merit, in order to request the ISBN number and the subsequent disclosure of the material. This book is designed to meet the specific characteristics of the Professional Master's course in Physical Activity in Health Promotion of this IES, whose main purpose is to present a technical product to assist in professional activities directed to the labor market.

Key words: futsal, transition play, healthy, physical exercise.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO DE LITERATURA	9
3. DESENVOLVIMENTO.....	13
4. CONCLUSÃO.....	14
5. REFERÊNCIAS	15
APÊNDICE A – Trabalho apresentado em evento científico	17
APÊNDICE B – Artigo Científico.....	18

1. INTRODUÇÃO

O futsal é uma das modalidades esportivas mais praticadas no Brasil, tendo como praticantes crianças, jovens, adultos e também atletas profissionais em ambos os gêneros, e tornou-se um grande fenômeno no Brasil e no mundo, com grande aceitação nas escolas, associações e clubes recreativos. No Brasil existem dois grupos de praticantes de futsal: os cadastrados e os não cadastrados. De acordo com Bello e Alves (2008) o número de cadastrados é em torno de 289.000 atletas que tem vínculo com alguma instituição da modalidade. Já os não cadastrados tem um número estimado de 20.000.000, principalmente por conta dos praticantes em âmbito escolar ou sob a forma de recreação ou lazer.

O futsal é dividido em várias categorias (sub-7, sub-9, sub-11, sub-13, sub-15, sub-17 e sub-20), além da categoria adulta normalmente associada ao alto rendimento. No âmbito escolar existem duas categorias, sendo elas a classe A que são adolescentes de 15 a 17 anos, e a classe B que são praticantes de 12 a 14 anos de idade. Ainda se tratando de futsal na escola, as prefeituras promovem os jogos colegiais a nível nacional em todas as modalidades, sendo a maior competição infantil da América Latina, na qual o futsal também está inserido. No estado do Paraná, existe a hora de treinamento nas escolas, na qual o profissional de Educação Física prepara os alunos para a disputa dos jogos colegiais em horários separados das aulas de Educação física, oportunizando e integrando os estudantes em uma rica vivência esportiva.

O futsal pode contribuir para o desenvolvimento de vários componentes da aptidão física relacionada à saúde e ao esporte, incluindo a força, a resistência muscular localizada (RML), a flexibilidade, a agilidade, o equilíbrio, a potência, e a coordenação. Além disso, a prática desta modalidade pode favorecer o aprimoramento de capacidades psicomotoras específicas, como a tomada de decisão, a inteligência técnico-tática, o passe, o drible, o chute, a condução, a marcação, entre outros. Paes (2002, p. 90) ressalta que: “A riqueza do esporte está na sua diversidade de significados e ressignificados, podendo, entre outras funções, atuar como facilitador na busca da melhor qualidade de vida do ser humano, em todos os segmentos da sociedade”. Outro aspecto importante é o desenvolvimento social das crianças e jovens, pois o futsal também pode contribuir para uma melhor

socialização, ensinando respeito, disciplina, criticidade, comprometimento e resiliência.

O futsal no contexto escolar pode ainda ser utilizado como uma estratégia para atender as mudanças globais no espaço de recreação e lazer das crianças e adolescentes. Como o avanço do setor imobiliário tornou-se cada vez mais restrito os espaços de terrenos vazios, na qual as crianças construam os chamados campinhos de futebol. Freire (2003) relata que esses espaços vazios tinham uma grande importância para o desenvolvimento das habilidades motoras e dispêndio energético das crianças. No entanto, nos dias atuais, diversos fatores associados à inatividade física (por exemplo, a redução dos espaços vazios, o avanço das mídias eletrônicas e jogos na internet, bem como o aumento do número de automóveis nas ruas e da violência urbana) têm contribuído para o elevado índice de sedentarismo em crianças e adolescentes. Tal fato tem acarretado diversos problemas de saúde nestas populações, incluindo problemas posturais, neuromusculares, e cardiovasculares, normalmente associados à condição de sobrepeso e obesidade. Nessa perspectiva, a prática do futsal no ambiente escolar pode ser uma estratégia de resgate das atividades físicas que anteriormente eram realizadas em espaços públicos, além de possibilitar a socialização e integração de crianças e adolescentes. Assim, o futsal pode contribuir para promoção da saúde e melhoria da qualidade de vida de crianças e adolescentes.

No entanto, até o momento, existem poucas informações disponíveis na literatura em relação a estratégias de jogos de futsal que proporcionem o aprimoramento dos diversos componentes da aptidão física relacionados à saúde, como a força, agilidade, resistência cardiorrespiratória, e composição corporal. Este limitado número de informações tem motivado os profissionais de Educação Física a adotarem estratégias empíricas durante a prática de futsal no ambiente escolar, que muitas vezes se resumem ao jogo livre entre duas equipes, sem qualquer controle e estratégia de desenvolvimento das aptidões físicas relacionadas à saúde.

Assim, a proposta do presente livro é apresentar informações teórico-práticas que possam auxiliar os profissionais de Educação Física no processo de ensino-aprendizagem dos jogos de transição no futsal, contribuindo desta forma para o entendimento e aplicação do futsal como uma importante estratégia para desenvolvimento dos componentes da aptidão física relacionados à saúde e conseqüente promoção da saúde.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O futsal é uma das modalidades mais praticadas no Brasil e nas duas últimas décadas tem se observado um amplo crescimento desta modalidade a nível mundial. O futsal possui grande aceitação entre crianças e adolescentes, sendo uma das modalidades mais praticadas em escolas, clubes recreativos e entidades esportivas. Além disso, o futsal tem recebido considerado destaque em competições municipais e estaduais, organizadas por ligas, clubes, ou secretarias de esportes, na qual o objetivo primário é promover a socialização, o lazer, a recreação e a promoção da saúde. Vale ressaltar ainda que a prática do futsal pode ser realizada em diversos ambientes, como escolas, clubes, e quadras públicas, e não necessita de um número elevado de participantes. Este caráter facilitador tem contribuído para a expansão desta modalidade no Brasil e no mundo.

