

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

HUGO CANTOS DE ALMEIDA

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA
VELOCIDADE DE EXECUÇÃO DE
EXERCÍCIOS RESISTIDOS NA
FORÇA MÁXIMA E NA
HIPERTROFIA MUSCULAR**

Campinas
2008

HUGO CANTOS DE ALMEIDA

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA
VELOCIDADE DE EXECUÇÃO DE
EXERCÍCIOS RESISTIDOS NA
FORÇA MÁXIMA E NA
HIPERTROFIA MUSCULAR**

Trabalho de Conclusão de Curso
(Graduação) apresentado à Faculdade de
Educação Física da Universidade
Estadual de Campinas para obtenção do
título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Augusto Cunha

Campinas
2008

HUGO CANTOS DE ALMEIDA

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA
VELOCIDADE DE EXECUÇÃO DE
EXERCÍCIOS RESISTIDOS NA FORÇA
MÁXIMA E NA HIPERTROFIA MUSCULAR**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) defendido por Hugo Cantos de Almeida e aprovado pela Comissão julgadora em: 24/11/2008.

Prof. Dr. Sérgio Augusto Cunha
Orientador

Prof. Dr. Luiz Eduardo Barreto

Campinas
2008

Dedicatória

Dedico este trabalho a meus pais e avós, obrigado pela dedicação, amor, educação, oportunidades, incentivos, broncas e principalmente por sempre acreditarem em mim. Amo vocês!

Agradecimentos

Agradeço ao Prof. Dr. Sérgio Augusto Cunha, por acreditar no meu potencial, nas minhas idéias, projetos e esforços, pelas lições, pelas broncas, pela paciência e amizade.

À minha gatinha, obrigado por aparecer na minha vida e me tornar uma pessoa melhor e por agüentar minhas chatices devido aos estudos e trabalho. Amo você!

Aos amigos da faculdade que sempre estavam lá quando precisei, seja na bagunça ou nos estudos.

A todos os meus amigos, da rua, da escola, da academia e da balada.

A todos os professores e funcionários da Faculdade de Educação Física e demais professores e funcionários da UNICAMP.

A todos os meus alunos e ex-alunos, de 0 a 100 anos, que contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional e que fazem parte da minha história de vida. Aprendi muito com cada um de vocês.

Aos voluntários do projeto, pela disposição, comprometimento e por acreditarem na pesquisa.

ALMEIDA, H. C. Avaliação da influência da velocidade de execução de exercícios resistidos na força máxima e na hipertrofia muscular. 2008. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

RESUMO

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE EXECUÇÃO DE EXERCÍCIOS RESISTIDOS NA FORÇA MÁXIMA E NA HIPERTROFIA MUSCULAR

Hugo Cantos de Almeida e Prof. Dr. Sergio Augusto Cunha (Orientador), Faculdade de Educação Física - FEF, UNICAMP.

Os programas de treinamento de força possuem variáveis que são manipuladas para gerar no organismo adaptações benéficas, como incrementos na força e hipertrofia das fibras musculares. A magnitude dessas adaptações depende do controle simultâneo de todas as variáveis do treinamento. A velocidade de execução dos movimentos é um parâmetro de controle importante. Entretanto, existe muita controvérsia a respeito de qual a melhor velocidade utilizar para aperfeiçoar as respostas adaptativas aos estímulos do treinamento. Na busca de ampliar os conhecimentos acerca dos fatores que geram a melhor performance, este estudo avalia a influência de diferentes velocidades de execução ($30^\circ/s$ e $180^\circ/s$) no treinamento resistido com pesos sobre os ganhos de força e hipertrofia muscular, verificando a melhora nas capacidades analisadas e em qual velocidade esta ocorre de forma mais pronunciada. Durante oito semanas, vinte voluntários homens, com idades entre 18 e 30 anos, foram submetidos a três sessões semanais de treinamento. O controle das velocidades foi realizado através de um sinal sonoro (bip). Os ganhos em força e hipertrofia foram avaliados, respectivamente por meio do teste de repetição máxima (1RM) para os exercícios propostos (rosca direta e agachamento) e medição das circunferências dos membros.

Treinamento de força; Velocidade de contração; Hipertrofia.

ALMEIDA, H. C. Assessment the influence of speed of execution of resistance exercises in force maximal and muscle hypertrophy. 2008. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

ABSTRACT

ASSESSMENT THE INFLUENCE OF SPEED OF EXECUTION OF RESISTANCE EXERCISES IN FORCE MAXIMAL AND MUSCLE HYPERTROPHY

Hugo Cantos de Almeida e Prof. Dr. Sergio Augusto Cunha (Orientador), Faculdade de Educação Física - FEF, UNICAMP.

The strength training programs possess variables that are manipulated to generate beneficial adaptations in the body, as strength developments and overstretches of the muscular fibers. The magnitude of those adaptations depends on the simultaneous control of all the variables of the training. The speed of execution of the movements is a parameter of important control. However, a lot controversy exists as to which to better speed utilize for optimize the answers adaptatives to the excitement of the training. In the search of extend the knowledge about the factors which generates better performance, this study evaluates the influence of different speeds of execution (30/s and 180/s) in the resisted training with weight about strength gaining and muscular hypertrophy, verifying the improvement in the capacities analyzed and in which speed this occurs of a more pronounced way. During eight weeks, twenty voluntary men, ages between 18 and 30 years were submitted to three weekly sessions of the training. The control of the speeds was carried out through a sonorous sign (bip). The strength gaining and hypertrophy were evaluated, respectively by means of the test of maximum repetition (1RM) for exercises proposed (two-arm dumbbell curls and squats) and measurement of the circumferences of the members.

Strenght training; Speed of contraction; Hypertrophy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Representação do posicionamento das câmeras para captura das imagens	18
Figura 2 -	Representação do posicionamento inicial para o exercício rosca direta com barra	21
Figura 3 -	Representação do exercício agachamento livre com barra	22
Figura 4 -	Valores de circunferência de braços no grupo lento. Fase 1= pré-teste. Fase 2= pós teste.	24
Figura 5 -	Valores de circunferência de braços no grupo rápido. Fase 1= pré-teste. Fase 2= pós teste.	25
Figura 6 -	Valores de circunferência de coxas no grupo lento. Fase 1= pré-teste. Fase 2= pós teste.	25
Figura 7 -	Valores de circunferência de coxas no grupo rápido. Fase 1= pré-teste. Fase 2= pós teste.	26
Figura 8 -	Valores de circunferência de braços no grupo lento. 1= valores pós-teste – valores pré teste.	26
Figura 9 -	Valores de circunferência de braços no grupo rápido. 1= valores pós-teste – valores pré teste.	27
Figura 10 -	Valores de circunferência de coxas no grupo lento. 1= valores pós-teste – valores pré teste.	27
Figura 11 -	Valores de circunferência de coxas no grupo rápido. 1= valores pós-teste – valores pré teste.	28
Figura 12 -	Valores de teste 7-10RM para o grupo lento (30°/s). Fase 1= pré-teste. Fase 2= pós teste.	29
Figura 13 -	Valores de teste 7-10RM para o grupo rápido (180°/s). Fase 1= pré-teste. Fase 2= pós teste.	29
Figura 14 -	Valores de teste 7-10RM para o grupo lento (30°/s). 1= valores pós-teste – valores pré-teste.	30
Figura 15 -	Valores de teste 7-10RM para o grupo rápido (180°/s). 1= valores pós-teste – valores pré-teste.	30
Figura 16 -	Valores de teste 7-10RM para o grupo lento (30°/s). Fase 1= pré-teste. Fase 2= pós teste.	31
Figura 17 -	Valores de teste 7-10RM para o grupo rápido (180°/s). Fase 1= pré-teste. Fase 2= pós teste.	32
Figura 18 -	Valores de teste 7-10RM para o grupo lento (30°/s). Fase 1= pré-teste. Fase 2= pós teste.	32
Figura 19 -	Valores de teste 7-10RM para o grupo rápido (180°/s). Fase 1= pré-teste. Fase 2= pós teste.	33
Figura 20 -	Percentuais de ganho de força no exercício agachamento. Grupo 1= 30°/s. Grupo 2= 180°/s.	34
Figura 21 -	Percentuais de ganho de força no exercício rosca direta. Grupo 1= 30°/s. Grupo 2= 180°/s.	34

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

FEF	Faculdade de Educação Física
RM	Repetição Máxima
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas

SUMÁRIO

1	Introdução.....	11
2	Revisão da literatura.....	13
3	Metodologia.....	16
3.1	Teste piloto.....	16
3.2	Amostra.....	18
3.3	Avaliações.....	19
3.3.1	Antropometria.....	19
3.3.2	Testes de Repetição Máxima (RM).....	19
3.4	Protocolo Experimental.....	20
3.4.1	Rosca direta com barra.....	20
3.4.2	Agachamento.....	21
3.5	Reavaliações.....	23
3.6	Análise estatística.....	23
4	Resultados.....	24
4.1	Antropometria.....	24
4.2	Testes de Repetição Máxima (RM).....	28
	Considerações finais.....	35
	Referências.....	37
	Apêndices.....	39

1 Introdução

O treinamento resistido com pesos ou treinamento de força tem despertado o interesse de grande número de praticantes, que buscam a modalidade com objetivos diversos, como promoção da saúde e qualidade de vida, razões estéticas ou melhora do condicionamento físico e desempenho esportivo.

Essa demanda é altamente positiva para o profissional de Educação Física. Entretanto, para que este possa atender ao crescente público de maneira segura e apropriada, deve buscar mais do que nunca, atualizar seus conhecimentos acerca das leis e fundamentos do treinamento e estar em contato com os avanços existentes no campo das ciências do esporte, procurando atender com excelência as necessidades dos praticantes.

Segundo Weineck (1999) o termo “treinamento” é utilizado na linguagem coloquial em diferentes contextos com o significado de “exercício”, cuja finalidade é o aperfeiçoamento em uma determinada área.

Dentre as capacidades biomotoras que regem o desempenho humano, a força, figura como um elemento de destaque, sendo que, um dos objetivos do treinamento de força realizado de forma regular é proporcionar estímulos para que ocorram adaptações específicas. De acordo com Bompa (2001), essas reações induzidas pelo treinamento são expressas através de adaptações do sistema nervoso, da coordenação neuromuscular, adaptação morfológica, adaptação metabólica, adaptação cardiovascular e do sistema endócrino. Para Weineck (1999), a magnitude dessas adaptações é proporcional às demandas impostas ao organismo, determinadas através da manipulação de variáveis como as ações musculares, a intensidade, a densidade, a duração, o volume e a frequência de treinamento.

