

Karine Silva Rodrigues

**EFEITO AGUDO DA ORDEM DOS EXERCÍCIOS PARA
MEMBROS INFERIORES NA MUSCULAÇÃO SOBRE O
NÚMERO MÁXIMO DE REPETIÇÕES**

Belo Horizonte

2013

Karine Silva Rodrigues

**EFEITO AGUDO DA ORDEM DOS EXERCÍCIOS PARA
MEMBROS INFERIORES NA MUSCULAÇÃO SOBRE O
NÚMERO MÁXIMO DE REPETIÇÕES**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Educação Física da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Fernando Vitor Lima

Belo Horizonte

2013

RESUMO

A ordem de execução dos exercícios e a duração da repetição podem influenciar as adaptações obtidas com o treinamento de força na musculação assim como a relação entre os componentes de carga intensidade e volume. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi investigar o efeito agudo de duas diferentes ordens de execução de exercícios no número máximo de repetições (nMR) em duas séries em exercícios que solicitam uma mesma musculatura, porém com ação em diferentes articulações utilizando a duração da repetição de 4s (2s de concêntrica e 2s de excêntrica). Participaram da pesquisa 18 indivíduos do sexo masculino que realizaram nos exercícios agachamento guiado e flexor de joelhos, o número máximo de repetições em duas séries com uma pausa de 90s entre as séries, três minutos entre os exercícios, intensidade de 60% de 1RM e com uma duração da repetição de 4s. Em uma das sessões foi realizado em primeiro lugar o exercício agachamento e na outra sessão o flexor de joelhos. As médias do nMR foram analisadas através de uma ANOVA three way e um teste T-student pareado para verificar onde se localizavam as diferenças. Os resultados apontaram que não foram encontradas diferenças significativas para os fatores exercícios e ordem dos exercícios. Apenas foram encontradas diferenças para o fator séries, no qual independente do exercício e da ordem utilizada, os voluntários realizaram um menor número de repetições na segunda série comparada com a primeira. Dessa forma, diferentes ordens de execução dos exercícios com a duração da repetição de 4s não interferiram de forma aguda no nMR nos exercícios flexor de joelhos e agachamento guiado para indivíduos treinados em musculação no presente estudo.

Palavras-chave: Treinamento na musculação. Número máximo de repetições. Ordem dos exercícios. Duração da repetição.

ABSTRACT

Exercise's order and the duration of repetition can influence the adaptations achieved with strength training and the relationship between the training load components intensity and volume. Thus, the aim of this study was to investigate the acute effect of two different execution orders of exercises in the maximum number of repetitions (NMR) in two sets of exercises that activate the same muscles, but with action at different joints, using the length of the repetition 4s (2s of concentric phase and 2s of eccentric phase). Eighteen male subjects performed the maximum number of repetitions in two sets using the smith squat exercise and knee flexor. with a 90 seconds of pause between the sets, three minutes between exercises, intensity of 60 % 1RM and a repetition duration of 4s. In one of the sessions the smith squat was performed first and another session knee flexor was performed first. The mean NMR spectra were analyzed using a three way ANOVA and paired t-student test to see where the differences were located. The results showed that no significant differences for the exercises and exercise order factors were found. Only differences for the factor sets, in which independent on exercise and order used, the volunteers performed fewer repetitions in the second set compared with the first. Thus, different execution orders of exercises lasting repeat 4s did not interfere acutely in the NMR in flexor knees and guided squat exercises for weight trained individuals in this study.

Keywords: Weight training. Maximum number of repetitions. Order of exercises. Duration of repetition.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
1.1	OBJETIVO	8
1.2	JUSTIFICATIVA	8
1.3	HIPÓTESES	9
2	METODOLOGIA	10
2.1	AMOSTRA DOS SUJEITOS	10
2.2	PROCEDIMENTOS	10
2.3	TESTE DE 1RM	11
2.3.1	Agachamento Guiado	11
2.3.2	Flexor de Joelhos	12
2.4	SESSÕES DE COLETA	13
2.5	VARIÁVEIS MENSURADAS	14
3	ANÁLISE ESTATÍSTICA	15
4	RESULTADOS	16
5	DISCUSSÃO	17
6	CONCLUSÃO	21
	REFERÊNCIAS	

1 INTRODUÇÃO

O treinamento para o desenvolvimento da força muscular tem sido utilizado em diferentes contextos, como o da reabilitação e o do condicionamento físico (ACSM, 2009), sendo a musculação um dos principais meios para o aprimoramento dessa capacidade física (CHAGAS; LIMA, 2004).

