

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA COMPARATIVA DOS MÚSCULOS RETO DO ABDOME E RETO FEMORAL EM EXERCÍCIOS ABDOMINAIS COM E SEM A UTILIZAÇÃO DO APARELHO AB SWING

COMPARATIVE ELECTROMYOGRAPHIC ANALYSIS OF THE RECTUS ABDOMINIS AND RECTUS FEMORIS MUSCLES IN ABDOMINAL EXERCISES WITH OR WITHOUT THE AB SWING DEVICE

Frederico Balbino LIZARDO¹; Gilmar da Cunha SOUSA²; Miguel Antônio FACURY NETO²; Karina do Valle MARQUES³; Roberto BERNARDINO JÚNIOR³; Daniela Cristina de Oliveira SILVA⁴; Daniela Cristina Silveira de OLIVEIRA⁵; Lázaro Antônio dos SANTOS⁵

1. Professor, Instituto de Ciências Biomédicas – ICBIM, Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Uberlândia, MG, Brasil. Fredbalbino2@yahoo.com.br; 2. Professor, Doutor, ICBIM – UFU; 3. Professor(a), Mestre, ICBIM – UFU; 4. Professora, Mestre, Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas, MG, Brasil; 5. Graduando(a) em Educação Física – UFU.

RESUMO: Atividade física, dieta adequada e exercícios abdominais são opções para pessoas que buscam qualidade de vida, prevenção e/ou reabilitação de dores na região lombar e estética. O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise eletromiográfica comparativa dos músculos Reto do Abdome (parte superior - RAS, parte inferior - RAI) e Reto Femoral (RF) durante execução do exercício abdominal tradicional e com utilização do aparelho Ab Swing (níveis principiante e intermediário) em nove voluntários sem distúrbio neuromuscular. A coleta de dados foi realizada utilizando-se eletrodos de superfície ativos, diferenciais simples com ganho de 20 vezes, e registrada através de um eletromiógrafo. O sinal eletromiográfico foi quantificado pela Raiz Quadrada da Média (Root Mean Square – RMS) e normalizado (RMSn) pela Contração Isométrica Voluntária Máxima. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística paramétrica, empregando-se testes de ANOVA *One-Way* e teste *t* de Student. Os principais resultados demonstram que não houve diferenças significativas no RMSn dos músculos RAS e RAI durante o exercício Tradicional e com Ab Swing-nível intermediário, os quais foram significativamente maiores do que Ab Swing-nível principiante. Em relação ao músculo RF o exercício com Ab Swing - nível intermediário apresentou maior valor de RMSn em comparação com Ab Swing- nível principiante e exercício Tradicional. De acordo com metodologia empregada, conclui-se que os exercícios com Ab Swing - níveis principiante e intermediário podem ser escolhidos para treinamento dos músculos abdominais, entretanto, devem ser utilizados com precauções para pessoas que tenham musculatura abdominal fraca e/ou problemas na região lombar devido a grande ativação do músculo RF quando comparado com exercício Tradicional.

PALAVRAS-CHAVE: Exercícios abdominais. Eletromiografia. Aparelhos abdominais.

INTRODUÇÃO

Sabe-se que os músculos abdominais são de extrema importância para as funções de sustentação e contenção do conteúdo abdominal, além de auxiliarem na expiração, defecação, micção, vômito e no parto (DI DIO; AMATUZZI; CRICENTI, 2002; WILLIANS et al., 1995). Além disso, Weineck (1986) ressalta que o músculo Reto do Abdome possui papel de destaque na postura normal da pelve, sendo responsável indiretamente pela curvatura da coluna lombar e de grande importância na postura do corpo.

Baseado nestas considerações, a prática de exercícios abdominais tem aumentado na última década visando à prevenção e/ou reabilitação de dores na região lombar da coluna (lombalgia), a melhoria da performance atlética e a crescente busca da estética que é divulgada pela nossa sociedade, especialmente na mídia (LIZARDO et al., 2007; BIRD; FLETCHER; KOCH, 2006; DRYSDALE;

EARL; HERTEL, 2004; HILDENBRAND ; NOBLE, 2004; MORI, 2004; NEGRÃO FILHO; BÉZIN; SOUSA, 2003; PETROFSKY et al., 2005; STERNLICHT et al., 2005).

Investigações têm sido conduzidas a fim de determinar a maneira mais eficiente e correta de se realizar exercícios abdominais, principalmente por meio da eletromiografia (BIRD; FLETCHER; KOCH, 2006; ESCAMILLA et al., 2006; NEGRÃO FILHO; BÉZIN; SOUZA, 2003; BANKOFF; FURLANI, 1986). Esta, segundo Basmajian e De Luca (1985), é o estudo da função muscular a partir da averiguação do sinal elétrico que emana do músculo.

Entretanto, existem dúvidas na literatura acerca da eficácia da utilização de aparelhos em exercícios abdominais (LIZARDO et al., 2007; BIRD; FLETCHER; KOCH, 2006; ESCAMILLA et al., 2006; STERNLICHT; RUGG, 2003; WARDEN; WAJSWELNER; BENNELL, 1999) e apesar disso, novos aparelhos para exercícios

abdominais são lançados no mercado e muito difundidos na prática do treinamento de força sem haver uma análise sistemática dos mesmos.

Em relação ao aparelho Ab Swing, apenas uma pesquisa foi realizada (STERNLICHT et al., 2005) comparando a atividade eletromiográfica do músculo Reto do Abdome (parte superior - RAS, parte inferior - RAI) durante o exercício abdominal tradicional e com Ab Swing. Os autores supracitados afirmam que a atividade elétrica exibida pelos músculos RAS e RAI foi maior no exercício tradicional em comparação com o Ab Swing, porém, não foi verificada a atividade eletromiográfica do músculo Reto Femoral (RF) e também não foi realizada a normalização dos dados.

O exercício convencional de flexão parcial do tronco até que as escápulas sejam elevadas do solo na posição de decúbito dorsal com quadril e joelhos flexionados e os pés apoiados no solo (Curl Up) foi selecionado devido a sua eficácia no recrutamento do músculo RA, na redução da atividade dos músculos flexores da coxa e, por minimizar a compressão e o estresse nas vértebras lombares, além de ser um exercício popular no treinamento de força (ESCAMILLA et al., 2006; CLARK; HOLT; SINYARD, 2003; VERA-GARCIA; GRENIER; MCGILL, 2000).

