Igor Humberto Ferreira dos Santos

EFEITO AGUDO DA ORDEM DE EXERCÍCIOS SOBRE O NÚMERO MÁXIMO DE REPETIÇÕES NO TREINAMENTO NA MUSCULAÇÃO

Belo Horizonte
2013

Igor Humberto Ferreira dos Santos

EFEITO AGUDO DA ORDEM DE EXERCÍCIOS SOBRE O NÚMERO MÁXIMO DE REPETIÇÕES NO TREINAMENTO NA MUSCULAÇÃO

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. Dr. Fernando Vitor Lima

Belo Horizonte
2013

RESUMO

A prática de exercícios físicos em academias de musculação vem adquirindo cada vez mais adeptos. Entre as capacidades físicas que se buscam aprimorar dentro desses espaços está a força, que pode ter o seu treinamento relacionado tanto à melhora da aptidão física e reabilitação (ACSM, 2002) quanto a busca estética. A ordem dos exercícios dentro de uma sessão de treinamento é fundamental para que diferentes resultados sejam alcançados em um treino de força. No entanto, existem divergências em relação a como organizar os exercícios dentro de um programa de treinamento. De acordo com ACSM (2002) a sequência de exercícios dentro de uma sessão deve ocorrer do exercício que engloba maior número de articulações e maiores grupos musculares para aqueles que envolvem menores grupos musculares a fim de que haja um maior trabalho total, já Sforzo e Touey (1996), Monteiro et al. (2005) e Spineti et al. (2007) apresentaram análises diferentes, sugerindo que o grupo muscular que é objetivo principal do treinamento deve ser treinado no início da sessão independente se foi caracterizado como pequeno ou grande. No presente estudo a amostra foi composta por 15 voluntários adultos do sexo masculino, treinados na musculação há, no mínimo, seis meses e os exercícios realizados foram o flexor de joelhos e o agachamento guiado. A pesquisa foi organizada da seguinte forma: quatro sessões de coleta, duas para familiarização com os exercícios e testes de uma repetição máxima (1RM) e nas duas seguintes foram realizadas as sessões com diferentes ordens dos exercícios. Os voluntários foram instruídos a realizarem o número máximo de repetições (NMR) em cada exercício em duas séries, a uma intensidade de 60% de 1 RM (Diniz, 2008), pausa de 90 segundos entre as séries e 3 minutos entre exercícios, sendo que a ordem dos exercícios foi dada de maneira aleatória. Foi encontrado que, em média, o número de repetições realizadas no flexor de joelhos foi maior do que no agachamento guiado. Tais dados parecem contrários ao mencionado por Shimano, et al. (2006). De acordo com esse autor, espera-se que pelo fato de maior massa muscular ser envolvida durante o movimento no agachamento guiado, maior seria o número de unidades motoras disponíveis para se revezarem durante a tarefa resultando em maior número máximo de repetições a ser realizado em comparação ao flexor de joelhos. Os resultados do presente estudo mostram que o número de articulações envolvidas em um exercício não influencia no número máximo de repetições e que diferentes ordens podem alterar o desempenho do exercício subsequente quando ambos tem em comum uma demanda sobre a mesma musculatura mesmo que sobre condições diferentes.

Palavras-chave: Ordem dos exercícios. Número de repetições. Musculação.

ABSTRACT

The practice of physical exercises at gyms is acquiring more fans. Among the physical capabilities that seek to improve within these spaces is the strength that can have its training related both to improve physical fitness and rehabilitation (ACSM, 2002) as the aesthetic pursuit. However, there are differences over how to organize the exercises within a training program. According to ACSM (2002) the sequence of exercises within an exercise session should occur from that wich includes the largest number of major joints, and muscle groups to those involving minor muscle groups so that there is a larger total work, meanwhile Sforzo and has Touey (1996), Miller et al. (2005) and Spineti et al. (2007) presented different analyzes, suggesting that the muscle group that is the main goal of training should be trained early in the session regardless if it was characterized as small or large. In the present study the sample consisted of 15 adult male volunteers, trained for at least six months and the exercices chosen were seated leg curl and Smith machine squat. The research was organized as follows: four collecting sessions, two of familiarization with the exercises and one maximum repetition (1RM) tests and the following two sessions with different orders of the exercises were performed. The volunteers were instructed to perform the maximum number of repetitions (NMR) in each exercise in two series, at an intensity of 60% 1RM (Diniz, 2008), pause of 90 seconds between sets and 3 minutes between exercises, the order of the exercises was determined randomly. It was found that on average, the number of repetitions performed in seated leg curl was higher than in the Smith machine squat. These data seem contrary to the mentioned by Shimano, et al. (2006). According to this author, greater muscle mass is involved during the Smith machine squat, so is expected that a higher the number of motor units is available to take turns during the task resulting in higher maximum number of repetitions to be performed in compared to the seated leg curl. The results of this study showed that the number of joints involved in an exercise does not influence the maximum number of repetitions and different orders can alter the performance of the following year when they both have in common a demand of the same muscles even under different conditions.

