



Avaliação isocinética da musculatura envolvida na flexão e extensão do tronco: efeito do método Pilates®

Inélia Ester Garcia Garcia Kolyniak¹, Sonia Maria de Barros Cavalcanti^{1,2} e Marcelo Saldanha Aoki²

RESUMO

O desequilíbrio entre a função dos músculos extensores e flexores do tronco é um forte indício para o desenvolvimento de distúrbios da coluna lombar. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do método *Pilates*® sobre a função de extensores e flexores do tronco. Para tanto, foram selecionadas 20 pessoas (16 mulheres com idade média de 34,06 ± 7,21; quatro homens com idade média de 33,5 ± 6,68 anos) com habilidade para executar os exercícios do nível intermediário-avançado, que completaram 25 sessões durante 12 semanas. Os voluntários foram submetidos ao teste isocinético de avaliação da flexão e extensão do tronco no início e ao final do período de treinamento. A função dos extensores do tronco apresentou aumento em todos parâmetros analisados (pico de torque – 25%, $p = 0,0004$; trabalho total – 28%, $p = 0,0002$; potência – 30%, $p = 0,0002$; quantidade total de trabalho – 21%, $p = 0,002$) em relação ao período pré-treinamento. Com relação aos músculos flexores, foi detectado discreto aumento para trabalho total (10%, $p = 0,0003$) e para quantidade total de trabalho (10%, $p = 0,002$). Analisando a razão flexor:extensor, em todos os parâmetros, foi detectada redução significativa em relação aos índices obtidos no pré-treinamento (pico de torque – 24%, $p = 0,0001$; trabalho total – 23%, $p = 0,002$; potência – 25%, $p = 0,01$; quantidade total de trabalho – 14%, $p = 0,04$). O método *Pilates*® (nível intermediário-avançado) mostrou-se uma eficiente ferramenta para o fortalecimento da musculatura extensora do tronco, atenuando o desequilíbrio entre a função dos músculos envolvidos na extensão e flexão do tronco.

RESUMEN

Evaluación isocinética de la musculatura comprendida en la flexión y en la extensión del tronco: efecto del método Pilates®

El desequilibrio entre la función de los músculos extensores y flexores del tronco es un fuerte indicio para el desarrollo de disturbios de la columna lumbar. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del método Pilates® sobre la función de los extensores y flexores del tronco. Por tanto, fueron seleccionadas 20 personas (16 mujeres con edad media: 34,06 ± 7,21; 4 hombres con edad media 33,5 ± 6,68) con habilidad para ejecutar los ejercicios de nivel intermediario-avanzado, que completaran 25 sesiones durante 12 semanas. Los voluntarios fueron sometidos al test isocinético de evaluación de la flexión y extensión del tronco en el inicio y al final del período de entrenamiento. La función de los extensores del tronco presentó aumento en todos los parámetros analizados (pico de torque – 25%, $p = 0,0004$; trabajo total – 28%, $p = 0,0002$;

Palavras-chave: Treinamento. *Pilates*®. Músculos. Extensão. Flexão. Tronco.

Palabras-clave: Entrenamiento. *Pilates*®. Músculos. Extensión. Flexión. Tronco.

*potencia – 30%, $p = 0,0002$; cantidad total de trabajo – 21%, $p = 0,002$) en relación al período pre-entrenamiento. Con relación a los músculos flexores, fue detectado un discreto aumento para trabajo total (10%, $p = 0,0003$) y para cantidad total de trabajo (10%, $p = 0,002$). Analizando la relación flexo-extensor en todos los parámetros fue detectado una reducción significativa en relación a los índices obtenidos en el pre-entrenamiento (pico de torque – 24%, $p = 0,0001$; trabajo total – 23%, $p = 0,002$; potencia – 25%, $p = 0,01$; cantidad total de trabajo – 14%, $p = 0,04$). El método *Pilates*® (nivel intermediario-avanzado) se mostró como una eficiente herramienta para el fortalecimiento de la musculatura extensora del tronco, atenuando el desequilibrio entre la función de los músculos comprendidos en la extensión y flexión del tronco.*

