

# ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DOS MÚSCULOS RETO FEMORAL E RETO ABDOMINAL DURANTE A EXECUÇÃO DOS EXERCÍCIOS *HUNDRED* E *TEASER* DO MÉTODO PILATES

APARELHO LOCOMOTOR  
NO EXERCÍCIO E NO ESPORTE



Artigo Original

*ELECTROMYOGRAPHIC ANALYSIS OF THE RECTUS FEMORIS AND RECTUS ABDOMINIS MUSCLES DURING PERFORMANCE OF THE HUNDRED AND TEASER PILATES EXERCISES*

Elba Fonseca de Souza<sup>1</sup>  
Débora Cantergi<sup>2</sup>  
Aline Mendonça<sup>1</sup>  
Cloud Kennedy<sup>1</sup>  
Jefferson Fagundes Loss<sup>2</sup>

1. Faculdade Social da Bahia –  
Salvador, BA.

2. Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul – Porto Alegre, RS.

## Correspondência:

Jefferson Fagundes Loss  
Universidade Federal do Rio Grande  
do Sul  
Rua Felizardo, 750, Jardim Botânico  
90690-200 – Porto Alegre, RS  
E-mail: jefferson.loss@ufrgs.br

## RESUMO

A literatura tem mostrado que pequenas modificações em um exercício do método Pilates podem alterar o padrão de ativação muscular. Além disso, são poucos os estudos que avaliaram exercícios desse método do ponto de vista cinesiológico. Nesta perspectiva, o objetivo deste trabalho foi comparar dois exercícios realizados no solo e em aparelho no que diz respeito à ativação elétrica de grupos musculares atuantes. Participaram do estudo 11 mulheres saudáveis praticantes do método Pilates. Foram coletados dados eletromiográficos dos músculos reto femoral e reto abdominal, porções direita e esquerda, enquanto os exercícios *hundred* no solo, *hundred* no *Reformer*, *teaser* no solo e *teaser* no *Cadillac* eram mantidos na postura isométrica. Foram analisados os cinco segundos centrais de cada execução, normalizados por contração voluntária máxima. A análise estatística apresentou diferença entre a ativação dos grupos musculares, sendo maior no reto femoral, e interação entre músculos e exercício, onde no exercício *hundred* no solo e no *Reformer* o reto femoral teve maior ativação, enquanto no exercício *teaser* o reto abdominal foi mais ativo quando executado no *Cadillac*. Com base nos resultados do estudo pode-se afirmar que: i) quando comparados os exercícios *hundred* (no solo e no *Reformer*) e *teaser* (no solo e no *Cadillac*), não houve diferença entre os exercícios no que se refere à ativação dos músculos reto abdominal e reto femoral; ii) quando comparados os grupamentos musculares, o reto femoral apresentou maiores níveis de ativação nos exercícios *hundred* executado no solo e no *Reformer*, enquanto o reto abdominal apresentou maior ativação durante o exercício *teaser* executado no *Cadillac*.

**Palavras-chave:** biomecânica, cinesiologia aplicada, abdome.

## ABSTRACT

*The literature has shown that small modifications in a Pilates method exercise may change the muscles activation pattern. Moreover, few studies have evaluated Pilates' exercises from the kinesiology point of view. Therefore, this study aimed to compare a couple of exercises performed on the mat and in apparatus regarding electric activation of acting muscle groups. Eleven healthy Pilates trained women took part in the study. Electromyographic data were collected from the rectus femoris and rectus abdominis muscles, right and left portions, while keeping the isometric posture of the hundred on mat, hundred on the Reformer machine, teaser on mat and teaser on the Cadillac machine exercises. The five central seconds of each execution normalized by maximum voluntary contraction were analyzed. Statistical analysis showed difference between the muscle group's activation that was higher for the rectus femoris, and interaction between muscle and exercise, where rectus femoris muscle's electric activation was higher on the hundred exercise performed on mat and Reformer and rectus abdominis muscle's electric activation was higher on teaser performed in the Cadillac machine. Based on the study results, it may be stated that: (i) when compared the hundred (on mat and Reformer) and teaser (on mat and Cadillac) exercises were compared, no difference was found between them regarding rectus abdominis and rectus femoris muscles' activation; (ii) when muscle groups were compared, the rectus femoris presented higher activation levels on the hundred exercise performed on mat and Reformer, while rectus abdominis presented higher activation during the teaser exercise performed on Cadillac.*

