

**EXERCÍCIO SUPINO HORIZONTAL:
COMPARAÇÃO DE RM EXECUTADAS EM MÁQUINAS E PESOS LIVRES EM DIFERENTES
INTENSIDADES POR INDIVÍDUOS EXPERIENTES E POUCO FAMILIARIZADOS**

João Augusto Reis de Moura¹,
Jairo Jerônimo Barros Júnior²,
Mauriti Marcos Cardoso Júnior²

RESUMO

Este estudo teve como objetivo comparar o número de Repetições Máximas (RM) realizadas através de diferentes percentuais de 1RM entre o exercício supino horizontal executado com Pesos Livres (PL) com o executado em máquinas (MAQ) de Treinamento Resistido com Pesos quando indivíduos experientes e pouco familiarizados são submetidos ao esforço. Participaram voluntariamente do estudo 20 homens (10 experientes e 10 pouco familiarizados ao treinamento resistido com pesos. Primeiramente os indivíduos realizaram o teste de 1RM e posteriormente testes de RM com velocidade controlada de dois segundos para fase excêntrica e o mesmo tempo para fase concêntrica do movimento, em dias diferentes, com intensidades de 90%, 75% e 60% de 1RM em MAQ e PL. A ANOVA trifatorial (2x3x2 – instrumento de medida, % de 1RM e nível de familiarização) para medidas repetidas no 1º e 2º fator somente acusou diferenças significativas entre as médias de RM frente as diferentes intensidades de quilagem (% de 1RM). Conclui-se que o número de RM não difere entre MAQ e PL em um mesmo % de 1RM tal fenômeno também não apresenta dependência do nível de familiarização do indivíduo ao Treinamento Resistido com Pesos.

Palavras-chave: Treinamento resistido com pesos, Força, Metodologia de treino.

1- Fundação Universidade Regional de Blumenau e Universidade do Vale do Itajaí-Laboratório de Fisiologia do Exercício LAFEX - Santa Catarina
2- Personal Trainer

ABSTRACT

Horizontal supine exercise: compare the RM executed using Machinery and Free Weight through different intensity individuals experienced not much proficient individuals

This study had as goal to compare the number of Repetitions Maximum (RM) accomplished through different percentages of 1RM between the horizontal supine exercise done with Free Weight (FW) and those executed using Weight Resistance Training (WRT) Machinery (MAC) when experienced individuals not much proficient individuals are submitted to the effort. Have participated voluntarily in the study 20 men (10 experienced individuals and 10 not much proficient individuals to the WRT). Firstly the individuals executed tests of 1RM and after RM tests with two seconds controlled velocity to the eccentric phase and the same time to the movement's concentric phase, in different days, with intensity of 90%, 75% and 60% of 1RM in MAC and FW. The ANOVA three factorial (2x3x2 - measurement instrument, % of 1RM and familiarization level) for repeated measures in the 1º and 2º factor only showed significant differences between the RM averages forefront the different weight intensities (% of 1RM). It is concluded that the RM number does not differ amid MAC still FW at an identical % of 1 RM such phenomenon also does not show dependence to the individual's familiarization level to WRT nevertheless.

Key words: Weight resistance training, Strength, Training methodology.

Endereço para correspondência:
joaomoura@furb.br

INTRODUÇÃO

O Treinamento Resistido com Pesos, popularmente conhecido como “musculação”, tem crescido em popularidade nos últimos anos e com ele o número de estudos científicos a seu respeito tem aumentado vertiginosamente. A lei biológica do estímulo-resposta determina que, uma vez “dosada” adequadamente a carga de trabalho (estímulo), a resposta esperada, seja ela física (aumento de força, potência ou resistência muscular localizada) ou morfológica (aumento de volume ou do enrijecimento muscular), pode ser obtida com segurança através do Treinamento Resistido com Pesos. Assim, jovens, adultos e idosos com diferentes níveis de condição física, têm se beneficiado ao realizarem programas de Exercício Resistido com Pesos.

O controle da carga da sessão de treinamento tem sido estudado de diversas maneiras, sendo que, algumas evidências científicas apontam para o estabelecimento de determinadas diretrizes de treinamento. Em diretrizes estabelecidas pelo *American College of Sports Medicine* (2002) definiu-se que, para o treinamento de força máxima, uma a seis Repetições Máximas (RM) devam ser realizadas, para o desenvolvimento do tecido muscular seis a 12 RM são mais indicadas para este objetivo, para elevar a resistência muscular local (RML) séries com 15 a 25 RM são mais eficientes. Estes valores de RM são equivalentes a determinados Percentuais de Uma Repetição Máxima (% de 1RM) e ao fazer um número determinado de RM estima-se, aproximadamente, a qual % de 1RM o indivíduo se encontra no treinamento.

