

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

Guilherme Treis Trindade

**EFEITOS DA ORDEM DE EXECUÇÃO DOS EXERCÍCIOS DE FORÇA E AERÓBIO
DURANTE O TREINAMENTO CONCORRENTE NO DESENVOLVIMENTO DA
CARGA DURANTE O TREINAMENTO DE FORÇA**

Porto Alegre

2011

Guilherme Treis Trindade

**EFEITOS DA ORDEM DE EXECUÇÃO DOS EXERCÍCIOS DE FORÇA E
AERÓBIO DURANTE O TREINAMENTO CONCORRENTE NO DESENVOLVIMENTO
DA CARGA DURANTE O TREINAMENTO DE FORÇA**

Trabalho de conclusão de curso de Graduação em
Educação Física-Bacharelado da Escola de Educação Física da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Kruel

Co-Orientador: Prof. Ddo. Eduardo Lusa Cadore

Porto Alegre

2011

Guilherme Treis Trindade

**EFEITOS DA ORDEM DE EXECUÇÃO DOS EXERCÍCIOS DE FORÇA E
AERÓBIO DURANTE O TREINAMENTO CONCORRENTE NO DESENVOLVIMENTO
DA CARGA DURANTE O TREINAMENTO DE FORÇA**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Leonardo Alexandre Peyre Tataruga - ESEF, UFRGS

Orientador - Luiz Fernando Martins Krueel –ESEF, UFRGS

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que me ajudaram indiretamente e diretamente neste trabalho em toda minha caminhada pela ESEF. Em especial, aos meus colegas e amigos: César Leal Marchiorri, Henrique Bianch, Matheus Guedes e Matheus Oliveira.

Gostaria de agradecer ao meu orientador Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Krueel, por ter me dado a oportunidade de ingressar na pesquisa e na extensão na Universidade, juntamente com o Prof. Ddo. Rodrigo Ferrari da Silva pela ajuda e orientações.

Não poderia de deixar de citar uma pessoa que foi muito mais que um co-orientador, por vezes irmão e pai, mas o considero como um amigo e vou levá-lo como exemplo para toda minha vida, Prof. Ddo. Eduardo Lusa Cadore. Deixo, aqui, meu muito obrigado, de coração.

Minha família: pai, mãe, irmãos, tias e tios, sem vocês nada disto teria acontecido, muito obrigado pela base forte que todos vocês me proporcionaram.

Além disso, gostaria de usar uma frase que li uma vez numa dissertação de mestrado e que nunca mais vou esquecer: “gostaria de agradecer aos meus amigos, a maior conquista da minha vida, amo vocês!”.

RESUMO

EFEITOS DA ORDEM DE EXECUÇÃO DOS EXERCÍCIOS DE FORÇA E AERÓBIO DURANTE O TREINAMENTO CONCORRENTE NO DESENVOLVIMENTO DA CARGA DE TREINAMENTO DE FORÇA

Autor: Guilherme Treis Trindade

Orientador: Prof. Dr Luiz Fernando Martins Kruehl

Co-Orientador: Msc Eduardo Lusa Cadore

O objetivo deste estudo é comparar a carga de treinamento, ao longo do treinamento de força de 12 semanas, em dois modelos de treinamento concorrente com a ordem invertida no desenvolvimento da força. Foram utilizados 27 homens idosos, 14 no grupo aeróbico e força (GAF) e 13 no grupo força e aeróbico (GFA), com idade média de 65 ± 4 anos. Durante o treinamento de força (TF) foi anotada a maior carga realizada ao final de cada semana do exercício extensão de joelhos (EJ) e *leg press* (LP). A periodização adotada iniciou com 2 séries de 18-20 repetições progredindo para 3 séries de até 6-8 repetições, sendo dividida em 5 mesociclos. O treinamento aeróbico iniciou com 20min na intensidade de 80% FClim e, ao final do treinamento, com 6 repetições de 4min com intensidade de 100% FClim com 1min de intervalo entre as repetições. As cargas de treino do último dia da semana foram anotadas para serem analisadas com o 1RM pré dos indivíduos. Para análise estatística foi adotada a ANOVA para medidas repetidas com fator grupo e o teste de Mann-Whitney. Foi observada uma tendência de interação significativa no desenvolvimento da carga relativa ao teste de 1RM no exercício EJ ($p = 0,056$). Comparando os grupos em cada mesociclo, o grupo GFA tendeu a ter valores relativos maiores para o exercício EJ, no último mesociclo ($p = 0,062$). Não houve diferenças entre os grupos na comparação das cargas absolutas. Em conclusão, o fator ordem parece influenciar, ao longo da periodização, no desenvolvimento da carga de TF em indivíduos idosos.

Palavras chaves: treinamento concorrente, periodização, força.

ABSTRACT

EFFECTS OF THE ORDER OF CONCURRENT ENDURANCE AND RESISTANCE TRAINING ON LOAD'S DEVELOPMENT IN THE PERIODIZATION OF THE RESISTANCE TRAINING

Author: Guilherme Treis Trindade

Director: Prof. Dr Luiz Fernando Martins Kruel

Co-Director: Msc Eduardo Lusa Cadore

The purpose of this study is compare the training load over the strength training for 12 weeks, in two models of concurrent training with the order reversed in the development of strength. Twenty-seven elderly men were used, 14 in the aerobic and strength group (ASG) and 13 in strength and aerobic group (SAG), mean age was 65 ± 4 years. During the strength training (ST) it was the highest recorded load performed at the end of each week of the knee extension exercise (KE) and leg press (LP). The periodization time began with 2 sets of 18-20 repetitions progressing up to 3 sets of 6-8 repetitions, being divided into 5 mesocycles. Aerobic training started with 20 minutes in the intensity of 80% FClim and at the end of training, with six repetitions of 4 minutes with an intensity of 100% FClim with 1 min interval between repetitions. The training loads of the last day of the week were recorded to be analyzed with the 1RM pre individuals. Statistical analysis was adopted for repeated measures ANOVA with factor group and the Mann-Whitney test. The results showed a trend of significant interaction in the development of the load on the 1RM test in the exercise KE ($p = 0.056$). Comparing the groups in each mesocycle, SAG group tended to have higher relative values in the last mesocycle of KE exercise ($p = 0.062$). There were no differences between groups when comparing the absolute loads. In conclusion, the factor seems to influence the order along the periodization, on load's development of ST in the elderly.

Keywords: concurrent training, periodization and strength.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cargas do exercício de extensão dos joelhos durante os mesociclos.....	21
Figura 2. Cargas relativas do exercício de extensão dos joelhos durante os mesociclos.....	21
Figura 3. Cargas do exercício de <i>Leg press</i> durante os mesociclos.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características físicas da amostra pré e pós-treinamento.....	19
Tabela 2. Valores das cargas absolutas (Kg) do exercício de EJ nos mesociclos.....	20
Tabela 3. Valores das cargas relativas (%) do exercício de EJ nos mesociclos.....	20
Tabela 4. Valores das cargas (Kg) do exercício de <i>Leg press</i> nos mesociclos.....	22

LISTA DE ABREVIATURAS

AAHPERD	American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance
CVM	Contração voluntária máxima
DC	Densidade corporal
EJ	Exercício extensão de joelho
EMG	Eletromiografia
FClim	FC do 2º Limiar ventilatório
GAF	Grupo aeróbico-força
GFA	Grupo força e aeróbico
LP	<i>Leg press</i>
RM	Repetição máxima
TC	Treinamento Concorrente
TF	Treinamento de força
VO2máx	Consumo máximo de oxigênio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	3
1.1.1 Objetivo geral.....	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 EFEITO CRÔNICO DO EXERCÍCIO AERÓBICO SOBRE A FORÇA MUSCULAR...4	
2.1.1 Efeito na força muscular.....	4
2.1.2 Efeito na ativação muscular.....	6
2.1.3 Efeito na morfologia muscular.....	7
2.2 TREINAMENTO CONCORRENTE PARA IDOSOS.....	8
2.3 EFEITO AGUDO DO EXERCÍCIO AERÓBICO SOBRE A FORÇA MUSCULAR.....	10
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
3.1 AMOSTRA.....	13
3.2 VARIÁVEIS.....	13
3.2.1 Variável independente.....	13
3.2.2 Variáveis dependentes.....	13
3.3 TRATAMENTO DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES.....	14
3.3.1 Treinamento de força.....	14
3.3.2 Treinamento aeróbico.....	15
3.4 INSTRUMENTOS DE MEDIDAS E PROTOCOLO DOS TESTES.....	15
3.4.1 Composição corporal.....	15

3.4.2 Força muscular dinâmica	16
3.4.3. Carga relativa	16
3.4.4. Carga absoluta	17
3.5 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS	18
4 RESULTADOS	19
5 DISCUSSÃO	23
6 CONCLUSÕES	26
7 REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

O treinamento concorrente, que é a realização combinada dos treinamentos de força e aeróbico, vem sendo estudado em diversas populações, entre estas os idosos (Wood *et al.*, 2001, Izquierdo *et al.*, 2004, Karavirta *et al.*, 2009 e Cadore *et al.*, 2010). A relevância da realização do treinamento concorrente (TC) se dá pela possibilidade de desenvolver as capacidades de força e aeróbica, as quais são importantes para o bem-estar físico e funcional dessa população (Wood *et al.*, 2001, ACSM, 2007). Contudo, alguns estudos vêm observando uma influência negativa do treinamento aeróbico sobre o desenvolvimento da força decorrente do treinamento de força, denominada efeito de interferência (Sale *et al.*, 1990; Hennessy *et al.*, 1994; Kraemer *et al.*, 1995; Bell *et al.*, 1997; Tanaka e Swensen, 1998; Cadore *et al.*, 2010).

