

## Revisão

# A biomecânica do transverso abdominal e suas múltiplas funções

## *Biomechanics of transversus abdominis and its multiple functions*

Alonso Monteiro Lemos\*, Leila de Albuquerque Feijó\*\*

.....  
 \*Fisioterapeuta, formado pela Universidade Católica do Salvador (UCSAL), \*\*Fisioterapeuta, docente da UCSAL, na Disciplina Cinesioterapia

### Resumo

O transverso abdominal é o mais profundo dos músculos abdominais, tendo sua função primordial, até pouco tempo atrás, associada apenas à realização de atividades fisiológicas vitais, como defecação, tosse ou parto. Atualmente, procura-se vinculá-lo a outras atividades de grande relevância, como estabilização da coluna lombar, sinergismo com os músculos do assoalho pélvico e componente fundamental da mecânica respiratória. Esse trabalho procurou abordar o transverso abdominal nessas diversas funções, realizando, para isso, uma revisão bibliográfica. Observou-se que existe grandes indícios que vêm confirmar sua ação efetiva tanto na fisiologia humana, como na reabilitação, principalmente, de pacientes incontinentes e portadores de dor lombar. Com isso, abre-se oportunidade para que um melhor conhecimento desse músculo estimule uma abordagem mais direcionada e efetiva dos fisioterapeutas, aproveitando toda a sua real potencialidade, tanto no contexto da intervenção, como na prevenção.

**Palavras-chave:** transverso abdominal, estabilidade, músculos abdominais, respiração e assoalho pélvico.

### Abstract

The transversus abdominal is the deepest of the abdominal muscles, having its primordial function, until few years ago, associated only the accomplishment of vital physiological activities, defecation, parturition or cough. Currently, it aims at linking it with to it other activities of great relevance as spinal stability, interaction with pelvic floor and fundamental component part of respiratory mechanics. This study aimed at approaching the transversus abdominis muscle in these several functions, carrying out, for this purpose, a literature revision. It was observed that exists large indications confirming its effective action in human physiology, in rehabilitation of urinary incontinence patients and with low back pain. Better knowledge of this muscle stimulates a more directed and effective approach of the physical therapist, using to advantage all its real potentiality, as much in the context of intervention, and in prevention.

**Key-words:** transversus abdominis, spinal stability, abdominal muscles, respiration and pelvic floor.

### Introdução

A relevância funcional e biomecânica do Transverso Abdominal (TA) ainda é pouco explorada, sendo o mesmo visto como coadjuvante diante dos outros músculos. Seu papel na reabilitação fica sacrificado, já que grande parte dos autores não o isolam dos outros componentes da musculatura abdominal. Este músculo constitui uma verdadeira cinta abdominal, sustentando vértebras lombares e vísceras, intervindo na mecânica respiratória como antagonista-sinergista do diafragma, e em funções fisiológicas vitais como

defecação, parto e tosse [1]. Seu enfraquecimento pode levar a protusão abdominal e aumento da lordose lombar [2]. Sua ação estabilizadora da coluna lombar permite melhor realização dos movimentos de membros superiores e inferiores, e previne acometimentos nessa região [3-11]. Essa ação foi demonstrada na realização de exercícios específicos para pacientes com dor lombar [3,8,11,12]. Soma-se a isso, a possibilidade de relação terapêutica entre ele e os músculos do assoalho pélvico [3,13,14,15]. O TA possui fibras inseridas superiormente na face anterior das seis últimas costelas com digitações que se inter cruzam com o diafragma;

Recebido 22 de junho de 2004; aceito 15 de dezembro de 2004.

**Endereço para correspondência:** Leila de Albuquerque Feijó, Rua da Graviola, 364, apto 701, Itaipara 41810-420 Salvador BA, E-mail: proleila@pop.com.br, proleila@hotmail.com.br

posteriormente nos processos transversos da vértebras lombares e 12ª torácica por intermédio da aponeurose posterior do transverso ou tóraco-lombar; inferiormente, nos  $\frac{3}{4}$  anteriores do lábio interno da crista ilíaca e no  $\frac{1}{3}$  lateral do ligamento inguinal, na fáscia ilíaca [16,17]. Por suas inserções diversificadas e multifuncionalidade, vê-se nesse músculo importância fundamental na fisiologia do corpo humano. Apesar disso, não lhe é dado o enfoque reservado aos outros abdominais, quanto à produção de movimento. Tem-se, assim, a oportunidade de descrevê-lo em sua integridade de relações, conhecendo-o para melhor reabilitá-lo. Este trabalho consiste na abordagem do TA em seus papéis, de estabilizador lombar, sinergista dos músculos do assoalho pélvico, sua atuação na mecânica respiratória e com os outros músculos abdominais.

