

**GABRIELA BUENO SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE ELÉTRICA DOS  
MÚSCULOS RETO ABDOMINAL PORÇÃO SUPERIOR E  
INFERIOR DURANTE EXERCÍCIOS DO MÉTODO PILATES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Educação Física, do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Câmpus Muzambinho, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Renato Aparecido de Souza

**MUZAMBINHO  
2013**

# CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE ELÉTRICA DOS MÚSCULOS RETO ABDOMINAL PORÇÃO SUPERIOR E INFERIOR DURANTE EXERCÍCIOS DO MÉTODO PILATES

Gabriela Bueno Silva<sup>1</sup>  
Renato Aparecido de Souza<sup>2</sup>  
Mirele Minussi Morgan<sup>3</sup>

**RESUMO:** Introdução: Atualmente, o método Pilates tem sido empregado para o fortalecimento da musculatura abdominal, a qual é de extrema importância para a manutenção de adequada postura. Objetivo: caracterizar a ativação eletromiográfica dos músculos reto abdominal porção superior (RAPS) e inferior (RAPI) durante os seguintes exercícios do método Pilates: *roll up*, *double leg stretch*, *coordination*, *crisscross* e *foot work*. Métodos: A amostra de sete mulheres voluntárias, saudáveis com idade média de  $20,3 \pm 5,2$  anos, massa corporal média de  $64,2 \pm 6,9$  kg, altura média de  $1,67 \pm 7,1$  cm. Adotou-se como critério inclusão: (a) mulheres fisicamente ativas e sem histórico de lesão musculoesquelética, (b) sem gestação prévia, (c) sem assimetrias de tronco e membros inferiores, identificadas visualmente, (d) sem experiência prévia ou o método Pilates. Inicialmente foram obtidos os valores eletromiográficos (RMS) durante a Contração Isométrica Voluntária Máxima (CVIM) para posterior normalização. Após 48 horas da realização da CVIM, as voluntárias foram submetidas à execução de todos os exercícios abdominais, os quais foram realizados aleatoriamente. Foram executadas 5 repetições para cada exercício. Os sinais de EMG foram submetidos a um procedimento de filtragem digital (passa-banda, terceira ordem, com frequência de corte entre 20 e 500 Hz) com o software Miograph. Aplicou-se a análise de variância (ANOVA), com aplicação do teste pós hoc de Tukey. Considerou-se como significativo  $p < 0,05$ . Resultados: O músculo RAPS apresentou uma ativação significativa maior durante os exercícios do método, com exceção do exercício *roll up*. Em relação ao músculo RAPI somente apresentou uma ativação significativa o exercício *crisscross* comparado aos outros exercícios do método Pilates. Conclusão: Os exercícios do método Pilates caracterizam diferentes graus de ativação da musculatura abdominal no RAPS e RAPI.

Palavras-Chave: Pilates; eletromiografia; abdominais

## INTRODUÇÃO

O Pilates é um método de exercícios corporais que tem sido bastante difundido nos últimos anos com o objetivo de melhorar a flexibilidade, o condicionamento físico, consciência corporal e fortalecer a musculatura principalmente associada à estabilidade de tronco (SHEDDEN; KRAVITZ, 2006; LATEY, 2001).

---

<sup>1</sup> Graduando do curso superior de Licenciatura em Educação Física

<sup>2</sup> Orientador da pesquisa

<sup>3</sup> Participação na pesquisa

Toda a construção teórica dos conceitos relacionados ao método foi desenvolvida por Joseph Hubertus Pilates durante a primeira guerra mundial com intuito de reabilitar os feridos (SHEDDEN; KRAVITZ, 2006; LATEY, 2001). A popularidade do método se deu a partir da década de 80, mas a fundamentação científica que poderia sustentar os exercícios prescritos ainda é escassa (MUSCOLINO; CIPRIANI, 2004). A estabilidade dinâmica da coluna vertebral é corriqueiramente treinada pelo praticante do método Pilates com a aplicação de exercícios que se propõem a fortalecer grupos musculares específicos, tais como extensores da coluna, extensores do quadril, flexores do quadril, musculatura profunda da pelve e reto abdominal (KOLWNIK; CAVALCANTE, AOKI, 2004). A fadiga dessa musculatura está associada a dor lombar e, justificando o emprego do Pilates na estabilidade do tronco, tem sido documentada a eficácia desse método em lombalgias (CONCEIÇÃO; MERGENER, 2012; HOLMSTROME; MORITZ; ANDERSSONM,1992).