Na literatura diversos estudos vêm avaliando parâmetros de força a partir da realização do treinamento concorrente em indivíduos idosos. Por exemplo, em estudo de Izquierdo *et al.* (2004), não foram observadas diferenças entre os ganhos de força para membros inferiores entre TC e treinamento de força (TF) após 8 e 16 semanas de treinamento. Neste estudo a frequência do treinamento concorrente foi de 1 vez por semana e, em dias distintos para os treinos de força e aeróbico. Em outro estudo, Wood *et al.* (2001), também, não encontraram prejuízo nos ganhos de força no treinamento concorrente, que foi realizado 3 vezes por semana, durante 12 semanas. Todavia, o volume do treinamento de força nos dois estudos supracitados, realizados no treinamento concorrente, foi inferior comparado ao treinamento de força isolado.

Por outro lado, nos estudos que aplicaram o mesmo volume de treinamento de força tanto para o treinamento de força isolado, quanto para o treinamento concorrente obtiveram resultados divergentes. Karavirta *et al.* (2011), que utilizaram uma periodização com progressão de carga linear, não encontraram prejuízo no desenvolvimento da força de membros inferiores no grupo de TC após 21 semanas de treinamento. Contudo, Cadore *et al.* (2010), realizando o similar modelo de periodização de treinamento de força, observaram um menor aumento na força de membros inferiores no grupo TC comparado com o TF após 12 semanas de treinamento em indivíduos idosos. Os autores sugeriram que este fenômeno seria consequência da fadiga gerada pelo treinamento aeróbico realizado anteriormente ao treinamento de força. De fato, no estudo de Lepers *et al.* (2001) foi observado um prejuízo no torque isométrico e concêntrico após um exercício aeróbico realizado no cicloergômetro.

Além deste, De Souza *et al.* (2007) e Leveritt e Abernethy (1999) observaram uma queda aguda na força após a realização do exercício aeróbico devido à fadiga proveniente desta atividade. Em estudo de De Souza *et al.* (2007) foi avaliado o efeito agudo do exercício aeróbico com intensidades alta (intervalado=INT) e moderada (contínuo=CONT) no número de repetições (força de *endurance*) e 1RM (força máxima) de membros superiores e inferiores. A partir disto, os resultados demonstraram um prejuízo apenas na força de resistência dos membros inferiores posteriormente ao exercício INT. Já, Leveritt e Abernethy (1999) concluíram que o exercício aeróbico de alta intensidade realizado previamente a um de força, gera prejuízo na capacidade isométrica e isocinética de força. Segundo Craig *et al.* (1991), o prejuízo na capacidade de desenvolvimento de força se dá pela incapacidade que o músculo tem em gerar tensão após realizar um exercício aeróbico prévio.

Uma possível maneira de poder evitar essa fadiga decorrente do treinamento aeróbico sobre a força seria a manipulação da ordem dos treinamentos. Contudo, no estudo de Chtara *et al.* (2008) que avaliaram a influência da ordem do TC realizado em uma sessão por 12 semanas no desenvolvimento de força, demonstrou não haver diferença entre realizar o TF antes ou depois do TA. Bem como, o estudo de Gravelle e Blessing (2000), avaliando mulheres sedentárias, que também não encontraram efeito da ordem das modalidades no desenvolvimento da força muscular. Os resultados deste estudo demonstraram um aumento de 26,6% no grupo força/aeróbico e de 27,4% no grupo aeróbico/força para o exercício de *Leg press*.

Além disso, existe uma lacuna na literatura em relação ao desenvolvimento da carga de treinamento ao longo de uma periodização de treinamento de força, já que os estudos que investigaram o efeito de interferência avaliaram os efeitos agudos ou crônicos na força máxima e segundo o conhecimento do autor, nenhum estudo avaliou os efeitos do treino aeróbico na carga de treinamento. Sendo assim, surge o seguinte problema:

Existem diferenças relativas à ordem de execução do treinamento concorrente na carga utilizada ao longo de uma periodização linear de treinamento de força?

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Comparar a influência da ordem de execução dos treinamentos força e aeróbico durante o treinamento concorrente na carga utilizada ao longo de uma periodização linear de treinamento de força.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Determinar e comparar as cargas absolutas e relativas aos valores de força máxima no exercício de extensão dos joelhos entre os grupos, que executaram o treino de força antes ou depois do treino aeróbico, durante uma periodização de treinamento concorrente.
- Determinar e comparar as cargas absolutas aos valores de força máxima no exercício de *Leg press* entre os grupos, que executaram o treino de força antes ou depois do treino aeróbico, durante uma periodização de treinamento concorrente.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 EFEITO CRÔNICO DO EXERCÍCIO AERÓBICO SOBRE A FORÇA MUSCULAR

O treinamento concorrente tem sido estudado por diversos autores, os quais buscam entender o efeito de interferência. Este fenômeno é um prejuízo nos ganhos de força, gerado pela realização do treinamento aeróbico concomitantemente ao treinamento de força. Este fato pode ser visualizado, a partir da comparação entre os indivíduos que realizaram o treinamento de força com os que realizaram o treinamento concorrente. O efeito de interferência pode se visto através de mudanças na morfologia das fibras (Kraemer *et al.*, 1995, Putman *et al.*, 2004, Karavirta *et al.*, 2011, Bell *et al.*, 2000), adaptações neurais (Häkkinen *et al.*, 2003; Cadore *et al.*, 2010) e no desequilíbrio hormonal (Bell *et al.*, 1997, Bell *et al.*, 2000). Estes resultados controversos podem ser explicados pelas diferenças nas metodologias de treinamento, como, frequência, volume, intensidade e duração de treino.

2.1.1 Efeito na força muscular

A força muscular tem sido um dos parâmetros mais analisados nos estudos sobre o treinamento concorrente. Os diversos estudos que a avaliam, utilizam testes que mensuram forças isométricas e dinâmicas. No estudo de Kraemer *et al.* (1995) a força muscular foi avaliada através dos testes de 1RM para membros superiores e inferiores em jovens. Os resultados demonstraram não haver o efeito de interferência após 12 semanas de treinamento. O mesmo ocorreu com estudo de McCarthy *et al.* (2002), no qual foi avaliada a força muscular através da força isométrica máxima de membros inferiores. Os autores não encontraram influência negativa do treinamento aeróbico sobre a força em homens sedentários, sendo o treinamento aeróbico com intensidade moderada por 45min e o treinamento de força de alta intensidade (3 séries de 10 repetições). Com isso, os autores concluíram que o treinamento concorrente sendo realizado até 3 vezes por semana durante um período curto não gera efeito de interferência.

Por outro lado, Cadore *et al.* (2010), avaliaram a força isométrica e dinamicamente em indivíduos idosos antes e após 12 semana de treinamento. Os resultados mostraram valores superiores para ambos os testes no grupo que treinou apenas força comparado ao grupo

concorrente, ou seja, o fenômeno de interferência ocorreu. A explicação utilizada pelos autores para este efeito foi a realização do exercício aeróbico anteriormente ao de força, gerando uma fadiga, a qual influenciou negativamente na capacidade de gerar força posteriormente. Este estudo vai ao encontro dos estudos que utilizaram o método de realizar o treinamento aeróbico antes do treinamento de força (Leveritt e Abernethy, 1999; Lepers *et al.*, 2001; De Souza *et al.*, 2007).

No estudo de Bell *et al.* (2000) foram avaliados homens e mulheres em testes de 1RM nos exercícios de *Leg press* e extensão dos joelhos, nos quais apenas no segundo ocorreu influência negativa do treinamento aeróbico. Os autores do estudo explicaram estes resultados devido à possível similaridade do exercício de extensão dos joelhos com o ciclismo, o qual foi utilizado no treinamento aeróbico.

Outro estudo que encontrou efeito de interferência no exercício de extensão dos joelhos foi de Häkkinen *et al.* (2003), o qual avaliou a força muscular através dos testes de 1RM e CVM. A partir do segundo teste, havia uma variável denominada taxa máxima de produção de força, a qual mensurava a força rápida que o indivíduo realizava. Após o treinamento o grupo que treinou apenas força desenvolveu mais esta variável em relação ao grupo que realizou o treinamento concorrente. Ou seja, ocorreu efeito de interferência na ativação neural rápida da musculatura envolvida.

Em estudo avaliando a ordem de realização do treinamento concorrente, ou seja, um grupo realiza o treino de força antes do treino aeróbico e o outro o contrário, Chtara *et al.* (2008) encontraram que não há influência da ordem no desenvolvimento da força. Todavia, quando foi comparado com o grupo que realizou apenas treinamento de força, o efeito de interferência ocorreu, tanto para o 1RM de agachamento, quanto para o teste de potência, no qual foram feitos 5 saltos. Os autores explicam estes resultados devido à utilização de um treino aeróbico intensivo, o qual acabou por influenciar negativamente o desenvolvimento da força muscular do grupo que realizou ambos treinamentos.

