

EDUCAÇÃO FÍSICA

LARISSA BIANCHI

**ATIVIDADE ELÉTRICA E CO-CONTRAÇÃO DOS MÚSCULOS DO CORE
DURANTE O EXERCÍCIO SWAN NO APARELHO WUNDA CHAIR**



Rio Claro
2017

LARISSA BIANCHI

ATIVIDADE ELÉTRICA E CO-CONTRAÇÃO DOS MÚSCULOS DO
CORE DURANTE O EXERCÍCIO SWAN NO APARELHO *WUNDA*
CHAIR.

Orientador: Prof. Dr. MAURO GONÇALVES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de
Bacharela em Educação Física.

Rio Claro
2017

796.022 Bianchi, Larissa

B577a Atividade elétrica e co-contração dos músculos do core durante o exercício swan no aparelho wunda chair / Larissa Bianchi. - Rio Claro, 2017
30 f. : il., figs., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Educação Física) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Mauro Gonçalves

1. Cinesiologia. 2. Pilates. 3. Eletromiografia. 4. Biomecânica. I. Título.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Mauro Gonçalves, pelo apoio na elaboração do projeto e pela oportunidade de trabalhar no Laboratório de Biomecânica. Ao Prof. Dr. Adalgiso Coscrato Cardozo e as companheiras de laboratório Carol e Giovana que me auxiliaram e também fizeram parte desse trabalho. A minha família Cassia, Romilda e Ricardo pelo apoio e incentivo diário.

RESUMO

O método Pilates, idealizado por Joseph Pilates, envolve princípios de centralização, controle, concentração, fluidez, respiração e precisão. Atualmente os profissionais da área da saúde estão utilizando este método com o objetivo de melhorar o alongamento, o fortalecimento e a propriocepção dos praticantes proporcionando a melhora da postura, da respiração e do controle muscular, em especial dos músculos do *core*. O fortalecimento adequado da musculatura flexora e extensora do tronco através de exercícios de Pilates, pode preservar a coluna lombar e prevenir lesões. A estabilidade da coluna vertebral está associada à ação dos músculos flexores e extensores do tronco, dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo verificar a atividade eletromiográfica (EMG) dos músculos RA (Reto do abdômen parte superior), OI (Oblíquo Interno do abdômen), LO (Longuíssimo do tórax) e MU (Multífido) do lado dominante do corpo durante o exercício *swan* realizado no aparelho *wunda chair* e identificar a co-contração agonista/antagonista dos músculos locais e globais do tronco durante a realização deste exercício. Participaram do estudo oito mulheres com experiência no Método Pilates, com média de idade de $27,6 \pm 3,7$ anos, sem histórico de dor lombar. A porcentagem de ativação do MU foi de $49,5 \pm 8,7\%$, sendo este o músculo, dentre os outros, que mais foi ativado durante a realização do exercício. A co-contração dos músculos locais do tronco (OI/MU) foi maior que a co-contração dos músculos globais (RA/LO), o valor médio de co-contração global foi de $45 \pm 8,6\%$ e o valor médio para a co-contração local foi de $68 \pm 13\%$. A aplicação correta dos princípios do Método Pilates auxilia na manutenção do equilíbrio entre os músculos agonistas e antagonistas, fortalece a coluna e previne lesões. Analisar a ativação muscular e a co-contração durante a execução de um exercício do Pilates é fundamental para auxiliar os educadores físicos e fisioterapeutas que trabalham com o método para a sua prescrição correta em um treinamento ou em um programa de reabilitação com informações mais precisas. Pelo exposto, o presente estudo conclui que o exercício *swan* tem a capacidade de recrutar os músculos estabilizadores do *core* e com isto pode promover a manutenção e desenvolvimento do equilíbrio entre os músculos agonistas e antagonistas do tronco.

PALAVRAS CHAVE: Pilates. Eletromiografia. Cinesiologia. Biomecânica

LISTA DE FIGURAS

Figura 1a - <i>Wunda Chair</i>	18
Figura 1b - Posição inicial - <i>swan</i>	18
Figura 1c - Posição final - <i>swan</i>	18
Figura 2a - Valores de CIVM dos músculos avaliados para o exercício <i>swan</i> . 21	
Figura 2b - Co-contração entre os músculos globais e locais	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características antropométricas da Amostra	21
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

CIVM	Contração Isométrica Voluntária Máxima
DP	Desvio Padrão
EMG	Eletromiografia
LO	Longuíssimo do tórax
MU	Multífido
OI	Oblíquo Interno do abdômen
RA	Reto do abdômen
RMS	<i>Root Mean Square</i>
SENIAM	Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	08
2 JUSTIFICATIVA	11
3 HIPÓTESE	12
4 OBJETIVOS	13
4.1 Objetivo Geral	13
4.2 Objetivo Especifico.....	13
5 REVISÃO DE LITERATURA	14
6 MATERIAIS E MÉTODOS	16
6.1 Delineamento	16
6.2 Amostra	16
6.3 Local de Realização	16
6.4 Instrumentos.....	16
6.5 Procedimentos	17
7 FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS	19
7.1 Variáveis e tratamento dos dados	19
8 ANÁLISE ESTATÍSTICA	20
9 RESULTADOS	21
10 DISCUSSÃO	23
11 CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

1 INTRODUÇÃO

A frequência com que as pessoas buscam diferentes atividades físicas e novas formas de se exercitarem é cada vez maior, conseqüentemente muitas técnicas surgiram com o objetivo de promover uma melhor qualidade de vida e dentre elas está o Método Pilates. Este é um método muito difundido atualmente e promove vários benefícios como alinhamento postural, condicionamento físico, flexibilidade, força, equilíbrio e consciência corporal. (LATEY, 2001). O Método consiste em seis princípios, dentre eles o princípio de concentração, controle, fluidez, precisão, respiração e centralização. (SACCO et al., 2005). O princípio de centralização é baseado em uma contração isométrica dos músculos Oblíquo Interno e Transverso do Abdômen, contribuindo para o aumento da co-contração antagonista dos músculos lombares. (MARQUES et al., 2012).

