

Artigo original

Atividade eletromiográfica da musculatura abdominal associada à expiração forçada

Electromyographic activity of the abdominis muscles associated with forced expiration

Nilton Souza Carvalho Júnior*, Gabriel Ribeiro, M.Sc.**, Mauricio Maltes Ribeiro, D.Sc.***

*Educação Física pelo Centro Universitário Jorge Amado, Pós graduando em Gestão Pública pelo Instituto Mentoring, Fortaleza/CE,

Professor da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), *Professor da Universidade do Estado da Bahia (UNEB)

Resumo

A atividade eletromiográfica produzida durante a realização de exercícios abdominais em apneia pode potencializar significativamente esta musculatura. O objetivo deste estudo foi avaliar a atividade eletromiográfica do músculo reto do abdômen associado à expiração forçada. Foram selecionados 23 voluntários ($21,65 \pm 1,33$ anos) inativos fisicamente que realizaram Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM) em apneia inspiratória e CIVM associada à expiração forçada. Foram avaliados os dados eletromiográficos do músculo reto do abdômen (direito e esquerdo), utilizando o teste T. Os valores foram comparados com um nível de significância de (0,05). Nessas condições experimentais, os resultados do presente estudo mostraram que os valores são estatisticamente maiores na tarefa de CIVM em apneia do que na tarefa de CIVM associada à expiração forçada. Esses achados sugerem que os exercícios abdominais sejam realizados em apneia voluntária. Conclui-se que a CIVM do reto abdominal em apneia, quando comparada a CIVM do mesmo músculo em expiração forçada, provoca maiores níveis de atividade em relação à segunda tarefa.

Palavras-chave: eletromiografia, musculatura abdominal, exercícios, fitness.

Abstract

The activity produced during breath holding (apnea) abdominal exercises performance can significantly increases the muscle. The purpose of this study was to evaluate the electromyographic activity of the rectus abdominis muscle associated with forced expiration. We selected 23 volunteers (21.65 ± 1.33 years old) physically inactive who performed isometric maximal voluntary contraction (MVIC) during inspiratory apnea associated with forced expiration. Electromyographic data of the rectus abdominis muscle (right and left) were evaluated, using the t Test. The values were compared with a significance level of (0.05). In these experimental conditions, the results of this study showed that the values are statistically higher during breath holding in MVIC task than in MVIC task associated with the forced expiration. These findings suggest that abdominal exercises should be performed during voluntary apnea. We concluded that the rectus abdominis MVIC during apnea, compared to the MVIC of the same muscle in forced expiration, causes higher levels of activity in relation to the second task.

Key-words: electromyography, abdominal muscle, exercises, fitness.

Recebido em 8 de janeiro de 2010; aceito em 8 de fevereiro de 2011.

Endereço para correspondência: Nilton Souza Carvalho Júnior, Rua Raimundo Ribeiro, 4, 43900-000 São Francisco do Conde BA, E-mail: niltinhosz@hotmail.com

Introdução

Os músculos abdominais desempenham grande importância nas funções de sustentação e contenção do conteúdo abdominal, auxiliando no processo respiratório, principalmente na expiração forçada, além de possuir papel de destaque na postura normal da pelve. Os mesmos são responsáveis indiretamente pela curvatura da coluna lombar, sendo de grande importância na postura do corpo [1].

Poucas evidências na literatura relacionam a atividade eletromiográfica da musculatura abdominal associada à expiração forçada, principalmente no âmbito da educação física e/ou no *fitness*.

Desta forma, tornam-se necessários estudos mais aprofundados que comprovem a relação entre uma maior atividade elétrica gerada pelos músculos abdominais associada à expiração forçada e a melhora da resistência e da força destes músculos, podendo proporcionar um melhor bem-estar para os praticantes de musculação.

A eletromiografia de superfície consiste em uma técnica que utiliza um equipamento eletrônico que revela ao ser humano algum dos seus eventos fisiológicos, normais ou anormais [2]. Sendo assim, este equipamento é de grande importância para evidenciar a atividade muscular. A eletromiografia de superfície em diferentes músculos do corpo humano tem elucidado vários diagnósticos de disfunções musculoesqueléticas. Este equipamento é corriqueiramente utilizado por fisioterapeutas clínicos e do esporte e também por profissionais de educação física.