INTRODUÇÃO

A incapacidade de estabilização da coluna vertebral causada pelo desequilíbrio entre a função dos músculos extensores e flexores do tronco é um forte indício para o desenvolvimento de distúrbios da coluna lombar⁽¹⁾. Atualmente, existem evidências que sugerem a inclusão de exercícios voltados para o fortalecimento dos músculos envolvidos na flexão e extensão do tronco nos programas de prevenção e reabilitação da dor na região da coluna lombar (lombalgia)^(2,3).

A lombalgia é um dos mais comuns problemas da sociedade moderna, representando grande parcela de gastos na área de saúde pública. Dados epidemiológicos demonstram que, nos Estados Unidos da América, a lombalgia é a causa mais freqüente de incapacidade física para o trabalho em pessoas com menos de 45 anos⁽⁴⁾. Estima-se que o gasto anual relacionado a esse problema (custos médicos e indenizações) ficou em torno de 20 bilhões de dólares durante a década de 90^(5,6). A previsão para a próxima década é de que esses gastos superem 50 bilhões de dólares^(5,6).

A dificuldade de prevenção e tratamento da lombalgia é devida a sua etiologia ser multifatorial e também devido ao fato de que muitas das suas causas ainda permanecem desconhecidas. Frequentemente, a lombalgia está associada ao sedentarismo, sendo considerada uma das mais comuns doenças hipocinéticas⁽⁷⁻¹⁰⁾. Apesar de evidências teóricas apontarem para a importância da atividade física na prevenção da lombalgia, não existem recomendações específicas para a elaboração de programas de treinamento na prevenção desse problema⁽¹¹⁾.

O método *Pilates*® desenvolvido por Joseph Pilates no início da década de 1920 tem como base um conceito denominado de controlologia⁽¹²⁾. Segundo Pilates⁽¹²⁾, controlologia é o controle consciente de todos os movimentos musculares do corpo. É a correta utilização e aplicação dos mais importantes princípios das forças que atuam em cada um dos ossos do esqueleto, com o completo conhecimento dos mecanismos funcionais do corpo, e o total entendimento dos princípios de equilíbrio e gravidade aplicados a cada movimento, no estado ativo, em repouso e dormindo. Os exercí-

1. Pilates Studio®, São Paulo, Brasil.

2. Laboratório de Fisiologia do Exercício – Faculdade de Educação Física – Centro Universitário UniFMU, São Paulo, Brasil.

Recebido em 11/8/04. 2ª versão recebida em 2/11/04. Aceito em 3/11/04.

Endereço para correspondência: Prof. Dr. Marcelo Saldanha Aoki, Prédio 20 – Faculdade de Educação Física – UniFMU, Laboratório de Fisiologia do Exercício, Rua Galvão Bueno, 707 – 01506-000 – São Paulo, SP. E-mail: saldanha@fmu.br

cios do método *Pilates*® são, na sua maioria, executados na posição deitada, havendo diminuição dos impactos nas articulações de sustentação do corpo na posição ortostática e, principalmente, na coluna vertebral, permitindo recuperação das estruturas musculares, articulares e ligamentares particularmente da região sacrolombar^(12,13). O sistema básico inclui um programa de exercícios que fortalecem a musculatura abdominal e paravertebral, bem como os de flexibilidade da coluna, além de exercícios para o corpo todo. Já no sistema intermediário-adiantado são introduzidos, gradualmente, exercícios de extensão do tronco, além de outros exercícios para o corpo todo, procurando melhorar a relação de equilíbrio agonista-antagonista⁽¹²⁻¹⁴⁾. Uma vez que o método *Pilates*® preconiza a melhoria das relações musculares (agonista e antagonista), o nosso objetivo foi testar o efeito desse método de treinamento sobre o torque isocinético dos extensores e flexores do tronco medido a velocidade angular de 120 graus por segundo.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostra

