

Avaliação da sinergia da musculatura abdomino-pélvica em nulíparas com eletromiografia e *biofeedback* perineal

Evaluation of the synergy of the abdomino-pelvic musculature in nulliparous women with eletromyography and perineal biofeedback

Anita Bellotto Leme Nagib¹, Elaine Caldeira Oliveira Guirro²,
Valéria Aparecida Palauro³, Rinaldo Roberto Jesus Guirro²

RESUMO

Objetivo: verificar o comportamento da musculatura abdominal e perineal em face de alterações respiratórias induzidas em 15 nulíparas, sem história de disfunções perineais e/ou respiratórias prévias, com faixa etária de 20 a 26 anos (22,9±1,83). **Métodos:** a atividade elétrica dos músculos abdominais e perineais foi analisada utilizando a eletromiografia de superfície, e a pressão perineal (PP) obtida mediante *biofeedback* digital, simultaneamente. As voluntárias foram instruídas a realizar três repetições e a execução de manobras respiratórias: inspiração máxima (PI_{máx}), expiração máxima (PE_{máx}) e Valsalva (MV), em ordem aleatória. As voluntárias foram posicionadas em mesa ginecológica, com 60° de inclinação de tronco. Os sinais eletromiográficos foram coletados pelo *software* AqDados® (4.4) para linguagem binária ASCII, sendo posteriormente processados no *software* Matlab® (6.5.1). A análise estatística da envoltória (EN) do sinal foi realizada por meio da correlação de Spearman e do teste Kruskal-Wallis, com nível de significância de 5% (p<0,05). **Resultado:** observou-se que a PP foi maior na PI_{máx} (2,98±2,38), seguida da MV (29,10±10,68), sendo ambas superadas pela PE_{máx} (38,22±9,98) (p<0,01). Demonstrou-se ainda correlação positiva entre a PE_{máx} e a PP (p<0,01), bem como entre a EN da musculatura perineal e abdominal na PE_{máx} e PI_{máx} (p<0,05 e p=0,03, respectivamente). Os resultados relativos às MVs não foram significativos, quando analisadas a PP e EN. **Conclusão:** foi possível identificar a presença de sinergia abdômino-pélvica durante a execução das manobras respiratórias, em especial em relação a PE_{máx}.

PALAVRAS-CHAVE: Músculos abdominais; Pelve; Manobra de Valsalva; Eletromiografia; Músculos; Períneo

ABSTRACT

Purpose: to verify the behavior of the abdominal and perineal musculature in respiratory changes induced in 15 nulliparous women without previous history of perineal or respiratory failures, with age ranging from 20 to 26 years (22.9±1.83). **Methods:** the electrical abdominal and perineal activities were analyzed simultaneously through surface electromyography and perineal pressure (PP) obtained through digital biofeedback. The volunteers were told to accomplish three types of respiratory maneuvers: maximum inspiration (PI_{max}), maximum expiration (PE_{max}) and Valsalva (VM), at random. The electromyographic signs were collected by the AqDados® (4.4) software for binary language ASCII, being processed later using the Matlab® (6.5.1) software. The statistical analysis of the envoltory (EN) of the signal was accomplished through Spearman correlation and Kruskal-Wallis test, and the level of significance was set at 5% (p<0.05). **Results:** it was observed that PP was larger in PI_{max} (2.98±2.38), followed by VM (29.10±10.68), both being overcome by PE_{max} (38.22±9.98) (p<0.01). A positive correlation between PE_{max} and PP (p<0.01), as well as between EN of the perineal and abdominal musculature in PE_{max} and PI_{max} (p<0.05 and p=0.03, respectively) could be shown. The results regarding VM were not significant, when PP and EN were analyzed. **Conclusion:** it was possible to identify the presence of abdomino-pelvic synergy during the execution of breathing maneuvers, especially in relation to PE_{max}.

KEYWORDS: Abdominal muscles; Pelvis; Valsava maneuver; Electro miography; Muscles; Perineum

Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP – Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia – Piracicaba (SP).

