

# Análise da força muscular em indivíduos treinados na plataforma de instabilidade

Analysis of the muscular force in subjects trained in the platform of instability

MAIOR, A.S.; MORAES, E.R.; SANTOS, T.M.; SIMÃO, R. Análise da força muscular em indivíduos treinados na plataforma de instabilidade. **R. bras. Ci e Mov.** 2006; 14(1): 41-48.

**RESUMO** - O objetivo do estudo foi comparar a variabilidade do grau de força muscular pelo teste 10 repetições máximas (RM) antes e depois do treinamento de força na execução do exercício agachamento no Smith Machine em indivíduos treinando com e sem a plataforma de instabilidade (PI). A amostra foi composta de 30 homens jovens, com idades entre 20 e 25 anos, peso entre 75 e 80 Kg e altura entre 175 e 180 cm. Os indivíduos foram separados aleatoriamente em 3 grupos: 1) grupo plataforma de instabilidade (GPI); 2) grupo padrão (GP); 3) grupo controle (GC). Todos os indivíduos realizaram o teste de 10RM 48 H antes do 1º dia de treinamento e 48 H depois do último dia de treinamento. Os indivíduos do GPI e do GP realizaram o treinamento de força 3 vezes por semana durante 4 semanas com a carga constante (carga do teste 10RM) e ao final de cada treinamento respondiam a escala de percepção subjetiva de esforço (PSE). A ANOVA de duas entradas, seguida, pelo teste post hoc de Tuckey mostrou diferença significativa entre o teste e o reteste 10RM no GP e no GPI ( $p < 0,0001$ , ambos os grupos), sem mudanças no GC ( $P > 0,05$ ). As médias do reteste comparadas entre os grupos mostraram redução significativa no GP ( $P < 0,02$ ) e GC ( $P < 0,0001$ ) em relação ao GPI. As médias do GP apresentaram aumento significativo em relação ao GC ( $P < 0,01$ ). Em relação a PSE o teste t-student mostrou valores próximos ao absoluto em ambos os grupos (GPI e GP) após a 4ª semana de treinamento, e as médias intergrupos relataram diferença significativa ( $10,6 \pm 0,6$  - GP;  $11,8 \pm 0,2$  - GPI,  $P < 0,0001$ ). A conclusão mostrou que o treinamento com instabilidade gera através da adaptação neural habilidade de maior coordenação inter e intramuscular, conseqüentemente, melhora da atividade dos agonistas, sinergistas, estabilizadores, assim, apresentou aumento da produção de força, quando comparado com ações de estabilidade. Isto esclarece que medidas agudas do movimento de instabilidade causam resultados errôneos que possibilitam efeitos diretos no treinamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Treinamento de força com instabilidade; Adaptação neural; Aumento da força.

MAIOR, A.S.; MORAES, E.R.; SANTOS, T.M.; SIMÃO, R. Analysis of the muscular force in subjects trained in the platform of instability. **R. bras. Ci e Mov.** 2006; 14(1): 41-48.

**ABSTRACT** - The aim of the study was to compare the variability of the degree of muscular force for the test 10 maximum repetitions (RM) before and after the strength training in the execution of the exercise squat in individuals with and without the platform of instability (PI). The sample was composed of 30 young men, with ages between 20 and 25 years, body weight between 75 and 80 kg and height between 175 and 180 cm. The individuals were separate in 3 groups: 1) group platform of instability (GPI); 2) group pattern (GP); 3) group control (GC). All of the individuals accomplished the test of 10RM 48 H before the 1st day of training and 48 H after the last day of training. The individuals of GPI and of GP they accomplished the strength training per 3 times for 4 weeks with the constant load (load of the test 10RM) and at the end of each training they answered the scale of subjective perception of effort (SPE). The ANOVA two way from post hoc Tuckey results showed significant difference between the test and the retest 10RM in GP and in GPI ( $p < 0.0001$ , both groups), without changes in GC ( $P > 0.05$ ). The averages of the retest compared among the groups showed significant reduction in GP ( $P < 0.02$ ) and GC ( $P < 0.0001$ ) in relation to GPI. The averages of GP presented significant increase in relation to GC ( $P < 0.01$ ). SPE told himself close values to the absolute in both groups (GPI and GP) after to 4th week of training, and the averages intergroups told significant difference ( $10,6 \pm 0,6$  - GP;  $11,8 \pm 0,2$  - GPI,  $P < 0,0001$ ). The conclusion shows that the training with instability generates through the adaptation neural, ability of larger coordination inter and intramuscularly, consequently, it gets better of the activity of the agonists, synergists, stabilize. However showed increase of the production of force, when compared with actions of stability. This explains that sharp measures of the movement of instability cause erroneous results that they make possible direct effects in the training.