Embora esta relação (RM vs % de 1RM) pareça ser afetada por variáveis como gênero e tipo do exercício (Hoeger, Hopkins, Barette, 1990; Walker, Sussman, Tamburello, 2003; Moura, 2004) e velocidade de execução do movimento (Pereira, 2001) ou técnica de execução (Moura e colaboradores, 2004), mesmo assim, tem sido largamente empregada nas programações de treino. Uma variável potencialmente interveniente nesta relação diz respeito a possíveis discrepâncias nesta relação se ela for estabelecida em máquinas ou em pesos livres no Treinamento Resistido com Pesos. A capacidade de resistir ao esforço (RM) sendo executada em um mesmo % de 1RM e em um mesmo exercício seria semelhante ao executado ora em maqui-

na ora em pesos livres?

Simpson e colaboradores (1997) e Cotterman, Darby, Skelly (2005) estudaram a relação entre máquinas e pesos livre nos exercícios agachamento e supino para os valores de 1RM. As correlações foram maiores para o supino ($r > 0,90$) e menores para o agachamento (r entre 0,65 e 0,70) sendo todas significativas ($p < 0,05$). Embora estes estudos mostrem apreciável correlação entre um mesmo exercício executado em máquina ou em pesos livres, ainda assim, houve diferença significativa entre as médias ($\neq 10,9$ kg; para um $p < 0,001$) para o supino com pesos livres do que no *Smith machine* (Cotterman, Darby, Skelly, 2005). Simpson e colaboradores (1997) não analisaram a diferença entre as médias.

Até onde foi possível pesquisar, este estudo não teve acesso a trabalhos que tenham analisado esta relação para valores de força pura (90% de 1RM), força/resistência de hipertrofia muscular (75% de 1RM) ou resistência muscular (60% de 1RM) executados em máquinas comparativamente com pesos livres.

Assim, o objetivo do presente estudo foi comparar a produção de força e resistência muscular local (através de repetições máximas em diferentes percentuais de 1RM) no exercício supino horizontal executado com barra e anilhas (pesos livres) com o executado em máquinas de Treinamento Resistido com Pesos quando indivíduos experientes e pouco familiarizados são submetidos ao esforço.

MATERIAIS E MÉTODOS

Sujeitos

O grupo de estudo foi composto por homens sendo 10 pouco familiarizados (com prática de Treinamento Resistido com Pesos de dois a três meses) e 10 experientes (com prática acima de 24 meses no Treinamento Resistido com Pesos). A todos os sujeitos foi explicado o objetivo e os procedimentos do estudo, em seqüência assinaram termo de consentimento livre e esclarecido e proteção de privacidade conforme resolução específica do Conselho Nacional de Saúde (nº 196/96) tendo a participação voluntária de todos os sujeitos.

Estimativa da composição corporal

Medidas antropométricas foram reali-

zadas nos sujeitos no intuito de estabelecer a caracterização morfológica destes. Para tal, sempre pelo mesmo avaliador (que apresenta fidedignidade nas medidas antropométricas), efetuaram-se as mensurações antropométricas de acordo com as técnicas recomendadas pela *Anthropometric Standardization reference Manual* descritas em Lohman, Roche, Martorell (1988). Foram mensurados a massa corporal (MC), Estatura (EST), perímetros da cintura e antebraço, dobras cutâneas subescapular, tricipital, abdominal horizontal, suprailíaca e panturrilha medial. Utilizou-se adipômetro CESCORF, balança Filizola e fita métrica com resolução de medida de 0,1 mm; 0,10 gramas e 0,1 cm; respectivamente. Para medida da estatura foi utilizado um estadiômetro com balança marca Filizola com resolução de 1,0cm. Morfologicamente a Massa Gorda (MG) foi obtida através de uma regra de três simples a partir do percentual de gordura (%G), o qual foi estimado pela equação de Siri (1961) a partir da densidade corporal predita pela equação de Petroski (1995) com quatro dobras cutâneas. A Massa Corporal Magra (MCM) foi determinada pela Massa Corporal (MC) subtraída da Massa Gorda (MG).

Testes de 1RM e RM

Foram analisadas a força, força/resistência e resistência muscular através de testes de RM em diferentes intensidades de quilagem (load) calculadas a partir de %1RM. Primeiramente foi determinada a força dinâmica máxima do grupo de estudo através do teste de 1RM (quilagem = 100% da força) e após foram calculadas as quilagens que correspondessem a 90, 75 e 60% de 1RM e a estes percentuais foram aplicados os testes de RM.

O foco deste estudo foi de comparar as capacidades de força (90% de 1RM), força/resistência (75% de 1RM) e resistência muscular (60% de 1RM) executado em máquinas de Treinamento Resistido com Pesos (INBAF) com as executadas em pesos livres (barras e anilhas), no mesmo exercício de supino. Para garantir um grau similar de conhecimento no movimento tanto do Supino Máquina (SM) quanto Supino Livre (SL), foram realizada quatro sessões de adaptação no exercício supino ao qual o indivíduo não

treinava regularmente. Assim, o delineamento do estudo processou-se conforme figura 1.