Participaram voluntariamente do estudo 20 pessoas (16 mulheres com idade média de 34,06 ± 7,21 anos; 4 homens com idade média de 33,5 ± 6,68 anos) com habilidade para executar os exercícios do nível intermediário-avançado, que completaram, durante 12 semanas, 25 sessões ministradas por um instrutor qualificado. Os indivíduos selecionados para participar da amostra eram exclusivamente praticantes do método *Pilates*®, portanto, não realizando nenhum outro tipo de treinamento físico. Também foram selecionados para participar do estudo indivíduos que já teriam passado pelo nível inicial do método *Pilates*®. Seguindo a resolução específica do Conselho Nacional de Saúde (nº 196/96), todos os participantes foram informados detalhadamente sobre os procedimentos utilizados e concordaram em participar de maneira voluntária do estudo, assinando um termo de consentimento informado e proteção da privacidade.

Descrição do método *Pilates*®

As sessões de treinamento, com duração média de 45 minutos, foram dadas em cinco turmas de quatro participantes por vez, em nível intermediário-avançado, usando-se aparelhos específicos do método: *Reformer*, *Cadillac*, *Wunda-chair*, *Electric-chair*, *Pedi-pull*, *Barrel*, *Magic circles*, bem como, exercícios sem aparelhos (*Mat*)⁽¹³⁾. A sessão de treinamento iniciou-se no aparelho *Reformer*, no qual foram realizados os seguintes exercícios: *foot work series*, *the hundred*, *short spine massage*, *coordination*, *rowing III-IV-V-VI*, *pulling straps I e II*, *backstroke with reverse*, *teaser*, *short box series*, *long stretch*, *down stretch*, *elephant*, *stomach massage (round)*, *hands back*, *reach up*, *twist*, *tendon stretch*, *semi-circle*, *chest-expansion*, *thigh stretch*, *arm-circles with variation*, *corkscrew*, *leg circles frog*, *knee stretch series*, *running*, *pelvic lift*. Entre o exercício *rowing* e o *pulling straps*, foi realizado o exercício *swan* no aparelho *Barrel*. Subseqüentemente, foram realizados os exercícios sem aparelhos (*Mat*): *single leg stretch*, *double leg stretch*, *single straight*, *double straight*, *criss cross*. Após os exercícios sem aparelhos (*Mat*), foi utilizado o aparelho *Wunda-chair* com os respectivos exercícios: *pushing down with hands*, *pull up*, *balance control front*, *the table*, *teaser*. Na seqüência foi utilizado o aparelho *Cadillac* com os respectivos exercícios: *leg circle*, *walking*, *beats*, *pull up hanging*. A sessão foi finalizada no aparelho *Pedi-pull*, no qual foi realizado o exercício *chest expansion* seguido da série de *Magic circles*.

Os exercícios para alongamento e fortalecimento dos extensores da coluna, realizados sem hiperextensão do tronco, são *short box (round, flat side to side e tree)*; *stomach massage (round, hands back, reach up, twist)*. Posteriormente, são introduzidos no sistema avançado os exercícios: *rowing III, IV, V e VI*. Já os exercícios

introduzidos no sistema intermediário, com hiperextensão do tronco são: *pulling straps I e II e swan on the barrel*. E finalmente, os exercícios de fortalecimento do *power house: stomach massage, short box, teaser, long stretch*, realizados no *Reformer*; série dos abdominais do *Mat (single leg stretch, double leg stretch, single straight, double straight, criss cross)* e na *Wunda-chair*, os exercícios: *pushing down with hands, pull e teaser*.