**KEYWORD:** Strength training with instability; Adaptation neural; Increase of the force.

Alex Souto Maior<sup>1,2</sup>

Eder Rezende Moraes<sup>1</sup>

Tony Meireles dos Santos<sup>3</sup>

Roberto Simão<sup>4</sup>

<sup>1</sup> IP&D – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento – Universidade do Vale do Paraíba / UNIVAP.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Bioengenharia – Universidade do Vale do Paraíba / UNIVAP

<sup>3</sup> Departamento de Educação Física – Universidade Presidente Antônio Carlos / UNIPAC.

<sup>4</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) – EEFD – Departamento de Ginástica.

Recebimento: 25/07/2005  
Aceite: 22/11/2005

## Introdução

O treinamento funcional na plataforma instável (PI) é um importante parâmetro para a reabilitação e condicionamento neuromuscular, conseqüentemente, proporciona a melhora da coordenação e do padrão de recrutamento neuromuscular<sup>15</sup>. Este tipo de treinamento auxilia na maior ativação do sistema proprioceptivo em uma atividade principalmente estática com ação das fibras aferentes<sup>13</sup>, porém muitos estudos mostram seu potencial na execução dinâmica<sup>10,14</sup>. BEHM et al<sup>5</sup> concluiu que os ganhos de força são atribuídos ao aumento da área de secção transversa do músculo e a melhora da coordenação neuromuscular (agonista, antagonista, sinergistas e estabilizadores) proporcionado pelo treinamento de força na PI. Durante a realização do treinamento na PI, a instabilidade dos movimentos proporciona situações de risco às articulações, assim, a ativação dos impulsos proprioceptivos que são integrados em vários centros sensorimotores regulam automaticamente os ajustes na contração dos músculos posturais, mantendo o equilíbrio postural geral. As fibras musculares intrafusais, o Órgão Tendinoso de Golgi e outras formas de propriocepção auxiliam na manutenção do equilíbrio e detecção da posição corporal<sup>8</sup>. As mudanças agudas no comprimento das unidades músculo-tendão, a tensão, a produção de força e a atividade neuromuscular podem alterar a habilidade de detectar (propriocepção aferente) e responder (atividade muscular eferente) as mudanças imediatas no equilíbrio<sup>4</sup>. Os centros sensorimotores fornecem um relato preciso da situação do músculo para o nível espinhal. Assim, de acordo com a progressão do treinamento os indivíduos treinados realizam movimentos que exijam grau excepcional de coordenação neuromuscular e que envolva interações automáticas do comando motor voluntário e postural dos grupamentos musculares superiores e inferiores,

conseqüentemente, melhora da atividade neuromuscular<sup>4,6</sup>. Em suma, o objetivo do estudo foi comparar a variabilidade do grau de força muscular pelo teste 10 repetições máximas (RM) antes e depois do treinamento de força de 4 semanas na execução do exercício agachamento bilateral no *Smith Machine* em indivíduos treinando com e sem a PI.