“O treinamento dedicado eleva o tamanho e o número de miofibrilas, aumentando assim o tamanho do músculo e a força de contração” (BOMPA; PASQUALE; CORNACCHIA, 2004, p.03).

Segundo Gomes (2002), a periodização no processo de treinamento desportivo, consiste em criar um sistema de planos para distintos períodos, objetivando a perseguição de um conjunto de objetivos que estão vinculados, ou seja, a construção da periodização das sessões de treino deve estruturar-se a partir da manipulação das variáveis do treinamento, buscando que as adaptações almejadas sejam conseguidas com qualidade e

segurança, seja qual for a ênfase metabólica do treino em questão, fugindo assim do empirismo que por muitas vezes se faz presente no treinamento de força.

Conforme recomendação de McArdle; Katch e Katch (2003), tanto a hipertrofia muscular (aumento da secção transversa do músculo), quanto os níveis de força máxima gerados pelo músculo, podem ser identificados, respectivamente, por meio da antropometria, utilizando a mensuração das circunferências corporais e do teste de uma repetição máxima (1RM).

A velocidade de contração é um dos parâmetros que apresenta maior influência do empirismo empregado por inúmeros treinadores e do desacordo que vigora na literatura disponível sobre o tema.

Considerando as informações anteriores, o presente estudo propõe uma revisão da literatura sobre o tema e a análise da influência de diferentes velocidades de execução no treinamento com pesos, visando verificar se os níveis de força máxima e hipertrofia muscular são maximizadas com maiores ou menores velocidades de movimento, para o mesmo percentual de intensidade.

2 Revisão da literatura

Os níveis de tensão desenvolvida pelo músculo em uma determinada amplitude do movimento estão relacionados, segundo Foss e Keteyian (1998), com o comprimento do músculo, o ângulo de tração do músculo sobre o esqueleto e a velocidade do encurtamento. A respeito da relação entre a velocidade de contração e o desenvolvimento da força máxima, Zatsiorsky (1999) estabelece que a força máxima é alcançada quando a velocidade é pequena. Por outro lado, a velocidade máxima é atingida quando a resistência externa é próxima de zero.

“Durante a contração muscular, os elementos contráteis formam entre si pontes transitórias, permitindo o encurtamento das fibras musculares. Quanto maior o número destas pontes formadas por unidade de tempo, maior a velocidade de contração e a força desenvolvida”. (WEINECK, 1999, p.233).

A velocidade em que ocorre o encurtamento é um parâmetro que apresenta menções um tanto quanto contraditórias, não existindo um consenso na literatura acerca dos efeitos da execução de contrações realizadas com velocidades maiores ou menores. Esse desacordo pode ser observado nos estudos relacionados abaixo.

Analisando a composição corporal, Gettman e Ayres (1978) citado por Fleck e Kraemer (2006) verificaram os efeitos da aplicação de um mesmo protocolo, porém, com utilização de 2 grupos realizando ações isocinéticas com velocidades diferentes. O grupo que utilizou menor velocidade teve resultados mais expressivos, aumentando a massa livre de gordura e diminuindo o peso total. Há carência de novas investigações relacionando composição corporal e velocidade de execução no treinamento de força. Ribeiro et. al (2005), num estudo envolvendo a articulação do joelho, verificaram diferença significativa nos níveis de atividade eletromiográfica com predomínio de ativação na maior velocidade angular utilizada na execução da extensão dos joelhos.

Em estudo utilizando equipamento isotônico, Pereira e Gomes (2007) não encontraram diferença significativa na força muscular entre indivíduos que realizaram exercícios com velocidades diferentes.

Farthing e Chilibeck (2003) analisaram os efeitos de um treinamento isocinético excêntrico e concêntrico em diferentes velocidades. Foram utilizadas duas

velocidades no treinamento excêntrico e duas no concêntrico, sendo considerado mais efetivo o emprego de maior velocidade excêntrica no desenvolvimento da hipertrofia e da força muscular, comparando com a utilização de menor velocidade excêntrica e com ambas as velocidades concêntricas.

Chapman et. al. (2006) averiguaram o grau de lesão muscular induzida pelo exercício excêntrico com emprego de duas diferentes velocidades, sobre diversos parâmetros (valores de pico de torque no exercício, força isométrica e força dinâmica, amplitude de movimento, circunferência de membros, dor muscular e atividade da enzima creatina quinase), determinando que para todos os critérios, a maior velocidade causa níveis superiores de lesão muscular.

O estudo de Adeyanju, Crews e Meadors (1983) utilizando duas velocidades de execução no treinamento isocinético avaliou a força máxima, a potência e a resistência muscular, revelando que o treinamento isocinético realizado em maior velocidade é superior no desenvolvimento da potência e da resistência, porém sem diferença significativa nos níveis de força.

O experimento de Barcelos e Rogatto (2006) verificou os efeitos do treinamento resistido superlento (*Slow burn*) sobre o percentual de gordura, a massa corporal e a força máxima. Após 7 semanas de treinamento, concluíram que não ocorreram quaisquer alterações significativas nos parâmetros analisados.

Behm e Sale (1993), a partir da análise de diversas pesquisas, evidenciaram que os ganhos de força obtidos através do treinamento isocinético, são específicos por velocidade, ou seja, os maiores ganhos de força acontecem na própria velocidade em que se realiza a ação muscular ou próximo dela. A partir da análise de outros estudos, Fleck e Kraemer (2006) comprovaram que o treinamento isocinético, resulta em aumento da força muscular. No entanto, não apontam quais as velocidades em que os aumentos de força são mais pronunciados.

Pode-se constatar a controvérsia a respeito do assunto, apreciando alguns estudos com resultados confusos e conflitantes apresentados no trecho:

Com modos isotônicos, Asmussen et al. (1965), Komi (1973) e Komi e Buskirk (1973) reportaram um aumento da força excêntrica com um aumento da velocidade de movimento. Eloranta e Komi (1980) e Jorgensen (1976) reportaram as maiores forças em baixas velocidades com reduções insignificantes da força a velocidades mais altas. Dois estudos isocinéticos demonstraram um aumento de força à medida que a velocidade aumentava, enquanto Hageman et al. (1988) não descobriram

nenhuma mudança significativa ou torque na extremidade inferior de 30 graus por segundo a 180 graus por segundo. Estudos que mostraram uma relação direta entre força e velocidade de movimento usaram velocidades extremamente baixas (à ordem de 30 graus por segundo e mais baixas), o que pode influenciar a generalização de resultados.

(Albert, 2002, p. 30).

Nesse sentido, alguns estudos têm sua análise comparativa prejudicada, devido às diferenças nos protocolos e formas de avaliação.

3 Metodologia

3.1 Testes Piloto

A realização deste teste piloto, teve inicialmente como finalidade, padronizar através de procedimentos de cinemetria, a técnica de execução dos exercícios propostos, ou seja, o teste visava uma análise cinemática do exercício rosca direta com barra, cujos movimentos acontecem no plano sagital (eixo látero-lateral), sendo utilizadas para a captura das imagens, 4 câmeras filmadoras digitais reflexivas *Qualisys* com frequência de 240Hz, posicionadas conforme ilustra a figura 1.

Simultaneamente foi realizada a eletromiografia do bíceps braquial, avaliando a atividade elétrica do músculo em contração e o comportamento das fibras musculares em cada uma das velocidades (maior ou menor). Contudo, os resultados eletromiográficos não serão apresentados neste estudo.

Foram utilizados seis marcadores passivos (retro-reflexivos), de formato esférico, que foram fixados com auxílio de fita-adesiva. Ao lado de cada câmera foram utilizados iluminadores, de forma a garantir a incidência da reflexão dos marcadores sobre as lentes.

Quanto aos pontos anatômicos, foram escolhidos para posicionamento dos marcadores, o ombro (borda externa do acrômio), o cotovelo (epicôndilo lateral) e o punho (processo estilóide do rádio) de ambos os membros superiores do indivíduo. No processo de captura, foi utilizado o software Qtrac e para o processamento dos foi realizado com o Qtrac View.

A captura do sinal eletromiográfico foi realizada com eletromiógrafo Myosystem 2000, fabricante Noraxon, numa frequência de amostragem de 2000 Hz. Foram utilizados eletrodos de superfície, bipolares (distância de 2 cm entre os pólos), auto-adesivos da marca Noraxon. O voluntário foi orientado a trajar roupas leves que não atrapalhem a visualização e nem a execução dos movimentos. Para diminuição da impedância da pele, regiões da cútis do bíceps braquial direito e das costas, passaram por um preparo que antecedeu a fixação dos eletrodos. Tal preparo consistiu na assepsia da pele com algodão umedecido em álcool. Não foi necessário realizar tricotomia. Para colocação dos eletrodos, foi obedecida a técnica de fixação no ponto médio do ventre muscular, na direção longitudinal

das fibras. O eletrodo terra foi afixado na região das costas, mais precisamente sobre o processo espinhal C7.

O voluntário foi devidamente familiarizado com a técnica correta de execução do exercício rosca direta com barra, tanto na maior velocidade de execução quanto na menor, apurando assim, o sentido cinestésico, com o intuito de evitar erros durante a coleta.

Para a coleta utilizou-se uma barra de 1m de comprimento, pesando 8kg, um par de anilhas de 10kg, um par de anilhas de 3kg e duas travas para prender as anilhas à barra. Esta é a carga correspondente a oito repetições máximas (8RM) para o voluntário em questão.

O protocolo consistiu na realização de quatro séries de oito repetições, sendo as duas primeiras séries realizadas em menor velocidade (uma contração completa a cada 8s) e as duas últimas com maior velocidade (uma contração completa a cada 1,5s).

O controle das velocidades de execução dos exercícios, ocorreu através da utilização de sinal sonoro. Através do software Audacity 1.3.4 beta, editor de áudio, foi estabelecido que a velocidade angular de $30^\circ/\text{s}$, corresponde a uma frequência de aproximadamente 15 bpm (batidas por minuto) e $180^\circ/\text{s}$ a uma frequência de aproximadamente 40 bpm. Esse foi um procedimento fundamental, pois a partir disso ficou estabelecido o tempo para emissão de cada um dos sinais sonoros, sendo que para a menor velocidade foram emitidos dois sinais, para determinar o início e o final de cada ação concêntrica, enquanto que para a maior velocidade, foi emitido apenas um sinal que determinou o início de cada ação concêntrica.

A coleta foi realizada nas dependências do Laboratório de Biomecânica e Reabilitação do Aparelho Locomotor do Hospital das Clínicas da UNICAMP.