Palavras-chave: Exercise order. Number of repetitions. Resistance training.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....6
1.1 Objetivos da pesquisa.....7

2 REVISÃO DE LITERATURA.....7

3 JUSTIFICATIVA.....11

4 METODOLOGIA.....11
4.1 Amostra..... 11
4.2 Delineamento experimental.....11

5 RESULTADOS.....17
6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....17
7 CONCLUSÃO.....21
REFERÊNCIAS.....23

1 - INTRODUÇÃO

A prática de exercícios físicos em academias de musculação vem adquirindo cada vez mais adeptos. Entre as capacidades físicas que se buscam aprimorar dentro desses espaços está a força, que pode ter o seu treinamento relacionado tanto à melhora da aptidão física e reabilitação (ACSM, 2002) quanto a busca estética.

Um dos objetivos centrais do treinamento na musculação é o ganho de força através de modificações neurais e musculares, sendo que cada uma dessas formas de adaptação pode ser enfatizada com base no estímulo ou carga de treinamento utilizada (FLECK; KRAEMER, 2004). A carga de treinamento é caracterizada por diferentes componentes, tais como: intensidade, volume, freqüência, duração (ACMS, 1998; WERNBOM *et al*., 2007). Além destes componentes, existem variáveis que podem influenciar diretamente o desempenho como número de séries, número de exercícios, amplitude de movimento, dentre outras (CHAGAS; LIMA, 2011**)**.

Além das variáveis citadas acima, a ordem dos exercícios dentro de uma sessão de treinamento também é fundamental para que diferentes resultados sejam alcançados em um treino de força. De acordo com o ACSM (2002) a sequência de exercícios dentro de uma sessão de treinamento deve ocorrer do exercício que engloba maior número de articulações e maiores grupos musculares para aqueles que envolvem menores grupos musculares a fim de que haja um maior trabalho total. Entretanto, Sforzo e Touey (2009) e Simão *et al.* (2005; 2007) já apresentaram pensamentos diferentes desse referenciado, sugerindo que o grupo muscular que é objetivo principal do treinamento deve ser treinado no início da sessão independente se foi caracterizado como pequeno ou grande muscular.

Adicionalmente deve ser verificada a influência da ordem sobre exercícios que envolvam o mesmo grupo muscular, mas sobre condições diferentes. No caso do flexor de joelhos se trata de um exercício monoarticular que envolve a ação muscular concêntrica e excêntrica dos isquiossurais, enquanto isso o agachamento é um exercício biarticular que envolve a ação concêntrica e excêntrica tanto dos isquiossurais quanto do quadríceps. Entretanto, apesar de ambos necessitarem da ação dos isquiossurais, no agachamento há uma solicitação de

músculos antagonistas para que o movimento seja realizado – os isquiossurais são responsáveis pela extensão de quadril e também pela flexão de joelhos uma vez que são biarticulares e tem inserção na região posterior de quadril e do joelho. Assim, torna-se necessária a investigação a fim de saber quantitativamente a influência de um exercício sobre o outro. Além disto, SHIMANO et al. (2006) sugerem que um menor número de repetições podem ser realizadas em uma mesma intensidade relativa quando o exercício envolve uma menor quantidade de massa muscular em comparação com exercícios que envolvem maior quantidade de massa muscular. Resta saber se a ordem de execução dos exercícios poderá exercer alguma influência nesta situação.

Logo, evidencia-se a importância de se analisar a influência da ordem de execução quando os exercícios realizados demandam a utilização de movimentos articulares e grupos musculares semelhantes. Então, a finalidade desse estudo foi analisar de maneira aguda a influência de um exercício de membro inferior sobre o outro em duas diferentes ordens de execução

1.1 – OBJETIVO

O objetivo desse estudo foi verificar a influência aguda de diferentes ordens de exercícios para membros inferiores, especificamente da influência da utilização dos isquiossurais em exercício mono e biarticular, sobre o número máximo de repetições.

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O treinamento de força é direcionado por alguns componentes e variáveis que integram a carga de treinamento como um todo. Além destes, outro importante fator, a ordem dos exercícios, ainda tem sido pouco estudada, gerando controvérsias em sua relação a sua interferência nos programas de treinamento. Além disso, dos estudos já realizados nota-se que há diferenças expressivas em relação aos protocolos utilizados.

No estudo realizado por Monteiro *et al.* (2005) foi analisado o efeito da manipulação de diferentes ordens de exercícios sobre o número de repetições e percepção subjetiva de esforço

(PSE) em exercícios resistidos (ER) para membros superiores. Participaram do estudo 12 mulheres com idade aproximada de 20 anos e com experiência em ER de no mínimo 6 meses.