1 Pós-Graduanda – Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia – UNIMEP – Piracicaba (SP).

2 Professora do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia FACIS – UNIMEP – Piracicaba (SP).

3 Graduanda em Fisioterapia FACIS – UNIMEP – Piracicaba (SP).

Correspondência: Elaine Caldeira Oliveira Guirro

Rua Ribeiro Couto, 200 – 13420-087 – Piracicaba – SP – e-mail: ecguirro@unimep.br

Recebido em: 18/6/2004 Aceito com modificações em: 29/3/2005

Introdução

Desde que o homem evoluiu para a postura ereta, a musculatura perineal se tornou responsável pelo suporte dos órgãos pélvicos, das variações de pressão e da pressão intra-abdominal (PIA). Como resultado de sua localização anatômica e das características de suas fibras, o músculo levantador do ânus (LA) foi funcionalmente adaptado para suportar longos períodos de contração tônica. Concomitante com este papel, a função esfinteriana é exercida por ele, sempre que há aumento da demanda pressórica durante a micção, evacuação e parturição¹.

Numa mulher ereta, os músculos do LA se posicionam paralelamente ao assoalho, podendo resistir à força da gravidade; sua atividade aumenta reflexamente em resposta a manobras que aumentem a PIA². Além disso, com o aumento da população idosa, sintomas de frouxidão muscular do assoalho pélvico (AP) sofrerão acréscimo significativo, o qual geralmente é acompanhado do desenvolvimento de disfunções urogenitais, necessitando de abordagem clínica e científica³.

A disfunção do AP feminino é condição clínica que acomete número crescente de mulheres a cada ano, tendo como consequência a incontinência urinária e fecal, distopias genitais, anormalidades do trato urinário inferior, proclividades retais, disfunções sexuais, dor pélvica crônica e problemas menstruais, dentre outras^{4,5}.

A evolução científica acompanhada pela crescente busca de métodos terapêuticos e diagnósticos, aplicados na tentativa de prevenção ou correção de disfunções uroginecológicas, evidencia a necessidade de melhorar as condições anatomicofisiológicas destes sistemas. Neste contexto as medidas da pressão perineal e eletromiográfica podem contextualizar e qualificar a integridade neuromuscular do LA.

O exame da pressão perineal realizado por meio do *biofeedback* demonstra ser eficaz no que se refere ao acompanhamento evolutivo das condições do AP. É método bastante utilizado na prática clínica e em estudos científicos, objetivando analisar a funcionalidade do AP, sendo que a sonda intravaginal, conectada a um transdutor de pressão, deve ajustar-se ao terço externo da cavidade vaginal permitindo graduar as pressões exercidas sobre o trato urogenital, fornecendo informações numéricas e visuais em relação às contrações musculares do assoalho pélvico⁶⁻⁸.

A eletromiografia (EMG) do AP é avaliação reproduzível e que pode predizer de forma consistente determinadas variáveis clínicas relaciona-

das (mobilidade da uretra, por exemplo) ao funcionamento dessa musculatura³. Estudos atuais sugerem a padronização e normatização da coleta de dados, de maneira a facilitar a análise e minimizar as discrepâncias⁹.

Olsen e Rao² descrevem a EMG como método mais preciso para mensurar a integridade neuromuscular. Esta técnica utiliza um eletrodo que é capaz de medir a atividade espontânea ou voluntária das unidades motoras. Siroky¹, em estudo realizado para descrição da EMG perineal, afirma que eletrodos de superfície acoplados na região perineal são capazes de captar atividade muscular do AP e da mucosa vaginal, além de fornecer informações similares àquelas derivadas de eletrodos de agulha periuretral.

Diversos autores têm relatado a ação sinérgica entre a musculatura perineal e a abdominal e destas com a musculatura respiratória, sendo que o procedimento diagnóstico para avaliação clínica e científica da força dos músculos respiratórios mais recomendado atualmente consiste na avaliação da inspiração máxima e expiração máxima^{10,11}.

O objetivo deste trabalho foi analisar a ação sinérgica entre a musculatura abdominal e perineal de mulheres jovens, saudáveis e nulíparas, mediante medidas de pressão perineal e EMG perineal e abdominal, em resposta à execução de manobras respiratórias de pressão inspiratória máxima (PImáx), pressão expiratória máxima (PEmáx) e manobra de Valsalva (MV).