Desta forma, acredita-se que este estudo poderá propiciar importantes contribuições não só para os atletas dos esportes em geral, mas principalmente para Fisioterapeutas e profissionais da Educação Física, proporcionando uma base teórica para o direcionamento de programas de prevenção e reabilitação para lesões articulares ou neuromusculares e para programas de treinamento esportivo. Além disso, este estudo poderá fornecer dados importantes para fabricantes e consumidores sobre este dispositivo portátil em relação à atividade eletromiográfica dos músculos RAS, RAI e RF baseado em dados científicos.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi analisar e comparar a atividade eletromiográfica exibida pelos músculos RAS, RAI e RF durante a execução de exercícios abdominais da forma tradicional (Curl Up) e com a utilização do dispositivo portátil Ab Swing.

MATERIAL E MÉTODOS

População e Amostra

A amostra deste estudo foi composta por nove voluntários estudantes de Educação Física (sexo masculino e feminino) fisicamente treinados com idade entre 21-34 anos ($24 \pm 4,3$ anos), altura entre 1,59-1,85 m ($1,70 \pm 0,1$ m) e peso entre 56-93

Kg ($68,0 \pm 10,9$ Kg). Foram selecionados apenas indivíduos que possuíam um baixo índice de gordura corporal e sem histórico de dores na região lombar e/ou abdominal e nenhum tipo de distúrbio neuromuscular ou articular.

Todos voluntários tinham experiência em treinamento de força, especialmente em exercícios abdominais, de no mínimo 6 meses anterior a este estudo, além disso, realizavam exercícios abdominais por no mínimo 3 vezes por semana. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (número 065/06) envolvendo seres humanos da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e um termo de consentimento livre e esclarecido foi assinado por cada voluntário participante do estudo, declarando-os parte integrante da amostra, liberando-os para a coleta de dados e concordando com a publicação dos resultados.

Eletromiografia

Os registros eletromiográficos foram obtidos utilizando-se um eletromiógrafo computadorizado (DataHominis Tecnologia LTDA, Uberlândia, MG, Brasil) com as seguintes características: aquisição simultânea de até oito canais diferenciais; dispositivo com dois canais auxiliares para células de carga e eletrogoniômetros; eletrodo de referência comum a todos os canais; filtros com faixa de passagem de 20 Hz e 1 kHz para os canais de EMG; estágio amplificador ajustável, possibilitando ganhos entre 100 vezes e 4960 vezes; isolação galvânica (1,5 kV a 60 Hz) entre o circuito eletrônico e o estágio que fica em contato com o usuário; impedância de entrada dos canais de EMG de 10 G Ω em modo diferencial; 12 bits de resolução; taxa máxima de conversão de 330 kHz e faixa de entrada de -10 V a +10 V. A atividade elétrica dos músculos foi captada em um tempo correspondente a 16 segundos, a uma frequência de 2 kHz, e foi analisada posteriormente utilizando-se o software Myosystem-Br1 (versão 2.5), (DataHominis Tecnologia LTDA, Uberlândia, MG, Brasil), que transforma o potencial de ação dos músculos estudados em valores numéricos da Raiz Quadrada da Média (RMS - Root Mean Square). Estes valores de RMS são expressos em microvolts (μ V) e representam uma das informações mais precisas do sinal eletromiográfico (BASMAJIAN; DE LUCA, 1985).

Colocação dos Eletrodos de Superfície

Para captação dos sinais eletromiográficos foram utilizados eletrodos de superfície ativos, diferenciais simples (*Lynx Eletronics* Ltda., São

Paulo, SP, Brasil). O sinal foi pré-amplificado no eletrodo diferencial ativo com ganho de 20 vezes, impedância de entrada de 10 G Ω e razão de rejeição em modo comum (CMRR - *Common Mode Rejection Ratio*) de 84 dB, valor descrito como mínimo para eletromiografia de superfície (PORTNEY, 1993).

Para a colocação dos eletrodos de superfície na pele dos mm. RAS e RAI foram utilizados os parâmetros de Willett e colaboradores (2001) e Clark, Holt e Sinyard (2003). Para o músculo RAS, os eletrodos foram colocados 3 cm acima e 2 cm à direita da cicatriz umbilical com sua orientação paralela e as barras de detecção do sinal perpendicular ao sentido das fibras musculares. Para o músculo RAI, foram colocados numa área em torno de 3 cm abaixo e 2 cm à direita da cicatriz umbilical. Alguns estudos que analisaram a atividade eletromiográfica do músculo Reto do Abdome (RA) de forma bilateral não encontraram diferenças significativas (DRYSDALE; EARL; HERTEL, 2004; NEGRÃO FILHO; BÉRZIN; SOUSA, 2003).

Em relação ao local de fixação do eletrodo de superfície no músculo RF, foram utilizados os parâmetros do SENIAM, ou seja, o eletrodo foi colocado no ponto médio (50%) da linha que se estende da espinha ilíaca ântero-superior até a borda superior da patela. O eletrodo de referência, comum a todos os canais, foi fixado na pele sobre a crista ilíaca do osso do quadril no lado direito, por ser considerado um ponto de referência ideal (CLARK; HOLT; SINYARD, 2003; VAZ; GUIMARÃES; CAMPOS, 1991; WILLETT et al., 2001).

Normalização dos Dados

Com o objetivo de estabelecer comparações adequadas da atividade eletromiográfica de um mesmo músculo e entre diferentes músculos durante a realização dos exercícios abdominais, os valores brutos de RMS foram normalizados. Os valores normalizados de RMS foram calculados a partir dos valores brutos de RMS (média dos valores de RMS obtidos em quatro repetições do mesmo movimento). Além disso, os valores de RMS devem ser normalizados para diminuir a variabilidade inerente dos procedimentos eletromiográficos inter e intra-indivíduos durante os testes, permitindo a obtenção de dados eletromiográficos mais fidedignos (SILVA, 2004).

Nos exercícios abdominais, os valores brutos de RMS foram normalizados em termos de porcentagem da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) para cada músculo, conforme sugerido por vários autores (ESCAMILLA et al.,

2006; LEHMAN et al., 2006; NEGRÃO FILHO; BÉRZIN; SOUSA, 2003). Após a normalização dos sinais eletromiográficos, os valores brutos de RMS, expressos em μ V, foram substituídos por valores de RMSn (valores normalizados de RMS) expressos em porcentagem da CIVM (% CIVM).

Testes de contração isométrica voluntária máxima

1-Músculos RAS e RAI - os sujeitos ficaram deitados no chão sobre um colchonete em posição de decúbito dorsal com quadril e joelhos flexionados a 90° e com os pés fixos no chão. Foram instruídos na tentativa de realizar uma flexão frontal do tronco com resistência manual do pesquisador na direção de extensão do tronco (ESCAMILLA et al., 2006; LEHMAN et al., 2006);

2- Músculo RF - os sujeitos em posição sentada com quadril e joelhos flexionados a 90°. Foram instruídos na tentativa de realizar uma extensão da perna com resistência manual do pesquisador na parte distal da perna na direção de flexão da perna (ESCAMILLA et al., 2006).

