UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA
MESTRADO EM FISIOTERAPIA

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DA MUSCULATURA ABDOMINAL E DO ASSOALHO PÉLVICO DURANTE A REALIZAÇÃO DA GINÁSTICA ABDOMINAL HIPOPRESSIVA

LUCAS ITHAMAR SILVA SANTOS

RECIFE
2013

LUCAS ITHAMAR SILVA SANTOS

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DA MUSCULATURA ABDOMINAL E DO ASSOALHO PÉLVICO DURANTE A REALIZAÇÃO DA GINÁSTICA ABDOMINAL HIPOPRESSIVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

Linha de Pesquisa: Instrumentação e Intervenção Fisioterapêutica
Orientadora: Andrea Lemos Bezerra de Oliveira
Coorientador: Alberto Galvão de Moura Filho

Recife, 2013

Catalogação na fonte
Bibliotecária Adelaide Lima, CRB4-647

S237a Santos, Lucas Ithamar Silva.
Análise eletromiográfica da musculatura abdominal e do assoalho pélvico durante a realização da ginástica abdominal hipopressiva / Lucas Ithamar Silva santos. – Recife: O autor, 2013.
87 folhas : il.; tab.; figs; gráf. 30 cm.

Orientador: Andrea Lemos Bezerra de Oliveira.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CCS. Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, 2013.
Inclui bibliografia, anexos e apêndices.

1. Eletromiografia. 2. Diafragma da pelve. 3. Músculos abdominais. 4. Biomecânica. 5. Postura. I. Oliveira, Andrea Lemos Bezerra de (Orientador). II. Título.

615.8 CDD (23.ed.) UFPE (CCS2013-100)

“ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DA MUSCULATURA ABDOMINAL E DO ASSOALHO PÉLVICO DURANTE A REALIZAÇÃO DA GINÁSTICA ABDOMINAL HIPOPRESSIVA”.

LUCAS ITHAMAR SILVA SANTOS

APROVADA EM: 18/04/2013

ORIENTADORA: PROFª. DRª. ANDREA LEMOS BEZERRA DE OLIVEIRA

COORIENTADOR: PROF. DR. ALBERTO GALVÃO DE MOURA FILHO

COMISSÃO EXAMINADORA:

PROFª. DRª. CAROLINE WANDERLY SOUTO FERREIRA – FISIOTERAPIA/UFPE

PROFª. DRª. SHIRLEY LIMA CAMPOS – FISIOTERAPIA/UFPE

PROFª. DRª. ANNA MYRNA JAGUARIBE DE LIMA – MORFOLOGIA E FISIOLOGIA ANIMAL/UFRPE

Visto e permitida à impressão

_____

Coordenador(a) do PPGFISIOTERAPIA/DEFISIO/UFPE

Dedico:

Aos meus pais, alicerces fundamentais do meu crescimento;

À minha esposa, sorriso que pôs brilho em minha vida.

Agradecimentos

À Deus, pelas graças recebidas, pelo dom da vida e pela confiança depositada;

Aos meus pais Efrahim Ithamar e Lídia Albuquerque, minha avó Lêda Albuquerque, e meu irmão Matheus Ithamar, pelo apoio pleno, irrestrito e incondicional na minha formação;

À minha esposa Kelly Cortez, pela confiança, paciência e compreensão nos momentos de dificuldade, e pelo amor e alegria autênticos nos momentos mais importantes, inesperados e improváveis;

À “cunhada” Sarah Mendonça, pela presença, assistência e palavras inestimáveis;

À Alessandra Boaviagem, pelo auxílio incalculável para o desenvolvimento e realização da pesquisa;

Aos amigos da turma III do Mestrado em Fisioterapia da UFPE, por tornarem os momentos de aprendizagem leves, descontraídos e, acima de tudo, prazerosos;

Aos companheiros do Laboratório de Cinesiologia e Avaliação Funcional, pelo auxílio na realização desse trabalho e pela construção de um ambiente onde o ensino e a pesquisa são desenvolvidos com profissionalismo, alegria e toques de filosofia;

À Niége Melo e Carol Henriques, secretárias da Pós-graduação, pela competência e profissionalismo na execução de suas atribuições, e pelo carinho e disponibilidade nos momentos desafiadores e desesperadores;

Aos professores do Mestrado em Fisioterapia, pelo empenho e disponibilidade a serviço da formação de novos mestres;

Às voluntárias, por aceitarem participar da pesquisa e tornarem o trabalho exequível;

Às alunas de iniciação científica, Niedja Natállia e Maria Eduarda pelo auxílio na coleta dos dados;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni) pelo apoio financeiro prestado através de bolsas e auxílios;

Ao professor Alberto Galvão de Moura Filho, pela orientação, disponibilidade, paciência nos momentos de teimosia, lucidez e sensatez nos momentos apocalípticos, e pela sabedoria na assistência a trabalhos e pessoas;

À professora, Andrea Lemos Bezerra de Oliveira, exemplo de orientadora e uma educadora admirável, pelo incentivo à formação pessoal e profissional com ética e responsabilidade, pelo respeito à autonomia e à identidade do educando, pelo cultivo à prática educativa transformadora, por acreditar em mim e nesse projeto, sempre disposta e pronta a ajudar, pelo apoio e pelas palavras, reconfortantes, animadoras, carinhosas e verdadeiras, meus sinceros agradecimentos.

“Não haveria criatividade sem a curiosidade que nos move e que nos põe pacientemente impacientes diante do mundo que não fizemos, acrescentando a ele algo que fazemos”.

Paulo Freire

RESUMO

A ginástica abdominal hipopressiva (GAH) surgiu como uma alternativa aos exercícios abdominais tradicionais por promover o fortalecimento dos músculos abdominais (MA) sem sobrecarregar os músculos do assoalho pélvico (MAP). O objetivo do estudo foi avaliar o efeito da GAH na atividade eletromiográfica dos MA e MAP. Foi realizado um estudo observacional com voluntárias, nulíparas e eutróficas. Para a aquisição do sinal eletromiográfico foi utilizado o eletromiógrafo de superfície Miotool 400 (Miotec®). Para a coleta dos sinais eletromiográficos dos MA foi utilizada a técnica bipolar e os músculos avaliados foram o oblíquo externo (OE), o reto abdominal (RA) e o grupo muscular formado pelo transverso abdominal e o oblíquo interno (TrA/OI). Para a avaliação dos MAP foi utilizada uma sonda endovaginal. A avaliação eletromiográfica foi realizada durante a execução da GAH em supino, ortostatismo e quadrupedia. Para a análise dos dados foram utilizadas atividades eletromiográficas máximas antes e durante a realização da GAH. Foram avaliadas 30 voluntárias, com média de idade de 25,77 (±3,29) anos. Foi observado que o TrA e os MAP apresentaram maior atividade eletromiográfica em relação ao valor máximo de cada músculo quando comparados com o RA e o OE. Não foi observada associação entre as posturas avaliadas e a variação percentual da GAH em relação à atividade pré-exercício nos músculos RA (p = 0,500), OE (p = 0,275), TrA/OI (p = 0,413) e MAP (p = 0,096). A GAH promoveu a ativação dos músculos abdominais, principalmente o TrA/OI, e dos músculos do assolho pélvico, em todas as posturas analisadas.

Palavras-chaves: eletromiografia; diafragma da pelve; músculos abdominais; biomecânica; exercícios; postura.

ABSTRACT

Hypopressive abdominal gymnastics (HAG) appeared as an alternative to traditional abdominal exercises to promote abdominal muscles (AM) strength without overloading the pelvic floor (PFM) muscles. This study aimed to evaluate the effect of HAG on electromyographic activity of AM and PFM. An observational study was conducted with nulliparous and eutrophic women. For the acquisition of electromyographic signal was used surface electromyography equipament with 4 channel Miotool 400 (Miotec ®). To collect the signs of the AM was used bipolar technique and muscles evaluated were the external oblique (EO), the rectus abdominis (RA) and muscle group formed by the transversus abdominis and internal oblique (TrA / IO). For the evaluation of PFM was used endovaginal probe. The electromyographic assessment was performed during the execution of HAG in supine, standing and quadruped. For data analysis it was used maximum electromyographic activity before and during the HAG. A total of 30 women with a mean age of 25.77 (± 3.29) years were evaluated. It was observed that the TrA and PFM showed higher EMG activity in relation to the maximum value of each muscle when compared with RA and OE. There was no association among the postures and HAG percentual variation related to the pre-exercise activity among RA (p = 0,500), EO (p = 0,275), TrA/IO (p = 0,413) e PFM (p = 0,096). HAG promoted activation of the abdominal muscles, particularly the TrA / IO, and the muscles of the pelvic floor, in all analyzed positions.

Keywords: electromyography; pelvic floor; abdominal muscles; biomechanics; exercise; posture.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO.....10
1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....10
1.1. A ginástica abdominal hipopressiva.....10
1.2. Sinergismo abdomino-pélvico.....15
1.3. A eletromiografia de superfície nas musculaturas abdominais e do assoalho pélvico 17
2. JUSTIFICATIVA 20
3. OBJETIVO 21
3.1. Objetivo Geral 21
3.2. Objetivos Específicos 21
CAPÍTULO II - MATERIAL E MÉTODOS 23
1. Local de Estudo 23
2. Período do Estudo 23
3. Desenho do Estudo 23
4. População do Estudo 23
5. Amostra 23
5.1. Amostragem / Tamanho da amostra 23
6. Critérios de Elegibilidade 24
6.1. Critérios de Inclusão 24
6.2. Critérios de Exclusão 24
7. Definição e Operacionalização das Variáveis 24
7.1. Variáveis Descritivas 24
7.2. Variáveis Dependentes 25
7.3. Variáveis Independentes 25
7.4. Definição de Termos e Variáveis 25
8. Procedimento para Seleção das Participantes 28
9. Procedimento para Coleta de Dados 30
10. Processamento e Análise dos Dados 36
10.1. Processamento dos Dados 36
10.2. Análise dos Dados 37
CAPÍTULO III – ARTIGO 38
CAPÍTULO IV – CONSIDERAÇÕES FINAIS 70
REFERÊNCIAS 73
ANEXOS 77
APÊNDICES 82

INTRODUÇÃO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1. A ginástica abdominal hipopressiva

A ginástica abdominal hipopressiva (GAH) surgiu no início dos anos 80 como uma técnica inovadora, com o intuito de promover o fortalecimento da musculatura abdominal e do assoalho pélvico no pós-parto e substituir os exercícios abdominais tradicionais nesse período (CAUFRIEZ, 1997). Pode ser definido como uma técnica postural e sistêmica e envolve a ativação de diferentes grupos musculares esqueléticos que são antagonistas do diafragma (CAUFRIEZ, 1995; 1997). A proposta diferencial dessa ginástica é gerar uma pressão negativa na cavidade abdominal através de uma elevação (aspiração) diafragmática e abertura das costelas inferiores (CAUFRIEZ et al., 2007). Com isso se espera que haja uma ativação reflexa e tônica dos músculos abdominais e do assoalho pélvico com consequente fortalecimento dessas estruturas, sem promover sobrecarga nos músculos do assoalho pélvico (CAUFRIEZ, 1988; 1989).

O desenvolvimento dessa técnica, como uma alternativa terapêutica no treinamento muscular abdominal no pós-parto, veio contrapor a realização dos exercícios abdominais tradicionais para esse fim. Como o conteúdo abdominal é essencialmente incompressível, a parede abdominal ou os músculos do assoalho pélvico devem distender-se durante o aumento transitório da pressão intra-abdominal (PIA) (ASHTON-MILLER; DELANCEY, 2007). Dessa forma, a utilização constante dos exercícios abdominais tradicionais pode provocar uma sobrecarga nessas estruturas, com consequente alteração dos níveis de força desses músculos. (CAUFRIEZ; DOMÍNGUEZ et al., 2007). Para reforçar essa hipótese, a literatura mostra que a realização desses exercícios sem a contração dos músculos do assoalho pélvico predispõe ao surgimento da incontinência urinária (IU) (FRIEROS et al., 2010; KORELO et al., 2011).

Na prática clínica, a GAH pode ser utilizada não só no pós-parto (TEIXEIRA et al., 2005; CAUFRIEZ et al., 2006), mas também no tratamento

conservador das incontinências urinárias, fecais e prolapsos genitais através do fortalecimento da musculatura do assoalho pélvico (CAUFRIEZ, 1995). Tem sido empregada também como uma técnica postural no tratamento de lombalgias e dorsalgias e em atividades esportivas nas academias, através da elaboração de conjuntos ordenados de exercícios rítmicos e sequenciais (TORRES; SALIDO, 2009; RIAL; VILLANUEVA, 2012).

A execução da GAH inicia-se com uma inspiração costal, com elevação do gradil costal, seguida de uma expiração total (CAUFRIEZ et al., 2006). Nesse momento inicia-se uma apnéia e com a glote fechada realiza-se, através da contração da musculatura acessória inspiratória (serrátil anterior, intercostais, escaleno e esternocleidomastoideo), a abertura das costelas inferiores e elevação da caixa torácica (CAUFRIEZ et al., 2006; 2007; RIAL; VILLANUEVA, 2012) (Figura 1). A manutenção da apnéia perpetua a contração dos músculos acessórios da inspiração. Assim, o trabalho conjunto de toda essa musculatura induz a elevação (aspiração) da cúpula diafragmática com consequente diminuição da pressão abdominal (CAUFRIEZ et al., 2006; 2007; RIAL; VILLANUEVA, 2012) (Figura 2).

Figura 1. Contração dos músculos acessórios da inspiração e a expansão da caixa torácica durante a realização da ginástica abdominal hipopressiva.

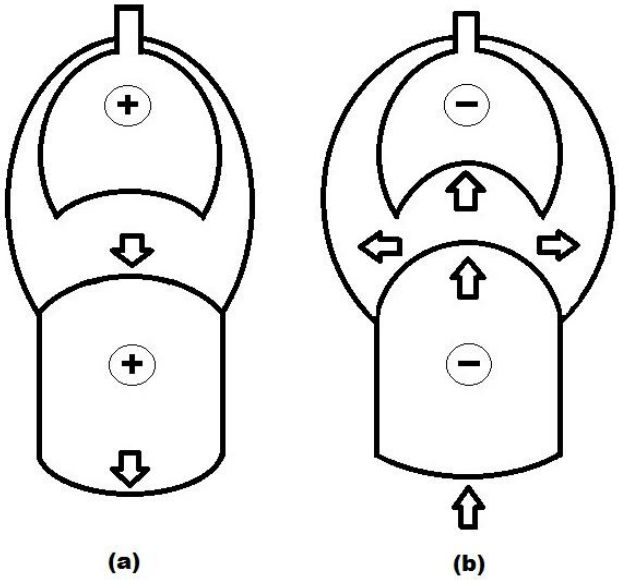


Figura 2. Diferença entre os exercícios abdominais tradicionais (a) e os exercícios da ginástica abdominal hipopressiva (b). Nos abdominais tradicionais (hiperpressivos), o aumento da pressão intra-abdominal promove o deslocamento das vísceras abdominais sobre os músculos do assoalho pélvico (MAP). Nos exercícios hipopressivos, a associação entre a apnéia expiratória e a elevação das costelas inferiores promove uma elevação da cúpula diafragmática, reduzindo a pressão intra-abdominal e, consequentemente, a sobrecarga sobre os MAP. Além disso, pode-se observar a contração dos MAP como resposta reflexa ao exercício hipopressivo.

De acordo com o autor da técnica, o belga Marcel Caufriez, durante a realização da ginástica abdominal hipopressiva há uma diminuição da pressão no recinto manométrico abdominal de, aproximadamente, 5,7 milibar (mbar) na postura ortostática e 43,2 mbar na postura quadrupede (CAUFRIEZ et al., 2007). Como repercussão ocorre um deslocamento das vísceras abdominais para cima, com consequente contração reflexa dos músculos do assoalho pélvico e da região abdominal (CAUFRIEZ et al., 2007). Essa contração deve-se tanto ao efeito de aspiração quanto pela tração das aponeuroses musculares (aponeurose umbilical pré-vesical) sobre a fáscia pélvica parietal. Segundo Caufriez há ainda uma normalização das tensões intrínsecas de todas as estruturas musculoaponeuróticas antagonistas ao diafragma envolvendo assim, todos os grandes grupos musculares esqueléticos do corpo (CAUFRIEZ, 1997; CAUFRIEZ et al., 2007).

A maioria dos estudos com exercícios hipopressivos utiliza tempos de apnéia variados entre 10 a 20 segundos e preconiza orientações e treinamento prévio, antes da realização definitiva do exercício (CAUFRIEZ et al., 2007; CAUFRIEZ et al., 2011). A técnica é realizada em diferentes posturas estáticas ou dinâmicas, seguindo o mesmo princípio de “aspiração diafragmática”, pois

cada uma possui um grau de dificuldade e ativação específica de grupos musculares. As principais posições utilizadas, descritas na literatura, são: ortostática, supina, sentada e quadrúpede com suas consequentes variações (BERNARDES et al., 2012; CAUFRIEZ et al., 2006; 2007; 2011) (Figura 3).