O desequilíbrio entre a função dos músculos flexores e extensores do tronco é um forte indício para o aparecimento de lesões na coluna lombar. (KOLYNIK et al., 2004). Além disso, a dor lombar não específica apresenta outras causas como disfunções musculares, mudanças no controle motor e o recrutamento inadequado dos músculos do tronco, reduzindo a estabilidade dos segmentos da coluna vertebral. (EBENBICHLER et al., 2001).

Sendo assim, os exercícios de Pilates têm sido muito utilizados para o fortalecimento da região lombar e pélvica, na reabilitação e também no controle, prevenção e tratamento de distúrbios neurológicos, dores crônicas e distúrbios na coluna vertebral. (BLUM, 2002; DONZELLI et al., 2006; KOLYNIK et al., 2004). Esses exercícios podem ser pequenos movimentos terapêuticos utilizados na reabilitação ou exercícios intensificados para aqueles que desejam melhorar sua performance e condicionamento físico.

Todos os exercícios do Método Pilates são realizados com foco no “centro de força”, “*powerhouse*”, ou “*core*”. O centro de força ou *core* é uma unidade integrada composta de 29 pares de músculos que suportam o complexo quadril-pélvico-lombar (AKUTHOTA et al., 2008). Estes grupos musculares são responsáveis por controlar os movimentos e estabilizar a coluna lombar e pelve. (BERNARDO, 2007; ENDLEMAN; CRITCHLEY, 2008; QUEIROZ et al., 2010). O fortalecimento adequado dos músculos flexores e extensores do tronco está relacionado com a técnica do Pilates, pois seus exercícios são executados visando a ativação dessa

musculatura (MUSCOLINO; CIPRINI, 2004) proporcionando uma boa estabilidade e suporte para a coluna vertebral. (CARVALHO et al., 2011).

O Pilates apresenta muitas variações de exercícios que podem ser realizados no solo (*Mat Pilates*) ou em aparelhos (*Studio Pilates*) que utilizam molas para gerar carga externa (RYDEARD et al., 2006; SELF et al., 1996). O *Mat Pilates* utiliza acessórios como bolas suíças, elásticos e halteres e seus exercícios envolvem a força da gravidade e o peso corporal como forma de resistência. (MUSCOLINO; CIPRINI, 2004). Já os aparelhos (*Reformer, Cadillac, Wunda Chair, Barrel*) oferecem resistência através de diferentes regulagens de molas e polias fortalecendo a musculatura e melhorando o alinhamento postural (SILVA et al., 2009; SOUZA et al., 2012). Muitos exercícios que são executados no solo podem ser executados nos aparelhos utilizando a sobrecarga e a resistência das molas. (SOUZA et al., 2012). A realização de um mesmo exercício no solo e no aparelho pode alterar a ativação muscular. (LOSS et al., 2010; SILVA et al., 2009).

A estabilidade da coluna vertebral aumenta com a co-contração dos músculos locais do tronco e isso proporciona a proteção das estruturas da coluna durante a realização de atividades e exercícios físicos. (AROKOSKI et al., 2004). O princípio da “contrologia” é definido como o controle consciente de todos os movimentos do corpo, integrando corpo e mente proporcionando um bem estar físico e mental. (PANELLI, 2016). Sugere-se portanto, que a co-contração dos músculos do *core* é o mecanismo mais utilizado para manter o controle e a estabilidade da coluna. A Eletromiografia (EMG) é uma metodologia biomecânica que tem por objetivo identificar a atividade dos músculos por meio de ondas promovidas pela despolarização das células musculares e com isto obter a relação entre os músculos agonistas e antagonistas, ou seja, a co-contração. (GRANATA et al., 2005).

Alguns estudos a respeito da estabilidade espinhal foram realizados para comparar os músculos globais e locais do tronco. Os músculos locais, Oblíquos Internos e Multífidos, tem uma capacidade limitada para gerar torque, porém sua inserção nas vértebras contribui para controlar o movimento de cada vértebra lombar e os músculos globais, como o Reto do Abdômen e o Iliocostal são eficientes para a orientação do tronco e para a resistência de forças externas. (BERGMARK, 1989; HODGES, 2003).

Existem estudos que avaliaram a atividade elétrica do tronco durante a realização de exercícios do Método Pilates em aparelhos como Souza et al. (2012)

que desenvolveram o condicionamento físico com este tipo de exercício. Carvalho et al. (2011) verificou que o Método Pilates desenvolve a atividade muscular adequada para os músculos do *core*, contribuindo assim para a estabilidade lumbopélvica em mulheres.