Avaliação isocinética da função de flexão e extensão do tronco

O método de avaliação isocinética utilizado é objetivo e reproduzível da avaliação muscular^(15,16). Os indivíduos foram avaliados, antes e após as sessões de treinamento, através do equipamento *Cy-bex*® 6000, módulo TFE (*Trunk Flexion Extension*), de maneira idêntica: com fixação dos mesmos na altura dos membros inferiores, deixando livre, apenas o movimento de flexão e extensão do tronco. O eixo do movimento é fixado na altura da articulação L5-S1, tendo sido feitas duas repetições isocinéticas concêntricas a 120 graus por segundo em cada avaliação; foi permitido ao indivíduo fazer todo o movimento de que fosse capaz, dentro dos parâmetros mensuráveis do equipamento. A velocidade angular de 120 graus por segundo foi escolhida por ser considerada mais segura para testes de flexão e extensão de coluna⁽¹⁷⁾. Os parâmetros avaliados foram: pico de torque (máximo de torque atingido na velocidade em que o teste foi realizado, dado em newtons por metro), trabalho total da melhor repetição expresso em joules, potência (indicador do trabalho na unidade do tempo expressa em watts) e quantidade total de trabalho e a relação entre os valores encontrados na flexão e extensão do tronco. Os testes isocinéticos foram realizados no Instituto de Ortopedia e Traumatologia do HC-FMUSP.

TABELA 1
Determinação do pico de torque (PT), trabalho total (TT), potência e quantidade de trabalho total (QTT) no teste isocinético realizado a 120 graus de velocidade angular dos extensores do tronco

	PT (N.m ⁻¹)	TT (J)	Potência (W)	QTT (J)
Pré (n = 20)	132,6 ± 36,0	128,9 ± 39,4	136,2 ± 36,8	479,2 ± 147,2
Pós (n = 20)	166,8 ± 34,4*	166,1 ± 40,9*	177,9 ± 40,1*	580,0 ± 149,0*
P	0,0004	0,0002	0,0002	0,002

* diferença estatística em relação à situação pré-treinamento. O nível mínimo de significância (P) estabelecido foi de p < 0,05. N.m⁻¹ = newtons por metro; J = joules; W = watts.

TABELA 2
Determinação do pico de torque (PT), trabalho total (TT), potência e quantidade de trabalho total (QTT) no teste isocinético realizado a 120 graus de velocidade angular dos flexores do tronco

	PT (N.m ⁻¹)	TT (J)	Potência (W)	QTT (J)
Pré (n = 20)	169,0 ± 22,6	187,9 ± 29,1	202,0 ± 40,6	715,2 ± 22,8
Pós (n = 20)	171,6 ± 21,3	206,6 ± 25,7*	213,2 ± 25,9*	780,8 ± 106,9*
P	0,1	0,0003	0,2	0,002

* diferença estatística em relação à situação pré-treinamento. O nível mínimo de significância (P) estabelecido foi de p < 0,05. N.m⁻¹ = newtons por metro; J = joules; W = watts.

TABELA 3
Determinação da razão flexor:extensor no pico de torque (PT), trabalho total (TT), potência e quantidade total de trabalho (QTT) durante o teste isocinético realizado a 120 graus de velocidade angular dos extensores do tronco

	PT (N.m ⁻¹)	TT (J)	Potência (W)	QTT (J)
Pré (n = 20)	133,9 ± 40,6	158,3 ± 48,5	160,5 ± 54,2	162,1 ± 50,4
Pós (n = 20)	107,6 ± 29,4*	128,9 ± 40,0*	128,3 ± 38,0*	142,1 ± 45,0*
P	0,0001	0,002	0,01	0,04

* diferença estatística em relação à situação pré-treinamento. O nível mínimo de significância (P) estabelecido foi de p < 0,05. N.m⁻¹ = newtons por metro; J = joules; W = watts.