Protocolo Experimental

No início de cada teste, os sinais eletromiográficos de cada músculo selecionado foram coletados durante duas CIVM de 5 segundos, com o intuito de normalizar os dados posteriormente. Após os testes de CIVM, cada sujeito executou três séries de quatro repetições para cada exercício abdominal, no qual a coleta dos dados eletromiográficos foi procedida utilizando-se duas fases distintas de contração muscular (concêntrica e excêntrica) na execução dos movimentos abdominais. Os sujeitos foram instruídos a manter uma velocidade constante durante a execução dos exercícios sendo dois segundos para a fase concêntrica e dois segundos para a fase excêntrica, perfazendo um total de 4 segundos por repetição (ciclo de movimento). Portanto, a análise eletromiográfica do sinal coletado foi realizada durante todas as 4 repetições em um total de 16 segundos por série

Aparelho Ab Swing

Este aparelho possui uma capacidade máxima de peso por pessoa de 110Kg e contém três diferentes posições de resistência, de acordo com o local que o indivíduo se ajusta no assento acoplado, que são indicadas pelas zonas A, B e C (Figura 1): ZONA A- intensidade leve (nível de principiante); ZONA B- intensidade moderada (nível intermediário) e ZONA C- intensidade alta (nível avançado). Neste estudo foram utilizadas apenas as

Zonas A e B do aparelho Ab Swing para comparação com o exercício tradicional, devido a

grande dificuldade biomecânica encontrada pelos voluntários na realização do exercício na Zona C.

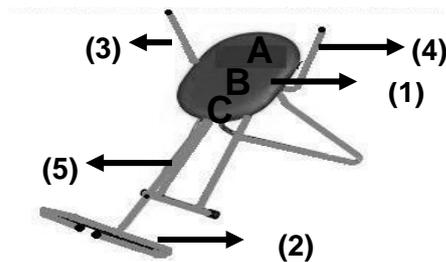


Figura 1. Aparelho Ab Swing com suas diferentes zonas de intensidade (A, B e C) e seus componentes como assento acoplado (1), a extensão do Apoio dos pés (2), manoplas direita (3) e esquerda (4) e o aparelho é regulável de acordo com a altura do executante (5)

Exercícios Executados

1- Exercício Curl Up: os sujeitos ficaram deitados no chão sobre um colchonete em posição de decúbito dorsal com quadril e joelhos fletidos a 90° e com os pés fixos no chão. As mãos foram colocadas na base da cabeça e os cotovelos afastados lateralmente. Os indivíduos foram instruídos a realizarem uma flexão frontal do tronco na qual apenas as escápulas eram levantadas do

chão em um tempo de 2 segundos, e depois retornar a posição inicial em 2 segundos (CLARK; HOLT; SINYARD, 2003; WILLETT et al., 2001). Foi construído e utilizado um aparelho com duas barras verticais e uma barra horizontal regulável, destinado a limitar a fase concêntrica do movimento e adaptado de acordo com Hildenbrand e Noble (2004).



Figura 2. Ciclo de movimento no exercício Tradicional (Curl Up) (A) Posição inicial e final do movimento; (B) Posição intermediária

2-Exercício Abdominal com aparelho Ab Swing: Após posicionamento adequado no aparelho (Zonas A e B), os sujeitos realizaram o movimento de inclinar levemente o corpo para frente e elevação das pernas na direção do tronco em cada repetição, executando simultaneamente flexão do tronco e do quadril. Houve uma recomendação para que fosse

evitado o deslocamento da Pelve da posição correta no assento. Para determinar a posição inicial foi utilizado um goniômetro universal determinando um ângulo de 140 ° entre a coxa e o tronco no nível principiante e na posição intermediária esta angulação foi modificada para em torno de 70°.

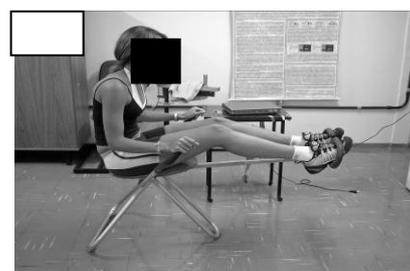


Figura 3. Ciclo de movimento no aparelho Ab Swing na Zona A (nível de principiante). (A) Posição inicial e final do movimento; (B) Posição intermediária

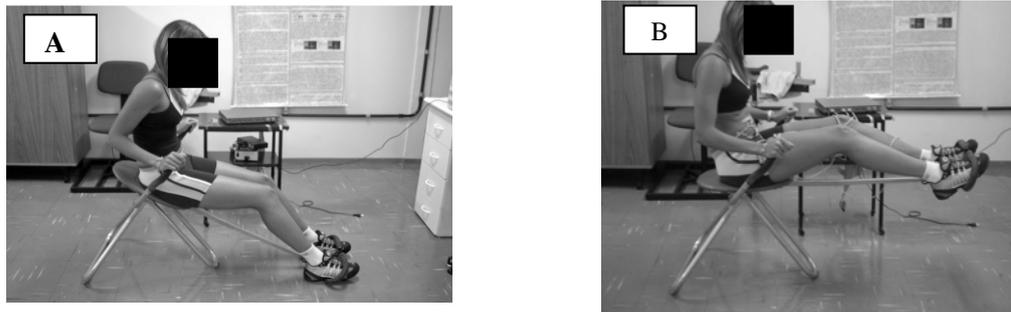


Figura 4. Ciclo de movimento no aparelho Ab Swing na Zona B (nível intermediário). (A) Posição inicial e final do movimento; (B) Posição intermediária

Objetivando a não interferência da fadiga muscular como fator limitante foi utilizado um intervalo de descanso de um minuto entre uma série e outra e de três minutos entre diferentes exercícios.

Análise Estatística

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o programa computadorizado GraphPad Prism (versão 3.0 – Graphpad Software, Inc) para cálculos de média, desvio padrão, correlações e confecção dos gráficos. Como os valores apresentaram distribuição normal (Gaussiana), testes paramétricos foram empregados em todas as análises. A análise de variância ANOVA One-Way foi utilizada para a comparação das médias dos valores de RMSn entre os diferentes

músculos em um mesmo exercício, sendo que em todas estas análises foi realizado o teste de comparações múltiplas de Tukey para verificar onde havia diferença. O teste t de Student para amostras pareadas foi utilizado para a comparação das médias dos valores de RMSn entre diferentes exercícios de um mesmo músculo.