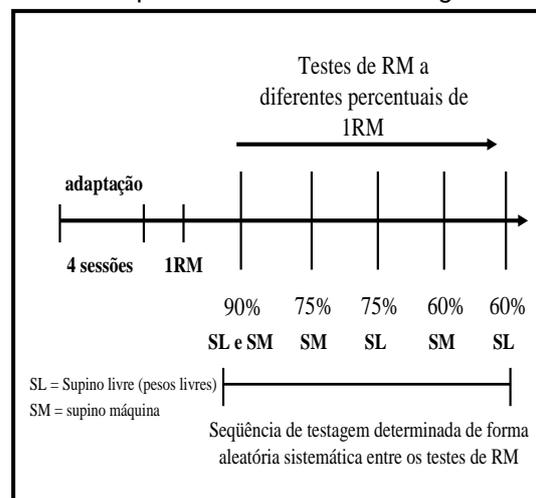


Figura 1. Seqüência de adaptação e testagem do estudo (delineamento).

O teste de RM a 90% de 1RM foi realizado no SL e SM em um mesmo dia de testagem, haja visto que, o número de repetições é baixo o desgaste muscular pequeno apesar do esforço Máximo (Simpson e colaboradores, 1997); entre estes dois testes foi dado um intervalo recuperativo de quinze minutos sendo que o 1º teste foi para SM ou SL com seqüência alternada entre os sujeitos. Já para 75% e 60% de 1RM, o tempo de execução da série aumenta (Kraemer, Marchitelli, Gordon, 1990; Kraemer, Fleck, Dziados, 1993; Moura, 2004) e a formação do lactato constituída como produto final da utilização de glicose como fonte de energia anaeróbica (Kraemer, Marchitelli, Gordon, 1990; Kraemer, Fleck, Dziados, 1993) produz um desgaste muscular-metabólico maior que a 90%, diante destes eventos fisiológicos, foi realizado em dias únicos e específicos os testes de SL e SM a 75 e 60% de 1RM.

Seqüência de testagem

A seqüência de testes foi sempre padronizada, sendo da seguinte forma: 1º) RM a 90% - SL e SM, 2º) RM a 75% - SL, 3º) RM a 75% - SM, 4º) RM 60% - SL e 5º) RM a 60% - SM, todavia, o primeiro teste a ser executado na seqüência variou. O primeiro sujeito do grupo de estudo inicialmente realizou o teste de RM a 90% (SL e SM) e o restante da seqüência, o segundo sujeito iniciou com 75% (SL) e restante da seqüência encerrando-a

com RM em 90% (SL e SM), o terceiro iniciou com RM 75% (SM) e o restante da seqüência encerrando-a com 75% (SL), e assim sucessivamente para todos os sujeitos. Este procedimento foi realizado para evitar que um possível efeito de aprendizagem dos testes (Isaac e Michael, 1984) pudesse favorecer o desempenho nos últimos testes caso o exercício inicial da seqüência fosse sempre fixo.

Para o teste de 1RM foi utilizado o protocolo descrito em Moura, Almeida, Sampedro (1997), adotando-se também, para orientar as tentativas de obtenção de 1RM do teste, a sensação subjetiva de esforço conforme sugerido por Moura, Peripolli Zinn (2003). Devido a técnica de execução interferir nos escores de 1RM (Moura e colaboradores, 2004) esta foi padronizada, assim, em ambos os supinos (SL e SM), os sujeitos estavam deitados em decúbito dorsal e o movimento partiu com a barra de pesos segura acima do tórax com ombros aduzidos transversalmente e cotovelos estendidos. A barra foi baixada até tocar levemente o peito (flexionado cotovelos e abduzindo transversalmente os ombros) constituindo-se, assim, da fase excêntrica. Para maior controle do movimento a barra deveria ser baixada verticalmente em uma

área entre o processo xifóide e prega axilar. Após fase excêntrica o movimento retornava a posição inicial (extensão de cotovelo e adução transversal de ombro) caracterizando a fase concêntrica. Desta forma, manteve-se idêntica a primeira e segunda fase do movimento (primeira excêntrica e segunda concêntrica) para SM e SL (figura 02).

A abertura da pegada foi padronizada, em ambos os exercícios de tal forma que a distância entre as mãos fosse a mesma tanto para o exercício SM quanto SL e individualizada as proporções anatômicas de cada sujeito. Para tal, os sujeitos deitavam no banco para execução dos exercícios e seguravam a barra do SM ou SL sem quilagem em uma posição tal que ficasse em ângulo de cotovelo a 90° e ombro abduzido em 90° em relação ao tronco com braços paralelos ao solo e antebraços verticalizados, neste ponto (final da fase excêntrica do movimento) eram demarcado, na barra, os pontos de pegada. O aquecimento para os testes de RM foi realizado com alongamentos para os grupos musculares envolvidos no teste e duas séries de 10 repetições a 40% do valor de 1RM.

