

**GABRIELA BUENO SILVA
MIRELE MINUSSI MORGAN**

**COMPARAÇÃO DA ATIVIDADE ELÉTRICA DO MÚSCULO
RETO ABDOMINAL DURANTE EXERCÍCIOS ABDOMINAIS
TRADICIONAIS E DO MÉTODO PILATES**

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

Orientador: Prof. Dr. Renato Aparecido de Souza

**MUZAMBINHO
2013**

COMPARAÇÃO DA ATIVIDADE ELÉTRICA DO MÚSCULO RETO ABDOMINAL DURANTE EXERCÍCIOS ABDOMINAIS TRADICIONAIS E DO MÉTODO PILATES

Gabriela Bueno Silva¹
Mirele Minussi Morgan¹
Renato Aparecido de Souza²

RESUMO: Introdução: O fortalecimento da musculatura abdominal está relacionado à estabilização da coluna vertebral, a qual é de extrema importância para a manutenção de adequada postura. Atualmente o método Pilates tem sido empregado para o fortalecimento dessa musculatura. Contudo, existe uma carência de estudos eletromiográficos que caracterizem adequadamente a real contribuição muscular durante exercícios desse método. Objetivo: comparar a ativação eletromiográfica (EMG) dos músculos reto abdominal porção superior (RAPS) e inferior (RAPI) durante exercícios do método Pilates (*roll up, double leg stretch, coordination, crisscross e footwork*) em relação a exercícios abdominais tradicionais (*sit up e crunch*). Métodos: Participaram do estudo sete mulheres (20,3 ± 5,2 anos) sem histórico de lesão musculoesquelética, sem gestação prévia e sem experiência prévia com o 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 pos hoc de Tukey. Considerou-se como significativa $p < 0,05$. Resultados: O músculo RAPS apresentou uma ativação significativa maior durante o método Pilates, com exceção do exercício *roll up*. Em relação o músculo RAPI somente o exercício *crisscross* apresentou maior ativação em relação aos abdominais tradicionais. Conclusão: Os exercícios do método Pilates promovem maior ativação elétrica em relação aos abdominais tradicionais, principalmente do RAPS.

Palavras-Chave: Pilates; eletromiografia; abdominais

INTRODUÇÃO

O método Pilates surgiu no início da primeira guerra mundial quando Joseph Pilates foi internado como um inimigo estrangeiro na Inglaterra e tornou-se um “fisioterapeuta” para seus companheiros que estavam internados (SHEDDEN; KRAVITZ, 2006; LATEY, 2001).

¹ Graduando do curso de bacharelado em Educação Física

² Orientador da pesquisa

Na época, Pilates usou maca de enfermarias, cabeceiras de cama e cadeiras de rodas adaptadas com molas para oferecer algum tipo de resistência para a reabilitação dos pacientes (MUSCOLINO, CIPRIANE, 2004). Atualmente, profissionais da área de saúde tem recomendado esse método para melhoria do condicionamento físico, flexibilidade, força, equilíbrio e consciência corporal (LATEY, 2001).

Considerando a conceituação do método Pilates, é fundamental a aplicação de seis princípios para maior eficácia da técnica: concentração, controle, centro, fluidez nos movimentos, respiração e precisão (KOLYNIK; CAVALCANTI; AOKI, 2004). Além disso, emprega-se o fortalecimento muscular do denominado cinturão de força (*powerhouse*) o qual abrange a musculatura abdominal, extensores da coluna, extensores do quadril, flexores do quadril e musculatura profunda da pelve, visando à estabilização do tronco (KOLYNIK; CAVALCANTI; AOKI, 2004; HOLMSTROME; MORITZ; TRUNK, 1992).

Para a inclusão sistemática do Pilates em programas de reabilitação e treinamento são necessárias pesquisas que suportem cientificamente suas premissas filosóficas e conceituais. Nos últimos anos, diversos estudos têm sido publicados, mas a literatura ainda carece de achados eletromiográficos para caracterização da atividade dos músculos envolvidos durante a execução dos inúmeros movimentos do método. Loss et al (2010). Observaram que dependendo das regulagens das molas utilizadas e da posição adotada, a atividade mioelétrica dos músculos multifídios e oblíquo externo é consideravelmente distinta. De modo semelhante, 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).

Diante desse contexto, o presente estudo objetivou comparar a ativação eletromiográfica dos músculos reto abdominal porção superior (RAPS) e inferior (RAPI) durante exercícios do método Pilates (*roll up, double leg stretch, coordination, crisscross e footwork*) em comparação a exercícios tradicionais de fortalecimento abdominal (*sit up e crunch*).