## Materiais e métodos

### Sujeitos

A amostra do estudo foi composta de 30 homens voluntários, aparentemente saudáveis, com idade média entre 20 e 30 anos. A medida do peso corporal foi realizada através da balança digital (Filizola - Brasil) e a altura através de um estadiômetro graduado em milímetros (Sanny® - Brasil). A análise do índice de massa corporal (IMC) foi baseada na equação do *World Health Organization*<sup>20</sup> em que a média de todos os indivíduos participantes do estudo mostrou-se dentro dos padrões de normalidade (Tabela 1). Os indivíduos selecionados eram familiarizados há mais de 6 meses com o treinamento de força exercitando-se pelo menos três vezes por semana. Eles apresentavam prévio conhecimento sobre as técnicas de execução do exercício selecionado (agachamento bilateral no *Smith Machine*).

Para melhor objetivar os resultados da amostra, foram utilizados os seguintes critérios de exclusão para os indivíduos participantes do estudo: a) portadores de cardiopatia; b) portadores de lesões articulares nos últimos 6 meses; c) portadores de contratura muscular nos últimos 6 meses; d) submissão a cirurgias articulares nos últimos 12 meses; e) portadores de labirintite; f) portadores de instabilidade acentuada nos joelhos e tornozelos; g) portadores de hérnia discal; h) portadores de formas severas de doenças articulares degenerativas.

Tabela 1. Apresenta os dados antropométricos (média e desvio-padrão) de todos indivíduos participantes do estudo.

	Variáveis Antropométricas		
	GPI	GP	GC
<b>Idade</b>	24±2,9	22,5± 2,2	24,4±2,6
<b>Peso (kg)</b>	77,5± 5	78,7± 7,6	78,5±2,7
<b>Altura (cm)</b>	178,3± 5,3	180,9± 7,2	179±5,5
<b>IMC (kg/m2)</b>	24,3±1,3	23,9± 1,6	24,4±1,3

Antes da coleta de dados todos responderam aos itens do questionário Par-Q<sup>18</sup>. Os indivíduos assinaram o termo de consentimento para pesquisa com seres humanos, conforme Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde do Brasil. A pesquisa foi aprovada pela comissão de ética em experimentos com humanos da Universidade do Vale do Paraíba (São José dos Campos – São Paulo, Brasil).

### **Instrumentos e testes**

A PI utilizada no programa de treinamento apresenta medidas de 15,3 cm x 74 cm x 56 cm e peso 12,5 kg (Core Board Training, Reebok®-EUA).

Foi utilizado, para a avaliação da força muscular como medida não invasiva e critério padrão de referência, o teste de 10RM, a fim de objetivar a carga máxima para a realização do protocolo de treinamento no exercício agachamento bilateral no *Smith machine*. Para melhor discriminar a realização do exercício, estabelecer-se-ão as seguintes etapas de execução: posição inicial e fase concêntrica. A fase excêntrica foi realizada a partir do final da fase concêntrica. A) Posição inicial - O indivíduo em pé, pernas paralelas com um pequeno afastamento lateral, com os joelhos estendidos, braços alinhados com os ombros, segurando a barra ao longo do corpo com a carga do treinamento; B) Fase concêntrica - A partir da fase excêntrica (100° de flexão entre a perna e coxa), realizar-se-á a extensão completa dos joelhos e quadris. Foi utilizado o equipamento *Smith Machine* (Life fitness – EUA) e anilhas kg (Ivanko) durante os testes e o programa de treinamento.

O teste de 10RM foi realizado 48 horas antes da primeira sessão de treinamento e o re-teste 48 horas após o último dia de treinamento (4 semanas de treinamento), a fim de minimizar possíveis acúmulos metabólicos residentes anteriores, conseqüentemente, possíveis escores errôneos dos resultados. Previamente ao início do teste de 10RM, os indivíduos realizaram aquecimento específico com 2 séries de 15/20 repetições (carga de 60% de 10RM)

Os valores das cargas máximas no teste de 10RM foram obtidos ao longo de três tentativas, quando o avaliado não conseguia mais realizar o movimento completo de forma correta. Desse modo validou-se como carga

máxima a que foi obtida na última execução. A cada nova tentativa realizava-se adição de incrementos progressivos de 10 kg, sendo dado um intervalo de 3 a 5 minutos entre cada série<sup>2</sup>.