A coleta de dados foi dividida em 5 sessões, na primeira sessão os indivíduos responderam um questionário PAR-Q, foi realizada uma anamnese sobre prática de atividades físicas e feitas medições antropométricas. Nas duas sessões seguintes foram realizados testes de 10 repetições máximas (10RM) em todos exercícios – Supino horizontal (SH), Desenvolvimento em Pé (DP) e Tríceps no Pulley (TP). A fim de reduzir a margem de erro durante os testes foram estabelecidas instruções padronizadas, assim como execuções padronizadas dos movimentos. Os intervalos na realização do teste de 10RM foram de 2 a 5 minutos em cada exercícios e superiores a 10 minutos entre os exercícios. Foi utilizado o método teste e reteste para que a reprodutibilidade do teste fosse garantida. As duas última sessões foram da execução das diferentes sequências de exercícios e tiveram 48 horas de intervalos entre elas. A sequência A (SEQA) foi a seguinte: SH, DP e TP, enquanto a sequência B foi: TP, DP e SH. A carga de treinamento para essas sessões foi de 3 séries para cada exercício com intervalo de 3 minutos entre as séries e exercícios com a intensidade equivalente a 10RM, a execução acontecia até haver a falha concêntrica. Antes dos voluntários realizarem a carga descrita, eles deviam realizar 12 repetições a 40% de 10RM do primeiro exercício da sequência determinada como aquecimento e descansar por 2 minutos antes de iniciarem a sessão. Os autores desse estudo não encontraram diferenças entre as séries da SEQA. Entretanto, observou-se uma diferença entre a 1ª e 2ª série e 2ª e 3ª série do SH na SEQB. Na comparação realizada entre as sequências foi identificada uma diferença entre a 2ª e 3ª série do SH e na 3ª série do TP. A análise da PSE não mostrou diferença significativa entre SEQA e SEQB. Logo, de acordo com os resultados achados nesse estudo, os exercícios realizados no início da sessão tendem a apresentar um maior número de repetições do que aqueles realizados ao fim, independentemente do tamanho dos grupos musculares utilizados e do número de articulações envolvidas no movimento.

Dias *et al.* (2009) investigaram a influência da ordem dos exercícios de uma sessão de treinamento no ganho de força durante um período de 8 semanas em indivíduos não treinados. A amostra utilizada foi de 40 homens com idade média de 18 anos, todos eram fisicamente ativos, sem restrições médicas e não deviam estar realizando nenhum programa de treinamento resistido por pelo menos 6 meses. Os voluntários foram divididos em 3 grupos (G1, G2 e G3), sendo que G1 fez um progressão dentro do treinamento de grupos musculares

maiores para menores e G2 realizou suas sessões na ordem inversa – do menor grupo muscular para o maior grupo muscular. O G3 serviu como grupo controle, quem participou desse grupo continuou realizando as atividades físicas prévias, mas não realizou nenhum tipo de treinamento resistido. Foi realizado teste de uma repetição máxima (1RM) antes e após a intervenção de 8 semanas de formas similares. Antes de ser feito o primeiro teste de 1RM houve um período de duas semanas de familiarização com os exercícios, sendo que tal teste foi realizado duas vezes (teste-reteste) e o maior valor obtido foi o considerado para o treinamento. A carga de treinamento determinada durante as 8 semanas foi de 3 sessões/semana com um intervalo de 48h entre as sessões; 3 séries/exercício com uma pausa de 2 minutos entre séries e exercícios dentro da mesma sessão, ao todo foram realizadas 24 sessões com auxílio e supervisão de um profissional capacitado. Em cada sessão de treinamento o voluntário devia realizar 20 repetições com metade do peso utilizado no primeiro exercício como forma de aquecimento. A forma de execução adotada foi a mesma do teste de 1RM, sendo que a velocidade não foi pré-determinada. A ordem estipulada para G1 foi: Supino horizontal (SH), Pulley Anterior (PA), Desenvolvimento de Ombros sentado (DO), Rosca direta com barra (RD) e Tríceps na máquina (TM) – a ordem utilizada por G2 foi inversa, ou seja, começava pelo TM e ia até o SH. Os resultados achados nesse estudo mostraram que não houve diferença no ganho de força nos exercícios que usavam grandes grupos musculares. Porém, observou-se que houve uma diferença no que tange os exercícios que utilizam de pequenos grupos musculares em suas execuções. Isso implica que a ordem dos exercícios pode ser importante para pessoas destreinadas, sobretudo àqueles relacionadas a pequenos grupos musculares. Além dessa observação, o que se ressaltou nesse estudo foi o fato de que ambos os grupos demonstraram ganhos de força em todos os exercícios e que os exercícios que são o objetivo principal do treinamento do indivíduo deve vir no início da sessão, de maneira que não seja prejudicado, independentemente do tamanho do grupo muscular.

Sforzo e Touey (1996) realizaram uma pesquisa que tinha como objetivo verificar o efeito de diferentes ordens de exercício sobre a performance muscular em um treinamento resistido. Participaram do estudo 17 homens com experiência de aproximadamente 5 anos em musculação. O critério usado para ordem dos exercícios foi a progressão de exercícios que usavam duas ou mais articulações em sua execução até aqueles monoarticulares em uma sessão e na outra sessão a ordem contrária. A ordem que o voluntário começou foi

contrabalanceada, embora os exercícios para membros inferiores (MMII) foram sempre realizados primeiro. Os exercícios realizados foram: Agachamento, extensor de joelhos, flexor de joelhos, supino horizontal, desenvolvimento de ombros e tríceps na máquina. Todos indivíduos realizaram um teste de 8RM para teste de força e tiveram um descanso de 48 a 72h antes da primeira sessão. Durante a sessão de treinamento o indivíduo realizou 4 séries de 8 repetições para cada exercício, com a carga estipulada pelo teste de força, com uma pausa de 2 minutos entre séries e de 3 minutos entre exercícios, sendo que os membros superiores (MMSS) eram treinados após os MMII com um intervalo de 5 minutos. Foram medidos os valores de Força Total (FT) e Taxa de Fadiga (TF) nas duas diferentes ordens. Os resultados indicaram que ao se realizar os exercícios multiarticulares antes dos monoarticulares há maior desempenho de força total, tal análise ficou mais clara ao se observar exercícios para MMSS, uma vez que o Supino Horizontal ficou mais prejudicado pela realização prévia do Tríceps na Máquina do que o Agachamento precedido dos exercícios monoarticulares de extensão e flexão de joelhos.