Análise estatística

Os valores médios dos dados obtidos nas duas avaliações pré-treinamento e pós-treinamento foram comparados através do teste *t* de Student para amostras dependentes com nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS

A função dos extensores do tronco apresentou aumento em todos parâmetros analisados (pico de torque – 25%, $p = 0,0004$; trabalho total – 29%, $p = 0,0002$; potência – 30%, $p = 0,0002$; quantidade total de trabalho – 21%, $p = 0,002$) em relação ao período pré-treinamento. Com relação aos músculos flexores, foi detectado discreto aumento para trabalho total (10%, $p = 0,0003$) e para quantidade total de trabalho (10%, $p = 0,002$). Analisando a razão flexor:extensor, em todos os parâmetros foi detectada redução significativa em relação aos índices obtidos no pré-treinamento (pico de torque – 24%, $p = 0,0001$; trabalho total – 23%, $p = 0,002$; potência – 25%, $p = 0,01$; quantidade total de trabalho – 14%, $p = 0,04$).

DISCUSSÃO

O funcionamento da coluna lombar de seres humanos é único. Em outros primatas, observa-se postura curvada para frente sem lordose. A lordose é freqüente em quadrúpedes; entretanto, nesses animais a espinha não funciona sobre força axial, como em seres humanos, que mantêm a postura ereta. O músculo responsável pela manutenção da postura lordótica nos seres humanos é o multifido. A função desse músculo está relacionada à extensão do tronco. Tem sido demonstrado que a função do multifido está prejudicada em pacientes com lombalgia⁽¹⁸⁻²¹⁾. Por outro lado, a função dos flexores do tronco parece não ser alterada em pacientes com lombalgia, reforçando a maior importância da realização de exercícios para a musculatura extensora⁽²²⁾. O sedentarismo está diretamente relacionado ao enfraquecimento da musculatura envolvida na extensão do tronco e, conseqüentemente, é considerado fator de risco para a etiologia da lombalgia^(23,24).

Em um recente estudo⁽²⁵⁾ foi observado que pacientes com lombalgia apresentavam 40% de decréscimo na força de extensores do tronco em relação a indivíduos assintomáticos (grupo controle). Após o treinamento de força com ênfase nos extensores do tronco por oito semanas, os pacientes apresentaram ganho de 100% na força desses músculos em relação ao início do treinamento. Já no grupo controle o ganho foi de apenas 10% em relação ao valor inicial. Ainda nesse estudo foram realizadas imagens de ressonância magnética na secção transversa do multifido, que demonstraram que em pacientes com lombalgia foi detectada hipertrofia desse músculo após o treinamento. Uma limitação do presente estudo foi a falta do grupo controle, porém, de acordo com estudo conduzido por Mooney *et al.*⁽²⁵⁾, ficou comprovado que em indivíduos sedentários (grupo controle) o ganho de força foi insignificante em relação ao marcante aumento observado no grupo treinado. Nossos resultados demonstraram que em todos parâmetros avaliados (pico de torque, 25%; trabalho total, 30%; potência, 30%; e quantidade de trabalho total, 21%), foi constatado aumento significativo no valor pós-treinamento em relação ao valor pré-treinamento.

Outro estudo, também utilizando treinamento de força para músculos extensores do tronco, acompanhou 400 indivíduos que reportavam lombalgia por um ano⁽²⁶⁾. Após oito semanas de treinamento (duas vezes por semana), 80% dos participantes reportaram atenuação dos sintomas da lombalgia. Após um ano de estudo, houve apenas 11% de reutilização de serviços médicos devido à lombalgia.

Em um estudo de caso, Blum⁽¹⁴⁾ reportou que o método *Pilates*[®] foi eficiente no tratamento de uma paciente com escoliose. Nos

resultados demonstraram que o método *Pilates*[®] foi eficiente em promover aumento em todos os parâmetros avaliados (pico de torque, trabalho total, potência e quantidade de trabalho total) durante a extensão do tronco em relação ao valor pré-treinamento. Além disso, também verificamos que esse aumento foi responsável pela queda na relação flexores:extensores em todos os parâmetros avaliados (pico de torque, trabalho total, potência e quantidade de trabalho total), aproximando-a do valor ideal considerado 100 (equilíbrio entre flexores e extensores).