RESULTADOS

Os valores da atividade elétrica (valores médios de RMSn) dos músculos RAS, RAI e RF durante o exercício Tradicional e com o aparelho Ab Swing nos níveis principiante e intermediário está ilustrada na Figura 5.

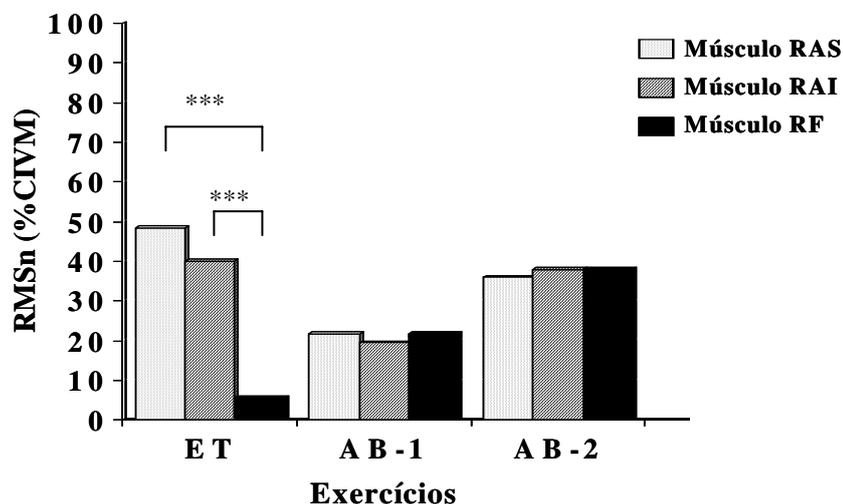


Figura 5. Valores normalizados de RMS (RMSn, expressos em % CIVM) da atividade elétrica dos músculos RAS, RAI e RF em 9 voluntários submetidos ao exercício abdominal Tradicional (ET) e com a utilização do aparelho Ab Swing nos níveis principiante (AB-1) e intermediário (AB-2). As barras representam a média dos valores de RMSn. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ como determinado pelo teste One-way ANOVA.

No exercício Tradicional os músculos RAS e RAI não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$) entre os valores médios de RMSn (48,6 e 40,1; respectivamente), sendo que estes valores foram significativamente maiores do que aquele obtido para o músculo RF (5,8; $p<0,001$).

No exercício com aparelho Ab Swing - nível principiante, nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os valores médios de RMSn obtidos para os músculos RAS, RAI e RF (21,8; 19,5 e 21,9 respectivamente; $p>0,05$). No exercício

Ab Swing-nível intermediário, também houve similaridade nos valores médios de RMSn apresentados para os músculos RAS, RAI e RF (36,1; 38,1 e 38,2 respectivamente; $p>0,05$).

A comparação dos valores normalizados de RMS (RMSn, expressos em % CIVM) da atividade elétrica dos músculos RAS, RAI e RF durante o exercício Tradicional e com o aparelho Ab Swing (níveis principiante e intermediário) está demonstrada na Figura 6.

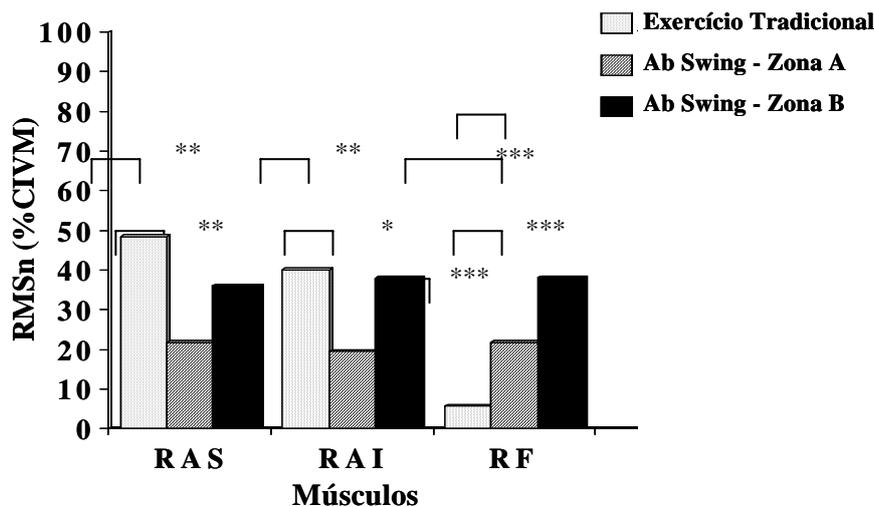


Figura 6. Comparação dos valores normalizados de RMS (RMSn, expressos em % CIVM) da atividade elétrica dos músculos RAS, RAI e RF em 9 voluntários submetidos ao exercício abdominal Tradicional e com a utilização do aparelho Ab Swing nos níveis principiante (Zona A) e intermediário (Zona B). As barras representam a média dos valores de RMSn. * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$ como determinado pelo teste t de Student.

Comparando os diferentes exercícios, foi observado que não houve diferenças significativas ($p>0,05$) dos valores médios de RMSn dos músculos RAS e RAI durante a execução do exercício Tradicional (48,6 e 40,1; respectivamente) e com aparelho Ab Swing - nível intermediário, (36,1 e 38,1; respectivamente), no entanto, em relação ao exercício Ab Swing - nível principiante, os valores apresentados pelos músculos RAS e RAI (21,8 e 19,5; respectivamente) foram significativamente menores do que aqueles demonstrados no exercício tradicional e com Ab Swing - nível intermediário.

Por outro lado, em relação ao músculo RF, o valor médio de RMSn obtido no exercício com aparelho Ab Swing - nível intermediário (38,2) foi significativamente maior em relação aos valores apresentados nos exercícios Ab Swing-nível principiante (21,9; $p<0,003$) e no exercício Tradicional (5,8; $p<0,0001$), sendo que este último foi o menor valor demonstrado em todos os exercícios.

Nível de contribuição dos músculos RAS, RAI e RF no exercício abdominal Tradicional e com aparelho Ab Swing (níveis principiante e intermediário).

Para determinar o nível de contribuição de cada músculo envolvido no Exercício Tradicional e no exercício com dispositivo Ab Swing (níveis principiante e intermediário), a somatória dos valores de RMSn de todos os músculos de cada voluntário foi calculada (RMSn total) e estabelecida como 100% da participação dos músculos analisados durante o movimento.

Os valores médios do nível de contribuição dos músculos RAS, RAI e RF durante a execução do exercício Tradicional e com o aparelho Ab Swing nos níveis principiante e intermediário está ilustrada na Figura 7.