A musculatura abdominal nos últimos anos tornou-se um dos temas mais pesquisados pelas várias áreas da saúde ligadas a este objeto. Os músculos abdominais têm uma função importante no controle postural e na prevenção de lesões na coluna lombar. Evidências médicas sugerem que mais de 80% dos problemas de dores na coluna são causados por músculos fracos no tronco [3].

A parede abdominal anterior consiste de quatro músculos divididos em dois grupos: músculos superficiais – o reto do abdominal e o oblíquo externo do abdômen, e os músculos profundos – oblíquo interno e o transversal abdominal. No entanto, o músculo iliopsoas também deve ser considerado por estar na parede abdominal ântero-inferior e estar envolvido na maioria dos exercícios abdominais [3]. Os músculos abdominais são de extrema importância para a função de expansão e compressão da cavidade abdominal e das vísceras, sua ação contribui também na micção, no parto, na defecação e no vômito [2].

Trabalhar de maneira eficiente os músculos abdominais é assunto cada vez mais discutido pelos pesquisadores interessados nesta temática. A mensuração acerca do trabalho da unidade motora destes músculos nos últimos anos vem sendo realizada por meio de testes eletromiográficos. Diversos pesquisadores têm recorrido a este método para medir o trabalho muscular por ativação elétrica. Grandes avanços teóricos já

aconteceram no tratamento de disfunções musculoesqueléticas, ajudando a evidenciar com mais coerência as diversas atuações da musculatura humana.

A sistematização deste estudo partiu de uma indagação pertinente e atual: a atividade eletromiográfica do músculo reto do abdômen pode ser modificada quando associada à expiração forçada? Seguido do seguinte objetivo: avaliar a atividade eletromiográfica do músculo reto do abdômen associada à expiração forçada.

Esta indagação poderá ser evidenciada, visto que os músculos do abdômen participam contundentemente na realização da expiração forçada. A expiração forçada requer a força ativa produzida pelos músculos expiratórios, como, por exemplo, a musculatura abdominal [4]. Sendo assim a atividade eletromiográfica poderá ser modificada quando for associada à expiração forçada.

Estudos demonstram que o músculo transversal do abdômen, associado com o aumento da co-contratação dos músculos antagonistas, pode ocasionar uma melhor estabilidade dos músculos lombo-pélvicos, contribuindo para uma melhor postura do tronco [5].

Kera e Maruyama [6], em 2005, analisaram a influência da postura na atividade expiratória dos músculos abdominais. Foram mensuradas a atividade eletromiográfica dos músculos oblíquo externo do abdômen (OEA), oblíquo interno do abdômen (OIA) e o reto abdominal (RA) em diferentes posições: supino; em pé; sentado e sentado com o cotovelo no joelho. Foi observado que o volume do pulmão mudou com a postura. Entretanto, o padrão de respiração sobre a carga respiratória não modificou. Durante a ventilação voluntária máxima, a atividade expiratória do músculo oblíquo interno do abdômen, foi menor na posição sentado com o cotovelo no joelho do que em qualquer outra posição. A atividade inspiratória do músculo oblíquo externo do abdômen e oblíquo interno do abdômen foram maiores na posição em pé do que em qualquer outra posição.

Utilizar de maneira eficiente os músculos abdominais é assunto cada vez mais discutido na comunidade científica. Sendo assim pesquisadores ainda procuram a melhor forma para trabalhar com mais eficácia a musculatura abdominal, e assim melhorar o desempenho atlético.

Evelyn *et al.* [7] verificaram a atividade elétrica dos músculos oblíquo externo, reto femoral e reto abdominal, durante a execução do exercício abdominal *sit up* em terra e água, em velocidade padrão e máxima. Evidenciou-se que o exercício na velocidade máxima realizado em terra e no meio líquido apresentou uma atividade eletromiográfica maior que o exercício padrão, com exceção do reto femoral [7].