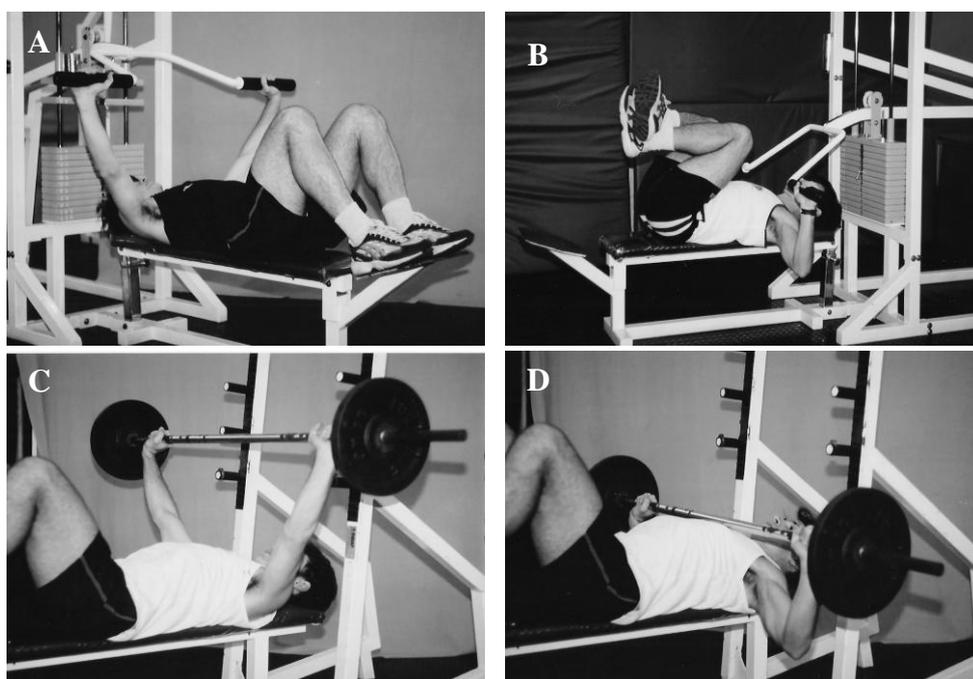


Figura 2. Ilustrações referentes aos testes de 1RM executados: Em “A” posição inicial do SM, em “B” posição final do SM, em “C” posição inicial do SL e em “D” posição final do SL. Todas as posições descritas em relação à primeira fase do movimento (fase excêntrica).

Foi permitida à mostra a ingestão de água durante o processo de testagem (*ad libitum*), desta forma, evitando qualquer efeito deletério sobre o desempenho de 1RM e RM em função de moderada desidratação. Como o número de RM pode variar em uma mesma intensidade de quilagem (% de 1RM) em função da velocidade de execução (Pereira, 2001), a velocidade de execução foi controlada através de metrônomo (marca Seiko) com o qual padronizou-se o tempo do movimento concêntrico e excêntrico em dois segundos cada.

Foi pedido aos sujeitos que não alterassem os seus hábitos alimentares durante o período de testagem, e que duas horas antes do teste não ingerissem qualquer tipo de alimento favorecendo o esvaziamento gástrico até o momento das testagens. Um

estudo piloto (n=quatro, homens) foi conduzido para refinamento dos procedimentos de coleta de dados.

Tratamento estatístico

A análise estatística constituiu-se do teste de normalidade de Shapiro-wilk para testar a normalidade dos dados, correlação intraclasses entre as RM de 90, 75 e 60% de 1RM e Análise de Variância Trifatorial 2x3x2 para medidas repetidas no primeiro e segundo fatores (1º fator instrumento mensuração – máquina ou pesos livres; 2º percentual (%) de 1RM a 90, 75 e 60%; 3º fator nível de familiarização/experiência no Treinamento Resistido com Pesos).

RESULTADOS

Tabela 1. Características morfológicas do grupo de estudo segmentado por nível de familiarização ao Treinamento Resistido com Pesos.

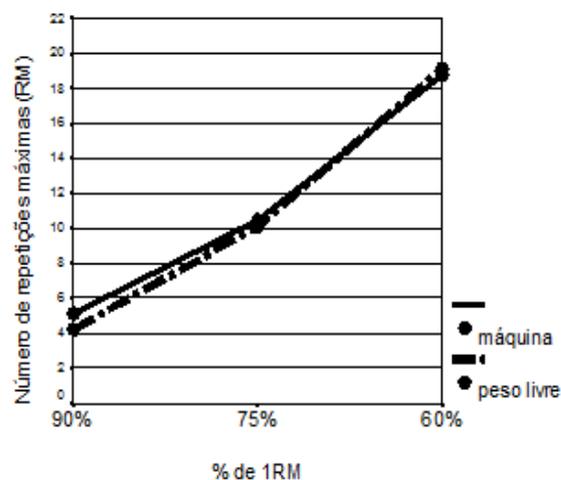
Experientes					Pouco familiarizados				
MC	MG	%G	MCM	EST	MC	MG	%G	MCM	EST
85,5±7,6	12,6±1,3	12,8±1,7	75,6±8,5	1,80±0,3	72,0±6,9	8,2±1,7	11,5±2,9	63,6±7,4	1,75±0,4

Os resultados concernentes ao perfil morfológico do grupo estudado são apresentados na tabela 1. A média de idade foi de 22,3±2,5 anos para os familiarizados e 24,3±4,6 anos para os pouco familiarizados.