Objetivando reduzir a margem de erro durante a realização do teste, foram adotadas as seguintes estratégias: 1) Instruções padronizadas foram oferecidas antes do teste, de modo que o avaliado esteja ciente de toda a rotina que envolve a coleta de dados; 2) O avaliado foi instruído sobre a técnica de execução do exercício; 3) O avaliador estava atento quanto à posição adotada pelo praticante no momento da medida. Pequenas variações no posicionamento das articulações envolvidas na ação poderiam recrutar outros músculos, distanciando do foco específico da pesquisa, possibilitando interpretações errôneas dos escores obtidos; 4) Foi estipulada a posição fixa de 0° de abdução dos pés evitando assim a diferenciação na angulação do tornozelo do mesmo indivíduo nas tentativas durante o teste; 5) Durante o teste os indivíduos mantiveram-se com a base de suporte entre 30 e 40 cm (pés paralelos); 6) Para maior veracidade do teste, os indivíduos não tiveram conhecimento da carga de resistência durante a avaliação.

### **Protocolo de treinamento**

Os indivíduos (n=30) foram separados aleatoriamente, através de sorteio, em 3 grupos: a) Grupo treinamento de força padrão (n=10) - GP (Fotos 1 e 2); b) Grupo plataforma de instabilidade (n=10) - GPI (Fotos 3 e 4); c) Grupo controle (n=10) - GC. Os indivíduos do grupo controle também apresentavam prévio conhecimento das técnicas de execução do exercício selecionado, porém mantiveram-se inativos durante todo o programa de treinamento.

O treinamento foi iniciado 48 horas após o teste de 10RM. Os indivíduos treinaram 3 vezes por semana, em dias alternados, durante 4 semanas, totalizando 12 sessões de treinamento. A taxa de adesão ao treinamento foi de 100%. Todos os indivíduos eram encorajados a realizar 3 séries de 10RM, com intervalo de recuperação entre uma série e outra de 2 minutos. Antes do início de cada sessão de treinamento todos os indivíduos foram instruídos a realizarem duas séries de aquecimento específico de 15 repetições.

No final de cada sessão de treinamento os indivíduos respondiam em valores numéricos (0 a 12) a percepção subjetiva de esforço (PSE)<sup>3</sup>. É importante ressaltar que todos os indivíduos envolvidos no estudo não realizaram qualquer protocolo de exercício para membros inferiores durante todo o tempo de coleta de dados. Na realização do protocolo de treinamento, em ambos os grupos (GPI e GP), foram adotados os mesmos critérios de execução do movimento em relação ao descrito durante a fase dos testes (posição inicial, fase concêntrica e fase excêntrica).

#### Análise estatística

Os resultados das variáveis analisadas foram apresentados como média e desvio padrão (descrição da amostra). Para avaliar as respostas intra e intergrupos foi utilizada a análise de variância (ANOVA) de duas entradas (estável e instável), seguida, pelo teste

*post hoc* de Tuckey, para localizar as possíveis diferenças estatisticamente significativas. O PSE foi analisada pelo teste “t”-Students pareado. Para avaliar se havia correlações entre as variáveis: teste e re-teste de 10RM, número de repetições intragrupos e intergrupos, e PSE foi utilizada correlação produto-momento de Pearson. Em todos os testes utilizados, consideraram-se como significativas aquelas cujo  $p < 0,05$ .

## Resultados

### Teste 10RM

A análise estatística relatou diferença significativa entre o teste e o re-teste 10RM no GP ( $r=0,98$ ) e no GPI ( $r=0,97$ ) ( $p < 0,0001$ , ambos os grupos). O GC ( $r=0,99$ ) não mostrou diferença significativa entre o teste e o re-teste ( $p > 0,05$ ), conseqüentemente, uma redução dos valores percentuais de menos 2%. Os valores percentuais comparativos

Foto1. Posição inicial –GP



Foto 2. Posição final – GP



Foto 3. Posição Inicial - GPI



Foto 4. Posição final - GPI



entre teste e re-teste 10RM para GP e GPI foram 12% e 26%, respectivamente. Quando as médias de re-teste foram comparadas entre os grupos, os resultados mostraram redução significativa no GP ( $P<0,02$ ) e GC ( $P<0,0001$ ) em relação ao GPI (Figura 1). Quando as médias do GP e GC foram comparadas mostrou diferença significativa ( $p<0,01$ ).