Com relação aos flexores foi detectada melhora discreta no trabalho total e na quantidade de trabalho total. No estudo de Greve *et al.*⁽²⁷⁾, ao comparar indivíduos sedentários e treinados, foi constatado que a função dos flexores do tronco (torque, trabalho e potência) era semelhante, indicando que a musculatura flexora do tronco é menos suscetível à falta de treinamento. Através dos nossos resultados podemos constatar que a musculatura envolvida na flexão também foi menos responsiva ao estímulo do método *Pilates*[®]. Apesar de existir uma crença de que o reforço da musculatura flexora do tronco (músculos abdominais) é uma prioridade nos programas de exercício e reabilitação da coluna lombar, evidências recentes não confirmam essa hipótese⁽²⁸⁾. Acreditava-se que o aumento da pressão intra-abdominal reduziria a compressão sobre a espinha e os discos intervertebrais, atenuando dessa forma a lombalgia. Entretanto, em uma recente revisão da literatura não foi possível comprovar essa relação entre aumento da pressão intra-abdominal e atenuação da lombalgia⁽²⁸⁾. Além disso, a pressão intra-abdominal não é aumentada durante a contração dos músculos abdominais⁽²⁹⁾. Também foi observado que o treinamento de força com ênfase sobre essa musculatura não foi eficiente em promover aumento da pressão intra-abdominal⁽²⁹⁾.

CONCLUSÃO

Existem evidências convincentes de que a realização de um programa de exercícios com ênfase no fortalecimento da musculatura extensora do tronco restaura a função da coluna lombar e pode prevenir o surgimento da lombalgia. O método *Pilates*[®] (nível intermediário-avançado) mostrou-se eficiente para promover aumento do pico de torque, trabalho total, potência e quantidade de trabalho total dos músculos relacionados à extensão do tronco. Esses resultados indicam que esse método de treinamento pode ser utilizado como estratégia para o fortalecimento dessa musculatura, atenuando o desequilíbrio entre a função dos músculos envolvidos na extensão e flexão do tronco.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Prof. José Elias de Proença e ao Instituto de Ortopedia e Traumatologia do HC-FMUSP o inestimável auxílio para a realização deste trabalho.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Lee J-H, Hoshino Y, Nakamura K, Kariya Y, Saita K, Ito K. Trunk muscles weakness as a risk factor for low back pain: a 5-year prospective study. *Spine* 1999; 24:54-7.
2. Rissanen A, Kalimo H, Alaranta H. Effect of intensive training on the isokinetic strength and structure of lumbar muscles in patients with chronic low back pain. *Spine* 1995;20:333-40.
3. Flory PD, Rivenburgh DW, Stinson JT. Isokinetic back testing in the athlete. *Clin Sports Med* 1993;12:529-46.
4. Cunningham LS, Kelsey JL. Epidemiology of musculoskeletal impairments and associated disability. *Am J Public Health* 1984;74:574-9.
5. Frymoyer JW, Cats-Baril WL. An overview of the incidences and costs of low back pain. *Orthop Clin North Am* 1991;22:263-71.