A análise eletromiográfica e o efeito de sobrecargas aplicadas a um exercício sobre a atividade eletromiográfica, podem auxiliar na prescrição adequada de exercícios de Pilates (SILVA et al., 2009). Devido à escassez de estudos que avaliem essa técnica de exercício de maneira cinesiológica e eletromiográfica (SOUZA, et al. (2012), o objetivo principal do presente estudo é analisar a atividade EMG dos músculos Reto do abdômen parte superior (RA), Oblíquo Interno do abdômen (OI), Longuíssimo do tórax (LO) e Multifído (MU) do lado dominante do corpo durante o exercício *swan* realizado no aparelho *wunda chair* e identificar a co-contracção agonista/antagonista dos músculos locais (OI/MU) e globais (RA/LO) do tronco durante a realização deste exercício.

2 JUSTIFICATIVA

É cada vez maior o número de profissionais da área da saúde que utilizam o Método Pilates tanto para a prevenção e tratamento de lesões como para melhorar o condicionamento físico. Existem poucas evidências sobre o efeito do Método Pilates em relação ao sistema músculo esquelético (SILVA et al., 2009) e também há poucos estudos sobre o comportamento da musculatura do tronco durante a realização dos exercícios do método.

Particularmente o exercício *swan* realizado na *wunda chair* que tem por objetivo desenvolver a ação dos músculos RA, OI, LO e MU apresenta uma grande escassez de estudos que comprovem a real eficácia deste equipamento no desenvolvimento destes músculos. Neste sentido, justifica-se o presente estudo por meio da EMG, verificando a ação destes músculos durante o uso deste equipamento e permitindo aumentar o conhecimento e quantificar a eficácia do mesmo sobre determinadas qualidades físicas.

3 HIPÓTESE

A partir dos princípios do Pilates, a hipótese desse estudo é de que o exercício *swan* seja eficaz para proporcionar um bom recrutamento dos músculos analisados e que a co-contracção entre os músculos locais seja maior que a co-contracção dos músculos globais.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Analisar e descrever a atividade eletromiográfica dos músculos RA, OI, LO e MU do lado dominante do corpo durante o exercício *swan* realizado na *wunda chair*.

4.2 Objetivo Específico

Identificar a co-contração agonista/antagonista dos músculos locais (OI/MU) e globais (RA/LO) do tronco em mulheres durante o exercício realizado na *wunda chair*.

5 REVISÃO DE LITERATURA

A literatura apresenta estudos que avaliaram a atividade EMG dos músculos do *core* durante a execução de exercícios do Método Pilates. (SILVA et al., 2013; PAZ et al., 2014; VIEIRA et al., 2014; ROSSI et al., 2013). Uma vez que este grupo muscular está relacionado com a estabilidade da coluna, o Método Pilates procura desenvolvê-los como demonstrado por Silva et al. (2013) ao comparar e analisar o sinal eletromiográfico do músculo multífido bilateralmente durante a execução do método Pilates em mulheres saudáveis. Estas realizaram os exercícios *leg pull front support* do Pilates, o quarto exercício da série adicional da série de *Williams* e o *quadruped exercise* do *Spine Stabilization* dentre os quais, o músculo multífido apresentou maior atividade ao realizar o exercício do método Pilates, em ambas as fases, concêntrica e excêntrica.

Paz et al. (2014) também comparou a atividade eletromiográfica dos músculos extensores do tronco durante exercícios de estabilização do Método Pilates em indivíduos saudáveis e com experiência prévia no Método. Os exercícios analisados foram: *Superman*, *Swimming*, *Breaststroke*, *Hip Extension* e *Quadruped arm and lower extremity lift*. Esses exercícios foram realizados de forma isométrica dos músculos multífido, longuíssimo do tórax e iliocostal. Como resultados, os exercícios *Superman*, *Swimming*, *Breaststroke* e *Hip Extension* apresentaram os maiores níveis de ativação. Já no exercício *Quadruped arm and lower extremity lift* foi observada diminuição da atividade muscular em todos os músculos analisados. Esses autores concluíram que os exercícios citados podem ser executados com o objetivo de melhorar a estabilidade da coluna e a ativação dos músculos analisados podendo assim auxiliar na sua prescrição durante programas de treinamento.

O estudo realizado por Vieira et al. (2014) sugere que a realização de exercícios abdominais em superfícies instáveis aumenta a ativação dos músculos do tronco: Reto do abdômen superior (RAS), Reto do abdômen inferior (RAI), Obliquo externo do abdômen (OE), Obliquo interno do abdômen (OI) e Reto femoral (RF) durante a execução de cinco repetições do exercício abdominal no aparelho *crunch bench* e em superfície instável (*bosu*). Os voluntários eram homens saudáveis, sem histórico de dor lombar e com experiência em exercícios resistidos. Os registros EMG foram normalizados pela Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM). Comparando os resultados, a atividade dos músculos RAS, RAI e OE no *bosu* foi

maior do que no *crunch bench*, podendo assim ser utilizado para treinamentos de ganho de força uma vez que após o treinamento com este equipamento obteve-se um aumento de 60% da CIVM. O OE teve baixa ativação muscular no exercício *crunch bench* e isso pode ser explicado devido a maior estabilidade desse aparelho, diminuindo a rotação e o recrutamento desse músculo para estabilizar o tronco. (VIEIRA et al., 2014).

Rossi et al. (2013) comparou a co-contração dos músculos do tronco durante a realização de exercícios (*hundred* nível 1 e 2, *one leg stretch* nível 1 e 2 e *scissors* nível 1) do *Mat Pilates*. 12 voluntárias executaram cinco exercícios. A atividade EMG dos músculos Oblíquo interno do abdômen (OI), Multifídeo (MU), Reto do abdômen (RA) e Iliocostal (IL) foi registrada bilateralmente e em seguida foi calculada a porcentagem de co-contração entre os músculos (OI/ MU) e (RA/ IL).