No contexto escolar, o futsal é praticado em dois segmentos, sendo um deles as aulas de Educação Física e o outro a iniciação esportiva. Voser e Giusti (2002, p.15) relatam que “algumas escolas da rede particular e da rede pública preocupam-se com o ensino da aula de educação física desde a educação infantil e reconhece a importância do esporte para as crianças como meio de educação e de saúde”. Os autores também comentam que a educação física possui um caráter de educação para saúde, a fim de atuar como medida preventiva de enfermidades relacionadas à obesidade, doenças cardíacas, hipertensão, algumas formas de câncer e até mesmo a depressão. Neste contexto, a modalidade futsal no âmbito escolar pode contribuir para o desenvolvimento de vários componentes da aptidão física relacionada à saúde e ao esporte, incluindo a força, a resistência muscular localizada (RML), a flexibilidade, a agilidade, o equilíbrio, a potência, e a coordenação (Bello e Alves, 2008). Além disso, a prática desta modalidade pode favorecer o aprimoramento de capacidades psicomotoras específicas, como a tomada de decisão, a inteligência técnico-tática, o passe, o drible, o chute, a condução, a marcação, entre outros. Outro aspecto importante é o desenvolvimento social das crianças e jovens, pois o futsal também apresenta um caráter formador, ensinando respeito, disciplina, criticidade, comprometimento e resiliência.

Segundo Andrade Junior (2007), a escola é o melhor ambiente para aprendizado do futsal, pois a modalidade pode ser desenvolvida de forma lúdica, e sem exigências de resultados e lucros financeiros. Assim, a prática do futsal no

ambiente escolar pode ser uma estratégia para estimular a prática de exercícios físicos (Bello e Alves, 2008), e conscientizar as crianças e adolescentes quanto à adoção de hábitos de vida saudáveis que poderão repercutir na idade adulta. Além disso, a prática do futsal no ambiente escolar pode contribuir substancialmente para resgatar os modelos de atividades físicas que anteriormente eram realizadas em espaços públicos (ex: jogos lúdicos em campos de futebol), além de possibilitar a socialização e integração de crianças e adolescentes. Santana et al. (2014, p. 24) relata que “o futsal é classificado como uma modalidade intermitente, ou seja, que alterna momentos de elevada intensidades e de curta duração (sprints, corridas, com mudança de ritmo e de direção, chutes) com outros de baixa intensidades e pausas ativas (trotos e caminhadas) e até mesmo momentos de bola parada”. Assim, o futsal pode ser considerado uma modalidade condicionante, pois a sua prática envolve constantemente os componentes da aptidão física relacionados à saúde. Neste sentido, a prática de futsal no âmbito escolar pode ser uma estratégia adequada para promoção da saúde e melhoria da qualidade de vida de crianças e adolescentes. Esta ideia é suportada pelo fato de que pessoas praticantes de atividade física são mais saudáveis do que pessoas fisicamente inativas (Vargas, 2004), destacando a importância da prática esportiva recreativa no contexto escolar.

Andrade Junior (1999) relata que o principal objetivo da prática do futsal nas aulas de Educação Física Escolar é desenvolver os aspectos globais da formação do aluno, incluindo as capacidades motora, cognitiva e sócio-afetiva. Deste modo, o futsal na escola possui um caráter de formação geral do cidadão, da qual se destaca a estimulação e conscientização em relação à prática de exercício físico, e consequente desenvolvimento dos componentes da aptidão física relacionados à saúde. Portanto, a prática de futsal no âmbito escolar requer métodos e estratégias, que possam efetivamente contribuir para a promoção da saúde de crianças e adolescentes. Neste sentido, vários métodos têm sido propostos para ensino-aprendizagem da modalidade futsal. Por exemplo, Fonseca e Silva (2002) sugerem três métodos: (1) o método parcial ou analítico, (2) o método global e (3) o método misto. O método parcial ou analítico tem como base o ensino da técnica, na qual o aluno pratica os fundamentos da modalidade de modo segmentados (ex: chute, o drible, passe, recepção, cabeceio, condução). O método global preconiza o ensino dos jogos (ex: jogos reduzidos, jogos adaptados, jogos de tomada de decisão, até os grandes jogos), na qual a técnica está inserida dentro das atividades em grupo. Já o

método misto envolve tanto a realização segmentada dos fundamentos, como também as séries de jogos.

Adicionalmente, Greco (1998) propôs o método situacional, na qual o objetivo principal é proporcionar ao praticante uma vivência real do jogo. Este método contribuiu para o surgimento de um dos métodos de treinamento mais utilizado na atualidade, os denominados 'jogos de transição'. Segundo Santana (2004, p.73) "transições significa a passagem de um lugar para o outro". Logo, os 'jogos de transição' são estratégias de treino que visam reproduzir situações práticas comumente observadas nas partidas de futsal, como as transições de 'ataque-defesa' e 'defesa-ataque'. Especificamente, os elementos envolvidos nos treinos de jogos de transição normalmente estão associados a condições de perda e recuperação da posse de bola, deslocamentos em diferentes direções, alterações de velocidade de corrida, finalizações ao gol, e situações de tomada de decisão. Deste modo, a prática dos jogos de transição no âmbito escolar pode possibilitar o desenvolvimento de vários componentes da aptidão física relacionada à saúde e ao esporte, incluindo a força, a resistência muscular localizada (RML), a flexibilidade, a agilidade, o equilíbrio, a potência, e a coordenação, além de contribuir para o aprimoramento de capacidades psicomotoras específicas, como a tomada de decisão, a inteligência técnico-tática, o passe, o drible, o chute, a condução, a marcação, entre outros. Fonseca (1997) e Garganta (1995) comentam que os métodos de ensino que simulam as condições de jogo, possibilitam o desenvolvimento de diversas valências técnicas e táticas, juntamente com os elementos físicos, reforçando a ideia de que os jogos de transição no âmbito escolar podem ser uma estratégia benéfica para o desenvolvimento da aprendizagem psicomotora, e conseqüente promoção da saúde. Fonseca e Silva (2002) também destacam a importância dos jogos esportivos nos contexto sócio-afetivo, a qual proporciona afetividade, o convívio em grupo, o trabalho em equipe, a criatividade, a motivação, entre outros.

Embora a prática dos jogos de transição do futsal no contexto escolar possa ser considerada benéfica para o aprimoramento dos componentes da aptidão física relacionados à saúde, até o momento, existem poucas informações disponíveis na literatura sobre as diferentes estratégias e métodos de treino dos jogos de transição. Assim, a proposta do presente livro será apresentar 100 estratégias práticas de jogos de transição para ensino da modalidade futsal em diferentes contextos da

promoção da saúde (ex: escola, clubes, entidades recreativas, escolinhas, etc...) e esporte.