Spineti *et al.* (2010) analisaram a influência de diferentes ordens de exercícios na força máxima e no volume muscular por meio de um treino não-linear periodizado. A hipótese era de que os exercícios realizados no início da sessão seriam menos prejudicados do que aqueles realizados ao fim da sessão. Participaram da pesquisa trinta homens com características corporais semelhantes, todos fisicamente ativos, mas sem praticar musculação a no mínimo 6 meses. Eles foram divididos em três grupos, um realizava a progressão dos exercícios de grupos musculares maiores para menores(LG-SM), outro grupo executava a ordem contrária (SM-LG) e o último serviu como grupo controle (GC). Inicialmente realizou-se duas semanas de familiarização com o treino e após isso 3 sessões de familiarização com o teste de 1RM. O teste de 1RM foi realizado para todos exercícios no início da pesquisa e após as 12 semanas de treino. O volume muscular do tríceps e do bíceps foi verificado antes, 6 e 12 semanas após início do treino através da técnica de ultrassom. Os exercícios escolhidos foram Supino Horizontal, Pulley Anterior, Tríceps Máquina e Rosca Direta – sendo esta ordem para o LG-SM. A carga de treinamento variou entre as sessões, na sessão 1 fazia-se 4 séries de 12 – 15 repetições com intervalo de 1 minuto entre séries, na sessão 2 eram feitas 3 séries de 8 – 10 repetições com intervalo de 2 minutos entre séries e na sessão 3 eram realizadas 3 – 5 repetições com intervalo de 3 minutos entre séries. A frequência estipulada foi de 2 sessões por semana com intervalo de 72h entre as sessões completando um total de 24 sessões. Não houve controle da duração da repetição em nenhum momento e antes de cada sessão de

treinamento foi realizado um aquecimento composto por 20 repetições com 50% da carga utilizada no primeiro exercício. Houveram ganhos significativos em ambos grupos que treinaram, mas não foi apresentada diferença significativa de ganho de força ou aumento do volume muscular entre os grupos. O único exercício que apresentou maior ganho de força no grupo LG-SM foi o supino horizontal e para todos outros exercícios, inclusive para o Pulley Anterior, o aumento de força apresentou-se maior no grupo SM-LG. Entretanto, o aumento de força absoluta não diferiu estatiscamente. Assim, exercícios que são objetivos principais do treinamento devem estar posicionados no início da sessão, independente se é um grupo muscular grande ou pequeno.

3 – JUSTIFICATIVA

Em virtude das diferentes perspectivas apontadas na literatura em relação aos efeitos do ordenamento de exercícios dentro de um programa de treinamento na musculação, especialmente entre exercícios que solicitem a ação de músculos agonistas semelhantes, torna-se necessário esta investigação considerando o desempenho mensurado pelo número máximo de repetições.

4 – METODOLOGIA

4.1 - AMOSTRA

A amostra foi composta por 15 voluntários adultos do sexo masculino, treinados na musculação há, no mínimo, seis meses, que não possuam histórico de lesão músculotendínea nas articulações da coluna, quadril, joelho e tornozelo ou histórico de utilização de esteróides anabólicos.

4.2 – DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O estudo foi realizado em quatro sessões. A figura 1 ilustra o desenho experimental.

Sessão 1 → Familiarização/Teste de 1 RM – Agachamento

48h

Sessão 2 → Familiarização/Teste de 1 RM – Flexor de joelhos

48h

Teste de 1RM:
- 6 tentativas
- 5 minutos de pausa

Sessão 3 → Flexor de joelhos/Agachamento

48h

Intensidade – 60% 1RM
Duração – Livre
Séries – 2
Pausa/Séries – 90s
Pausa/Exercícios - 3 min

Figura 1 - Desenho experimental do estudo

Foram escolhidos os exercícios agachamento guiado e banco flexor pelo fato de ambos envolverem a articulação do joelho e, consequentemente, apresentarem semelhanças cinesiológicas em relação ao grupo muscular envolvido. Os isquiossurais são acionados em ambas as fases do movimento nos dois exercícios, porém para produzir movimentos diferentes. No agachamento guiado os isquiossurais são responsáveis pela extensão do quadril enquanto que no flexor de joelhos são responsáveis pela flexão de joelhos. Logo, os exercícios foram escolhidos com o intuito de se verificar a influência da ordem quando há a realização de um exercício que utilize tanto agonistas quanto antagonistas ao movimento.

Primeiramente foi realizado um estudo piloto com um pequeno grupo de voluntários para avaliação do padrão de movimento, controle de registro dos dados, do procedimento a ser adotado e como forma de diagnosticar possíveis imprevistos e melhoras a serem realizadas nas coletas definitivas do estudo.