A análise preliminar dos dados demonstrou que os testes apresentam um comportamento normal, testado através do teste de Shapiro-Wilk, possibilitando a utilização da estatística paramétrica. A Análise de Variância Trifatorial (2x3x2) para medidas repetidas no 1º e 2º fatores demonstrou que somente o fator % de 1RM apresentou efeito principal significativo (p=0,000), sendo os demais fatores principais (nível de familiarização e tipo de maquinário) e as respectivas interações entre estes fatores não apresentaram-se significativos (p>0,05) conforme ilustrado na figura 3. A interpretação desta análise significa que a variável dependente, número de RM, sofre variações quando diferentes intensidades de quilagem são manipuladas (quanto maior a quilagem menor o número de RM), e este comportamento não sofre influência significativa de seus valores em função do nível de familiarização do indivíduo que se exercita, nem tão pouco do tipo de instrumento

utilizado no treinamento (máquina ou peso livre).

Os valores descritivos dos resultados obtidos estão relatados na tabela 2. A correlação Intraclasse apresentou valor de 0,915 demonstrando elevada associação entre os valores de RM entre os diferentes valores das variáveis independentes.



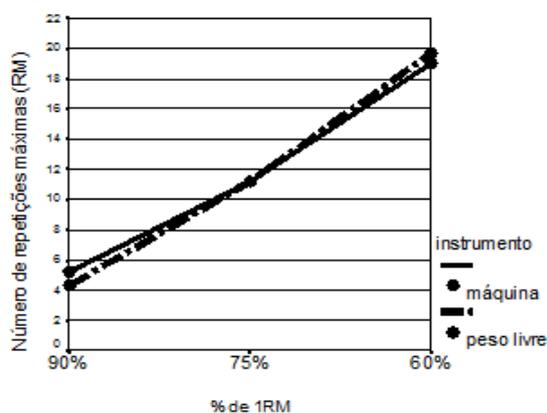


Figura 3. O primeiro gráfico representa o comportamento dos dados para indivíduos pouco familiarizados e o segundo os dos indivíduos experientes. A ANOVA trifatorial (2x3x2) para medidas repetidas no 1º e 2º fatores somente apresentou efeito principal significativo ($p < 0,05$) para intensidade da quilagem.

DISCUSSÃO

Inicialmente vale ressaltar que o número de RM encontrados neste estudo em diferentes intensidades de quilagem (60, 75 e 90% de 1RM) foram similares aos apresentados na literatura para o mesmo exercício (Hoeger, Hopkins e Barette, 1990;

Walker, Sussman e Tamburello, 2003; Moura, 2004; Pereira, 2001) tendo somente uma diferença substancial quando comparado com dados de Chagas, Barbosa e Lima (2005) mas explica-se devido ao controle da velocidade de execução nos exercícios estipuladas pelos autores (Chagas, Barbosa e Lima, 2005) ser extremamente lenta (seis segundos por fase concêntrica e excêntrica do movimento). Nossos valores de RM também são concordantes com as diretrizes estabelecidas pelo *American College of Sports Medicine* (2002) onde definiu-se que, para o treinamento de força máxima, uma a seis Repetições Máximas (RM) deva ser realizada, para o desenvolvimento do tecido muscular seis a 12 RM são mais indicadas para este objetivo, para elevar a resistência muscular local (RML) séries com 15 a 25 RM são mais eficientes e o percentuais de 1RM utilizados permitiram RM dentro destes patamares.

Com o tratamento estatístico dos dados levantados neste estudo foi possível identificar que o tipo de maquinário utilizado no treinamento resistido com pesos não interfere na produção de RM quando a velocidade de execução da fase excêntrica e concêntrica do movimento é controlada, sendo que tal acontecimento independe da experiência do praticante.

Tabela 2. Valores descritivos da variável dependente (RM) em função das variáveis independentes (% de 1RM, instrumento de medida e nível de familiarização ao treinamento resistido com pesos). A Correlação Intraclasse apresentou coeficiente de 0,915.

% de 1RM	Instrumento	Nível de familiarização	Média \pm desvio padrão
90% de 1RM	Máquina	Pouco familiarizado	4,2 \pm 1,6
		Experiente	4,3 \pm 1,7
	Peso livre	Pouco familiarizado	5,1 \pm 2,7
		Experiente	5,2 \pm 1,4
75% de 1RM	Máquina	Pouco familiarizado	10,1 \pm 3,2
		Experiente	11,2 \pm 3,0
	Peso livre	Pouco familiarizado	10,4 \pm 3,6
		Experiente	11,2 \pm 2,3
60% de 1RM	Máquina	Pouco familiarizado	19,1 \pm 5,5
		Experiente	19,7 \pm 4,9
	Peso livre	Pouco familiarizado	18,7 \pm 5,5
		Experiente	19,0 \pm 5,4

Os trabalhos de pesquisa encontrados com temática similar a do presente estudo (Simpson e colaboradores, 2007; Cotterman, Darby e Skelly, 2005) investigaram a associação entre MAQ e PL nos exercícios

agachamento/pressão de pernas e supino para os valores de força máxima absoluta (força de 1RM). As correlações foram maiores para o supino ($r > 0,90$) e menores para o agachamento/pressão de pernas (r entre 0,65

e 0,70) sendo todas significativas ($p < 0,05$). Os pesquisadores inferiram que as maiores correlações a favor do exercício de supino ocorreram em função da similaridade da técnica de execução. Moura, Almeida, Sampedro (1997) ao correlacionar os valores de 1RM entre dez exercícios diferentes em máquinas (cinco de membros inferiores e cinco de membros superiores/tronco) também encontrou as correlações mais elevadas quando havia similaridade no grupo muscular exercitado e na técnica de execução entre os exercícios. Portanto, parece ser este o fator primordial para concordância dos resultados nos exercícios resistidos com pesos.