3. DESENVOLVIMENTO

O presente livro (ver material impresso) foi elaborado de acordo com as seguintes etapas:

Etapa 1: Descrição das estratégias de jogos de transição

Inicialmente, foram descritas 100 estratégias de jogos de transição do futsal, mediante conhecimento prévio dos pesquisadores e um compilado de informações obtidas em livros, CDs e sites relacionados à modalidade futsal. Para cada estratégia de jogo foram apresentadas: (i) uma figura ilustrativa com o posicionamento dos jogadores, (ii) a contextualização do jogo, (iii) as variáveis treinadas, (iv) as variações do jogo e (v) os materiais utilizados. Na contextualização do jogo apresentamos uma descrição detalhada do posicionamento dos jogadores, bem como a execução dos movimentos durante a dinâmica do jogo. Para as variáveis treinadas apresentamos um quadro ilustrativo destacando as principais variáveis exercitadas (relacionadas ao contexto da saúde e esporte) para cada jogo de transição, e também algumas possibilidades de variações no contexto de jogo, de acordo com os objetivos de cada profissional. Finalmente, destacamos os materiais didáticos necessários para realização de cada jogo de transição.

Etapa 2: Arte final

Após a descrição do conteúdo, um profissional de Design Gráfico foi contratado para concluir os processos de criação, diagramação e arte final do livro. Para tanto, foram utilizados os programas de edição de imagens CorelDRAW (versão: 7.1) e Photoshop (versão: 7.1), considerando as dimensões do livro de 21,0 x 29,7cm.

Etapa 3: Solicitação do International Standard Book Number (ISBN)

O material será posteriormente submetido à análise de mérito editorial, visando à solicitação do número ISBN e subsequente divulgação do material.

4. CONCLUSÃO

Esperamos que este livro possa atuar como uma ferramenta facilitadora no processo de ensino-aprendizagem dos jogos de transição em diferentes contextos da saúde (ex: escolas, clubes recreativos, escolinhas, etc...) e esporte (ex: equipes de alto rendimento), além de contribuir com técnicos, acadêmicos e profissionais de Educação Física na compreensão, sistematização e aplicação dos jogos de transição não apenas no contexto esportivo, mas também como uma valiosa estratégia para promoção da saúde.

5. REFERÊNCIAS

1. Andrade JR Jr. O jogo de futsal técnico e tático na teoria e na pratica. Curitiba, Gráfica Expoente, 1999. 112p.
2. Andrade JR Jr. Futsal-Aquisição, iniciação e especialização. José Rouilen de Andrade Junior. Curitiba, Juruá, 2007. 120p.
3. Bello Jr. N e Alves US. Futsal Conceitos Modernos. São Paulo, Phorte, 2008.
4. Daiolo J Educação Física e o Conceito de Cultura. Campinas: Autores Associados, 2004.
5. de Rose Jr D. Esporte e atividade na infância e na adolescência: uma abordagem multidisciplinar. Porto Alegre, Artmed, 2002.
6. Fonseca GMM, e SILVA MA. Jogos de futsal: da aprendizagem ao treinamento- Caxias do Sul: EDUCS, 2002.
7. Fonseca G. Futsal: metodologia de ensino. Caxias do sul, Educs, 1997.
8. Freire JB. Pedagogia do Futebol. Campinas, SP: Autores associados (Coleção Educação física e Esportes), 2003.
9. Gargante J. Para uma teoria dos jogos desportivos coletivos. In: Graça A; Oliveira J. O ensino dos jogos desportivos. CJDE. Porto, Universidade do porto. 1995.
10. Greco PJ. Iniciação esportiva universal 1 e 2. Belo Horizonte, UFMG, 1998.
11. PAES RR. A pedagogia do esporte e os jogos coletivos. Porto Alegre: Artmed, 2002.
12. Sullivan JA e Anderson SJ. Cuidados com o Joven atleta: enfoque interdisciplinar na iniciação e no treino esportivo. [tradução de E. Carvalho e Freire e Claudio Flausino de oliveira], Barueri, Manole, 2004.
13. Santana WC. Futsal, apontamentos pedagógicos na iniciação e na especialização. Campinas: Autores Associados, 2004.
14. Santana WC; Ribeiro DA; França VS. 70 Contextos de exercitação tática para o treinamento do futsal. 1 ed. Londrina, Companhia Esportiva, 2014.
15. Vargas Neto FX. Atividades físicos-desportivas: o novo paradigma de promoção da saúde. Caxias do Sula, Educs, 2004.

16. Vieira JLL. Educação Física e Esportes: estudos e proposições. Maringá, Eduem, 2004.
17. Voser RC e Giusti JG. O futsal e a escola: uma perspectiva pedagógica. Porto Alegre, Artmed, 2002.

APÊNDICE A – Trabalho apresentado em evento científico

EFEITOS DO VOLUME E INTENSIDADE DE TREINO RESISTIDO SOBRE A FORÇA DINÂMICA MÁXIMA EM SUJEITOS JOVENS

Marcio Aparecido Rinaldo¹ (UNOPAR), Douglas Kratki da Silva¹ (UNOPAR), Mario Carlos Welin Balvedi¹ (UNOPAR), Walquíria Batista de Andrade¹ (UNOPAR), Guilherme Atsushi Muraoka¹ (UNOPAR), Andreo Fernando Aguiar¹ (UNOPAR). ¹Centro de Pesquisa em Ciências da Saúde, UNOPAR, Londrina, PR, Brasil.
marcio.rinaldo@bol.com.br