METODOLOGIA

Participaram deste estudo sete mulheres, com altura média de $1,67 \pm 7,1$ m, massa corporal média de $64,2 \pm 6,9$ kg e idade média de $20,3 \pm 5,2$ anos. Adotou-se como critério 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 com o método Pilates, e (e) que estivessem familiarizadas com a execução de exercícios abdominais tradicionais (*sit-up* e *crunch*). 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 cinco exercícios originais do método Pilates são mostrados nas figuras 1-5. A figura 1 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.

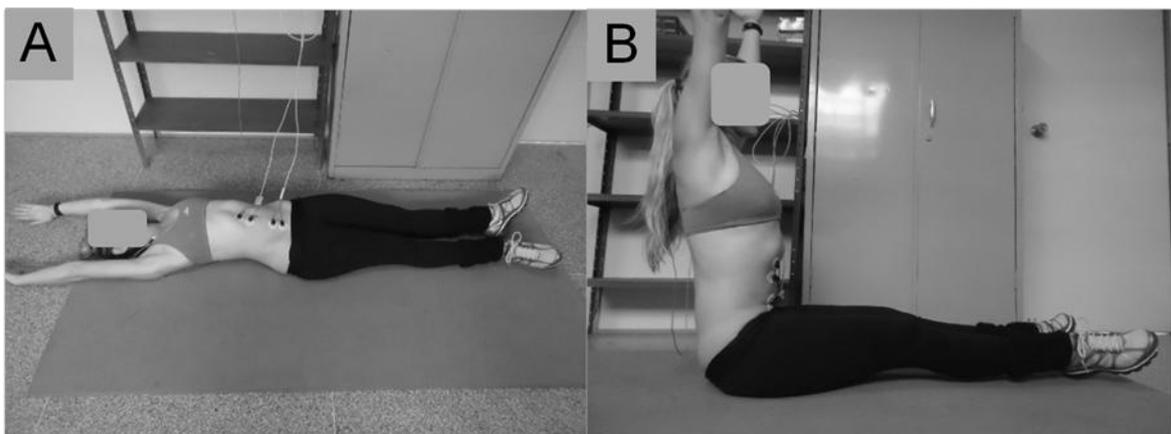


Figura 1. Exercício *roll up* do método Pilates. A: Posição inicial. B: Posição final.

A figura 2 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.

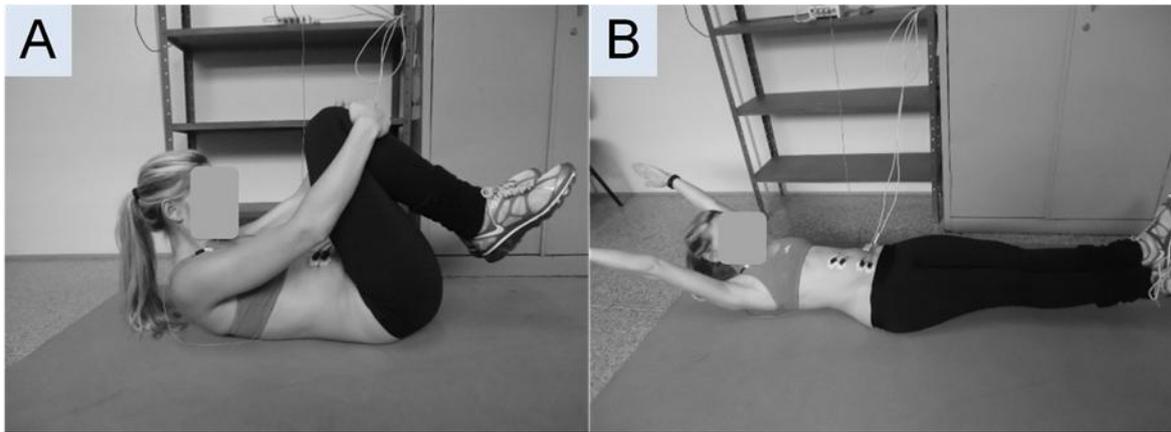


Figura 2. Exercício *double leg stretch* do método Pilates. A: Posição inicial. B: Posição final.

A figura 3 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.