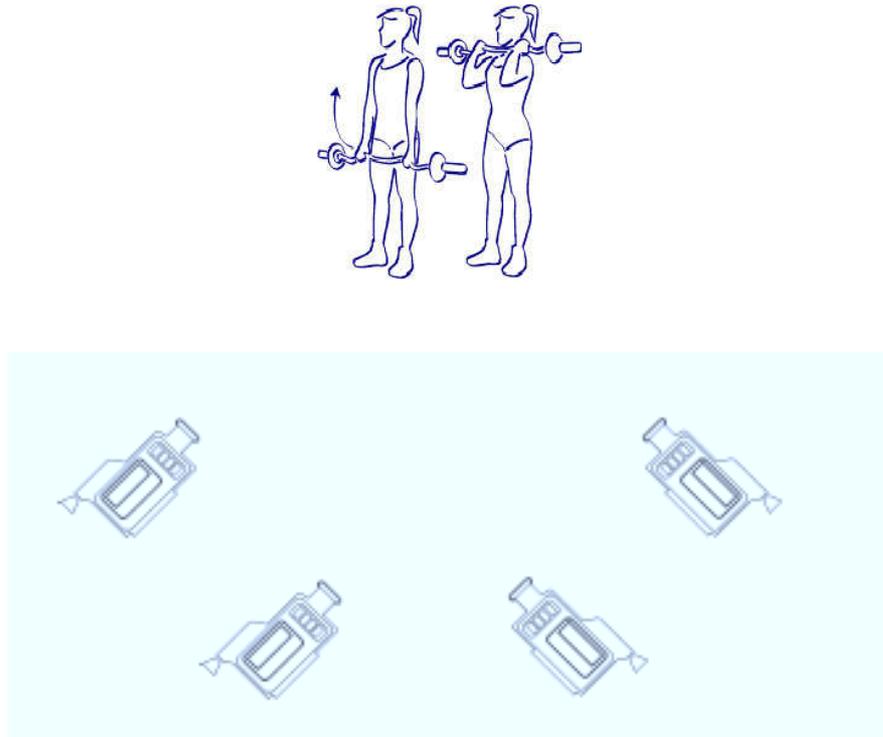


Figura 1. Representação do posicionamento das câmeras para captura das imagens

3.2 Amostra

Após divulgação da pesquisa na internet, por meio da assessoria de imprensa da Unicamp, foram pré-selecionados 40 voluntários, dos quais 20 abdicaram do direito de participação no estudo, sendo necessário contactar mais voluntários da lista de espera para compôr a amostra. Os motivos apresentados justificando a desistência foram de naturezas diversas como: alterações na rotina e horários dos participantes, contusões, dificuldades em manter uma frequência regular nos treinamentos, intolerância à dor muscular de início tardio, insatisfação com as condições do local de treinamento ou descontentamento com o número de exercícios. Foram então submetidos ao treinamento 20 sujeitos, homens, com faixa etária entre 18-30 anos. A idade foi selecionada devido ao platô de força encontrar-se entre estes valores conforme Fleck e Kraemer (2006). Os participantes foram informados dos procedimentos e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética da Unicamp. Os voluntários mostraram um perfil compatível com as condições para participação no estudo: estar fisicamente inativos há pelo menos oito semanas, a

fim de suprimir as adaptações geradas por possíveis treinamentos anteriores e não ter histórico de lesões relacionadas com as articulações do cotovelo e joelhos.

Os indivíduos foram divididos em dois grupos:

- 1 - Lento: execução dos exercícios com velocidade de aproximadamente 30°/s;
- 2 - Rápido: execução dos exercícios com velocidade de aproximadamente 180°/s.

3.3 Avaliações

3.3.1 Antropometria

Para as medidas de circunferência dos braços e coxas foi utilizada fita métrica com precisão de 1 mm. Para o bíceps, a tomada realizada teve como referencial o ponto médio entre o ombro e o cotovelo. A medida da coxa teve como referencial o seu terço superior, considerando a distância entre a espinha ilíaca antero inferior até o ângulo superior da patela.

3.3.2 Testes de Repetição Máxima (RM)

Os Testes de RM têm como característica identificar o número máximo de repetições realizadas em uma única série, sem prejuízos à técnica do exercício e que induzam à fadiga muscular voluntária momentânea.

Após a realização dos testes piloto, anteriores ao início da coleta de dados, sentiu-se a necessidade de alteração na dinâmica dos testes de 1RM, no sentido de aumentar a praticidade e eliminar riscos potenciais existentes na realização do teste convencional. Em conformidade com procedimentos propostos por McArdle; Katch e Katch (2003), foi realizado um teste de estimativa de 1RM, no qual o esforço realizado é submáximo. Os indivíduos após aquecerem-se, tiveram um minuto de descanso para que pudessem realizar a primeira tentativa no sentido de identificar o peso máximo a ser utilizado para um valor de 7 a

10RM. A partir daí, tiveram descansos de um a cinco minutos, sendo que as cargas foram sendo aumentadas ou subtraídas até que o indivíduo realizasse sete movimentos, sem capacidade de completar a oitava execução. O valor encontrado em quilogramas foi aplicado à equação que calcula qual 1RM para indivíduos destreinados:

$$1RM \text{ (kg)} = 1,554 \times 7 \text{ a } 10RM \text{ de peso (kg)} - 5,181$$

(equação proposta por McArdle; Katch e Katch (2003) para identificar 1RM para indivíduos destreinados)

3.4 Protocolo Experimental

O local de treinamento foi compartilhado com turmas de voluntários de projetos de mestrado e alunos de musculação do programa de extensão universitária. Esse fator levou a pequenos ajustes no protocolo inicial. Para a escolha dos exercícios, foram considerados exercícios com a utilização de pesos livres, facilmente realizados numa área externa e proporcionando conforto para todos os envolvidos. Os exercícios selecionados foram: rosca direta com barra e agachamento. Basicamente deve-se considerar duas particularidades que estão interligadas: tratam-se respectivamente de exercícios mono e bi-articulares, cujo trabalho muscular é diferenciado (isolamento da musculatura X trabalho de cadeias musculares) e a existência de uma diferente exigência coordenativa para a execução, que leva a níveis distintos de familiarização e conseqüentemente de administração do exercício.

3.4.1 Rosca direta com barra

Objetivo: Provocar adaptações de ordem neural e aumento de secção transversa dos braços.

Posição inicial: Indivíduo em pé, com os pés paralelos, mãos segurando a barra, os braços na posição anatômica, distância entre as mãos determinada pelo alinhamento longitudinal entre punho, cotovelo e ombro.

Execução: O indivíduo realiza a flexão simultânea dos cotovelos no plano sagital, até o limite anatômico, sem movimentos auxiliares do tronco e dos braços conforme ilustra a figura 2.

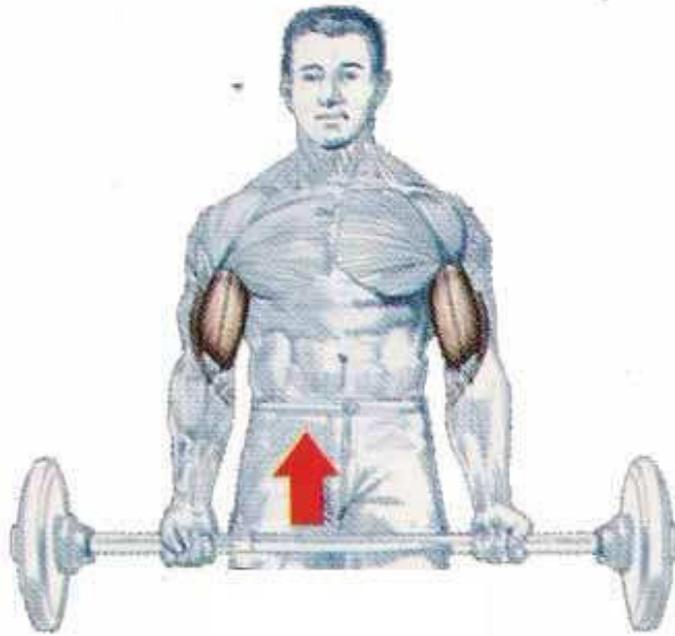


Figura 2. Representação do posicionamento inicial para o exercício rosca direta com barra.

3.4.2 Agachamento

Objetivo: Provocar adaptações de ordem neural e aumento de secção transversa das coxas.

Posição inicial: Indivíduo em pé, com os pés paralelos e mais afastados que a largura dos ombros, barra posicionada na parte superior das costas, em contato com o músculo deltóide e adjacente à espinha da escápula, mãos na metade da distância entre os ombros e a primeira anilha colocada na barra.

Execução: O indivíduo realiza a flexão simultânea dos joelhos e dos quadris, no plano sagital, ambos a 90°, com ligeira inclinação pélvica para evitar desconforto na região lombar da coluna. O posicionamento da barra deve ser mantido diretamente no alinhamento do dorso dos pés, assegurando que as tíbias fiquem numa posição vertical em relação ao solo e que a projeção vertical dos joelhos não ultrapasse os dedos dos pés no plano sagital, conforme ilustra a figura 3. Tais procedimentos são primordiais para prevenir lesões, trabalhar corretamente o equilíbrio e a manutenção da postura ereta do tronco, uma vez que a cada alteração de postura, também é alterado o centro de gravidade do indivíduo.



Figura 3. Representação do exercício agachamento livre com barra.

O início da coleta de dados aconteceu no dia 11 de março de 2008. Alguns voluntários começaram nas semanas subsequentes, porém, todos completaram oito semanas consecutivas, compreendendo três sessões semanais realizadas em dias alternados, sendo que todos os exercícios foram executados em quatro séries de oito repetições. O intervalo de recuperação entre as séries teve duração de 60s, conforme recomendado por Fleck e Kraemer (1999).

O controle das velocidades de execução de ambos os exercícios, tanto do grupo experimental V1 (30°/s) quanto do grupo experimental V2 (180°/s), ocorreu através da utilização de sinal sonoro. Através do software Audacity 1.3.4 beta, editor de áudio, foi estabelecido que V1 corresponde a uma frequência de 15 bpm (batidas por minuto) e V2 a uma frequência de 40 bpm. A partir disso obtivemos o tempo para emissão de cada um dos sinais sonoros, sendo que para V1 foram emitidos dois sinais para determinar o início e o final de cada ação concêntrica, enquanto que para V2 foi emitido apenas um sinal que determinou o início de cada ação concêntrica.

Um aparelho de telefone celular com Mp3 da marca Sony Ericsson foi o instrumento escolhido para emissão dos sinais sonoros, por ser de fácil manipulação e transporte.