Introdução: Um considerável número de evidências tem demonstrado que protocolos de séries múltiplas (≥ 2 séries) são mais efetivos do que protocolos de séries simples (1 série) para aumento da força muscular em sujeitos treinados. No entanto, resultados contraditórios têm sido encontrados em estudos envolvendo sujeitos não treinados, incluindo a hipótese de que a intensidade de treinamento (ex: 70 ou 80% de uma repetição máxima [1RM]) poderia influenciar nas respostas de força para protocolos de séries simples ou múltiplas. **Objetivo:** Investigar os efeitos de um programa de treinamento resistido (TR) com diferentes volumes (1 ou 3 séries) e intensidades (70 ou 80% de 1RM), sobre a força dinâmica máxima (1RM) em sujeitos jovens não treinados. **Metodologia:** Em um desenho *crossover-like*, 16 homens jovens (idade: $24,6 \pm 4,9$ anos) não treinados, foram divididos em dois grupos ($N = 8/\text{grupo}$): 1 série de 10 repetições (1SE) e 3 séries de 10 repetições (3SE). Os grupos foram submetidos a um programa de TR a curto prazo (6 semanas), na qual ambas as pernas (direita ou esquerda) de cada sujeito foram randomizadas para treinar com 70% (1SE-70 ou 3SE-70) ou 80% (1SE-80 ou 3SE-80) de 1RM. O treinamento foi realizado em cadeira extensora unilateral. Os grupos realizaram o teste de 1RM unilateral nos momentos pré e pós-treinamento, e a cada 15 dias, para ajuste das cargas de treino. Os dados foram analisados pelo teste de ANOVA para medidas repetidas, complementado com teste *post-hoc* de Bonferroni. O nível de significância α foi de $P < 0,05$. **Resultados:** Todos os grupos aumentaram a força de 1RM do momento pré para o pós-treinamento. No entanto, nenhuma diferença significativa ($P > 0,05$) foi observada entre os grupos. **Conclusão:** Os resultados indicam que protocolos de séries simples são tão efetivos quanto protocolos de séries múltiplas para aumento da força dinâmica máxima em sujeitos jovens não treinados, e que a intensidade de treino não afeta esta resposta. **Palavras-chave:** força; volume; intensidade.

Rinaldo MA, Silva DK, Balvedi MCW, Andrade WB, Muraoka GA, Aguiar AF. *Efeitos do volume e intensidade de treino resistido sobre a força dinâmica máxima em sujeitos jovens. VI Congresso Internacional de pedagogia do Esporte (VI CIPE). Maringá, Paraná, Brasil, 2015. p.25.*

APÊNDICE B – Artigo Científico

Effects of training volume on muscle strength in untrained young men: a contralateral control study

Andreo Fernando Aguiar¹, Marcio Aparecido Rinaldo¹, et al.

Este trabalho será submetido para o *International Journal of Sports Medicine* (Qualis A1)

¹ Center of Research in Health Sciences, North University of Paraná (UNOPAR), Londrina, Paraná, Brazil

Corresponding author: Andreo Fernando Aguiar (✉)

✉ Center of Research in Health Sciences, North University of Paraná (UNOPAR), Avenue Paris, 675, Jardim Piza, CEP: 86041-120, Londrina, PR, Brazil. Tel: +55 4399523813, Fax: +55 4333717725, email: afaguiarunesp@gmail.com

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study was to examine the effects of training volume (1 vs. 3 set) on lower-body muscle strength in previously untrained young men *Methods:* Eighteen untrained young (age of 24.6 ± 4.1 y) men were recruited. In a contralateral control design, both the legs from the same individual were randomly assigned to train with 1 or 3 sets of 8–12 repetitions on a knee extension machine for a 6-wk period (training intensity was set at 80% of 1RM; 2x/week). Isokinetic (Peak torque) and maximal dynamic (1RM) strength were assessed at pre- and post-training. *Results:* There was a similar improvement in the 1RM strength (1SET: +14.8% vs. 3SET: 16.3%, $P > 0.05$) and peak torque (1SET: +8.1% vs. 3SET: 9.3%, $P > 0.05$) for both conditions from pre- to post-test. The effect size (ES) for the change in 1RM was moderate for both conditions (1SET: 1.39 vs. 3SET: 1.41), and peak torque was trivial (0.47) for 1SET and small (0.55) for 3SET. Additionally, there were no significant ($P > 0.05$) differences in the daily dietary intakes from pre- to post-training. *Conclusion:* Our results indicate that 1 set is as effective as 3 sets for promote increased lower-body muscle strength during short RT period (6 weeks) in previously untrained young men. These results have significant practical implications for the design of RT program, since shorter training session (single set) are generally associated with higher practitioners' adherence.

INTRODUCTION

Resistance training (RT) has been recognized as an effective intervention for improving skeletal muscle strength and overall health (ACSM, 2009). The primary aim of research to optimize strength gains has been to understand how the manipulation of the training variables, mainly intensity and volume, can affect the strength development. Training intensity refers to the amount of weight lifted (kg) during each repetition, and it is generally presented as a load based on (1) the percentage of one repetition maximum (1RM) (e.g., 80% of 1RM), (2) a targeted repetition number (e.g., 10 repetitions), or (3) a prescribed repetitions zone (e.g., 8-12 repetitions) (ACSM, 2009). Training volume refers to the total number of repetitions performed in each exercise (e.g., 3 sets of 12 repetitions; total: 36 repetitions) or during an entire training session (e.g., total repetitions x load) (ACSM, 2009; Robbins et al. 2012).

Several previous studies with previously untrained young individuals have compared the effects of low- and high-volume training (single vs. multiple sets), indicating that high-volume training results in greater gains in strength than low-volume training (Munn et al. 2005; Rønnestad et al. 2007; Hanssen et al., 2013). In contrast, other studies have not found any differences on strength gains between low- and high-volume training (Starkey et al. 1996; Hass et al. 2000; Wolfe et al. 2004; Sooneste et al. 2013). These inconsistencies may be associated to the studied muscle groups because different strength gains have been observed in lower- and upper-body muscles in response to training volume (Paulsen et al. 2003; Rønnestad et al. 2007; Bottaro et al; 2011; Hanssen et al. 2013). In a specific analysis for lower-body muscles (e.g., knee extensor muscles), some studies have reported greater strength gains with high-volume training than low-volume (3 vs.1 set) (Rønnestad et al. 2007; Hanssen et al. 2013; Ribeiro et al. 2015), whereas others reported similar results (Starkey et al. 1996; Hass et al. 2000; Bottaro et al; 2011; Mitchell et al. 2012; Radaelli et al. 2014).

Therefore, there are still controversial matters whether multiple sets protocols are more effective than single set protocols to promote increase in lower-body muscle strength.