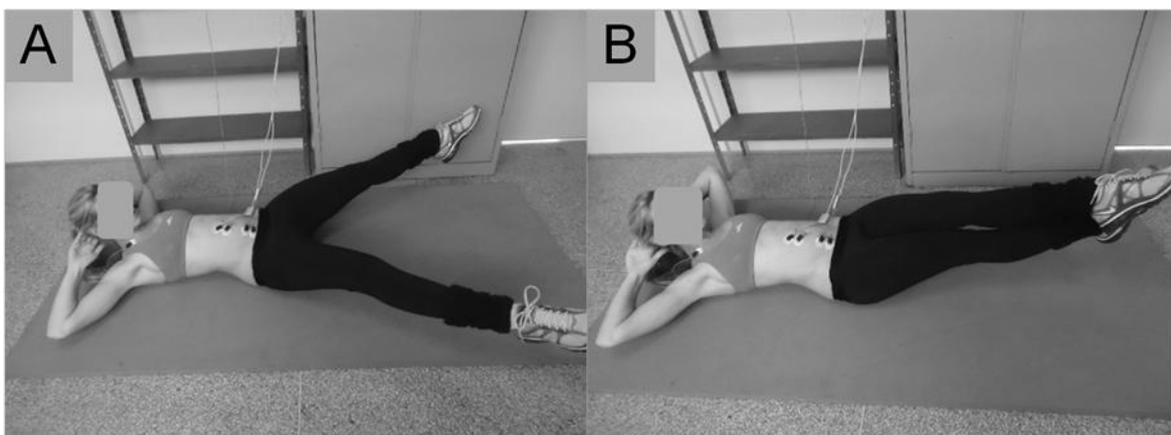


Figura 3. Exercício *coordination* do método Pilates. A: Posição inicial. B: Posição final.

A figura 4 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.

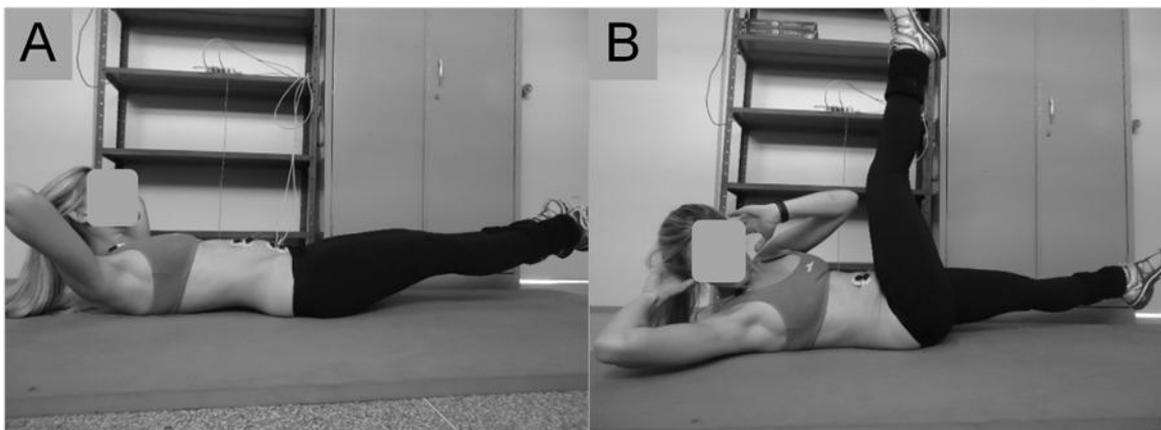


Figura 4. Exercício *crisscross* do método Pilates. A: Posição inicial. B: Posição final.

A figura 5 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.

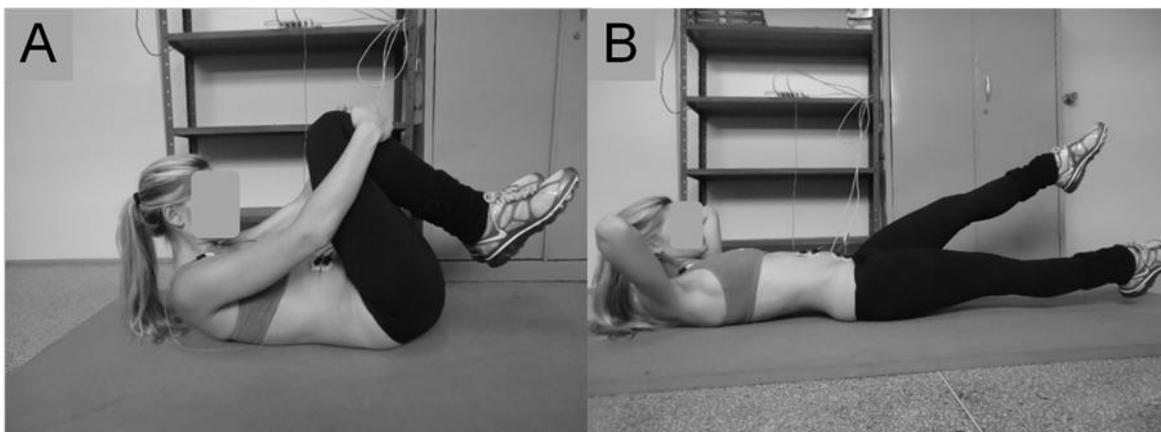


Figura 5. Exercício *footwork* do método Pilates. A: Posição inicial. B: Posição final.