Tem sido demonstrado que pequenas modificações em um exercício do método Pilates pode alterar o padrão de ativação elétrica muscular (LOSS et al., 2010; SILVA et al., 2013). Menacho et al. (2010) caracterizaram eletromiograficamente a musculatura paravertebral submetida a três exercícios de Pilates: *swimming*, *single leg kick* e *double leg kick*. Foi demonstrada a distinta participação dos paravertebrais em cada um dos exercícios. Contudo, a literatura ainda não possui informações suficientes para a inclusão segura do método, principalmente em portadores de algum distúrbio musculoesquelético. Dessa maneira, é fundamental uma melhor caracterização dos exercícios desse método, especialmente da musculatura que age sobre a coluna vertebral (LOSS et al., 2010; SILVA et al., 2013).

Inserido nessa perspectiva, o presente estudo teve como objetivo caracterizar a ativação eletromiográfica dos músculos reto abdominal porção superior (RAPS) e inferior (RAPI) durante os seguintes exercícios do método Pilates: *roll up*, *double leg stretch*, *coordination*, *crisscross* e *foot work*.

## **METODOLOGIA**

Foi utilizada uma amostra de conveniência constituída por sete mulheres, saudáveis com idade média de  $20,3 \pm 5,2$  anos, massa corporal média de  $64,2 \pm 6,9$  kg, altura média de  $1,67 \pm 7,1$ cm. Foram utilizados como critérios de inclusão: (a) mulheres

fisicamente ativas e sem histórico de lesão musculoesquelética, (b) sem gestação prévia, (c) sem assimetrias de tronco e membros inferiores, identificadas visualmente, (d) sem experiência prévia ou o método Pilates. O estudo obedeceu aos cuidados éticos para experimentação com seres humanos, conforme a Lei 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

### *Descrição dos exercícios*

Os exercícios do método Pilates estão ilustrados na figura 1. A figura 1A e B ilustra a posição inicial e final do exercício *roll up*. Nesse exercício, a voluntária partiu da posição de decúbito dorsal com pernas estendidas e braços estendidos acima da cabeça, para a flexão do tronco, mantendo estendidos os membros superiores e inferiores. Foi solicitado o controle da respiração da seguinte maneira: durante a flexão, inspiração e durante o retorno a posição inicial, expiração.

A figura 1C e D ilustra a posição inicial e final do exercício *double leg stretch*. Nesse exercício, a voluntária partiu da posição de decúbito dorsal com leve flexão de pescoço e flexão de quadril Joelho sustentada pelas mãos, para extensão de membros superiores e inferiores sem contato com o solo. Foi solicitado o controle da respiração da seguinte maneira: durante a extensão, expiração e durante o retorno a posição inicial, inspiração.

A figura 1E e F ilustra a posição inicial e final do exercício *coordination*. Nesse exercício, a voluntária partiu da posição de decúbito dorsal com leve flexão de pescoço apoiado pelos membros superiores não estando em contato com o solo, bem como leve flexão de quadril com joelhos estendidos associados à abdução máxima possível de quadril. Nesse exercício, a voluntária realizava a adução do quadril de ambos os membros inferiores cruzando a linha média de forma alternada. Ora o membro inferior direito superiormente, ora inferiormente e vice-versa. Em momento algum os pés tocavam o solo. Foi solicitado o controle da respiração da seguinte maneira: durante a adução, inspiração e durante o retorno a posição inicial, expiração.