**Keywords:** biomechanics, applied kinesiology, abdomen.

## INTRODUÇÃO

O método Pilates tem sido amplamente utilizado na reabilitação e no condicionamento físico, podendo ser realizado no solo (*mat* Pilates) ou em aparelhos que permitem utilizar resistência elástica como carga resistiva<sup>1</sup>. Muitos dos exercícios realizados no solo são utilizados de forma bastante similar em aparelhos, apenas acrescentando a sobre-

carga das molas. A escolha dos exercícios de Pilates e de suas possíveis variações é muitas vezes definida a partir de orientações transmitidas informalmente pelos instrutores do método. Frente ao grande número de possibilidades e indicações, análises dos exercícios de Pilates mostram-se bastante relevantes<sup>2</sup>.

A literatura vem estudando os exercícios do método Pilates por

vezes realizando comparações com aqueles realizados classicamente em treinos de musculação<sup>3</sup>, ou ainda com outras formas de atividade física, como *yoga*<sup>4</sup> e *tai chi chuan*<sup>5</sup>. Não obstante, a comparação entre exercícios realizados no solo e nos equipamentos tem sido pouco explorada. Em uma das poucas comparações de exercícios encontradas na literatura, Sacco *et al.*<sup>6</sup> analisaram exercícios nas situações solo *versus* aparelho, apontando diferenças sob uma perspectiva de análise biomecânica, mas sem avaliar a ativação elétrica da musculatura.

Exercícios corriqueiros do método Pilates, como, por exemplo, o *hundred* e o *teaser*, podem ser executados de forma similar no solo ou com o auxílio de equipamentos. Esses dois exercícios são realizados em decúbito dorsal. O *hundred* caracteriza-se pela manutenção de flexão do quadril e do tronco, mantendo membros inferiores sem contato com o solo, o que deixa apenas a coluna lombar em contato com o solo, enquanto os braços executam um movimento oscilatório. Quando realizado em aparelhos, o executante pode ser desafiado por resistência elástica nas mãos. Já o exercício *teaser* pode ser dinâmico ou isométrico. Quando isométrico, o executante mantém o quadril flexionado, com pernas e tronco elevados. Quando executado em aparelho, o indivíduo pode utilizar a resistência elástica como auxílio ou sobrecarga.

Considerando ainda que pequenas modificações em um exercício do método Pilates podem alterar o padrão de ativação muscular<sup>7,8</sup> e que ainda há uma carência de estudos que avaliem exercícios de Pilates do ponto de vista cinesiológico (atividade elétrica dos músculos envolvidos), o objetivo deste trabalho foi comparar dois exercícios (*hundred* e *teaser*) realizados no solo e em aparelho no que diz respeito à ativação elétrica de grupos musculares atuantes.

## METODOLOGIA

### Amostra

Participaram do estudo 11 mulheres saudáveis (idade de  $29,6 \pm 7,97$  anos, peso de  $62,3 \pm 4,1$ kg, estatura de  $158,1 \pm 4,7$ cm, IMC de  $24,6 \pm 1,1$ %) praticantes do método Pilates por no mínimo seis meses. De acordo com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, todas as participantes foram informadas sobre a pesquisa antes de concordar em participar e assinaram um Termo de Consentimento Livre Esclarecido.

### Equipamentos

Para a realização da coleta de dados de eletromiografia, foi utilizado um eletromiógrafo de quatro canais, modo de rejeição comum de 110db (a 60Hz), impedância de entrada do sistema de 100 Gohms e conversor A/D de 14 bits (Miotool 400, Miotec). O sinal foi coletado com uma frequência de amostragem de 2.000Hz por canal.

### Eletromiografia

A pele foi preparada com tricotomia, abrasão e limpeza. Foram posicionados pares de eletrodos de superfície Ag/AgCl com 22mm de diâmetro (Kendall, Meditrace – 100) no ventre dos músculos reto abdominal, bilateralmente, e reto femoral em cada perna. A distância entre eletrodos foi de 20mm. A preparação da pele e o posicionamento dos eletrodos do reto femoral seguiram as recomendações do projeto Seniam<sup>9</sup>. O posicionamento dos eletrodos sobre a musculatura reto abdominal seguiu as recomendações de literatura específica<sup>10</sup>. O eletrodo de referência foi posicionado sobre a face medial da tíbia direita. Visando comparar os sinais provenientes dos músculos monitorados foram realizadas duas contrações voluntárias máximas (CVMs) para o músculo reto abdominal e duas CVMs para os músculos reto femoral, ambas na posição em decúbito dorsal, com duração de cinco segundos. Para a execução das CVMs, realizadas aleatoriamente, os indivíduos foram encorajados verbalmente a tentar realizar duas vezes o movi-

mento de flexão de tronco e duas vezes o movimento de flexão de quadril. Faixas de velcro foram utilizadas em três locais para estabilizar o indivíduo: i) na altura do processo xifoide, ii) na porção média das coxas, e iii) próximas ao joelho<sup>10</sup>. A CVM com valor mais alto em cada situação foi utilizada para normalização dos sinais eletromiográficos.