As coletas ocorreram no Laboratório do Treinamento em Musculação (LAMUSC), no qual cada voluntário compareceu em quatro sessões diferentes, separados por período de 48 horas. Nas duas primeiras sessões foram realizados testes de uma repetição máxima (1RM) no exercício agachamento guiado e flexor de joelhos, adotando o mesmo protocolo utilizado por Diniz *et al.* (2006) e familiarização do aparelho. Nas duas sessões seguintes, foram executadas sessões de coletas no agachamento guiado e no flexor de joelhos. Nestas sessões foram investigadas a influência de diferentes ordens de execução desses exercícios sobre o número máximo de repetições. Os voluntários mantiveram sua rotina de treinamento, sendo que esta foi adaptada pelos responsáveis pela coleta de forma a permitir que os mesmos não realizem exercícios com as musculaturas dos membros inferiores no dia anterior a qualquer sessão de coleta.

No primeiro dia, foi explicado todo o procedimento ao voluntário e 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 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.

O teste de 1RM e as sessões de teste foram realizados para o Agachamento Guiado (figura 2) em uma barra guiada de 20 kg da marca MASTER EQUIPAMENTOS. Utlizou-se anilhas de diversos pesos, sendo a massa de todas aferidas em uma balança FILIZZOLA, previamente calibrada. Para o exercício Flexor de Joelhos (figura 3) também utilizou-se um aparelho da marca MASTER EQUIPAMENTOS previamente modificado para a realização dos testes. A pesquisa foi aprovada pelo COEP, parecer Nº 199249.

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 à da sua rotina de treinamento com o exercício agachamento. 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 permitia o 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 6 tentativas, com duração de pausa de 5 minutos e a progressão do peso ocorreu de forma gradual em função da percepção subjetiva dos voluntários e dos avaliadores. Tal teste foi realizado seguindo as orientações adotadas por Diniz (2008).

Cada tentativa constituiu da seguinte sequência: dois avaliadores levantaram a barra para o voluntário até que este pudesse 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 estender novamente os joelhos. Os avaliadores, então, seguraram novamente a barra. O peso na barra foi progressivamente aumentado até que o voluntário não conseguia finalizar a ação concêntrica. Desta forma, o valor de 1RM correspondeu ao peso levantado na tentativa anterior.

Figura 2 – Barra guiada, banco reto e anilhas

No segundo dia de coleta, foi novamente realizado o teste de 1RM, porém para o outro exercício, no caso o Flexor de Joelhos.

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 à da sua rotina de treinamento com este exercício. Todas as regulagens foram anotadas para que as regulagens utilizadas nas próximas sessões fossem as mesmas. Após essa etapa os voluntários foram fixados na região pélvica, 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.

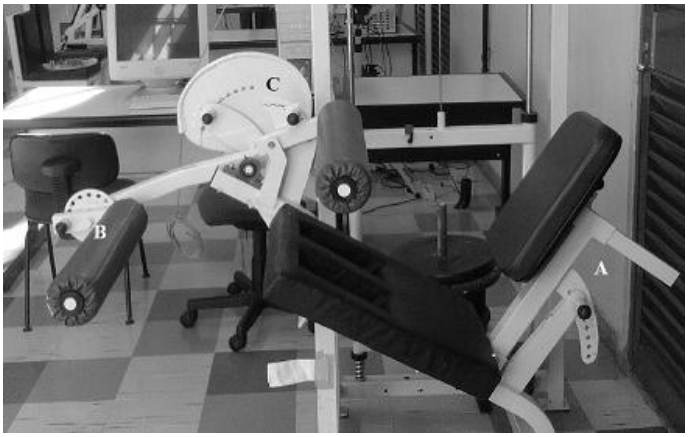
Posteriormente, realizou-se o primeiro teste de 1RM, objetivando familiarizar os voluntários com os protocolos. O teste de 1RM foi realizado com um número máximo de 6 tentativas, com duração de pausa de 5 minutos e a progressão do peso gradual em função da percepção subjetiva dos voluntários e dos avaliadores.

Cada tentativa constituiu-se da seguinte sequência: o avaliador posicionou o voluntário e avisou que o teste iria se iniciar. Explicou-se 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 estivesse preparado, seria dado o sinal e ele poderia realizar a ação concêntrica.

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.

Figura 3- Flexor de Joelhos

No 3º e 4º dias de coleta foram realizadas sessões de coleta no exercício agachamento guiado e flexor de joelhos. 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 número máximo de repetições (NMR) em cada exercício em duas séries, intensidade de 60% de 1 RM e pausa de 180 segundos entre as séries, sendo que a ordem dos exercícios foi dada de maneira aleatória. Assim, foram duas sessões de coleta com diferentes ordens dos exercícios: agachamento guiado seguido do flexor de joelhos e a ordem inversa, flexor de joelhos seguido do agachamento guiado.

O quadro 2 apresenta os diferentes protocolos de coleta utilizados em cada sessão de treinamento. A ordem de realização das sessões de treinamento será determinada de forma aleatória para cada voluntário.