Seguindo a questão de que as diferenças entre os resultados dos estudos poderiam ser devido as suas metodologias de treinamento, o estudo de Sale *et al.* (1990) avaliaram a realização do treinamento concorrente ser feito no mesmo dia ou em dias separados. Os resultados evidenciaram que o grupo que realizou o treinamento em dias alternados teve um maior desenvolvimento da força muscular. Isto, segundo os autores, pode ter ocorrido devido

ao prejuízo gerado pela realização do treino aeróbico anteriormente ao de força, do grupo do treinamento do mesmo dia.

Todavia, quando a amostra foi apenas mulheres, Da Silva (2010) não encontrou efeito de interferência no desenvolvimento da força após um treinamento de 11 semanas. Segundo os autores a intensidade do treinamento aeróbico parece não influenciar na capacidade de gerar força, pois em ambos os grupos, TC com aeróbico a 95-100% VO₂máx e o TC com aeróbico a 100% VO₂máx, não foram encontradas diferenças inter grupos.

2.1.2 Efeito na ativação muscular

Em estudo de Cadore *et al.* (2010) avaliando o sinal EMG de idosos, os autores encontraram um aumento no EMGmáx e uma redução no EMGsubmáx (40, 60 e 80%) dos músculos Reto Femoral e Vasto Lateral após o treinamento de força. Sendo estes resultados não encontrados para o grupo que realizou o treinamento concorrente. A partir disto, os autores sugerem que o efeito de interferência pode estar relacionado com as adaptações neurais. Ou seja, as mesmas unidades motoras que foram recrutadas no exercício prévio aeróbico seriam recrutadas, posteriormente, no exercício de força, acarretando numa incapacidade da musculatura de desenvolver o máximo recrutamento durante o treino de força. Além disto, como foi supracitado, os indivíduos que treinaram apenas força desenvolveram economia neuromuscular, pois para as mesmas cargas absolutas pré treinamento (EMGsubmáx) houve uma redução da ativação muscular após o treinamento.

Do mesmo modo, no estudo de Häkkinen *et al.* (2003), no qual uma das suas variáveis era ativação muscular, ocorreu efeito de interferência. A amostra era constituída de homens adultos que realizaram um treinamento de 21 semanas e demonstraram, ao final do mesmo, resultados diferentes para taxa máxima de produção de força. Portanto, os resultados deste estudo mostraram que ocorreu efeito de interferência a nível neural após um treinamento concorrente. Por outro lado, Karavirta *et al.* (2011), avaliando idosos após 21 semanas de treinamento não observaram o fenômeno de interferência a nível neural. Sendo a ativação muscular avaliada através da EMG dos músculos Vasto Lateral e Tríceps Braquial durante uma CVM.

2.1.3 Efeito na morfologia muscular

No estudo de Kraemer *et al.*, 1995 foi investigado as fibras tanto em porcentagens quanto em área. Em relação à área, os mesmos observaram um desenvolvimento apenas nas fibras IIa após o treinamento concorrente, sendo que apenas no treinamento de força ocorreu desenvolvimento das fibras I, IIc e IIb. Já em relação às porcentagens, o TC desenvolveu as fibras IIa, mas reduziu as fibras IIb pós treinamento. Isto, segundo os autores, está relacionada à facilidade com que estas tem de se transformarem em fibras IIa.

Por outro lado, Izquierdo *et al.* (2004) não observaram efeito de interferência nesta variável neuromuscular. Os autores buscaram explicar este fato devido à baixa frequência de treinamento realizada pelo grupo concorrente, pois o mesmo fez o treinamento duas vezes por semana. Sendo uma vez por semana de cada treinamento, força e aeróbico.

Todavia, em estudo de Häkkinen *et al.* (2003) utilizando um frequência de 4 vezes na semana, o grupo concorrente também não desenvolveu o fenômeno de interferência a nível morfológico. Segundo os autores isto pode ser devido, em parte, ao estresse oxidativo imposto na musculatura e a necessidade de manter a cinética de transporte de oxigênio pelo treinamento aeróbico, que acarretou em uma depressão nos ganhos de força máxima. Ou seja, um baixo desenvolvimento de hipertrofia. Importante ressaltar que a metodologia utilizada para mensuração desta variável neuromuscular foi total, ou seja, foi avaliado em diferentes partes o quadríceps femoral.

Em relação aos estudos que encontraram interferência, estes observaram tanto em fibras do tipo I quanto do tipo II. Putman *et al.* (2004) viram o fenômeno de interferência nas fibras do tipo I, demonstrando a atenuação deste tipo de fibra quando há a realização concomitante entre um treinamento de força e aeróbico. Do mesmo modo, Bell *et al.* (2000) encontraram influência nas fibras do tipo I, pois, segundo os autores ocorreu um estresse oxidativo gerado pelo treinamento aeróbico. Portanto, em ambos os estudos os autores observaram uma atenuação na hipertrofia das fibras I e relacionaram estes resultados com uma melhora da concentração de cortisol.

Contudo, no estudo de Karavirta *et al.* (2011), foi encontrado um efeito negativo gerado pelo treinamento aeróbico no desenvolvimento das fibras do tipo II. Segundo os autores, este resultado está relacionado com o tipo de treinamento, explosivo, utilizado na metodologia. Ou seja, em relação ao volume total de treinamento de força realizado, 20%

deste foi para a realização do treinamento explosivo, acarretando numa redução na especificidade do treinamento voltado para a hipertrofia.

2.2 TREINAMENTO CONCORRENTE PARA IDOSOS

A investigação sobre o treinamento concorrente tem sido amplamente estudada durante as últimas 3 décadas. Com o crescente aumento do tempo de vida da população, juntamente com a busca da qualidade de vida, o treinamento combinado mostra-se ser de grande importância para os idosos. Uma justificativa para a realização deste treinamento com a população idosa é a capacidade de poder desenvolver tanto a força quanto a capacidade aeróbica, tornando-se de extrema importância para a melhora do bem estar físico e funcional desta população (Wood *et al.*, 2001; ACSM, 2007; Sillanpää *et al.*, 2008; 2009 e Holviala *et al.*, 2010), juntamente com a redução das doenças associadas com a idade (ACSM, 2011). Segundo Wood *et al.* (2001) o treinamento concorrente demonstrou ser eficiente no teste de funcionalidade AAHPERD, no qual foi visto um maior desenvolvimento no grupo que treinou os dois treinamentos comparado com os grupos que treinaram apenas força ou aeróbico.

No estudo de Sillanpää *et al.* (2008), foi observado o efeito de um treinamento concorrente com ambas modalidades, força e aeróbico, com altas intensidades sobre desenvolvimento da força. Os resultados demonstraram que não houve efeito de interferência sobre a força isométrica máxima para os músculos extensores dos joelhos após 21 semanas de treinamento. Em um estudo similar, Sillanpää *et al.* (2009) avaliando mulheres não observaram efeito de interferência sobre os membros inferiores. Contudo, foram avaliados também os membros superiores, os quais sofreram uma potencialização no seu desenvolvimento quando realizaram o treinamento concorrente, ou seja, tiveram uma maior hipertrofia em relação aos demais grupos ($p = 0,015$). Em ambos os estudos, as amostras realizaram duas vezes na semana cada um dos treinamentos, força e aeróbico, totalizando 4 sessões de treinamento por semana. Bem como os estudos supracitados, Holviala *et al.* (2010) também utilizaram a realização do treinamento concorrente com duas sessões para cada modalidade por semana. Ao final das 21 semanas de treinamento, não foi observado efeito do treinamento aeróbico sobre a força. Sendo esta avaliada através do testes de 1RM, CVM (contração voluntária máxima) unilateral, teste de pulo vertical e EMG para membros inferiores e superiores. Além deste, Holviala *et al.* (2011) avaliaram após 21 semanas de

treinamento o desenvolvimento da força muscular de membros inferiores através força dinâmica máxima, isométrica e explosiva. Os resultados demonstraram, novamente, não haver efeito de interferência gerado pelo treinamento aeróbico. Portanto, segundo os artigos supracitados, podemos sugerir que quando se realiza as duas modalidades, força e aeróbico, até duas vezes por semana e em dias alternados, possivelmente o efeito negativo da modalidade aeróbica não ocorra.