A carga de treinamento é caracterizada por diferentes componentes, tais como: intensidade, volume, frequência e duração (ACMS, 1998; WERNBOM *et al.*, 2007). Vários autores têm sistematizado as variáveis que caracterizam e influenciam os componentes da carga de treinamento (BIRD *et al.*, 2005; CHAGAS; LIMA, 2011; KRAEMER; RATAMESS, 2004). Neste sentido, a manipulação dessas variáveis permite uma determinada configuração da carga de treinamento, que irá produzir adaptações específicas ao treinamento. Além das variáveis citadas acima, a ordem dos exercícios é outro fator que influencia o desempenho em um treinamento de força e refere-se à sequência em que eles são realizados em uma sessão de treinamento (SIMÃO *et al.*, 2007), a qual parece influenciar diretamente o número de repetições e conseqüentemente o componente da carga volume (GENTIL *et al.*, 2007; MONTEIRO *et al.*, 2005; SIMÃO *et al.*, 2005; SIMÃO *et al.*, 2007; SPREUWENBERG *et al.*, 2006).

Estudos foram realizados investigando o efeito da ordem dos exercícios no número de repetições realizadas envolvendo apenas membros superiores (GENTIL *et al.*, 2007; MONTEIRO *et al.*, 2005; SIMÃO *et al.*, 2005). Os resultados observados com membros superiores corroboram com os encontrados em sessões que envolviam membros superiores e inferiores (SFORZO; TOUEY, 1996; SIMÃO *et al.*, 2007), ou seja, o número de repetições nos exercícios realizados no final da sessão de treinamento era reduzido. Augustsson *et al.* (2003) verificaram um menor número de repetições no exercício leg press quando ele era precedido pelo exercício extensor de joelhos. Contudo, não foram encontradas diferenças significativas para exercícios biarticulares em membros superiores independentemente de sua ordem de realização, mas para exercícios monoarticulares foram encontradas diferenças significativas (DIAS *et al.*, 2010).

Destaca-se ainda a necessidade da análise da ordem de realização de exercícios que solicitem um mesmo grupo muscular como no caso do agachamento guiado (biarticular) e o flexor de joelhos (monoarticular), onde em ambos há a solicitação dos isquiossurais, porém em movimentos articulares diferentes, sendo a extensão do quadril no primeiro e flexão de joelhos no segundo. Neste caso surge a possibilidade de verificar uma possível interferência desta musculatura na realização destes exercícios em diferentes ordens de execução.

A variável duração da repetição, a qual é entendida como a execução de um movimento completo em um exercício, no qual é realizada uma ação muscular excêntrica e concêntrica (FLECK; KRAEMER, 2004) pode influenciar outras variáveis de treinamento. Um aumento da duração leva a uma diminuição do número máximo de repetições que o indivíduo consegue realizar com um determinado peso (SAKAMOTO; SINCLAIR, 2006). É apontado pela literatura que exercícios que solicitam um maior volume de massa muscular permitiriam a realização de um maior número de repetições em uma determinada intensidade, comparado a exercícios que envolvem menores volumes musculares (SHIMANO, 2006). Diferentes estratégias de controle da duração da repetição parecem também modificar as adaptações proporcionadas pelo treinamento de força. Tanto Keeler *et al.* (2001) quanto Munn *et al.* (2005), ao compararem longitudinalmente o efeito de protocolos de treinamento com diferentes durações da repetição verificaram maiores ganhos de força máxima entre indivíduos que treinaram com menores durações. Foi encontrado no estudo de Tanimoto; Ishii (2005) ao se comparar protocolos de 50% 1RM com movimentos lentos e 80% de 1RM com velocidade livre que houve um aumento na hipertrofia e na força muscular para o primeiro e segundo grupo.

Séries múltiplas são frequentemente prescritas nos treinamento de força, sendo, portanto, necessário verificar como diferentes configurações da carga de treinamento podem influenciar as respostas mecânicas (CREWETHER *et al.*, 2006).

Dessa forma, o objetivo desse estudo foi investigar o efeito agudo de duas diferentes ordens de execução de exercícios que solicitam uma mesma musculatura, porém com ação em diferentes articulações, utilizando a duração da repetição de 4s, no número máximo de repetições (nMR) em duas séries.