Análise eletromiográfica

A análise eletromiográfica trata-se de um método que avalia a ativação muscular mediante a captação do estímulo

elétrico enviado pelo sistema nervoso, o qual gera contração do músculo. Essa técnica é denominada eletromiografia - superficial ou profunda (que é mais invasiva) [8]. A eletromiografia de superfície pode ser descrita como uma técnica que utiliza um equipamento eletrônico que revela ao ser humano algum dos seus eventos fisiológicos [2]. A eletromiografia é o estudo da atividade elétrica do músculo, proporcionando informações concernentes ao controle dos movimentos voluntários e/ou reflexos [9].

Os aparelhos de eletromiografia, construídos especificamente para *biofeedback*, proporcionam tanto respostas auditivas quanto visuais. Com a utilização de eletrodos de superfície, a localização do sinal do eletromiograma não é exata, aplicando-se apenas a músculos razoavelmente superficiais [10].

A validade e precisão de qualquer medida eletromiográfica são dependentes do processo de detecção dos sinais. Este processo inclui a distância entre os eletrodos, seu tamanho, suas localizações, e preparação da pele para minimizar a impedância. Esses parâmetros devem ser controlados em todos que utilizam a eletromiografia de superfície como técnica de mensuração da atividade muscular [11]. O potencial de ação muscular é representado em microvolts (mV), de modo que o instrumento de eletromiografia torna-se um amplificador muito potente. Isso significa que qualquer sinal elétrico estranho será também amplificado, e tende a interferir com a saída [10].

O sinal de EMG é relativamente pequeno, variando de 5 a 10 mV. Portanto, é imperativo que o sinal seja amplificado [9]. A eletromiografia de superfície é muito utilizada para avaliar o tratamento de disfunções musculoesqueléticas [12]. Eletrodos de superfície são aplicados sobre a pele, por cima de um músculo, sendo utilizados principalmente para músculos superficiais; eles não devem ser utilizados para músculos profundos [9]. Okano *et al.* [12] avaliaram a atividade elétrica da musculatura abdominal e paravertebral durante exercícios utilizados no tratamento de lombalgias crônicas. Foi verificado que a inclinação pélvica pode ser indicada para ativar a musculatura extensora do tronco durante o tratamento da lombalgia. Em outro estudo, foi evidenciado que o músculo oblíquo externo do abdômen não tem diferença significativa no sinal eletromiográfico em relação aos outros músculos abdominais [13].

Alguns pesquisadores demonstraram que durante o exercício, com flexão completa do tronco, nos últimos 40° de execução do exercício, não existe participação significativa dos músculos abdominais [14]. Este estudo sugere que os músculos flexores do quadril ficariam ativos no restante do movimento, não permitindo que os músculos abdominais participassem com vigor. A eletromiografia superficial parece ser apropriada como meio de treinamento da habilidade motora, já que é possível quantificar a atividade no músculo desejado.

Aspectos respiratórios

A ventilação é o processo mecânico que o ar é inalado e exalado pelos pulmões e vias aéreas [4]. Este processo rítmico ocorre em média 12 a 20 vezes por minuto em repouso e é essencial para manutenção da vida [4]. A respiração é o processo que é auxiliado pelos músculos abdominais, aumentando a pressão intra-abdominal, o que facilita a liberação do ar de dentro do sistema respiratório para a atmosfera, reduzindo o tamanho da cavidade torácica [15]. Os músculos que participam do processo respiratório incluem o diafragma como o principal músculo da inspiração e os músculos intercostais e escalenos. Este último juntamente com o esternocleidomastóideo são conhecidos como *músculos acessórios*, mas, na verdade, têm um papel de estabilizadores na respiração corrente [16].

O tipo de respiração mais adequada para realizar o exercício abdominal é a respiração passiva (inspiração durante a fase excêntrica e expiração na fase concêntrica). A utilização desse padrão é indicada devido à ação do transverso do abdômen e oblíquos externo e interno na fase da expiração forçada, sendo responsáveis pelo movimento de depressão das costelas [8]. Os padrões de respiração normais ao repouso envolvem uma fase inspiratória ativa e uma fase expiratória passiva. O movimento do corpo é, predominantemente, marcado por uma suave distensão do abdômen durante a inspiração que retorna ao repouso na expiração [16].