#### Número de repetições e PSE

O número de repetições em relação às amostras intra-repetições em ambos os grupos (GPI e GP) mostrou diferença significativa entre a 3ª série e a 1ª série ( $p<0,01$  – GPI;  $p<0,04$  – GP), porém não apresentou diferença significativa entre a 3ª série e a 2ª série, e entre a 2ª e a 1ª série (Tabela 2). A relação inter-repetições mostrou diferença significativa entre todas as séries de exercícios (Tabela 2). A PSE demonstrou valores próximos ao absoluto em ambos os grupos após a 4ª semana de treinamento, e as médias intergrupos

relataram diferença significativa ( $10,6\pm 0,6$  – GP;  $11,8\pm 0,2$  – GPI,  $P<0,0001$ ).

#### Discussão

A aplicação da instabilidade e o treinamento de força usando a PI apresenta forte relevância em relação ao desempenho humano e reabilitação. Esta afirmação mostra que a redução da força muscular afeta diretamente o equilíbrio, a velocidade de reação, conseqüentemente, aumento da dependência nas atividades diárias<sup>1</sup>. Assim, durante nossas medidas, utilizamos o teste de 10RM para medida não invasiva da força muscular e por apresentar alto grau de confiabilidade dentro do meio científico<sup>16</sup>. Contudo, os resultados do re-teste do estudo mostraram diferença significativa em relação ao deslocamento de carga quando comparado ao teste no GPI ( $P<0,0001$ ) e no GP ( $p<0,0001$ ), conseqüentemente, verificamos o aumento significativo da força

**Figura 1.** O gráfico de barras mostra a média e o desvio padrão entre os grupos da análise. \* ( $p<0,0001$ ); \*\* ( $p<0,02$ ). O eixo Y mostra a quantidade de carga (kg) deslocada.

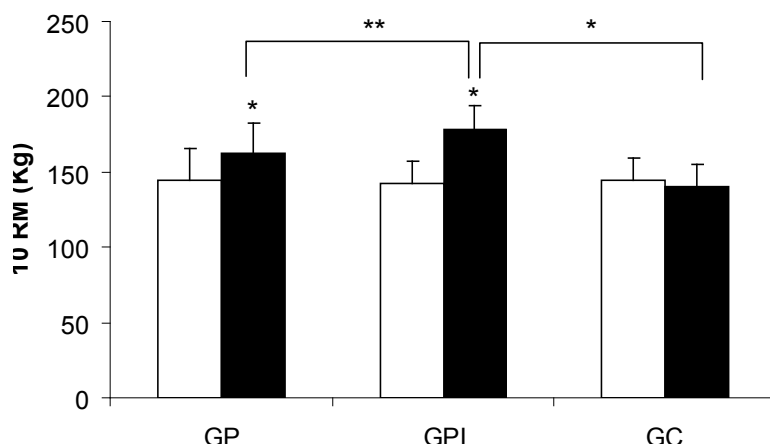


Tabela 2. Os resultados foram apresentados por média e desvio padrão, através da análise intra e inter-repetições. GPI – Grupo plataforma de instabilidade; GP – Grupo padrão.