1.1 OBJETIVO

O objetivo do estudo foi investigar o efeito agudo de duas diferentes ordens de execução de exercícios que solicitam uma mesma musculatura, porém com ação em diferentes articulações, utilizando a duração da repetição de 4s, no nMR em duas séries.

1.2 JUSTIFICATIVA

Com base no conteúdo abordado, há necessidade de contínuas investigações relacionadas ao efeito dos diferentes ordenamentos dos exercícios para os membros inferiores na musculação, assim como a prescrição da duração da repetição no treinamento na musculação, especialmente considerando a existência de divergências em relação ao efeito dessa variável (KEELER *et al.*, MUNN *et al.*, 2001; PEREIRA; GOMES, 2007; WESCOTT *et al.*, 2001) e o efeito combinado de sua manipulação conjunta. Dessa forma, ainda é necessário averiguar a influência da ordem dos exercícios naqueles que solicitam ações musculares de um mesmo grupo muscular. Foram escolhidos para análise dois exercícios que envolvem a participação dos isquiossurais, o agachamento guiado que é um exercício biarticular e envolve a extensão do quadril e o flexor de joelhos que é um exercício monoarticular que envolve a flexão dos joelhos, sendo que em ambos os movimentos há a solicitação dos isquiossurais. Assim, ao se realizar esse estudo pode-se verificar uma possível interferência mútua nesses exercícios ao se alterar a ordem de suas execuções e levando em consideração a carga de treinamento adotada.

1.3 HIPÓTESES

1.3.1 Hipótese 1

O indivíduo realizará um menor número de repetições no segundo exercício quando comparado ao primeiro ao se alterar a ordem dos exercícios.

1.3.2 Hipótese 2

O indivíduo realizará um maior número de repetições no exercício agachamento guiado comparado ao exercício flexor de joelhos

1.3.3 Hipótese 3

O indivíduo realizará um menor número de repetições na segunda série comparada com a primeira série de um mesmo exercício.

1.3.4 Hipótese 4

O indivíduo realizará um menor número de repetições para um mesmo exercício quando este for realizado em segundo lugar na sessão de coleta.

1.3.4 Hipótese Nula

A alteração da ordem dos exercícios não afetará o número de repetições realizado nos exercícios e nas séries.

2 METODOLOGIA

2.1 AMOSTRA DOS SUJEITOS

Participaram deste estudo 18 voluntários adultos do sexo masculino, treinados na musculação há, no mínimo, seis meses (ACSM, 2009), que não possuíam histórico de lesão musculotendínea nas articulações da coluna, quadril, joelho e tornozelo ou histórico de utilização de esteroides anabólicos. Os indivíduos receberam todas as informações quanto aos objetivos e ao processo metodológico do projeto e após este processo foi assinado o termo de consentimento livre e esclarecido. Todos os voluntários estavam cientes de que a qualquer momento podiam deixar de participar da pesquisa. Foram tomadas todas as precauções no intuito de preservar a privacidade dos voluntários e a saúde e o bem estar dos considerados como prioridade neste estudo. Esta pesquisa respeitou todas as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional em Saúde (1997) envolvendo pesquisas com seres humanos. O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética (COEP) da UFMG através do parecer Nº 199249.

2.2 PROCEDIMENTOS

O estudo utilizou um delineamento em blocos casualizados com parcela subdividida (SAMPAIO, 2007). Dessa forma, todos os voluntários participaram de todas as situações experimentais. As coletas ocorreram no Laboratório do Treinamento em Musculação (LAMUSC) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), no qual cada voluntário compareceu em quatro dias diferentes, separados por período de no mínimo 48 horas. Nos dois primeiros dias foram realizados testes de uma repetição máxima (1RM) nos exercícios agachamento guiado e flexor de joelhos, adotando o mesmo protocolo utilizado por Diniz *et al.* (2006) e familiarização do aparelho e da duração estipulada para as duas últimas sessões (quatro segundos). Nos dois dias seguintes, foram executadas as sessões de coletas no agachamento guiado e no flexor de joelhos em diferentes ordens. Em todos os dias, a coleta foi feita no mesmo horário para um determinado voluntário a fim de se evitar

influências do ritmo circadiano no desempenho de força (DRUST *et al.*, 2005). Os voluntários tiveram sua rotina de treinamento adaptada pelos responsáveis pela coleta de forma que os mesmos não realizaram exercícios com as musculaturas dos membros inferiores no dia anterior a qualquer sessão de coleta.