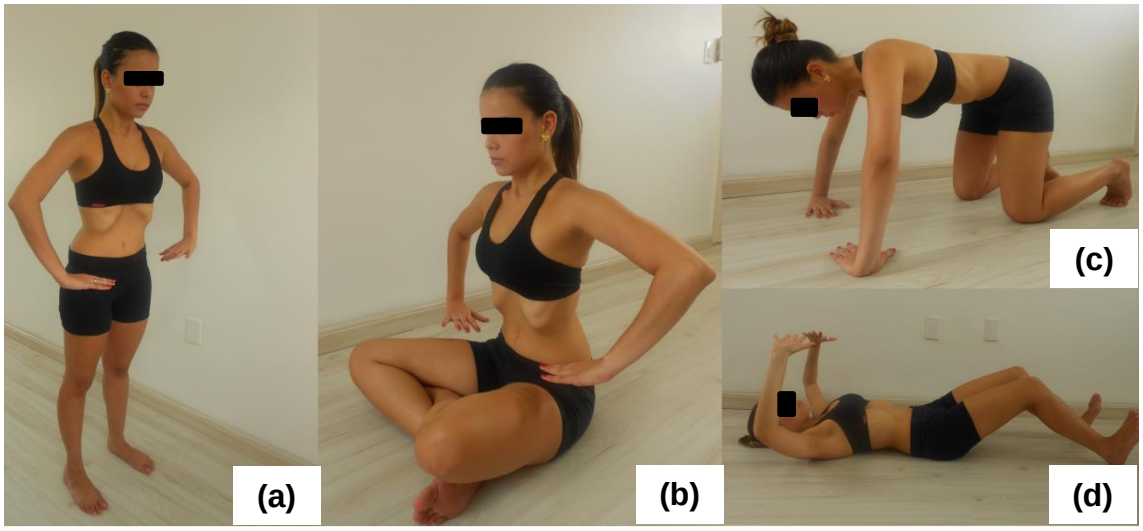


Figura 3. Ginástica abdominal hipopressiva nas posturas básicas: ortostática (a), sentada (b), quadrupede (c) e supina (d).

Essas variações incluem modificações no posicionamento tanto dos membros superiores quanto dos membros inferiores. A posição de membros superiores influencia o nível de ativação muscular durante a realização da ginástica abdominal hipopressiva. Nas posturas básicas, as mãos se encontram em flexão dorsal, em apoio virtual na altura das cristas ilíacas, dedos voltados para dentro e cotovelos voltados para frente, podendo evoluir com a elevação dos membros superiores, variando da altura dos ombros, 90° até 180° (sobre a cabeça) (Figura 4). Além disso, alterações na angulação dos joelhos e/ou na altura do centro de gravidade, através da modificação da postura, representam alternativas de exercícios da ginástica abdominal hipopressiva.

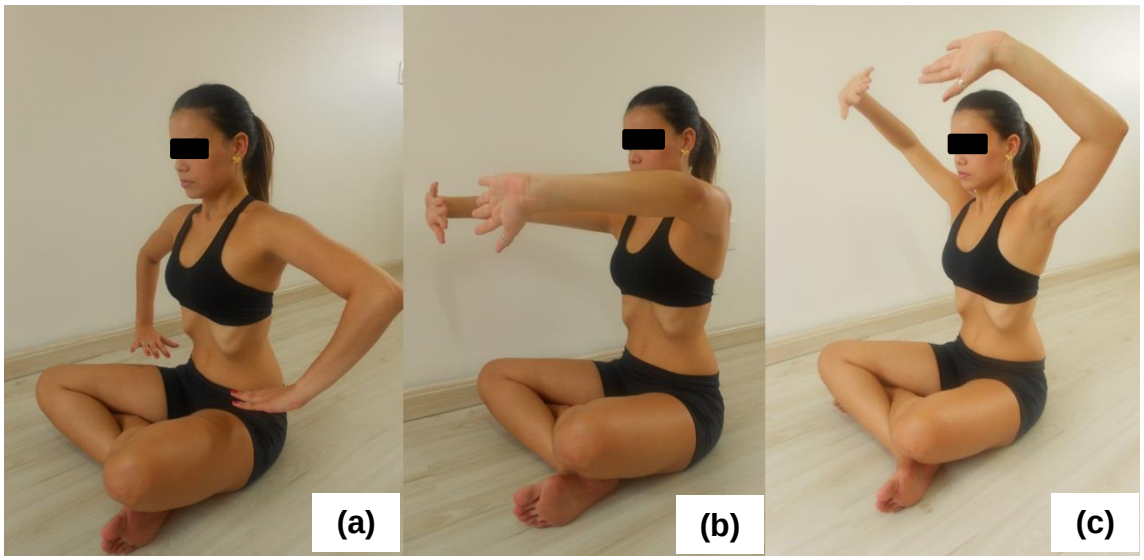


Figura 4. Representação das variações no posicionamento dos membros superiores durante a realização da ginástica abdominal hipopressiva. Na postura sentada: (a) posição inicial; (b) membros superiores elevados até a altura dos ombros (90°); (c) membros superiores sobre a cabeça.

Desde que a ginástica foi proposta, alguns trabalhos surgiram com o objetivo de demonstrar sua eficácia na ativação dos músculos que teoricamente estariam envolvidos. O primeiro estudo com essa finalidade teve como objetivo investigar a ativação dos MAP e do transverso abdominal (TrA) durante a realização da GAH, através da eletromiografia de superfície (SÜPP et al., 2011). Os autores observaram que o exercício hipopressivo promoveu maior ativação dos MAP quando comparada com a atividade muscular de repouso. Porém, essa ativação foi inferior à ativação promovida pela contração voluntária desses músculos. Além disso, foi verificado também que a associação do exercício hipopressivo com a contração voluntária dos MAP não promoveu ativação adicional desses músculos quando comparada com a contração voluntária do assoalho pélvico de forma isolada.

Outros estudos tiveram como objetivo analisar os efeitos da ginástica em diversas condições clínicas. Eles avaliaram desde o efeito na flexibilidade da coluna e na força dos músculos extensores do tronco (CAUFRIEZ et al., 2006), no controle dos desvios vertebrais laterais (CAUFRIEZ et al., 2011), até o efeito

na promoção do aumento da força muscular abdominal e paravertebral além da flexibilidade lombar (TORRES; SALIDO, 2009).

O primeiro ensaio clínico que utilizou essa técnica surgiu em 2012, envolvendo pacientes com prolapso genital (BERNARDES et al., 2012; RESENDE et al., 2012). Esse estudo envolveu 58 mulheres, divididas em três grupos: 1- treinamento muscular do assoalho pélvico; 2- Associação entre exercício hipopressivo e treinamento muscular do assoalho pélvico; 3- grupo controle. Seus resultados mostraram que os dois grupos de tratamento comparados ao controle obtiveram aumento da função dos músculos do assoalho pélvico, medida através da escala modificada de Oxford e através de eletromiografia (RESENDE et al., 2012), além do aumento da secção transversal dos músculos do assoalho pélvico, avaliado através de ultrassonografia (BERNARDES et al., 2012). Porém, quando comparado o grupo de treinamento da contração isolada dos MAP com o grupo de hipopressiva associado ao treinamento dos MAP não foi observada diferença, demonstrando que o exercício hipopressivo não promove aumento adicional na força nem na ativação eletromiográfica (RESENDE et al., 2012).

1.2. Sinergismo abdomino-pélvico

Entender o comportamento dos MA e dos MAP no processo de reabilitação desses músculos e a relação entre eles e as alterações na pressão intra-abdominal (PIA) parecem ser itens essenciais na prescrição de um plano de tratamento ideal (JUNGINGER et al., 2010). São muitas as disfunções do assoalho pélvico que podem ter relação com o desequilíbrio entre a sobrecarga tensional nos MAP e a diminuição da capacidade desses músculos em suportar o aumento da pressão nessa região (HAYLEN et al.,2010; MADILL; McLEAN, 2008; NAGIB et al., 2005). Por formar a base da cavidade abdominal, os músculos do assoalho pélvico devem contrair durante qualquer atividade que promovam o aumento da PIA (SAPSFORD et al., 2001), fornecendo uma contribuição importante na manutenção da continência (ASHTON-MILLE; DELANCEY, 2007). Essa elevação da PIA está diretamente relacionada com a ação combinada do diafragma torácico, dos MA e dos MAP (SAPSFORD et al., 2001), e pode ser maior em posturas antigravitacionais, fazendo com que os

MAP exerçam maior atividade nas posturas verticais que nas horizontais (MADILL; McLEAN, 2008).

Com o objetivo de analisar o sinergismo existente entre esses grupos musculares durante a realização de diferentes exercícios e suas repercussões clínicas, além do efeito do posicionamento corporal na alteração do padrão de atividade desses músculos, vários estudos foram realizados, o que reforça a necessidade do entendimento do comportamento desses grupos musculares durante exercícios (AUCHINCLOSS; McLEAN, 2012; CHANTHAPETCH et al, 2009; KESHWANI; McLEAN, 2013; MADILL; McLEAN, 2008; MARSHALL; MURPHY, 2003; NEUMANN; GILL, 2002; SAPSFORD et al., 2001; SAPSFORD; HODGES, 2001; TAILLON-HOBSON et al., 2011; VERA-GARCIA et al. 2011).

A resposta sinérgica entre os MA e os MAP podem ser desencadeadas tanto por atividades específicas da musculatura abdominal (JUNGINGER et al., 2010; MADILL; McLEAN, 2006; SAPSFORD et al., 2001; SAPSFORD; HODGES, 2001) quanto dos MAP (JUNGINGER et al., 2010; MADILL; McLEAN, 2006; MADILL; McLEAN, 2008; NEUMANN; GILL, 2002; SAPSFORD et al., 2001). Esse sinergismo também é observado durante a realização de manobras respiratórias, como durante a realização da expiração forçada (NEUMANN; GILL, 2002), das manobras de pressão inspiratória máxima (PImáx), expiratória máxima (PEmáx) e Valsalva (JUNGINGER et al., 2010; NAGIB et al., 2005), além da manobra de esvaziamento abdominal (CHANTHAPETCH et al., 2009). Nessas atividades, o alto nível de ativação dos músculos TrA e OI pode indicar que esses músculos estão mais intimamente relacionados com a atividade dos MAP que o OE e o RA (MADILL; McLEAN, 2008; NEUMANN; GILL, 2002). A menor ativação do RA em relação ao TrA e o OI pode estar relacionada com as diferenças na fixação anatômica desses músculos, compartilhando regiões mínimas em suas origens e inserções (CHANTHAPETCH et al., 2009).

Enquanto que a influência de diversos tipos de exercícios na promoção da resposta sinérgica dos MA e dos MAP parece evidente, a relação entre o posicionamento corporal e a ativação desses grupos musculares ainda não se encontra definida. Há evidências de que a amplitude de ativação da atividade eletromiográfica desses músculos não apresenta diferença significativa quando

se modifica a postura estudada (MADILL; McLEAN, 2008). Porém, essas modificações posturais podem interferir na ordem de recrutamento desses músculos (MADILL; McLEAN, 2008). Além disso, variações do posicionamento da coluna lombar em uma mesma postura podem promover respostas diferentes no aumento da amplitude eletromiográfica entre os músculos (SAPSFORD et al., 2001).

Além disso, estudos mostram que o aumento da pressão nas regiões vaginal e anal precede o aumento da PIA, indicando que a resposta mecânica dos MAP não é simplesmente uma resposta ao aumento da PIA, mas uma atividade antecipatória pré-programada do sistema nervoso como preparação para esse aumento (SAPSFORD; HODGES, 2001). Isso implica a presença de um mecanismo neurofisiológico de "*feedforward*" (antecipação e ação) que deve ser sempre ponderado e considerado nas propostas de reabilitação da musculatura do assoalho pélvico.

Verifica-se diante do exposto que os MA e os MAP apresentam atividades sinérgicas durante a realização de diversos exercícios e que o nível de ativação entre os músculos pode variar com a atividade realizada ainda com controvérsias quanto à postura adotada. A PIA também apresenta íntima ligação com a atividade desses músculos, tanto na sua geração quanto no seu efeito na promoção da atividade desses músculos. Portanto, entender esse sinergismo em novas propostas terapêuticas de exercícios que surgem, como a ginástica abdominal hipopressiva, torna-se fundamental.

1.3. A eletromiografia de superfície nas musculaturas abdominais e do assoalho pélvico

É difícil estimar a atividade muscular simplesmente observando os movimentos dos músculos humanos (ARAKOSKI et al, 2001). Como um instrumento objetivo nesse tipo de avaliação, a eletromiografia tem sido amplamente utilizada por quantificar a atividade muscular durante a realização de exercícios (MONFORT-PAÑEGO et al., 2009). A técnica consiste na detecção, através de condutores elétricos (eletrodos), do potencial elétrico desenvolvido pela membrana muscular despolarizada (SIROKY, 1996). Esses

eletrodos podem ser de agulha, intramusculares, ou de superfície, colocados na pele ou mucosa que recobre o músculo de interesse (SIROKY, 1996).

Apesar dos eletrodos intramusculares possuírem maior precisão devido à capacidade de registrar potenciais individuais de unidades motoras, permitindo assim a avaliação da integridade de uma única unidade motora, esse método apresenta várias desvantagens, incluindo necessidade de maior conhecimento técnico, desconforto do paciente e problemas de amostragem muscular (SIROKY, 1996). Além disso, o resultado de uma análise eletromiográfica por meio de agulha não necessariamente pode ser extrapolado a todo o músculo analisado devido a falta de representatividade que uma unidade motora pode ter em relação ao músculo em sua totalidade (JUNGINGER et al, 2010). Dessa forma, a utilização de eletrodos de superfície apresenta vantagens, uma vez que, por ser não invasivo, mostra-se como um método seguro e de fácil manuseio (SIROKY, 1996).

Esse instrumento tem sido muito utilizado na avaliação dos músculos abdominais durante exercícios (MONFORT-PAÑEGO et al., 2009). Há evidências de que a avaliação desses músculos através da eletromiografia de superfície pode reproduzir os achados da eletromiografia intramuscular (MARSHALL; MURPHY, et al., 2003). Os músculos mais frequentemente avaliados são o reto abdominal, o oblíquo externo, o transverso abdominal e o oblíquo interno (MONFORT-PAÑEGO et al., 2009). Apesar da falta de padronização entre os estudos em relação ao posicionamento dos eletrodos, em geral, o posicionamento segue a orientação da linha de ação dos músculos avaliados, identificada através de palpação das fibras musculares (HERMENS et al., 2000).

Além disso, a avaliação das estruturas anatômicas em cadáveres também tem sido utilizada para aumentar a precisão na localização desses músculos (MARSHALL; MURPHY, et al., 2003). Devido a esse tipo de avaliação, foi possível observar a existência de uma fusão muscular entre o transverso abdominal e o oblíquo interno (MARSHALL; MURPHY, et al., 2003). Dessa forma, através da eletromiografia de superfície não se pode precisar a atividade eletromiográfica de um músculo sem que haja interferência direta do outro. Por isso, alguns autores utilizam o mesmo sítio na avaliação desses dois

músculos, adotando conservadoramente a sigla TrA/OI para representá-los (MARSHALL; MURPHY, et al., 2003).

A eletromiografia de superfície também pode ser utilizada na avaliação dos músculos do assoalho pélvico (SIROKY, 1996). Medidas do sinal eletromiográficos podem contextualizar e qualificar a integridade neuromuscular desses músculos (NAGIB et al, 2005). Os eletrodos de superfície posicionados tanto na região do assoalho pélvico quanto na mucosa vaginal são capazes de captar a atividade desses músculos, além de fornecer informações similares àquelas derivadas de eletrodos de agulha periuretral (SIROKY, 1996). Sondas endovaginais são utilizadas como eletrodos na captação do sinal eletromiográfico dos músculos do assoalho pélvico. Apesar das sondas disponíveis comercialmente apresentarem características geométricas diferentes, foi observado que não há diferença no pico da atividade eletromiográfica dos músculos do assoalho pélvico entre os diferentes modelos de sondas, nem entre o pico da atividade eletromiográfica obtido através das sondas e o pico obtido através da utilização de agulhas para a avaliação intramuscular (AUNCHINCLOSS; McLEAN, 2012). Dessa forma, observa-se que a utilização de sondas endovaginais demonstra ser um método confiável na avaliação da atividade eletromiográfica dos músculos do assoalho pélvico.

A partir das informações descritas, a eletromiografia de superfície mostra-se como um método útil na avaliação do comportamento dos músculos abdominais e dos músculos do assoalho pélvico, podendo ser utilizado durante a realização de exercícios em diferentes posturas.

Portanto, em virtude da lacuna existente na caracterização da ginástica abdominal hipopressiva e seus efeitos na ativação muscular, o presente estudo tem como proposta avaliar a atividade dos músculos abdominais e do assoalho pélvico, através da eletromiografia de superfície, além de avaliar os possíveis efeitos do posicionamento corporal nos níveis de ativação desses grupos musculares.

2. JUSTIFICATIVA

Sabendo-se que a incontinência urinária e o prolapso de órgãos pélvicos estão entre as patologias genito-urinárias mais frequentes na população feminina, constituindo um problema de saúde publica com repercussões médicas sociais e econômicas. Sabendo-se que o risco de desenvolvimento de prolapsos dobra a cada década e que a multiparidade e o parto são fatores de risco associados ao desenvolvimento dessas patologias. Somando-se ainda os custos elevados para o sistema de saúde com tratamento medicamentoso e cirúrgico, torna-se imprescindível o incentivo à pesquisa de modalidades terapêuticas conservadoras disponíveis.

Entre as possibilidades fisioterapêuticas para o tratamento e prevenção da incontinência urinária e prolapsos de órgãos pélvicos a ginástica abdominal hipopressiva (GAH) mostra-se como um recurso terapêutico útil, uma vez que pretende fortalecer a musculatura abdominal e do assoalho pélvico sem promover aumento na pressão intra-abdominal.