A realização das sessões de treino aconteceu com a formação de 4 turmas com 5 participantes cada.

3.5 Reavaliações

Imediatamente após o término das oito semanas, os indivíduos novamente foram submetidos aos mesmos testes de 1RM e às medições antropométricas realizadas antes do início do treinamento.

3.6 Análise estatística

A análise estatística entre os grupos e as fases foi feita comparando os intervalos de confiança das medianas com nível de significância de 95% (McGILL et al, 1978).

4 Resultados

4.1 Antropometria

Os resultados antropométricos encontram-se nas figuras 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11. As avaliações mostraram que houve aumento nas circunferências avaliadas nos períodos pré e pós treinamento, entretanto, este aumento não foi estatisticamente significativo, tanto para musculatura de membros superiores quanto para membros inferiores em ambos os grupos.

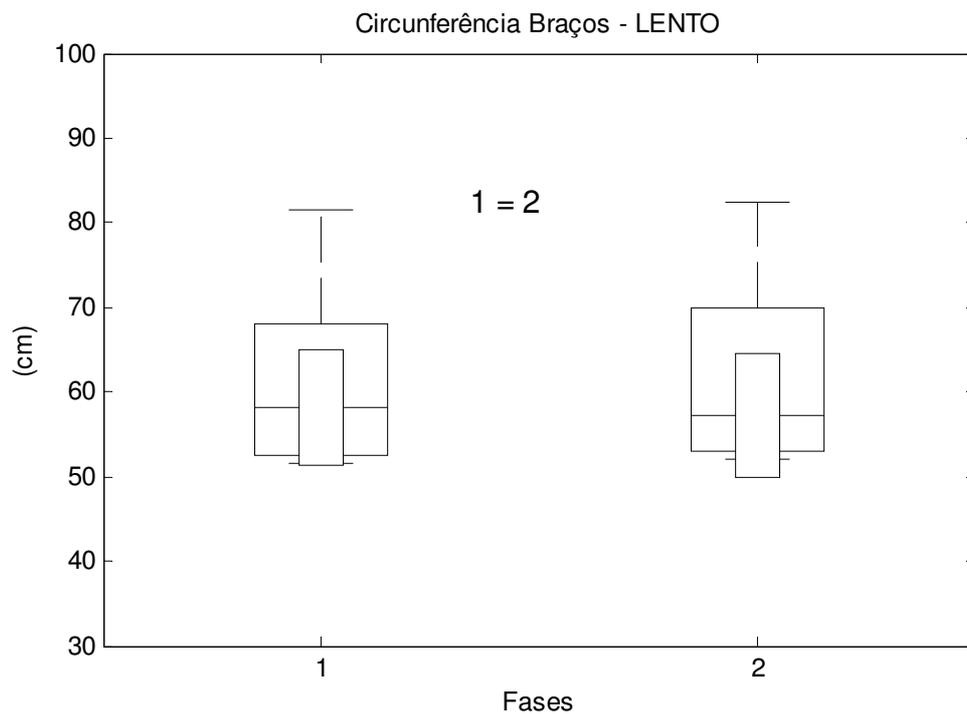


Fig.4. Valores de circunferência de braços no grupo lento.
Fase 1= pré-teste. Fase 2= pós teste.

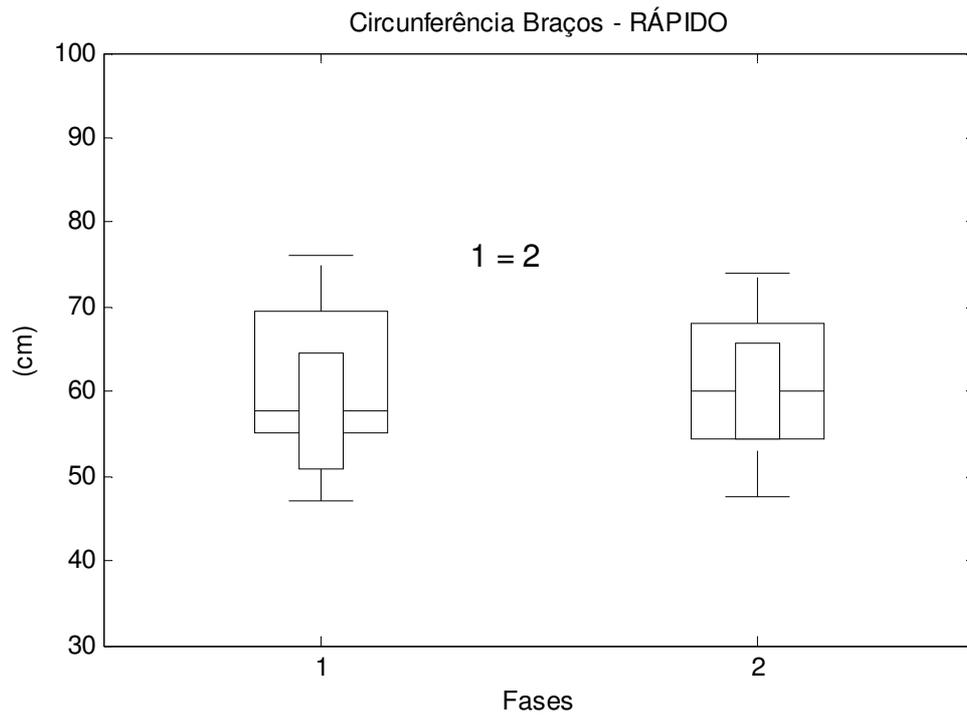


Fig.5. Valores de circunferência de braços no grupo rápido.
Fase 1= pré-teste. Fase 2= pós teste.

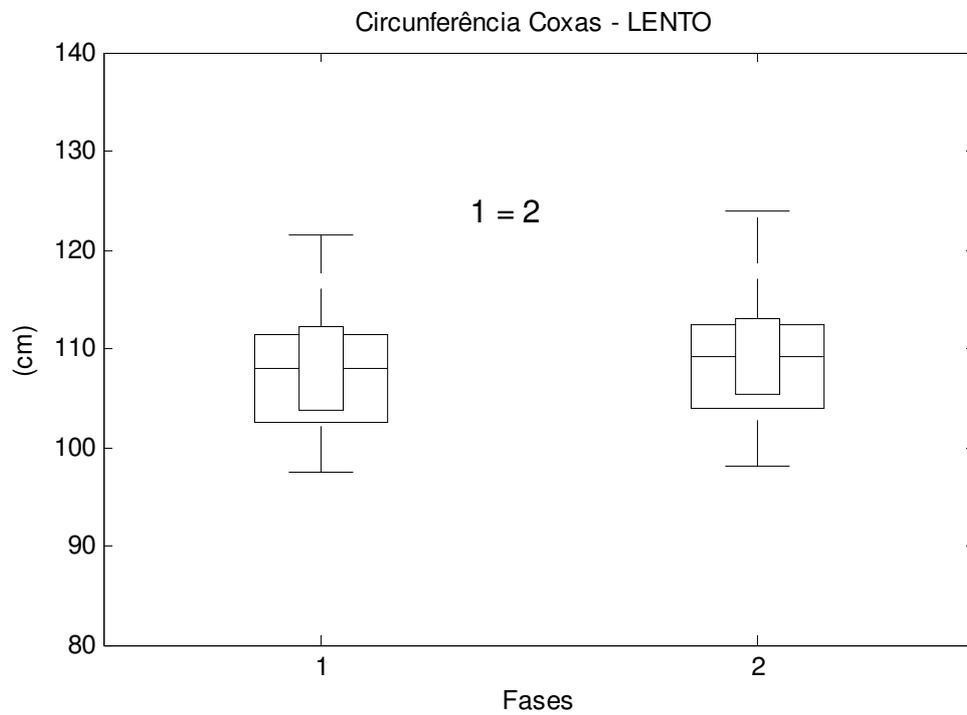


Fig.6. Valores de circunferência de coxas no grupo lento.
Fase 1= pré-teste. Fase 2= pós teste.

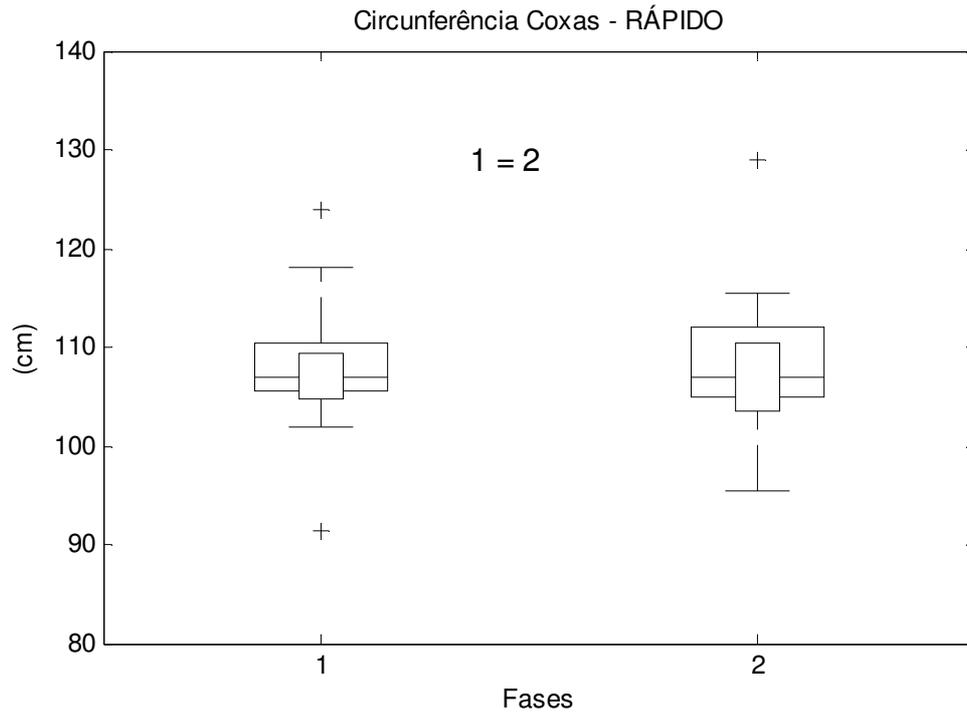


Fig.7. Valores de circunferência de coxas no grupo rápido.
Fase 1= pré-teste. Fase 2= pós teste.