O primeiro estudo que avaliou o efeito do TC frente ao treinamento de força e aeróbico em idosos foi Wood *et al.* (2001), o qual tinha como objetivo observar o efeito de três treinamentos no bem estar físico da amostra. Os resultados mostraram que não houve o fenômeno de interferência no desenvolvimento da força. Um dado interessante foi a melhor resposta do grupo do TC comparados com os demais para o desenvolvimento do teste de funcionalidade aplicado (AAHPERD). Todavia o volume de treinamento do grupo concorrente foi inferior ao de força, pois no primeiro grupo era realizada uma série, enquanto no segundo eram duas séries. Outro estudo que não encontrou influência do treinamento aeróbico na força foi o de Izquierdo *et al.* (2004), o qual avaliou o efeito do TC na força, potência e massa muscular, do mesmo modo que o estudo anterior, o volume de treino do grupo concorrente foi inferior ao grupo de força e aeróbico. Isto devido à realização de apenas um treino de cada modalidade, força e aeróbico, por semana pelo grupo concorrente. Os resultados mostraram que também em nível muscular tanto o grupo força, quanto o grupo concorrente não se diferenciaram. Portanto, parece haver um efeito de sinergismo quando a frequência do treinamento concorrente é baixa. Ou seja, o efeito de interferência não surge e, por consequência, há uma resposta positiva de ambas as modalidades, aeróbica e força, para com as capacidades que estas desenvolvem.

Por outro lado, os estudos avaliando idosos e utilizando o mesmo volume de treinamento para o grupo concorrente e para o de força parecem divergir em seus resultados. Kavavirta *et al.* (2009; 2011) utilizando um periodização linear de treinamento de força, tiveram como objetivo avaliar o efeito do TC no desenvolvimento da força e em parâmetros cardiorrespiratórios. Os resultados dos estudos demonstraram não haver diferença no desenvolvimento da força em membros inferiores. Além disso, um dado interessante foi que o grupo que realizou ambos os treinos, força e aeróbico, exercitou-se quatro vezes na semana, enquanto os demais grupos, força e aeróbico, realizaram duas vezes cada. Outro estudo que utilizou uma periodização linear foi de Cadore *et al.* (2010), o qual encontrou o efeito de

interferência nos membros inferiores. Com isso, parece haver mesmo uma divergência entre os estudos que avaliaram esta população utilizando a mesma periodização. Contudo, ambos autores não avaliaram o desenvolvimento da força ao longo da periodização, sendo impossível de dizer, se vir a ocorrer, o momento no qual a fadiga residual gerada pelo treinamento aeróbico começa influenciar na força.

No estudo de Cadore *et al.* (2010), no qual foram avaliados 23 idosos após um treinamento concorrente de 12 semanas, foi encontrado o efeito de interferência nos membros inferiores. Neste estudo os idosos tinham que realizar uma rotina de treinos de três vezes por semana, com o intuito de comparar os ganhos entre os grupos do treinamento concorrente com os do treinamento aeróbico e de força. Um dado importante visto neste estudo foi o aumento do sinal EMG no grupo força após o treinamento, demonstrando no teste de economia menor necessidade de unidades motoras para o mesmo exercício. Todavia no grupo concorrente o mesmo não ocorreu, ou seja, após as 12 semanas parece ter ocorrido uma redução no recrutamento de unidades motoras e na frequência de disparos acarretando numa influência negativa do treinamento aeróbico no sistema neuromuscular, gerando uma incapacidade de desenvolver força.

2.3 EFEITO AGUDO DO EXERCÍCIO AERÓBICO SOBRE A FORÇA MUSCULAR

O primeiro estudo a propor o fenômeno de efeito agudo foi de Craig *et al.* (1991), no qual os autores concluíram que a habilidade de gerar tensão pelo músculo era prejudicada após a realização de um exercício aeróbico. Seguindo esta linha de investigação, Leveritt e Abernethy (1999) investigaram a influência da intensidade do exercício aeróbico no desenvolvimento da força isocineticamente e isoinercialmente. Para isto, utilizaram 1 mulher e 5 homens que realizavam a atividade de pedalada. A mensuração da força isoinercial foi através da realização de 3 séries com 80% 1RM no agachamento e a força isocinética pelos extensores do joelho dominante em 5 diferentes velocidades, 1,05 rad/s, 2,09 rad/s, 3,14 rad/s, 4,19 rad/s e 5,24 rad/s. Os resultados mostraram uma redução significativa em ambas variáveis, sendo o tamanho do efeito mais significativo na força isoinercial. Todavia, não está bem claro na literatura se esse comportamento de redução da força perdura ao longo de um treinamento. Segundo Nelson *et al.* (1990) a força não sofre prejuízo quando a mesma é realizada previamente ao exercício aeróbico, ou seja, a seqüência do treinamento pode

influenciar na capacidade de gerar força. Contudo, Collins e Snow (1993), concluíram que independente da ordem dos treinos, há redução do desenvolvimento da força. Segundo os autores, Leveritt e Abernethy (1999), os possíveis efeitos fisiológicos para a queda na capacidade de gerar força foi devido a depleção do glicogênio muscular e mudanças nas propriedades elétricas e tecidual do músculo. Além disso, no estudo foi mensurado o lactato sanguíneo, o qual se encontrava elevado durante as séries de força, evidenciando uma acidose muscular, acarretando num possível mecanismo de prejuízo na força.

Outro estudo avaliando a influência do exercício aeróbico foi de Lepers *et al.* (2001), no qual o objetivo era observar em diferentes cadências as propriedades contráteis e neurais da musculatura envolvida. A hipótese proposta pelos autores era de que diferentes cadências gerariam diferentes padrões de recrutamento de fibras. Para isto, a amostra foi constituída de 8 triatletas que realizavam três diferentes cadências de pedalada. Os resultados mostraram que não há diferença no padrão de recrutamento nas três cadências analisadas, indo de encontro a hipótese supracitada. Além disso, o estudo demonstrou uma queda de 13-16% no nível de ativação, mostrando uma menor atividade central (Fadiga central). Outro método de avaliação deste fenômeno foi pela razão EMG RMS/amplitude da *M-wave*, a qual demonstrou redução. Contudo, os dados da *M-wave* não se alteraram, reforçando a idéia da existência de fadiga central, sem alteração na transmissão neuromuscular periférica. Porém, os mecanismos precisos que levaram a essa fadiga central (diminuição da taxa de disparos no neurônio motor e/ou número de unidades motoras recrutadas) não podem ser explicados com a metodologia do estudo.

No estudo de De Souza *et al.* (2007) foram avaliados 8 homens fisicamente ativos, a partir de dois modelos de exercício aeróbico na força muscular. O objetivo do estudo foi avaliar a influência do exercício aeróbico de alta e moderada intensidade na força resistência localizada e força máxima. Seguindo a hipótese de Docherty e Sporer (2000), há efeito de interferência quando o exercício aeróbico e de força utilizam a mesma via de energia. Para isto, a amostra realizou os dois exercícios aeróbicos e posteriormente avaliaram as forças. Os resultados mostraram o fenômeno de interferência gerado apenas pelo exercício aeróbico de alta intensidade, sendo significativo na resistência de força localizada e reduzindo na força máxima. Estes resultados vão ao encontro do estudo de Leveritt e Abernethy (1999), os quais concluíram de que a intensidade interfere na capacidade de gerar força.

Portanto, como aplicação prática, a partir dos estudos supracitados, é de que é possível realizar o treinamento de força concomitantemente com o treinamento aeróbico. Por exemplo, se o objetivo do treino de força for o desenvolvimento da força máxima, o treino aeróbico pode ser realizado concomitantemente. Todavia, a intensidade deste treino aeróbico não pode ser alta, próxima ao 2º Limiar Ventilatório, pois a mesma pode influenciar negativamente na capacidade de gerar força.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 AMOSTRA

A população foi na faixa etária de 60 a 75 anos de idade (média \pm DP, $64,7 \pm 4,1$), aparentemente saudáveis, sem treinamento de força ou aeróbico regular por pelo menos um ano antes do estudo. Foi adotado como critério de exclusão o histórico de doenças cardiovasculares (a exceção da hipertensão arterial controlada), endócrina, metabólica e neuromuscular, além da utilização de qualquer medicamento com influência no metabolismo endócrino ou neuromuscular. Uma avaliação médica foi realizada envolvendo anamnese clínica e um eletrocardiograma de esforço (ECG) para indicação de possíveis fatores de exclusão do estudo. Este estudo foi aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa (N°19066) desta Universidade. Todos os indivíduos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, sabendo dos riscos e benefícios do presente estudo.

Os indivíduos foram selecionados através da divulgação da investigação em um jornal de grande circulação. A amostra foi não probabilística voluntária, constituída por um número de homens idosos através de cálculo amostral, baseado em estudo de Häkkinen *et al.* (1996), Hepple *et al.*, (1997), Häkkinen *et al.*, (2000), Izquierdo *et al.*, (2001), apontando a necessidade de 10 indivíduos por grupo. Após o período de treinamento, foram excluídos da amostra os indivíduos que não tiveram obtido comparecimento a 85% do número de treinos (29 treinos).

A caracterização da amostra está demonstrada na Tabela 1. Não houve diferenças significativas entre os grupos na idade, massa corporal, estatura e percentual de gordura.

3.2 VARIÁVEIS

3.2.1 Variável independente

- Ordem do treinamento

3.2.2 Variáveis dependentes

Foram registradas manualmente os maiores valores das cargas, extensão dos joelhos e *leg press*, realizadas ao final de cada semana de treinamento. Foi considerado o pico de carga de treinamento em cada mesociclo, a maior carga alcançada pelo indivíduo durante o intervalo de repetições do respectivo mesociclo.