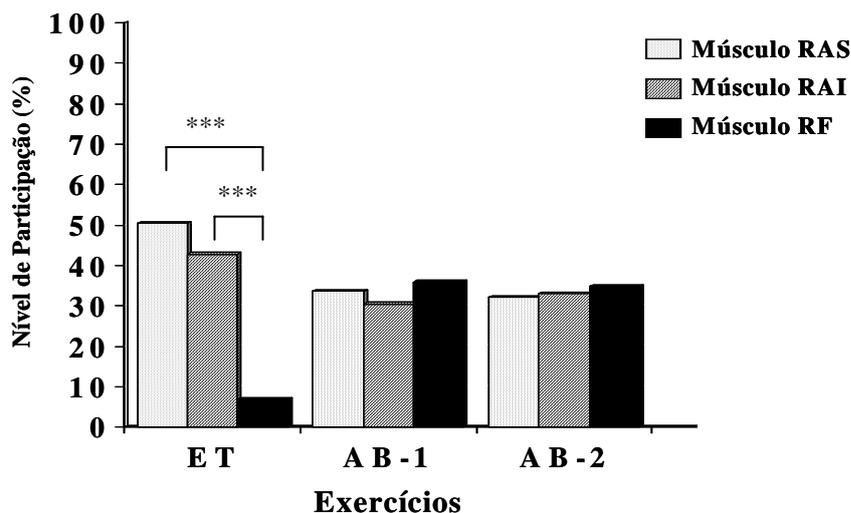


Figura 7. Valores médios do nível de contribuição (%) dos músculos Reto do Abdomo parte superior (RAS), Reto do Abdomo parte inferior (RAI) e Reto Femoral (RF) em 09 voluntários submetidos ao exercício abdominal Tradicional e com a utilização do aparelho Ab Swing nos níveis principiante (AB-1) e intermediário (AB-2). As barras representam a média do nível de contribuição. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ como determinado pelo teste One-way ANOVA.

No exercício Tradicional os músculos RAS e RAI não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) em relação ao nível de contribuição no movimento (50,4 e 42,8; respectivamente), sendo que estes valores foram significativamente maiores do que aquele obtido para o músculo RF (6,8; $p < 0,001$). No exercício com aparelho Ab Swing - nível principiante, não houve diferenças significativas nos valores médios do nível de contribuição (%) exibido pelos músculos RAS, RAI e RF (33,6 ; 30,6 e 35,9 respectivamente; $p > 0,05$).

No exercício Ab Swing-nível intermediário, também houve similaridade nos valores médios do nível de contribuição (%) apresentado pelos músculos RAS, RAI e RF (32,1; 33,1 e 34,8 respectivamente; $p > 0,05$).

A comparação dos valores médios do nível de contribuição dos músculos RAS, RAI e RF durante a execução do exercício Tradicional e com o aparelho Ab Swing nos níveis principiante e intermediário está ilustrada na Figura 8.

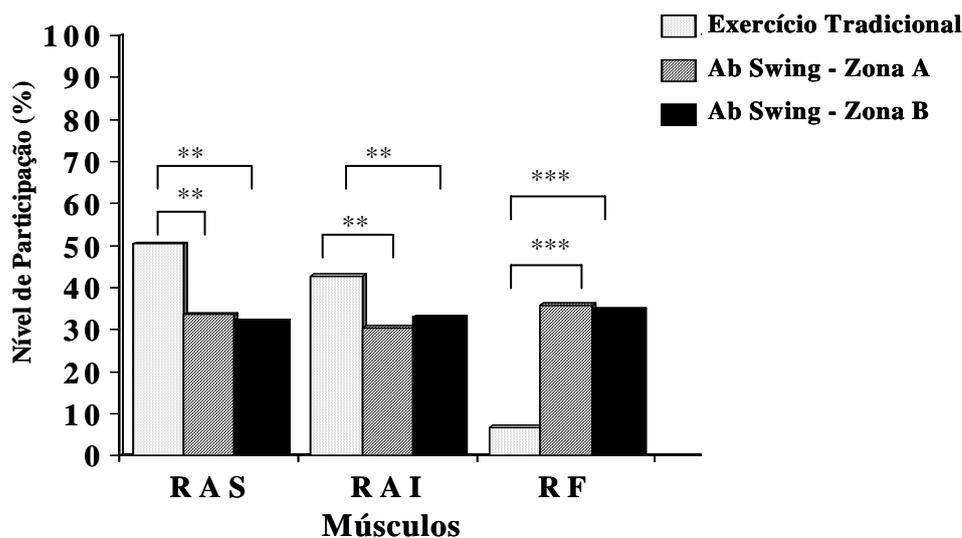


Figura 8. Comparação entre os valores médios do nível de contribuição (%) dos músculos Reto do Abdomo parte superior (RAS), Reto do Abdomo parte inferior (RAI) e Reto Femoral (RF) em 09 voluntários submetidos ao exercício abdominal Tradicional e com a utilização do aparelho Ab Swing nos níveis principiante (Zona A) e intermediário (Zona B). As barras representam a média do nível de participação. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,0001$ como determinado pelo teste t de Student.

No exercício Tradicional os músculos RAS e RAI foram os que demonstraram maior nível de contribuição (50,4 e 42,8; respectivamente) quando comparado com Ab Swing nos níveis principiante (33,6 e 30,6 respectivamente; $p < 0,001$) e intermediário (32,1; $p < 0,001$ e 33,1; $p < 0,01$ respectivamente). Em relação ao músculo RF, no exercício Tradicional foi apresentado o menor nível de contribuição no movimento (6,8) quando comparado com Ab Swing nos níveis principiante (35,9; $p < 0,0001$) e intermediário (34,8; $p < 0,0002$). Comparando os valores médios do nível de contribuição dos músculos RAS, RAI e RF durante o Ab Swing-nível principiante (33,6; 30,6 e 35,9; respectivamente) e Ab Swing-nível intermediário (32,1; 33,1 e 34,8; respectivamente), observasse que não houve diferenças significativas ($p > 0,05$).