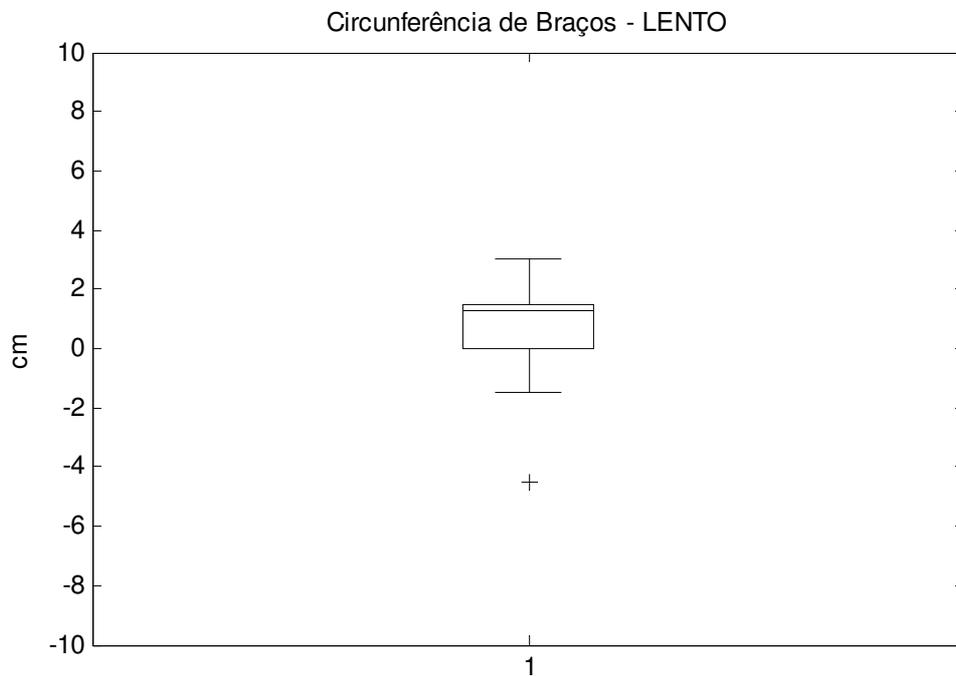


Fig.8. Valores de circunferência de braços no grupo lento.
1= valores pós-teste – valores pré teste.

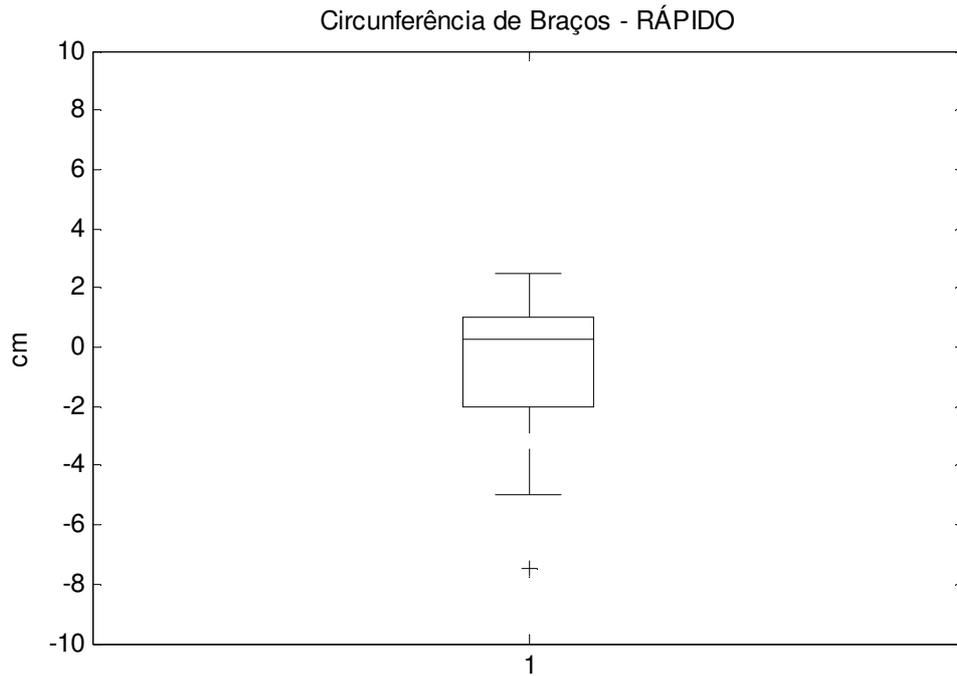


Fig.9. Valores de circunferência de braços no grupo rápido.
1= valores pós-teste – valores pré teste.

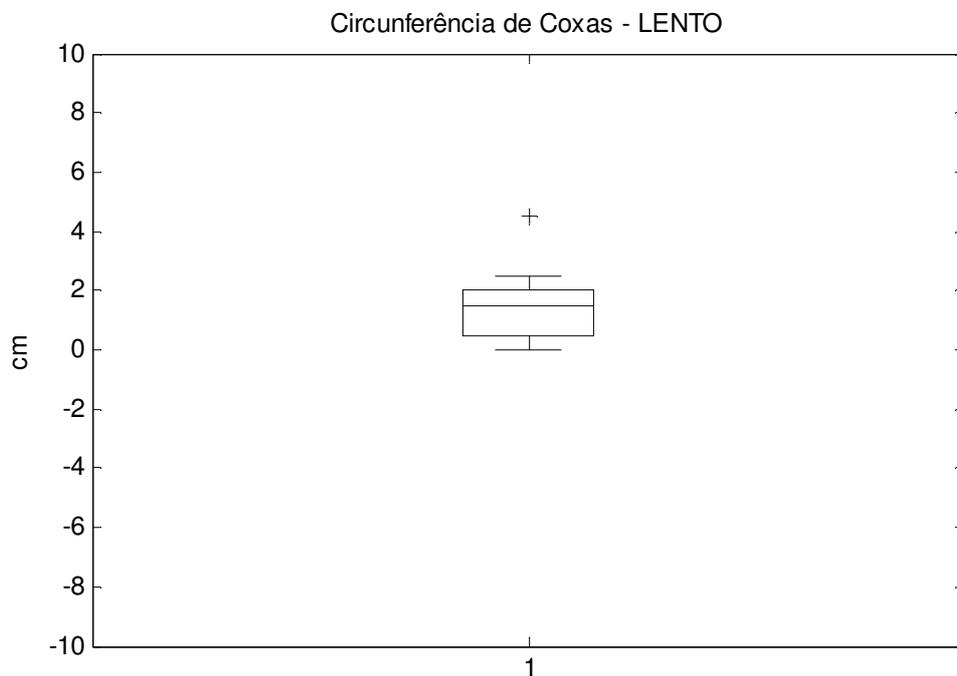


Fig.10. Valores de circunferência de coxas no grupo lento.
1= valores pós-teste – valores pré teste.

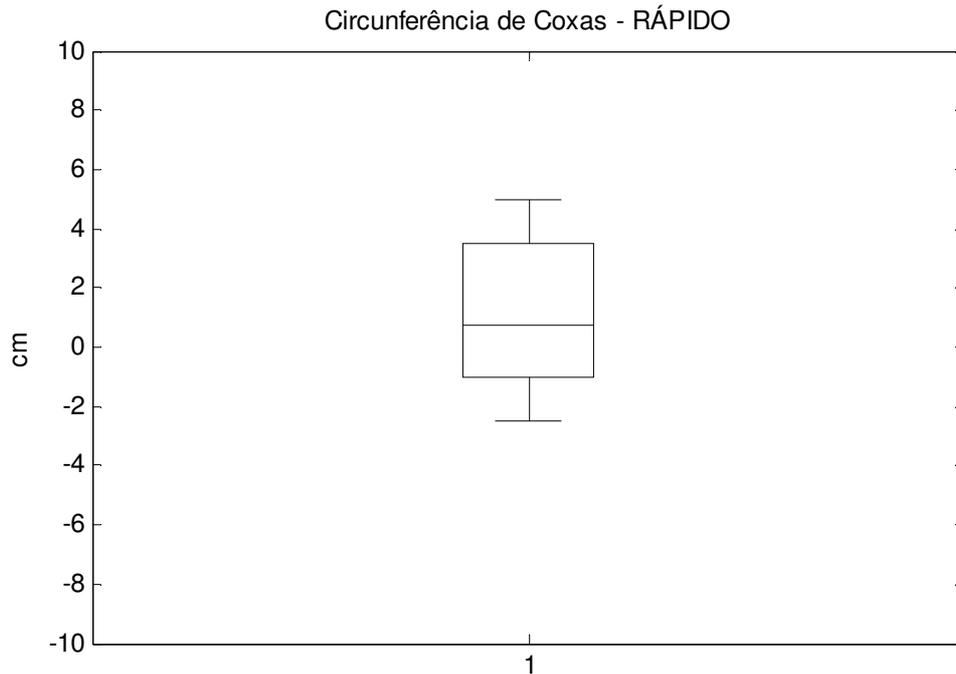


Fig.11. Valores de circunferência de coxas no grupo rápido.
1= valores pós-teste – valores pré teste.

4.2 Testes de Repetição Máxima (RM)

Os resultados relativos aos níveis de força no exercício agachamento encontram-se nas figuras 12, 13, 14 e 15. Aumentos significativos nos níveis de força foram encontrados em ambos os grupos.

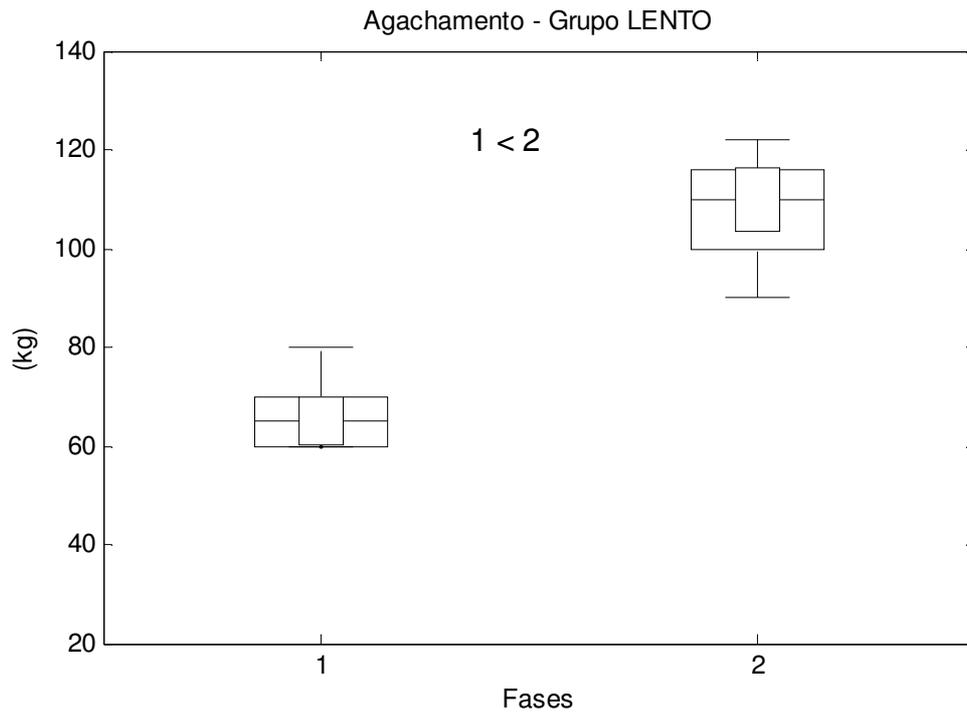


Fig.12. Valores de teste 7-10RM para o grupo lento (30°/s).
Fase 1= pré-teste. Fase 2= pós teste.