No entanto, apesar desta técnica estar cada vez mais crescente na prática fisioterapêutica, ainda há uma lacuna na literatura em relação à ativação das musculaturas envolvidas, o que torna a pesquisa inovadora nessa área, possibilitando assim estimar o nível de ativação da musculatura abdominal e do assoalho pélvico em diferentes posturas durante a realização da GAH. Além disso, permite averiguar também a ocorrência do sinergismo abdomino-pélvico entre os diferentes posicionamentos.

Diante do exposto, o presente estudo apresenta sua relevância uma vez que irá proporcionar um respaldo científico para a escolha das posturas que proporcionem o maior nível de ativação da musculatura envolvida durante a realização da GAH. Tais achados apresentam implicações para a prática podendo servir como base para a elaboração de protocolos e para a pesquisa, auxiliando na elaboração de futuros ensaios clínicos envolvendo tais exercícios.

3. OBJETIVO

3.1. Objetivo Geral

Avaliar o nível de atividade eletromiográfica dos músculos abdominais e do assoalho pélvico durante a realização de exercícios da ginástica abdominal hipopressiva em diferentes posturas, em uma população de mulheres jovens e saudáveis.

3.2. Objetivos Específicos

Na postura supina:

3.2.1. Identificar o nível de atividade eletromiográfica máxima durante a realização de exercícios padronizados (RMS AEM_P) para os músculos abdominais: reto abdominal (RA), oblíquo externo (OE), transverso abdominal/oblíquo interno (TrA/OI) e para os músculos do assoalho pélvico (MAP);

Nas posturas supina, quadrúpede e ortostática:

3.2.4. Identificar o nível de atividade eletromiográfica máxima (RMS AEM_{GAH}) dos músculos RA, OE, TrA/OI e MAP, durante a realização da GAH;

3.2.5. Identificar o nível da atividade eletromiográfica máxima durante a atividade que antecede a GAH (RMS $AEM_{PRÉ\text{-}GAH}$) em todos os registros dos músculos avaliados;

3.2.7. Determinar a variação percentual do nível da atividade eletromiográfica (ΔEMG) durante a realização da GAH em relação à atividade que antecede a GAH;

3.2.8. Determinar a atividade eletromiográfica normalizada (EMG%) de todos os músculos avaliados;

3.2.9. Comparar as médias das EMG% entre os músculos avaliados;

Entre as posturas supina, quadrúpede e ortostática:

3.2.11. Comparar as médias das EMG% de cada músculo avaliado;

3.2.12. Avaliar a associação entre a postura utilizada na realização da GAH e a variação percentual da atividade eletromiográfica durante a GAH (∆EMG).

MATERIAL E MÉTODOS

1. Local do Estudo

Laboratório de Cinesiologia e Avaliação Funcional (LACAF) do Departamento de Fisioterapia (DEFISIO) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife/PE.

2. Período do Estudo

A coleta dos dados foi realizada no período compreendido entre os meses de outubro de 2012 e fevereiro de 2013.

3. Desenho do Estudo

Trata-se de um estudo do tipo observacional.

4. População do Estudo

A população do estudo foi composta por mulheres jovens, hígidas, recrutadas nos cursos de graduação e pós-graduação dos cursos de fisioterapia de instituições de ensino superior da Região Metropolitana do Recife.

5. Amostra

5.1. Amostragem/Tamanho da amostra

A amostra foi obtida de forma sequencial e por conveniência entre as voluntárias identificadas nos cursos de graduação e pós-graduação de fisioterapia, nos turnos da manhã e da tarde, de acordo com os critérios de elegibilidade (inclusão e exclusão) (Apêndice 1), totalizando 30 voluntárias.

6. Critérios de Elegibilidade

6.1. Critérios de Inclusão

- Idade de 18 a 35 anos
- Nuligesta
- Eutrófica
- Dobra cutânea abdominal ≤ 3 cm
- Nível de atividade física classificado em ATIVO ou IRREGULARMENTE ATIVO, segundo o IPAQ.

6.2. Critérios de Exclusão

- História de cirurgia abdominal e/ou pélvica
- Gravidez ou suspeita de gravidez
- Hipertensão
- Doenças neurológicas
- Diabetes
- Tabagismo
- Disfunção do assoalho pélvico
- Doenças respiratórias
- Cardiopatias
- Durante o período de fluxo catamenial

7. Definição e Operacionalização das Variáveis

7.1. Variáveis Descritivas

- Idade
- Massa Corporal
- Altura
- Índice de Massa Corporal (IMC)

7.2. Variáveis Dependentes

- Nível da atividade eletromiográfica máxima durante a realização de testes padronizados (RMS AEM_P)
- Nível da atividade eletromiográfica máxima durante a realização da ginástica abdominal hipopressiva (RMS AEM_{GAH}):
- Nível da atividade eletromiográfica máxima durante a realização da atividade antecessora (pré-exercício) à ginástica abdominal hipopressiva (RMS $AEM_{PRÉ\text{-}GAH}$):
- Atividade Eletromiográfica Normalizada (EMG%)
- Variação percentual da atividade eletromiográfica em relação ao pré-exercício (ΔEMG)

7.3. Variáveis Independentes

- Postura supina
- Postura quadrúpede
- Postura ortostática

7.4. Definição de Termos e Variáveis

7.4.1. Termos

- **Eutrófica:** Será considerada aquela com IMC considerado normal, 18,50 - 24,99 kg/m² (WHO, 1995).

- **Nuligesta:** Considera-se aquela mulher que nunca experienciou uma gestação

- **Nível de atividade física ATIVO:** Foi classificada como ATIVA aquela que pratica atividade física VIGOROSA por pelo menos 3 dias na semana e por pelo menos 20 minutos por sessão, ou atividade física MODERADA ou CAMINHADA por pelo menos 5 dias na semana e por

pelo menos 30 minutos por sessão, ou a soma de todas as atividades (CAMINHADA + MODERADA + VIGOROSA) por pelo menos 5 dias por semana e pelo menos 150 minutos por semana, além de não satisfazer os critérios para ser classificada como MUITO ATIVA, segundo a Classificação do Nível de Atividade Física (ANEXO 3), do Questionário Internacional de Atividade Física – IPAQ - versão curta (ANEXO 2), validado para a língua portuguesa por Matsudo et al (2001).

- **Nível de atividade física IRREGULARMENTE ATIVO:** Aquele que realiza atividade física porém insuficiente para ser classificado como ATIVO ou MUITO ATIVO pois não cumpre as recomendações quanto à frequência ou duração, nem para ser classificada como SEDENTÁRIA (aquela que não realizou nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana), segundo a Classificação do Nível de Atividade Física do IPAQ.

- **Disfunção do assoalho pélvico:** Determinada pela natureza da doença, de forma clínica, através do estudo de sinais, sintomas e/ou investigação urodinâmica, de acordo com Haylen et al (2010).

- ***Root Mean Square* (RMS):** É a raiz quadrada da média dos quadrados dos valores selecionados.

- **Atividade Eletromiográfica (EMG):** Atividade elétrica, registrada através de eletrodos, referente à propagação de uma corrente despolarizante produzida na membrana muscular.

7.4.2. Variáveis

- **Idade:** Variável quantitativa, discreta, expressa em anos, referente ao número de anos da voluntária, contando do dia do nascimento até o momento da avaliação.

- **Massa:** Variável quantitativa, contínua, expressa em quilogramas (Kg), referente à massa corporal das voluntárias.

- **Altura:** Variável quantitativa, contínua, expressa em metros (m), referente à dimensão vertical do corpo da voluntária.

- **Índice de Massa Corporal (IMC):** Variável quantitativa, contínua, expressa em quilogramas por metro quadrado (Kg/m²), referente ao Índice obtido pela divisão da massa em quilogramas (Kg) pela altura em metros ao quadrado (m²) da voluntária.

- **Nível da atividade eletromiográfica máxima durante a realização de testes padronizados (RMS AEM_P):** Variável quantitativa, contínua, expressa em microvolts (μV) referente ao pico do *Root Mean Square* (RMS) do período de 500 milissegundos (ms) selecionada a partir do registro do sinal eletromiográfico obtido durante a realização de testes padronizados para a obtenção do maior atividade de um músculo ou grupo muscular de um indivíduo através de ativação voluntária.

- **Nível de atividade eletromiográfica máxima durante a realização da ginástica abdominal hipopressiva (RMS AEM_{GAH}):** Variável quantitativa, contínua, expressa em microvolts (μV) referente ao pico do *Root Mean Square* (RMS) do período de 500 milissegundos (ms) selecionada a partir do registro do sinal eletromiográfico obtido durante a realização da GAH em cada postura analisada;

- **Nível da atividade eletromiográfica máxima durante a realização da atividade antecessora (pré-exercício) à GAH (RMS $AEM_{PRÉ\text{-}GAH}$):** Variável quantitativa, contínua, expressa em microvolts (μV) referente ao pico do *Root Mean Square* (RMS) do período de 500 milissegundos (ms) selecionada a partir do registro do sinal eletromiográfico obtido durante o momento anterior a realização da GAH em cada postura analisada.

- **Atividade Eletromiográfica Normalizada (EMG%):** Variável quantitativa contínua, expressa em porcentagem (%), correspondente ao nível de ativação relativo do RMS AEM_{GAH}, tomando o RMS AEM_{P} como parâmetro máximo de referência (100%).

- **Variação percentual em relação à atividade pré-exercício (∆EMG):** Variável quantitativa contínua, expressa em porcentagem (%), correspondente à variação percentual do RMS EMG_{GAH} em relação ao RMS $AEM_{PRÉ\text{-}GAH}$, obtido através da divisão entre o RMS AEM_{GAH} e o RMS $AEM_{PRÉ\text{-}GAH}$, menos 1 (um).

8. Procedimento para Seleção das Participantes

As voluntárias consideradas elegíveis, após o preenchimento da lista de checagem (APÊNDICE 1) foram questionadas quanto ao interesse em participar do estudo (Figura 1).

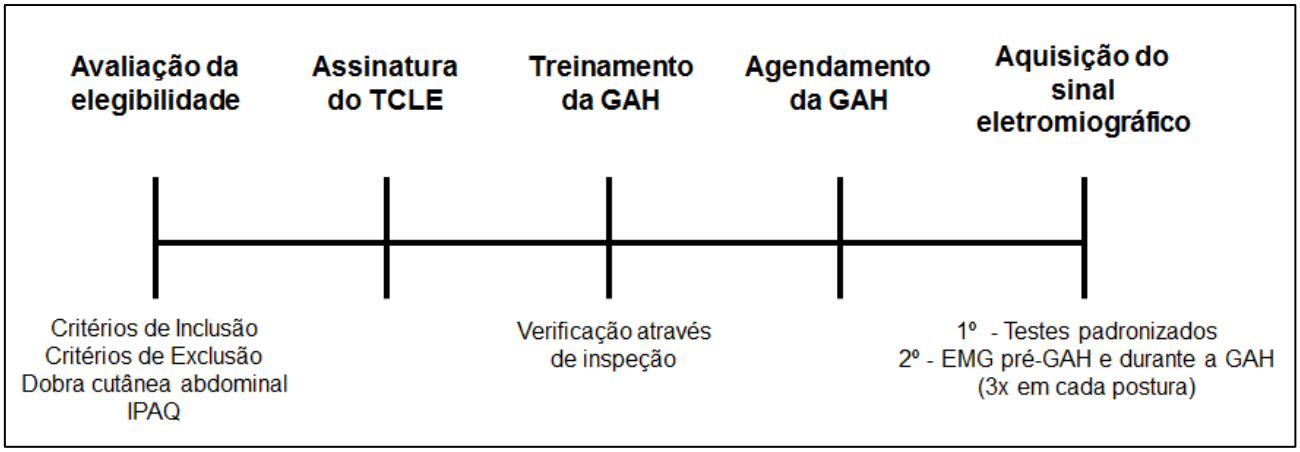


Figura 1. Linha de tempo do processo de seleção e avaliação

A avaliação da elegibilidade incluiu a realização da dobra cutânea na região abdominal e foi aplicado o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) – versão curta para classificar o nível de atividade física das participantes. A aferição da dobra cutânea foi realizada 4 centímetros (cm) à direita da cicatriz umbilical por adipômetro da marca *Sanny*, com pressão de 10 kg.mm². Foi registrada a média de três medições que apresentaram diferenças entre elas menores que 10%. Após a explicação do estudo, foi solicitada a

assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE 2) às voluntárias desejosas em participar. Após a assinatura do TCLE, foi realizado o agendamento dos treinamentos da ginástica abdominal hipopressiva. O treinamento consistiu na explicação teórico-prática da GAH e a verificação da correta execução da ginástica foi realizada através de inspeção, sendo necessária a visualização da expansão da caixa torácica associada à contração da musculatura acessória da respiração (Figura 2). Após o treinamento foi realizado o agendamento da aquisição do sinal eletromiográfico com aquelas que se mostraram aptas a realizar a ginástica abdominal hipopressiva corretamente.

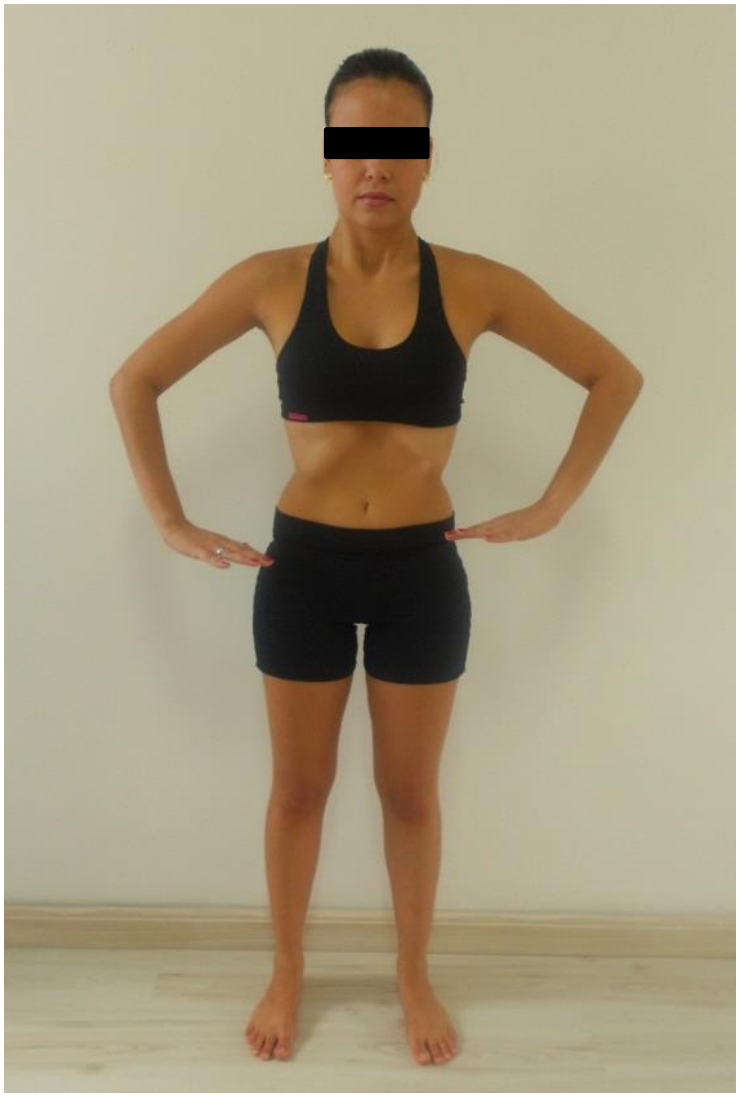


Figura 2. Ginástica abdominal hipopressiva

9. Procedimento para Coleta dos Dados

Para a aquisição do sinal eletromiográfico foi utilizado o eletromiógrafo de superfície da marca Miotec® (Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil), modelo Miotool 400 (quatro canais) (Figura 3), conversor analógico/digital (A/D) de 14-bits de resolução, com ganho interno de 1000 vezes, frequência de amostragem de 2000 Hz, Rejeição de Modo Comum (CMRR) 110 dB, impedância de entrada 10^{10} Ohm // 2pF, filtro analógico do tipo *Butterworth* de quarta ordem. Foram aplicados, na aquisição, filtros do tipo passa alta de 20 Hz, passa baixa de 500 Hz, e *notch* de 60 Hz.

Figura 3. Eletromiógrafo Miotool 400

A aquisição do sinal eletromiográfico foi realizada através de eletrodos de superfície, seguindo as normas de padronização da *International Society of Electrophysiology and Kinesiology* (MERLETTI, 1999). Para a coleta dos sinais dos músculos abdominais foi utilizada a técnica bipolar, onde dois eletrodos foram dispostos sobre cada músculo, com uma distância entre eles de 25 mm (NG *et al*, 1998), através da utilização de eletrodos de superfície duplos descartáveis (Eletrodo descartável infantil da marca Meditrace®), baixa impedância, confeccionado com adesivo medicinal hipoalérgico de alta adesividade, contato duplo Ag/AgCl (Prata/Cloreto de Prata) e gel sólido aderente (Hydrogel). A avaliação eletromiográfica do assoalho pélvico foi realizada por sonda endovaginal da marca Miotec® (Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil). Para eliminar as interferências externas, foi utilizado um eletrodo de referência sobre a espinha ilíaca anterossuperior direita (MADILL; MCLEAN, 2008).