A expiração forçada, como aquela exigida para tossir ou soprar uma vela, requer a força ativa produzida pelos músculos expiratórios, como, por exemplo, os músculos do abdômen [4]. Kera e Maruyama [6] analisaram a influência da postura na atividade expiratória dos músculos abdominais. Foram medidas a atividade eletromiográfica dos músculos oblíquo externo do abdômen, oblíquo interno do abdômen e o reto abdominal em diferentes posições. Foi esclarecido que o volume do pulmão teve modificações com a postura. Portanto, o padrão de respiração sobre a carga respiratória não modificou. Durante a ventilação voluntária máxima, a atividade expiratória do músculo oblíquo interno do abdômen foi menor na posição sentado com o cotovelo no joelho do que as outras posições. A atividade inspiratória do músculo oblíquo externo do abdômen e oblíquo interno do abdômen foram maiores na posição em pé do que nas outras posições.

Análise da musculatura abdominal

Os músculos abdominais são de extrema importância para a função de expansão e compressão da cavidade abdominal e das vísceras ocas, sua ação contribui também na micção, no parto e na defecção [17]. A contração destes músculos possui efeitos significativos sobre a expiração forçada [4]. Todos os músculos do tronco agem em conjunto, no controle dos movimentos. Este trabalho coletivo também influencia no

controle da postura [18]. Sua habilidade em manter a caixa torácica expandida e a coluna vertebral alinhada todo dia propicia o espaço interno para movimentos de respiração, digestão, e outras funções [18].

O músculo reto do abdômen tem origem na sínfise e cristas púbicas e inserção nas cartilagens costais da quinta, sexta e sétima costelas e processo xifóide do esterno. As suas fibras são na direção vertical e o seu ventre muscular é poligástrico. A ação do músculo reto do abdômen consiste em flexionar a coluna vertebral. Com a pelve fixa o tórax se movimenta na direção da pelve; com o tórax fixo, a pelve se movimenta na direção do tórax [3]. Além destas ações o músculo abdominal ainda flexiona lateralmente a coluna vertebral e deprime as costelas na expiração forçada [3]. Já o músculo transverso do abdômen associado com o aumento da co-contracção dos músculos antagonistas, pode ocasionar uma melhor estabilidade dos músculos lombo-pélvicos, contribuindo para uma melhor postura do tronco [5].

Balbino *et al.* [1] analisaram a atividade eletromiográfica comparativa dos músculos reto do abdômen e reto femoral, durante a execução do exercício abdominal tradicional e com utilização da bola de ginástica. Foi observado que a utilização da bola de ginástica no exercício abdominal não parece ativar estes músculos com maior intensidade do que o exercício tradicional [1].

Algumas pesquisas demonstraram a atividade elétrica dos músculos oblíquo externo do abdômen, reto femoral e reto abdominal, durante a execução do exercício abdominal em terra e água, em velocidade padrão e máxima [7]. Foi demonstrado que o exercício na velocidade máxima realizado em terra e no meio líquido apresentou uma atividade eletromiográfica maior que o exercício padrão, com exceção do reto femoral [7].

Furlani e Bankoff [14] analisaram eletromiograficamente quatro formas de exercícios abdominais, dividindo entre fase excêntrica e concêntrica. Encontrou-se que o melhor trabalho para o músculo reto abdominal ocorreu durante o exercício, deitado em decúbito dorsal, com os joelhos fletidos a 45°, pés fixos ao solo, mãos entrelaçadas na nuca, realizando o movimento de subir o tronco em linha reta até a posição sentada. Sendo assim estes achados corroboram para melhorias na realização dos exercícios abdominais que são pouco investigados contemporaneamente, e muito influenciados por pesquisas anacrônicas.

Material e métodos

Sujeitos

Foram selecionados 23 sujeitos saudáveis (13 homens e 10 mulheres), com idade variando entre 18 e 24 anos inativos fisicamente - segundo os critérios estabelecidos pelo questionário de inclusão e exclusão (Apêndice A). Foram incluídos no estudo apenas os indivíduos que não apresentaram qualquer

deficiência orgânica, cirúrgica ou dor na região abdominal, e também nenhuma patologia respiratória.

Tabela I - Demonstração dos valores médios das variáveis dos sujeitos envolvidos no estudo.