2.3 TESTE DE 1RM

No primeiro dia de coleta foi explicado todo o procedimento ao voluntário e foi solicitado que o mesmo assinasse o termo de consentimento livre e esclarecido. Em seguida, os voluntários responderam a uma anamnese constituída por questões referentes ao treinamento (frequência semanal, tempo total e particularidades do treinamento atual em especial as relacionadas ao exercício agachamento guiado e flexor de joelhos) e a dados pessoais. Ainda neste dia, foi realizado o teste de 1RM de um dos dois exercícios, agachamento guiado ou flexor de joelhos e a familiarização com o teste em diferentes durações da repetição. No segundo dia foi realizado o mesmo procedimento do outro exercício, sendo que ambos foram escolhidos de forma aleatória e separados por um intervalo de no mínimo 48 horas. O teste de 1RM e as sessões de teste foram realizados para o agachamento guiado em uma barra guiada de 20 kg da marca MASTER EQUIPAMENTOS. Foram utilizadas anilhas de diversos pesos, sendo a massa de todas aferidas em uma balança FILIZZOLA, previamente calibrada. Para o exercício flexor de joelhos também foi utilizado um aparelho da marca MASTER EQUIPAMENTOS previamente modificado para a realização dos testes.

2.3.1 Agachamento Guiado

Em todos os dias de coleta, os critérios de amplitude de movimento da barra e posicionamento dos pés dos voluntários foram controlados para garantir a padronização individual. Essa padronização foi efetuada após o voluntário ter se posicionado no aparelho da maneira mais próxima a da sua rotina de treinamento com o exercício agachamento guiado. Todas as regulagens foram anotadas para que fossem as mesmas utilizadas nas próximas sessões. A amplitude de movimento foi determinada através da trajetória da barra até o limite superior, indicado pela

extensão completa dos joelhos e até o limite inferior, através de uma fita de borracha fixada ao aparelho que permitiu ao voluntário perceber que sua amplitude de flexão do joelho se aproximou de 90 graus. Antes de se iniciar o teste, os voluntários realizaram algumas repetições com a barra sem peso adicional, a fim de estabelecer o posicionamento do indivíduo no equipamento. Posteriormente, foi feito o primeiro teste de 1RM, objetivando familiarizar os voluntários com os protocolos. O teste de 1RM foi realizado com um número máximo de seis tentativas, com duração da pausa de três a cinco minutos e a progressão do peso foi ser gradual em função da percepção subjetiva dos voluntários e dos avaliadores. Cada tentativa foi constituída da seguinte sequencia: dois avaliadores levantaram a barra para o voluntário até que esse podia estender os joelhos. Ao sinal do voluntário, os avaliadores soltaram a barra. O voluntário realizou uma ação muscular excêntrica descendo com a barra até o limite inferior e posteriormente realizou uma ação muscular concêntrica até conseguir estender novamente os joelhos. Os avaliadores, então, seguraram novamente a barra. O peso na barra foi progressivamente aumentado até que o voluntário não conseguisse finalizar a ação concêntrica. Desta forma, o valor de 1RM correspondeu ao peso levantado na tentativa anterior. Após determinado o valor de 1RM, os voluntários realizaram uma série de seis repetições a uma intensidade de 60% de 1RM utilizando a duração de quatro segundos, sendo 2s na ação concêntrica e 2s na ação excêntrica (4s). Esse último procedimento serviu como forma de familiarização para o controle da duração da repetição.

2.3.2 Flexor de Joelhos

A padronização para a execução do flexor de joelhos foi efetuada após o voluntário ter se posicionado no aparelho da maneira mais próxima a da sua rotina de treinamento com este exercício. Todas as regulagens foram anotadas para que fossem as mesmas utilizadas nas próximas sessões. Após essa etapa os voluntários foram fixados na região pélvica e coxa direita com o objetivo de eliminar movimentos compensatórios durante o teste de força, permitindo somente o movimento de flexão de joelhos. A amplitude de movimento foi definida como o ponto de maior extensão e flexão completa dos joelhos no aparelho, ou seja, até se encostar o braço mecânico de suporte da perna no