As estruturas avaliadas foram o músculo RA, o OE, o grupo muscular formado pelos músculos TrA e OI (TrA/OI), além dos MAP. A utilização do grupo muscular TrA/OI, deve-se a impossibilidade de diferenciar estruturalmente o OI do TrA devido a fusão anatômica presente na região utilizada para a aquisição do sinal (MARSHALL; MURPHY, 2003). Os eletrodos foram posicionados ao longo da linha de ação das fibras musculares do RA direito (2 cm lateral e caudal ao umbigo), OE direito (sobre a ponta da oitava costela e angulados diagonalmente no sentido das fibras musculares), e do TrA/OI direito (2 cm proximal ao ponto médio da linha entre a espinha ilíaca anterossuperior e a sínfise púbica) (NEUMANN; GILL, 2002) (Figura 4).

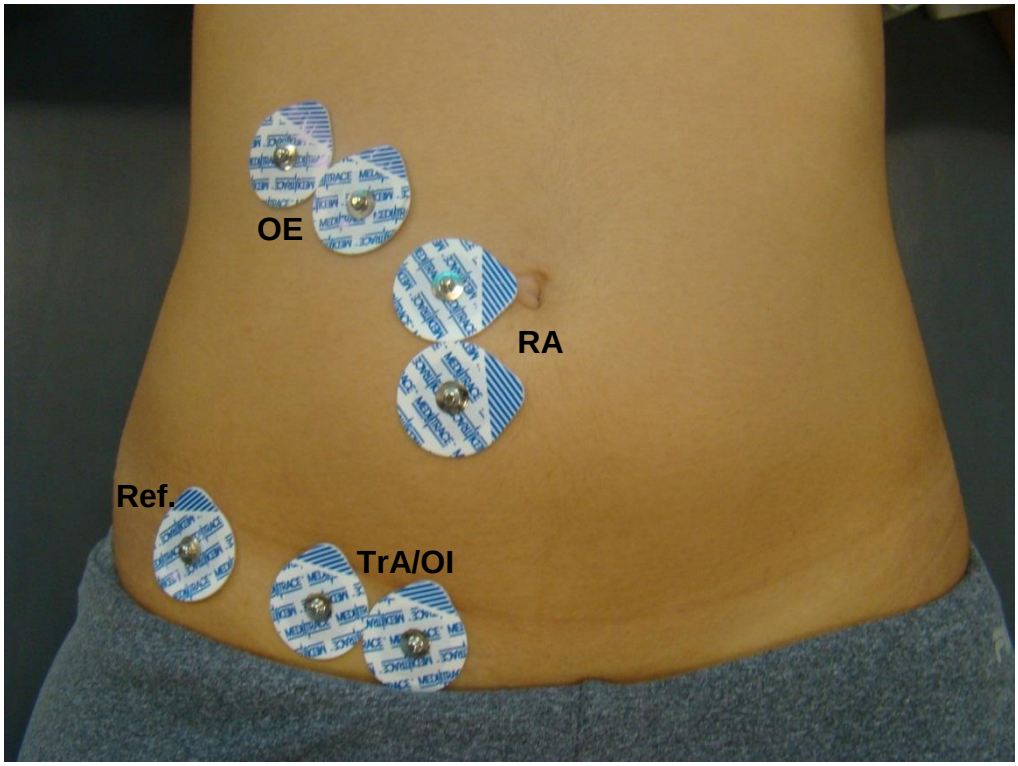


Figura 4. Posicionamento dos eletrodos

Para a avaliação dos MAP, as voluntárias foram devidamente orientadas para a colocação da sonda endovaginal (Figura 5) e, em um local reservado, realizaram o posicionamento da sonda. Em caso de dúvidas em relação ao posicionamento da sonda, o pesquisador realizava a verificação através de inspeção.

Figura 5. Sonda endovaginal

Inicialmente foi realizado o registro do sinal eletromiográfico durante a realização de testes padronizados (RMS AEM_P) para a obtenção do maior atividade de um músculo ou grupo muscular da voluntária através de ativação voluntária (CRISWELL, 2011). Foram realizados os seguintes testes: Isometria voluntária máxima de flexão de tronco para o RA, rotação contralateral de tronco para o OE (HODGES et al., 1999) e a manobra de retração abdominal, através do deslocamento posterior do umbigo em direção à coluna, para o TrA/OI. Para a realização do teste padrão dos MAP, a voluntária foi instruída a contrair os músculos do assoalho pélvico, seguindo a instrução: “Aperte a sonda a puxe para dentro e para cima” (MADILL; MCLEAN, 2008). Todos os testes foram realizados na postura em decúbito supino com os membros superiores flexionados sobre o tórax.

Após o registro do RMS AEM_P de todos os músculos avaliados, foi realizado o registro do sinal eletromiográfico da atividade anterior à GAH (RMS $AEM_{PRÉ\text{-}GAH}$) e durante a realização da GAH (RMS AEM_{GAH}), nas posturas em supino, quadrupedia e ortostatismo. A realização do registro da atividade eletromiográfica pré-exercício (RMS $AEM_{PRÉ\text{-}GAH}$) teve como objetivo identificar o nível de ativação promovido pela fase de preparação para a GAH, pois o pico de atividade eletromiográfica registrado durante a realização da GAH apresenta também componentes da atividade eletromiográfica dos músculos expiratórios ativados na fase pré-exercício. Nessa fase, a voluntária encontra-se em apnéia expiratória, portanto, com atividade dos músculos expiratórios. Dessa forma, é

necessário identificar a variação do nível de atividade eletromiográfica (∆EMG) entre a atividade pré-exercício e a atividade da GAH para obter a real ativação promovida pela ginástica.

A ordem das posturas foi definida após aleatorização através do software Microsoft Excel 2010® para minimizar o efeito da fadiga muscular na amplitude do sinal eletromiográfico. Em todas as atividades analisadas, foram realizados três registros em cada postura avaliada, cada uma com duração de 15 segundos. Um mínimo de 60 segundos de descanso foi dado entre cada um das aquisições.

A GAH teve início com uma inspiração costal e elevação do gradil costal, seguida de uma expiração total. Nesse momento a voluntária executava uma apnéia expiratória e com a glote fechada realizava a abertura das costelas e a elevação da caixa torácica através da contração da musculatura acessória inspiratória (serrátil anterior, intercostais, escaleno e esternocleidomastoideo) (CAUFRIEZ et al., 2006; CAUFRIEZ et al., 2007; RIAL; VILLANUEVA, 2012).

As posturas analisadas na pesquisa foram descritas por Caufriez et al. (2006):

- Postura ortostática. A voluntária assumiu a posição de pé, joelhos em ligeira flexão, pés paralelos, mãos colocadas lateralmente em relação às cristas ilíacas em apoio virtual, os punhos em flexão dorsal, dedos em extensão e separados. Cotovelos flexionados a 90º e direcionados para frente, cabeça elevada e mento dirigido para trás (retração cervical). Nessa posição, foi orientado a realização de uma inspiração costal inferior de forma que elevasse as costelas inferiores, seguido de uma expiração total. Por último, foi efetuado um movimento inspiratório com glote fechada, com elevação do gradil costal (Figura 6).

Figura 6. Ginástica abdominal hipopressiva em ortostatismo

- Postura quadrúpede. Em posição de “4 apoios”, com as mãos apoiadas no solo, perpendicularmente aos ombros com os punhos em flexão dorsal e os dedos em extensão, ligeiramente separados e dirigidos para dentro. Os joelhos em flexão de 90º, com pés em flexão dorsal e dedos dos pés em apoio plantar. Nessa posição, os cotovelos estavam dirigidos para fora na direção do eixo do braço, o resto dos parâmetros foram iguais à postura anterior (Figura 7).

.

Figura 7. Ginástica abdominal hipopressiva em quadrupedia

- Postura supina. Decúbito supino com quadris e joelhos ligeiramente flexionados, pés em flexão dorsal e paralelos, apoiados pelos calcanhares sobre a cama. As mãos estavam posicionadas lateralmente às cristas ilíacas em apoio virtual. Nessa posição foi pedido para realizar os mesmos movimentos que nos exercícios anteriores (Figura 8).

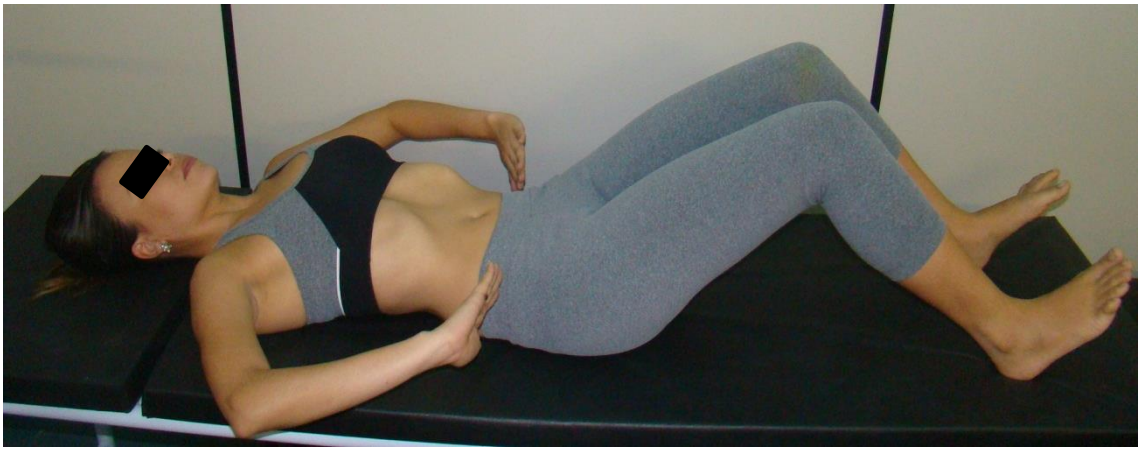


Figura 8. Ginástica abdominal hipopressiva em supino

10. Processamento e Análise dos Dados

10.1. Processamento dos Dados

Os dados eletromiográficos obtidos foram analisados no software Miograph® (Miotec®, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil). Em cada registro foi selecionado um período com duração de 500 milissegundos para o cálculo do valor do *Root Mean Square* (RMS), utilizando uma janela de 100 pontos, correspondente ao pico da EMG em microvolts (μ) durante a realização dos testes musculares padronizados (RMS AEM_P), da GAH (RMS AEM_{GAH}) e da atividade pré-exercício (RMS $AEM_{PRÉ\text{-}GAH}$). Após a seleção do período, os registros foram submetidos à nova filtragem (passa alta 20 Hz, passa baixa 500 Hz, *notch* 60 Hz).

Para a normalização do sinal eletromiográfico, o RMS AEM_{GAH} de cada músculo e em cada postura foi dividido pelo RMS AEM_P de referência, a fim de expressar o nível de ativação dos músculos durante a GAH como uma porcentagem da maior ativação de cada músculo obtida através dos testes padronizados:

$$EMG\% = RMS\ AEM_{GAH} / RMS\ AEM_P$$

A variação percentual do nível da atividade eletromiográfica durante a realização da GAH (ΔEMG) em relação à atividade pré-exercício foi obtida através da divisão do RMS AEM_{GAH} de cada músculo pelo RMS $AEM_{PRÉ\text{-}GAH}$, menos um.

$$\Delta EMG = (RMS\ AEM_{GAH} / RMS\ AEM_{PRÉ\text{-}GAH}) - 1$$

10.2. Análise dos Dados

Foi aplicado o teste Kolmogorov-Smirnov para verificar se as variáveis apresentavam distribuição normal. Devido à heterogeneidade das variáveis, foi aplicado o teste de Friedman para comparação das médias entre si, e para a identificação das diferenças foi aplicado o teste *post hoc* de Wilcoxon para amostras relacionadas. Para a avaliação da associação entre a postura utilizada na realização da GAH e a variação percentual da atividade eletromiográfica durante a GAH foi utilizado o teste Qui-quadrado de Pearson. Em todos os testes foi utilizado o nível de significância de 5%. As análises estatísticas foram realizadas através da utilização do software Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versão 18 para Windows.

ARTIGO

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA ABDOMINAL E DO ASSOALHO PÉLVICO DURANTE A REALIZAÇÃO DA GINÁSTICA ABDOMINAL HIPOPRESSIVA

Este artigo será submetido no *Journal of Electromyography and Kinesiology*

ISSN 1050-6411

Qualis: A1 na área 21 da CAPES

Fator de impacto: 1.969

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA ABDOMINAL E DO ASSOALHO PÉLVICO DURANTE A REALIZAÇÃO DA GINÁSTICA ABDOMINAL HIPOPRESSIVA

Autores

*Lucas Ithamar[1]; Vinícius Gomes Machado[1]; Kelly Cristina Duque Cortez[1]; Marco Aurélio Benedetti Rodrigues[2]; Alberto Galvão de Moura Filho[1]; Andrea Lemos[1]

[1]Departamento de Fisioterapia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil

[2]Departamento de Eletrônica e Sistemas, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil

Palavras-chave: electromyography; pelvic floor; abdominal muscles; biomechanics; exercise; posture

*Autor correspondente

Endereço de e-mail: lucas.ithamar@gmail.com

Tel.: +55 81 9278 8221

Rua Glória de Goitá, 601 – Janga, Paulista – Pernambuco, Brasil

CEP 53437-380

RESUMO

O objetivo desse estudo foi investigar o nível de ativação dos músculos abdominais (MA) e dos músculos do assoalho pélvico (MAP), nas posturas em supino, quadrupedia e ortostatismo, durante a realização da ginástica abdominal hipopressiva (GAH) através da atividade eletromiográfica normalizada (%EMG). Foi avaliada também a variação percentual da GAH em relação à atividade pré-exercício (∆EMG), a diferença da ativação dos músculos entre si e de cada músculo entre as posturas analisadas, e a associação entre as posturas e a ativação eletromiográfica. Trinta mulheres jovens, saudáveis e nulíparas foram avaliadas. A eletromiografia de superfície foi utilizada na avaliação do reto-abdominal (RA), oblíquo externo (OE), transverso abdominal / oblíquo interno (TrA/OI) e dos MAP. O TrA/OI e os MAP apresentaram maior %EMG em todas as posturas avaliadas. O TrA/OI apresentou maior ∆EMG nas posturas supina e quadrúpede em relação aos demais músculos avaliados. Não foi observada associação entre as posturas avaliadas e a ∆EMG nos músculos RA (p = 0,500), OE (p = 0,275), TrA/OI (p = 0,413) e MAP (p = 0,096). Os resultados sugerem que a GAH pode ativar os MA e os MAP e que a postura não influencia no nível de ativação eletromiográfica.

1. INTRODUÇÃO

A ginástica abdominal hipopressiva (GAH), desenvolvida na década de 80, surgiu como uma técnica alternativa para o fortalecimento dos músculos abdominais (MA) e dos músculos do assoalho pélvico (MAP) no período pós-parto (CAUFRIEZ, 1988; 1989; CAUFRIEZ et al., 2006; 2007). Esta ginástica promove uma ativação reflexa desses grupos musculares em resposta à geração de uma pressão intra-abdominal (PIA) negativa (CAUFRIEZ, 1988; 1989). A PIA negativa é resultante da contração da musculatura acessória da respiração durante uma apnéia expiratória, provocando a abertura do gradil costal e o deslocamento cranial da cúpula diafragmática (CAUFRIEZ et al., 2007; CAUFRIEZ et al., 2011; RIAL; VILLANUEVA, 2012). Esta técnica é realizada em diferentes posturas estáticas ou dinâmicas, pois cada uma possui um grau de dificuldade e ativação específica de grupos musculares (BERNARDES et al., 2012; CAUFRIEZ et al., 2006; 2007; 2011).

Desde a sua criação, ela vem sendo utilizada não só no pós parto mas também no tratamento conservador das incontinências urinárias, fecais e prolapsos genitais (CAUFRIEZ, 1995). Além disso, tem sido empregada como uma técnica postural no tratamento de lombalgias e dorsalgias, e nas atividades esportivas em academias, através da elaboração de conjuntos ordenados de exercícios rítmicos e sequenciais (TORRES; SALIDO, 2009; RIAL; VILLANUEVA, 2012).

São poucos os trabalhos que avaliam o efeito da GAH na ativação dos MA e dos MAP além das repercussões clínicas de seu treinamento (BERNARDES et al., 2012; CAUFRIEZ et al., 2006; 2007; 2011; RESENDE et

al., 2012; STÜPP el al., 2011; TORRES; SALIDO, 2009). Dentre esses estudos, apenas um investigou a atividade eletromiográfica dessas musculaturas (STÜPP et al., 2011), averiguando, apenas na postura supina, se este tipo de exercício era capaz de promover a ativação dos MAP proporcional àquela observada no exercício ativo livre destes músculos. Desta forma, apesar dos 25 anos de existência desta técnica, é evidente a lacuna existente na literatura sobre o efeito na ativação muscular.

Na avaliação da ativação e do sinergismo dos MAP e dos MA, a eletromiografia de superfície tem sido bastante utilizada como uma ferramenta útil e confiável, capaz de quantificar o nível de recrutamento muscular e, com isso, fornecer dados mais acurados sobre a associação entre estas musculaturas durante a realização de exercícios (AUCHINCLOSS; McLEAN, 2012; CHANTHAPETCH et al, 2009; KESHWANI; McLEAN, 2013; MADILL; McLEAN, 2008; MARSHALL; MURPHY, 2003; NEUMANN; GILL, 2002; SAPSFORD et al., 2001; SAPSFORD; HODGES, 2001; TAILLON-HOBSON et al., 2011; VERA-GARCIA et al. 2011).