Os dois exercícios abdominais tradicionais são mostrados na figura 6. Em ambos os exercícios, a voluntária partia da posição de decúbito dorsal, com os membros inferiores apoiados no solo com flexão de quadril e joelho em aproximadamente 90 graus. Tal medida foi aferida com o uso de um goniômetro. Foi solicitado a voluntária flexionar o tronco com as mãos apoiadas na região occipital da cabeça. No exercício *crunch*, a flexão de tronco ocorreu até a perda do contato das escápulas ao solo, aproximadamente 30 graus de flexão (Figura 6A). No exercício *sit up*, a flexão de tronco ocorreu até o máximo possível, aproximadamente 70 graus de flexão. Nesse exercício, também foi solicitado o apoio dos pés da voluntária por um pesquisador (Figura 6B). O controle da respiração ocorreu da seguinte maneira: durante a flexão do tronco, inspiração e durante o retorno a posição inicial, expiração.

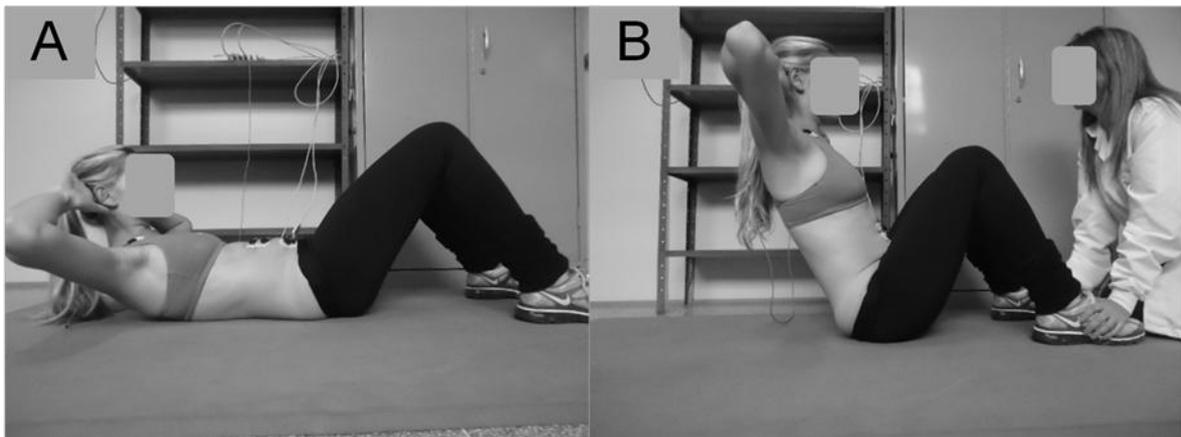


Figura 6. Exercícios abdominais tradicionais. A: *crunch*. B: *sit up*.

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. As voluntárias foram estimuladas verbalmente a vencer uma resistência manual contra sua flexão de tronco, como se estivessem realizando o abdominal *sit-up*. Contudo, a voluntária não produzia nenhum deslocamento do tronco, gerando uma contração isométrica. 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.

A figura 7 ilustra o procedimento de coleta eletromiográfica durante o teste de CVIM dos músculos RAPS e RAPI.



Figura 7. Procedimento de obtenção dos valores da contração isométrica voluntária máxima.

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 foi 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 regressão a posição inicial. Foram executadas 5 repetições para cada exercício. O tempo de repouso entre os exercícios bem como a transição do treinamento para a execução final foi de 5 minutos.

Eletromiografia

Para o monitoramento eletromiográfico foi utilizado o eletromiógrafo Miotool 400 (Miotec Equipamentos Biomédicos, Porto Alegre, RS, Brasil). A taxa de amostragem utilizada foi de 2000 Hz por canal. Para captação do sinal eletromiográfico, foram observados rigorosamente todos os procedimentos recomendados por Hermens et. al (2000)., tais como: limpeza da pele com material abrasivo e álcool. O eletrodo de referência foi colocado sobre a clavícula. Os músculos monitorados foram o RAPS e o

RAPI. Para tanto, foram utilizados pares de eletrodos auto adesivos e descartáveis (Kendall, Meditrace – 100; Ag/AgCl). Os eletrodos foram colocados sobre o ventre muscular, de forma que ficassem distantes 3 cm de centro a centro. Para o RAPS os eletrodos foram colocados unilateralmente centrados no ventre muscular, situados 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. Para o RAPI, os eletrodos também foram colocados unilateralmente centrados no ventre muscular, situados no ponto médio entre a cicatriz umbilical e a sínfise púbica e 3 cm laterais da linha média.(Figura 8).