Os voluntários que não tinham experiência com a prática apresentaram diferenças entre os exercícios na co-contração dos músculos do tronco. Rossi et al. (2013) sugere que os profissionais da saúde devem estar atentos com seus pacientes ou alunos em relação a fatores como compensação e movimentos indesejáveis de rotação do tronco durante a execução dos exercícios. Além disso, a co-contração dos músculos globais foi maior bilateralmente em todos os exercícios analisados, concluindo que os exercícios de Pilates só devem ser realizados após a aprendizagem adequada e correta execução de todos os princípios, em especial o Princípio de Centralização.

6 MATERIAS E MÉTODOS

6.1 Delineamento: Transversal.

6.2 Amostra

Após a aprovação do termo de consentimento livre e esclarecido pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - FOP UNICAMP sob o número do CAAE: 64184216.9.0000.5418, as voluntárias foram convidadas a participar deste estudo. As avaliações foram realizadas em oito mulheres com experiência de $4,1 \pm 1,3$ anos no Método Pilates, com média de idade de $27,6 \pm 3,7$ anos, sem histórico de dor lombar (tabela 1).

6.3 Local de Realização

Os dados foram coletados no Laboratório de Biomecânica da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual Paulista – Rio Claro/SP.

6.4 Instrumentos

- **Estadiômetro e Balança:** Para caracterização da amostra foi utilizado um estadiômetro para medição da altura das voluntárias em cm, resolução de 0,1 cm acoplado a uma balança analógica WELMY® R-110 para a medição da massa (kg) das voluntárias, com precisão de 0,1 kg.

- **Eletromiógrafo:** Para a captação dos sinais eletromiográficos, foi utilizado um módulo de aquisição de sinais biológicos por *TELEmyo Direct Transmission System* (TELEmyo DTS) (Noraxon®) de 16 canais, software *myoMUSCLE* (Noraxon®), calibrado com frequência de amostragem de 1500 Hz, ganho total de 2000 vezes (20 vezes no sensor e 100 vezes no equipamento), conversor analógico-digital (A/D) com resolução de 16 bits e filtro analógico de passa banda de 20-500 Hz. Foram utilizados eletrodos de superfície de Ag/AgCl (Miotec®).

- **Dinamômetro isocinético:** Foi utilizado um dinamômetro System 4 PRO (Biodex®), o qual possui um dispositivo especial (*Dual position Back Ex/Flex Attachment*) para testes de flexão e extensão do tronco.

- **Metrônomo Digital:** instrumento da marca Willner®, que mede o tempo e produz pulsos de duração regular. Consiste num pêndulo oscilante cujas oscilações,

reguladas pela distância de um peso na haste do pêndulo, podem ser mais lentas ou mais rápidas, sendo que a cada oscilação corresponde um tempo do compasso.

6.5 Procedimentos

Primeiramente as voluntárias realizaram um aquecimento ativo de aproximadamente dois minutos para os músculos flexores e extensores do tronco. As voluntárias realizaram 40 segundos de rotação de tronco, 40 segundos de flexão do tronco em pé levando as mãos em direção ao solo de forma alternada com os joelhos estendidos e por fim 20 segundos de cada lado para o movimento anterior, no entanto de forma estática, após o período de aquecimento foi realizada a tricotomia da pele para posicionar os eletrodos sobre os músculos RA, OI, LO e MU. Para o músculo RA, o eletrodo foi posicionado abaixo do ponto médio entre o umbigo e o processo xifoide a 3 cm lateral a linha média. (MARQUES et al., 2013). Para o OI, o eletrodo foi fixado a 2 cm medialmente e inferiormente a espinha íliaca ântero-posterior (MARQUES et al., 2013). O eletrodo no LO fixado a 2 cm lateralmente a partir do processo espinhoso de L1 e para o MU, o eletrodo foi fixado a 2 cm lateralmente ao espaço entre o processo espinhoso de L4-L5 de acordo com as normas do SENIAM (HERMENS et al., 1999).

Então, as voluntárias foram posicionadas no dinamômetro, no qual realizaram o teste de CIVM para os movimentos de flexão e extensão de tronco para a posterior normalização dos dados eletromiográficos. Após 10 minutos (SILVA et al., 2015) de repouso as voluntárias realizaram o exercício *swan* na *wunda chair* (figura 1a).

A voluntária se posiciona em decúbito ventral, com as cristas íliacas apoiadas no estofado da *wunda chair*, e mãos em contato como o pedal do equipamento, joelhos e coxas estendidos e tornozelos unidos (figura 1b). Ela empurra o pedal para baixo e eleva o tronco para cima realizando uma extensão da coluna vertebral (figura 1c).

O exercício foi executado oito vezes com a utilização de uma mola posicionada no meio, seguindo o ritmo do metrônomo a 50 bpm.

Figura 1a – Wunda Chair



Fonte: Imagem do autor

Figura 1b – Posição inicial – swan



Fonte: Imagem do autor

Figura 1c – Posição final – swan



Fonte: Imagem do autor

7 FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS

7.1 Variáveis e tratamento dos dados

• **Variáveis eletromiográficas:** No dinamômetro isocinético foram realizadas contrações isométricas voluntárias máximas de flexão e extensão de tronco cujo os picos de torque foram utilizados para a normalização dos dados do exercício *swan*.