DISCUSSÃO

No exercício Tradicional, a alta atividade elétrica (RMSn) dos músculos RAS e RAI e a menor atividade elétrica do músculo RF, está de acordo com os achados de grande parte dos autores que ressaltam que este exercício deve ser selecionado devido a sua eficácia no recrutamento do músculo RA como um todo, na redução da atividade dos músculos flexores da coxa e, por minimizar a compressão e o estresse nas vértebras lombares, além de ser um exercício popular no treinamento de força (LIZARDO et al., 2007; STERNLICHT; RUGG, 2003; CLARK; HOLT; SINYARD, 2003; VERA-GARCIA; GRENIER; MCGILL, 2000; VAZ; GUIMARÃES ; CAMPOS, 1991)

Apesar de existir poucos relatos na literatura científica sobre a eficácia do aparelho Ab Swing no que se refere a uma maior ativação eletromiográfica dos músculos RAS e RAI (STERNLICHT et al., 2005), os resultados demonstraram que com a utilização do Ab Swing - níveis principiante e intermediário, existiu uma similaridade na ativação e no nível de participação entre os músculos RAS, RAI e RF durante cada movimento (Figuras 5 e 7), demonstrando que um aparelho fabricado e comercializado como eficaz para trabalhar e isolar os músculos do abdome, na realidade evidencia um esforço similar em músculos flexores da coxa, como demonstra os valores de RMSn da atividade elétrica do músculo RF, analisado eletromiograficamente nesta pesquisa.

Entretanto, deve-se destacar a importância do equipamento, pois como produz uma ativação similar nas partes do músculo RA (RAS e RAI), mesmo não isolando o RF, pode ser considerado

uma alternativa viável para exercitar e fortalecer os músculos da região abdominal analisado neste trabalho.

Neste estudo foram encontradas diferenças significativas na atividade elétrica dos músculos RAS e RAI entre o exercício tradicional e o aparelho Ab Swing –nível principiante (Figuras 6), estes achados estão de acordo com Sternlicht e colaboradores (2005), no qual o exercício tradicional foi 65% mais eficaz na ativação do músculo Reto Abdominal (RAS e RAI) do que este mesmo aparelho. Porém, na pesquisa dos autores supracitados não foi verificado a atividade eletromiográfica do músculo RF.

Em relação ao exercício Ab Swing-nível intermediário, não houve diferenças significativas nos valores de RMSn dos músculos RAS e RAI em comparação com o exercício Tradicional, não estando de acordo com Sternlicht e colaboradores (2005). No entanto, os resultados demonstram que o exercício que teve um maior nível de atividade elétrica do músculo RF foi o realizado com o aparelho Ab Swing - nível intermediário, seguido do Ab Swing- nível principiante, e segundo Hildenbrand e Noble (2004) este é um fator indesejável na execução do exercício abdominal .

Sendo assim, como já foi destacado, deve-se verificar a atividade elétrica do músculo RF para saber do “custo-benefício” do exercício, pois, quanto maior a atividade elétrica desse músculo maior à tração na região lombar da coluna vertebral (VAZ; GUIMARÃES; CAMPOS, 1991). Esse aumento de atividade elétrica no músculo RF pode ser explicado pelo fato deste músculo encontrar-se parcialmente estendido na posição inicial dos exercícios Ab Swing - níveis principiante e intermediário, sendo capaz de exercer sua maior tensão ativa no movimento e por isso que para isolar os músculos abdominais no exercício tradicional é realizada a flexão da coxa (NORRIS, 1993), o que foi observado neste estudo onde ficou comprovado que com a utilização deste equipamento não se consegue isolar o músculo RF para concentrar o maior esforço nos músculos abdominais.

Além disso, nos movimentos com aparelho Ab Swing acontece ao mesmo tempo uma flexão da coxa, levantamento das pernas e pequena flexão do tronco (STERNLICHT et al., 2005), semelhante ao movimento executado durante o exercício Canivete, no qual ocorre um movimento simultâneo de elevação da região superior do corpo e membros inferiores (GUIMARÃES; CRESCENTE, 1984). Portanto, pela própria ação do músculo RF que participa da flexão na articulação do quadril trazendo a parte anterior da coxa mais perto da

pelve, como na elevação das pernas, (KENDALL ; MCCREARY; PROVANCE,1995; WEINECK,1986) pode-se entender o porquê da grande ativação elétrica desse músculo em comparação com os demais conforme resultados obtidos neste trabalho e demonstrado nas Figuras 5 e 6.

Deve-se ressaltar também que quando se realiza exercício abdominal com a utilização de uma base instável é necessário um maior tempo de coordenação e familiarização com o dispositivo, devido ao aumento no nível de dificuldade, podendo ocorrer uma maior ativação elétrica dos músculos estabilizadores da pelve como o RF (HILDENBRAND; NOBLE, 2004; CISSIK, 2002), fato este que pode ser correlacionado com os achados desta pesquisa, pois apesar dos voluntários serem treinados na execução de exercícios abdominais por mais de 6 meses, também necessitavam de um maior tempo de adaptação com o aparelho utilizado (Ab Swing), tornando este fato uma limitação desta pesquisa.

Portanto, quando o objetivo a ser alcançado é o fortalecimento dos músculos abdominais, torna-se desinteressante a prática de exercícios que se caracterizam por grande ativação dos músculos flexores da coxa (GUIMARÃES; CRESCENTE, 1984), pois segundo Norris (1993), a combinação de músculos tensionados (flexores do quadril) com músculos fracos (abdominais) ao redor da pelve têm sido chamado de “Síndrome do Cruzamento Pélvico”, o qual pode alterar a curvatura da região lombar da coluna vertebral acarretando em uma lordose lombar (VAZ et al.,1999).

De acordo com os resultados encontrados neste estudo, os exercícios executados no aparelho Ab Swing nos níveis principiante e intermediário podem ser selecionados para um programa de treinamento para os músculos abdominais, no entanto, devem ser utilizados com precaução para pessoas que tenham musculatura abdominal fraca e/ou problemas na região lombar, devido a grande ativação do músculo RF e o baixo ou similar nível de atividade elétrica nos músculos RAS e RAI quando comparado com exercício Tradicional. Tornam-se evidentes nos dados citados nos resultados que o exercício Tradicional é uma alternativa a ser escolhida na prescrição de exercício abdominal para pessoas que se encontram na condição supracitada.

Por outro lado, segundo Petrofsky e colaboradores (2005) e Sternlicht e outros (2005) os aparelhos usados em posição sentada e vertical podem ser uma alternativa viável para pessoas que possuem limitações físicas e evitam ou não

conseguem realizar exercícios abdominais na posição supina (deitada), sendo assim, os achados deste estudo demonstram que o aparelho utilizado na posição vertical (Ab Swing-nível intermediário) pode ser utilizado em um programa de treinamento físico para estas pessoas por produzir uma atividade elétrica similar nos músculos RAS e RAI quando comparado com o exercício tradicional.

Com relação aos estudos que se preocuparam em verificar alterações no padrão de recrutamento das diferentes porções do músculo Reto do Abdome em diferentes exercícios, nota-se enorme controvérsia (MORI, 2004; DRYSDALE; EARL; HERTEL, 2004; NEGRÃO FILHO; BÉRZIN; SOUZA, 2003; CLARK; HOLT; SINYARD, 2003; VERA-GARCIA; GRENIER; MCGILL, 2000; WHITING et al., 1999; WARDEN; WAJSWELNER; BENNELL, 1999;PIERING et al., 1993).