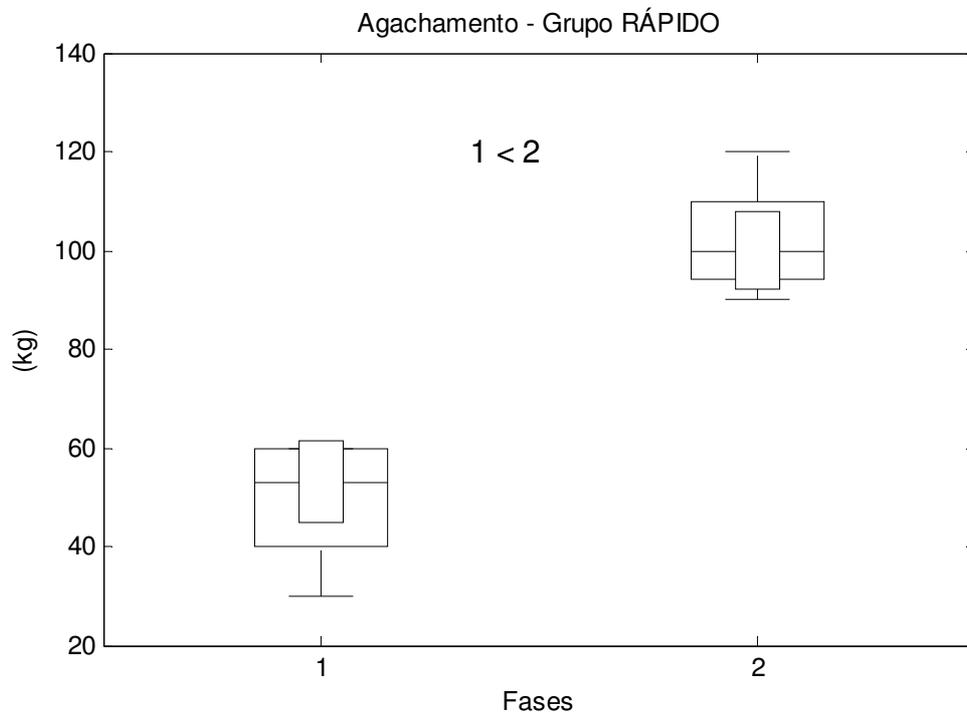


Fig.13. Valores de teste 7-10RM para o grupo rápido (180°/s).
Fase 1= pré-teste. Fase 2= pós teste.

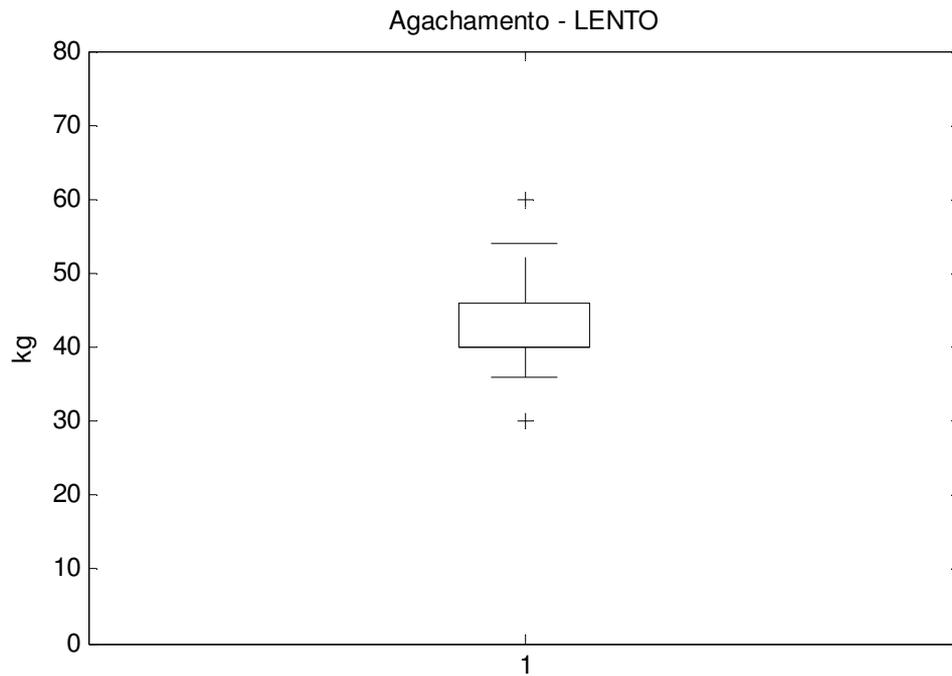


Fig.14. Valores de teste 7-10RM para o grupo lento ($30^{\circ}/s$).
1= valores pós-teste – valores pré-teste.

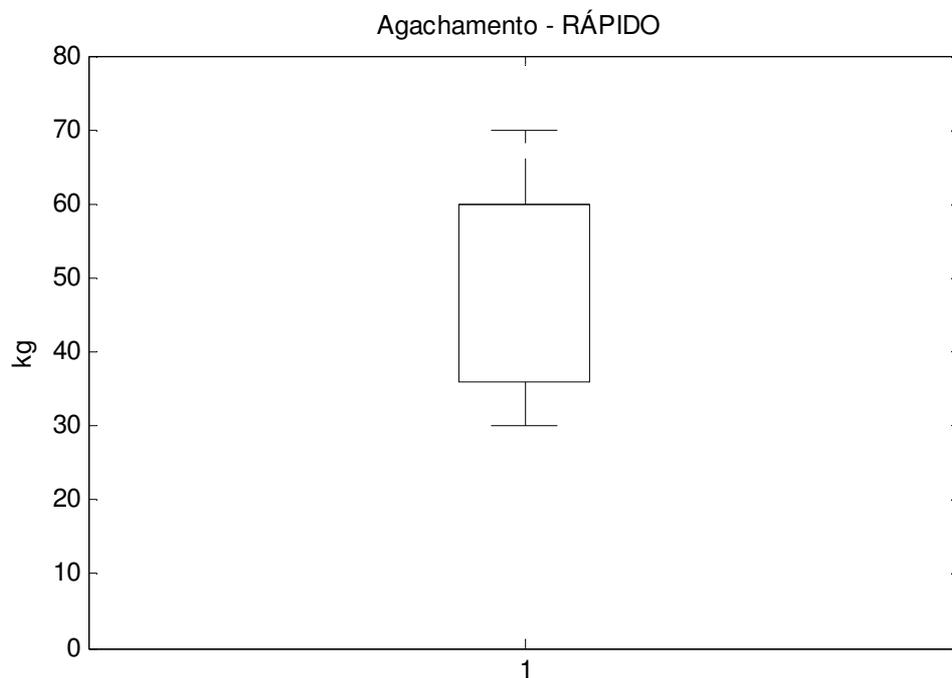


Fig.15. Valores de teste 7-10RM para o grupo rápido ($180^{\circ}/s$).
1= valores pós-teste – valores pré-teste.

As figuras 16, 17, 18 e 19 mostram a evolução nos testes pré e pós treinamento para o exercício rosca direta nos grupo lento e rápido.

No grupo lento o aumento não é estatisticamente significativo entre os períodos pré e pós treinamento, ao contrário do que acontece no grupo rápido.

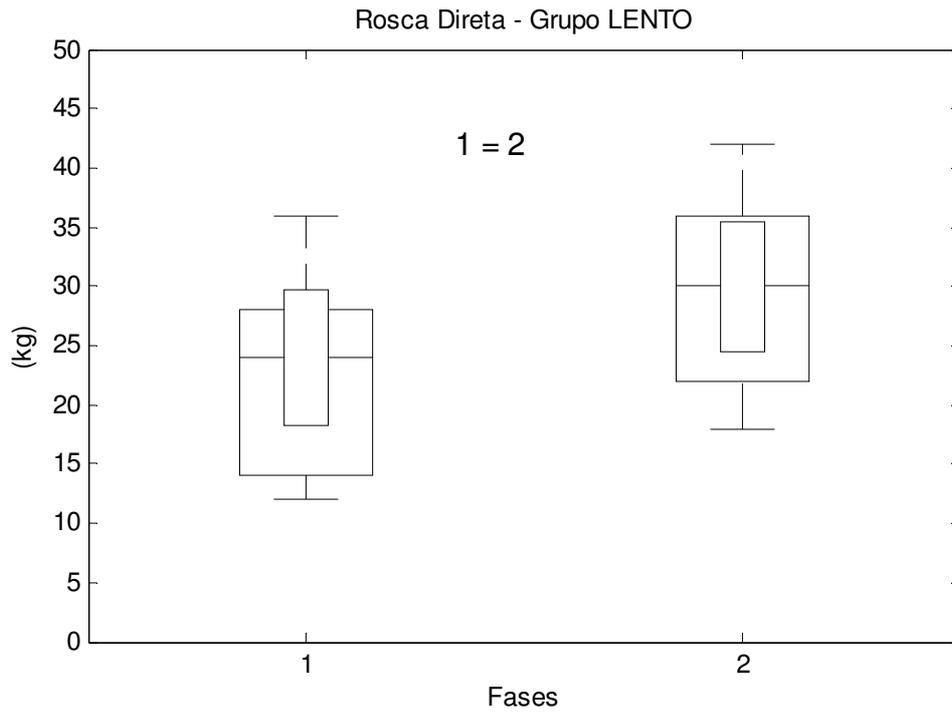


Fig.16. Valores de teste 7-10RM para o grupo lento (30°/s).
Fase 1= pré-teste. Fase 2= pós teste.