Análise Intra-repetições			
Grupos	1ª série	2ª série	3ª série
GPI	8,37± 0,7 <sup>a</sup>	8,08±0,8 <sup>a</sup>	7,71± 0,5 * <sup>a</sup>
GP	10,24±0,4	9,95± 0,7	9,62± 0,6 **

- \* diferença significativa entre a 3ª série e a 1ª série (GPI) ( $p<0,01$ ).
- \*\* diferença significativa entre a 3ª série e a 1ª série (GP) ( $p<0,04$ ).
- <sup>a</sup> diferença significativa entre as respectivas séries (inter-repetições).

muscular de 12% e 26%, respectivamente para GP e GPI. Em relação à força muscular e a utilização de instabilidade, HEITKAMP et al.<sup>10</sup> realizaram um estudo com 30 indivíduos com o objetivo de comparar ganhos de força entre o grupo que realizou treinamento de instabilidade (n=15) e o grupo que treinou força (n=15). Ambos os grupos treinaram 2 vezes por semana durante 6 semanas por 25 minutos. O grupo que treinou instabilidade utilizou mini trampolim, *rollers skaters*, *balls*, e o grupo de força realizou treinamento no *leg press* e cadeira extensora. As medidas da força muscular foram realizadas pelo dinamômetro isocinético para cada perna separadamente. Os resultados mostraram ganhos de força similares para ambos os grupos relacionados aos grupos musculares dos extensores e flexores de joelho. Os pesquisadores concluíram que o treino com instabilidade é eficaz no aumento do equilíbrio e dos ganhos de força em comparação com o treinamento de força (p<0,01).

Em relação às respostas neuromusculares no exercício de agachamento ANDERSON e BEHM<sup>1</sup> estudaram 40 homens saudáveis, experientes no treinamento de força. Os indivíduos foram analisados por eletromiografia (EMG) através da análise espectral dos músculos bíceps femoral, vasto lateral e sóleo. O protocolo de treinamento mensurou a atividade contrátil nos exercícios agachamento no *Smith machine* (SM), peso livre (PL) e peso livre com instabilidade (bolas semivazias) (PLI). Os resultados mostraram pequena diferença, porém significativa no aumento do recrutamento do vasto lateral no exercício SM em comparação com a PLI (p<0,05). Em relação ao exercício PL, foi mostrada diferença significativa (14,3% de redução, P<0,01) quando comparado com o exercício SM. O bíceps femoral não apresentou diferença significativa nas três variáveis de exercícios de agachamento. A análise da resposta do sóleo mostrou que SM e o PL reduziram 73,1% e 58,5% (p<0,0001), respectivamente, em relação ao PLI. A possível atividade neuromuscular reduzida no vasto lateral durante ações de desequilíbrio ocorreu pela falta da adaptação neural, conseqüentemente, a menor atividade da coordenação intra e intermuscular, e da sincronização das unidades motoras<sup>17</sup>. A resposta do sóleo manteve-se alta por ser uma musculatura importante para manter a postura ereta e evitar possíveis

lesões em relação à articulação do tornozelo<sup>11</sup>. O nosso estudo não utilizou medidas de análise espectral (EMG) e nenhum método de análise invasiva, porém, os resultados mostraram aumento significativo da força muscular quando comparado o GPI e o GP (p<0,02) após 4 semanas de treinamento.

O sistema de controle motor utiliza processos complexos que envolvem os componentes sensoriomotores. A manutenção do equilíbrio postural inclui detecção sensorial do movimento corporal, integração de informações sensorio-motores no sistema nervoso central e respostas músculo-esqueléticas apropriadas para a execução do movimento<sup>7</sup>. Assim, as respostas neurais ao movimento de instabilidade dinâmica relacionam-se aos grupamentos musculares e articulares envolvidos, em que proporcionam a adaptação neural do treinamento, conseqüentemente, o controle e coordenação das ações neuromusculares<sup>7</sup>. A adaptação neural ao movimento de instabilidade após 4 semanas de treinamento proporciona o aumento significativo da força muscular e da estabilidade postural<sup>12</sup>. Alguns autores concluem que os ganhos de força ocorrem dentro de um prazo de 4 a 8 semanas de treinamento<sup>17</sup>, fato esse que corrobora com os significativos ganhos de força achados no nosso estudo e de HEITKAMP et al.<sup>10</sup> que utilizaram 6 semanas.

