

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DA ATIVIDADE ELÉTRICA DOS MÚSCULOS RETO DO ABDOME E RETO FEMORAL EM EXERCÍCIOS ABDOMINAIS COM E SEM BOLA DE GINÁSTICA

¹Frederico Balbino Lizardo; ²Gilmar da Cunha Sousa; ²Daniela Cristina Silveira de Oliveira;

²Karina do Valle Marques; ²Roberto Bernardino Júnior

¹ICBIM/UFU; UNIPAC- Uberlândia; ²ICBIM/UFU- Uberlândia

RESUMO

A bola de ginástica é um dispositivo comumente usado nos exercícios abdominais por treinadores e outros profissionais da saúde por ser considerado um método seguro de realizar exercícios para os músculos do tronco, além de ser um acessório para vários tipos de aulas em academias e clubes, principalmente em reabilitações fisioterápicas. No entanto, em relação à utilização da bola de ginástica no exercício abdominal destaca-se que os dados são controversos e, conseqüentemente, existem dúvidas dos resultados alcançados com este dispositivo. Portanto, o objetivo deste estudo foi realizar uma análise eletromiográfica comparativa dos músculos Reto do Abdome porção superior (RAS), Reto do Abdome porção inferior (RAI) e Reto Femoral (RF) durante a execução do exercício abdominal tradicional e com utilização da bola de ginástica. Nove voluntários treinados sem distúrbio neuromuscular foram selecionados para amostra. Foram realizadas 3 séries de 4 repetições para cada exercício perfazendo um tempo total de 16s. Os sinais foram captados com utilização de eletrodos de superfície e registrados em um eletromiógrafo computadorizado. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística empregando-se teste ANOVA One-Way para comparação das médias dos valores de RMSn entre os diferentes músculos em um mesmo exercício. O teste t de Student para amostras pareadas foi utilizado para a comparação das médias dos valores de RMSn de um mesmo músculo entre diferentes exercícios. Os valores numéricos de RMS (root mean square) foram normalizados (RMSn) em termos de porcentagem da contração isométrica voluntária máxima de cada músculo para cada sujeito. Os principais resultados demonstram que os músculos RAS e RAI foram mais ativados que o músculo RF durante execução do exercício Tradicional e do exercício abdominal com bola de ginástica. Comparando os exercícios não houve diferenças significativas nos valores médios de RMSn dos músculos RAS, RAI e RF. Portanto, concluímos que a utilização da bola de ginástica na realização de exercício abdominal não parece ativar os músculos RAS e RAI com maior intensidade do que o exercício Tradicional, entretanto, pode ser considerada uma alternativa viável para diversificar um programa de treinamento e/ou reabilitação física devido o aumento na dificuldade de execução do exercício e melhora da propriocepção articular.

Palavras chave: eletromiografia, exercícios abdominais, músculos abdominais.

INTRODUÇÃO

Os músculos abdominais são de extrema importância para as funções de sustentação e contenção do conteúdo abdominal, além de possuir papel de destaque na postura normal da pelve, sendo responsável indiretamente pela curvatura da coluna lombar e de grande importância na postura do corpo (DI DIO; AMATUZZI; CRICENTI, 2002; WEINECK, 1986).

Assim sendo, Vaz e colaboradores (1999) destaca que a fraqueza da musculatura abdominal está associada a distúrbios como: (1) ptose ou projeção anterior da região abdominal; (2) a dificuldade de elevar a cabeça a partir da posição em decúbito dorsal devido, principalmente, à debilidade do músculo Reto Abdominal ; (3) a dificuldade expiratória; (4) a dificuldade na realização de determinados movimentos tais como a tosse, o vômito, o espirro e movimentos de parto na mulher ; (5) a acentuação da lordose lombar, devido ao fortalecimento desproporcional do músculo Psoas maior em relação aos músculos abdominais, acarretando a lombalgia.

Sendo assim, a prática de exercícios abdominais tem aumentado na última década visando à prevenção e/ou reabilitação das 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 (BIRD; FLETCHER; KOCH, 2006; DRYSDALE; EARL; HERTEL, 2004; NEGRÃO FILHO; BÉZIN; SOUZA, 2003; PETROFSKY et al., 2005; STERNLICHT et al., 2005).