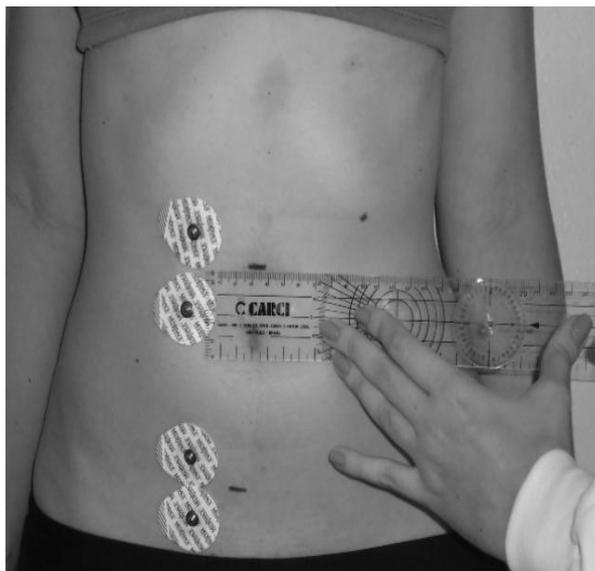


Figura 8. Posicionamento dos eletrodos nos músculos reto abdominal superior (RAPS) e reto abdominal inferior (RAPI).

Os sinais de EMG foram submetidos a um procedimento de filtragem digital com o auxílio do software Miograph (Miotec Equipamentos Biomédicos, Porto Alegre, RS, Brasil). Utilizou-se um filtro passa-banda Butter worth, terceira ordem, com frequência de corte entre 20 e 500 Hz. Todos os sinais eletromiográficos foram tratados usando a análise root means quare (RMS). O valor RMS de cada exercício foi calculado e depois a média desses valores foi computada, normalizada em função da CVIM e usada para análise estatística (LEVINE et al., 2007).

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 9 ilustra a atividade eletromiográfica do músculo RAPS, normalizada e expressa como percentual da CVIM. Foi observado que em ambos os exercícios tradicionais (*crunch* e *sit up*) o RAPS foi significativamente ($p < 0,05$) menos ativado do que todos os exercícios de Pilates, com uma única exceção, o exercício *roll up* ($p > 0,05$). De fato, o *roll up* também foi significativamente o exercício que menos ativou o RAPS em relação os exercícios de Pilates. Em termos percentuais, os exercícios tradicionais e o *roll up* ativaram aproximadamente 40% da CVIM, enquanto que os demais exercícios de Pilates alcançaram pelo menos 70% da CVIM.