	N=23	
	Média	Desvio padrão
Peso (Kg)	67,76	11,39
Altura (m)	1,71	0,10
Idade (anos)	21,65	1,33
IMC	22,90	2,85

Valores obtidos através do questionário de inclusão e exclusão (Apêndice A).

Para a participação no experimento os sujeitos preencheram o questionário de inclusão e exclusão (Apêndice A). Foram selecionados somente os sujeitos que apresentaram os requisitos de inclusão na pesquisa. Os resultados obtidos foram usados especificamente para a realização da pesquisa. Os sujeitos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido nos moldes da comissão de ética do Centro Universitário Jorge Amado.

Instrumentação

Registro dos dados eletromiográficos (EMG)

Para a coleta dos dados foram utilizados eletrodos de superfície bipolares, com o diâmetro de 12 mm, (figura 1) que foram limpos com álcool para facilitar sua aderência e a condução do sinal elétrico. Os eletrodos de superfície foram umedecidos com um gel condutor (figura 2) e colocados no músculo reto abdominal (RA), fixando a pele através de uma fita autoadesiva (figura 2). Os eletrodos foram posicionados numa distância de 1 cm usando uma fita métrica (figura 2). Para fixação dos eletrodos no músculo reto abdominal (RA) foi seguido o procedimento descrito por Willett e colaboradores [19].

Em todas as coletas de dados o local foi identificado e preparado pelo mesmo pesquisador para minimizar erros na gravação. O sinal eletromiográfico captado pelos eletrodos foi processado pelo eletromiógrafo portátil de dois canais EMG Retrainer (Chatanooga Group, Inc. USA) (figura 1). Sendo por este amplificado, filtrado e retificado. Por meio de um leitor de infravermelho, o sinal foi integrado a um computador, pelo programa de computador EMG Retrainer IR. Os dados obtidos foram gravados em sessões de arquivo e permaneceram disponíveis em formato gráfico, para posteriores consultas. Os dados eletromiográficos foram coletados por um processador Intel de 333 MHz, executando o MS Windows XP; com resolução de SVGA 800/600, uma porta COM aberta para a aplicação do leitor de infravermelhos e foram expressos em micro volts.

Figura 1



Figura 2



Local da pesquisa

A pesquisa foi realizada no Centro Universitário Jorge Amado, no consultório 1 da clínica escola.

Procedimentos

O indivíduo foi posicionado, na posição de decúbito dorsal, sobre uma maca, onde foi solicitado que cada participante no momento da execução ficasse de joelhos fletidos, (a aproximadamente 45°) e pés fixos ao solo (Figura 3). Uma faixa (tamanho adulto de aproximadamente 2,90 m de comprimento e 4,7 cm de largura) (figura 2) foi amarrada em volta do sujeito (na altura do peitoral) e a maca, servindo como resistência para a realização da contração isométrica voluntária máxima (CIVM).

A partir da posição inicial, com o indivíduo em atividade elétrica do reto do abdômen em 0 mV, ao ouvir o comando verbal, o sujeito realizou o primeiro protocolo experimental, que consistiu na contração isométrica voluntária máxima do músculo reto abdominal por 15 segundos em apneia voluntária (Figura 4). Decorridos 5 minutos da realização do primeiro protocolo, o mesmo sujeito realizou (na mesma posição inicial supracitada) o segundo protocolo experimental, que consistiu na contração isométrica voluntária máxima do músculo reto abdominal por 15 segundos, realizando concomitantemente a expiração forçada. Os dois protocolos foram analisados nos seus respectivos 15 segundos de execução. Os sinais eletromiográficos foram integrados na fase concêntrica da isometria.

Figura 3



Figura 4



Análise dos dados

Os dados coletados foram transcritos para ficha de anotações dos dados experimentais (Anexo B), foi utilizado o teste T de (Student) [20], verificando se os mesmos apresentariam relevância significativa pertinente ao assunto em estudo. Foi considerado como significativo, os resultados de $P < 0,05$.

Resultados

A análise entre os valores médios, correspondentes aos testes em apneia e com expiração forçada são apresentados nos Gráficos 1 e 2. O protocolo descrito mostrou diferenças significantes no sinal eletromiográfico entre os protocolos estudados ($p < 0,05$).