Em função disso, estudos eletromiográficos relacionados com a execução de diferentes exercícios abdominais têm investigado o comportamento dos músculos abdominais (BANKOFF; FURLANI,1986; DRYSDALE; EARL; HERTEL, 2004; NEGRÃO FILHO; BÉRZIN; SOUZA,2003; WILLETT et al., 2001) e da ação simultânea dos músculos abdominais e Flexores da Coxa (GUIMARÃES;CRESCENTE,1984; VAZ; GUIMARÃES ; CAMPOS, 1991). Outros estudos têm verificado a atividade eletromiográfica dos músculos abdominais em exercícios com e sem a utilização de aparelhos abdominais (VAZ et al., 1999) e também a ação simultânea dos músculos abdominais e Flexores da Coxa nesta mesma situação (BIRD; FLETCHER;Koch, 2006; ESCAMILLA et al., 2006; STERNLICHT, et al., 2005).

Assim sendo, existem dúvidas na literatura acerca dos resultados eletromiográficos alcançados com a utilização da bola de ginástica em exercícios abdominais (CLARK; HOLT; SINYARD,2003; HILDENBRAND; NOBLE, 2004; MORI, 2004). Apesar disso, este dispositivo é comumente utilizado por treinadores e outros profissionais da saúde por ser considerado uma base instável e desta forma aumentar o nível de dificuldade dos exercícios, melhorar a propriocepção articular além de ser um método seguro de realizar exercícios para os músculos do tronco e muito utilizado em vários tipos de aulas nas academias e clubes, principalmente em reabilitações fisioterápicas (HILDENBRAND; NOBLE,2004; LEHMAN et al., 2006).

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 (CLARK; HOLT; SINYARD,2003; ESCAMILLA et al.,2006; STERNLICHT et al.,2005; VERA-GARCIA; GRENIER;MCGILL, 2000). Em relação ao exercício abdominal com bola de ginástica (praticante realiza Curl Up apoiado em uma bola de ginástica na parte inferior da coluna vertebral ou região lombar), destaca-se que os dados são conflitantes (CLARK; HOLT; SINYARD,2003; HILDENBRAND ; NOBLE, 2004; MORI, 2004) e, conseqüentemente, não são disponíveis dados concretos sobre a sua eficácia.

Acreditamos 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, já que a maior atividade elétrica dos músculos abdominais em determinados exercícios, constitui a base teórica para o direcionamento de programas de prevenção e reabilitação para lesões articulares ou neuromusculares e para programas de treinamento esportivo.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi analisar e comparar a atividade eletromiográfica exibida pelos músculos RAS, RAI e RF durante a execução dos exercícios abdominais na forma tradicional (Curl Up) e com a utilização da bola de ginástica.

METODOLOGIA

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 (média \pm desvio padrão: $24 \pm 4,3$), 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) para que fossem selecionados apenas indivíduos que possuíam um baixo índice de gordura corporal e não apresentassem um histórico de dores na região lombar e/ou abdominal e nenhum tipo de distúrbio neuromuscular ou articular.

Todos os sujeitos 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 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 e liberando-os para a coleta de dados.

Eletromiografia

Os registros foram obtidos utilizando-se um eletromiógrafo computadorizado - Módulo Condicionador de Sinais- com as seguintes características: aquisição simultânea de até oito canais diferenciais; dispositivo com dois canais auxiliares para células de carga e eletrogoniômetros; terra 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 GΩ 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), 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 (μV) e representam uma das informações mais precisas do sinal eletromiográfico (BASMAJIAN; DE LUCA, 1985).

Colocação dos Eletrodos de Superfície

Para aplicação dos eletrodos de superfície na pele dos mm. RAS e RAI foram utilizados os parâmetros de acordo com Willett e colaboradores (2001) e Clark, Holt e Sinyard (2003), ou seja, a área de colocação dos eletrodos no músculo RAS foi de 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 o músculo Reto do Abdome (RA) de forma bilateral não encontraram diferenças significativas (DRYSDALE; EARL; HERTEL, 2004 ; NEGRÃO FILHO; BÉZIN; SOUZA, 2003).