Portanto, o presente estudo teve como objetivos investigar se a ginástica abdominal hipopressiva é capaz de promover a ativação dos músculos abdominais e dos músculos do assoalho pélvico, além de identificar o nível relativo de ativação desses músculos e a associação entre o posicionamento corporal e a resposta muscular durante a realização da GAH.

2. MÉTODOS

2.1. Sujeitos

Foi realizado um estudo observacional envolvendo trinta mulheres com idade entre 18 e 35 anos, nuligestas, eutróficas (Índice de Massa Corpórea – IMC – entre 18,50 e 24,99 kg/m²), com dobra cutânea abdominal menor ou igual a 3 centímetros (aferida 4 centímetros à direita da cicatriz umbilical por adipômetro da marca *Sanny*, com pressão de 10Kg.mm^2) e nível de atividade física *ativo* ou *irregularmente ativo,* avaliado através do Questionário Internacional de Atividade Física versão curta - IPAQ-curto (Matsudo et al., 2001). Foram considerados como critérios de exclusão: histórico de cirurgia abdominal ou pélvica, gestantes ou suspeita de gravidez, hipertensão, diabétes, histórico de tabagismo, doenças neurológicas, respiratórias e cardíacas, disfunções do assoalho pélvico e durante o período de fluxo catamenial. As voluntárias foram recrutadas após a aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Federal de Pernambuco, sob a numeração CAAE: 0136.0.172.000-11, e as mulheres que aceitaram participar do estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

2.2. Ginástica abdominal hipopressiva

Todas as voluntárias receberam treinamento prévio para a realização da ginástica abdominal hipopressiva. Para a realização da GAH, foi orientado que as voluntárias iniciassem o exercício com uma inspiração costal e elevação das costelas inferiores, seguida de uma expiração total. Nesse momento foi solicitada uma apnéia expiratória e, com a glote fechada, a realização da

abertura do gradil costal e a elevação da caixa torácica através da contração da musculatura acessória inspiratória (serrátil anterior, intercostais, escaleno e esternocleidomastoideo) (Figura 1) (CAUFRIEZ et al., 2006; CAUFRIEZ et al., 2007; RIAL; VILLANUEVA, 2012). As posturas analisadas na pesquisa foram: ortostática; quadrúpede e supina, descritas por (Caufriez et al. 2006).

2.3. Instrumentação

Para a aquisição do sinal biológico foi utilizado o eletromiógrafo de superfície da marca Miotec® (Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil), modelo Miotool 400 (quatro canais), conversor analógico/digital (A/D) de 14-bits de resolução, com ganho interno de 1000 vezes, frequência de amostragem de 2000 Hz, Rejeição de Modo Comum (CMRR) 110 dB, impedância de entrada 10^{10} Ω // 2pF, filtro analógico do tipo *Butterworth* de quarta ordem. Foram aplicados, na aquisição, filtros do tipo passa alta de 20 Hz, passa baixa de 500 Hz, e *notch* de 60 Hz.

A aquisição do sinal eletromiográfico foi realizada através de eletrodos de superfície, seguindo as normas de padronização da *International Society of Electrophysiology and Kinesiology* (MERLETTI, 1999). Para a coleta dos sinais dos músculos abdominais foi utilizada a técnica bipolar, onde dois eletrodos foram dispostos sobre cada músculo, com uma distância entre eles de 25 mm (NG *et al*, 1998), através da utilização de eletrodos de superfície duplos descartáveis no formato de disco (Eletrodo descartável cardiológico infantil da marca Meditrace®), baixa impedância, confeccionado com adesivo medicinal hipoalérgico de alta adesividade, contato duplo Ag/AgCl (Prata/Cloreto de Prata) e gel sólido aderente (Hydrogel). A avaliação eletromiográfica do

assoalho pélvico foi realizada através de uma sonda endovaginal (Miotec®, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil) (Figura 2). Para eliminar as interferências externas, foi utilizado um eletrodo de referência sobre a espinha ilíaca anterossuperior direita (MADILL; MCLEAN, 2008).

2.4. Aquisição dos dados

As estruturas avaliadas foram o músculo reto abdominal (RA), o oblíquo externo (OE), o grupo muscular formado pelos músculos transverso abdominal e oblíquo interno (TrA/OI), além dos músculos do assoalho pélvico (MAP). A utilização do grupo muscular TrA/OI, deve-se a impossibilidade de diferenciar estruturalmente o OI do TrA devido a fusão anatômica presente na região utilizada para a aquisição do sinal (MARSHALL; MURPHY, 2003). Os eletrodos foram posicionados ao longo da linha de ação das fibras musculares do RA direito (2 cm lateral e caudal ao umbigo), OE direito (sobre a ponta da oitava costela e angulados diagonalmente no sentido das fibras musculares), e do TrA/OI direito (2 cm proximal ao ponto médio da linha entre a espinha ilíaca anterossuperior e a sínfise púbica) (NEUMANN; GILL, 2002). Anteriormente à colocação dos eletrodos em cada sítio anatômico estabelecido, foi realizada a limpeza da pele através da utilização de álcool. Para a avaliação dos MAP, as voluntárias foram devidamente orientadas para a colocação da sonda endovaginal, e o posicionamento da sonda foi realizado em local reservado pelas próprias voluntárias. Em caso de dúvidas sobre o posicionamento da sonda, uma pesquisadora realizava a verificação através de inspeção.

Para a normalização dos sinais analisados, foi registrada a atividade eletromiográfica máxima (RMS AEM_P) de cada músculo avaliado, através de

testes padronizados para cada músculo, como medida de referência: Isometria voluntária máxima de flexão de tronco para o RA, rotação contralateral de tronco para o OE (HODGES et al., 1999) e a manobra de retração abdominal para o TrA, na qual a voluntária realizada um movimento de deslocamento posterior do umbigo em direção à coluna. Para a normalização dos MAP, a voluntária foi instruída a contrair os músculos do assoalho pélvico, utilizando os MAP, seguindo a instrução: “Aperte a sonda e puxe-a para dentro e para cima” (MADILL; MCLEAN, 2008). Todos os testes foram realizados na postura em decúbito supino.

Após o registro durante do RMS AEM_P de todos os músculos avaliados, foi realizado o registro do sinal eletromiográfico da atividade anterior à GAH (RMS $AEM_{PRÉ\text{-}GAH}$) e durante a realização da GAH (RMS AEM_{GAH}), nas posturas em supino, quadrupedia e ortostatismo. A realização do registro da atividade eletromiográfica pré-exercício (RMS $AEM_{PRÉ\text{-}GAH}$) teve como objetivo identificar o nível de ativação promovido pela fase de preparação para a GAH, pois o pico de atividade eletromiográfica registrado durante a realização da GAH apresenta também componentes da atividade eletromiográfica dos músculos expiratórios ativados na fase pré-exercício. Nessa fase, a voluntária encontra-se em apnéia expiratória, portanto, com atividade dos músculos expiratórios. Dessa forma, é necessário identificar a variação do nível de atividade eletromiográfica (ΔEMG) entre a atividade pré-exercício e a atividade da GAH para obter a ativação promovida essencialmente pela ginástica.

A ordem das posturas foi definida após aleatorização através do software Microsoft Excel 2010® para minimizar o efeito da fadiga muscular na amplitude do sinal eletromiográfico. Em todas as atividades analisadas, foram realizados

três registros em cada postura avaliada, cada uma com duração de 15 segundos. Um mínimo de 60 segundos de descanso foi dado entre cada um das aquisições.

2.5. Processamento e análise dos dados

2.5.1. Processamento do sinal

Os dados eletromiográficos obtidos foram analisados no software Miograph® (Miotec®, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil). Em cada registro foi selecionado um período com duração de 500 milissegundos para o cálculo do valor do *Root Mean Square* (RMS), utilizando uma janela de 100 pontos, correspondente ao pico da EMG em microvolts (μ) durante a realização dos testes musculares padronizados (RMS AEM_P), da GAH (RMS AEM_{GAH}) e da atividade pré-exercício (RMS $AEM_{PRÉ\text{-}GAH}$). Após a seleção do período, os registros foram submetidos à nova filtragem (passa alta 20 Hz, passa baixa 500 Hz, *notch* 60 Hz), pois, devido a uma característica do *software* utilizado, após a seleção do período a filtragem anterior é removida.

Para a normalização do sinal eletromiográfico, o RMS AEM_{GAH} de cada músculo e em cada postura foi dividido pelo RMS AEM_P de referência, a fim de expressar o nível de ativação dos músculos durante a GAH como uma porcentagem da maior ativação de cada músculo obtida através dos testes padronizados.

A variação percentual do nível da atividade eletromiográfica durante a realização da GAH (ΔEMG) em relação à atividade pré-exercício foi obtida através da divisão do RMS AEM_{GAH} de cada músculo pelo RMS $AEM_{PRÉ\text{-}GAH}$, menos um.

2.5.2. Análise dos dados

Foi aplicado o teste Kolmogorov-Smirnov para verificar se as variáveis apresentavam distribuição normal. Devido à heterogeneidade das variáveis, foi aplicado o teste de Friedman para comparação das médias entre si, e para a identificação das diferenças foi aplicado o teste *post hoc* de Wilcoxon para amostras relacionadas. Para a avaliação da associação entre a postura utilizada na realização da GAH e a variação percentual da atividade eletromiográfica durante a GAH foi utilizado o teste Qui-quadrado de Pearson. Em todos os testes foi utilizado o nível de significância de 5%. As análises estatísticas foram realizadas através da utilização do software Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versão 18 para Windows.

3. RESULTADOS

Trinta voluntárias, com médias de idade 25,77 anos (DP 3,29), massa 56,05 kg (DP 6,72), altura 1,62 metros (DP 0,07) e índice de massa corpórea 21,11 kg/m^2 (DP 1,64), participaram da pesquisa (Figura 3).

Na tabela 1 estão expressos os valores médios dos níveis de atividade eletromiográfica máxima obtidos durante a realização de testes padronizados, durante a ginástica abdominal hipopressiva, as médias da atividade eletromiográfica normalizada e da variação percentual em relação à atividade pré-exercício de cada músculo avaliado em cada postura analisada.

O grupo muscular formado pelo transverso abdominal e pelo oblíquo interno (TrA/OI), e os músculos do assoalho pélvico (MAP) apresentaram maiores percentuais de ativação (%EMG) em todas as posturas avaliadas, seguidos do oblíquo externo (OE) e do reto abdominal (RA) (Tabelas 2).

Quando comparadas as médias dos EMG% de cada músculo avaliado entre as posturas analisadas, foram observadas diferenças apenas do RA entre a postura supina e a quadrupede (*p*=0,001) e a supina e a ortostática (*p*=0,004), e do TrA/OI entre as posturas supina e ortostática (p=0,023) e ortostática e quadrúpede (*p*=0,019) (Figura 4).

Na avaliação da variação percentual (∆EMG) do nível de atividade eletromiográfica máxima durante a realização da ginástica abdominal hipopressiva (RMS AEM_{GAH}) em relação à atividade eletromiográfica pré-exercício (RMS $AEM_{PRÉ\text{-}GAH}$), foi observado que o TrA/OI apresentou maiores médias na postura supina e quadrúpede (Figura 5). Na postura ortostática, não foi observada diferença da ∆EMG entre os músculos.

Na postura supina, a ∆EMG positiva foi a mais frequente entre as voluntárias, variando de 73,33% na ativação do RA a 100% na ativação dos MAP na amostra avaliada (Tabela 3). Em contrapartida, a postura ortostática apresentou maior frequência de redução da atividade eletromiográfica entre as voluntárias, em todos os músculos avaliados. Apesar desses achados, não foi observada associação entre as posturas adotadas e a resposta eletromiográfica durante a realização da GAH dos músculos RA (*p*=0,500), OE (*p*=0,275), TrA/OI (*p*=0,413) e MAP (*p*=0,096).

4. DISCUSSÃO

No presente estudo foi possível investigar o comportamento dos músculos abdominais e do assoalho pélvico durante a realização da ginástica abdominal hipopressiva, sendo esse estudo o primeiro a avaliar a influência do

posicionamento corporal na atividade eletromiográfica desses músculos durante a execução da GAH.

Foi observado um padrão de recrutamento dos MA e dos MAP, com pequenas variações entre as posturas analisadas. O TrA/OI e os MAP apresentaram maior porcentagem relativa de ativação, seguidos do OE e do RA, indicando haver maior sinergismo entre o TrA/OI e os MAP durante a realização da GAH quando comparados com o OE e o RA. Resultados semelhantes foram relatados na literatura quando analisado o nível de ativação desses músculos durante a realização da contração voluntária máxima dos MAP (MADILL; McLEAN, 2008). Nesse estudo que avaliou mulheres adultas, sem história de incontinência urinária de esforço, as autoras sugerem que o TrA e o OI estão mais intimamente relacionados com a atividade dos MAP que o OE e o RA. Essa maior relação entre os MAP e o TrA e o OI também foi observada durante a execução de manobras respiratórias como tosse e expiração forçada por mulheres adultas e nulíparas (NEUMANN; GILL, 2002). Segundo Junginger et al. (2010), a co-contração existente entre o TrA e os MAP já pode ser observada em esforços submáximos.

O baixo percentual de ativação do RA, variando de 5,44% a 9,77% entre as posturas, pode indicar uma fraca relação entre a GAH e a ativação desse músculo, além do baixo sinergismo entre o RA e os demais músculos avaliados. Essa menor ativação pode estar relacionada com as diferenças na fixação anatômica desses músculos, compartilhando regiões mínimas em suas origens e inserções (CHANTHAPETCH et al., 2009).

Neste estudo, apenas a atividade eletromiográfica normalizada do RA (supino vs. quadrúpede e supino vs. ortostática) e do TrA/OI (supino vs.

ortostatismo e ortostatismo e quadrupedia) apresentaram comportamentos diferentes entre as posturas, indicando que a amplitude de ativação, principalmente do OE e do MAP, independem da postura adotada para a execução da GAH. Até o momento, não foi identificado na literatura pesquisada (MEDLINE/Pubmed 1966 – 2013; LILACS 1982 – 2013; CINAHL) outro estudo que avaliasse o efeito do posicionamento corporal na amplitude da atividade eletromiográfica dos MA e dos MAP durante a realização da ginástica abdominal hipopressiva. Madill e McLean (2008) sugerem que posturas verticais contribuem no aumento da atividade dos MAP como uma forma de compensar o aumento da pressão intra-abdominal nessas posturas. Porém, ao comparar a amplitude dos MA e dos MAP nas posturas em decúbito supino, sentada e ortostática, durante o registro da contração voluntária máxima dos MAP, as autoras observaram que não houve diferença entre a amplitude de ativação dos músculos nas posturas analisadas, indicando que a ação da gravidade não exerce nenhum impacto na capacidade de ativação dos MAP.

Como os músculos abdominais avaliados são, em sua essência, expiratórios, é provável que esses músculos já se encontrassem em um estado de pré-ativação em decorrência do movimento expiratório anterior à GAH (HODGES et al., 1997). O mesmo pode-se conjecturar em relação aos MAP. Como os MAP e os MA são sinergistas (MADILL, McLEAN, 2008; NEUMANN, GILL, 2002), espera-se que, com o aumento da atividade dos músculos abdominais, a atividade dos MAP também aumente (SAPSFORD; HODGES, 2001). Dessa forma, a avaliação da ΔEMG permitiu identificar o nível da atividade eletromiográfica dos MA e dos MAP promovida predominantemente pela GAH, reduzindo a interferência da atividade pré-exercício nesse nível de

ativação. A partir desses achados, apesar da maior ΔEMG do TrA/OI nas posturas supina e quadrúpede, não foi possível determinar um padrão no nível de ativação eletromiográfica entre os músculos em cada postura.

A avaliação ΔEMG possibilitou a identificação de voluntárias que apresentaram aumento, diminuição ou ausência de ativação eletromiográfica em decorrência da GAH. A partir dessa análise, foi observado que o aumento da ativação eletromiográfica entre as mulheres foi mais frequente na postura com menor influência da ação gravitacional (supina) e menos frequente na postura com maior influência da ação gravitacional (ortostática). Apesar dessa diferença da frequência das voluntárias entre as posturas, não foi observada associação entre a postura adotada durante a ginástica abdominal hipopressiva e a variação percentual em relação à atividade pré-exercício.

Até o momento, apenas um estudo utilizou a eletromiografia de superfície na avaliação da ativação de MA e de MAP (STÜPP et al., 2012). Nesse estudo, os autores investigararam, em um grupo de fisioterapeutas nulíparas, a capacidade da ginástica abdominal hipopressiva, na postura supina, promover a ativação dos MAP acima do tônus de repouso, além de avaliar se a GAH poderia se equiparar ao treinamento através da contração voluntária dos MAP. Os autores observaram que o aumento em relação ao tônus de base foi significativamente maior, porém a contração voluntária dos MAP promoveu um aumento significativamente maior que a GAH. Apesar desse estudo apresentar registros eletromiográficos do TrA e do MAP na postura supina, não foi possível compará-lo com o presente trabalho uma vez que não houve aplicação de nenhum tipo normalização.