Métodos

A amostra do estudo foi composta de quinze voluntárias hígdas, nulíparas, com idade média de 22,9 anos ($\pm 1,8$), altura média de 1,6 m ($\pm 0,05$), peso médio de 61,5 kg ($\pm 8,5$) e índice de massa corpórea médio de 23,0 ($\pm 2,8$).

Foram adotados como critérios de exclusão históricos de incontinência urinária e/ou fecal, cirurgia uroginecológica precedente, doenças crônicas e/ou agudas identificáveis relacionadas, gravidez atual ou anterior, hábitos de ingestão de bebida alcoólica, cafeína ou fumo em excesso^{12,13}.

As voluntárias foram informadas da natureza e da proposta do estudo e assinaram termo de consentimento livre e esclarecido. Esta pesquisa foi conduzida de acordo com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, tendo sido analisado e aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Metodista de Piracicaba, sob protocolo n.º 39/03.

Os procedimentos experimentais foram precedidos de sorteio aleatório das manobras respiratórias a serem realizadas. Para a captação bilateral e simultânea da pressão perineal e da envoltória do sinal eletromiográfico dos músculos pubococcígeo e reto abdominal (RA), a voluntária foi posicionada em mesa ginecológica, com 60° de inclinação de tronco.

A pressão perineal foi obtida por meio de equipamento *biofeedback* de pressão, marca Quark®, modelo 996-2, averiguado pelo Instituto de Pesos e Medidas, com graduação de 0 a 46,4 mmHg. Foi realizado o posicionamento da sonda intravaginal *in situ*.

Para o registro eletromiográfico foi utilizado módulo condicionador de sinais analógico/digital (Modelo CAD 12/32 da Lynx Electronics Ltd.), de 12 bits de resolução, com frequência de amostragem de 1.000 Hz, ganho interno de 100 vezes e filtro analógico do tipo Butterworth de passa-alta (10 Hz) e passa-baixa (500 Hz).

Foram utilizados quatro eletrodos ativos diferenciais simples de superfície (Lynx Electronics Ltd.), constituídos de duas barras paralelas de prata, cada uma com 1 cm de comprimento, 1 mm de largura e distanciadas 1 cm entre si, fixas em encapsulado de poliuretano (20 mm x 33 mm x 5 mm). Apresentava ganho de 20 vezes, modo de rejeição comum (CMRR) de >80 dB e impedância de entrada maior que 100. Para redução dos ruídos foi utilizado eletrodo de referência (33 x 31 mm) de aço inoxidável.

Os eletrodos de superfície foram devidamente calibrados e fixados no sentido longitudinal da vulva, sobre a porção pubococcígea do músculo LA e na região infra-umbilical, sobre o músculo RA, bilateralmente. O eletrodo de referência foi posicionado sobre a espinha ilíaca ântero-superior esquerda.

Os sinais eletromiográficos e a pressão perineal foram coletados medindo-se a atividade espontânea dos músculos, evitando-se a contração voluntária.

As voluntárias foram instruídas quanto à realização das manobras de PImáx, PEmáx e MV, tendo sido realizado treinamento antes da coleta de dados. Utilizou-se para a captação das pressões respiratórias máximas um manovacuômetro analógico, marca Gerar®, graduado em ± 300 cmH₂O, com auxílio de clipe nasal^{4,7,14}. Para a mensuração da MV, foi utilizado equipamento específico, descrito por Marães¹⁴, constituído de sistema fechado, com bocal ligado a um tubo de plástico, associado a uma válvula de controle de escape que, acoplada a um manômetro analógico de pressão, quantifica o esforço realizado em mmHg.

A MV foi padronizada em 40 mmHg e mantida durante 10 segundos.

No momento da execução, a voluntária, ao ouvir o comando verbal “atenção, um, dois, três, já”, iniciava a manobra respiratória correspondente, conforme orientação, e a mantinha constante recebendo o comando “força, força,... força, mantém, mantém!”, por 6 segundos na execução das manobras de PImáx e PEmáx, e por 10 segundos durante a MV, até ouvir o comando “pode relaxar”, sendo então retirado o clipe nasal e solicitada a respiração de repouso. Após repouso de 60 segundos, o teste foi repetido, num total de três vezes.