### Protocolo

O exercício *hundred* foi executado no solo e no aparelho *Reformer* enquanto o *teaser* no solo e no aparelho *Cadillac*<sup>11</sup>. A posição mantida para o exercício *hundred* pode ser visualizada na figura 1. Tanto no solo quanto no aparelho *Reformer*, os membros inferiores são mantidos sem contato com o plano pela manutenção de uma leve flexão do quadril. A cervical e a região superior da coluna torácica também realizam flexão, não ficando em contato com o plano, de forma que os membros superiores ficam suspensos em uma posição aproximadamente paralela ao plano. No exercício *hundred* apenas a coluna lombar e a parte inferior da coluna torácica ficam em contato com o solo, enquanto os braços executam um movimento oscilatório.

A posição mantida para o exercício *teaser* pode ser visualizada na figura 2. Tanto no solo quanto no aparelho *Cadillac*, há uma manutenção de um ângulo de flexão de quadril próximo a 90 graus. A angulação dos membros inferiores em relação ao plano fica em torno de 45 graus, enquanto os membros superiores são mantidos aproximadamente paralelos aos membros inferiores. Devido à característica do exercício, no *teaser* a flexão de quadril é mais acentuada que no exercício *hundred*, enquanto que a flexão de coluna é minimizada. Neste exercício a coluna lombar é mantida sem contato com a superfície de apoio, na qual apenas a região glútea fica em contato com o plano.

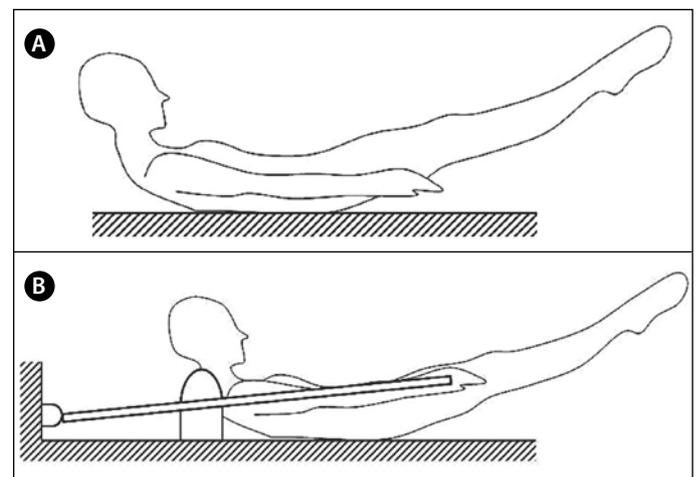


Figura 1. Esquema dos exercícios *hundred* no solo (A) e no *Reformer* (B).

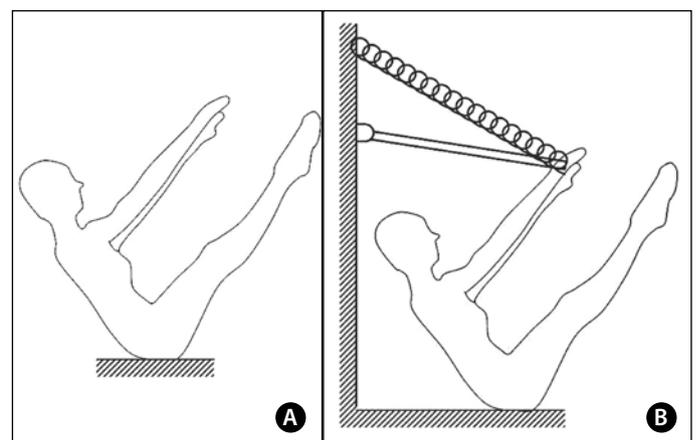


Figura 2. Esquema dos exercícios *teaser* no solo (a) e no *Cadillac* (b).