limite inferior da máquina, e foi mantida durante o teste de 1RM (LANZA, 2011). Posteriormente, foi feito o primeiro teste de 1RM, objetivando familiarizar os voluntários com os protocolos. O teste de 1RM foi realizado com um número máximo de seis tentativas, com duração de pausa de três a cinco minutos e a progressão do peso foi gradual em função da percepção subjetiva dos voluntários e dos avaliadores. Cada tentativa foi constituída da seguinte sequência: o avaliador posicionou o voluntário e avisou que o teste iria se iniciar. Foi explicado que a repetição somente seria válida caso o voluntário realizasse o movimento completo encostando o braço mecânico de suporte da perna no limite inferior da máquina (fim de curso inferior). Assim que o voluntário estava preparado, foi dado o sinal e ele pode realizar a ação concêntrica (LANZA, 2011). O peso do aparelho foi progressivamente aumentado até que o voluntário não conseguisse finalizar a ação concêntrica. Desta forma, o valor de 1RM correspondeu ao peso levantado na tentativa anterior (LANZA, 2011). Após determinado o valor de 1RM, os voluntários realizaram uma série de seis repetições a uma intensidade de 60% de 1RM utilizando a duração de quatro segundos sendo 2s na ação concêntrica e 2s na ação excêntrica (4s). Esse último procedimento serviu como forma de familiarização para o controle da duração da repetição.

2.4 SESSÕES DE COLETA

No terceiro e quarto dia foram realizadas as duas sessões de coleta nos exercícios agachamento guiado e flexor de joelhos, sendo que nas sessões os dois exercícios foram realizados um após o outro. Todas as padronizações relativas ao posicionamento do voluntário e a amplitude de deslocamento dos aparelhos utilizados nos testes de 1RM foram mantidas nas coletas. Os voluntários foram instruídos a realizarem o nMR em cada um dos exercícios com a duração da repetição de 4s em duas séries com um intervalo de recuperação entre as séries de 90 segundos, entre os exercícios de três minutos e entre as sessões de treinamento de no mínimo 48 horas. A intensidade adotada em todas as sessões foi de 60% de 1RM. A sessão A foi realizada começando-se pelo exercício agachamento guiado seguido do flexor de joelhos e a sessão B foi

realizada começando-se pelo exercício flexor de joelhos seguido do agachamento guiado. Todas as sessões foram realizadas de forma aleatória. As duração da repetição adotada foi uma das mesmas utilizadas por LaChance; Hortobagyi (1994) e também recomendadas pela literatura para treinamentos de força objetivando ênfase na hipertrofia muscular (ACSM, 2009; BIRD *et al.*, 2005). Nessa duração de quatro segundos, dois segundos foram realizados na ação muscular concêntrica e dois segundos na excêntrica. A série dos exercícios foi interrompida caso o voluntário durante duas repetições seguidas não conseguisse manter a duração estabelecida para cada ação muscular, realizasse uma amplitude de movimento incompleta (não estender os joelhos e/ ou não encostar a porção posterior da coxa na fita de borracha no agachamento e no flexor de joelhos ao não flexionar completamente os joelhos ou não encostar o braço mecânico de suporte da perna no limite inferior da máquina-fim de curso inferior), tivesse um tempo de transição superior a dois segundos entre as ações musculares concêntricas e excêntricas de cada repetição ou realizasse algum tipo de movimento acessório que pudesse ocasionar algum risco de lesão.

2.5 VARIÁVEIS MENSURADAS

Durante as quatro sessões de teste foram mensuradas respostas de desempenho através da variável nMR. Todos os procedimentos foram repetidos em cada sessão de treinamento.

3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade da distribuição e homogeneidade das variâncias do número de repetições foi verificada por meio do teste de *Shapiro-Wilk*. A comparação das médias do nMR entre as situações experimentais foi realizada através de uma ANOVA *three-way* com medidas repetidas composta pelos fatores ordem dos exercícios, séries e exercícios. Para averiguar onde se encontravam as diferenças foi utilizado um teste *T-Student* pareado. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados nos pacotes estatísticos STATISTICA 7.0 e SPSS 15.0. O nível de significância adotado foi de 0,05