A atividade elétrica dos músculos flexores da coxa foi feita com base no registro eletromiográfico do músculo RF. 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 íliaca ântero-superior até a borda superior da patela. O eletrodo terra, comum a todos os canais, foi fixado na pele sobre a crista íliaca 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 a realização dos 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; BÉZIN; SOUZA, 2003). Após a normalização dos sinais eletromiográficos, os valores brutos de RMS, expressos em μV , foram substituídos por valores de RMSn (valores normalizados de RMS) expressos em porcentagem da CIVM (% CIVM).

Testes de CIVM

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 a na tentativa de realizar uma flexão frontal do tronco com resistência manual dos pesquisadores 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 dos pesquisadores 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 manterem 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.

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; WILLET et al., 2001).

2- Exercício Abdominal com bola de ginástica: os sujeitos ficaram deitados em posição de decúbito dorsal com a região lombar apoiada na bola de ginástica, (bola da marca Flexball Quark com 85 cm de diâmetro) o quadril estendido, joelhos flexionados a 90° e os pés apoiados no solo. 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 elevadas da bola de ginástica em um tempo de 2 segundos, e depois retornar a posição inicial em 2 segundos (CLARK; HOLT; SINYARD,2003; HILDENBRAND;NOBLE, 2004; VERA-GARCIA; GRENIER;MCGILL, 2000).

Foi utilizado um minuto de intervalo de descanso entre uma série e outra do mesmo exercício e três minutos entre os dois 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 a bola de ginástica está ilustrada na figura 1.

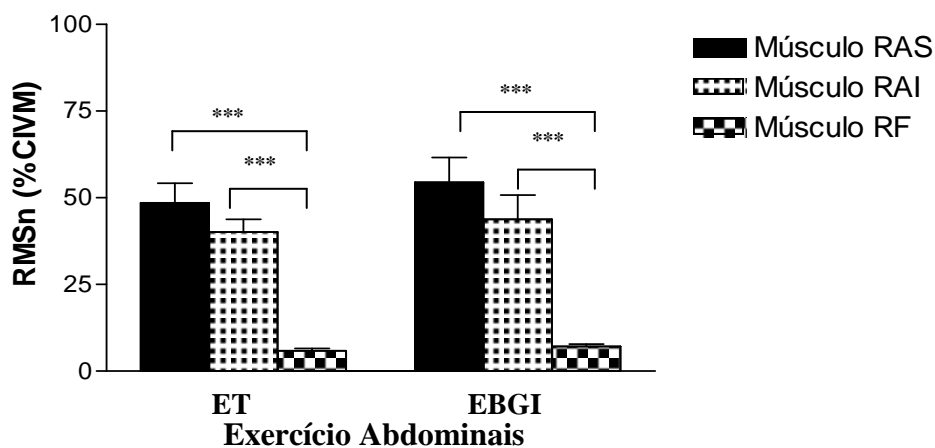


Figura 1. Valores normalizados de RMS (RMSn, expressos em % CIVM) da atividade elétrica dos músculos RAS, RAI e RF em 9 voluntários submetidos ao exercício abdominal Tradicional (ET) e com a utilização da bola de ginástica (EBGI). As barras representam a média e o desvio padrão. * p<0,05; **p<0,01;***p<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 (48,5 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 abdominal com bola de ginástica os músculos RAS e RAI também foram ativados de forma similar (54,4 e 43,8; respectivamente), não apresentando diferenças estatísticas ($p > 0,05$) . Por outro lado, o músculo RF foi significativamente menos ativo (7,1 ; $p < 0,001$) do que os músculos RAS e RAI.

A comparação dos valores normalizados de RMS (RMSn, expressos em % CIVM) da atividade elétrica dos músculos RAS, RAI e RF durante o exercício abdominal Tradicional e com a utilização da bola de ginástica está demonstrada na figura 2.