A figura 1G e H ilustra a posição inicial e final do exercício *crisscross*. Nesse exercício, a voluntária partiu da posição de decúbito dorsal com leve flexão de pescoço apoiado pelos membros superiores não estando em contato com o solo, bem como leve flexão de quadril com os joelhos estendidos. Foi solicitado para que a voluntária encostasse o joelho direito no cotovelo esquerdo e vice-versa fazendo uma pequena rotação do tronco de forma alternada. Ora para o lado direito, ora para o lado esquerdo.

Em momento algum, os pés tocavam o solo. Foi solicitado o controle da respiração da seguinte maneira: a partir do início do exercício, a voluntária inspirou na primeira metade do ciclo até o alcance do joelho ao cotovelo. Nesse momento, ocorreu a expiração até o cessamento do ciclo em plena extensão da perna.

A figura 1H e I ilustra a posição inicial e final do exercício *footwork*. Nesse exercício a voluntária partiu da posição de decúbito dorsal com leve flexão de pescoço e flexão de quadril-jelho sustentada pelas mãos. A voluntária realizava a alternância dos membros inferiores súpero-inferiormente. Em momento algum os pés tocavam o solo. Foi solicitado o controle da respiração da seguinte maneira: sempre que uma das pernas estava na posição superior à voluntária expirava, enquanto que a inspiração ocorria no restante do tempo.

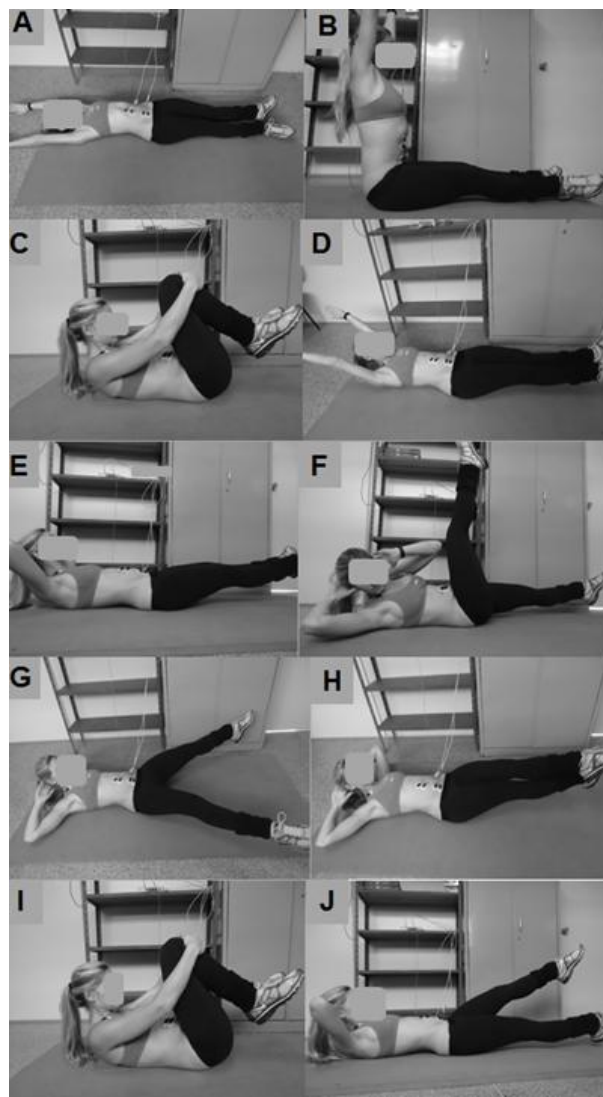


Figura 1. Exercícios do método Pilates. A e B = Posição inicial e final do *roll up*; C e D = Posição inicial e final do *double leg stretch*; E e F = Posição inicial e final do *crisscross*; G e H = Posição inicial e final do *coordination*; I e J = Posição inicial e final do *footwork*.

## *Procedimentos*

Inicialmente cada voluntária foi submetida a dois testes de contração isométrica voluntária máxima (CVIM) para obtenção dos valores eletromiográficos de normalização. Cada teste teve duração de 5 segundos, intervalados por 5 minutos (ESCAMILLA et al 2006).. As voluntárias foram estimuladas verbalmente a vencer uma resistência manual contra sua máxima flexão de tronco, como se estivessem realizando o abdominal sit-up. O posicionamento do membro inferior no teste de CVIM foi ajustado com o uso de um goniômetro em 90 graus para as articulações do quadril e joelho.