Foram obtidos os valores de co-contração entre os músculos locais OI/MU e globais RA/LO durante a execução do exercício realizado na *wunda-chair*.

Os registros foram filtrados com filtro passa alta 20 Hz e filtro passa baixa de 500 Hz, em seguida, a análise do sinal EMG foi realizada no domínio do tempo, por meio do valor de *Root Mean Square* (RMS).

Os valores de co-contração foram obtidos pela fórmula proposta por Winter (1985):

$$\%COCON = 2x \frac{\text{Área Comum de A \& B}}{\text{Área A} + \text{Área B}} \times 100$$

8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a realização das análises estatísticas foi utilizado o programa MATLAB versão 2014, o teste de normalidade *Lilliefors* para os valores de ativação dos músculos avaliados durante o exercício *swan*. Para a comparação das médias dos valores de co-contracção, foi realizado o teste de *Kruskal Wallis* e logo após o *post hoc* de *Bonferroni*.

9 RESULTADOS

A tabela 1 apresenta as informações gerais da amostra, indicando os valores médios de massa (Kg), estatura (m), IMC (Kg.m²), idade (anos) e tempo de prática (anos).

Tabela 1: Características antropométricas da Amostra

	Média (+/- DP)
Massa (Kg)	58.7 (7.4)
Estatura (m)	1.64 (0.04)
IMC (Kg.m²)	21.8 (2.4)
Idade (anos)	27.6 (3.7)
Tempo de prática (anos)	4.1 (1.3)

Fonte: Dados da pesquisa.

A figura 2a apresenta a porcentagem de CIVM dos músculos RA, OI, LO e MU do lado dominante do corpo durante a execução do exercício *swan*. A média e desvio padrão dos valores de ativação para o músculo RA foi de 20,1 ± 13,2%, o OI 38,4 ± 10,3%, o LO 41,6 ± 6,8% e o MU 49,5 ± 8,7%. A partir das comparações no teste de *Kruskal Wallis* o valor de *p* foi de 0,006. No teste de *Bonferroni* foram encontradas diferenças entre os músculos RA e LO (*p* = 0,007), entre RA e MU (*p* < 0,0001) e entre OI e MU (*p* = 0,033).

Figura 2a: Valores de CIVM dos músculos avaliados para o exercício swan

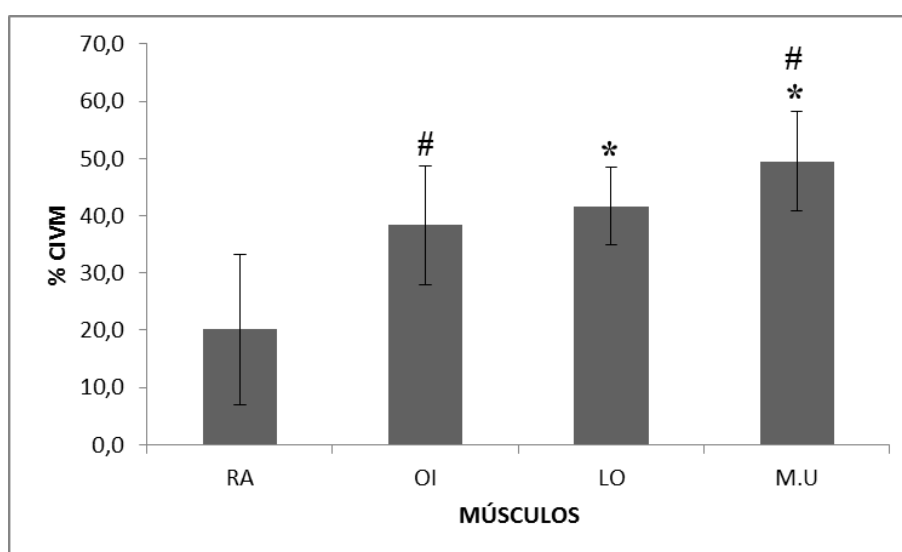
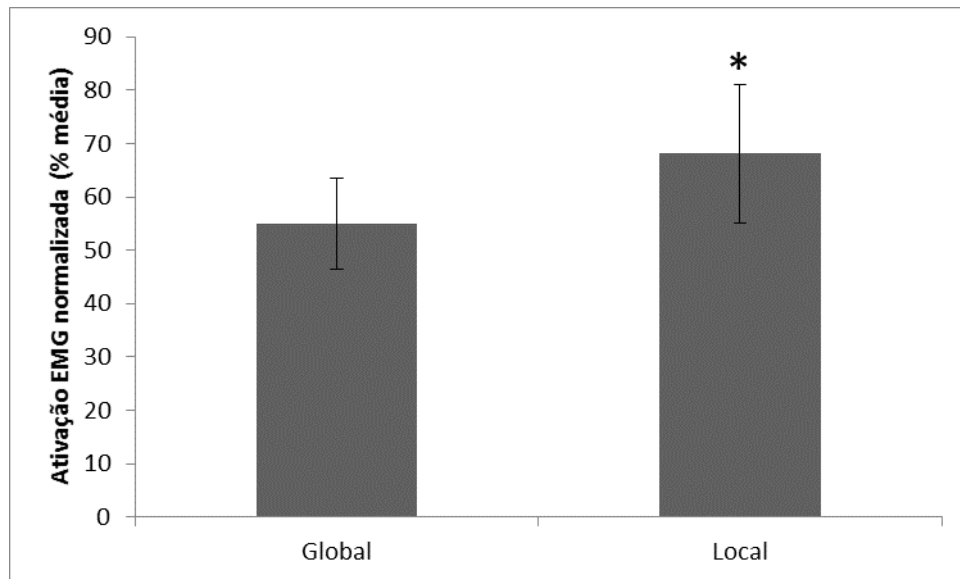


Figura 2a: Porcentagem de Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM) para os músculos RA, LO, OI e MU durante o exercício *swan*. * diferença estatística entre os músculos RA, LO e MU (*p* < 0,05). # diferença estatística entre os músculos OI e MU (*p* < 0,05). ANOVA, teste de Bonferroni.