Algumas limitações devem ser pontuadas. Devido à característica dos registros obtidos, não foi possível avaliar o tempo de resposta entre os músculos avaliados. Dessa forma, não foi possível determinar a ordem temporal de recrutamento desses músculos durante a execução da GAH. Além disso, a utilização de eletrodos de superfície impossibilitou a distinção entre o músculo TrA e o OI em decorrência da fusão anatômica existente entre esses músculos no local utilizado para avaliá-los. Por não existirem exercícios padronizados para a obtenção da maior atividade muscular nas posturas em quadrupedia e ortostatismo, a utilização de um referencial na postura supina para a normalização da atividade eletromiográfica em todas as posturas avaliadas pode não representar fielmente o percentual relativo de ativação eletromiográfica desses músculos, durante a realização da GAH, nas posturas em quadrupedia e ortostatismo.

5. CONCLUSÃO

Foi possível observar neste estudo que a ginástica abdominal hipopressiva é capaz de ativar a musculatura abdominal, principalmente o TrA/OI, e os MAP. Também foram identificados padrões semelhantes de ativação nas posturas em supino, em quadrupedia e em ortostatismo, sugerindo a ausência de impacto da ação gravitacional no nível de ativação muscular durante a realização da GAH.

Como perspectivas futuras, os próximos trabalhos devem avaliar a influência do posicionamento pélvico e dos membros superiores, a ordem temporal de recrutamento dos MA e dos MAP, bem como se se há alteração no nível de ativação apresentado por esses músculos em uma população com

disfunções do assoalho pélvico. Além disso, há necessidade de abordar os possíveis efeitos da ginástica abdominal hipopressiva na musculatura respiratória e na função pulmonar, uma vez que a GAH é resultante, essencialmente, da ativação da musculatura acessória inspiratória associada à apnéia expiratória.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de prestar os sinceros agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni) pelo apoio financeiro prestado através de bolsas e auxílios e às pessoas do Laboratório de Cinesiologia e da Coordenação do Programa de Pós-graduação em Fisioterapia, ambos do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, pelo apoio prestado durante o período da pesquisa, essencial para a realização do trabalho.

REFERÊNCIAS

AUCHINCLOSS, C.; MCLEAN, LINDA. Does the presence of a vaginal probe alter pelvic floor muscle activation in young, continent women? **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 22, n. 6, p. 1003–9, 2012.

BERNARDES, B.; RESENDE, A.; STÜPP, L; et al. Efficacy of pelvic floor muscle training and hypopressive exercises for treating pelvic organ prolapse in women: randomized controlled trial. **São Paulo Medical Journal**, v. 130, n. 1, p. 5–9, 2012.

CAUFRIEZ, M. **Thérapies manueles et instrumentales en uro-gynécologie, bases théorics et test.Tome I**. Bruxelas, 1988.

CAUFRIEZ, M. **Thérapies manueles et instrumentales em uro-gynécologie, pratiques spécifiques.Tome II**. Bruxelas, 1989.

CAUFRIEZ, M. Techniques abdominales hypopressives et rééducation uro-gynécologique. **Kinésithérapie Scientifique**, v. 1, n. 351, p. 53–55, 1995.

CAUFRIEZ, M.; FERNÁNDEZ, J.; FANZEL, R.; SNOECK, T. Efectos de un programa de entrenamiento estructurado de Gimnasia Abdominal Hipopresiva sobre la estática vertebral cervical y dorsolumbar. **Fisioterapia**, v. 28, n. 4, p. 205 – 216, 2006.

CAUFRIEZ, M.; FERNÁNDEZ, J.; GUIGNEL, G.; HEIMANN, A. Comparación de las variaciones de presión abdominal en medio acuático y aéreo durante la realización de cuatro ejercicios abdominales hipopresivos. **Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología**, v. 10, n. 1, p. 12–23, 2007.

CAUFRIEZ, M.; FERNÁNDEZ-DOMÍNGUEZ, J. C.; BRYNHILDSVOLL, N. [Preliminary study on the action of hypopressive gymnastics in the treatment of idiopathic scoliosis]. **Enfermería clínica**, v. 21, n. 6, p. 354–8, 2011.

CHANTHAPETCH, P.; KANLAYANAPHOTPORN, R.; GAOGASIGAM, C.; CHIRADEJNANT, A. Abdominal muscle activity during abdominal hollowing in four starting positions. **Manual therapy**, v. 14, n. 6, p. 642–6, 2009.

HODGES, P.; CRESSWELL, A.; THORSTENSSON, A. Preparatory trunk motion accompanies rapid upper limb movement. **Experimental Brain Research.**, v. 124, n. 1, p. 69–79, 1999.

HODGES, P. W.; GANDEVIA, S. C.; RICHARDSON, C. A. Contractions of specific abdominal muscles in postural tasks are affected by respiratory maneuvers. **Journal of Applied Physiology**, v. 83, n. 3, p. 753–60, 1997.

JUNGINGER, B.; BAESSLER, K.; SAPSFORD, R.; HODGES, PAUL W. Effect of abdominal and pelvic floor tasks on muscle activity, abdominal pressure and bladder neck. **International Urogynecology Journal**, v. 21, n. 1, p. 69–77, 2010.

KESHWANI, N.; MCLEAN, LINDA. A differential suction electrode for recording electromyographic activity from the pelvic floor muscles: Crosstalk evaluation. **Journal of Electromyography and Kinesiology** , v. 23, n. 2, p. 311–8, 2013.

MADILL, S. J.; MCLEAN, L. Quantification of abdominal and pelvic floor muscle synergies in response to voluntary pelvic floor muscle contractions. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 18, n. 6, p. 955–64, 2008.

MARSHALL, P.; MURPHY, B. The validity and reliability of surface EMG to assess the neuromuscular response of the abdominal muscles to rapid limb movement. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 13, n. 5, p. 477–489, 2003.

MATSUDO, S.; ARAÚJO, T.; MATSUDO, V. et al. Questionário intrnacional de atividade fisica (IPAQ): Estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. **Atividade Física & Saúde**, v. 6, n. 2, p. 5–18, 2001.

MERLETTI, R. Standards for Reporting EMG Data. **Journal of Electromyography and Kinesiology,** (all volumes), 1999.

NEUMANN, P.; GILL, V. Pelvic floor and abdominal muscle interaction: EMG activity and intra-abdominal pressure. **International Urogynecology Journal and Pelvic Floor Dysfunction**, v. 13, n. 2, p. 125–32, 2002.

RESENDE, A. P. M.; STÜPP, L.; BERNARDES, B. T. et al. Can hypopressive exercises provide additional benefits to pelvic floor muscle training in women with pelvic organ prolapse? **Neurourology and Urodynamics**, v. 31, n. 1, p. 121–5, 2012.

RIAL, T.; VILLANUEVA, C. La gimnasia hipopresiva en un contexto de actividad físico-saludable y preventiva. **Revista de Transmisión del Conocimiento Educativo y de la Salud**, v. 4, n. 3, p. 215–230, 2012.

SAPSFORD, R. R.; HODGES, P. W. Contraction of the pelvic floor muscles during abdominal maneuvers. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 82, n. 8, p. 1081–8, 2001.

SAPSFORD, R. R.; HODGES, P. W.; RICHARDSON, C. A. et al. Co-activation of the abdominal and pelvic floor muscles during voluntary exercises. **Neurourology and Urodynamics**, v. 20, n. 1, p. 31–42, 2001.

STÜPP, L; RESENDE, A.; PETRICELLI, C. D. et al. Pelvic floor muscle and transversus abdominis activation in abdominal hypopressive technique through surface electromyography. **Neurourology and Urodynamics**, v. 30, n. 8, p. 1518–1521, 2011.

TAILLON-HOBSON, A.; AARON, S.; MCLEAN, L; BILODEAU, M. Voluntary and automatic recruitment of superficial and deep abdominal muscles in adults

with and without cystic fibrosis. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 21, n. 3, p. 411–7, 2011.

TORRES, G.; SALIDO, A. Programas de ejercicio en lumbalgia mecanopostural. **Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación**, v. 21, p. 11–19, 2009.

VERA-GARCIA, F. J.; MORESIDE, J. M.; MCGILL, S. M. Abdominal muscle activation changes if the purpose is to control pelvis motion or thorax motion. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 21, n. 6, p. 893–903, 2011.

TABELAS

Tabela 1

	SUPINO				QUADRUPEDIA			ORTOSTATISMO		
	RMS AEM_P	RMS AEM_{GAH}	EMG%	ΔEMG	RMS AEM_{GAH}	EMG%	ΔEMG	RMS AEM_{GAH}	EMG%	ΔEMG
	Média ± DP (μV)	Média ± DP (μV)	Média ± DP (%)	Média ± DP (%)	Média ± DP (μV)	Média ± DP (%)	Média ± DP (%)	Média ± DP (μV)	Média ± DP (%)	Média ± DP (%)
RA	126,21 ± 64,70	5,69 ± 2,70	5,44 ± 3,48	58,79 ± 71,17	9,64 ± 6,61	9,35 ± 6,66	68,09 ± 69,49	10,05 ± 10,32	9,77 ± 12,52	91,09 ± 164,38
OE	75,63 ± 52,38	17,48 ± 11,27	33,21 ± 30,27	179,33 ± 182,52	17,41 ± 12,82	34,40 ± 36,94	90,19 ± 106,32	17,32 ± 10,25	31,85 ± 29,87	94,73 ± 118,99
TrA/OI	48,21 ± 30,45	25,45 ± 21,60	61,84 ± 45,61	306,12 ± 422,50	25,51 ± 22,18	69,30 ± 74,15	173,17 ± 250,98	36,22 ± 35,14	87,82 ± 85,89	97,39 ± 128,70
MAP	47,70 ± 24,55	19,80 ± 9,82	47,77 ± 22,02	102,61 ± 98,11	24,47 ± 12,21	57,93 ± 28,89	76,32 ± 122,49	23,88 ± 12,01	57,33 ± 31,25	75,04 ± 175,05

Tabela 2

EMG%				*z*	*p*
SUPINO					
	RA	vs.	OE	-4,469	0,001**
	RA	vs.	TrA/OI	-4,541	0,001**
	RA	vs.	MAP	-4,541	0,001**
	OE	vs.	TrA/OI	-3,671	0,001**
	OE	vs.	MAP	-2,787	0,005**
	TrA/OI	vs.	MAP	-1,162	0,245
QUADRUPEDIA					
	RA	vs.	OE	-4,356	0,001**
	RA	vs.	TrA/OI	-4,457	0,001**
	RA	vs.	MAP	-4,432	0,001**
	OE	vs.	TrA/OI	-2,433	0,015*
	OE	vs.	MAP	-3,298	0,001**
	TrA/OI	vs.	MAP	-0,465	0,642
ORTOSTATISMO					
	RA	vs.	OE	-4,167	0,001**
	RA	vs.	TrA/OI	-4,623	0,001**
	RA	vs.	MAP	-4,600	0,001**
	OE	vs.	TrA/OI	-3,486	0,001**
	OE	vs.	MAP	-3,281	0,001**
	TrA/OI	vs.	MAP	-1,944	0,052

*p<0,05
**p<0,01

Tabela 3

		Supino n(%)	Quadrupedia n(%)	Ortostatismo n(%)	*p**
RA	ΔEMG (+)	22 (73,33)	21 (70,00)	19 (63,33)	
	ΔEMG (-)	4 (13,33)	5 (16,66)	9 (30,00)	
	ΔEMG 0	4 (13,33)	4 (13,33)	2 (6,66)	
					0,500
OE	ΔEMG (+)	26 (86,66)	23 (76,66)	23 (76,66)	
	ΔEMG (-)	4 (13,33)	5 (16,66)	7 (23,33)	
	ΔEMG 0	0 (0,00)	2 (6,66)	0 (0,00)	
					0,275
TrA/OI	ΔEMG (+)	27 (90,00)	24 (80,00)	23 (76,66)	
	ΔEMG (-)	3 (10,00)	5 (16,66)	7 (23,33)	
	ΔEMG 0	0 (0,00)	1 (3,33)	0 (0,00)	
					0,413
MAP	ΔEMG (+)	30 (100,00)	27 (90,00)	25 (83,33)	
	ΔEMG (-)	0 (0,00)	2 (6,66)	5 (16,66)	
	ΔEMG 0	0 (0,00)	1 (3,33)	0 (0,00)	
					0,096

*Teste qui-quadrado de Pearson

FIGURAS

Figura 1

Figura 2

Figura 3

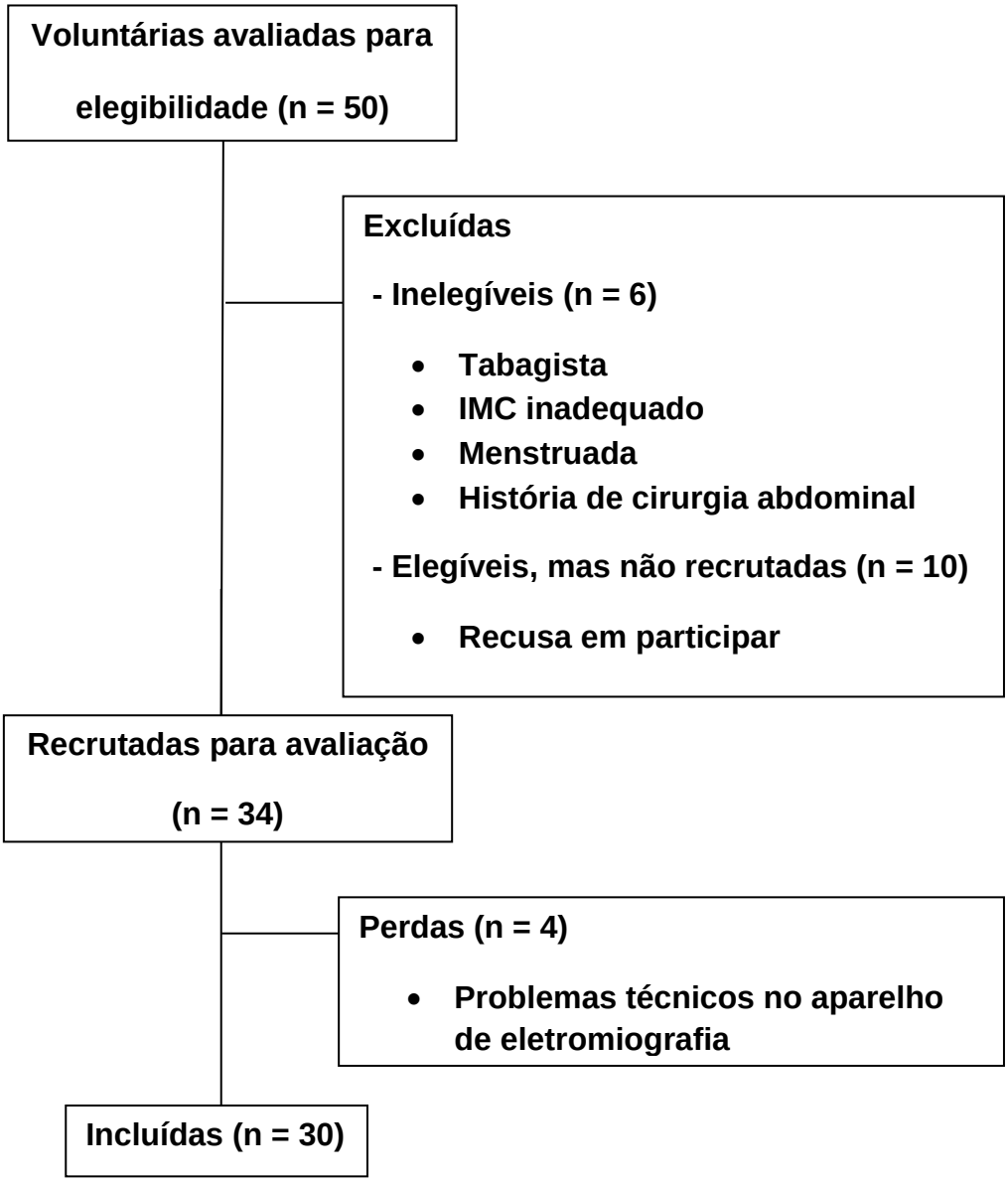

Voluntárias avaliadas para elegibilidade (n = 50)
Excluídas
- Inelegíveis (n = 6)
Tabagista
IMC inadequado
Menstruada
História de cirurgia abdominal
- Elegíveis, mas não recrutadas (n = 10)
Recusa em participar
Recrutadas para avaliação (n = 34)
Perdas (n = 4)
Problemas técnicos no aparelho de eletromiografia
Incluídas (n = 30)