Todas as situações (*hundred* no solo e equipamento, *teaser* no solo e equipamento) foram consideradas isométricas, do ponto de vista dos músculos monitorados, com o executante mantendo cabeça, coluna cervical e torácica, bem como os membros inferiores sem contato com o solo, através da manutenção de uma flexão simultânea de quadril e coluna.

Cada participante, partindo de um repouso em decúbito dorsal, manteve a postura de cada um dos exercícios (figuras 1 e 2), no solo ou no aparelho, retornando à posição original, em um tempo de 15 segundos. Para efeitos de análise, foram considerados os cinco segundos centrais, eliminando desta forma as ações concêntricas para atingir o posicionamento e excêntricas durante o retorno à posição de origem. Os exercícios foram realizados em ordem aleatória para cada participante e pelo menos cinco minutos de intervalo entre um e outro foi mantido. Como no exercício *hundred* são executados pulsos (movimentos de flexoextensão do ombro de pequena amplitude) enquanto a postura é mantida, foi solicitado que os participantes realizassem os mesmos de forma ritmada, mas a frequência dos pulsos não foi controlada, permitindo que cada indivíduo o fizesse de acordo com a sua prática.

## ANÁLISE DE DADOS

Os dados eletromiográficos foram processados no *software* SAD32 (versão 2.61.07mp, 2002). Foi utilizado um filtro digital Butterworth passa-banda de terceira ordem, com frequência de corte entre 20 e 500Hz. A parte central da execução de cada exercício foi recortada, e foi obtido o valor *root mean square* (RMS) referente a cinco segundos da fase considerada isométrica. Esse valor foi normalizado pelo valor RMS da CVM de maior amplitude.

Para a análise estatística foi utilizado teste *t* para verificar a diferença de ativação entre as porções dos lados direito e esquerdo do músculo reto abdominal e entre as duas pernas do músculo reto femoral. Como não houve diferenças entre as ativações do lado direito e esquerdo, uma média aritmética simples foi realizada para representar o "grupo muscular". Foi feita uma ANOVA de dois fatores (grupo muscular e exercício) para verificar diferenças na ativação elétrica nas diferentes situações. Quando necessário, o *post hoc* utilizado foi o de Bonferroni. O nível de significância em todos os testes foi de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

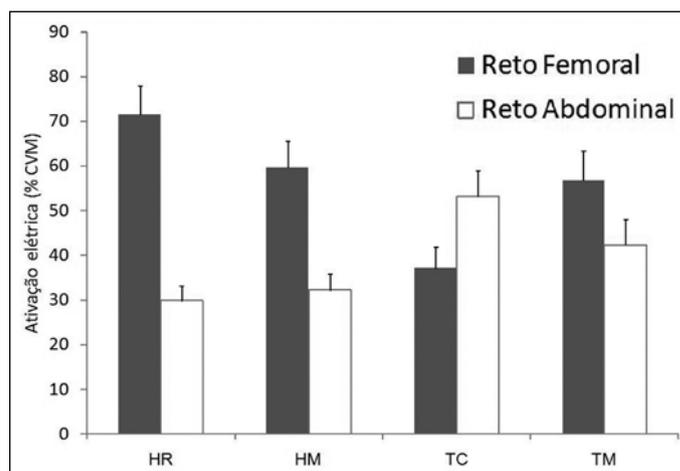
Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os lados direito e esquerdo, tanto para as porções do músculo reto abdominal quanto para os músculos reto femoral, o que permitiu agrupar as porções musculares. Para a análise das situações foi considerado o músculo RF (reto femoral: resultado da média dos lados direito e esquerdo) e o músculo RA (reto abdominal: resultado da média das porções direita e esquerda).

Assim sendo, considerando os dois músculos RF e RA, não foi encontrada diferença entre os exercícios ( $F(3,72) = 0,493$ ,  $p = 0,689$ ,  $\omega^2 = -0,012$ ), o que significa que não há uma exigência maior de algum dos exercícios quando considerada a atividade conjunta dos músculos analisados. Por outro lado, houve diferença entre os músculos ( $F(1,72) = 19,128$ ,  $p < 0,001$ ,  $\omega^2 = 0,146$ ), onde, em média, o reto femoral foi mais exigido nos exercícios analisados (tabela 1). Também houve interação significativa entre músculos e exercícios ( $F(3,72) = 10,122$ ,  $p < 0,001$ ,  $\omega^2 = 0,221$ ), indicando que a diferença encontrada entre os músculos é dependente do exercício executado (figura 3).