Não foram encontradas diferenças significativas ($p>0,05$) na atividade elétrica e no nível de contribuição (Figuras 5 e 7, respectivamente) entre os músculos RAS e RAI durante os diferentes exercícios, estando de acordo com os achados de Clark, Holt e Sinyard (2003) de que existe um padrão comum da atividade elétrica em torno das diferentes porções do músculo RA. Os achados deste trabalho estão de acordo com Vera-Garcia e colaboradores (2000), Lehman e McGill (2001) e Negrão Filho e outros (2003), de que o recrutamento preferencial dos músculos RAS e RAI pode existir, no entanto, quando se utiliza a normalização dos dados as diferenças se tornam pequenas e insignificantes, além de ressaltar que esta falta de concordância sobre a atividade elétrica das porções do músculo Reto do Abdome nos diferentes tipos de exercícios físicos se deve, entre outros fatores, à dificuldade de se comparar os resultados devido à utilização de diferentes protocolos (por exemplo:posição dos eletrodos), equipamento de registro, técnica de processamento do sinal utilizada para análise nos diferentes experimentos e fatores individuais como tecido subcutâneo e dados antropométricos.

De acordo com as afirmações de Sternlicht e colaboradores (2005) e dos pesquisadores deste estudo, deve-se ressaltar e destacar a independência científica do nosso teste para demonstrar a eficácia desse aparelho em relação à ativação eletromiográfica dos músculos RAS, RAI e RF. Sendo assim, baseado neste e em outros resultados publicados, é necessário e de suma importância a realização de mais testes para verificação da eficácia de diferentes aparelhos abdominais, para que os consumidores possam selecionar equipamentos e

exercícios abdominais variados que melhor isolam e trabalham a musculatura abdominal baseado em dados científicos.

CONCLUSÕES

Não houve diferenças significativas na atividade elétrica (RMSn) exibida pelos músculos RAS e RAI durante o exercício Tradicional e com Ab Swing-nível intermediário, os quais foram significativamente maiores do que Ab Swing-nível principiante. Em relação ao músculo RF o exercício com Ab Swing - nível intermediário apresentou maior valor de RMSn em comparação com Ab Swing- nível principiante e exercício Tradicional.

O exercício Tradicional é eficaz no recrutamento do músculo RA como um todo e na redução da atividade dos músculos flexores da coxa quando executado de forma correta;

O exercício com Ab Swing nos níveis principiante e intermediário, pode ser selecionado para um programa de treinamento para os músculos abdominais, entretanto, deve ser utilizado com precaução para pessoas que tenham musculatura abdominal fraca e/ou problemas na região lombar e que a grande ativação do músculo RF e a menor ou similar atividade elétrica dos músculos RAS e RAI quando comparado com exercício Tradicional é devido à mecânica do movimento utilizada durante a execução do exercício com aparelho.

ABSTRACT: Physical activity, appropriate diet and abdominal exercises are choice measures for people that look for life quality, prevention and/or rehabilitation of lumbar pain as well physical beauty. The aim of this study was to analyze the electromyographic activity of the upper portion of Rectus Abdominis (URA), lower portion of Rectus Abdominis (LRA) and Rectus Femoris (RF) muscles during abdominal exercises with or without the AB Swing device. Nine healthy volunteers performed traditional abdominal exercises and then the same abdominal exercises using the AB Swing device (initial and intermediate levels). Data collection was performed using the active differential surface electrodes (gain of 20 times), recorded in a computer-connected electromyography and expressed in numeric values of RMS (root mean square), which were normalized (RMSn) through the maximum voluntary contraction. The obtained data were submitted to the parametric statistical analysis using ANOVA One-Way and Student *t* tests. The results demonstrated that there were no significant differences in RMSn of the URA and LRA muscles during the traditional exercises and using the AB Swing device at intermediate level, but were significantly greater as compared to the AB Swing at initial level. Regarding the RF muscle, RMSn values were greater after the abdominal exercises with AB Swing at intermediate level in comparison with AB Swing at initial level and traditional exercises. It can be concluded that the exercises using the AB Swing at initial and intermediate levels can be chosen for training of abdominal muscles. However, such exercises should be indicated with precautions for people that have weak abdominal musculature and/or lumbar disorders due to strong activation of the RF muscle when compared to traditional abdominal exercises.

KEYWORDS: Electromyography. Rectus abdominis. Rectus femoris. Abdominal exercises.

REFERÊNCIAS

- BANKOFF, A. D. P.; FURLANI, J. Estudo eletromiográfico dos músculos reto-abdominal e oblíquo externo em diversos exercícios, na posição de decúbito dorsal. **Revista brasileira de ciências do esporte**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 69-74, 1986.
- BASMAJIAN, J. V.; DE LUCA, C. J. **Muscles alive: their functions revealed by electromyography**. 5. ed. Baltimore, MD: Williams and Wilkins, 1985.
- BIRD, M.; FLETCHER, K. M.; KOCH, A. J. Electromyographic comparison of the Ab –Slide and Crunch Exercises. **Journal of strength and conditioning research**, Colorado Springs, v. 20, n. 2, p. 436-440, 2006.
- CISSIK, J. M. Programming Abdominal Training, Part I. **Strength and Conditioning Journal**, v. 24, n. 1, p. 9-15, 2002.
- CLARK, K. M.; HOLT, L. E. e SINYARD, J. Electromyographic comparison of the upper and lower rectus abdominis during abdominal exercises. **Journal of strength and conditioning research**, Colorado Springs, v. 17, n. 3, p. 475-483, 2003.