This discrepancy may be due to the large difference in study designs (e.g., number and type of exercises, training intensity and frequency resting periods between sets and exercises, and washout period) and studied populations (e.g., trained or untrained, and young or old). Moreover, the majority of previous studies have used different groups of subjects to compare the effects of training volume on muscle strength. However, this type of methodological approach does not provide sufficient control over differences and individual behaviors (e.g., genetic, food intake, motivation, training level, and life style) during the intervention period, and may therefore influence the result of the study. Therefore, further studies using well-controlled designs that consider individual variability could gain new insights into effects of training volume on muscle strength.

The purpose of this study was to investigate the effects of training volume on muscular strength in previously untrained young men. We used a contralateral control design to investigate the effects of 1 or 3 set of RT on lower-body muscle strength. With this experimental design both legs of the same individual are used to perform different exercise interventions (1 or 3 sets), eliminating any confounding factors associated with inter-subject variability (e.g., genetic, food intake, motivation, training level, and life style). We hypothesized that low-volume training (1 set) would be as effective as high-volume training (3 sets) to promote increase in lower-body muscle strength in untrained young men.

METHODS

Experimental design

A contralateral control design was used to examine the effects of training volume (1 vs. 3 set) on lower-body muscle strength in previously untrained young men (Fig. 1). With this experimental approach both legs of the same individual were randomly assigned to train with 1 or 3 sets, eliminating any confounding factors associated with inter-subject variability. All subjects performed unilateral 1RM (see *maximal dynamic strength measurement*) and isokinetic strength (see *isokinetic strength measurement*) tests on 2 separate occasions [before (M1) and after (M2) a 6-week RT program] following a 2-week familiarization period (6 non-consecutive sessions) with the unilateral knee extension exercise and 1RM tests to minimize potential learning effects (Fig. 1). The training period was set at 6 weeks because it has been shown to be sufficient to promote significant increase in muscle strength in young subjects (Robbins et al. 2012; Aguiar et al. 2015). In order to control any influence of diet on strength gains, the subjects completed 3-day dietary intake records (see *nutrient intake*) before (M1) and after (M1) the intervention period.

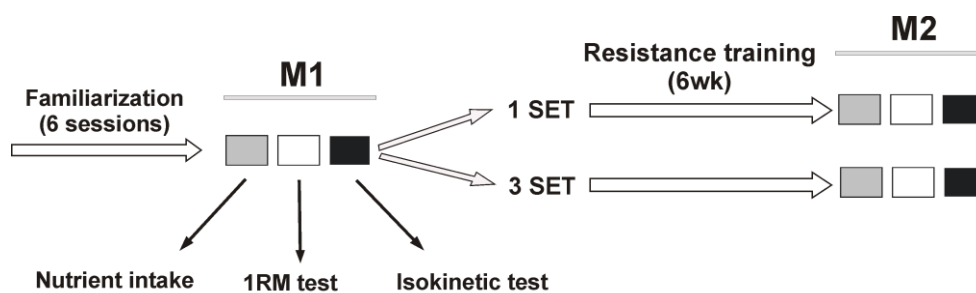


Figure 1. Experimental design

Subject

Twenty previously untrained young men volunteered for the study (Table 1). Two subjects dropped out during the study because they underestimated the time required to participate. The inclusion criteria for participation in the study included (1) to be between 18 and 30 years

of age, (2) not to be vegetarian (3) not to be smokers or alcoholics, (4) to have not ingested any ergogenic supplement or anabolic steroids 6 months prior to the start of study, (5) to have not ingested any medication that could affect muscle growth or the ability to train intensely during the study, (6) not to be involved in regular strength training 12 months prior to the start of study, (7) to have a detailed description of their lifestyle and daily food intake, and (8) to have medical approval for the practice of physical exercise. All subjects were carefully informed of the purpose, procedures, benefits, risks and discomfort of the investigation and signed an informed consent document approved by the Institutional Review Board of the North University of Paraná (protocol no: 846.393). All procedures were performed according to the principles outlined in the 1964 Declaration of Helsinki.

Table 1. Physical characteristics of the subjects ($N = 18$).

Age (y)	Body mass (kg)	Height (cm)	BMI (kg/m^2)
24.6 ± 4.1	78.0 ± 12.4	177.7 ± 8.2	24.5 ± 3.4

Values are mean \pm SD.

BMI: body mass index

Familiarization

All subjects completed a 2-week orientation program (6 non-consecutive sessions) before M1 for familiarization with the knee extension exercise and 1RM tests to minimize any potential learning effects and establish the reliability of the testing protocols. The sessions consisted of repeated performance of knee extension exercise (3 sets of 8–12 repetitions) (days 1, 2, and 3), and tests of 1RM (days 4, 5, and 6). Maximal effort in each test was requested during the sessions to reduce any learning effects and to make the data consistent. The intraclass correlation coefficient was >0.97 for 1RM tests, indicating the elimination of the learning curve for the subjects (Kraemer et al. 2006). All familiarization sessions and physical tests were performed at the same location, between 7 and 9 pm.

Nutrient intake

To control any diet influence, each participant completed a 3-day dietary intake record (including 1 weekend day) before (M1) and after (M2) the 6-wk RT program. Standard portions were used to assess the amount of food consumed, and then the macronutrient amounts were calculated using software for nutritional assessment (Avanutri, version 3.1.4, Rio de Janeiro-RJ, Brazil). The participants were instructed to maintain their habitual daily diet throughout study and the water intake was *ad libitum*.

Training protocol

Participants underwent a 6-wk RT program (2 days·wk⁻¹; 1 or 3 sets of 8–12 repetitions at 80% of 1RM) designed to promote increase in muscle strength (ACSM, 2009). The training program focused on quadriceps muscles using a commercial knee extension machines (Nakagym equipment, São Paulo, Brazil), in which both legs of the same individual were trained with 1 or 3 sets, inverting the leg that start training in each session. A 2-minute rest was taken between the 2 protocols. The velocity/cadence of muscle action was 30 repetitions per minute (1 s concentric: 1 s eccentric), which was controlled with a metronome. Each training session began with general (stretching and moderate walking on treadmill for 10 min) and specific (1 set of 12 repetitions with a self-selected load) warm-up exercises for quadriceps muscle. Qualified personnel supervised individually each participant during every workout. The training load was adjusted every 15 days according to a 1RM test. At the end of each session, the muscles exercised were stretched for approximately 5 min. The total time of one training session for each participant was approximately 30 min. The sessions were performed between 7 and 9 pm.