Em ações musculares com instabilidade sem uma previa adaptação neural ocorre simultaneamente a co-ativação dos antagonistas, principalmente em indivíduos destreinados em programas que não utilizem instabilidade. BEHM et al.<sup>5</sup> analisaram 8 homens jovens fisicamente ativos que realizaram extensão de joelho. Os sujeitos executaram contrações voluntárias máximas sendo registradas pelo EMG, em que foi relatado um registro de forma estável (sentado no banco do aparelho) e outro registro de forma instável (sentado na *Swiss ball*). Os resultados mostraram que a atividade contrátil durante a contração estável foi significativamente maior que a instável (p<0,0001), sendo o registro EMG 11,3% menor durante a contração instável. Em relação à ação dos antagonistas, ocorreu o aumento significativo das contrações instáveis quando comparadas com as estáveis (p<0,05). Nesta situação imposta pelo estudo de BEHM et al.<sup>5</sup>, o aumento das ações antagonistas durante a instabilidade

está relacionada supostamente a 3 hipóteses: 1) Controle e manutenção postural e de equilíbrio; 2) Ativação das fibras Ib que originam-se no Órgão Tendinoso de Golgi, sendo inibitórios sobre os agonistas e excitatórios sobre os antagonistas; 3) Medida espectral (EMG) de forma aguda, sem a ocorrência da adaptação neural.

A PSE é muito utilizada em atividades aeróbias contínuas, sendo pouco usual no treinamento de força. No entanto, alguns dados apontam que a PSE pode refletir a intensidade do exercício de força <sup>16</sup> principalmente em relação à fadiga periférica. GEARHART et al <sup>9</sup> concluem que PSE é mais eficiente em exercícios que envolvam muitas repetições. Mesmo o nosso estudo não apresentando um número elevado de repetições, optamos por utilizar essa variável para verificar a possível influência no grau de esforço entre os dois grupos (GPI e GP). Os resultados do estudo demonstraram aumento significativo no GPI em relação ao GP ( $P < 0,0001$ ). Existem duas prováveis hipóteses para este aumento da PSE no GPI: 1) O treinamento com instabilidade gera, além dos membros inferiores, grande estresse nos grupamentos musculares do tronco (erectores lombo-sacral, erectores superiores lombar e estabilizadores abdominais), sendo esses grupamentos muito recrutados principalmente durante o exercício de agachamento <sup>1</sup>; 2) Durante o treinamento com instabilidade ocorre maior estresse das musculaturas agonistas, antagonistas, estabilizadores e sinergistas <sup>5</sup>.

É importante ressaltar, que grande parte dos estudos mencionados apresentam medidas da resposta aguda do movimento, conseqüentemente, não se relacionando à adaptação neural do treinamento. Estas medidas agudas do movimento aumentam o esforço da resposta neural em controlar duas variáveis (equilíbrio e força) no treinamento

<sup>19</sup>. Assim, pelo fato de não ter ocorrido a adaptação neural ao treinamento, acontece o aumento do recrutamento dos antagonistas e estabilizadores para manutenção do equilíbrio. Em suma, quando ocorre a adaptação neural os impulsos excitatórios excedem os impulsos inibitórios da fibra muscular, dando início à contração muscular. Este procedimento facilita, de forma benéfica, o recrutamento de unidades motoras ativadas sincronicamente, a movimentação do motor central aumentada e a maior excitabilidade dos motoneurônios.

### Conclusões e aplicações práticas

Os benefícios do treinamento de força com instabilidade ainda necessitam de pesquisas para melhor fundamentação. Sabe-se que sua influência na área de reabilitação através de ações proprioceptivas e movimentos dinâmicos e estáticos tem o objetivo de preservar o controle neuromuscular, em que previne lesões e minimiza os riscos do retorno da lesão articular, conseqüentemente, mantendo a saúde da articulação.