**Tabela 1.** Média da ativação elétrica dos músculos reto femoral e reto abdominal considerando todos os exercícios (média e erro padrão).

Grupo muscular*	Ativação (%CVM)
Reto femoral	56,28 (3,50)
Reto abdominal	39,42 (2,74)

\* Diferença significativa entre os músculos ( $p < 0,05$ ).



**Figura 3.** Média e erro padrão da ativação de cada músculo nos diferentes exercícios: *hundred Reformer* (HR), *hundred mat* (HM), *teaser Cadillac* (TC) e *teaser Mat* (TM).

\* Diferença significativa entre músculos em um mesmo exercício ( $p < 0,05$ ).

## DISCUSSÃO

Neste estudo foi comparada a ativação elétrica dos músculos reto abdominal e reto femoral durante os exercícios *hundred*, no solo e no *Reformer*, e *teaser*, no solo e no *Cadillac*, do método Pilates. Na análise inicial a comparação da ativação elétrica dos músculos entre os lados direito e esquerdo não apresentou diferença, o que permitiu agrupar os músculos de cada lado do corpo. Essa simetria na eletromiografia é corroborada por dados da literatura, nos quais Rutkowska-Kucharska *et al.*<sup>12</sup> encontraram simetria na ativação elétrica de músculos do tronco durante a realização de exercícios diferentes abdominais.

Considerando as porções musculares direita e esquerda agrupadas, a análise estatística identificou diferença significativa na ativação elétrica entre os músculos nos diferentes exercícios, assim como uma dependência do exercício para a ativação dos músculos RF e RA. Mas não foi verificada diferença entre os exercícios quando considerada a ativação dos grupos musculares juntos.

A maior ativação do grupo RF em relação ao grupo RA no exercício *hundred*, tanto no *Reformer* como no solo, pode estar relacionada ao fato de a coluna lombar estar apoiada no solo durante o exercício, simultaneamente ao grande torque de resistência oferecido pelos membros inferiores nestes exercícios. Corroborando esta afirmação, Sacco *et al.*<sup>6</sup>, ao avaliarem o exercício *hundred*, no *mat* e nos aparelhos *Reformer* e *Cadillac*, mostraram que o torque dos membros inferiores era sempre superior, tanto no solo quanto nos aparelhos. Embora força e eletromiografia não possam ser diretamente relacionadas, é razoável supor que um maior torque de resistência demande maior ativação elétrica da musculatura envolvida<sup>13</sup>.

No exercício *teaser* no *Cadillac*, a maior ativação do RA em relação ao RF pode estar associada à resistência elástica do aparelho. Nesse caso podia se esperar uma menor ativação do grupo RA, já que aparentemente o apoio para as mãos auxiliaria na manutenção da postura. Entretanto, a resistência elástica que está conectada a esse apoio traciona o hemitórax superior gerando um torque extensor na articulação do quadril, o que tende a aumentar a exigência da musculatura abdominal. Além disso, a exigência sobre o RF é minimizada neste caso, pois o torque de resistência oferecido pelos membros inferiores está reduzido, devido à posição mais verticalizada das pernas, o que também foi evidenciado por Sacco *et al.*<sup>6</sup>.

Fora do ambiente do Pilates, Duncan<sup>14</sup> comparou a ativação elétrica do músculo reto abdominal em diferentes exercícios de abdominal, incluindo o exercício tradicional, no qual a lombar é mantida no chão e apenas a coluna torácica descola, com o exercício canivete, em que

toda a coluna sai do chão, incluindo a lombar. Uma maior ativação da musculatura abdominal durante o canivete em relação ao exercício tradicional foi encontrada, o que concorda com os resultados deste estudo.

No solo, Esco *et al.*<sup>15</sup> avaliaram a ativação elétrica de diferentes grupos de músculos durante a execução de diversos exercícios, incluindo *hundred* e *teaser*. Esses autores não apresentam o resultado de uma comparação estatística entre os músculos em cada exercício ou entre os exercícios, mas pelos dados apresentados de percentual da ativação, reto abdominal e reto femoral tiveram ativação aparentemente similar. Já comparando a ativação entre os exercícios, ambos os músculos têm uma ativação cerca de 40% maior no *teaser* em relação ao *hundred* no solo. Já nos resultados deste estudo, a ativação do reto femoral foi significativamente maior que a do reto abdominal no *hundred* no solo, enquanto que não houve diferença entre os músculos no *teaser*.