Após 48 horas da realização do CVIM, as voluntárias foram submetidas à execução de todos os exercícios abdominais, os quais foram realizados em ordem estabelecida por sorteio. Imediatamente antes da coleta eletromiográfica de cada exercício, as voluntárias foram apresentadas a execução dos movimentos por um instrutor do método Pilates e, somente quando houvesse o adequado aprendizado, o exercício poderia ser experimentalmente realizado. O controle da execução foi realizado visual e verbalmente sendo o ritmo coordenado com o feedback sonoro de um metrônomo ajustado em 20 batimentos por minuto. Dessa maneira, os exercícios foram realizados com cerca de 9 segundos de cadência: cerca de 3 segundos a partir da posição inicial para a posição final, de aproximadamente 3 segundos de contração isométrica na posição final, e aproximadamente 3 segundos de regresso à posição inicial. O tempo de repouso entre os exercícios experimentais bem como a transição do treinamento para a execução final foi de 5 minutos.

Para o monitoramento eletromiográfico foi utilizado o eletromiógrafo Miotool 400 (Miotec Equipamentos Biomédicos). A taxa de amostragem utilizada foi de 2000 Hz por canal. Os sinais de EMG foram submetidos a um procedimento de filtragem digital com o auxílio do software Miograph (Miotec Equipamentos Biomédicos). Utilizou-se um filtro passa-banda Butterworth, terceira ordem, com frequência de corte entre 20 e 500 Hz. Todos os sinais eletromiográficos foram tratados usando a análise root mean square (RMS). O valor RMS de cada exercício foi calculado e depois a média desses valores foi computada, normalizada em função da CIVM e usada para análise estatística (LEVINE et.al, 2007).

Antes do início das coletas foi realizada a limpeza com álcool e abrasão com bucha vegetal no local onde os eletrodos foram aplicados. O eletrodo de referência foi colocado sobre a clavícula e os músculos monitorados foram o RAPS e o RAPI.

Utilizaram-se durante o teste pares de eletrodos descartáveis da marca Kendall (Meditrace – 100, Ag/AgCl; diâmetro de 3,5 cm, com adesivo de fixação, na configuração bipolar). Os eletrodos foram posicionados no ventre muscular de forma em que ficassem distante 3 cm um do outro (centro a centro). Para o RAPI os eletrodos foram posicionados unilateralmente centrados no ventre muscular, posicionado ao ponto médio entre a cicatriz umbilical e a sínfese púbica e 3 cm laterais da linha média. Para o RAPS os eletrodos foram colocados unilateralmente centrados no ventre muscular, posicionado logo abaixo do ponto médio entre a cicatriz umbilical e o apêndice xifóide, mas não na interseção tendinosa e 3 cm lateral da linha média (Figura 2).

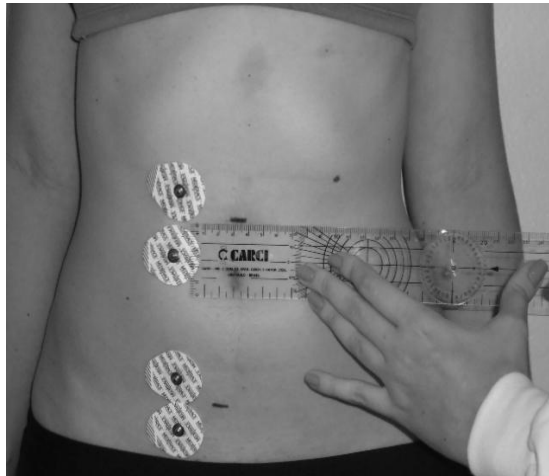


Figura 2. Posicionamento dos eletrodos nos músculos reto abdominal superior (RAPS) e reto abdominal inferior (RAPI).