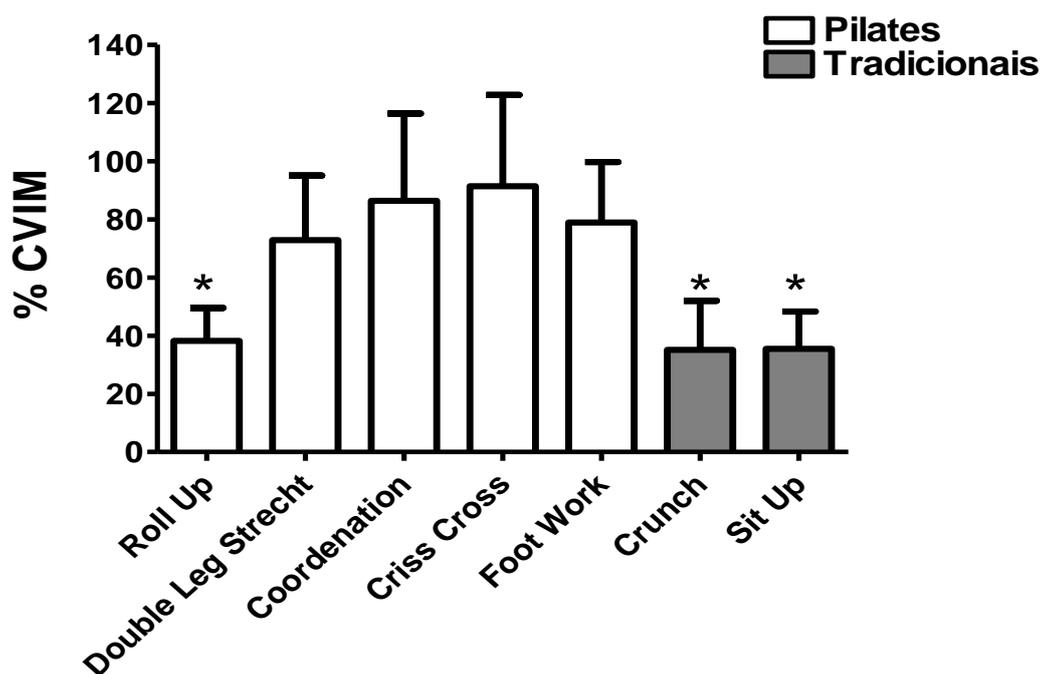


Figura 9. Atividade eletromiográfica do músculo Reto Abdominal Superior. % da CVIM: percentual da contração isométrica máxima. * indica $p < 0,05$ quando comparado com os demais exercícios. ANOVA seguida do teste de Tukey.

A Figura 10 ilustra a atividade eletromiográfica do músculo RAPI, normalizada e expressa como percentual da CVIM. Foi observado que somente o exercício de Pilates *crisscross* apresentou significativamente maior atividade eletromiográfica em relação aos exercícios tradicionais ($p < 0,05$). Assim sendo, no caso do RAPI, a atividade

eletromiográfica dos demais exercícios de Pilates foi considerada semelhante aos achados eletromiográficos dos exercícios tradicionais. Também foi observada diferença estatística entre o percentual de ativação mioelétrica entre os exercícios de Pilates *crisscross* e *roll up*.

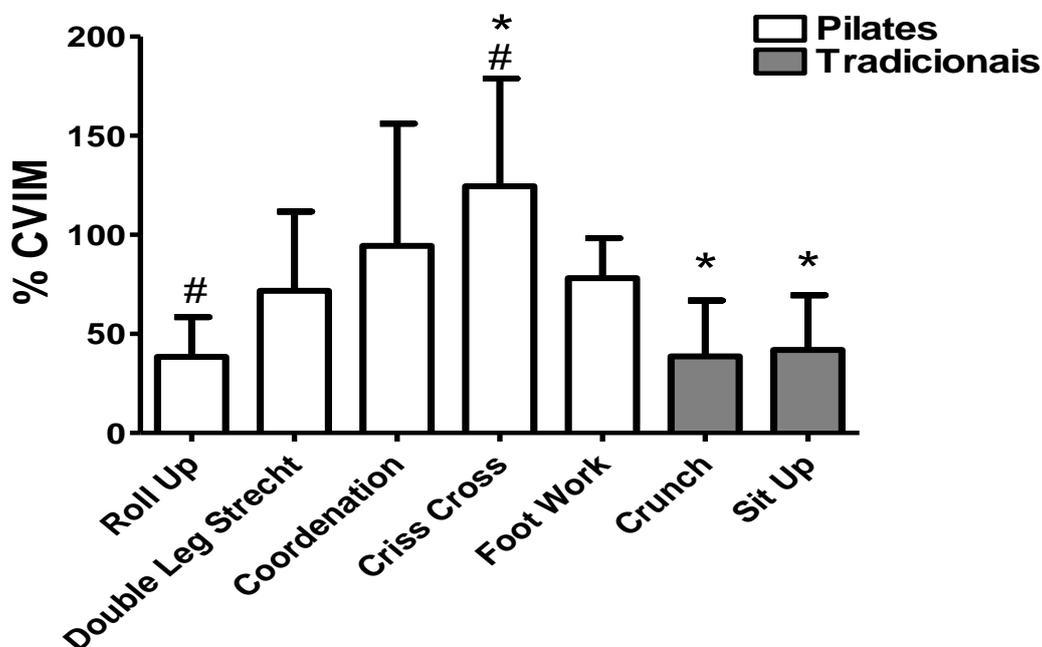


Figura 10. Atividade eletromiográfica do músculo Reto Abdominal Inferior. % da CVIM: percentual da contração isométrica máxima. * e # indicam a localização do $p < 0,05$. ANOVA seguida do teste de Tukey.