Maximum dynamic strength

Maximal dynamic strength was assessed using a 1RM standard testing protocol as previously documented by Baechle and Earle (2008). 1RM tests were carried out on both legs on the

same day, with a 5-min rest between measuring the 2 legs. The 1RM test was preceded by a set of warm-up exercise (5–10 repetitions) at approximately 50 % of the load to be used in the first attempt of the 1RM test. After 2 min of rest, the 1RM attempts were performed with a progressively increasing load for each attempt and were separated by 3- to 5-min rest intervals. The subjects were permitted 3–4 attempts to determine the 1RM value. 1RM was defined as the greatest load lifted through a full range of motion before 2 failed attempts at a given load. Verbal encouragement was provided during all 1RM attempts. The exercise execution technique was standardized and continuously monitored in an attempt to assure the quality of the data. Test-retest reliability of the strength measures was determined on 8 subjects, 2 weeks apart. The coefficient of variation (CV) was 2.6 % for 1RM measures.

Isokinetic peak torque

Unilateral knee extension torque peak was assessed before (M1) and after (M2) the 6-wk training program using a Biodex System 3 Isokinetic Dynamometer (Biodex, Inc., Shirley, NY). Isokinetic strength tests were carried out on both legs on the same day, with a 5-min rest between measuring the 2 legs. The subjects had not been engaged in any strenuous activity 2 days prior to the test. The test protocol consisted of 3 sets of 8 repetitions at 60°/s, with 1-min rest between sets, and a range of motion at the knee joint was 90°–10° of knee flexion (0° = full knee extension). Prior to the isokinetic test, the subjects performed a specific warm-up that consisted of 8 submaximal repetitions at 60°/s, during which the subjects were advised to avoid using maximal effort. The subjects were set up on the dynamometer in a comfortable, upright, seated position. Straps with Velcro were used to stabilize the thigh, pelvis, and trunk to prevent extraneous body movement. The axis of the dynamometer was aligned with the axis of the rotation of the right knee joint, according to the body dimensions of each subject. The subjects' arms were placed across their chest with their hands grasping the straps. These settings were identical in each subject. Qualified personnel individually supervised each

participant during every test. The subjects were given verbal encouragement in an attempt to achieve maximal effort in each set, and they were instructed to exhale during the contractions. Calibration of the Biodex dynamometer was performed according to the specifications of the manufacturer before each test. The validity coefficient of this equipment is 0.99 (Drouin et al. 2004), and the test–retest reliability for measuring the peak torque during knee extension is high (ICC: 0.98) in young subjects (Bottaro et al. 2011).

Statistical analyses

Data are expressed as means \pm SD. The normality and homogeneity for outcome measures were tested using the Shapiro–Wilk’s and Levene’s tests, respectively. Nutritional intake at pre- and post-training was compared using a paired *t*-test. Two way (group x time) ANOVA with repeated measures was used to evaluate the data of the 1RM and peak torque. All analyses were done on the raw data. When significant differences were confirmed with ANOVA, multiple comparisons testing were performed using Bonferroni post hoc analysis to identify these differences. The significance level was set at $P \leq 0.05$. Statistical analyses were performed using SPSS statistical analysis software (SPSS version 20.0; Chicago, IL, USA). The effect size (ES) was calculated according to the following equation:
$$ES = \frac{\text{Posttest mean} - \text{Pretest mean}}{\text{Pretest SD}}$$
, considering an ES <0.5 as trivial, 0.50-1.25 as small, 1.25-1.9 as moderate and ≥ 2.0 as large (Rhea et al. 2004)

RESULTS

Participant characteristics

The physical characteristics and macronutrients intake of the participants are presented in Table 1 and 2, respectively. There were no significant ($P > 0.05$) differences in the daily dietary intakes from pre- to post-training (Table 2), and the participants had an adequate carbohydrates, proteins and lipids intake (CHO) according to the recommendations proposed by *Dietary Reference Intakes (DRI): The Essential Guide to Nutrient Requirements* (2006).

Table 2. Dietary analyses (% of grams)

	Pre	Post
Carbohydrate (%)	61.3 ± 2.3	61.9 ± 1.9
Protein (%)	23.5 ± 2.7	23.8 ± 2.8
Fat (%)	15.2 ± 2.6	14.3 ± 3.1

Maximal dynamic strength

The 1RM data are shown in Fig. 2. There was no group-by-time interaction or main effect for group. A significant ($P < 0.05$) mean effect for time demonstrated similar improvement in the 1RM strength for both conditions (1SET: +14.8% vs. 3SET: 16.3%, $P > 0.05$) from pre- to post-test. According to the scale proposed by Rhea (2004), the ES for the change in 1RM was moderate for both conditions (1SET: 1.39 vs. 3SET: 1.41).

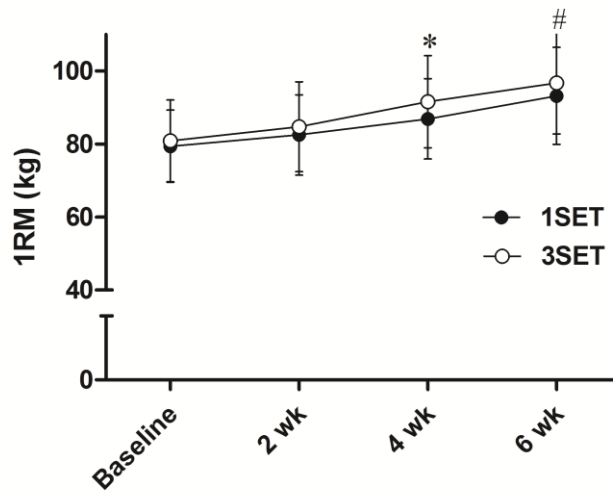


Figure 2. Maximal dynamic strength (1RM) along the 6-wk resistance training program. * $P < 0.05$ compared to baseline and 2 wk for both protocols. # $P < 0.05$ compared to 4 wk for both protocols. Data are mean \pm SD.

Isokinetic peak torque

The isokinetic peak torque data are shown in Fig. 3. There was no group-by-time interaction or main effect for group. A significant ($P < 0.05$) mean effect for time demonstrated similar improvement in the peak torque for both conditions (1SET: +8.1% vs. 3SET: 9.3%, $P > 0.05$) from pre- to post-test. According to the scale proposed by Rhea (2004), the ES for the change in peak torque was trivial (0.47) for 1SET and small (0.55) for 3SET.