Gráfico 1 - Valores máximos dos sinais eletromiográficos normalizados registrados durante a realização da sessão 1 CIVM do reto abdominal em apneia e a sessão 2 CIVM do reto abdominal associada à expiração forçada.

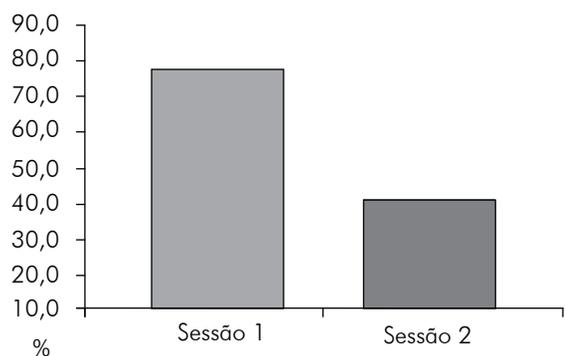
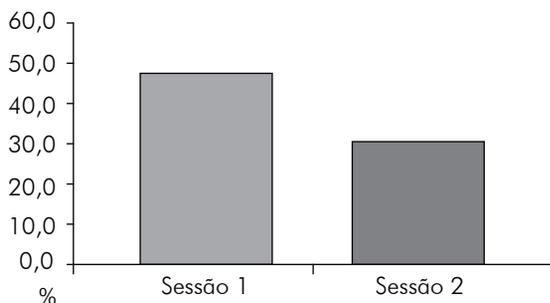


Gráfico 2 - Valores médios dos sinais eletromiográficos normalizados registrados durante a realização da sessão 1 CIVM do reto abdominal em apneia e a sessão 2 CIVM do reto abdominal associada à expiração forçada.



Quando os valores da ativação elétrica foram comparados, para evidenciar diferenças entre as tarefas propostas, foram encontradas diferenças estatisticamente significantes ($p = 0,006$) entre a atividade elétrica do músculo reto abdominal quando comparado em tarefas de CIVM em apneia e CIVM realizando concomitantemente a expiração forçada. Os valores são estatisticamente maiores na tarefa de CIVM em apneia do que na tarefa de CIVM associada à expiração forçada.

Discussão

O presente estudo mostrou que no tipo de exercício abdominal estudado existem mudanças significantes na atividade elétrica do músculo reto abdominal quando comparado em tarefas diferentes. Esse resultado é contrário à hipótese do estudo. O aumento significativo da atividade Eletromiográfica (EMG) em apneia pode ser explicado pelo mecanismo de execução da tarefa, por ter sido realizada em apneia inspiratória, que contribuiu contundentemente para que os músculos auxiliares pudessem permanecer ativos, colaborando para que a atividade eletromiográfica do reto abdominal fosse significativamente maior quando comparada a sessão 2 que obteve resultados menores, pois na expiração os músculos auxiliares também contribuem, mas não de forma tão significativa quanto na apneia inspiratória.

O ritmo básico da respiração é gerado na área inspiratória. A cada poucos segundos essa área fica excitada e transmite sinais neurais para os músculos inspiratórios, em especial para o diafragma. Os sinais começam muito fracos mais aumentam progressivamente, fazendo com que os músculos inspiratórios contraíam com força crescente [21]. No entanto a atividade elétrica do abdômen será maior na apneia inspiratória do que na expiração forçada, por conta da pressão interna ocorrer durante a expiração. A contração dos músculos abdominais aumenta a pressão intra-abdominal, forçando o diafragma para cima [21]. Outro ponto a ser considerado é a pressão contrária que é gerada durante a apneia inspiratória. Esses dois fatores conjugados podem ocasionar uma dupla pressão, aumentando desta forma a atividade elétrica dos músculos.