Séries	Repetições	Intensidade (% 1 RM)	Duração da ação muscular (s)	Pausa (min)
2	Máximo	60	Livre	3
2	Máximo	60	Livre	3

A série foi interrompida quando o voluntário durante duas repetições seguidas: não conseguiu manter a duração estabelecida para cada ação muscular, realizou uma amplitude incompleta (não estendeu os joelhos e/ ou não encostou a porção posterior da coxa na fita de borracha no agachamento e no flexor de joelhos se não flexionou completamente os joelhos ou não encostou o braço mecânico de suporte da perna no limite inferior da máquina-fim de curso inferior), teve um tempo de transição superior a dois segundos entre as ações musculares concêntricas e excêntricas de cada repetição ou realizou algum tipo de movimento acessório que possa ocasionar algum risco de lesão.

5 – RESULTADOS

Os resultados encontrados no presente estudo demonstraram um maior número repetições do flexor de joelhos quando comparado ao agachamento. Demonstrou também que mesmo ao se realizar ao agachamento primeiro o número de repetições do flexor de joelhos permanece maior do que o agachamento e, como já era esperado, que a segunda série dos exercícios sofreram uma redução no NMR.

A comparação das médias do número máximo de repetições entre as situações experimentais foi realizada através de uma ANOVA *three-way* com medidas repetidas. Quando houve diferenças significativas entre as médias foi utilizado o teste de Tukey para verificar quantitativamente qual foi essa diferença.

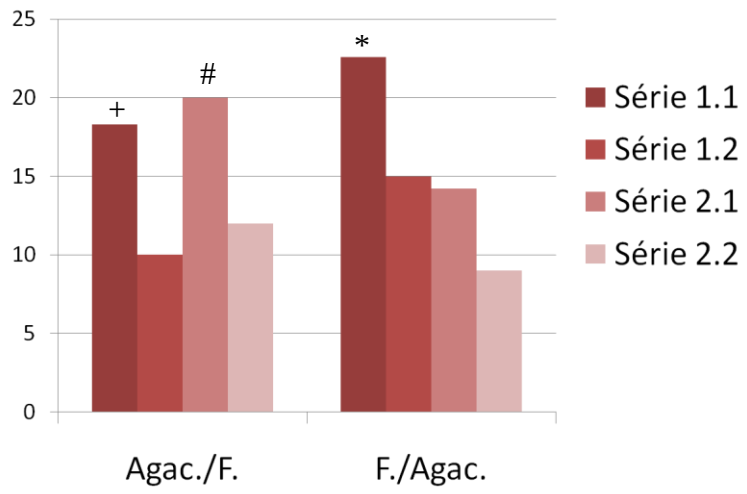


Fig. 3 – Comparação do número de repetições em duas séries nas duas ordens de execução dos exercícios. * Diferença entre exercícios; # Diferença entre ordens; + Diferença entre series. O nível de significância adotado foi $p \leq 0,05$.

6 – DISCUSSÃO

O flexor de joelhos ao ser executado primeiro exibiu um maior número de repetições quando comparado à execução após o agachamento, sendo que em sua primeira série apresentou o maior valor comparado a todas situações. O agachamento ao ser realizado antes do flexor apresentou um maior número de repetições do que quando realizado após. A segunda série dos exercícios apresentou uma redução no número de repetições.

Nesta pesquisa execução dos exercícios foi padronizada visando que todos os indivíduos realizassem o Agachamento Guiado em uma Amplitude de Movimento (ADM) que se aproximasse de 90º de flexão de joelhos. Por se tratar de um exercício multiarticular, houve envolvimento dinâmico dos músculos que possibilitam o movimentos no plano sagital de extensão de joelhos (Quadríceps – Vasto lateral, vasto medial, reto femoral e vasto intermédio), extensão de quadril (Ísquiossurais – Bíceps femoral, semitendinoso e semimembranoso; Glúteo máximo; Glúteo médio – Porção posterior) e flexão plantar (Tríceps sural – Gastrocnêmio e sóleo). Além disso, houve participação de vários músculos que atuaram como sinergistas a fim de estabilizar o corpo durante o movimento, principalmente dos músculos do tronco, uma vez que foi pedido aos voluntários que executassem as repetições sempre tocando o aparato posterior com a região lombar. Porém, alguns

voluntários demonstraram uma tendência a realizar a ação excêntrica projetando o quadril anteriormente através de maior flexão de joelhos, menor ADM de flexão de quadril e possivelmente uma menor ativação dos músculos estabilizadores do tronco. Dessa forma, estima-se uma maior demanda na musculatura extensora do joelho. Durante a ação concêntrica do movimento observou-se que alguns voluntários, apesar de descerem recostando a região posterior do tronco no aparato posterior, logo no início dessa ação muscular flexionavam um pouco mais o joelho e faziam uma extensão de quadril, consequentemente, a lombar projetava-se anteriormente aumentando o grau de exigência sobre o quadríceps. Quando os voluntários exibiam esses padrões os pesquisadores reforçavam a necessidade de tocar a região lombar no aparato posterior para que houvesse maior flexão de quadril durante o movimento, o que resultaria em uma maior ação de extensão do quadril.