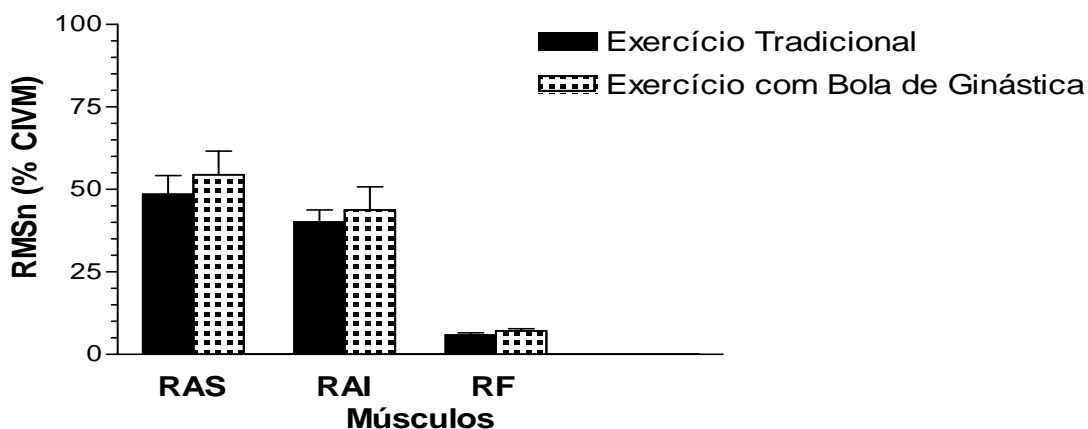


Figura 2. Comparação dos valores normalizados de RMS (RMSn, expressos em % CIVM) da atividade elétrica dos músculos RAS, RAI e RF em 9 voluntários submetidos ao exercício abdominal Tradicional e com a utilização da bola de ginástica. As barras representam a média e o desvio padrão. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,0001$ 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, RAI e RF durante a execução do exercício abdominal Tradicional (48,5; 40,1 e 5,8; respectivamente) e com a bola de ginástica (54,4; 43,8 e 7,1; respectivamente).

DISCUSSÃO

No exercício Tradicional, a alta atividade elétrica (RMSn) dos músculos RAS e RAI e a menor atividade elétrica do músculo RF (Figura 1), 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 (VAZ; GUIMARÃES ; CAMPOS, 1991; VERA-GARCIA; GRENIER; MCGILL, 2000; STERNLICHT ; RUGG, 2003).

Em relação à utilização da bola de ginástica no exercício abdominal, destaca-se que os dados são conflitantes (CLARK; HOLT; SINYARD, 2003; HILDENBRAND; NOBLE, 2004) e, conseqüentemente, existem dúvidas na literatura acerca dos resultados eletromiográficos alcançados com este dispositivo. Nos nossos achados ficou demonstrado que este exercício é eficaz no recrutamento do músculo RA como um todo e na redução da atividade dos músculos flexores da coxa (Figura 1). Esta maior atividade elétrica dos músculos RAS e RAI em comparação com o músculo RF, em ambos exercícios pode ser explicado pela própria ação dos músculos abdominais citados, ou seja, de acordo com Rasch e Burke (1977), quando se está em posição de decúbito dorsal e realiza uma flexão parcial do tronco levantando as escápulas da superfície (chão ou bola) o músculo RA entra em ação, portanto a flexão do tronco é valiosa porque intensifica os músculos abdominais sem requerer uma atividade significativa dos flexores da coxa. No presente trabalho, foi preocupação dos autores estabelecer um movimento puro de flexão parcial do tronco, como demonstrado na metodologia, para que não fosse realizado simultaneamente o movimento de flexão da coxa e que não ocorresse uma maior ativação do músculo RF.