DISCUSSÃO

Nos últimos anos, o método Pilates tem sido empregado para melhoria do condicionamento físico, flexibilidade, força, equilíbrio e consciência corporal (LATEY, 2001), sendo inclusive recomendado para algumas condições clínicas, tais como restauração da função articular (RWDEARD; LEGER; SMITH, 2006; DIGIOVINE; JOBE; PINK; PERRY, 1992) estabilização lombar pélvica (EKSTRON; DONATELLE; CARPKC, 2007; LEVINE; KAPLANEK; SCAFURA; JAFFE, 2007) controle da fibromialgia (MUSCOLINO; CIPRIANE, 2004) e tratamento da dor lombar (RWDEARD; LEGER; SMITH, 2006; ALTAN; KORKMAZ; BINGOL; GUNAY, 2009) Contudo, poucos estudos são encontrados avaliando o comportamento eletromiográfico durante os exercícios de Pilates, principalmente da musculatura abdominal, a qual se relaciona diretamente com os

princípios conceituais da técnica. Dessa forma, o propósito do presente estudo foi comparar a ativação eletromiográfica do RAPS e RAPI durante a execução de exercícios abdominais tradicionais e do método Pilates.

Os principais achados desse estudo apontam que os exercícios do método Pilates foram capazes de gerar maior ativação elétrica em relação aos abdominais tradicionais, principalmente quando analisado o músculo RAPS. De forma semelhante, Esco et al. (2004), demonstraram que os exercícios de Pilates *hundred*, *crisscross*, *double leg stretch*, *roll up* e *teaser* promoveram o condicionamento da musculatura abdominal e foram eletricamente mais ativos que o exercício abdominal tradicional. Silva et al (2013b), compararam a atividade elétrica da musculatura estabilizadora do tronco durante exercícios de Pilates, série de Willians e *Spine Stabilization* e verificaram que os exercícios de Pilates apresentaram maior porcentagem de ativação em relação as demais técnicas estudadas.

De maneira antagônica ao presente estudo, Silva et al (2013a), compararam a atividade elétrica dos músculos abdominais (reto abdominal e oblíquo externo) durante o exercício de Pilates *roll up* com a bola suíça e faixa elástica e o tradicional *crunch* durante as fases concêntrica e excêntrica. Foi demonstrado que o exercício tradicional teve maior ativação elétrica do reto abdominal que ambos os exercícios de Pilates. No presente estudo, os exercícios *crunch* e *roll up* tiveram semelhantes valores de ativação elétrica (aproximadamente 40% da CVIM) e, ao mesmo tempo, juntamente com o *sit up* apresentaram os menores valores de ativação. Considerou-se que a menor ativação dos exercícios *crunch*, *sit up* e *roll up* se deu em função de dois motivos: (a) a manutenção dos membros inferiores apoiados estabiliza a coluna vertebral diminuindo a requisição do músculo reto abdominal (MONFORT et al., 2009) e (b) no caso dos exercícios *sit up* e *roll up* ocorreu uma flexão de tronco próximo ou superior a 45 graus o que também diminui a ativação do músculo reto abdominal (MONFORT et al., 2009).

Tem sido descrito que a ativação de cerca de 10% da CVIM ou menos é suficiente para fins de estabilização da coluna vertebral em atividades da vida diária (MCGILL; KARPOWICZ, 2009). Dessa maneira, não se deve interpretar a menor ativação do exercício de Pilates *roll up*, e dos exercícios abdominais tradicionais como não sendo de importância clínica. Na verdade, é sugerido iniciar um programa de reabilitação justamente com exercícios que promovem menor ativação eletromiográfica evoluindo para aqueles de maior ativação eletromiográfica (ESCAMILLA et al., 2006). Já no caso de programas de fortalecimento em pessoas saudáveis é fundamental para o sucesso do treinamento, instituir exercícios que promovam maior recrutamento muscular. Sendo

assim, os resultados do presente estudo podem favorecer o esclarecimento de tomadas de decisões quando da aplicação do método Pilates.

Durante a execução dos exercícios *double leg strecht*, *coordenation*, *crisscross* e *footwork*, o grau de ativação eletromiográfica não diferiu significativamente entre eles e variou no RAPS de 70 a 90% da CVIM. Da mesma maneira, o grau de ativação eletromiográfica para esses mesmos exercícios no RAPI não apresentou diferenças significativas entre eles e variou de 70 a 110%. Foi atribuída a maior ativação nesses exercícios pelo fato de maior instabilidade da coluna vertebral quando da flexão de quadril não apoiada ao solo. Nesse caso, a musculatura abdominal deveria ser mais recrutada para dar estabilidade ao tronco evitando a anteriorização da pelve e redução da lordose lombar.