O treinamento com instabilidade gera através da adaptação neural, habilidade de maior coordenação do movimento e estabilização, aumentando a produção de força. Isto esclarece que medidas agudas do movimento de instabilidade causam resultados errôneos que possibilitam efeitos diretos no treinamento. Assim, as aplicações práticas em relação ao nosso estudo mostram que indivíduos adaptados neuralmente, no treinamento com instabilidade, apresentam capacidade aumentada de ativação das unidades motoras e coordenação intra e intermuscular em comparação com indivíduos treinados sem instabilidade, aumentando o desempenho físico e reduzindo o risco de lesões.

### Referências Bibliográficas

1. Anderson K, Behm DG. Trunk muscle activity increases with unstable squat movements. *Can. J. Appl. Physiol.* 2005, 30(1):33-45.
2. Baechle TR, Earle RW. *Essentials of strength training and conditioning*. Champaign: Human Kinetics, 2000.
3. Borg G. *Perceived exertion and pain scales*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1998.
4. Behm DG, Bambury A, Cahill F, Power K. Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. *Med. Sci. Sports Exerc* 2004, 36(8): 1397-1402.
5. Behm D, Anderson K, Curnew S. Muscle force and neuromuscular activation under stable and unstable conditions. *J Strength Cond Res* 2002, 16: 416-422.

6. Bloem BR, Allum JHJ, Carpenter MG, Honegger F. Is lower leg proprioception essential for triggering human automatic postural response? *Exp Brain Res* 2000; 130:375-391.
7. Blackburn T, Guskiewicz KM, Petschaver MA, Prentice WE. Balance and joint stability: The relative contributions of proprioception and muscular strength. *J. Sports Rehabil* 2000; 9:315-328.
8. Cooke JD. The role of stretch reflexes during active movements. *Brain Res* 1980, 181: 493-497.
9. Gearhart RE, Goss FL, Lagally KM, Jakicic JM, Gallagher J, Gallagher KI et al. Ratings of perceived exertion in active muscle during high-intensity and low-intensity resistance exercise. *J Strength Cond Res.* 2002; 16(1): 87-91.
10. Heitkamp HC, Horstmann T, Mayer F, Weller J, Dickhuth HH. Gain in strength and muscular balance after balance training. *Int J Sports Med.* 2001;22(4):285-90.
11. Ivanenko Y, Levik Y, Taslis V, Gurfinkel V. Human equilibrium on unstable support: The importance of feet-support interaction. *Neurosci. Lett.* 1997; 235:109-112.
12. Kollmitzer J, Ebenbichler GR, Sabo A, Kerschank K, Bochkansky T. Effects of back extensor strength training versus balance training on postural control. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(10):1770-1776.
13. Magnusson S.P., Simonsen E.B., Kjaer M. Biomechanical responses to repeated stretches in human human hamstring muscle in vivo. *American Journal of Sports Medicine.* 1996; v.24, i. 5, p.622-628.
14. Soderman K, Werner S, Pietila T, Engstrom B, Alfredson H. Balance board training: prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players? A prospective randomized intervention study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000;8(6):356-63.
15. Strojnik V, Vengust R, Pavlovic V. The effect of proprioceptive training on neuromuscular function in patients with patellar pain. *Cell Mol Biol Lett.* 2002, 7(1): 170-171.
16. Simão R., Farinatti P.T.V., Polito M.D., Souto Maior A., Fleck S.J. Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercises. *J. Strength Condit Research*, 2005; 19(1): 152-156.
17. Souto Maior A., Alves A. A contribuição dos fatores neurais em fases iniciais do treinamento de força: Uma revisão bibliográfica. *Rev. Motriz*, 2003; 9(3):161-168.
18. Shephard RJ. Par-Q. Canadian Home Fitness Test and Exercise Screening Alternatives. *Sports Med* 1988;5:185-95.
19. Vandervoort AA, Sale DG, Moroz J. Comparison of motor unit activation during unilateral and bilateral leg extension. *J Appl Physiol* 1984; 56: 46-51.
20. World Health Organization (WHO). Diet Nutrition and prevention of chronic diseases. Geneva, 1990.