Comparando o exercício abdominal tradicional e o exercício com bola de ginástica, no nosso estudo não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas em relação à ativação eletromiográfica dos músculos RAS e RAI (Figura 2). Esses achados estão de acordo com os resultados de Hildenbrand e Noble (2004), onde o exercício tradicional ativou os músculos RAS e RAI de forma similar ao exercício com bola de ginástica. Por outro lado, confrontando com os nossos estudos, Vera-Garcia, Grenier e McGill (2000) e Clark, Holt e Sinyard (2003) demonstraram que o exercício abdominal com bola de ginástica proporcionou maior ativação elétrica nos músculos RAS e RAI, sendo que, segundo os primeiros autores supracitados, este exercício produziu duas vezes mais ativação elétrica do que o Tradicional.

Vera-Garcia, Grenier e McGill (2000) afirmaram que ao utilizar uma superfície instável no exercício abdominal, como a bola de ginástica, o esforço dos músculos abdominais será significativo devido à necessidade de aumentar a estabilidade da coluna vertebral e do corpo para reduzir a ameaça de que ocorra uma falha ou queda desta superfície. Nós concordamos com esta afirmação dos autores supracitados, pois ficou evidente que ao utilizar uma superfície instável como a bola de ginástica, os indivíduos tiveram maior dificuldade para realizar o exercício, porém, esta maior dificuldade não resultou em uma maior ativação eletromiográfica dos músculos RAS e RAI, portanto acreditamos que outros músculos estabilizadores da pelve (exemplo: músculos oblíquos externo e interno) estão sendo ativados significativamente para manter a postura na bola. Acreditamos que a ausência de coleta dos sinais destes músculos estabilizadores pode ser considerada como uma limitação de nosso estudo.

Em relação à ativação eletromiográfica do músculo RF, também não houve diferenças significativas entre os dois exercícios selecionados neste estudo. Estes resultados não estão de acordo com Hildenbrand e Noble (2004), que demonstraram que apesar do exercício com bola de ginástica proporcionar uma atividade elétrica similar ao Tradicional, ele produz uma maior ativação eletromiográfica do músculo RF. Segundo os autores supracitados e Cissik e colaboradores (2002), 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, podendo tornar um fator indesejável na execução do exercício abdominal. Concordamos com o fato de que se houvesse um maior tempo de familiarização com a bola de ginástica o nível de dificuldade do exercício seria menor devido às adaptações ao treinamento, entretanto, apesar dos voluntários serem treinados apenas na execução de exercícios abdominais por mais de 6 meses, porque não houve um treinamento prévio com a bola, isto não resultou em uma maior atividade elétrica do músculo RF, não acarretando em um fator prejudicial para o exercício. Acreditamos que isto se deve principalmente a própria mecânica do movimento, como citado anteriormente, de flexão parcial do tronco sem nenhuma ação de flexão do quadril.

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).

Sendo assim, de acordo com os resultados encontrados em nosso estudo, o exercício abdominal com bola de ginástica pode e deve ser selecionado para diversificar um programa de treinamento e/ou reabilitação física para os músculos abdominais por ser considerado um método seguro de realizar exercícios para os músculos do tronco (HILDENBRAND & NOBLE, 2004; MORI, 2004) além de ser um acessório para vários tipos de aulas em academias e clubes, principalmente em reabilitações fisioterápicas. Desta forma, a utilização da bola de ginástica pode ser um fator desejável e necessário em estágios específicos de programas de reabilitação e/ou treinamento devido ao aumento no grau de dificuldade do exercício, quando comparado com exercício tradicional, e na melhora da propriocepção articular.

De acordo com as afirmações de Sternlicht et al. (2005) e dos pesquisadores deste estudo, deve-se ressaltar e destacar a independência científica do nosso teste para demonstrar a eficácia deste dispositivo (bola de ginástica) 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 à realização de mais testes para verificação da eficácia de diferentes dispositivos portáteis e aparelhos abdominais, para que os treinadores, fisioterapeutas e consumidores possam selecionar equipamentos e exercícios abdominais variados que melhor isolam e trabalham a musculatura abdominal baseado em dados científicos.

CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia empregada e análise dos resultados deste estudo, podemos concluir que:

- 1- O exercício Tradicional e o exercício abdominal com bola de ginástica são eficazes no recrutamento do músculo RA como um todo e na redução da atividade dos músculos flexores da coxa quando executado de forma correta;
- 2- O exercício abdominal com a bola de ginástica pode ser uma opção viável para diversificar um programa de treinamento e/ou reabilitação física e, ao mesmo tempo, uma alternativa desejável e necessária em estágios específicos de programas de reabilitação e treinamento devido a maior instabilidade e dificuldade na realização do movimento.