- Pico de carga absoluta de treinamento no exercício de extensão dos joelhos:

Foi considerada a média da carga de um determinado mesociclo, na qual o indivíduo realizava o exercício de extensão dos joelhos;

- Pico de carga relativa de treinamento no exercício de extensão dos joelhos:

Foi considerada a partir da relação entre a média da carga realizada durante um determinado mesociclo com o 1RM pré do exercício de extensão dos joelhos;

- Pico de carga absoluta de treinamento no exercício *Leg press*:

Foi considerada a média da carga de um determinado mesociclo, na qual o indivíduo realizava o exercício de *Leg press*.

3.3. TRATAMENTO DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES:

Os diferentes tipos de treinamento utilizados no projeto tiveram duração de 12 semanas. Os três grupos treinavam 3 vezes por semana, dias alternados (segunda, quarta e sexta-feira), com intensidade e volume de treinamento progressivos, periodizados de forma linear. O local de treinamento do grupo foi na sala de musculação da ESEF – UFRGS.

3.3.1 Treinamento de Força

Nas primeiras 2 semanas de treinamento, os indivíduos do grupo do TF treinaram com 2 séries de 18 a 20 repetições máximas (RMs) por exercício. Já, entre a 3ª e 4ª semana os indivíduos treinaram com duas séries de 15 a 17 RMs. Na semana 5, 6 e 7 foram realizadas duas séries de 12 a 14 RMs. Na 8ª a 10ª semana foram realizadas três séries de 8-10 RMs. Ao final das últimas duas semanas, foram realizadas três séries de 6 a 8 RMs. A carga sempre foi

ajustada à medida que o indivíduo fosse capaz de fazer mais repetições das quais estavam programadas.

No início da sessão de treinamento, os indivíduos realizavam alongamentos e aquecimento de 25 repetições com a carga subestimada para membros inferiores e superiores. Os exercícios foram: Supino Reto, Voador Invertido, Remada Baixa, Rosca Bíceps, Tríceps Roldana, *Leg press*, Extensão dos Joelhos, Flexão dos Joelhos e Abdominais.

3.3.2 Treinamento Aeróbico

Os indivíduos treinavam com intensidades relativas à FC do 2º Limiar ventilatório (FClim) (Quadro 1). Nas primeiras duas semanas os indivíduos treinaram por 20min com intensidade de 80% FClim, subindo para 85% FClim durante a 3ª semana e aumentando o tempo para 25min na 4ª e 5ª semana. Já na 6ª semana, o treino foi de 25min a 90% FClim, subindo para 30min na 7ª e 8ª semana. Na semana 9ª e 10ª semana, os indivíduos treinaram por 30min, com intensidade de 95% FClim. Já nas últimas duas semanas, treinaram 6 repetições de 4min com intensidade de 100% FClim com 1min de intervalo entre as repetições.

3.4. INSTRUMENTOS DE MEDIDAS E PROTOCOLO DOS TESTES

Os indivíduos que compõe a amostra deste estudo compareceram a Escola Superior de Educação Física (ESEF-UFRGS) para os dias de coletas de dados e treinamento. Quatro semanas antes do início do treinamento, no início e após o treinamento foi avaliada a força muscular dinâmica de membros inferiores.

3.4.1 Composição corporal

Para caracterização da amostra a composição corporal foi estimada através do protocolo de dobras cutâneas segundo Jackson e Pollock (1978) que possibilita o cálculo da densidade corporal (DC) de cada indivíduo. Posteriormente, a composição corporal foi estimada através da fórmula de Siri (*Apud* Heyward e Stolarczyk, 2000). Foi utilizado um plicômetro da marca LUNGE, com resolução de 1 mm para mensuração das dobras cutâneas,

uma balança analógica da marca ASIMED, com resolução de 0,1Kg e um estadiômetro da marca ASIMED, com resolução de 1mm. Inicialmente, cada indivíduo teve sua massa corporal e sua estatura mensuradas. Posteriormente, o local das dobras cutâneas selecionadas foi marcado de acordo com o posicionamento proposto por Heyward e Stolarczyk (2000). As dobras cutâneas foram medidas em circuito, totalizando, no máximo 3 medidas de cada dobra cutânea.

3.4.2 Força muscular dinâmica (1RM)

Previamente a realização deste teste foi feita uma sessão de familiarização. O teste de 1RM para membros inferiores foi executado no exercício extensão dos joelhos. O teste de 1RM caracteriza-se pela maior carga que pode ser suportada em uma repetição de um determinado exercício (Ploutz- Snyder e Giamis, 2001). Os equipamentos utilizados para tal foram a “cadeira extensora” da marca WORLD, com resolução de 1 Kg para a extensão dos joelhos e uma barra em W com anilhas para o exercício de rosca bíceps. Para o controle indireto da velocidade de movimento, foi utilizado um metrônomo da marca QUARTZ com resolução de 1Hz. Após a seleção da carga, cada indivíduo realizou o maior número de repetições, alcançando no máximo 10 repetições. Após a execução do teste, conforme o número de repetições realizados, a carga foi redimensionada a partir da tabela de coeficientes de Lombardi (1989), a fim de estimar o valor correspondente a 1RM. O teste foi novamente realizado para a verificação da carga e, se esta não foi equivalente ao máximo do indivíduo, o mesmo procedimento era repetido até que, no máximo, 5 tentativas fossem executadas. Em cada tentativa, as fases concêntricas e excêntricas tiveram a duração de 2 segundos, cada uma. Os indivíduos da amostra foram familiarizados com os exercícios em pelo menos duas oportunidades anteriormente aos testes de força dinâmica.

3.4.3. Carga relativa

Para determinar a carga relativa dos indivíduos durante os mesociclos, foi realizada uma regra de três simples. Na qual se utilizava o valor de 1RM como 100% pré e a média das cargas realizadas pelo indivíduo no mesociclo.

3.4.4. Carga absoluta

Foi determinada a partir da média das cargas realizadas no último dia de cada semana em seus respectivos mesociclos.

Quadro 1: Tipos de treinamento

Mesociclo	Semanas	Treinamento aeróbico	Treinamento de força
I	1	20min a 80%FClim	2 séries de 18-20RM
I	2	20min a 80%FClim	2 séries de 18-20RM
II	3	20min a 85%FClim	2 séries de 15-17RM
II	4	25min a 85%FClim	2 séries de 15-17RM
III	5	25min a 85%FClim	2 séries de 12-14RM
III	6	25min a 90%FClim	2 séries de 12-14RM
III	7	30min a 90%FClim	2 séries de 12-14RM
IV	8	30min a 90%FClim	3 séries de 8-10RM
IV	9	30min a 95%FClim	3 séries de 8-10RM
IV	10	30min a 95%FClim	3 séries de 8-10RM
V	11	6/4min a 100%FClim	3 séries de 6-8RM
V	12	6/4min a 100%FClim	3 séries de 6-8RM

3.5 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

Foi utilizada a estatística descritiva com exposição de média \pm desvio padrão (DP). Utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos dados e o teste de Levene para verificar a homogeneidade. Para os dados paramétricos, foi utilizada a ANOVA para medidas repetidas com fator grupo a fim de comparar a carga entre os mesociclos ao longo do treinamento e entre os grupos. Quando o valor da interação foi significativo, análises de desdobramento foram realizadas através do teste F. Para o efeito tempo, foi utilizado o teste *post-hoc* de LSD com intuito de localizar as diferenças. Para os valores com distribuição não normal, foi utilizado o teste de Mann-Whitney com o intuito de comparar os grupos em cada mesociclo ao longo do treinamento. Adotou-se um $\alpha = 0,05$. Os dados foram processados no pacote estatístico SPSS versão 15.0 para Windows.

4 RESULTADOS

Os resultados dos dados pré- e pós-treinamento das características físicas da amostra são mostrados na Tabela 1. Não houve diferenças significativas entre os grupos na idade, massa corporal, estatura e percentual de gordura.

Tabela 1: Características físicas da amostra pré e pós-treinamento.

	Grupo Força-Aeróbico n = 13		Grupo Aeróbico-Força n = 13	
	pré	pós	pré	pós
Idade (anos)	64,7 ± 3,7	64,9 ± 3,9	64,7 ± 4,8	64,8 ± 4,8
Massa corporal (Kg)	79,7 ± 10,5	79,5 ± 9,5	83,3 ± 13,4	82,6 ± 13,3
Altura (cm)	170,0 ± 5,9	170,0 ± 5,9	173,5 ± 5,1	173,5 ± 5,1
% Massa gorda	27,3 ± 3,7	25,6 ± 3,3*	28,1 ± 3,0	26,8 ± 3,4*
Consumo oxigênio no 2 °Limiar Ventilatório (ml kg min ⁻¹)	19,7 ± 3,9	20,5 ± 3,2	19,9 ± 4,9	20,0 ± 4,7

Os resultados estão expressos como Média ± DP

*Diferença significativa para os valores pré-treinamento (P <0.001).