No flexor de joelhos foi padronizada a execução através da regulagem do aparelho para que não houvesse movimentos acessórios do tronco e do quadril, utilizando-se inclusive de uma fita amarrada nesses dois segmentos corporais. Tratando-se de um movimento monoarticular, apenas a articulação do joelho foi mobilizada a fim de realizar o movimento de flexão por contração dos músculos posteriores da coxa ou isquiossurais (bíceps femoral, semitendinoso e semimembranoso), gastrocnêmio, poplíteo, grácil e sartório. Nesse aparelho, mesmo estando envoltos por fitas, alguns voluntários conseguiram realizar movimentos acessórios durante as repetições, por exemplo, na ação concêntrica muitos realizaram o movimento de anteversão da pelve através de uma ação concêntrica dos eretores da espinha, reto femoral e íliopsoas. Já na ação excêntrica ocorria o movimento contrário, ou seja, a força aplicada pela resistência externa resultava no movimento de retroversão da pelve; talvez dessa forma os isquiossurais permanecessem em posição mais favorável para gerar tensão. Foi pedido aos voluntários que mantivessem o quadril encostado no suporte posterior do banco, de modo que o quadril não deslizasse no banco e o movimento fosse realizado pelos músculos pretendidos.

Os resultados apresentados mostram que, em média, o número de repetições realizadas no flexor de joelhos foi maior do que no agachamento guiado. Tais dados parecem contrários ao mencionado por Shimano, et al (2006), uma vez que o agachamento guiado se trata de um exercício multiarticular que envolve muitos grupos musculares. De acordo com esse autor, espera-se que pelo fato de maior massa muscular ser envolvida durante o movimento no

agachamento guiado maior seria o número de unidades motoras disponíveis para se revezarem durante a tarefa resultando em maior número máximo de repetições a ser realizado em comparação ao flexor de joelhos.

Em estudo realizado por Monteiro et al. (2005), verificou-se que os exercícios realizados ao fim da sessão de treinamento apresentaram um menor número de repetições, independentemente do número de articulações envolvidas no movimento. Apesar de corroborar em parte o resultado encontrado nesse estudo, o protocolo adotado por Monteiro *et al.* (2005) distinguiu-se em vários aspectos, como segmentos corporais envolvidos (naquele estudo utilizou-se exercícios para membros superiores), número de exercícios realizados (naquele foram três) e forma de avaliar o desempenho de força (10RM).

Dias *et al.* (2009), analisando a força máxima em indivíduos destreinados observou que houve um aumento de força maior para os grupos musculares denominados “menores” quando eles eram realizados previamente aqueles denominados “maiores”, sendo que não houve diferença no aumento de força dos grupos musculares “maiores” relacionados à ordem. Pode ser feita uma analogia do aumento de força à variável utilizada nesse estudo, número máximo de repetições, porém ressalta-se o fato do estudo realizado por aqueles autores terem sido com exercícios para membros superiores, a amostra ter sido de indivíduos destreinados e utilizado um protocolo com maior número de exercícios.

No estudo de Sforzo e Touey (1996) foi analisada a influência da ordem dos exercícios sobre o desempenho de força, mas diferente daqueles supracitados foram realizados exercícios para MMII e MMSS. Através dos resultados observou-se que realizar exercícios monoarticulares antes dos biarticulares influencia mais o desempenho de MMSS do que de MMII, ou seja, a realização dos exercícios de flexão ou extensão de joelhos exerceu menor influência no exercício de agachamento do que a realização de exercícios extensão de cotovelo antes do exercício supino.

Algo que deve ser considerado ao se analisar os dados obtidos na presente pesquisa é execução habitual dos voluntários no exercício agachamento em seus respectivos treinos, pois na coleta foi padronizada a execução com maior flexão do quadril e maior ADM e isso pode ter influenciado diretamente no número máximo de repetições, uma vez que eles não estariam

habituados a esta execução. Além de não estarem acostumados a fazer o agachamento com o padronização estipulada, muitos estavam mais familiarizados com a execução do exercício com a barra livre o que pode ter influenciada diretamente no resultado obtido.

Outra análise passível de ser feita é o fato de no agachamento ter sido mais difícil controlar o limite de ADM. Isso representou uma limitação principalmente ao fim da ação excêntrica uma vez que alguns voluntários ultrapassaram a amplitude determinada resultando em maior dificuldade para a execução e consequente menor número de repetições. Essa falta de controle no agachamento guiado pode ser relacionada ao aumento do torque de resistência ao fim da ação excêntrica dificultando a realização da ação concêntrica seguinte. Já no flexor de joelhos não houve esse problema, pois havia um limite fixo no próprio aparelho que determinava o fim da ação excêntrica e concêntrica. Além disso, houve diferença entre os voluntários na realização da ação muscular excêntrica, uma vez que alguns não realizaram força contrária ao aparelho e deixavam o suporte atingir o aparato superior sem apresentar resistência a tal ação, como se “soltassem” o peso neste momento; isso pode ter levado a um maior número máximo de repetições realizadas. .Desse modo comparado com o agachamento guiado o exercício flexor de joelhos se demonstrou com um menor grau de dificuldade para ser realizado, mesmo com um maior controle das variáveis.