6. Nachemson AL. Newest knowledge of low back pain: a critical look. *Clin Orthop* 1992;279:8-20.
7. Cady ID, Bischoff DP, O'Connell ER, Thomas PC, Allan JH. Strength and fitness and subsequent back injuries in firefighters. *J Occup Med* 1979;21:269-72.
8. Nachemson AL, Lindh M. Measurements of abdominal and back muscle strength with and without low back pain. *Scand J Rehabil Med* 1969;1:60-3.
9. Tan JC, Parnianpour M, Nordin M, Hofer H, Willems B. Isometric maximal and submaximal trunk extension at different flexed positions in standing. Triaxial torque output and EMG. *Spine* 1993;18:2480-90.
10. Bortz W. The disuse syndrome. *West J Med* 1984;141:691-4.
11. Bigos SJ, Bower R, Braen G. Acute low back pain problems in adults. Clinical practice guideline, quick reference guide no. 14. AHCPR Pub. no. 95-0643. Rockville, MD: US. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Health Care Policy and Research, 1994.
12. Pilates JH. The complete writings of Joseph H. Pilates: Return to life through controllogy and your health. In: Sean P, Gallagher PT, Romana Kryzanowska, editors. Philadelphia: Bain Bridge Books, 2000.
13. Gallagher SP, Kryzanowska R, editors. The Pilates® method of body conditioning. Philadelphia: Bain Bridge Books, 1999.
14. Blum CL. Chiropractic and Pilates therapy for the treatment of adult scoliosis. *J Manipulative Physiol Ther* 2002;25:E3.
15. Madsen O. Trunk extensor and flexor strength measured by the Cybex 6000 dynamometer: assessment of short-term and long-term reproducibility of several strength variables. *Spine* 1996;21:2770-6.
16. Karatas GK, Gödüs F, Meray J. Reliability of isokinetic trunk muscle strength measurement. *Am J Phys Med Rehabil* 2002;31:79-85.
17. Watkins MP, Harris BA. Evaluation of isokinetic muscle performance. *Clin Sports Med* 1983;2:37-53.
18. Alaranta H, Tallroth K, Soukka A, Heliövaara M. Fat content in lumbar extensor muscles and low back disability: a radiographic and clinical comparison. *J Spinal Disord* 1993;6:137-40.
19. Parkkola R, Rytokoski U, Kormano M. Magnetic resonance imaging of the discs and trunk muscles in patients with chronic low back pain and healthy control subjects. *Spine* 1993;18:830-6.
20. Robinson ME, Cassisi JE, O'Connor PD, Macmillan M. Lumbar iEMG during isotonic exercise: chronic low back pain patients versus controls. *J Spinal Disord* 1992;5:8-15.
21. Shirado O, Kaneda K, Ito T. Trunk-muscle strength during concentric and eccentric contraction: a comparison between healthy subjects and patients with chronic low-back pain. *J Spinal Disord* 1992;5:175-82.
22. Flicker PL, Fleckenstein JL, Ferry K, Payne J, Ward C, Mayer T, et al. Lumbar muscle usage in chronic low back pain. Magnetic resonance image evaluation. *Spine* 1993;18:582-6.
23. Davies JE, Gibson T, Tester L. The value of exercises in the treatment of low back pain. *Rheumatol Rehabil* 1979;18:243-7.
24. Grimby G, Hook O. Physical training of different patient groups. *Scand J Rehabil Med* 1971;3:15-25.
25. Mooney V, Gulick J, Perlman M, Levy D, Pozos R, Legget S, Resnick D. Relationships between myoelectric activity, strength and MRI of lumbar extensor muscles in back pain and normal subjects. *J Spinal Disord* 1997;10:348-56.
26. Legget S, Mooney V, Matheson LN, Nelson B, Dreisinger T, Van Zytveld J, et al. Restorative exercise for clinical low back pain. A prospective two-center study with 1-year follow-up. *Spine* 1999;24:889-98.
27. Greve JMD, Terreri AS, Plapler PG. Avaliação do torque isocinético flexor e extensor do tronco em atletas e sedentários normais. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo* 1997;52:154-8.
28. Van Poppel MN, De Looze MP, Koes BW, Smid T, Bouter LM. Mechanisms of action of lumbar supports: a systematic review. *Spine* 2000;25:2103-13.
29. Hemborg B, Moritz U, Lowing H. Intra-abdominal pressure and trunk muscle activity during lifting. IV. The causal factors of intra-abdominal pressure rise. *Rehabil Med* 1985;17:25-38.