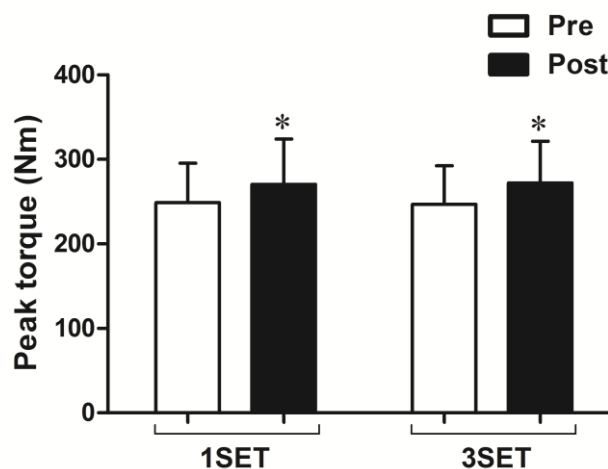


Figure 3. Peak torque before and after the 6-wk resistance training program. * $P < 0.05$ compared to corresponding pre-training values.

DISCUSSION

The purpose of this study was to investigate the effects of training volume (1 vs. 3 set) on lower-body muscle strength in previously untrained young men. We used a contralateral control design (crossover-like) to investigate the effects of training volume on lower-body muscle strength. With this experimental approach both legs of the same individual were randomly assigned to train with 1 or 3 sets, eliminating any inter-subject variability (e.g., genetic, food intake, motivation, training level, and life style) that could influence the results. Moreover, we evaluated the macronutrients intake before and after the 6-wk intervention period to control any influence of diet on muscle strength gains. Expectedly, the participants had a sufficient CHO (~61%) and proteins (~23%) intake according to the recommendations proposed by *Dietary Reference Intakes (DRI): The Essential Guide to Nutrient Requirements* (2006), indicating that any effect of training was not influenced by nutrient intake.

With these controlled variables, our results indicated that 1 set was as effective as 3 sets to promote increased isotonic (1RM) (1SET: +14.8% vs. 3SET: 16.3%, $P > 0.05$) and isokinetic (peak torque) strength (1SET: +8.1% vs. 3SET: 9.3%, $P > 0.05$), despite of a small superiority of the 3 sets in the effect sizes (ES). Previous studies have shown different strength gains in lower- and upper-body muscles in response to training volume (Paulsen et al. 2003; Rønnestad et al. 2007; Bottaro et al; 2011; Hanseen et al. 2013), indicating that a non-dissimilar analysis of limbs may complicate the understanding of this variable. Therefore, to avoid these confounding factors we conducted a comparative analysis only with training volume-studies that included lower-body muscles data.

The similar increase in 1RM strength between 1 and 3 set observed in our study is consistent with previous studies that investigate the effect of training volume in trained and untrained subjects (Starkey et al. 1996; Hass et al. 2000; Bottaro et al; 2011; Mitchell et al. 2012; Radaelli et al. 2014). For example, Hass et al. (2000) showed a similar increase in leg

extension 1RM for 1 (+13.6%) and 3 sets (+12.8%) after a 13-wk RT program (8-12 repetitions to volitional fatigue at 75% of 1RM) in previously trained subjects. Mitchell et al. (2012) also showed similar knee extension 1RM gains for 1 and 3 sets (~25%) after a 10-wk RT program (repetitions to voluntary failure at 80% of 1RM) in previously untrained subjects. Similar results have also been shown in elderly subjects after 6 weeks of RT (knee extension 1RM gains, 1 set: +16.1% vs. 3 sets: +21.7%, $P > 0.05$) (Radaelli et al. 2014). Our findings, together with these above-mentioned studies (Hass et al. 2000; Mitchell et al. 2012; Radaelli et al. 2014) show that 1 set is as effective as 3sets to promote increased maximal dynamic strength in lower-body muscles during short- and long-term RT period (range: 6 – 13 weeks) in young and elderly subjects.

In contrast to our results, previous studies have reported greater 1RM gains with high-volume training (3 sets) than low-volume (1 set) in young and elderly subjects (Paulsen et al. 2003; Rønnestad et al. 2007; Hanseen et al. 2013; Ribeiro et al. 2015). A possible explanation for discrepancy with the aforementioned studies may be the training intensity. The short- and long-term studies (Paulsen et al. 2003; Rønnestad et al. 2007; Hanseen et al. 2013) that reported superior effects for 3 sets in young subjects used a higher training intensity (load for 7RM in each set that which corresponds to a intensity >80% of 1RM, and 3 exercises for quadriceps muscle) compared to our study and others (Hass et al. 2000; Mitchell et al. 2012) that used a load range between 8-12RM (75-80% of 1RM, and 1-2 exercises for quadriceps muscle). Curiously, similar responses have been observed in elderly subjects: additional effects on knee extension 1RM gains was reported when a higher training volume (3 sets) was associated with moderate (10-15RM) (Ribeiro et al. 2015), but not low- (15-20RM) (Radaelli et al. 2014) or predominantly low-intensity (80% of training period with 15-20RM) (Radaelli et al. 2013). Thus, it is possible that 3 sets are more effective than 1 set for increased lower-body muscles 1RM strength when higher intensity are used in young (e.g., > 80% of 1RM)

and elderly (e.g., > 70% of 1RM) subjects. However, further studies are needed to elucidate how the intensity-to-volume ratio may affect the muscle adaptations to training.