Figura 4

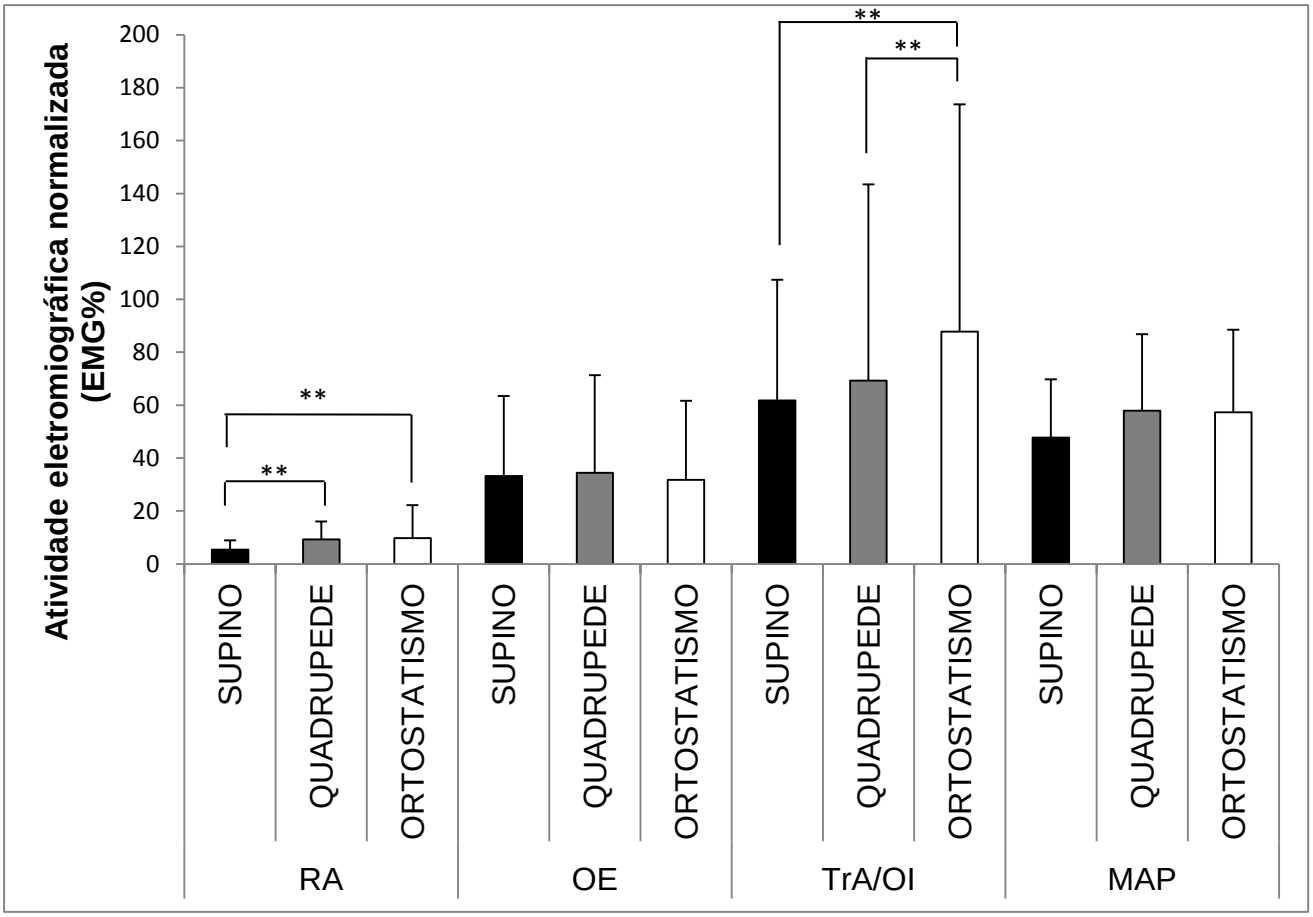
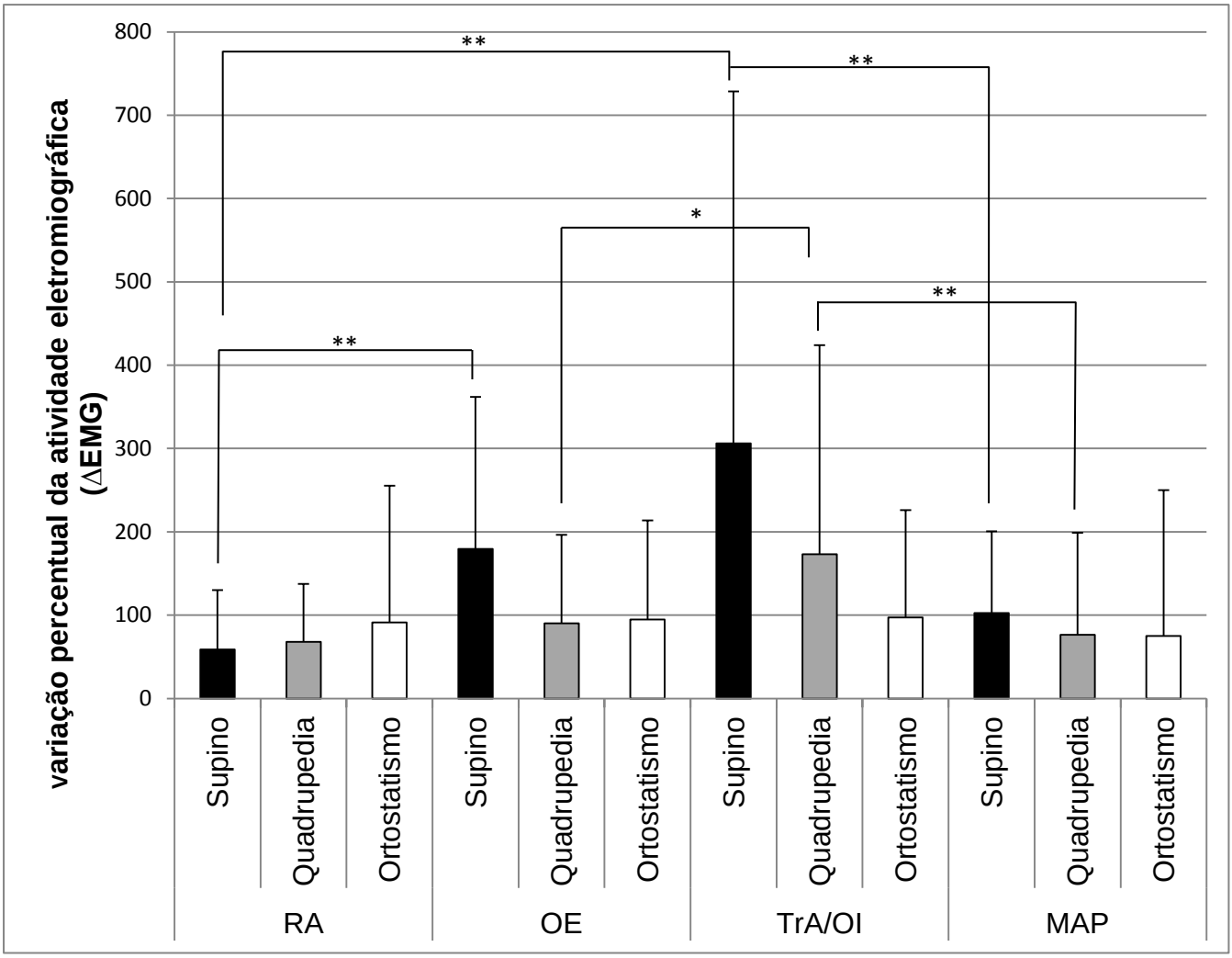

Atividade eletromiográfica normalizada (EMG%)
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
**
**
**
**
SUPINO
QUADRUPEDE
ORTOSTATISMO
SUPINO
QUADRUPEDE
ORTOSTATISMO
SUPINO
QUADRUPEDE
ORTOSTATISMO
SUPINO
QUADRUPEDE
ORTOSTATISMO
RA
OE
TrA/OI
MAP

Figura 5


variação percentual da atividade eletromiográfica (ΔEMG)
800
700
600
500
400
300
200
100
0
**
**
*
**
**
Supino
Quadrupedia
Ortostatismo
Supino
Quadrupedia
Ortostatismo
Supino
Quadrupedia
Ortostatismo
Supino
Quadrupedia
Ortostatismo
RA
OE
TrA/OI
MAP

LEGENDAS

Tabela 1 – Média e desvio padrão (DP) do nível de atividade eletromiográfica máxima durante os testes padronizados (RMS AEM_P), do nível de atividade eletromiográfica máxima durante a realização da ginástica abdominal hipopressiva (RMS AEM_{GAH}), e da atividade eletromiográfica normalizada (EMG%) dos músculos reto abdominal (RA), oblíquo externo (OE), transverso abdominal / oblíquo interno (TrA/OI) e dos músculos do assoalho pélvico (MAP) durante a realização da ginástica abdominal hipopressiva nas posturas em decúbito supino, quadrupedia e ortostatismo.

Tabela 2 - *Z*-valores do teste *post hoc* Wilcoxon para testar a presença de diferença entre os valores médios da atividade eletromiográfica normalizada (EMG%) entre músculos reto-abdominal (RA), oblíquo externo (OE), transverso abdominal/oblíquo interno (TrA/OI) e assoalho pélvico (MAP) em cada postura analisada.

Tabela 3 – Distribuição da variação percentual da atividade eletromiográfica durante a realização da ginástica abdominal hipopressiva (GAH) em relação à atividade pré-exercício (∆EMG) segundo as posturas supina, quadrúpede e ortostática. O sinal positivo (+) indica aumento da atividade eletromiográfica (EMG), o sinal negativo (-) diminuição da EMG e o zero (0) indica ausência de variação entre a GAH e a atividade pré-exercício.

Figura 1 – Expansão da caixa torácica através da abertura das costelas durante a realização da ginástica abdominal hipopressiva.

Figura 2 – Sonda endovaginal utilizada na avaliação dos músculos do assoalho pélvico

Figura 3 – Fluxograma de captação e acompanhamento das participantes.

Figura 4 – Atividade eletromiográfica normalizada (EMG%) durante a realização da ginástica abdominal hipopressiva nas posturas em decúbito supino, quadrúpede e ortostática. As barras indicam as médias da EMG% dos músculos reto abdominal (RA), oblíquo externo (OE), transverso abdominal/oblíquo interno (TrA/OI) e assoalho pélvico (MAP). *p<0,05; **p<0,01.

Figura 5 – Variação percentual da atividade eletromiográfica (∆EMG) durante a realização da ginástica abdominal hipopressiva nas posturas em decúbito supino, quadrúpede e ortostática. As barras indicam as médias da ∆EMG dos músculos reto abdominal (RA), oblíquo externo (OE), transverso abdominal/oblíquo interno (TrA/OI) e assoalho pélvico (MAP). *p<0,05; **p<0,01.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos achados do presente estudo, pode-se concluir que em uma população de mulheres jovens e saudáveis, a ginástica abdominal hipopressiva:

- Promoveu a ativação do grupo muscular formado pelo transverso abdominal e oblíquo interno, com percentuais relativos de ativação, tomando como referência sua atividade eletromiográfica máxima, variando entre 61,84% e 87,82%;
- Promoveu a ativação do músculo oblíquo externo, com percentuais relativos de ativação, tomando como referência sua atividade eletromiográfica máxima, variando entre 31,85% e 34,40%;
- Promoveu a ativação do reto abdominal, com percentuais relativos de ativação, tomando como referência sua atividade eletromiográfica máxima, variando entre 5,44% e 9,77%;
- Promoveu a ativação dos músculos do assoalho pélvico, com percentuais relativos de ativação, tomando como referência sua atividade eletromiográfica máxima, variando entre 47,77% e 57,33%;
- Apresentou um padrão de ativação semelhante entre os músculos em cada postura, com maior a amplitude de ativação observada no músculo transverso abdominal / oblíquo interno e nos músculos do assoalho pélvico, seguidos dos músculos oblíquo externo e, por último, o reto abdominal;
- Promoveu, na postura supina, aumento do nível da atividade eletromiográfica pré-exercício do músculo reto abdominal em 73,33% das voluntárias avaliadas; do músculo oblíquo externo em 86,66% das voluntárias avaliadas; do grupo muscular formado pelo transverso abdominal / oblíquo interno em 90% das voluntárias avaliadas; dos músculos do assoalho pélvico em 100% das voluntárias avaliadas;

- Promoveu, na postura quadrúpede, aumento do nível da atividade eletromiográfica pré-exercício do músculo reto abdominal em 70% das voluntárias avaliadas; do músculo oblíquo externo em 76,66% das voluntárias avaliadas; do grupo muscular formado pelo transverso abdominal / oblíquo interno em 80% das voluntárias avaliadas; dos músculos do assoalho pélvico em 90% das voluntárias avaliadas;
- Promoveu, na postura ortostática, aumento do nível da atividade eletromiográfica pré-exercício do músculo reto abdominal em 63,33% das voluntárias avaliadas; do músculo oblíquo externo em 76,66% das voluntárias avaliadas; do grupo muscular formado pelo transverso abdominal / oblíquo interno em 76,66% das voluntárias avaliadas; dos músculos do assoalho pélvico em 83,33% das voluntárias avaliadas;
- Não apresentou associação entre as posturas analisadas e a ativação eletromiográfica dos músculos reto abdominal, transverso abdominal / oblíquo interno, oblíquo externo e dos músculos do assoalho pélvico.

Esses resultados contribuem na caracterização da ginástica abdominal hipopressiva ampliando o conhecimento já existente sobre a técnica e promovendo maior entendimento dos efeitos desse conjunto de exercícios na ativação dos músculos abdominais e do assoalho pélvico. A partir desse conhecimento, pode-se direcionar a aplicação da GAH para situações em que se beneficiem da ativação muscular promovida pela técnica.

Implicações para a prática clínica

O maior nível de ativação e o sinergismo observados nos músculos TrA/OI e nos MAP durante a realização da ginástica abdominal hipopressiva, sugere que a técnica pode ser utilizada em situações que necessitem da coativação desses músculos, como nas disfunções do assoalho pélvico.

Como os resultados do presente estudo mostraram a existência de uma coativação entre os MA e os MAP nas posturas supina, quadrúpede e

ortostática, e diante da proposta da técnica em diminuir a pressão intra-abdominal com menor sobrecarga sobre a musculatura do assoalho pélvico, parece adequado sugerir tais exercícios como forma de treinamento muscular abdominal em mulheres no pós-parto.

Além disso, devido ao sinergismo abdomino-perinael detectado e à importância da atuação conjunta dessas musculaturas na estabilização lombopélvica, os resultados encontrados sugerem também a possibilidade de aplicações clínicas direcionadas para populações que apresentem distúrbios no seguimento lombopélvico da coluna.

Implicações para a pesquisa

Como perspectivas futuras para pesquisas posteriores, sugere-se a investigação do efeito da ginástica abdominal hipopressiva na ativação dos grupos musculares, tanto em mulheres com disfunções do assoalho pélvico quanto em mulheres no período pós-parto, e do efeito do posicionamento pélvico e dos membros superiores no nível de ativação dos MA e dos MAP. A maior ativação do grupo muscular formado pelo transverso abdominal e pelo oblíquo interno possibilita hipotetizar os possíveis efeitos da GAH no controle postural.

Além disso, por se tratar de uma técnica que utiliza essencialmente os músculos acessórios da respiração para promover a ativação reflexa dos músculos abdominais e do assoalho pélvico, sugere-se investigar o efeito da GAH na função pulmonar tanto em indivíduos saudáveis quanto nas doenças respiratórias.

Portanto, ensaios clínicos podem averiguar o efeito da realização da ginástica abdominal hipopressiva em desfechos clínicos críticos e importantes em populações específicas que poderiam se beneficiar com a realização da técnica, como mulheres com disfunções do assoalho pélvico, mulheres no pós-parto e pessoas com distúrbios envolvendo a coluna.

REFERÊNCIAS

ASHTON-MILLER, J. A; DELANCEY, J. O. L. Functional anatomy of the female pelvic floor. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1101, p. 266–96, 2007.

AROKOSKI, J.P.; VALTA, T.; AIRAKSINEN, O.; KANKAAMPA, M. Back and Abdominal Muscle Function During Stabilization Exercises. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**. v. 82, p.1089-1098, 2001.

AUCHINCLOSS, C.; MCLEAN, LINDA. Does the presence of a vaginal probe alter pelvic floor muscle activation in young, continent women? **Journal of electromyography and kinesiology**, v. 22, n. 6, p. 1003–9, 2012..

BERNARDES, B.; RESENDE, A.; STÜPP, L; et al. Efficacy of pelvic floor muscle training and hypopressive exercises for treating pelvic organ prolapse in women: randomized controlled trial. **São Paulo Medical Journal**, v. 130, n. 1, p. 5–9, 2012.

CAUFRIEZ, M. **Thérapies manueles et instrumentales en uro-gynécologie, bases théorics et test.Tome I**. Bruxelas, 1988.

CAUFRIEZ, M. **Thérapies manueles et instrumentales em uro-gynécologie, pratiques spécifiques.Tome II**. Bruxelas, 1989.

CAUFRIEZ, M. Techniques abdominales hypopressives et rééducation uro-gynécologique. **Kinésithérapie scientifique**, v. 1, n. 351, p. 53–55, 1995.

CAUFRIEZ, M. **Gymnastique abdominal hypopressive**. Bruxelas, 1997.

CAUFRIEZ, M.; DOMÍNGUEZ, J. C. F.; DEMAN, C.; WARY-THYS, C. Contribución al estudio sobre el tono del suelo pélvico. **Progresos de Obstetricia y Ginecología**, v. 50, n. 5, p. 282–291, 2007.

CAUFRIEZ, M.; FERNÁNDEZ, J.; FANZEL, R.; SNOECK, T. Efectos de un programa de entrenamiento estructurado de Gimnasia Abdominal Hipopresiva sobre la estática vertebral cervical y dorsolumbar. **Fisioterapia**, v. 28, n. 4, p. 205 – 216, 2006.

CAUFRIEZ, M.; FERNÁNDEZ, J.; GUIGNEL, G.; HEIMANN, A. Comparación de las variaciones de presión abdominal en medio acuático y aéreo durante la realización de cuatro ejercicios abdominales hipopresivos. **Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología**, v. 10, n. 1, p. 12–23, 2007.

CAUFRIEZ, M.; FERNÁNDEZ-DOMÍNGUEZ, J. C.; BRYNHILDSVOLL, N. [Preliminary study on the action of hypopressive gymnastics in the treatment of idiopathic scoliosis]. **Enfermería clínica**, v. 21, n. 6, p. 354–8, 2011.