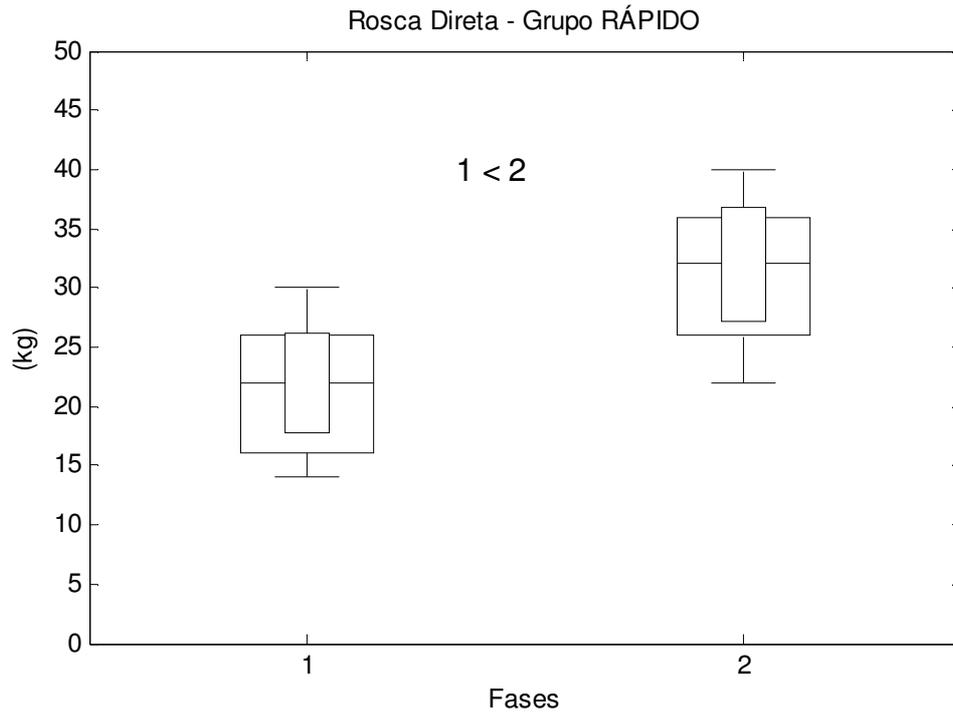


Fig.17.Valores de teste 7-10RM para o grupo rápido (180°/s).
Fase 1= pré-teste. Fase 2= pós teste.

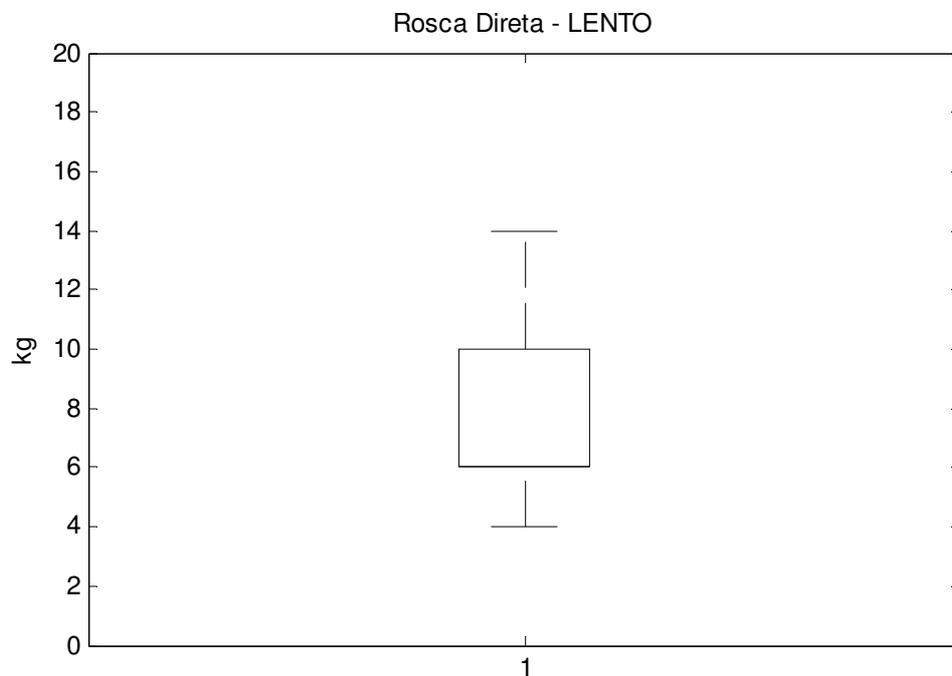


Fig.18.Valores de teste 7-10RM para o grupo lento (30°/s).
1= valores pós-teste – valores pré teste.

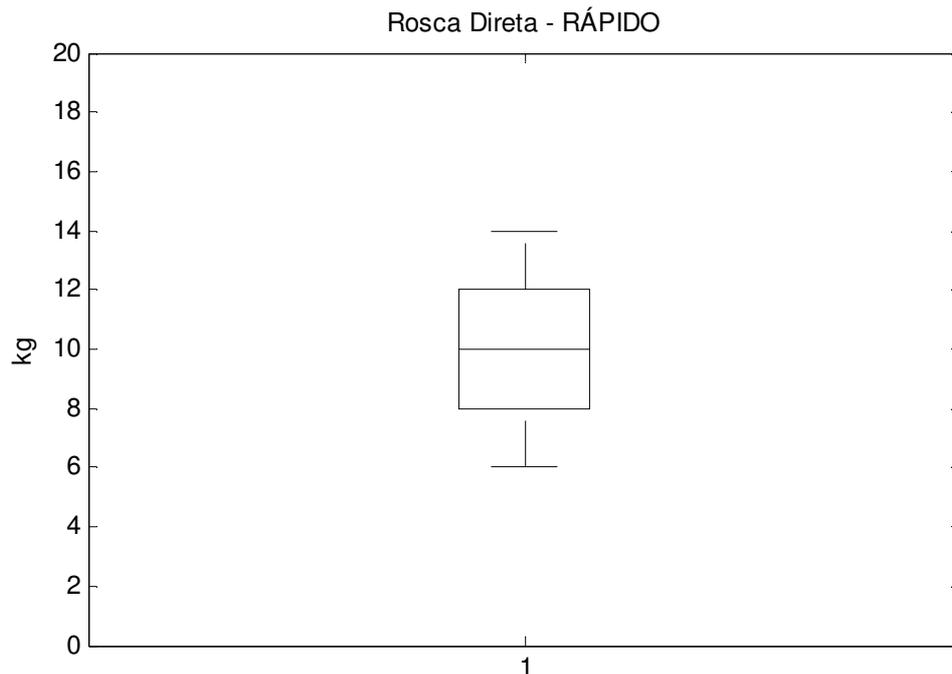


Fig.19.Valores de teste 7-10RM para o grupo rápido (180°/s).
I= valores pós-teste – valores pré teste.

As Figuras 20 e 21 mostram os ganhos percentuais de força para os exercícios agachamento e rosca direta, respectivamente, comparando a magnitude dos ganhos entre os grupos. Para isso, foi necessário ignorar os valores absolutos, estabelecendo ganhos percentuais relativos aos valores pré-teste de cada grupo, ou seja, dividindo a diferença entre os valores pré e pós teste, pelos valores do pré-teste.

Com relação ao agachamento, houve diferença significativa entre os grupos, sendo que o grupo lento teve percentuais de ganho de força inferiores aos encontrados no grupo rápido.

No exercício rosca direta não se observa diferença significativa nos níveis de ganho percentual de força entre os grupos.

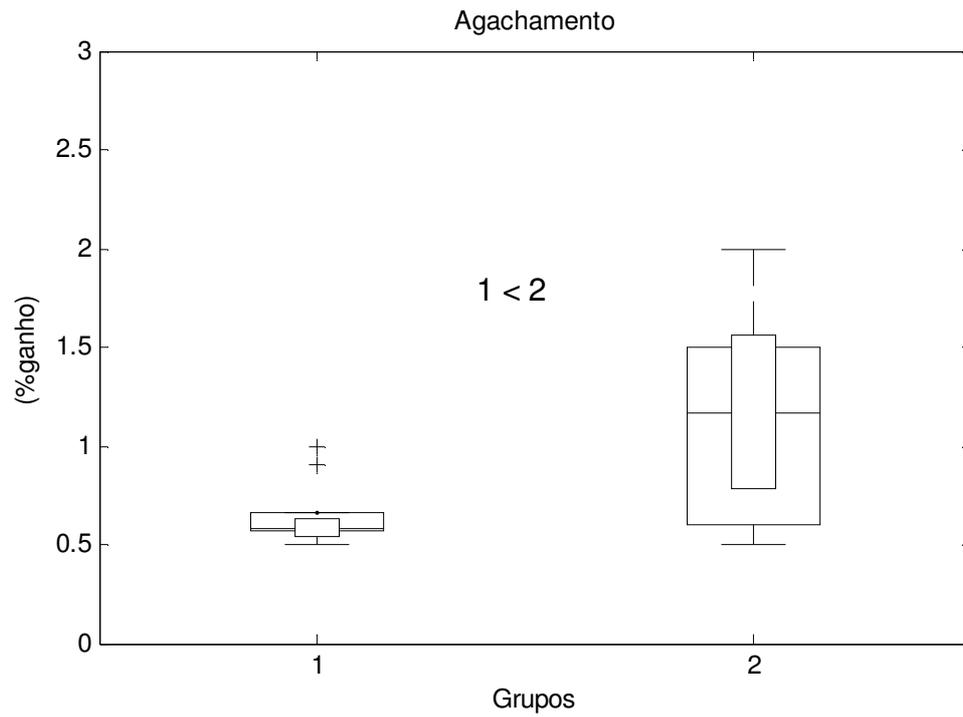


Fig.20. Percentuais de ganho de força no exercício agachamento.
Grupo 1= 30°/s. Grupo 2= 180°/s.