### *Análise estatística*

Os dados foram analisados por meio do software Graph Pad Prism. A normalidade dos dados foi avaliada por meio do teste D'Agostino e Pearson. Como houve aderência ao modelo normal, aplicou-se a análise de variância (ANOVA), com aplicação do teste pos hoc de Tukey. O nível de significância adotado em todos os testes foi de  $p < 0,05$ .

## **RESULTADOS**

A Figura 3 ilustra a atividade eletromiográfica do músculo RAPS normalizada e expressa como percentual da CVIM durante os cinco exercícios de Pilates estudados. Foi observado que somente o exercício *roll up* apresentou um percentual de ativação inferior aos demais exercícios ( $p < 0,05$ ). Essa inferioridade de ativação foi de aproximadamente 30 a 40% em relação os demais exercícios.

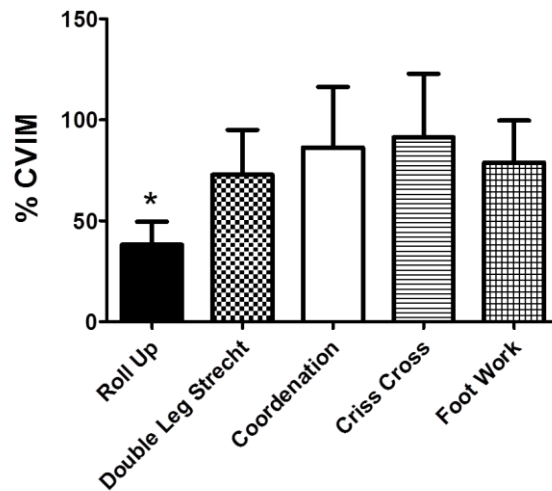


Figura 3. Atividade eletromiográfica do músculo Reto Abdominal Superior. % da CVIM: percentual da contração isométrica máxima. \* indica  $p < 0,05$  quando comparado com os demais grupos. ANOVA seguida do teste de Tukey.

A Figura 4 ilustra a atividade eletromiográfica do músculo RAPI normalizada e expressa como percentual da CVIM durante os cinco exercícios de Pilates estudados. Foi observada diferença significativa somente entre os exercícios *roll up* e *crisscross* ( $p < 0,05$ ). Além disso, é interessante notar que o exercício *crisscross* gerou um percentual de ativação no RAPI maior que 100% da CVIM.

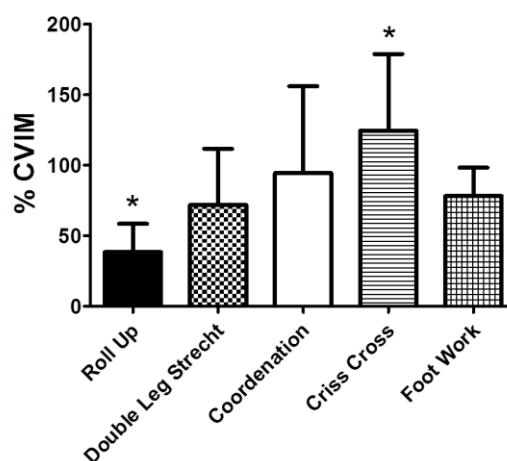


Figura 4. Atividade eletromiográfica do músculo Reto Abdominal Inferior. % da CVIM: percentual da contração isométrica máxima. \* indica a localização do  $p < 0,05$ . ANOVA seguida do teste de Tukey.



## DISCUSSÃO

O Pilates é um método de exercícios terapêuticos que tem sido aplicado com o intuito de melhorar o condicionamento físico, a flexibilidade, a amplitude de movimento e o alinhamento postural (SILVA et al., 2013). Contudo, poucos estudos tem analisado o comportamento eletromiográfico dos exercícios de Pilates. Em uma busca na base de dados “pubmed” com a palavra “Pilates” foram encontrados 123 artigos científicos, enquanto que a associação dos termos “Pilates” e “eletrocmiography” encontrou-se somente 4 estudos. Por meio da eletromiografia é possível o monitoramento do grau de atividade elétrica dos músculos requisitados durante um determinado movimento corporal (ESCAMILLA et al., 2006) Essa informação é de fundamental importância para a caracterização dos músculos envolvidos em uma ação e, dessa maneira fundamenta a inserção ou não de um exercício em programas de reabilitação ou de fortalecimento muscular. Inserido nessa perspectiva, o presente estudo teve como objetivo caracterizar a ativação eletromiográfica dos músculos reto abdominal porção superior (RAPS) e inferior (RAPI) durante os exercícios do método Pilates.