Os resultados do presente estudo demonstraram que não houve diferença significativa entre os grupos nos mesociclos para os valores absolutos do exercício de extensão dos joelhos, a partir do teste não paramétrico de Mann-Whitney (Tabela 2 e Figura 1). Todavia, quando os mesmo valores foram analisados percentualmente, houve uma tendência de interação tempo vs. grupo (p<0,056) (Tabela 3 e Figura 2). Análises de desdobramento mostraram um resultado marginalmente significativo no mesociclo 5 (6-8 RM) (p=0,062). Além disto, houve um efeito tempo (p<0,001) demonstrando haver diferença significativa entre as cargas durante os mesociclos.

Tabela 2: Valores das cargas absolutas (Kg) do exercício de EJ nos mesociclos.

	GFA	GAF	p
Mesociclo 1	26,2 ± 4,6	25,4 ± 6,4	0,336
Mesociclo 2	31,3 ± 5,1	30,7 ± 6,4	0,511
Mesociclo 3	41,6 ± 7,8	39,3 ± 7,4	0,479
Mesociclo 4	54,4 ± 8,7	52,5 ± 4,3	0,320
Mesociclo 5	64,3 ± 10,2	57,6 ± 10,0	0,139

Os resultados estão expressos como Média ± DP

EJ: Extensão dos joelhos; GFA: Grupo força-aeróbico; GAF: Grupo aeróbico-força

Tabela 3: Valores das cargas relativas (%) do exercício de EJ nos mesociclos.

	GFA	GAF	Grupo (p)	Meso(p)	Grupo/Meso
Mesociclo 1	38,2 ± 6,0a	35,9 ± 9,6a			
Mesociclo 2	41,9 ± 13,0b	42,6 ± 7,0b			
Mesociclo 3	61,1 ± 10,4c	55,5 ± 9,5c	0,114	<0,01	0,056
Mesociclo 4	79,8 ± 8,9d	69,2 ± 17,3d			
Mesociclo 5	94,5 ± 10,3e	82,3 ± 19,1e			

Os resultados estão expressos como Média e Desvio Padrão (DP). Os valores % foram obtidos conforme o item 3.4.3.

EJ: Extensão dos joelhos; GFA: Grupo força-aeróbico; GAF: Grupo aeróbico-força; MESO: mesociclo; Grupo/Meso: interação grupo/mesociclo.

Letras diferentes valores diferentes intra-grupo.

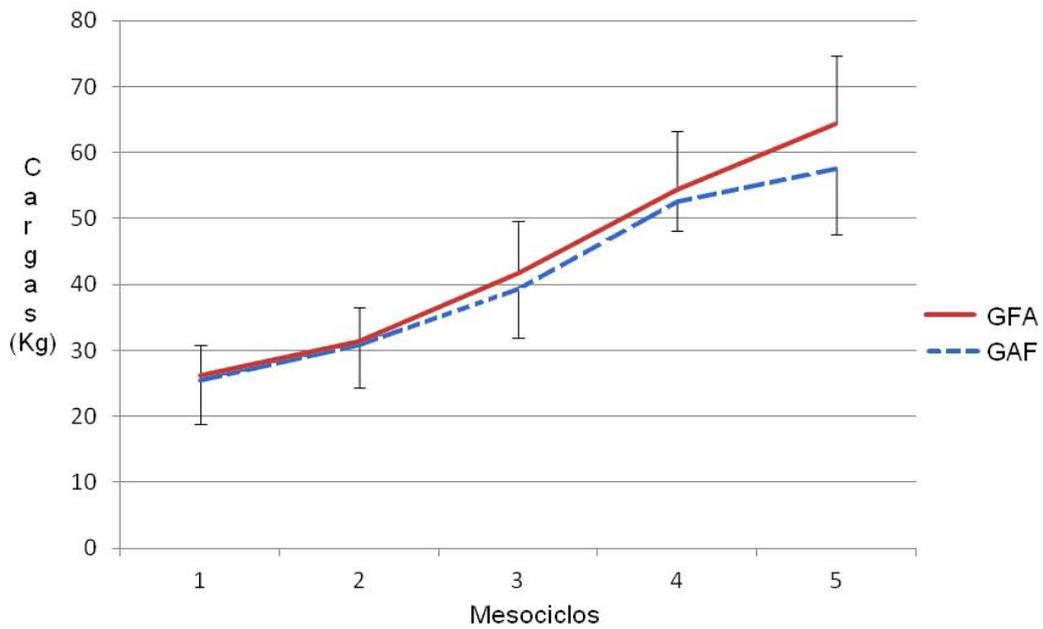


Figura 1. Cargas do exercício de extensão dos joelhos durante os mesociclos. Os resultados estão expressos como Média \pm DP

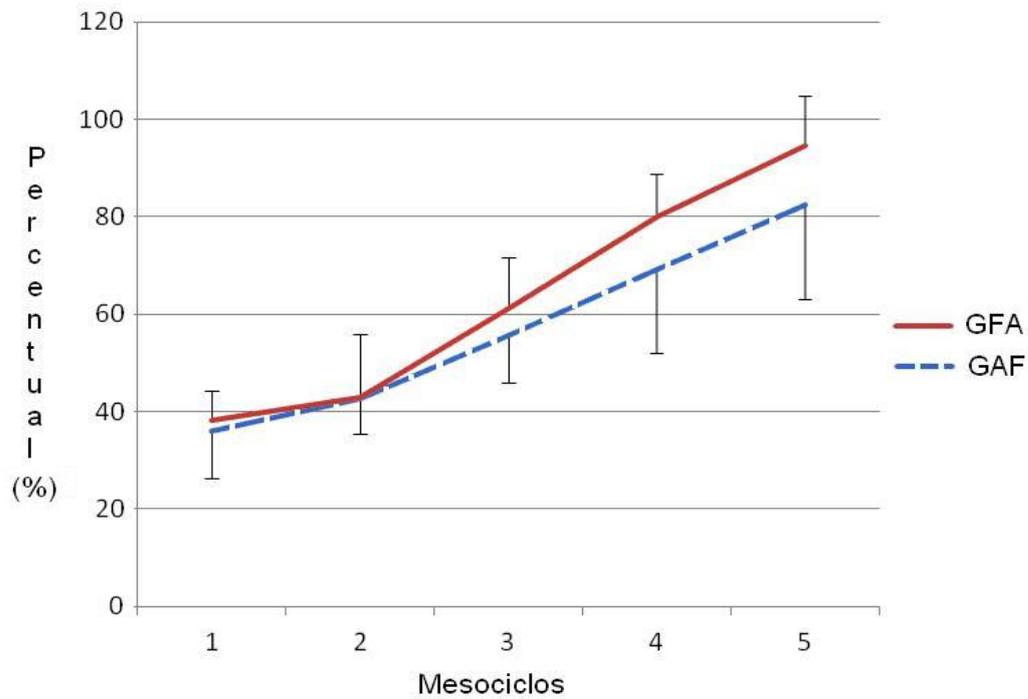


Figura 2. Cargas relativas do exercício de extensão dos joelhos durante os mesociclos. Os resultados estão expressos como Média \pm DP. Os valores % foram obtidos conforme o item 3.4.3.

Para o exercício de *Leg press*, houve efeito do tempo ($p < 0,001$), demonstrando haver diferença significativa entre os mesociclos ao longo do tempo (Tabela 4 e Figura 3). Houve aumento crescente significativo da carga de treinamento do mesociclo 1 (18-20 RM) para o mesociclo 2 (17-15 RM), do mesociclo 3 (12-14RM) em relação ao mesociclo 2, do mesociclo 4 (8-10RM) sobre o mesociclo 3 e do mesociclo 5 (6-RM) em relação ao mesociclo 4. Não houve diferença significativa entre os grupos e a interação mesociclo/grupo também não foi significativa.

Tabela 4: Valores das cargas (Kg) do exercício de *Leg press* nos mesociclos.

	GFA	GAF	Grupo (p)	Meso(p)	Grupo/Meso
Mesociclo 1	41,5 ± 10,6 a	40,7 ± 11,4 a			
Mesociclo 2	58,4 ± 12,1 b	60,0 ± 16,6 b			
Mesociclo 3	89,2 ± 17,0 c	90,0 ± 19,2 c	0,699	<0,001	0,237
Mesociclo 4	124,6 ± 17,1 d	118,4 ± 21,0 d			
Mesociclo 5	140,7 ± 20,5 e	133,0 ± 23,9 e			

Os resultados estão expressos como Média e Desvio Padrão (DP).

GFA: Grupo força-aeróbico; GAF: Grupo aeróbico-força; MESO: mesociclo; Grupo/Meso: interação grupo/mesociclo. Letras diferentes valores diferentes intra-grupo.