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**, v.7, n.2, p.69-74, 1986.
- BIRD, M.; FLETCHER, K.M. e KOCH, A.J. Electromyographic Comparison of the Ab –Slide and Crunch Exercises. **J. Strength Cond. Res.**, v.20, n.2, p.436-440, 2006.
- CISSIK, J.M. Programming Abdominal Training, Part I. **Strength and Conditioning J.**, 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. **J. Strength Cond. Res.**, 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 Sistemática 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. **J. of Athletic Training**, 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. e MOORMAN, C.T. An electromyographic analysis of commercial and common abdominal exercises: implications for rehabilitation and training. **J. Orthop. Sports Phys. Ther.**, 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. e IMAMURA, R.T. Electromyographic analysis of traditional and nontraditional abdominal exercises: implications for rehabilitation and training. **Phys. Ther.**, 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**, v.6, n.1, p.110-116, 1984.
- HILDENBRAND, K.; NOBLE, L. Abdominal Muscle Activity While Performing Trunk-Flexion Exercises Using the Ab Roller, AbSlide, Fitball, and Conventionally Performed Trunk Curls. **J. Athl Train.**, v.39, n.1, p.37-43, 2004.
- LEHMAN, G.J.; MACMILLAN, B.; MACINTYRE, I.; CHIVERS, M. and 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.
- MORI, A. Electromyographic activity of selected trunk muscles during stabilization exercises using a gym ball. **Electromyogr. Clin. Neurophysiol.**, v.44, p.57-64, 2004.
- NEGRÃO FILHO, R. de F.; BÉZZIN, F.; SOUZA, G. da C. Quantitative and Qualitative analysis of the electrical activity of rectus abdominis muscle portions. **Electromyogr. Clin. Neurophysiol.**, v.43, p.305-314, 2003.
- NORRIS, C.M. Abdominal muscle training in sport. **Br.J. Sp. Med.**, 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**. v.5, n.3, p.460-472, 2005.

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.

RASCH, P. J.; BURKE, R.K. Movimentos da coluna vertebral. In: _____. **Cinesiologia e Anatomia Aplicada: A ciência do movimento humano.** 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan,1977.Cap.9, p.260-291.

HERMENS, H.J.; FRERIKS, B. **The SENIAM cd-rom: European Recommendations for Surface Electromyography.** Published by Roessingh Research and Development, Netherlands,1999.

SILVA, A.M.; PINHEIRO, M.S.F.; FRANÇA, M.N. **Guia para normalização de trabalhos técnicos-científicos: projetos de pesquisa, trabalhos acadêmicos, dissertações e teses.** 5. ed. rev. e ampl.- Uberlândia:UFU,2006. 144 p.

STERNLICHT, E.; RUGG, S. Electromyographic analysis of abdominal muscles activity using portable abdominal exercises devices and a traditional crunch. **J. Strength Cond. Res.**, v.17, n.3, p.463-468, Aug. 2003.

STERNLICHT, E.; RUGG, S.G.; BERNSTEIN, M.D. e ARMSTRONG, S.D. Electromyographic analysis and comparison of selected abdominal training devices with a traditional crunch. **J. Strength Cond. Res.**, v.19, n.1, p.157-162, 2005.

VAZ, M.A.; BERCHT, V.; TROMBINI, R.S.; COSTA, M. da S. e 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: VIII Congresso Brasileiro de Biomecânica, 1999, Florianópolis. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Biomecânica, 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**, 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**, v.80, n.6, p. 564-569, 2000.

WEINECK, J. Aparelho locomotor ativo e passivo. In: _____. **Anatomia Aplicada ao Esporte.** 3. ed. São Paulo: Manole,1986. Cap. 2, p.39-54.

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. **J. Strength Cond. Res.**, v.15, n.4, p.480-485,2001.