Para nosso entendimento, trata-se do primeiro estudo que avalia a musculatura abdominal nos exercícios: *roll up*, *double leg stretch*, *coordination*, *crisscross* e *foot work* do método Pilates. No presente estudo foi observado que dependendo do exercício realizado, existe uma distinta atividade eletromiográfica da musculatura abdominal. Considerando a musculatura do RAPS a ordem de intensidade de ativação expressa em percentual de CVIM foi a seguinte: *crisscross* cerca de 90%, *coordination* 80%, *footwork* 85% e *double leg stretch* 75%. Todos esses exercícios foram considerados estatisticamente com o mesmo grau de ativação ( $p > 0,05$ ). O exercício *roll up* obteve cerca de 40% da CVIM e foi o único exercício que apresentou um grau de ativação inferior aos demais ( $p < 0,05$ ).

Interessantemente, ao analisarmos a ativação da musculatura do RAPI foi encontrada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) somente entre o exercício *crisscross* e o *roll up*. A ordem de intensidade de ativação expressa em percentual de CVIM foi a seguinte: *crisscross* cerca de 130%, *coordination* 90%, *footwork* 85% e *double leg stretch* 70%. Da mesma maneira que ocorreu com a ativação do RAPS, no exercício *roll up* o grau de ativação de 40% da CVIM.

De acordo com Escamilla et al. (2006), exercícios que apresentam atividade eletromiográfica superior a 60% da CVIM são considerados de ativação muscular elevada

e podem ser mais adequados ao desenvolvimento de força muscular. Por outro lado, exercícios que apresentam atividade eletromiográfica inferior a 40% podem ser eficientes para o desenvolvimento de resistência muscular. Para esse mesmo autor, o número de repetições também deve ser diferente em programas de treinamento que envolva exercícios com diferentes percentuais de ativação eletromiográfica. Por exemplo, para exercícios com ativação superior a 60% da CVIM, menor número de repetições e, para exercícios com ativação inferior a 40% da CVIM, maior número de repetições.

A partir dessa perspectiva, é possível inferir que com exceção do exercício *roll up*, todos os demais exercícios de Pilates analisados podem ser introduzidos em programas de fortalecimento da musculatura abdominal. O exercício *roll up*, talvez seja mais adequado em programas de reabilitação e fases iniciais de treinamento dessa musculatura. Contudo, é necessário cautela para a generalização dos resultados, uma vez que indivíduos treinados tem menor ativação eletromiográfica da musculatura.

Avaliando a musculatura posterior do tronco, Menacho et al. (2013), encontraram percentuais de ativação entre 15 e 61% da CVIM durante a execução de 3 exercícios de Pilates (*swimming*, *single leg kick* e *double leg kick*) em mulheres treinadas ao método. Em outro estudo do mesmo grupo de pesquisadores, foi avaliado o grau de ativação elétrica do músculo multifídios durante os exercícios de Pilates *swan dive* e *breast stroke* usando acessórios como a bola suíça e o aparelho *reformer* (MENACHO et al., 2013). Os autores observaram que houve variação no grau de ativação de 51,5 a 57,8% da CVIM entre as situações experimentais. Da mesma maneira, Queiroz et al. (2010) identificaram que a variação na posição do tronco e da pelve durante os exercícios de Pilates, altera o padrão de ativação dos músculos estabilizadores do tronco (multifídios, glúteo máximo, reto abdominal e oblíquos). Loss et al. (2010) observaram que dependendo das regulagens das molas utilizadas e da posição adotada no exercício de Pilates, a atividade mioelétrica dos músculos multifídios e oblíquo externos é consideravelmente distinta.