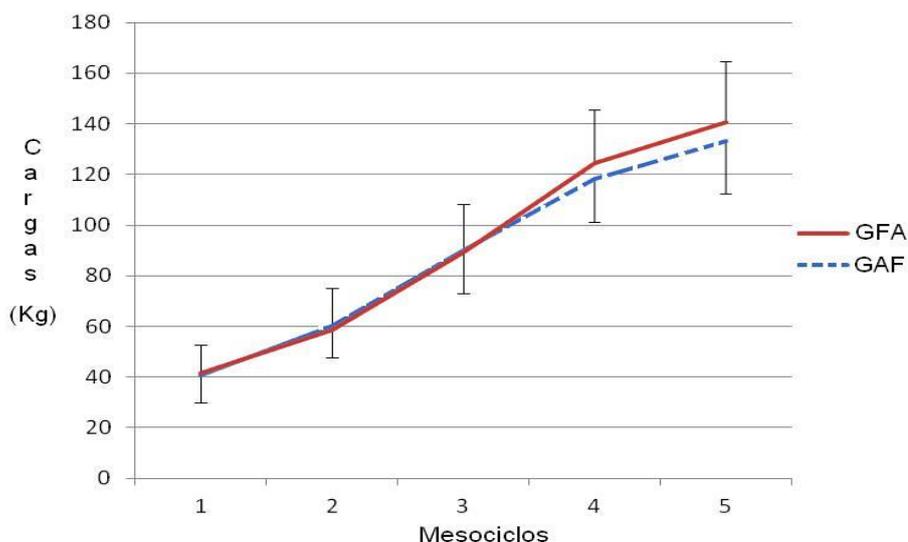


Figura 3. Cargas do exercício de *Leg press* durante os mesociclos.

5 DISCUSSÃO

No presente estudo foi encontrado uma tendência de interação significativa ($p < 0,056$) no exercício de extensão dos joelhos relativos no mesociclo 5 (6-8RMs) para o grupo que realizou o treinamento de força anteriormente ao exercício aeróbico. Além disto, como esperado houve aumento significativo das cargas dos exercícios de leg press e extensão dos joelhos ao longo dos mesociclos ($\text{meso1} < \text{meso2} < \text{meso3} < \text{meso4} < \text{meso5}$). Portanto, os resultados do nosso estudo demonstraram que parece haver uma tendência do efeito negativo do exercício aeróbio no desenvolvimento da carga de treinamento.

Em relação aos estudos em longo prazo, Cadore *et al.* (2010) observaram menor aumento na força de membros inferiores em indivíduos idosos após um treinamento concorrente de 12 semanas, o qual se realizava o treino aeróbico anteriormente ao de força. A partir deste método pode-se sugerir que o presente estudo corrobora com o de Cadore *et al.* (2010) pelo fato de que quando se realiza o exercício aeróbico previamente ao de força, há o desenvolvimento de fadiga, a qual vem a interferir na força muscular. No estudo de Bell *et al.* (2000) foi encontrado efeito de interferência na força máxima dinâmica do exercício de extensão unilateral do joelho após 12 semanas de treinamento. Foram avaliados 45 homens e mulheres, os quais foram divididos em 4 grupos: treinamento de força (GF), treinamento aeróbico (GA), treinamento concorrente (TC) e grupo controle (GC). Pós treinamento houve uma diferença significativa ($p < 0,05$) entre o GF sobre o TC, demonstrando haver o fenômeno supracitado. Segundo os autores este resultado ocorreu devido à similaridade do exercício com o tipo de exercício aeróbico utilizado, cicloergômetro. Relacionando este estudo com o presente, pode-se perceber que ambos utilizam o cicloergômetro como modalidade aeróbica. Do mesmo modo, utilizando a mesma modalidade aeróbica, Häkkinen *et al.* (2003) encontraram uma redução na taxa máxima de produção de força no grupo que realizou o treinamento concorrente com o grupo que realizou apenas o treinamento de força ($p < 0,001$). Neste estudo foram utilizados como amostra homens com média de idade de 38 anos, os quais foram submetidos a um treinamento de 21 semanas. Segundo os autores o treinamento aeróbico influenciou negativamente a capacidade do músculo de gerar força rapidamente devido a baixa frequência (4 sessões) de treinamento concorrente por semana.

Todavia, nenhum dos estudos supracitados avaliou o desenvolvimento da força ao longo de uma periodização de treinamento de força. Portanto, o presente estudo avaliou e demonstrou que parece haver influência da ordem do treinamento concorrente, ou seja,

utilizando-se uma periodização linear de 20 a 6 RMs, este fenômeno de interferência pode vir a ocorrer quando ambas as intensidades das modalidades forem elevadas. Além disso, no presente estudo, as diferenças relativas à ordem de execução tendiam a ocorrer quando as intensidades do treino aeróbio se aproximaram do 2º Limiar Ventilatório. O único estudo, na literatura investigada, cujo resultado demonstrou similaridade com o presente estudo foi Bell *et al.* (1997). Este também fez um mapeamento das cargas (semana 0, 4, 8, 12 e 16) durante o treinamento, mas através do teste de 1RM. Em contrapartida, a do presente estudo avaliou as cargas de treinamento durante a própria periodização, a qual foi dividida em 5 mesociclos, dentre os quais nos últimos (mesociclos 4 e 5) começou a se tornar mais pronunciado o efeito de interferência.

No estudo que avaliou a influência da ordem dos treinamentos no desenvolvimento de força muscular, Chtara *et al.* (2008), avaliando homens jovens estudantes de educação física, não observou nenhuma influência desta variável sobre a força e potência muscular. Em relação ao nosso estudo, a intensidade do exercício de força utilizado por Chtara *et al.*, 2008, percentuais 10 e 25% 1RM, foi baixa. Ou seja, parece haver uma ligação entre as intensidades de ambos os treinamentos, aeróbico e força, para que ocorra o possível efeito de interferência. Isto devido ao fato, que no presente estudo, as últimas duas semanas foram de treinamento de força com 6-8RMs e de treinamento o aeróbico no 2º Limiar Ventilatório, intensidades altas, que parecem influenciar neste fenômeno de interferência.

Em outro estudo com idosos, Wood *et al.* (2001) também não encontraram influência negativa do treinamento aeróbico sobre a força muscular, contudo o volume de treinamento de força realizado pelo grupo concorrente foi inferior, metade, ao grupo de força. Entretanto, quando o volume de treinamento de ambos os grupos, concorrente e de força, foram similares, a literatura parece não mostrar um consenso. Pois, Cadore *et al.* (2010) demonstraram interferência, por outro lado Karavirta *et al.* (2009) não encontraram este fenômeno. Todavia, o presente estudo corrobora com o de Cadore *et al.* (2010), pois ambos utilizaram o mesmo volume para o grupo concorrente e força, e, ao final do treinamento, o efeito de interferência se fez presente na força muscular.

De fato, a intensidade das modalidades parece ter relação com a influência da ordem no desenvolvimento de força, pois no estudo de De Souza *et al.* (2007) foi observado em homens jovens uma redução no número de repetições ($10,8 \pm 2,5$ para $8,1 \pm 2,2$, $p=0,03$) no exercício de *Leg press* após um exercício aeróbico de alta intensidade (1:1min no VO₂máx).

Ao passo que quando a intensidade foi moderada (90% do 2º Limiar ventilatório) o mesmo não ocorreu. Além disto, esta variável de resistência muscular localizada (RML) foi baixa, ou seja, foram realizadas uma média de 8RMs, sendo assim, uma intensidade alta para um treino de força. Corroborando com este estudo, Leveritt *et al.* (1999) observaram em 1 mulher e 5 homens uma redução do número de repetições ao longo de 3 séries (1ª série- $13,83 \pm 5,71$ para $8,83 \pm 2,99$, 2ª série- $11,17 \pm 4,45$ para $8,17 \pm 3,60$, 3ª série- $10,17 \pm 5,04$ para $8,83 \pm 3,54$) do exercício de agachamento, após um exercício aeróbico de alta intensidade a 100%VO₂ de pico. Do mesmo modo, Lepers *et al.* (2001) observaram em 8 triatletas uma queda na força muscular, pico de torque isométrico e isocinético, concomitante com uma redução na ativação muscular (13-16%) após um exercício aeróbico no cicloergômetro de 30min a 80%VO₂máx. Segundo os autores este fenômeno ocorreu devido à fadiga prévia gerada pelo exercício aeróbico, acarretando num prejuízo no desenvolvimento da força que foi realizado posteriormente. Portanto, os estudos que avaliaram a força muscular após um exercício aeróbico, efeito agudo, encontraram o efeito de interferência.

6 CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo demonstraram que não houve efeito de interferência do treinamento aeróbico no desenvolvimento da carga ao longo de uma periodização de treinamento de força, quando se realiza esse treinamento anteriormente ao treinamento de força. Entretanto, parece haver uma influencia da ordem na carga relativa no exercício de joelho ($p=0,056$). E, este efeito parece ser mais proeminente quando a intensidade do exercício se aproxima do 2º Limiar Ventilatório e do treinamento de força está entre 6-10RM.

Além disso, se o objetivo do treinamento é aumentar a carga do treino de força ao longo do tempo, deve se realizar o treinamento de força anterior ao treinamento aeróbico, para que, assim, possa se evitar o possível efeito de interferência. Bem como, prezamos que seria interessante mais estudos buscando entender a ordem do treinamento concorrente, utilizando por um período maior uma periodização de alta intensidade para ambas modalidades. Juntamente, com o entendimento de outras variáveis, além da força muscular, para melhor poder prescrever um treinamento concorrente.