It is important to note in our study that strength gains were lower in isokinetic peak torque compared to 1RM for both 1 (peak torque: 8.1 vs. 1RM: 14.8%) and 3 sets (peak torque: 9.3 vs. 1RM: 16.3%), indicating that dynamic isokinetic strength test may underestimate the strength gains after a dynamic/isotonic RT program. This result may be attributed to the specificity of training and suggest that maximal dynamic strength (1RM) test seems to be more suitable to strength evaluate when a dynamic/isotonic RT program is applied. Moreover, a direct comparison between the results of studies that analyzed the isokinetic and 1RM strength gains after a dynamic/isotonic RT program may complicate the understanding of the training effects. To avoid this bias, our results of isokinetic (peak torque) strength were compared only with studies (Rønnestad et al. 2007; Bottaro et al. 2011) that performed dynamic isokinetic strength test in lower-body muscles after a dynamic/isotonic RT program. In contrast to our results, Rønnestad et al. (2007) showed that 3 sets (+16%) were superior to 1 set (+8%) to promote increase in peak torque in the knee extensions muscles after a 11-wk RT program in young men. These differences in the results among studies may be due to intensity, frequency and/or duration of training program. Rønnestad et al. (2007) used three exercises for quadriceps muscle (i.e., leg press, knee extension, and leg curl) in a frequency of 3 times/week for 11 weeks, and our study used only one exercise (i.e., knee extension) in a frequency of 2 times/week for 6 weeks. Moreover, when a training protocol similar to study our (1 vs. 3 sets for one exercise, 2 times/week) was used over a longer training period (12 weeks) (Bottaro et al. 20011), it was showed that only the 3 sets protocol promoted significant peak torque gains (3 set: +10.9%, $P < 0.05$, and 1 set: +5.1%, $P > 0.05$) in knee extensors muscles. Therefore, it seems that training duration may to be important to reveal significant differences in dynamic isokinetic strength gains between 3 and

1 set in untrained young subjects.

Naturally a few limitations from this study must be mentioned: We used a contralateral control design (crossover-like) to eliminate any confounding factors associated with inter-subject variability (e.g., genetic, food intake, motivation, training level, and life style). However, we cannot ignore the possibility that some strength from the leg 3 sets was transferred to the leg 1 set due to a cross-educational effect (Lee and Carroll, 2007), which could reduce differences in strength gains between the 2 protocols. Another limitation was that we used only 3 sets (vs. 1 set) to investigate the effects of training volume on strength gains. Our results cannot not confirm whether a higher training volume (i.e., ≥ 4 sets) could be superior to 1 set to promote additional gains on muscle strength. Finally, we used only 1 leg exercise during the RT program, in which it may underestimate the amount of exercise (e.g., ≥ 2 exercises) regularly used in practical routine of novice and intermediate practitioners. Our results cannot confirm whether 1 set is as effective as 3 sets when a larger number of exercises are incorporated into the training routine. Further studies are required to address these issues.

In conclusion, our data indicate that 1 set is as effective as 3 sets to promote increased lower-body muscle strength during short RT period (6 weeks) in previously untrained young men. These results have significant practical implications for the design of RT program, since shorter training session (single set) are generally associated with higher adherence of practitioners.

REFERENCES

1. American College of Sports Medicine (2009) American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 41:687–708, 2009.
2. Baechle TR, Earle RW. Resistance training and spotting techniques. In: Earle R, Baechle T (eds) *Essentials of strength and conditioning: national strength and conditioning association*, 3rd edn. Human Kinetics, Champaign, pp 326–376, 2008.
3. Bottaro M, Veloso J, Wagner D, Gentil P. Resistance training for strength and muscle thickness: Effect of number of sets and muscle group trained. *Science & Sports* 26(5):259-264, 2011.
4. Dietary reference intakes (DRI): the essential guide to nutrient requirements. Otten, Jennifer J; Hellwig, Jennifer Pitzzi; Meyers, Linda D. Washington, D.C.: National Academies Press, 2006.
5. Drouin JM, Valovich-McLeod TC, Shultz SJ, Gansneder BM, Perrin DH. Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. *Eur J Appl Physiol* 91:22–29, 2004.
6. Hanssen KE, Kvamme NH, Nilsen TS, Rønnestad B, Ambjørnsen IK, Norheim F, Kadi F, Hallèn J, Drevon CA, Raastad T. The effect of strength training volume on satellite cells, myogenic regulatory factors, and growth factors. *Scand J Med Sci Sports* 23(6):728-39, 2013.
7. Hass CJ, Garzarella L, de Hoyos D, Pollock ML. Single versus multiple sets in long-term recreational weightlifters. *Med Sci Sports Exerc* 32(1):235-42, 2000
8. Kraemer WJ, Ratamess NA, Fry AC, French DN. Strength training: development and evaluation of methodology. In: Maud PJ, Foster C (eds) *Physiological assessment of human fitness*. Human Kinetics, Champaign, 2006.
9. Mitchell CJ, Churchward-Venne TA, West DW, Burd NA, Breen L, Baker SK, Phillips SM. Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. *J Appl Physiol* (1985) 113(1):71-7, 2012.
10. Munn J, Herbert RD, Hancock MJ, Gandevia SC. Resistance training for strength: effect of number of sets and contraction speed. *Med Sci Sports Exerc* 37(9):1622-6, 2005.

11. Paulsen G, Mykkestad D, Raastad T. The influence of volume of exercise on early adaptations to strength training. *J Strength Cond Re* 17(1):115-20, 2003.
12. Radaelli R, Wilhelm EN, Botton CE, Rech A, Bottaro M, Brown LE, Pinto RS. Effects of single vs. multiple-set short-term strength training in elderly women. *Age (Dordr)* 36(6):9720, 2014.
13. Rhea MR. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *J Strength Cond Res* 18:918-20, 2004.
14. Ribeiro AS, Schoenfeld BJ, Pina FLC, Souza MF, Nascimento MAS, Antunes M, Cyrino ES. Resistance training in older women: Comparison of single vs. multiple sets on muscle strength and body composition. *Isokinetics and Exercise Science* 23(1):53-60, 2015.
15. Robbins DW, Marshall PW, McEwen M. The effect of training volume on lower-body strength. *J Strength Cond Res* 26(1):34-9, 2012.
16. Ronnestad B.R., Egeland W., Kvamme N.H., Refsnes P.E., Kadi F., and Raastad T. Dissimilar Effects of One- and Three-Set Strength Training on Strength and Muscle Mass Gains in Upper and Lower Body in Untrained Subjects. *J Strength Cond Res* 21: 157-163, 2007.
17. Sooneste H, Tanimoto M, Kakigi R, Saga N, Katamoto S. Effects of training volume on strength and hypertrophy in young men. *J Strength Cond Res* 27(1):8-13, 2013.
18. Starkey DB, Pollock ML, Ishida Y, Welsch MA, Brechue WF, Graves JE, Feigenbaum MS. Effect of resistance training volume on strength and muscle thickness. *Med Sci Sports Exerc* 28:1311–1320, 1996.
19. Wolfe BL, LeMura LM, Cole PJ. Quantitative analysis of single- vs. multiple-set programs in resistance training. *J Strength Cond Res* 18:35–47, 2004.