Os sinais eletromiográficos foram processados em rotinas específicas implementadas em software Matlab® 6.5.1 para análise da envoltória (EN), a qual representa o nível de contração muscular, em microvolts, ao longo do tempo. O processamento constou da retificação do sinal bruto, isto é, a porção negativa do sinal foi rebatida para a porção positiva, sendo na seqüência delimitado por um envelope linear, que descreve uma curva sobre os picos do sinal retificado.

Para a análise estatística foi utilizada estatística descritiva para análise de dados não paramétricos. Para as correlações utilizou-se o coeficiente de correlação de Spearman. Foi aplicado o teste Kruskal-Wallis, para verificar diferenças dos diferentes procedimentos (PImáx, PEmáx e MV) relativos a pressão perineal e EM do sinal eletromiográfico.

Resultados

Os resultados demonstram diferença significativa para a pressão perineal, em mmHg, apresentando menor valor na manobra de PImáx (2,98 \pm 2,38), seguido da MV (29,10 \pm 10,68), sendo ambos superados pela PEmáx (38,22 \pm 9,98) (p<0,01). Entre os grupos a PEmáx apresenta ainda diferença significativa em relação à MV (p<0,03). Com relação à EN do sinal eletromiográfico, não houve diferença significativa nos diferentes padrões respiratórios (p=0,51).

Ao serem correlacionadas as manobras respiratórias com a pressão perineal, observou-se correlação positiva (p<0,01) entre a PEmáx e a pressão perineal (Figura 1), sugerindo que à medida que ocorre um aumento da PEmáx (cmH₂O), a musculatura perineal apresenta uma ação sinérgica, observada pelo aumento da pressão perineal (mmHg). Para os valores da PImáx e MV, quando correlacionados à pressão perineal, não se observou correlação (p=0,14).

Em relação à EMG perineal, houve correlação estatisticamente significativa entre as medidas da EN entre os músculos LA e RA, durante execução de PE_{máx} ($p < 0,05$) (Figura 2) e PI_{máx} ($p = 0,03$) (Figura 3), mas não em relação à MV.

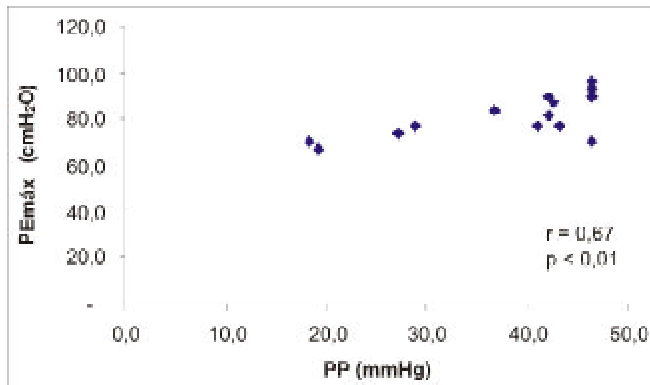


Figura 1 - Correlação entre a medida da pressão expiratória máxima (PE_{máx}) em cmH₂O e a pressão perineal (PP) em mmHg, n=15.

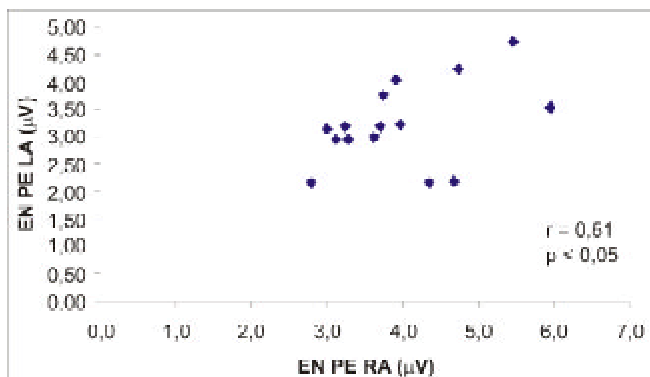


Figura 2 - Correlação entre as envoltórias (EN) dos sinais eletromiográficos em microvolts (μV), coletados em pressão expiratória máxima (PE), dos músculos levantadores de ânus (LA) e reto abdominal (RA), n=15.