Segundo Graig *et al.* [22] os músculos inspiratórios não recebem descargas instantâneas de sinais dos neurônios inspiratórios dorsais e ventrais. A taxa de disparo dos neurônios aumenta gradualmente no final da fase expiratória. Sendo assim, quando está ocorrendo uma apneia inspiratória, com o bloqueio da respiração, faz com que a taxa de CO₂ (gás carbônico) do sangue se eleve a níveis anormais, consequentemente irá exaurir todo o CO₂ dos pulmões, fazendo com que os sinais dos neurônios ventrais e dorsais aumentem gradativamente a atividade dos músculos. Os músculos abdominais também podem contribuir com a inspiração contraindo no final da expiração. Esse processo retrai a parede torácica para fora auxiliando o próximo esforço inspiratório [22]. Esse mecanismo pode ser constatado também em apneia inspiratória, ocasionando maior atividade eletromiográfica, principalmente dos músculos abdominais. Vários estudos foram realizados a fim de identificar diferenças entre os músculos abdominais, mas os resultados não foram significantes [1,3,5,6,7,14].

Balbino *et al.* [1] analisaram a atividade eletromiográfica comparativa dos músculos reto do abdômen e reto femoral, durante a execução do exercício abdominal tradicional e com utilização da bola de ginástica. A atividade elétrica dos músculos não teve diferenças significantes quando comparados em tarefas diferentes.

Segundo McArdle *et al.* [15] o fechamento da glote após uma inspiração plena, enquanto estão sendo ativados ao máximo os músculos expiratórios, produz forças compressivas que irão elevar a pressão intratorácica. A pressão dentro da cavidade abdominal aumenta em níveis consideráveis durante uma expiração máxima com uma glote fechada. Sendo assim, provavelmente a atividade elétrica dos músculos abdominais irá aumentar significativamente, pois a apneia inspiratória é também uma expiração interrompida, que poderá levar ao aumento da pressão da cavidade abdominal, consequentemente poderá atingir maiores níveis de atividade eletromiográfica.

Portanto esses fatores podem ter influenciado nos resultados. Porém novos estudos que possam controlar outras variáveis devem ser investigados para justificar a indicação clínica e a aplicabilidade em protocolos de treinamento.

Segundo Wilmore & Costil [23] na execução de um fechamento da glote – que pode ser considerada uma apneia voluntária – ocorre o aumento da pressão intra-abdominal contraindo forçadamente o diafragma e os músculos abdominais, e também aumenta a contração forçada dos músculos respiratórios. Com base nesta afirmação o presente estudo sugere que os exercícios abdominais sejam realizados em apneia voluntária. Esse mecanismo poderá potencializar a ação dos músculos abdominais, e consequentemente melhorar o desempenho físico dos praticantes, tanto no *fitness* quanto na reabilitação em clínicas.

Conclusão

Nessas condições experimentais, os resultados demonstraram que a Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM)

do reto abdominal em apneia, quando comparada a CIVM do mesmo músculo em expiração forçada, provoca alterações na atividade eletromiográfica dos músculos estudados. Porém a atividade elétrica do músculo reto abdominal na tarefa de CIVM em apneia promoveu maiores níveis de atividade em relação à segunda tarefa, de acordo com a metodologia descrita. Estes achados contrariam os resultados de outros estudos que buscavam detectar a melhor maneira de realizar os exercícios abdominais. Futuros estudos devem ser realizados a fim de verificar se existem modificações da atividade elétrica em diferentes tarefas, considerando outras variáveis imprescindíveis para resultados mais plausíveis.