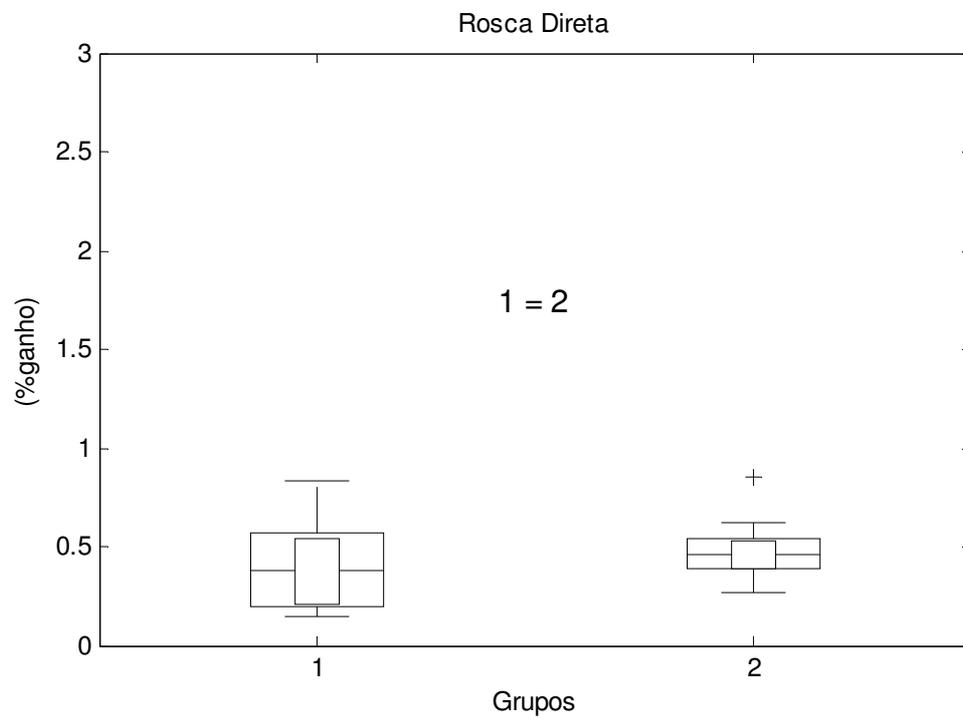


Fig.21. Percentuais de ganho de força no exercício rosca direta.
Grupo 1= 30°/s. Grupo 2= 180°/s.

Considerações Finais

Considerando a necessidade de conhecer e controlar de forma precisa todas as variáveis que envolvem o treinamento com pesos, o objetivo deste estudo foi verificar a influência da velocidade de execução de exercícios resistidos na força máxima e na hipertrofia muscular.

Os resultados deste estudo vão de encontro aos achados de Ribeiro et. al (2005), Farthing e Chilibeck (2003) e Chapman et. al. (2006), cujos estudos evidenciam uma tendência de ganhos superiores em força relacionada às maiores velocidades de execução de exercícios resistidos. O ponto comum entre os estudos citados é o fato de todos utilizarem recursos isocinéticos e apenas as fases excêntricas das contrações musculares em seus protocolos. Em contrapartida, este estudo faz uso de pesos livres e ações concêntricas e excêntricas em seu protocolo.

A força muscular pode aumentar em decorrência das adaptações neurais e da hipertrofia muscular. Como não houve aumento significativo nas circunferências analisadas, conclui-se que as mudanças nas circunferências dos membros não acompanharam os aumentos de força muscular, que no presente estudo, podem ser atribuídos às adaptações de ordem neural.

Para causar níveis significativos de hipertrofia muscular, futuras investigações podem inserir um maior número de exercícios por grupo muscular, visando o aumento dos microtraumas adaptativos que sinalizam a síntese protéica. Um maior tempo de treinamento (número de semanas) também se faz necessário, para que a resposta hipertrófica seja expressa de forma mais efetiva. A medição das dobras cutâneas, também é uma opção interessante, pois através deste instrumento se pode identificar a constituição do membro, ou seja, qual porção do membro é composto por tecido adiposo e qual é o comportamento desta matéria ao longo do experimento.

Os aumentos de força muscular ocorreram de forma significativa nos dois grupos apenas no exercício agachamento, sendo que a magnitude dos ganhos foi maior no grupo rápido. Estes dados sugerem que a utilização de maior velocidade de contração implica no desenvolvimento de maiores níveis de força muscular.

No exercício rosca direta não se observa a mesma relação, ocorrendo aumento significativo de força apenas no grupo rápido. Este fato pode ser explicado pela característica uniarticular do exercício rosca direta, que trabalha um número reduzido de

músculos, se comparado com o exercício agachamento, que mobiliza grandes grupos musculares.

A prescrição de exercícios resistidos com utilização de diferentes velocidades mostrou ter a sua validade, uma vez que diferentes níveis de força foram encontrados nos exercícios analisados. A especificidade do exercício (membros superiores vs. membros inferiores, multiarticulares vs. uniarticulares, grandes grupamentos musculares vs. pequenos grupamentos musculares), são fatores que podem interferir nos resultados. Novos estudos se fazem necessários no sentido de se estabelecer padrões, acerca de qual a melhor velocidade no treinamento resistido objetivando ganhos em força e hipertrofia muscular.

Referências

ADEYANJU, K.; CREWS, T. D.; MEADORS, W. J. Effects of two speeds of isokinetic training on muscular strength, power and endurance. **Journal Sports Medicine and Physical Fitness**, v.23, n.3, p. 352-356, sept.1983.

ALBERT, M. **Treinamento excêntrico em esportes e reabilitação**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2002.

BARCELOS, E. A.; ROGATTO, G. P. Influência do treinamento resistido superlento nos parâmetros antropométricos e funcionais de adultos do sexo masculino. **Revista Brasileira de Educação Física, Esporte, Lazer e Dança**, v. 1, n. 4, p. 115-126, dez. 2006.

BOMPA, T. O. **A periodização no treinamento esportivo**. Barueri: Manole, 2001.

_____.; PASQUALE, M.; CORNACCHIA, L. J. **Treinamento de força levado a sério**. 2. ed. Barueri: Manole, 2004.

CHAPMAN, D.; NEWTON, M.; SACCO, P.; NOSAKA, K. Greater Muscle Damage Induced by Fast Versus Slow Velocity Eccentric Exercise. **International Journal Sports Medicine**, v.27, p. 591-598, 2006.

FARTHING, J. P.; CHILIBECK, P. D. The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy. **European Journal Applied Physiology**, v.89, p.578-586, may. 2003.

FIELDING, R. A.; LEBRASSEUR, N. K.; CUOCO, A.; BEAN, J.; MIZER, K.; SINGH, M. A. F. High-Velocity Resistance Training Increases Skeletal Muscle Peak Power in Older Women. **Journal American Geriatrics Association**, v.50, p. 655-662, 2002.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FOSS, M. L.; KETEYIAN, S. J. **Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

GETMAN, L. R.; AYRES, J. J. Aerobic changes through 10 weeks of slow and fast speed isokinetic training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.10, p.47-51, 1978 apud FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

HALL, J. S. **Biomecânica básica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

KEELER, L. K.; FINKELSTEIN, L. H.; MILLER, W.; FERNHALL, B. 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, n.3, p. 309-314, 2001.

MAFFIULETTI, N. A.; MARTIN, A. Progressive versus rapid rate of contraction during 7 weeks of isometric resistance training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.33, n.7, p. 1220-1227, 2001.

MCARDLE, W. D; KATCH, F. I; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

McGILL, R., TUKEY, J. W., LARSEN, W. A. Variations of Boxplot. **The American Statistician**, v.32, n.1, p. 12-16, 1978.

PEREIRA, M. I. R.; GOMES, P. S. C. 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, mar/abr, 2007.

_____.; _____. Movement velocity in resistance training. **Sports Medicine**, v.33, n.6, p.427-438, 2003.

RIBEIRO, D. C.; LOSS, J. F.; CAÑEIRO, J. P. T.; LIMA, C. S.; MARTINEZ, F. G. Análise eletromiográfica do quadríceps durante a extensão do joelho em diferentes velocidades. **Acta Ortopedia Brasileira**, v.13, n.4, p. 189-193, 2005.

SHEPSTONE, N. S.; TANG, T. E.; DALLAIRE, S.; SCHUENKE, M. D.; STARON, R. S.; PHILIPS, S. L. Short-term high- vs. low-velocity isokinetic lengthening training results in greater hypertrophy of the elbow flexors in young men. **Journal of Applied Physiology**, v.98, p. 1768-1776, 2005.

VERKHOSHANSKI, Y. V. **Treinamento Desportivo - Teoria e Metodologia**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

WEINECK, J. **Treinamento ideal**. 9. ed. São Paulo: Manole, 2003.

ZATSIORSKY, V. M. **Ciência e Prática do Treinamento de Força**. São Paulo: Phorte, 1999.

APÊNDICES

APÊNDICE A: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidado para participar, como voluntário, em uma pesquisa. Após ser esclarecido sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título do Projeto: Avaliação da influência da velocidade de execução de exercícios resistidos na força máxima e na hipertrofia muscular.

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Sergio Augusto Cunha

E-mail: scunha@fef.unicamp.br

Pesquisador: Hugo Cantos de Almeida

E-mail: hugocanto@ig.com.br

Buscando ampliar os conhecimentos acerca dos fatores que geram a melhor performance no treinamento de força, este estudo pretende avaliar a influência da velocidade de execução de exercícios resistidos na força máxima e na hipertrofia muscular. Os voluntários serão divididos através da realização de sorteio em 2 grupos, que realizarão exercícios em velocidades específicas (30°/s e 180°/s), durante 8 semanas, com 3 sessões semanais. Testes de força máxima e medidas antropométricas serão utilizados para verificar a magnitude dos ganhos citados anteriormente.

Uma adaptação considerada normal neste tipo de exercício e que acarreta desconforto é a dor muscular tardia, processo que pode ser controlado através da devida recuperação entre cada sessão de treinamento. Os riscos com a participação neste estudo são inerentes à participação em qualquer programa comum de treinamento com pesos, sendo que os riscos de lesão são desprezíveis.

É reservado o direito de retirada do consentimento a qualquer momento. Nesse caso você não será penalizado de forma alguma. Os dados serão mantidos em sigilo.

A participação na pesquisa acarretará despesas com o transporte para chegar ao local da pesquisa (sala de musculação da Faculdade de Educação Física). Não haverá necessidade de compra de nenhum material acessório ou equipamento. As despesas com materiais de consumo para as aulas e de transporte dos pesquisadores serão de própria responsabilidade.

Em caso de dúvida você deve procurar o Prof. Dr. Sergio Augusto Cunha (responsável pela orientação deste estudo), telefone (19) 3521-6626. Denúncias de qualquer natureza poderão ser efetuadas pelo telefone do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Campinas pelo telefone (19) 3521-3986.

Eu, _____,
RG _____, concordo em participar desse estudo como voluntário. Fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador, ficando claros os propósitos do estudo, seus desconfortos e riscos, as garantias de sigilo e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas além das provenientes com deslocamento até o local da pesquisa. Concordo em participar voluntariamente desse estudo e posso retirar meu consentimento a qualquer momento sem penalidades.

Campinas, __ de _____ de ____ .

Assinatura do voluntário

Assinatura da testemunha

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste voluntário para participação neste estudo.

Prof. Dr. Sergio Augusto Cunha

Hugo Cantos de Almeida RA – 033321.