Dentro de um contexto aplicado pode-se utilizar estes resultados como parâmetro de referência quando alguma ênfase em determinado grupo muscular é desejada. Assim, o *hundred*, deve ser o exercício escolhido quando a intenção for uma maior ativação do músculo reto femoral, tanto no solo quanto no aparelho, enquanto que caso se deseje

que a exigência seja maior sobre o músculo reto abdominal, o *teaser* no *Cadillac* deve ser o exercício a ser executado. Independente da escolha, o nível de ativação dos músculos analisados é suficiente para se obter condicionamento físico<sup>15</sup>. Cabe salientar que apenas os músculos reto abdominal e reto femoral foram avaliados. Eventualmente podem existir outras diferenças, caso sejam avaliados outros grupos musculares. Nesta perspectiva, sugere-se a realização de novos estudos nos quais outros músculos sejam monitorados durante a realização destes exercícios.

## CONCLUSÃO

O grupamento muscular reto femoral apresentou maiores níveis de ativação nos exercícios *hundred* executado no solo e no *Reformer*, enquanto o grupamento muscular reto abdominal apresentou maior ativação durante o exercício *teaser* executado no *Cadillac*. Em quaisquer dos exercícios os níveis de ativação são suficientes para se obter condicionamento físico.

---

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

---

## REFERÊNCIAS

1. Muscolino JE, Cipriani S. Pilates and the "powerhouse" – I. *J Bodyw Mov Ther* 2004;8:15-24.
2. Queiroz B, Cagliari M, Amorim C, Sacco I. Muscle Activation During Four Pilates Core Stability Exercises in Quadruped Position. *Arch Phys Med Rehabil* 2010;91:86-92.
3. Petrofsky J, Morris J, Bonacci J, Hanson A, Jorritsma R, Hill J. Muscle Use During Exercise: A Comparison of Conventional Weight Equipment to Pilates With and Without a Resistive Exercise Device. *J Appl Res* 2005;5:161.
4. Sorosky S, Stilp S, Akuthota V. Yoga and pilates in the management of low back pain. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2008;1:39-47.
5. Caldwell K, Harrison M, Adams M, Triplett NT. Effect of Pilates and taiji quan training on self-efficacy, sleep quality, mood, and physical performance of college students. *J Bodyw Mov Ther* 2009;13:155-63.
6. Sacco ICN, Andrade MS, Souza PS, Nisiyama M, Cantuária AL, Maeda FYI, et al. Método Pilates em revista: aspectos biomecânicos de movimentos específicos para reestruturação postural-estudos de caso. *Rev Bras Ci e Mov* 2005;13:65-78.
7. Silva Y, Melo M, Gomes L, Bonezi A, Loss J. Analysis of the external resistance and electromyographic activity of hip extension performed according to the Pilates method. *Rev Bras Fisioter* 2009;13:82-8.
8. Loss JF, Melo MDO, Rosa CH, Santos ABD, Torre ML, Silva YOD. Electrical Activity Of External Obliques And Multifidus Muscles During The Hip Flexion-Extension Exercise Performed In Cadillac With Different Adjustment of Springs And Individual Positions. *Rev Bras. Fisioter* 2010; 14(6):510-517.
9. Merletti R. Standards for reporting EMG data. *J Electromyogr Kinesiol* 1999;9:3-4.
10. NG JKF, Kippers V, Parnianpour M, Richardson CA. EMG activity normalization for trunk muscles in subjects with and without back pain. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:1082-6.
11. Pilates JH, Miller WJ. The Complete Writings of Joseph H. Pilates: Return to Life Through Contrology and Your Health. Ed. BainBridge Books: West Yorkshire; 2000.
12. Rutkowska-Kucharska A, Szpala A, Pieciuk E. Symmetry of muscle activity during abdominal exercises. *Acta Bioeng Biomech* 2009;11:25-30.
13. Loss J, Candotti C. Comparative study between two elbow flexion exercises using the estimated resultant muscle force. *Rev Bras Fisioter* 2008;12:502-10.
14. Duncan M. Muscle activity of the upper and lower rectus abdominis during exercises performed on and off a Swiss ball. *J Bodyw Mov Ther* 2009;13:364-7.
15. Esco M, Olson M, Martin R, Woollen E, Ellis M, Williford H. Abdominal EMG of Selected Pilates' Mat Exercises. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:5357.