A figura 2b apresenta a porcentagem de co-contracção dos músculos locais (OI/MU) e dos músculos globais (RA/LO) durante o exercício analisado para o lado dominante do corpo. O valor médio de co-contracção dos músculos globais foi de $45 \pm 8,6\%$ e o valor médio de co-contracção dos músculos locais foi de $68 \pm 13\%$ havendo uma diferença significativa entre a co-contracção dos músculos locais e globais com valor $p=0,0314$.

Figura 2b: Co-contracção entre os músculos globais e locais



*Figura 2b: Co-contracção entre os músculos globais e locais. * diferença estatística entre os músculos globais ($p = 0,0314$).*

10 DISCUSSÃO

O Método Pilates vem sendo utilizado na reabilitação e no treinamento visando o fortalecimento dos músculos da região lombar e pélvica e a ativação dos mesmos. Os músculos do *core* são responsáveis por controlar os movimentos e estabilizar a coluna vertebral.

Os resultados mostram que foram encontradas diferenças significativas entre o músculo flexor do tronco, RA, em relação os músculos extensores do tronco, LO e MU. Não foram encontradas diferenças significativas entre os músculos OI e LO. Por ser considerado o principal extensor e estabilizador do tronco, o músculo MU apresentou uma atividade muscular maior em comparação aos músculos RA e OI. Não foram encontrados na literatura estudos que investigaram a ativação dos músculos propostos durante a execução do exercício *swan*, porém outros trabalhos que avaliaram a função do MU sugeriram que ele é responsável pela produção de torque extensor e pela estabilização da coluna e da pelve. (McGILL, 2007).

A co-contração dos músculos locais e globais permite o aumento da estabilidade da coluna vertebral e essa estabilidade promove proteção dos segmentos na coluna durante a realização de atividades físicas. (AROKOSKI et al., 2004). Sabendo que a ativação dos músculos do *core* é fundamental para a manutenção da estabilidade da coluna vertebral e proteção de suas estruturas (ROSSI et al., 2013), a hipótese inicial desse estudo é de que o exercício *swan* seria eficaz para proporcionar um bom recrutamento dos músculos RA, OI, LO e MU e que a co-contração entre os músculos locais fosse maior que a dos músculos globais.

Foi realizada uma comparação entre a co-contração dos músculos locais e globais do tronco durante a execução de um exercício de Pilates do lado dominante do corpo. Os músculos locais tiveram maior co-contração que os músculos globais, isso pode ser explicado pelo fato de que o exercício exige maior recrutamento dos músculos OI e MU para estabilizarem os segmentos vertebrais, por serem inseridos nas vertebbras, esses músculos permitem maior controle de cada vertebra da coluna lombar e possibilitam o movimento de extensão da coluna para o exercício posposto. (BERGMARK, 1989; HODGES, 2003). A estrutura do músculo Multifido permite maior extensão e estabilização do tronco quando forças são produzidas para gerar

movimentos (WARD et al., 2009). A contração desses músculos possibilita maior estabilidade articular e segmentar e, portanto, a maior ativação se deve a necessidade de manter o tronco estabilizado durante um exercício de extensão da coluna, no caso o *swan* na *wunda chair*. Além disso, para manter o alinhamento postural durante a execução do exercício, os músculos estabilizadores (OI/MU) devem ser mais recrutados. (COLADO et al., 2011).

A co-contração dos músculos locais pode ter sido superior a co-contração dos músculos globais devido ao tempo de prática das voluntárias desse estudo ($4,1 \pm 1,3$ anos), o que difere do trabalho de Rossi et al. (2013) em que os indivíduos analisados não tinham experiência com o método, resultando em uma co-contração global maior que a local. O tempo de experiência em uma prática pode influenciar nos resultados devido às adaptações neurais significativas que ocorrem durante o treinamento. Essas adaptações estão relacionadas ao aumento da coordenação muscular entre os músculos agonistas e antagonistas, aumento do recrutamento de unidades motoras e frequência de ativação muscular. (FOLLAND, et al., 2007).

Embora a co-contração tenha sido maior para os músculos locais do tronco devido à sua função estabilizadora e ao tempo de prática, todos os músculos do tronco são responsáveis pela estabilidade da coluna vertebral, apesar de cada músculo ter suas particularidades, todo o complexo auxilia no controle articular, segmentar e dos movimentos e as características desses movimentos vão determinar quais músculos serão mais ativados. (VAN DIEEN et al., 2003). O estudo da ativação muscular e da co-contração pode auxiliar os profissionais da saúde na prescrição do exercício mais adequado para atender as metas de seus alunos.