Embora os estudos anteriormente citados demonstrem apreciável correlação entre um mesmo exercício executado em MAQ ou em PL, ainda assim, houve diferença significativa entre as médias de força (\neq de 10,9 kg; para um $p < 0,01$) para o supino com PL do que em MAQ no Smith machine (Cotterman, Darby e Skelly, 2005). Simpson e colaboradores (1997) e Moura, Almeida e Sampedro (1997) não analisaram a diferença entre as médias. Assim, os nossos resultados diferem dos resultados de Cotterman, Darby e Skelly (2005), porém analisamos o efeito de MAQ e/ou PL sobre a capacidade de resistir ao esforço (RM) em diferentes qualidades físicas de força (90% de 1RM) e resistência muscular localizada (60% de 1RM) e não força máxima (1RM) como os estudos citados. As análises que serão realizadas a seguir buscam aprofundar a discussão e interpretação dos resultados encontrados na busca de melhor entendê-los.

Ao diminuir-se a quilagem de trabalho (percentuais de 1RM menores) haverá um aumento correspondente na capacidade de resistir ao esforço, ou seja, aumenta-se o número de RM em uma série de treinamento. Este é um fenômeno a tempo estudado e seu comportamento foi divulgado por documentações científicas por vários pesquisadores (Hoerger, Hopkins e Barette, 1990; Walker, Sussman, Tamburello, 2003; Moura, 2004; Froehlich, Schmidtbleicher e Emrich, 2002; Chagas, Barbosa e Lima, 2005). Todavia, este comportamento não foi cruzado com uma variável potencialmente interveniente nesta relação, o fato do instrumento de exercitação ser maquinário ou pesos livres. Argumentos neste sentido devem ser analisados.

Segundo Campos (2000), Simpson e colaboradores (1997) e Cotterman, Dardy e Skelly (2005) um fator importante na diferença entre exercícios em pesos livres com maquinários é que nos pesos livres há uma maior exigência de estabilização das articulações envolvidas no exercício devido a necessidade de equilibra-lo em três dimensões durante a amplitude de movimento realizada, o que, segundo os autores, aumenta a atividade muscular, já que os maquinários removem os requerimentos de equilíbrio e estabilização na execução do esforço. No teste de 1RM talvez esta relação não seja importante já que o esforço na tentativa de superação de quilagem é de curta duração (não mais de 10 segundos segundo Moura, Almeida e Sampedro (1997), porém na execução de RM devido ao tempo da série aumentar significativamente (de 20 a 40 segundos no supino máquina (Moura, 2004) o envolvimento do esforço de estabilização articular e equilíbrio do peso poderia causar um desgaste muscular maior interferindo na produção de RM. Porém, esta interpretação, tornou-se infundada, haja vista que, os resultados obtidos no presente estudo apontaram que, mesmo que o desgaste muscular possa ser diferente entre PL e MAQ este fator não apresenta efeito sobre as RM em qualquer intensidade de quilagem.

Uma interpretação inversa da até então apresentada poderia ser analisada. Como os músculos estabilizadores e sinergistas seriam envolvidos adicionalmente em exercícios com pesos livres (Campos, 2000; Simpson e colaboradores, 1997; Cotterman, Darby e Skelly, 2005) o esforço muscular poderia ser distribuído entre um número maior de grupos musculares e, conseqüentemente, um número maior de unidades motoras, o que poderia minimizar o desgaste dos músculos motores primários do exercício.

Em quilagens de 90% de 1RM a tensão muscular e o recrutamento de unidades motoras são intensos (Tan, 1999) e a 60% de 1RM o desgaste metabólico de glicogênio muscular eleva-se juntamente com a produção de subprodutos catabólicos das reações químicas, tais como o lactato (Kraemer, Fleck, Dziados, 1993; Kraemer, Häkkinen, Newton, 1999; Kraemer, Gordon e Fleck (1991), estas repercussões fisiológicas que ocorrem no treinamento com duas intensidades diferentes de esforço parecem não afetar as execuções

de RM em MAQ e PL face aos resultados obtidos.