CRISWELL, E. Cram's introducion to surface electromyography. Ed. 2. Sudbury: **Jones and Bartlet publishers**, 2011.

CHANTHAPETCH, P.; KANLAYANAPHOTPORN, R.; GAOGASIGAM, C.; CHIRADEJNANT, A. Abdominal muscle activity during abdominal hollowing in four starting positions. **Manual therapy**, v. 14, n. 6, p. 642–6, 2009.

FRIEROS, M. P. DE O.; GONZÁLEZ, R. L.; ECHARRI, F. J. M. Consideraciones biomecánicas en el trabajo de la musculatura abdominal. **Apunts. Educación Física y Deportes**, , n. 99, p. 28–33, 2010.

HAYLEN, B. T.; RIDDER, D. DE; FREEMAN, R. M. et al. An International Urogynecological Association (IUGA)/ International Continence Society (ICS) joint report on the terminology for female pelvic floor dysfunction. **International Urogynecology Journal**, v. 21, p. 5–26, 2010.

HERMENS, H.J.; FRERIKS, B.; DISSELHORST-KLUG, C.; RAU, G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **Journal of Electromyography and Kinesiology,** v. 10, p. 361-374, 2000.

HODGES, P.; CRESSWELL, A.; THORSTENSSON, A. Preparatory trunk motion accompanies rapid upper limb movement. **Experimental Brain Research**, v. 124, n. 1, p. 69–79, 1999.

JUNGINGER, B.; BAESSLER, K.; SAPSFORD, R.; HODGES, PAUL W. Effect of abdominal and pelvic floor tasks on muscle activity, abdominal pressure and bladder neck. **International urogynecology journal**, v. 21, n. 1, p. 69–77, 2010.

KESHWANI, N.; MCLEAN, LINDA. A differential suction electrode for recording electromyographic activity from the pelvic floor muscles: Crosstalk evaluation. **Journal of electromyography and kinesiology**, v. 23, n. 2, p. 311–8, 2013.

KORELO, R. I. G.; KOSIBA, C. R.; GRECCO, L.; MATOS, R. A. Influência do fortalecimento abdominal na função perineal , associado ou não à orientação de contração do assoalho pélvico , em nulíparas. **Fisioterapia em Movimento.**, v. 24, n. 1, p. 75–85, 2011.

MADILL, S. J.; MCLEAN, L. Relationship Between Abdominal and Pelvic Floor Muscle Activation and Intravaginal Pressure During Pelvic Floor Muscle Contractions in Healthy Continent Women. **Neurourology and Urodynamics**, v. 730, n. April, p. 722–730, 2006.

MADILL, S. J.; MCLEAN, L. Quantification of abdominal and pelvic floor muscle synergies in response to voluntary pelvic floor muscle contractions. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 18, n. 6, p. 955–64, 2008.

MARSHALL, P.; MURPHY, B. The validity and reliability of surface EMG to assess the neuromuscular response of the abdominal muscles to rapid limb

movement. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 13, n. 5, p. 477–489, 2003.

MATSUDO, S.; ARAÚJO, T.; MATSUDO, V. et al. Questionário intrnacional de atividade fisica (IPAQ): Estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. **Atividade Física & Saúde**, v. 6, n. 2, p. 5–18, 2001.

MERLETTI, R. Standards for Reporting EMG Data. **Journal of Electromyography and Kinesiology,** (all volumes), 1999.

MONFORT-PAÑEGO, M.; VERA-GARCIA, F.J.; SÁNCHEZ-ZURIAGA, D.; SANTI-MARTÍNEZ, M.A. Electromyographic studies in abdominal exercises: a literature synthesis. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics,** v.32, n. 3, p.232-244, 2009.

NAGIB, A. B. L.; GUIRRO, E. C. O.; PALAURO, V. A.; GUIRRO, R. R. J. Avaliação da sinergia da musculatura abdomino-pélvica em nulíparas com eletromiografia e biofeedback perineal. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, v. 27, n. 4, p. 210–215, 2005.

NEUMANN, P.; GILL, V. Pelvic floor and abdominal muscle interaction: EMG activity and intra-abdominal pressure. **International urogynecology journal and pelvic floor dysfunction**, v. 13, n. 2, p. 125–32, 2002.

NG, J. K.; KIPPERS, V.; RICHARDSON, C. A. Muscle fibre orientation of abdominal muscles and suggested surface EMG electrode positions. **Electromyography and clinical neurophysiology**, v. 38, n. 1, p. 51–8, 1998.

RESENDE, A. P. M.; STÜPP, L.; BERNARDES, B. T. et al. Can hypopressive exercises provide additional benefits to pelvic floor muscle training in women with pelvic organ prolapse? **Neurourology and urodynamics**, v. 31, n. 1, p. 121–5, 2012.

RIAL, T.; VILLANUEVA, C. La gimnasia hipopresiva en un contexto de actividad físico-saludable y preventiva. **Revista de Transmisión del Conocimiento Educativo y de la Salud**, v. 4, n. 3, p. 215–230, 2012.

SAPSFORD, R. R.; HODGES, P W. Contraction of the pelvic floor muscles during abdominal maneuvers. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 82, n. 8, p. 1081–8, 2001.

SAPSFORD, R. R.; HODGES, P W; RICHARDSON, C. A. et al. Co-activation of the abdominal and pelvic floor muscles during voluntary exercises. **Neurourology and Urodynamics**, v. 20, n. 1, p. 31–42, 2001.

SIROKY, M. Electromyography of the Perineal Floor. **The Urologic Clinics of North America**. v.23, n.2, p.299-307, 1996.

STÜPP, L; RESENDE, A.; PETRICELLI, C. D. et al. Pelvic floor muscle and transversus abdominis activation in abdominal hypopressive technique through surface electromyography. **Neurourology and Urodynamics**, v. 30, n. 8, p. 1518–1521, 2011.

TAILLON-HOBSON, A.; AARON, S.; MCLEAN, L; BILODEAU, M. Voluntary and automatic recruitment of superficial and deep abdominal muscles in adults with and without cystic fibrosis. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 21, n. 3, p. 411–7, 2011.

TEIXEIRA, A.; GUIMARÃES, C. A.; ZIMER, S. DO R. A.; OLIVEIRA, A. P. M. V. DE. Tratamento fisioterapêutico na incontinência urinária de esforço em mulheres de 35 a 55 anos. **RUBS**, v. 1, n. 3, p. 12–16, 2005.

TORRES, G.; SALIDO, A. Programas de ejercicio en lumbalgia mecanopostural. **Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación**, v. 21, p. 11–19, 2009.

WHO. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. **WHO Technical Report Series 854.** Geneva: World Health Organization, 1995.

VERA-GARCIA, F. J.; MORESIDE, J. M.; MCGILL, S. M. Abdominal muscle activation changes if the purpose is to control pelvis motion or thorax motion. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 21, n. 6, p. 893–903, 2011..

ANEXOS

ANEXO 1:

Aprovação do Comitê de Ética

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
Comitê de Ética em Pesquisa
Av. da Engenharia, s/n – 1º andar – Sala 4 – Cidade Universitária
50.740-600 Recife – PE, Tel/fax: 81. 2126.8588 – cepccs@ufpe.br

Ofício nº. 079/2013 - CEP/CCS/UFPE

Recife, 09 de abril de 2013.

À
Profa. Dra. Andréa Lemos Bezerra de Oliveira
Centro de Ciências da Saúde – UFPE

Registro do SISNEP FR – 417534
CAAE – 0136.0.172.000-11
Registro CEP/CCS/UFPE Nº 166/11

Titulo: Análise eletromiográfica da musculatura abdominal e perineal durante exercícios abdominais hipopressivos.
Pesquisador Responsável: Andrea Lemos Bezerra de Oliveira

Senhor (a) Pesquisador (a):

O Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (CEP/CCS/UFPE) recebeu em 08/04/2013 o relatório final do protocolo em epígrafe e considera que o mesmo foi devidamente aprovado por este Comitê nesta data.

Atenciosamente

Vânia Pinheiro Ramos

Profa. Vânia Pinheiro Ramos
Vice-Coordenadora do CEP/ CCS / UFPE

ANEXO 2:

Questionário Internacional de Atividade Física – versão curta

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA

NOME COMPLETO SEM ABREVIAÇÕES E EM LETRA DE FORMA:

IDADE: _____ SEXO: _____ DATA DE NASCIMENTO: ___/____/____

As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são MUITO importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação !

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar MUITO mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar UM POUCO mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez:

1a Em quantos dias da última semana você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias _____ por **SEMANA** ( ) Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**? horas: _____ Minutos: _____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração **(POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA):** dias _____ por **SEMANA** ( ) Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**? horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração. Dias _____ por **SEMANA** ( ) Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**? horas: _____ Minutos: _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre (deixa livre ou lazer. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV, jogando vídeo game, bate-papo na internet e uso do computador para jogar e estudar. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um dia de semana? _____horas _____ minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um dia de final de semana? _____ horas _____ minutos

ANEXO 3:

Classificação do Nível de Atividade Física

CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA IPAQ

1. MUITO ATIVO: aquele que cumpriu as recomendações de:

a) VIGOROSA: ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão ou
b) VIGOROSA: ≥ 3 dias/sem e ≥ 20 minutos por sessão **+** MODERADA ou CAMINHADA: ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão.

2. ATIVO: aquele que cumpriu as recomendações de:

a) VIGOROSA: ≥ 3 dias/sem e ≥ 20 minutos por sessão; ou
b) MODERADA ou CAMINHADA: ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão; ou
c) Qualquer atividade somada: ≥ 5 dias/sem e ≥ 150 minutos/sem (caminhada **+** moderada **+** vigorosa).

3. IRREGULARMENTE ATIVO: aquele que realiza atividade física, porém, de forma insuficiente para ser classificado como ativo pois não cumpre as recomendações quanto à freqüência ou duração. Para realizar essa classificação soma-se a freqüência e a duração dos diferentes tipos de atividades (caminhada **+** moderada **+** vigorosa).

4. SEDENTÁRIO: aquele que não realizou nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana.

APÊNDICES

APÊNDICE 1:

Lista de Checagem

LISTA DE CHECAGEM

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DA MUSCULATURA ABDOMINAL E DO ASSOALHO PÉLVICO DURANTE A REALIZAÇÃO DA GINÁSTICA ABDOMINAL HIPOPRESSIVA

Voluntária nº. ☐☐☐

Pesquisador:

Data: ☐☐/☐☐/☐☐☐☐

IDENTIFICAÇÃO

Nome: _____

Idade: ☐☐ anos

Peso: _____ (kg)

Altura: _____ (m)

Idade entre 18 e 35 anos	☐ **SIM**	☐ **NÃO**
Nuligesta	☐ **SIM**	☐ **NÃO**
Eutrófica (IMC entre 18,5 e 24,99)	☐ **SIM**	☐ **NÃO**
Dobra cutânea abdominal ≤ 3 cm	☐ **SIM**	☐ **NÃO**
Nível de atividade física ATIVO ou IRREGULARMENTE ATIVO	☐ **SIM**	☐ **NÃO**
História prévia de cirurgia abdominal e/ou pélvica	☐ SIM	☐ NÃO
Gravidez ou suspeita de gravidez	☐ SIM	☐ NÃO
Hipertensão	☐ SIM	☐ NÃO
Doenças neurológicas	☐ SIM	☐ NÃO
Diabetes	☐ SIM	☐ NÃO
Tabagismo	☐ SIM	☐ NÃO
Disfunção do assoalho pélvico	☐ SIM	☐ NÃO
Doenças respiratórias	☐ SIM	☐ NÃO
Cardiopatias	☐ SIM	☐ NÃO
Em período de fluxo catamenial	☐ SIM	☐ NÃO

APÊNDICE 2:

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(De acordo com os critérios da resolução 196/96 do Conselho Nacional da Pesquisa)

TÍTULO: ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DA MUSCULATURA ABDOMINAL E DO ASSOALHO PÉLVICO DURANTE A GINÁSTICA ABDOMINAL HIPOPRESSIVA

COORDENADORA: Andrea Lemos Bezerra de Oliveira / Fone: 9232-5707 / e-mail: lemosandrea@bol.com.br

Pesquisador 1: Lucas Ithamar Silva Santos / Fone: 9278-8221 – 3436-3688 / e-mail: lucas.ithamar@gmail.com

Pesquisador 2: Niedja Natállia da Silva / Fone: 9267-9731 / e-mail: niedja.natallia@gmail.com

Local de pesquisa: - Laboratório de Cinesiologia do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Av. prof. Moraes Rego, 1235 – Cidade Universitária. Recife/PE, Brasil CEP:50670-901.

Comitê de Ética: Avenida da Engenharia s/n – 1º andar, Cidade Universitária, Recife/PE CEP: 50740-600 tel.: 2126-8588.

Você está sendo convidada a participar da pesquisa sobre "Análise Eletromiográfica da Musculatura Abdominal e do Assoalho Pélvico Durante a Ginástica Abdominal Hipopressiva" realizada no laboratório de Cinesiologia do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, tendo como responsável a Profª Drª Andrea Lemos Bezerra de Oliveira e os pesquisadores Lucas Ithamar Silva Santos e Niedja Natállia da Silva.

Se decidir participar, é importante que leia as informações sobre a pesquisa e o seu papel enquanto participante dela. É preciso entender a natureza, os riscos e benefícios da sua participação, dando também seu consentimento livre e esclarecido por escrito. Você pode recusar sua participação nesta pesquisa desde já ou a qualquer momento durante a realização da pesquisa, retirando seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com os pesquisadores ou a instituição que apoia esta pesquisa. Em caso de decidir retirar-se do estudo, deverá notificar, mas não justificar, ao pesquisador ou professor responsável que a esteja atendendo.

Objetivo da pesquisa: O propósito da pesquisa é avaliar a atividade dos músculos do abdômen e do assoalho pélvico, através da eletromiografia de superfície, durante a realização da Ginástica Abdominal Hipopressiva.

Justificativa do estudo: Essa pesquisa justifica-se pela necessidade de avaliar a eficácia da Ginástica Abdominal Hipopressiva na ativação da musculatura abdominal e do assoalho pélvico. Por ser uma técnica recente, são poucos os estudos que avaliam a sua eficácia. Além disso, há uma lacuna na literatura sobre a eficácia da técnica estudada na ativação muscular.

Procedimento da pesquisa: As participantes, inicialmente, responderão a um questionário de avaliação fisioterapêutica e um questionário para avaliar o nível de atividade física. Será realizado um treinamento para ensinar às participantes a correta realização da Ginástica Abdominal Hipopressiva. Em seguida, realizarão a análise eletromiográfica da musculatura abdominal e do assoalho pélvico. Para a região abdominal, serão utilizados eletrodos de superfície posicionados após a realização da limpeza da pele. Para a avaliação dos músculos do assoalho pélvico, será utilizada uma sonda endovaginal colocada pela própria participante em local reservado. A verificação do posicionamento da sonda será realizado por inspeção pela pesquisadora Niedja Natállia da Silva. Após a colocação dos eletrodos, a participante será orientada a realizar o programa de exercícios o qual foi treinada para realizar. Serão realizados 03 (três) exercícios da Ginástica Abdominal Hipopressiva. Também será realizada a medição do peso e da altura das participantes.

Riscos: Desconforto e constrangimento resultantes da colocação e da disposição dos eletrodos de superfície na região abdominal e da sonda endovaginal.

Benefícios: Você será beneficiada com o recebimento de um guia prático de exercícios para prevenção e tratamento de disfunções do assoalho pélvico comuns em mulheres. Através de sua participação no estudo, você também será beneficiada com o aprendizado da técnica estudada e com os benefícios envolvidos na prática da mesma.

Relevância da pesquisa: O desenvolvimento de um trabalho que visa qualificar o nível de eficácia da técnica na ativação muscular pode ampliar as possibilidades de atuação e a população que poderia ser potencialmente beneficiada. Os resultados desse projeto servirão como base para o desenvolvimento de pesquisas que avaliem a eficácia da Ginástica Abdominal Hipopressiva em diversas posições.

Custos/Reembolso: Esse estudo não requer nenhum tipo de ônus para você, sendo todos os custos de total responsabilidade dos pesquisadores. Sua participação também será voluntária, ou seja, você não receberá nenhuma retribuição financeira.

Caráter confidencial da pesquisa: Todos os dados da pesquisa, inclusive as imagens obtidas, serão guardados no computador do Laboratório de Cinesiologia, do

Departamento de Fisioterapia da UFPE, sob a responsabilidade da pesquisadora responsável, professora doutora Andrea Lemos Bezerra de Oliveira, e quaisquer dados que venham a ser publicados não constará seu nome, ou seja, sua identidade não será revelada.

Eu, _____,
RG _____, idade _____, declaro que fui devidamente informada e esclarecida sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade. Estou ciente que os resultados deste estudo poderão ser aproveitados para fins de ensino e pesquisa, desde que minha identidade não seja revelada. Enfim, tendo sido orientado quanto à natureza e o objetivo do estudo, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação.

_____
Local e Data

_____	_____	_____
Nome do Voluntário	Assinatura do Voluntário	Data
_____	_____	_____
Nome da Testemunha	Assinatura da Testemunha	Data
_____	_____	_____
Nome da Testemunha	Assinatura da Testemunha	Data
_____	_____	_____
Nome do investigador	Assinatura do Investigador	Data