- DI DIO, L. J. A.; AMATUZZI, M. M.; CRICENTI, S. V. Sistema Muscular. **In:** DI DIO, L. J. A. **Tratado de Anatomia Sistemica Aplicada**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2002. p. 187-288, v. 1.
- DRYSDALE, C. L.; EARL, J. E.; HERTEL, J. Surface Electromyographic activity of the Abdominal Muscles during Pelvic-Tilt and Abdominal Hollowing Exercises. **Journal of athletic training**, Dallas, v. 39, n. 1, p. 32-36, 2004.
- ESCAMILLA, R. F.; MCTAGGART, M. S.; FRICKLAS, E. J.; DEWITT, R.; KELLEHER, P.; TAYLOR, M. K.; HRELJAC, A.; MOORMAN, C. T. An electromyographic analysis of commercial and common abdominal exercises: implications for rehabilitation and training. **Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, Alexandria, v. 36, n. 2, p. 45-57, 2006.
- ESCAMILLA, R. F.; BABB, E.; DEWITT, R.; JEW, P.; KELLEHER, P.; BURNHAM, T.; BUSCH, J.; D'ANNA, K.; MOWBRAY, R.; IMAMURA, R. T. Electromyographic analysis of traditional and nontraditional abdominal exercises: implications for rehabilitation and training. **Physical therapy**, Alexandria, v. 86, n. 5, p. 656-671, 2006.
- GUIMARÃES, A. C. S.; CRESCENTE, L. A. Eletromiografia de exercícios abdominais: um estudo piloto. **Revista brasileira de ciências do esporte**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 110-116, 1984.
- HERMENS, H. J.; FRERIKS, B. **The SENIAM cd-rom: European recommendations for surface electromyography**. Netherlands: Roessingh Research and Development, 1999. 1 CD.
- HILDENBRAND, K.; NOBLE, L. Abdominal muscle activity while performing trunk-flexion exercises using the Ab Roller, Abslide, Fitball, and Conventionally performed trunk curls. **Journal of athletic training**, Dallas, v. 39, n. 1, p. 37-43, 2004.
- KENDALL, F. P.; MCCREARY, E. K.; PROVANCE, P. G. **Músculos: provas e funções**. 4. ed. São Paulo: Manole, 1995. 453p.
- LEHMAN, G. J.; MACMILLAN, B.; MACINTYRE, I.; CHIVERS, M.; FLUTER, M. Shoulder muscle EMG activity during push up variations on and off a Swiss ball. **Dynamic Medicine**, v. 5, n. 7, p. 1-7, 2006.
- LIZARDO, F. B.; SOUSA, G. da C.; OLIVEIRA, D. C. S.; MARQUES, K. V.; BERNARDINO JÚNIOR, R. Análise eletromiográfica da atividade elétrica dos músculos Reto do Abdome e Reto Femoral em exercícios abdominais com e sem bola de ginástica. **Coleção Pesquisa em Educação Física**, Jundiaí, v. 6, n. 1, p. 87-94, 2007.
- MORI, A. Electromyographic activity of selected trunk muscles during stabilization exercises using a gym ball. **Electromyography and clinical neurophysiology**, Beauveemain, v. 44, p. 57-64, 2004.
- NEGRÃO FILHO, R. de F.; BÉZIN, F.; SOUZA, G. da C. Quantitative and Qualitative analysis of the electrical activity of rectus abdominis muscle portions. **Electromyography and clinical neurophysiology**, Beauveemain, v. 43, p. 305-314, 2003.
- NORRIS, C. M. Abdominal muscle training in sport. **British journal of sports medicine**, Loughborough, v. 27, n. 1, p. 19-27, 1993.
- PETROFSKY, J. S.; CUNEO, M.; DIAL, R.; MORRIS, A.; PAWLEY, A. K.; HILL, J. J. Core Muscle Strengthening on a Portable Abdominal Machine. **The Journal of Applied Research**, *Apopka*, v. 5, n. 3, p. 460-472, 2005.
- PIERING, A. W.; JANOWSKI, A. P.; MOORE, M. T.; SNYDER, A. C.; WEHRENBURG, W. B. Electromyographic analysis of four popular abdominal exercises. **Journal of athletic training**, Dallas, v. 28, n. 2, p. 120-124, 1993.

- PORTNEY, L. Eletromiografia e testes de velocidade de condução nervosa. In: SULLIVAN, O.; SUSAN, B.; SHMITZ-THOMA, J. **Reabilitação Física: avaliação e tratamento**. 2. ed. São Paulo: Manole, 1993. p. 183-223.
- SILVA, D. C. de O. **Avaliação eletromiográfica dos músculos peitoral maior, bíceps braquial, pronador redondo e flexor ulnar do carpo envolvidos no esporte luta de braço**. 2004. 129 f. Dissertação (Mestrado em Anatomia Funcional)- Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- STERNLICHT, E.; RUGG, S. Electromyographic analysis of abdominal muscles activity using portable abdominal exercises devices and a traditional crunch. **Journal of strength and conditioning research**, Colorado Springs, v. 17, n. 3, p. 463-468, Aug. 2003.
- STERNLICHT, E.; RUGG, S. G.; BERNSTEIN, M. D.; ARMSTRONG, S. D. Electromyographic analysis and comparison of selected abdominal training devices with a traditional crunch. **Journal of strength and conditioning research**, Colorado Springs, v. 19, n. 1, p. 157-162, 2005.
- VAZ, M. A.; BERCHT, V.; TROMBINI, R. S.; COSTA, M. da S.; GUIMARÃES, A. C. S. Comparação da intensidade da atividade elétrica dos músculos reto abdominal e oblíquo externo em exercícios abdominais com e sem a utilização de aparelhos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 8., 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: 1999. p. 441-446.
- VAZ, M. A.; GUIMARÃES A. C. S.; CAMPOS, M. I. Análise de Exercícios Abdominais: Um Estudo Biomecânico e Eletromiográfico. **Revista Brasileira de Ciências e Movimento**, Taguatinga, v. 5, n. 4, p. 18-40, 1991.
- VERA-GARCIA, F. J.; GRENIER, S. G.; MCGILL, S. M. Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces. **Physical therapy**, Alexandria, v. 80, n. 6, p. 564-569, 2000.
- WARDEN, S. J.; WAJSWELNER, H. BENNELL, K. L. Comparison of Abshaper and conventionally performed abdominal exercises using surface electromyography. **Medicine and science in sports and exercise**, Hagerstown, v. 31, n. 11, p. 1656-1664, 1999.
- WEINECK, J. Aparelho locomotor ativo e passivo. In: _____. **Anatomia Aplicada ao Esporte**. 3. ed. São Paulo: Manole, 1986. Cap. 2, p.39-54.
- WHITING, W.C.; RUGG, S., COLEMAN, A. e VINCENT, W.J. Muscle activity during sit-ups using abdominal exercises devices. **Journal of strength and conditioning research**, Colorado Springs, v.13, n.4, p.339-345, 1999.
- WILLETT, G.M.;HYDE, J.E.; UHRLAUB, M.B.; WENDEL, C.L. e KARST, G.M. Relative Activity of Abdominal Muscles During Commonly Prescribed Strengthening Exercises. **Journal of strength and conditioning research**, Colorado Springs, v.15, n.4, p.480-485, 2001.
- WILLIAMS, P.L.; WARWICK, R.; DYSON, M. e BANNISTER, L. H. Miologia: FásCIAS e músculos do tronco. In: _____. **Gray Anatomia**. 37. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995. v.1, cap.5, 546-566.