11 CONCLUSÃO

O MU foi o músculo mais ativado durante a realização do exercício *swan* na *wunda chair* devido à sua função extensora e estabilizadora do tronco. A co-contracção dos músculos locais do tronco (OI/MU) foi maior que a co-contracção dos músculos globais (RA/LO) para o exercício proposto. O *swan* pode ser aplicado para proporcionar um bom recrutamento dos músculos estabilizadores do *core*. A aplicação correta dos princípios do Método Pilates auxilia na manutenção do equilíbrio entre os músculos agonistas e antagonistas, fortalece a coluna e previne lesões. Os resultados encontrados nesse estudo e o conhecimento da ativação muscular e da função dos músculos são fundamentais para que os profissionais da área da saúde que utilizam o Método Pilates, prescrevam de maneira adequada os exercícios a fim de que o treinamento ou programa de reabilitação atinja os objetivos de seus alunos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKUTHOTA, V.; FERREIRO, A.; MOORE, T.; FREDERICSON, M. et al. Core stability exercise principles. **Current Sports Medicine Reports Journal**, v. 7, n. 1, p. 39-44, 2008.
- AROKOSKI, J.P.; VALTA, T.; KANKAANPAA, M.; AIRAKSINEN, O. Activation of lumbar paraspinal and abdominal muscles during therapeutic exercises in chronic low back pain patients. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 85, n.5, p. 823-832, 2004.
- BERGMARK, A. Stability of the lumbar spine: a study in mechanical engineering. **Acta Orthopaedica Scandinavica**, v. 60, p. 4-54, 1989.
- BERNARDO, L. M. The effectiveness of Pilates training in healthy adults: An appraisal of the research literature. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 11, p. 106-110, 2007.
- BLUM, C. L. Chiropractic and Pilates therapy for the treatment of adult scoliosis. **J Manipulative Physiol Ther**, 2002.
- CARVALHO, D. A.; LIMA I. A. X. **Os princípios do método Pilates no solo na Lombalgia Crônica**. Disponível em: <www.fisio-tb.unisul.br/Tccs/06b/diegoalano/artigodiego.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2017.
- CARVALHO, P.; PEREIRA, A.; SANTOS, R.; VILAS BOAS, J.P; EMG of the Transverse Abdominus and Multifidus during Pilates Exercises. **Portuguese Journal of Sport Sciences**, v. 11, n. 2, p. 727–729, 2011.
- COLADO, J.C.; PABLOS, C.; CHULVI-MEDRANO, I.; GARCIA-MASSO, X.; FLANDEZ, J.; BEHM, D.G. The progression of paraspinal muscle recruitment intensity in localized and global strength training exercises is not based on instability alone. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 92, p. 1875-1883, 2011.
- DONZELLI, S.; DI DOMENICA, E.; COVA, A. M.; GALLETTI, R.; GIUNTA, N. Two different techniques in the rehabilitation treatment of low back pain: A randomized controlled trial. **Eura Medicophys**, v. 42, n. 3, p. 205-210, 2006.
- EBENBICHLER, G.R.; ODDSSON, L.I.; KOLLMITZER, J.; ERIM, Z. Sensory-motor control of the lower back implications for rehabilitation. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 33, n. 11, p. 1889-1898, 2001.
- ENDLEMAN, I.; CRITCHLEY, D. Transversus Abdominis and Obliquus Internus activity during Pilates exercises: Measurement with ultrasound scanning. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 89, n. 11, p. 2205-2212, 2008.

FOLLAND, J.P.; WILLIAMS, A.G. The Adaptations to Strength Training: Morphological and Neurological Contributions to Increased Strength. **Sports Medicine**, v. 37, n. 2, p. 145-168, 2007.

GRANATA, K.; LEE, P.E.; FRANKLIN, T.C. Co-contraction recruitment and spinal load during isometric trunk flexion and extension. **Clinical Biomechanics**, v. 20, n. 10, p. 1029-1037, 2005.

HERMENS, H. J.; FRERIKS, B.; MERLETTI, R.; STEGEMAN, D.; BLOK, J.; RAU, G.; HÄGG, G. European recommendations for surface electromyography. **Roessingh Research and Development**, v. 8, n. 2, p. 13-54, 1999.

HODGES, P.W. Core stability exercise in chronic low back pain. **Orthopedic Clinics of North America**, v. 34, p. 245-254, 2003.

KELDALL, F.; Mc CREARY, E. K.; PROVANCE, P.; RODGERS, M. M.; ROMANI, W. A. **Músculos provas e funções**. São Paulo: Manole, 2007, 5. ed.

KOLYNIK, I. E. G. G.; CAVALCANTI, S. M. D. B.; AOKI, M. S. Avaliação Isocinética da musculatura envolvida na flexão e extensão do tronco efeito do método Pilates. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.10, n. 6, p. 487-490, 2004.

LATEY, P. The Pilates method: history and philosophy. **Journal of Body Work and Movement Therapies**, v. 5, n. 4, p. 275-82, 2001.

LOSS, J. F.; MELO, M. D. O.; ROSA, C. H.; SANTOS, A. B. D.; TORRE, M. L.; SILVA, Y. O. D. Atividade elétrica dos músculos oblíquos externos e multifídeos durante o exercício de flexoextensão do quadril realizado no Cadillac com diferentes regulagens de mola e posições do indivíduo. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 14, n. 6, p. 510-517, 2010.

MARQUES, N. R.; MORCELLI, M. H.; HALLAL, C. Z.; GONÇALVES, M. EMG activity of trunk stabilizer muscles during Centering Principle of Pilates Method. **Journal of Bodywork & Movement Therapies**, v.17, n. 2, p. 185-191, 2013.