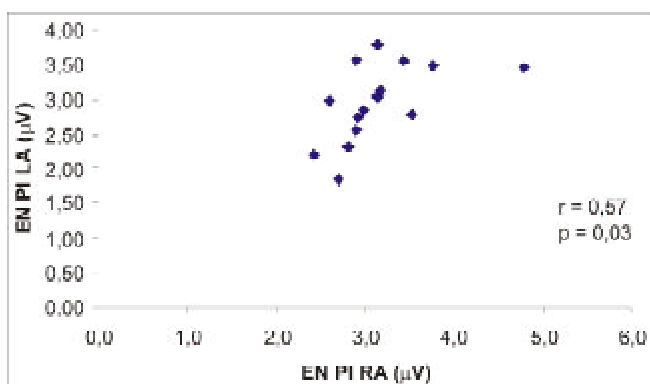


Figura 3 - Correlação entre as envoltórias (EN) dos sinais eletromiográficos em microvolts (μV), coletados em pressão inspiratória máxima (PI), dos músculos levantadores de ânus (LA) e reto abdominal (RA), n=15.

Discussão

O avanço tecnológico permite, atualmente, que os sinais eletromiográficos sejam armazenados em microcomputadores para posterior processamento. Dentre as diferentes possibilidades de análise no domínio do tempo para se estimar o nível de contração muscular, pode-se destacar a integração do sinal, a EMG média, a raiz quadrada da média (RMS), além da envoltória.

Os resultados indicam haver acréscimo na pressão perineal e no sinal eletromiográfico perineal e abdominal durante a execução da manobra de PE_{máx}, e decréscimo durante a realização da PI_{máx}^{15,16}. Estes dados estão de acordo com os resultados obtidos por Moreira et al.⁸, nos quais tanto a resposta sinérgica quanto a contração voluntária do AP se mostraram acentuados na PE_{máx}.

Para Reid e Dechman¹⁷, tais respostas foram obtidas em função de a musculatura do AP sofrer influências da musculatura abdominal, durante a expiração forçada. Manning et al.¹⁸ observaram um pico de PIA durante a expiração forçada.

Dados obtidos por Bo e Stien¹⁹, por meio de exame da atividade eletromiográfica do esfíncter uretral externo e do AP, também demonstraram que a contração da musculatura abdominal ocorre sinergicamente à contração do AP. Hodges et al.²⁰ descrevem a modulação da PIA dependente da atividade coordenada dos músculos respiratórios, abdominais e perineais. Moreira et al.⁸ observaram a existência da ação sinérgica entre os músculos abdominais, perineais e respiratórios.

No estudo atual, a atividade eletromiográfica perineal e abdominal apresentou correlação positiva durante a PE_{máx}, demonstrando a resposta sinérgica existente entre esses grupos musculares. Tal resposta está de acordo com os resultados de Laycock e Jerwood²¹, cujos achados experimentais e clínicos sugerem haver contração abdominal em resposta à função do AP normal. Esses dados demonstram a ação sinérgica abdômino-pélvica de maneira reflexa e/ou voluntária.

Os músculos abdominais têm papel significativo na atividade respiratória, principalmente durante a fase expiratória; isso pôde ser observado por meio da EMG, em que se obteve aumento da atividade elétrica destes músculos durante a expiração e declínio durante a inspiração²².

Embora nossos resultados não demonstrem diferença significativa em relação à MV, a pressão perineal se mostrou menor na MV do que na PE_{máx}. Entretanto, os dados de Deindl et al.²³ mostram resposta perineal forte aos estímulos de tosse e MV em mulheres normais, e naquelas porta-

doras de incontinência urinária de esforço uma resposta assimétrica e inibição paradoxal em resposta a algumas atividades.