Usando outras abordagens metodológicas, Loss et al. (2010) descreveram que a atividade elétrica da musculatura estabilizadora do tronco é muito variável dependendo das intensidades instituídas e da posição de Pilates adotada. Igualmente, Queiroz et al (2010) verificaram que a mudança na posição do tronco e da pelve durante os exercícios de Pilates, altera o padrão de ativação dos músculos multifídios, glúteo máximo, reto abdominal e oblíquos. Barbosa et al. (2013), demonstraram que a técnica respiratória associada ao método Pilates aumenta o nível de ativação do músculo reto abdominal em relação ao mesmo exercício não associado a respiração do Pilates.

Estudos eletromiográficos que avaliam a ativação do reto abdominal durante exercícios abdominais têm sido documentados (ESCAMILLA et. al, 2006). Considerando que a musculatura abdominal se relaciona com a estabilização, redução da sobrecarga da coluna vertebral, movimentação do tronco, e que sua fraqueza está relacionada a distúrbios biomecânicos e dor lombar (AXLER; MCGILL; LOW,1997), é fundamental compreender o padrão de ativação dessa musculatura submetida aos exercícios abdominais. Entretanto, inúmeros exercícios abdominais são descritos e a variação na prescrição dos abdominais tem consequências clínicas. Por exemplo, a flexão de tronco pode ser problemática para pessoas com patologias discais lombares devido o aumento da pressão intradiscal, bem como paciente com osteoporose devido o risco de fraturas por compressão. Por outro lado, pacientes com distúrbios facetários não toleram abdominais que estendem o tronco (ESCAMILLA et. al, 2006).

Dessa maneira, o conhecimento dos resultados do presente estudo possibilita aos profissionais da área de prescrição de exercícios físicos informações de caracterização eletromiográfica para a instituição de exercícios abdominais do método Pilates em programas de reabilitação e fortalecimento muscular. 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 exercícios do método Pilates *double leg stretch*, *coordenation*, *crisscross* e *footwork* promovem maior ativação elétrica em relação aos abdominais tradicionais, principalmente do músculo RAPS.

REFERÊNCIAS

ALTAN L, KORKMAZ N, BINGOL U, GUNAY B. Effect of pilates training on people with fibromyalgia syndrome: a pilot study. **Arch Phys Med Rehabil**. 2009;90(12):1983-8.

AXLER CT, MCGILL SM. Low back loads over a variety of abdominal exercises: searching for the safest abdominal challenge. **Med Sci Sports Exerc**. 1997;29(6): 804 – 11.

BARBOSA CWA, MARTINS MLF, VITORINO MFD, BARBOSA ASCM. Immediate electromyographic changes on the bicepsbrachii and upper rectus abdominis muscles due to the Pilates centring technique. **Journal of Body Mov Ther** 2013; 17:385-390.

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

DIGIOVINE N, JOBE F, PINK P, PERRY J. An electromyographic analysis of the upper extremity in pitching. **J Shoulder and Elbow Sur**. 1992;1:15-25.

EKSTROM RA, DONATELLI RA, CARPKC. Eletromyographic analyse of core trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. **J Orthop Sports Phys Ther**. 2007;37:754-762.

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.

ESCO MR, OLSON MS, MARTIM RS, WOOLLEN E, ELLIS M, WILLIFORD HN. Adbominal EMG of selected Pilates' mat exercises. **Med Sci Sports Exerc** 2004;36:S357.

HERMENS HJ, FRERIKS B, DISSELHORST-KLUG C, RAU G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **J Electromyogr Kinesiol**. 2000;10(5):361-74.

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.

KOLYNYIAK 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 individuo. **Revista Bras Fisioter** 2010; 14(6):510-517.

MCGILL SM, KARPOWICZ A. Exercises for spine stabilization:motion/motor patterns,stability progressions, and clinical technique. **Arch Phys Med Rehabil**. 2009; 90(1):118-26.

MONFORT-PÂNEGO M, VERA-GARCIA FJ, SÁNCHEZ-ZURIAGA D, SANTI MARTINÉZ MA. Electromyographic studies in abdominal exercises: a literature synthesis. **J Manipulative Physiol Ther** 2009; 32: 232 – 44.

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.

RYDEARD R, LEGER A, SMITH D. Pilates-based therapeutic exercise: effect on subjects with nonspecific chronic low back pain and functional disability: a randomized controlled trial. **J Orthop Sports PhysTher**. 2006;36(7):472-84.

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

SILVA CAM, DIAS MJ, SILVA FM, MAZUQUIN FB, ABRÃO T, CARDOSO RJ. Análise comparativa da atividade elétrica do musculo multífido durante exercício do pilates, serie de Williams e Spine Stabilization. **Fisioter. Mov** 2013b; 26(1): 87-94.

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** 2013a,15(3):296 -304.