Estudo de Escamila, Fleisig, Zheng (2001) demonstrou que pequenas variações do posicionamento corporal nos exercícios de agachamento e pressão de pernas causam variações no traçado eletromiográfico dos músculos motores do movimento. Signorile, Duque e Cole (2002) encontraram resultados similares com variações no traçado eletromiográfico dos grupos musculares sóleo, gastrocnêmios medial e lateral. Respalhando os estudos anteriores de Escamila, Fleisig, Zheng (2001) e Signorile, Duque e Cole (2002), Moura e colaboradores (2004) identificaram variações profundas nos escores de 1RM quando diferentes ângulos articulares eram modificados no exercício de pressão de pernas. Mookerjee e Ratmaess (1999) realizaram um teste de força no exercício supino para 1RM e 5RM sob condição de amplitude do movimento total e parcial. Os resultados indicaram que a amplitude parcial de movimentação, tanto em 1RM quanto em 5RM, a quilagem levantada foi significativamente maior ($p < 0,05$) com 4,8% e 4,1%, respectivamente. Esta investigação relatada acima demonstrou que diferenças na produção de força podem ocorrer quando o exercício for executado em diferentes amplitudes de movimentação. Todavia, parece que só em posições extremas de uma amplitude de movimento o torque gerado em máquinas apresenta diferenças significativas com o torque gerado via isocinética (Cabell e Zebas, 1999).

Os estudos apresentados no parágrafo anterior demonstram evidências de que as diferenças na produção de força poderão ocorrer se a execução do movimento variar no aspecto cinesiológico. Porém o presente estudo evidenciou que, as possíveis modificações que tenham ocorrido na técnica de execução do exercício supino plano executado em máquina comparativamente com o executado com pesos livres, não foram suficientemente importantes a ponto de alterar a capacidade de RM de indivíduos pouco familiarizados quanto experientes ao treinamento resistido com pesos em uma mesma intensidade de exercício (90% de 1RM – força; 75% força/resistência ou 60% resistência). No presente estudo a técnica de execução no supino MAQ e PL foi “amarrada” o que propiciou uma técnica de execução

muito similar. Tal fato pode ter contribuições decisivas para a não ocorrência de diferenças significativas na produção de RM entre MAQ e PL.

A relação força comprimento-tensão do músculo determina que com o estiramento do músculo desencadeia-se, através de um reflexo miotático, um aumento na rigidez, facilitando a acumulação de energia potencial elástica e por consequência produzindo mais tensão muscular (Calbert e colaboradores, 1995). Este fenômeno, caso tenha ocorrido, parece ter influenciado igualmente nos dois exercícios (MAQ e PL) o que, no entendimento dos autores do presente estudo, torna-se lógico, haja vista que, a mecânica de execução dos exercícios é basicamente a mesma.

Através dos resultados do presente estudo fica claro que treinamento enfocando força, força/resistência ou resistência muscular no qual a quilagem de trabalho seja controlado pelo número de RM pode ser executado em maquinários de TRP ou com pesos livres sem qualquer prejuízo da intensidade da quilagem quando a técnica de execução dos exercícios é padronizada, pois a carga de trabalho parece equivaler-se. Indivíduos iniciantes no treinamento resistido com pesos (pouco familiarizados) bem como aqueles que já praticam esta forma de exercitação a um tempo significativo (experientes) apresentam a mesma capacidade de executar RM no exercício de supino plano tanto em maquinários quanto em pesos livres. Sendo este, mais um fator que contribui para demonstrar que é possível o controle da quilagem de trabalho por meio de um determinado número de RM tanto em exercícios de pesos livres quanto de maquinários estando-se seguro da exercitação encontrar-se em uma mesma intensidade de trabalho (% de 1RM).

Com os resultados obtidos acredita-se que a prescrição do treinamento resistido com peso pode ser realizada tanto em PL quanto em MAQ através do mesmo número de RM para o controle da intensidade do exercício. Assim, esperamos que informações do nosso estudo possam permitir que preparadores físicos e profissionais que trabalham com treinamento resistido com peso em aptidão física e saúde sejam mais efetivos e eficientes no uso de RM em MAQ e PL.

CONCLUSÃO

A produção de RM é diferente entre diferentes intensidades de quilagem, mas a sua quantificação na execução em máquinas de treinamento resistido com peso ou através de pesos livres não difere estatisticamente. O nível de familiarização dos praticantes ao treinamento resistido com peso não interfere na resposta do número de RM entre máquinas e pesos livres quando a velocidade de execução é controlada independentemente da intensidade de trabalho.