4 RESULTADOS

Não foram encontradas diferenças significativas para os fatores exercícios e ordem dos exercícios. Apenas foram encontradas diferenças para o fator séries, no qual independente do exercício e da ordem, os voluntários realizaram um menor número de repetições na segunda série comparada com a primeira. Na Sessão A (agachamento guiado realizado primeiro) a média de repetições dos voluntários foi de 12,8 para a primeira série do agachamento e de 7,8 para a segunda série desse mesmo exercício. Para o exercício flexor de joelhos, a média entre as repetições foi de 11,3 para a primeira série e de 6,6 para a segunda série desse mesmo exercício. Já na Sessão B (flexor de joelhos realizado primeiro) a média dos voluntários entre as repetições foi de 13,5 para a primeira série do flexor e de 7,6 para a segunda série desse mesmo exercício. Para o exercício agachamento guiado, a média de repetições dos voluntários foi de 11,3 para a primeira série e de 7,9 para a segunda série desse mesmo exercício, mostrando assim que na segunda série de todos os exercícios houve um menor número de repetições.

5 DISCUSSÃO

O objetivo do estudo foi investigar o efeito agudo de duas diferentes ordens de execução dos exercícios agachamento guiado e flexor de joelhos os quais solicitam uma mesma musculatura, porém com ação em diferentes articulações, utilizando a duração da repetição de 4s, no nMR em duas séries.

Os resultados apontaram que a ordem dos exercícios não interferiu no nMR em ambos os exercícios no protocolo adotado, uma vez que não foram encontradas diferenças significantes para esse fator. Esse achado contraria a primeira hipótese de que ao alterar a ordem dos exercícios, o segundo apresentaria um menor número de repetições quando comparado ao primeiro. No presente estudo, os exercícios utilizados envolveram a participação dos músculos isquiossurais, uma vez que o agachamento guiado é biarticular e envolve a extensão do quadril e o segundo exercício, o qual é monoarticular, envolve a flexão dos joelhos. Esse fato poderia acarretar em uma redução do número de repetições para o segundo exercício. O resultado encontrado pelo estudo contradiz os achados de alguns autores de que a ordem dos exercícios parece influenciar diretamente o número de repetições e consequentemente o componente volume da carga de treinamento (GENTIL *et al.*, 2007; MONTEIRO *et al.*, 2005; SIMÃO *et al.*, 2005; SIMÃO *et al.*, 2007; SPREUWENBERG *et al.*, 2006). No estudo de Monteiro *et al.* (2005) foi encontrado que para exercícios de membros superiores o exercício realizado em último lugar na sequência do treinamento apresentou uma redução do número máximo de repetições independentemente do grupo muscular envolvido, em mulheres treinadas, o que não corrobora os resultados encontrados nesse estudo. Assim, não podemos sempre afirmar que ao se alterar a ordem de exercícios que envolvam uma mesma musculatura, o segundo apresentará um menor número de repetições quando comparado ao primeiro uma vez que nesse estudo esse fato não ocorreu nos exercícios analisados.

Os resultados também apontaram que não houve a realização de um maior número de repetições no exercício agachamento guiado quando comparado ao exercício flexor de joelhos. Esse resultado contraria a segunda hipótese de que o indivíduo realizaria um maior número de repetições no exercício agachamento

guiado comparado ao exercício flexor de joelhos. É apontado pela literatura que exercícios que solicitam um maior volume de massa muscular permitiriam a realização de um maior volume de repetições em uma determinada intensidade, comparado a exercícios que envolvem menores grupos musculares (SHIMANO, 2006), o que não foi verificado no presente estudo. Esse fato pode não ter ocorrido na presente pesquisa uma vez que no exercício agachamento guiado a amplitude de movimento (ADM) prevista era de 90° de flexão dos joelhos a qual talvez não havia sido realizada, até então, durante o treinamento de alguns indivíduos. Estes talvez realizassem ADM menores, o que pode resultar em maior dificuldade no protocolo adotado nesta pesquisa. Além disso, pôde-se observar que alguns voluntários realizaram ADM maior que os 90° previstos, resultando em um maior ângulo de flexão dos joelhos e do quadril ocasionando maior dificuldade para a realização das repetições. Esta dificuldade pode estar relacionada a uma posição no exercício mais próxima da "sticking region", ou seja, a angulação onde a vantagem mecânica para a produção do movimento concêntrico é reduzida. Essa região está mais associada à falha muscular (COTTERMAN, 2005) e pode ocasionar uma maior dificuldade para os voluntários realizarem o movimento. Estes fatores podem ter contribuído para que o número de repetições no agachamento não resultasse maior que no flexor de joelhos, apesar do maior volume muscular envolvido em sua realização. A duração da repetição de 4s foi estabelecida através de um metrônomo (2s concêntrica e 2s excêntrica), mas não foi realizado um registro das durações efetivamente realizadas. Isto poderia resultar em diferentes durações entre os dois exercícios e até mesmo entre as séries do mesmo exercício. Acrescenta-se a isto o fato de que parte da amostra apresentou uma dificuldade para manter uma velocidade constante na duração prevista ao longo da ADM, tanto na fase concêntrica quanto na excêntrica do movimento, já que alguns não tinham experiência prévia com esse tipo de caracterização da carga de treinamento. Pôde-se notar então que alguns voluntários tiveram uma maior dificuldade ainda em realizar o exercício com a ADM utilizada combinada com o controle da duração da repetição de 4s, embora tenha sido realizada previamente a familiarização desses fatores. Estes fatos podem ter contribuído para alterações na execução do protocolo previsto que conduzissem ao resultado encontrado, ou seja, a similaridade no número de repetições entre os exercícios. Outro aspecto que também pode ter causado essa redução é que com a duração de 4s os voluntários apresentaram uma dificuldade em utilizar o ciclo de