Referências

- Balbino FL, Cunha GS, Cristina DSO, Valle KM, Bernardino RJ. 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* 2007;6(1):87-94.
- Basmajian JV, De Luca CJ. *Muscle alive: their revealed by electromyography*. 5ª ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1985.
- Campos MA. *Exercícios abdominais: uma abordagem prática e científica*. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Sprint; 2004.
- Neumann DA. *Cinesiologia do aparelho musculoesquelético: fundamentos para a reabilitação física*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001. 618 p.
- McCook DT, Vicenzino B, Hodges PW. Activity of deep abdominal muscles increases during submaximal flexion and extension efforts but antagonist co-contraction remains unchanged. *J Electromyography Kinesiol* 2007;1:2-9.
- Kera TE, Maruyama H. The effect of posture on respiratory activity of the abdominal muscles. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci* 2005;24(4):259-65.
- Evelyn SM, Gabriela LB, Paulo PF, Luiz FMK, Claudia H, Hans JA. Comparação eletromiográfica do exercício abdominal dentro e fora da água. *Rev Port Cien Desp* 2005;5(3):255-65.
- Cláudia SL, Ronei SP. *Cinesiologia e musculação*. Rio de Janeiro: Artmed; 2006. 188 p.
- Hamill J, Knu KM. *Bases biomecânicas do movimento humano*. 2ª. ed. São Paulo: Manole; 2008. 508 p.
- Low J, Reed A. *Eletroterapia explicada – princípios e prática*. 1ª. ed. São Paulo: Manole; 2001. 173 p.
- Fonseca ST. Análise de um método eletromiográfico para quantificação de co-contracção muscular. *Rev Bras Ciênc Mov* 2001;9(3):23-30.
- Okano RG, Marin A, Cosialls A, Helena RCG, Monteiro PB. A utilização da eletromiografia de superfície na avaliação e tratamento das disfunções musculoesqueléticas: uma revisão da literatura. *Centro Universitário São Camilo* 2006;12(4):59-67.
- Fernando DC, Schmarczek GB, Araújo KB, Nóbrega MCG, Trindade SA. Análise do músculo reto do abdômen. Pós graduação Lato-Sensu em Musculação e Treinamento da Força – Universidade Gama Filho, 2005. [citado 2008 Abril 15]. Disponível em URL: <http://www.baseacademia.com.br/artigos>
- Furlani J, Bankoff ADP. Estudo eletromiográfico dos músculos: reto do abdômen e oblíquo externo. *Rev Bras Ciênc Morfol* 1985;1(4):45-51.
- McArdle W, Katch FI, Katch VL. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. 4ª. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998.
- Jennifer AP, Barbara AW. *Fisioterapia para problemas respiratórios e cardíacos*. 2ª. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002. 324 p.
- Basmajian JV. *Anatomia de Grant*. 10ª ed. São Paulo: Manole; 1993. 139-148 p.
- Alexandre MN. *Exercícios abdominais*. Universidade Estadual de Londrina, 2007. [citado 2007 Nov 10]. Disponível em URL: <http://www.hipertrofia.org/blog>
- Willet GM, Hyde JE, Uhrlaub MB, Wendel CL, Karst GM. Relative activity of abdominal muscles during commonly prescribed strengthening exercises. *J Strength Cond Res* 2001;15(4):480-5.
- Dora Filho U. *Introdução à bioestatística: para simples mortais*. Rio de Janeiro: Elsevier; 1999. 89 p.
- Guyton AC. *Fisiologia humana*. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1988.
- Graig LS, Wilkins RL, Stoller JK. *Fundamentos da teoria respiratória de Egan*. 1ª ed. São Paulo: Manole; 2000.
- Jack HW, David LC. *Physiology of sport and exercise*. 1ª ed. São Paulo: Manole; 2001.

Apêndice A - Questionário de inclusão e exclusão

Nome: _____

Idade: _____

Altura: _____

Peso: _____

Sexo: () M () F

Curso: _____

Semestre: ___ Turno: _____

Se apresentar quais são?

Já realizou alguma cirurgia na região abdominal que venha comprometer o estudo?

() sim

() não

Quais?

Aspectos gerais:

Apresenta alguma deficiência orgânica?

() sim

() não

Apresenta ou apresentou nos últimos meses alguma dor na região abdominal?

() sim

() não

Qual a causa?

Alguma patologia respiratória?

() sim

() não

Esta com dificuldade respiratória ou gripe?

() sim

() não

Declaro que estou de acordo com o seguinte questionário, e estou ciente das informações supracitadas, sendo assim consinto em participar da presente pesquisa.

Salvador, ___ de _____ de 2008.

Assinatura do sujeito da pesquisa

Anexo B – Ficha de anotações dos dados experimentais (Chattanooga Group, 2001)

Nome: _____ Nota: _____

Data: ___/___/___

Clínica: _____

Sessão 1

Data: ___/___/___

Músculo: _____

Tempo da sessão= ___:___

Sessão 2

Data: ___/___/___

Músculo: _____

Tempo da sessão= ___:___

Resultado	Sessão 1	Sessão 2	% de variância
SEMG Média			
SEMG Máximo			
SEMG Mínimo			
Valor alvo			
Trabalho acima do valor alvo			
Trabalho no alvo			
Trabalho abaixo do alvo			