7. REFERÊNCIAS

1. ACSM. American College of Sports Medicine **Guidelines for Exercise-Testing and Prescription**. 7th Ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins, 2007.
2. ACSM. American College of Sports Medicine **Guidelines for Exercise-Testing and Prescription**. 8th Ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins, 2011.
3. BELL G., SYROTUIK D., SOCHA T., MACLEAN I., QUINNEY H. Effect of strength training and concurrent strength and endurance training on strength, testosterone, and cortisol. **J. Strength and Cond. Res.** 11(1):57-64, 1997.
4. BELL G., SYROTUIK D., MARTIN T., BURNHAM R., QUINNEY H. Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. **Eur. J. Appl. Physiol.** 81: 418-427, 2000.
5. CHTARA M., CHAOUCHI A., LEVIN G.T, CHAOUCHI M., CHAMARI K., AMRI M., LAURSEN P.B. Effect of concurrent endurance and circuit resistance training sequence on muscular strength and power development. **J. Strength and Conditioning Research.** 22:1037-1045, 2008.
6. CADORE E., PINTO R., LHULLER F., CORREA C., ALBERON C., PINTO S., ALMEIDA A., TARTARUGA M., SILVA E., KRUEL L.F.M. Physiological effects of concurrent training in elderly men. **Int. J. Sports Medicine**, 2010.
7. COLLINGS M.A. and SNOW T.K. Are adaptations to combined endurance and strength training affected by the sequence of training? **J. Sports Sci.** 11:485-491, 1993.
8. CRAIG B.W., LUCAS L., POHLMAN R., STELLING H. The effects of running, weightlifting and a combination of both on growth hormone release. **J. Appl. Sport Sci. Res.** 5: 198-203, 1991.
9. DA SILVA, F R. **Os efeitos de tres treinamentos concorrentes nas adaptações neuromusculares e cardiorespiratórias de mulheres jovens**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano- ESEF-UFRGS, 2010.

10. DE SOUZA E.O., TRICOLI V., FRANCHINI E., CAETANO A.P., REGAZZINI M. E., UGRINOWITSCH C. Acute effect of two aerobic exercise modes on maximum strength and strength endurance. **J. Strength and Cond. Res.** 21:1286-1290, 2007.
11. DOCHERTY D. and SPORER BA. Proposed model for examining the interference phenomenon between concurrent aerobic and strength training. **Sports Med.** 30(6):385-394, 2000.
12. GRAVELLE B.L. and BLESSING D.L. Physiological adaptation in women concurrently training for strength and endurance. **J. Strength Cond. Res.** 14:5-13, 2000.
13. HÄKKINEN K., KALLINEN M., LINNAMO V., PASTINEN U.M., NEWTON R.U., KRAEMER W.J. Neuromuscular adaptations during bilateral versus unilateral strength training in middle-aged and elderly men and women. **Acta Physiol. Scand.** 158(1):77-88, 1996.
14. HÄKKINEN K., ALEN M., KALLINEN M., NEWTON R.U., KRAEMER W.J. Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-strength-training in middle-aged and elderly people. **Eur. J. Appl. Physiol.** 83 (1) :51-62, 2000.
15. HÄKKINEN K., ALEN M., KRAEMER W.J., GOROSTIAGA E., IZQUIERDO M., RUSKO H., MIKKOLA J., HÄKKINEN A., VALKEINEN H., KAARAKAINEN E., ROMU S., EROLA V., AHTIAINEN J., PAAVOLAINEN L. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. **Eur. J. Appl. Physiol.** 89: 42-52, 2003.
16. HEPPLER R.T., MACKINNON S.L., THOMAS S.G., GOODMAN J.M., PLYLEY M.J. Quantitating the capillary supply and the response to resistance training in older men. **Pflugers Arch.** 433 (3):238-44, 1997.
17. HENNESSY L.C. and WATSON A.W.S. The interference effects of training for strength and endurance simultaneously. **J. Strength Cond. Res.** 8(1):12-19, 1994.
18. HOLVIALA J., HÄKKINEN A., KARAVIRTA L., NYMAN K., IZQUIERDO M., GOROSTIAGA E., AVELA J., KORHONEN J., KNUUTILA V., KRAEMER W., HÄKKINEN K. Effects of combined strength and endurance training on treadmill

- load carrying walking performance in aging men. **J. Strength and Cond. Res.** 24(6): 1584-1595, 2010.
19. HOLVIALA J., KRAEMER W., SILLAMPÄÄ E., KARPPINEN H., AVELA J., KAUKHANEN A., HÄKKINEN A., HÄKKINEN K. Effects of strength, endurance and combined training on muscle strength, walking speed and dynamic balance in aging men. **Eur. J. Appl. Physiol**, *in press*, 2011.
 20. HEYWARD V.H. and STOLARCZYK L.M. **Avaliação da composição corporal aplicada**. São Paulo. Ed Manole, 2000.
 21. IZQUIERDO M., HÄKKINEN K., IBÁÑEZ J., GARRUES M., ANTÓN A., ZÚÑIGA A., LARRIÓN J.L., GOROSTIAGA E.M. Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. **J. Appl. Physiol.** 90(4):1497-507, 2001
 22. IZQUIERDO M., IBANEZ J., HÄKKINEN K., KRAEMER W., LARRIÓN J., GOSOSTIAGA E. Onde weekly combined resistance and cardiovascular training in healthy older men. **Med. Sci. Sports Exerc.** 36 (3): 435-443, 2004.
 23. JACKSON A.S. and POLLOCK M.L. Generalized equations for predicting body density of men. **Br. J. Nutr.** 40(3):497-504, 1978
 24. LEVERITT M. and ABERNETHY P. J. Acute effects of high-intensity endurance exercise on subsequent resistance activity. **J. Strength and Cond. Res.** 13(1), 47-51, 1999.
 25. LEPERS R., MILLET G., MAFFIULETTI N. Effect of cycling cadence on contractile and neural properties of knee extensors. **Med. Sci. Sports Exerc.** 33, 1882-1888, 2001
 26. LOMBARDI V.P. **Beginning weight training: the safe and effective way**. Dubuque, 1989.
 27. KRAEMER W., PATTON J., GORDON S., HARMAN E., DESCHENES R., REYNOLDS K., NEWTON R., TRIPLETT T., DZIADOS J. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. **J. Appl. Physiol.** 78(3): 976-989, 1995.

28. KARAVIRTA L., TULPPO M., LAAKSONEN D., NYMAN K., LAUKKANEN R., KINNUMEN H., HÄKKINEN A., HÄKKINEN K. Heart rate dynamics after combined endurance and strength training in older men. *Med Sci. Sports Exerc.* 41(7): 1436-1443, 2009.
29. KARAVIRTA L., HÄKKINEN A., SILLAMPÄÄ E., LÓPEZ D., KAUKANEN A., HAAPASAARI A., ALEN M., PAKARINEN A., KRAEMER W., IZQUIERDO M., GOROSTIAGA E., HÄKKINEN K. Effects of combined endurance and strength training on muscle strength, power and hypertrophy in 40-67-year-old men. **Scand. J. Med. Sci. Sports.** 21:402-411, 2011.
30. MCCARTHY J.P, POZNIAK M.A, AGRE J.C. Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. **Med. Sci. Sports Exerc.** Mar;34(3):511-519, 2002.
31. NELSON G.A., ARNALL D.A. LOY S.F. SILVESTER L.J., CONLEE R.K. Consequences of combining strength and endurance training regimens. **Phy. Ther.** 70: 287-294, 1990.
32. OLIVEIRA E., TRICOLI V., FRANCHINI E., CAETANO A., REGAZZINI M., UGRINOWITSCHI C. Acute effects of two aerobic exercise modes on maximum strength and strength endurance. **J. Strength Cond. Res.** 21(4): 1286-1290, 2007.
33. PLOUTZ-SNYDER L.L., GIAMIS E.L. Orientation and familiarization to 1RM strength testing in old and young women. **J. Strength Cond. Res.** 15(4):519-23, 2001.
34. PUTMAN C., XU X., GILLIES E., MACLEAN I., BELL G. Effects of strength, endurance and combined training on myosin heavy chain content and fibre-type distribution in humans. **Eur. J. Appl. Physiol.** 92: 376-384, 2004.
35. SALE D.G., JACOBS I., MACDOUGALL J.D., GARNER S. Comparison of two regimens of concurrent strength and endurance training. **Med. Sci. Sports Exerc.** 22(3):348-356, 1990.
36. SILLANPÄÄ E., HÄKKINEN A., PUNNONEN K., HÄKKIEN K., LAAKSONEN D. Effects of strength and endurance training on metabolic risk factors in healthy 40-65-year-old men. **Scand. J. Med. Sci. Sports.** 19: 885-895, 2009.

37. SILLANPÄÄ E., LAAKSONEN D., HÄKKINEN A., KARAVIRTA L., JENSEN B., KRAEMER W., NYMAN K., HÄKKINEN K. Body composition, fitness, and metabolic health during strength and endurance training and their combination in middle-aged and older women. **Eur. J. Appl. Physiol.** 106:285-296, 2009.
38. TANAKA H. and SWENSEN T. Impact of resistance training on endurance performance. A new form of cross-training? **Sports Med.** 25(3):191-200, 1998.
39. WOOD R.H., REYES R., WELSCH M. A., SABATIER J.F., SABATIER M., LEE M., LISA G., HOOPER J., HOOPER P. F. Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. **Med. Sci. Sports Exerc.** 33 (10):1751-1758, 2001.