Gudmundsson et al.²⁴ observaram que aumentos na PIA afetam indiretamente a pressão sobre a bexiga urinária. Este aumento da PIA é condição favorável para haver perda involuntária de urina, em ocasiões em que as respostas do AP se encontram alteradas, como ocorre em quadros de incontinência urinária de esforço.

Para Peschers et al.⁷ e Sapsford et al.²⁵, os resultados obtidos por Bump e McClish¹² em portadoras de prolapso genital e disfunções do AP demonstram atividade abdominal aumentada durante exercícios de fortalecimento do AP, podendo interferir direta ou indiretamente nos resultados finais do programa de reabilitação perineal. Coofey et al.²⁶ observaram resultado significativo ao aplicar programa de atividades visando aumento de força e resistência muscular de AP. Por se tratar de musculatura estriada, há evidências de que a força e função muscular do AP respondem positivamente ao controle voluntário, e portanto a utilização dos padrões respiratórios em benefício do tratamento é sugestiva, e de acordo com os resultados, mediante a execução da PEmáx.

Os resultados apresentados no estudo parecem ser úteis em programas de reabilitação perineal, de acordo com a disfunção apresentada, ou seja, em quadros clínicos em que se observa perda funcional da força muscular do AP, como nos casos de incontinência urinária de esforço. A conduta fisioterapêutica apropriada poderia associar padrões respiratórios que demonstrem estimular a resposta sinérgica perineal, como a expiração forçada. Inversamente, condições clínicas caracterizadas pela presença de espasmo muscular da região, como nos quadros de dor pélvica crônica e vaginismo, pedem a associação de manobras de relaxamento perineal associadas a PImáx, a qual pouco estimula a resposta perineal.

Entretanto, pesquisa adicional é necessária para determinar se os resultados aqui descritos devem ser associados a programas de fisioterapia perineal, e quanto iriam colaborar para a adequada recuperação das disfunções do AP feminino.

Diante dos resultados obtidos sobre a resposta sinérgica abdômino-pélvica, observa-se que tanto a atividade perineal quanto a abdominal são influenciáveis pelo padrão respiratório imposto. Assim sendo, a manobra que demonstrou melhor estimular tal ação sinérgica foi a execução da expiração forçada, ou PEmáx, e aquela que mostrou praticamente nenhuma resposta sinérgica entre os grupos musculares estudados foi a inspiração forçada, descrita como PImáx.

Durante a realização da MV, não foram obtidas respostas estatisticamente significativas, porém, uma análise clínica nos permite concluir que tal manobra demonstra influência moderada sobre a musculatura do AP e, principalmente, sobre a musculatura abdominal.

Shafik et al.⁹, mediante estudo realizado com EMG do elevador do ânus na posição ereta, associada a variações da PIA, observaram incremento ou redução da atividade elétrica desse músculo, relacionado ao incremento ou redução da PIA. Tais resultados sugerem que a musculatura do AP responde tonicamente a aumentos da PIA e à função de sustentação das vísceras pélvicas, em especial na posição estudada.

A resposta sinérgica existente entre a musculatura perineal e abdominal pode ser verificada em resposta às variações da PIA induzidas pelas manobras respiratórias.

Referências

1. Siroky MB. Electromyography of the perineal floor. *Urol Clin North Am.* 1996;23(2):299-307.
2. Olsen AL, Rao SS. Clinical neurophysiology and electrodiagnostic testing of the pelvic floor. *Gastroenterol Clin North Am.* 2001;30(1):33-54.
3. Glazer HI, Romanzi L, Polaneczky M. Pelvic floor muscle surface electromyography: reliability and clinical predictive validity. *J Reprod Med.* 1999;44(9):779-82.
4. Moreno AL. *Fisioterapia em uroginecologia.* São Paulo: Manole; 2004.
5. Workman DE, Cassisi JE, Dougherty MC. Validation of surface EMG as a measure of intravaginal and intra-abdominal activity: implications for biofeedback-assisted Kegel exercises. *Psychophysiology.* 1993;30(1):120-5.
6. Weidner AC, Barber MD, Visco AG, Bump RC, Sanders DB. Pelvic muscle electromyography of levator ani and external anal sphincter in nulliparous women and women with pelvic floor dysfunction. *Am J Obstet Gynecol.* 2000;183(6):1390-401.
7. Peschers UM, Vodusek DB, Fanger G, Schaer GN, DeLancey JO, Schuessler B. Pelvic muscle activity in nulliparous volunteers. *Neurourol Urodyn.* 2001;20(3):269-75.
8. Moreira ECH, Brunetto AF, Castanho MMJ, Nakagawa TH, Yamaguti WPS. Estudo da ação sinérgica dos músculos respiratórios e do assoalho pélvico. *Rev Bras Fisioter.* 2002;6(2):71-6.
9. Shafik A, Doss S, Asaad S. Etiology of the resting myoelectric activity of the levator ani muscle:

- physioanatomic study with a new theory. *World J Surg.* 2003;27(3):309-14.
10. Azeredo CAC. *Fisioterapia respiratória no hospital geral.* São Paulo: Manole; 2000.
 11. Costa D, Sampaio LMM, Lorenzo VAP, Jamami M, Damaso AR. Avaliação da força muscular respiratória e amplitudes torácicas e abdominais após a RFR em indivíduos obesos. *Rev Latinoam Enfermagem.* 2003;11(2):156-60.
 12. Bump RC, McClish DM. Cigarette smoking and pure genuine stress incontinence of urine: a comparison of risk factors and determinants between smokers and nonsmokers. *Am J Obstet Gynecol.* 1994;170(2):579-82.
 13. Gray M. Caffeine and urinary continence. *J Wound Ostomy Continence Nurs.* 2001;28(2):66-9.
 14. Marães VRFS. Estudo da variabilidade da frequência cardíaca durante o exercício físico dinâmico em voluntários saudáveis [tese]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 1999.
 15. Guirro RRJ. Análise da atividade elétrica e da força dos músculos flexores da mão após estimulação elétrica neuromuscular [tese]. Piracicaba: Universidade Estadual de Campinas; 2000.
 16. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res.* 1999;32(6):719-27.
 17. Reid WD, Dechman G. Considerations when testing and training the respiratory muscles. *Phys Ther.* 1995;75(11):971-82.
 18. Manning TS, Plowman SA, Drake G, Looney MA, Ball TE. Intra-abdominal pressure and rowing: the effects of inspiring versus expiring during the drive. *J Sports Med Phys Fitness.* 2000;40(3):223-32.
 19. Bo K, Stien R. Needle EMG registration of striated urethral wall and pelvic floor muscle activity patterns during cough, Valsalva, abdominal, hip adductor, and gluteal muscle contractions in nulliparous healthy females. *Neurourol Urodyn.* 1994;13(1):35-41.
 20. Hodges PW, Heijnen I, Gandevia SC. Postural activity of the diaphragm is reduced in humans when respiratory demand increases. *J Physiol.* 2001;537(Pt 3):999-1008.
 21. Laycock J, Jerwood D. Development of the Bradford perineometer. *Physiotherapy.* 1994;80:139-42.
 22. Abe T, Kusuhara N, Yoshimura N, Tomita T, Easton PA. Differential respiratory activity of four abdominal muscles in humans. *J Appl Physiol.* 1996;80(4):1379-89.
 23. Deindl FM, Vodusek DB, Hesse U, Schussler B. Activity patterns of pubococcygeal muscles in nulliparous continent women. *Br J Urol.* 1993;72(1):46-51.
 24. Gudmundsson FF, Viste A, Gislason H, Svanes K. Comparison of different methods for measuring intra-abdominal pressure. *Intensive Care Med.* 2002;28(4):509-14.
 25. Sapsford RR, Hodges PW, Richardson CA, Cooper DH, Markwell SJ, Jull GA. Co-activation of the abdominal and pelvic floor muscles during voluntary exercises. *Neurourol Urodyn.* 2001;20(1):31-42.
 26. Coofey SW, Wilder E, Majsak MJ, Stolove R, Quinn L. The effects of a progressive exercise program with surface electromyographic biofeedback on an adult with fecal incontinence. *Phys Ther.* 2002;82(8):798-811.