REFERÊNCIAS

- 1- American College of Sports Medicine. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine Science and Sports Exercise*. Num. 34. 2002. p. 364-80.
- 2- Cabell, L. Zebas, C.J. Resistive torque validation of the Nautilus Multi-Biceps Machine. *Journal Strength Conditioning and Research*. Vol.13. Num.1. 1999. p. 20-3.
- 3- Calbert, J.A.L.; Ortiz, R.A.; Cabrero, J.C.; Garcia, C.D. Comportamiento mecánico del músculo durante el ciclo estiramiento-acortamiento (YIII). Consideraciones con respecto al entrenamiento de la fuerza. *Archivos de Medicina del Deporte*. Vol.7. Num. 48. 1995. p. 301-309.
- 4- Campos, M.A. *Biomecânica da musculação*. Rio de Janeiro. Sprint, 2000. p. 152.
- 5- Chagas, M.H.; Barbosa, J.R.M.; Lima, F.V. Comparação do número máximo de repetições realizadas a 40 e 80% de uma repetição máxima em dois diferentes exercícios na musculação entre os gêneros masculino e feminino. *Revista Brasileira de Educação Física e Esportes*. Vol. 19. Num. 1. 2005. p. 5-12.
- 6- Cotterman, M.L.; Darby, L.A.; Skelly, W. Comparison of muscle force production using Smith Machine and free weights for bench press and squat exercises. *Journal Strength and Conditioning Research*. Vol. 19. Num. 1. 2005. p.169-176.
- 7- Escamila, R.F.; Fleisig, G.S.; Zheng, N. Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. *Medicine and Science and Sports Exercise*. Vol. 33. Num. 9. 2001. p.1552-1566.
- 8- Froehlick, M.; Schmidtbleicher, D.; Emrich, E. Training control in hypertrophy training: Intensity vs repetition. *Deutsche Zeitschrift fuer Sportmedizin*. Vol. 53. Num. 3. 2002. p. 79-83.
- 9- Hoeger, W.W.K.; Hopkins, D.R.; Barette, S.L. Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum: A comparison between untrained and trained males and females. *Journal Applied and Sport Science Research*. Vol. 4. Num. 2. 1990. p. 47-54.
- 10- Isaac, S. Michael, W.B. *Handbook in research and evaluation*. San Diego. California. Edits Publishers. 1984. p.376.
- 11- Kraemer, W.J.; Marchitelli, L.; Gordon, S.E. Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. *Journal Applied Physiology*. Vol. 69. Num. 4. 1990. p. 1442-1450.
- 12- Kraemer, W.J.; Fleck, S.J.; Dziados, J.E. Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in women. *Journal Applied Physiology*. Vol. 75. Num. 2. 1993. p. 5974-5604.
- 13- Kraemer, W.J.; Häkkinen, K.; Newton, R.U. Effects of heavy-resistance training on hormonal response patterns in younger vs older men. *Journal Applied Physiology*. Vol. 87. Num. 3. 1999. p. 982-992.
- 14- Kraemer, W.J.; Gordon, S.E.; Fleck, S.J. Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females. *International Journal Sports and Medicine*. Vol.12. Num. 2. 1991. p. 228-235.
- 15- Lohman, T.G.; Roche, A.; Martorell, R. *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign Illinois: Human Kinetics Books. 1988.
- 16- Mookerjee, S. Ratamaes, N.A. Comparison of strength difference and joint action durations between full and partial range-of-motion bench

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpfex.com.br

press exercise. Journal Strength Conditioning and Reseach. Vol. 13. Num. 1. 1999. p. 76-81.

17- Moura, J.A.R. Efeito do tempo de prática e de indicadores metodológicos do treinamento resistido com pesos sobre o número de repetições máximas obtidas por série em adultos jovens de ambos os sexos. Tese de Doutorado. UFSM. Santa Maria-RS. 2004.

18- Moura, J.A.R.; Borher, T.; Prestes, M.T.; Zinn, J.L. Influencia de diferentes ângulos articulares obtidos na posição inicial do exercício pressão de pernas e final do exercício puxada frontal sobre os valores de 1RM. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. Vol. 10. Num.4 2004. p. 269-74.

19- Moura, J.A.; Almeida, H.F.R.; Sampedro, R.M.F. Força Máxima Dinâmica: Uma Proposta Metodológica para Validação do Teste de Peso Máximo em Aparelhos de Musculação. Revista Kinesis, Num. 18. 1997. p. 23-50.

20- Moura, J.A.R.; Peripolli, J.; Zinn, J.L. Comportamento da percepção subjetiva de esforço em função da força dinâmica submáxima em exercícios resistidos com pesos. Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício. Vol. 2. Num. 2. 2003. p. 110-22.

21- Pereira, M.I.R. Efeitos de duas velocidades de execução do exercício isotônico (treinamento contra-resistência) no ganho de força e resistência muscular. Dissertação de Mestrado. Universidade Gama Filho. 2001.

22- Petroski, E.L. Desenvolvimento e Validação de Equações Generalizadas para Estimativa da Densidade Corporal em Adultos. Tese de Doutorado. UFSM. Santa Maria-RS. 1995.

23- Simpson, S.R.; Rozenek, R.; Garhammer, J.; Lacourse, M. Comparison of one repetition maximums between free weight and Universal Machine Exercises. Journal Strength and Conditioning Research. Vol. 11. Num. 2. 1997. p. 103-6.

24- Siri, W.E. Body composition from fluid spaces and density. In: Brozek, J.; Henschel, A. Editors. Techniques for measuring body

composition. Washington, DC. National Academy of Science. 1961.

25- Signorile, J.F.; Duque, M.; Cole, N. Selective recruitment of the triceps surae muscle with changes in knee angle. Journal Strength Conditioning Reserch. Vol. 6. Num. 3. 2002. p.433-9.

26- Tan, B. Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: review. Journal Strength Conditioning and Research. Vol. 13. Num. 3. 1999. p. 289-304.

27- Walker, M.; Sussman, D.; Tamburello, M. Relationship between maximum strength and relative endurance for the Empty-Can exercise. International Sport Rehabilitation. Num. 13. 2003. p. 31-8.

Recebido para publicação em 10/09/2011
Aceito em 25/10/2011