A partir dos resultados do presente estudo, é possível melhor compreender o comportamento eletromiográfico da musculatura abdominal durante exercícios do método Pilates. Essa compreensão favorece a prescrição desses exercícios em programas de reabilitação e fortalecimento de maneira mais segura e eficiente. Por fim, é importante salientar que novas pesquisas necessitam ser conduzidas com populações diferenciadas, com avaliação de outros grupos musculares e comparando outras situações experimentais para melhor caracterização e fundamentação científica do Pilates

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os achados do presente estudo mostram que os exercícios de Pilates causam diferentes graus de ativação da musculatura abdominal. Os exercícios que geraram o maior e menor grau de ativação foram respectivamente o *crisscross* e o *roll up* em ambas porções do reto abdominal. Com exceção do exercício *roll up*, todos os demais tem potencial para serem prescritos para programas de fortalecimento muscular.

## REFERÊNCIAS

CONCEIÇÃO M. Eficácia do método Pilates no solo em pacientes com lombalgia crônica. **Rev Dor**, 2012;13(4):385 – 8.

ESCAMILLA FR, BABB E, DEWITT R, JEW P, KELLEHE P, BURNHAM T, BUSCH J, ANNA DK, MOWBRAY R, IMAMURA TR. Electromyographic Analysis of Traditional and Nontraditional Abdominal Exercises: Implications for Rehabilitation and Training. **Phys Ther** 2006; 86:656-671.

HOLMSTROM E, MORITZ U, ANDERSSONM T. Muscle strength and back muscle endurance in construction workers with and without low back disorders. **Scand J Rehabil Med**.1992;24(1): 3-10.

KOLYNIK IEGG, CAVALCANTI SMB, AOKI MS. Avaliação isocinética da musculatura envolvida na flexão e extensão do tronco. Efeito do método Pilates. **Rev Bras Med Esporte**. 2004;10(6):487-90.

LATEY P. The Pilates method: history and philosophy. **J Body Mov Ther** 2001;5(4):275-82.

LEVINE B, KAPLANEK B, SCAFURA D, JAFFE WL. Rehabilitation after total hip and knee arthroplasty: a new regimen using Pilates training. **Bull NYU Hosp Jt Dis**. 2007;65(2):120-5.

LOSS JF, MELO OM, ROSA HC, SANTOS BA, TORRE LM, SILVA OY. Atividade elétrica dos músculos oblíquos externos e multifidos durante o exercício de flexoextensão do quadril realizado no Cadillac com diferentes regulagens de mola e posição do indivíduo. **Revista Bras Fisioter** 2010; 14(6):510-517.

MENACHO OM, OBARA K, CONCEIÇÃO SJ, CHITOLINA LM, KRANTZ RD, SILVA AR, CARDOSO RJ. Electromyographic effect of mat Pilates on the back muscle activity of healthy adult females. **J Manip Phys Ther**. 2010; 33(9):672-678.

MENACHO OM, SILVA FM, OBARA K, MOSTAGE CRQF, DIAS MJ, LIMA BT, ABRÃO T, CARDOSO RJ. The electromyographic activity of the multifidus muscles during the

execution of Two Pilates exercises – Swan die and breast stroke – for healthy people. **J Manip Phys Ther.** 2013; 36:319-326.

MUSCOLINO JE, CIPRIANI S. Pilates and the “powerhouse”. **J Body Mov Ther.** 2004;8(1):15-24.

QUEIROZ BC, CAGLIARI MF, AMORIM CF, SACCO, IC. Muscle activation during four pilates core stability exercises in quadruped position. **Arch Phys Med Rehabil.** 2010; 91(1):86-92.

SHEDDEN M, KRAVITZ L. Pilates exercise. A research-based review. **J Dance Med Sci.** 2006;10(3-4):111-6.

SILVA FM, SILVA CAM, CAMPOS RR, OBARA K, MOSTAGI CRKF, CARDOSO GRA, ABRÃO T, CARDOSO RJ. A comparative analysis of the electrical activity of the abdominal muscles during traditional and Pilates-based exercises. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum** 2013; 15(3):296 -304.