alongamento encurtamento (CAE), uma vez que a velocidade do movimento foi reduzida. Assim, os voluntários não conseguiam realizar uma ação excêntrica rápida seguida de uma concêntrica explosiva já que tinham que controlar a velocidade, o que pode ter levado a realização de um menor número de repetições no agachamento guiado. A influência deste fator em um exercício de cadeia cinética aberta (neste caso o flexor de joelhos) ainda não está bem estabelecida.

Foi encontrado nesse estudo um menor número de repetições na segunda série de um exercício comparado a primeira série desse mesmo exercício, tanto para o agachamento guiado quanto para o flexor de joelhos. Esse resultado confirma a terceira hipótese de que o indivíduo realizaria um menor número de repetições na segunda série comparada com a primeira série de um mesmo exercício. Esse achado já era esperado uma vez que durante a segunda série do exercício o indivíduo estaria com um maior nível de fadiga considerando a carga de treinamento adotada, ou seja, realizar o número nMR em cada série. Simão *et. al* (2005), ao analisarem o número de repetições em três séries de exercícios para membros superiores em homens e mulheres treinadas, encontraram que na terceira série do exercício houve uma queda do número de repetições, corroborando com os resultados apresentados nesse estudo.

Os resultados apontados pelo estudo mostraram que não houve diferença significativa para o fator ordem dos exercícios comparando um exercício com ele mesmo o que contraria a quarta hipótese de que o indivíduo realizaria um menor número de repetições para um mesmo exercício quando este fosse realizado em segundo lugar na sessão de coleta. Esse resultado não era esperado uma vez que o indivíduo utilizaria em ambos os exercícios a mesma musculatura (isquiossurais) e que a carga de treinamento adotada e a fadiga nesse grupo muscular poderia interferir no desempenho do voluntário no segundo exercício, independente de ser o agachamento guiado ou o flexor de joelhos. Spreuwenberg *et al.* (2006) encontraram um maior número de repetições na primeira série do exercício agachamento guiado quando este era realizado no início do treinamento ao invés de no final, em homens treinados. Os resultados desses autores foram semelhantes aos de Simão *et. al.* (2006) nos quais houve uma queda do número de repetições em exercícios para membros superiores realizados no final do treinamento quando comparados a sua realização no início do treinamento, independentemente de serem mono ou

biarticulares em mulheres e homens treinados. Ambos esses resultados contrariam os achados nesse estudo.

Os resultados do presente estudo mostraram que não foram encontradas diferenças significantes no nMR ao se alterar a ordem dos exercícios, mesmo ambos apresentando uma solicitação dos músculos isquiossurais. Uma das possíveis causas para que essa interferência não tenha ocorrido poderia ser que a solicitação dessa musculatura no exercício agachamento guiado não tenha sido suficiente para prejudicar o desempenho no flexor de joelhos e vice versa, ao se utilizar a duração de 4s em duas séries, o que contraria os achados na literatura.

6 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo permitem concluir que agudamente diferentes ordens de execução dos exercícios com a duração da repetição de 4s não interferem no nMR nos exercícios flexor de joelhos e agachamento guiado para indivíduos treinados em musculação nas condições apresentadas nessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

ACSM (American College of Sports Medicine). Position stand on Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.41, n.3, p.687-708, 2009.