McGILL, S.M.; KARPOWICZ, A. Exercises for spine stabilization: motion/motor patterns, stability progressions, and clinical technique. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 90, n. 1, p. 118-126, 2009.

MUSCOLINO, J. E.; CIPRINI, S. Pilates and "Powerhouse". **Journal of Bodywork & Movement Therapies**, v. 8, n. 1, p.15-24, 2004.

PANELLI, C.; DE MARCO, A. **Método Pilates de condicionamento do corpo: um programa para toda vida**. São Paulo: Phorte Editora, 2016. 3. ed.

PAZ, G. A.; LIMA, H.; MIRANDA, C. G. O.; DANTAS, E. H. M. Atividade eletromiográfica dos músculos extensores do tronco durante exercícios de estabilização lumbar do método Pilates. **Revista Andaluza de Medicina Del Deporte**, v. 7, n. 2, p. 72 - 77, 2014.

PHYSIO PILATES: **O Método Pilates**. Disponível em: <<http://physiopilates.com/a-physio-pilates/o-metodo-pilates>> Acesso em: 3 mar. 2017.

QUEIROZ, B.; CAGLIARI, M.; AMORIM, C.; SACCO, I. Muscle activation during four Pilates core stability exercises in quadruped position. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 91, n. 1, p. 86-92, 2010.

ROSSI, D. M.; MORCELLI, M. H.; MARQUES, N. R.; HALLAL, C. Z.; GONÇALVES, M.; LA ROCHE, D. P.; NAVEGA, M. T. Antagonist coactivation of trunk stabilizer muscles during Pilates exercises. **Journal of Bodywork & Movement Therapies**, v. 18, n. 1, p. 34-41, 2014.

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. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 36, n. 7, p. 472-84, 2006.

SACCO, I. C. N.; ANDRADE, M. S.; SOUZA, P. S.; NISIYAMA, M.; CANTUÁRIA, A. L.; MAEDA, F. Y. I.; PIKEL, M. Método Pilates em revista: Aspectos biomecânicos de movimentos específicos para reestruturação postural – Estudos de caso. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**, v. 13, n.4, p. 65-78, 2005.

SCHOSSLER, A.; VALENTE, T. A.; BITTENCOURT, D.C.; STRASSBURGER, M. J. Efeitos dos exercícios do Método Pilates em pacientes com dor lombar crônica. **Revista Contexto & Saúde**, v. 8, n. 6, p. 37-41, 2009.

SELF, B. P.; BAGLEY, A. M.; TRIPLETT, T. L.; PAULO, L. E. Functional biomechanical analysis of the Pilates-based reformer during demi-plie movements. **Journal of applied biomechanics**, v. 12, n. 3, p. 326-337, 1996.

SENIAM. **Recommendations for sensor locations in trunk or (lower) back muscles**. Disponível em: <<http://seniam.org/erectorspinaelongissimus.html>>. Acesso em: 29 jul. 2017.

SILVA, G.B.; MORGAN, M. M.; CARVALHO, W. R. G.; SILVA, E.; FREITAS, W.Z.; SILVA, F. F.; SOUZA, R. A. Electromyographic activity of rectus abdominis muscles during dynamic Pilates abdominal exercises. **Journal of Bodywork & Movement Therapies** v. 19, n. 4, p. 629-35, 2015.

SILVA, M. A. C.; DIAS, J. M.; SILVA, M. F.; MAZUQUIN, B. F.; ABRÃO, T.; CARDOSO, J. R. Análise comparativa da atividade elétrica do músculo multífido durante exercícios do Pilates, série de Williams e Spine Stabilization. **Fisioterapia em Movimento**, v. 26, n. 1, p. 87-94, Curitiba, 2013.

SILVA, Y. O.; MELO, M. O.; GOMES, L. E.; BONEZI, A.; LOSS, J. F. Análise da resistência externa e da atividade eletromiográfica do movimento de extensão de quadril realizado segundo o Método Pilates. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 13, n. 1, p. 82-88, 2009.

SOUZA, E. F. D.; CANTERGI, D.; MENDONÇA, A.; KENNEDY, C.; LOSS, J. F. Electromyographic analysis of the rectus femoris and rectus abdominis muscles during performance of the hundred and teaser Pilates exercises. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 18, n. 2, p. 105-108, 2012.

VAN DIEEN, J.; KINGMA, I.; VAN DER GUB, J.C.E. Evidence for a role of antagonistic cocontraction in controlling trunk stiffness during lifting. **Journal of Biomechanics**, v. 36, p. 1829-1836, 2003.

VIEIRA, L. M.; SOUSA, G. C.; LIZARDO, F. B. Eletromiografia de músculos do core em exercícios abdominais executados com aparelho e em superfície instável. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, 24., 2014, Uberlândia. **Anais...** Minas Gerais: Universidade Federal de Uberlândia, 2014. p. 1969- 1972.

WARD, S.R.; KIM, C.W.; ENG C.M.; GOTTSCHALK IV L.J.; TOMIYA, A.; GARFIN, S.R.; LIEBER, R.L. Architectural analysis and intraoperative measurements demonstrate the unique design of the multifidus muscle for lumbar spine stability. **The Journal of Bone and Joint Surgery**, v. 91, n.1, p. 176-185, 2009.

WILLARDSON, J. M. Core stability training for healthy athletes: A different paradigm for fitness professionals. **Strength and Conditioning Journal**, v. 29, p. 42-49, 2007.