Alguns valores encontrados durante a coleta podem estar relacionados com a imprecisão do teste de 1RM para determinar a força máxima do voluntário devido à diversas razões, entre elas: o fato do indivíduo nunca ter feito o exercício do modo como foi padronizado na pesquisa. Alguns exemplos da discrepância dos valores das séries do agachamento para diferentes voluntários: 33 repetições na primeira série e 13 na segunda, 30 repetições na primeira série e 14 na segunda, 11 repetições na primeira série e 2 na segunda. No flexor de joelhos também houve alguns valores discrepantes:19 repetições na primeira série e 8 na segunda, 19 na primeira série e 9 na segunda, 25 na primeira série e 12 na segunda. Essa variação nos valores encontrados podem ter sido devido a especificidade do treinamento (muitos não treinavam na ADM estipulada para pesquisa ou não realizavam os exercícios escolhidos).

Em relação à comparação do número de repetições realizadas nas séries para o mesmo exercício, a primeira série apresentou maiores valores quando comparados com as segundas séries, o que já era esperado pelo fato do indivíduo começar o exercício descansado e ter um possível efeito da fadiga muscular utilizada na série subsequente.

Em relação às comparações entre exercícios e séries somente três não apresentaram diferenças (primeira série do agachamento da sequência Agachamento/Flexor quando comparada à primeira série do flexor da mesma sequência, entre a segunda série do agachamento da sequência Agachamento/Flexor quando comparada com a segunda série do agachamento da sequência Flexor/Agachamento e também não houve diferenças significativas entre a primeira série do agachamento da sequência Flexor/Agachamento quando comparada a segunda série do flexor da sequência Flexor/Agachamento.), provavelmente devido ao uso dos isquiossurais durante o agachamento.

7 – CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo mostram que o número de articulações envolvidas em um exercício não influenciam no número máximo de repetições e que diferentes ordens alteram o desempenho do exercício subsequente quando ambos tem em comum uma demanda sobre a mesma musculatura. Neste caso, a realização do agachamento antes do flexor de joelhos não o influenciou a ponto de diminuir o NMR no mesmo, mas fez com que houvesse uma redução no NMR quando comparado à sua realização prévia ao agachamento. Na ordem flexor/agachamento a hipótese de que o segundo exercício apresentaria um menor NMR foi evidenciada. Como já era esperado, a segunda série de cada exercício sofreu uma redução no NMR. Dessa forma, evidencia-se a necessidade da sistematização da organização dos exercícios dentro de um treino para que um não influencie negativamente o outro.

REFERÊNCIAS

ACSM (American College of Sports Medicine) Position stand on Progression models in resistance training for healthy adults: exercise and physical activity for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.34, n.2, p.364-380, 2002.

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.

CHAGAS, M.H.; LIMA, F.V. Variáveis estruturais: Elementos primários para a sistematização do treinamento em musculação. In: SILAMI-GARCIA, E.; LEMOS, K.L.M. **Temas Atuais em Educação Física e Esportes IX**. Belo Horizonte: Editora Gráfica Silveira, 2004, p.49-68.

CHAGAS, M.H.; BARBOSA, J.R.M.; LIMA, F.V. Comparação entre gêneros do número máximo de repetições realizadas em dois percentuais (40 e 80%) de uma repetição máxima considerando dois diferentes exercícios. **Revista Paulista de Educação Física**. v.19, n.1, p 05-12, 2005.

DIAS, I.; SALLES, B. F.; NOVAES, J.; COSTA, P. B; SIMÃO, R. Influence of exercise order on maximum strength in untrained young men. **Journal of Science and Medicine of Sport**, v. 13, p. 65-69, 2010.

DINIZ, R.C.R. Efeito da duração da repetição em respostas fisiológicas e biomecânicas no exercício supino guiado. **Projeto de pesquisa de mestrado em Educação Física**. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional – UFMG, 2008.

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

GIL, Saulo et al. Efeito da ordem dos exercícios no número de repetições e na percepção subjetiva de esforço em homens treinados em força. **Revista brasileira de educação física e esporte.** v.25, n.1, 2011.

KEOGH, J.W.L.; WILSON, G.J.; WEATHERBY, R.P. A Cross-Sectional Comparison of Different Resistance Training Techniques in the Bench Press. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.13, n.3, p.247–258, 1999.

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

LANZA, Marcel Bahia. Desenvolvimento de um dispositivo mecânico para acentuação da ação muscular excêntrica em equipamentos de musculação com sistema de camos.2011.

MONTEIRO, W.; SIMÃO, R.; FARINATTI, P. Manipulação na ordem dos exercícios e sua influência sobre número de repetições e percepção subjetiva do esforço em mulheres treinadas. **Revista brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 2, p. 146 – 150, 2005.

SFORZO, G. A.; TOUEY, P. R. Manipulating order affects muscular performance during a resistance exercise training session. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.10, p. 20 – 24, 1996.

SPINETI, J.; SALLES, B. F.; RHEA, M. R.; LAVIGNE, D; MATTA, T; MIRANDA, F.; FERNANDES, L.; SIMÃO, R. Influence of exercise order on maximum strength and muscle volume in nonlinear periodized resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 11, p. 2962 – 2969, 2010.

SAKAMOTO, A.; SINCLAIR, P. J. 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.