ACSM (American College of Sports Medicine). Position stand on the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 30, n.6, p. 975-991, 1998.

AUGUSTSSON *et al.* Effect of pre-exhaustion exercise on lower-extremity muscle activation during a leg press exercise. *Journal of Strength and Conditioning Reserch*, v. 17, p.411-416, 2003.

BIRD *et al.* Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programme variables. *Sports Medicine*, v.35, n.10, p.841-851, 2005.

CHAGAS; LIMA. Comparação do número máximo de repetições realizadas a 40% e 80% de uma repetição máxima em dois diferentes exercícios de musculação para o gênero masculino e feminino. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*. v.19, n.1, p.5-12, 2005.

CHAGAS; LIMA. Musculação: Variáveis estruturais. *Instituto Casa da Educação Física*, 2011.

COTTERMAN *et al.* Comparison of muscle force production using the Smith machine and free weights for bench press and squat exercises. *Journal of Strength and Conditioning Reserch*. v.19, n.1, p.169–176, 2005.

CREWETHER *et al.* Possible stimuli for strength and power adaptation: acute metabolic responses. *Sports Medicine*, v.36, n.1, p.65-78, 2006.

DIAS *et al.* Influência da ordem dos exercícios na força máxima em homens jovens destreinados. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v.13, p.65-69, 2010.

DINIZ *et al.* Comparação do desempenho no teste de uma repetição máxima utilizando dois diferentes intervalos de recuperação. *The FIEP bulletin*, v.76, p.145 - 148, 2006.

DRUST *et al.* Circadian rhythms in sports performance – an update. *Chronobiology International*, v.22, n.1, p.21-44, 2005.

FLECK .; KRAEMER. Designing of resistance training programs. *Champaign: Human Kinetics*, 2004.

GENTIL *et al.* Effects of exercise order on upper-body muscle activation and exercise performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.21, n.4, p.1082-1086, 2007.

KEELER *et al.* Early-phase adaptations of traditional speed vs. superslow resistance training on strength and aerobic capacity in sedentary individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.15, p.309-314, 2001.

KRAEMER; RATAMESS. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v.36, n.4, p.674-688, 2004.

LaCHANCE; HORTOBAGYI. Influence of cadence on muscular performance during push-up and pull-up exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.8, n.2, p.76-9, 1994.

LANZA. Desenvolvimento de um dispositivo mecânico para acentuação da ação muscular excêntrica em equipamentos de musculação com sistema de camos. *Dissertação (Mestrado)*. Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

MONTEIRO *et al.* Manipulation of exercise order and its influence on the number of repetitions and effort subjective perception in trained women. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v.11, n.2, p.146-150, 2005.

MUNN, *et al.* Resistance training for strength: effect of number of sets and contraction speed. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.37, n.9, p.1622-1626, 2005.

PEREIRA; GOMES. Efeito do treinamento contra-resistência isotônico com duas velocidades de movimento sobre os ganhos de força. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v.13, n.2, p.91-96, 2007.

SAKAMOTO; SINCLAIR. Effect of movement velocity on the relationship between training load and the number of repetitions of bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.20, n.3, p. 523-527, 2006.

SAMPAIO. Estatística aplicada à experimentação animal. *Editores da UFMG*. 2007.

SFORZO; TOUEY. Manipulating exercise order affects muscular performance during a resistance exercise training session. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.10, n.1, p.196, 1996.

SHIMANO, *et al.* Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained and untrained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.20, p.819-23, 2006.

SIMÃO *et al.* Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercise in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.21, n.1, p.23-8, 2007.

SIMÃO *et al.* Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercises. *Journal of strength and conditioning research/ National Strength & Conditioning Association*, v.19,n.1, p.152-156, 2005.

SPREUWENBERG *et al.* Influence of exercise order in a resistance-training exercise session. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 20, n.1,p.141-144, 2006.

TANIMOTO; ISHII. Effects of low-intensity resistance exercise with slow movement and tonic force generation on muscular function in young men. *Journal of Applied Physiology*, v.100, p.1150-1157, 2005.

WERNBOM *et al.* The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. *Sports Medicine*, v.37, n.3, p.225-264, 2007.

WESTCOTT *et al.* Effects of regular and slow speed resistance training on muscle strength. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v.41, n.2, p.154-8, 2001.