## Métodos

Para esta revisão de literatura foram consultadas as bases de dados MEDLINE e LILACS. Buscou-se os termos: *transversus abdominis, stability, abdominal muscles, respiration, pelvic floor, transverso abdominal, estabilidade, músculos abdominais, respiração e assoalho pélvico* nas palavras-chaves. Priorizaram-se artigos e livros publicados em datas compreendidas entre 1987 a 2004, que apresentam dados referentes ao músculo em questão.

## Discussão

### *O papel do transverso abdominal na respiração*

Na respiração basal, durante a inspiração, o diafragma ativamente deprime sua cúpula, comprimindo e deslocando o conteúdo abdominal para frente. Ao mesmo tempo, o TA, por sua ação tônica [18], e os outros músculos abdominais através do relaxamento, evitam que essas estruturas sejam “expulsas”, funcionando como antagonistas-sinergistas do diafragma [19,20]. Já na expiração tranqüila, há uma ação passiva desses músculos, ocorrendo a retração elástica dos pulmões e gradil costal, havendo atividade muscular apenas durante a expiração forçada [18,19,21]. Em outros estudos [20,22], foi observado que, durante a respiração, os quatro músculos abdominais não trabalham como uma unidade, mas sim, de forma individualizada. O TA, por ser o mais profundo deles, é o mais efetivo mecanicamente no aumento da pressão intra-abdominal, o que se confirmou através da Eletromiografia (EMG), pois, tanto na posição supina como em ortostase, durante a expiração, na respiração tranqüila, o transverso abdominal foi ativado, contrariando a teoria de que durante essa fase, o processo fosse passivo [19,21]. Durante a expiração forçada, o TA foi o primeiro músculo a ser acionado [20,22], demonstrando sua importância na mecânica respiratória.

### *O papel do transverso abdominal na estabilidade lombar*

Graças a um sistema eficaz de estabilização, o corpo humano realiza movimentos, supera alterações decorrentes de forças externas e mantém posturas sem sacrificar as estruturas formadoras da coluna. Panjabi [23], subdividiu o sistema de estabilização da coluna em três: 1) subsistema musculoesquelético passivo: vértebras, ligamentos, discos intervertebrais, facetas e cápsulas articulares, bem como as propriedades mecânicas passivas dos músculos; 2) subsistema musculoesquelético ativo: músculos e tendões que estão inseridas na coluna; 3) subsistema neural e de feedback: receptores nos ligamentos, tendões e músculos além do centro de controle neural. A instabilidade da coluna é reflexo da alteração de algum dos subsistemas, que funcionam de forma interdependentes, fazendo com que algum dano que os afete, leve ao prejuízo funcional dela, gerando assim, instabilidade nessa estrutura.

Bergmark [24], em um estudo biomecânico, revelou a existência de dois sistemas musculares que mantêm a estabilidade da coluna: o sistema muscular global, músculos mais superficiais (reto abdominal, oblíquo externo), cujas inserções estão no tórax e pélvis, responsáveis pela estabilização geral da coluna, e por sua orientação e ação contra os distúrbios externos; sistema muscular local, músculos diretamente inseridos nas vértebras lombares (multífidus), responsáveis pela estabilização segmentar e controle direto do segmento lombar. Apesar do TA não constar nesse estudo, devido à possibilidade desse músculo estar envolvido na estabilização da coluna lombar, pode-se considerá-lo como parte integrante do sistema muscular local [4,8-10,22]. Graças à constituição horizontal de suas fibras, o TA tensiona a fáscia tóraco-lombar, criando uma maior rigidez da coluna lombar, e pelo aumento da pressão intra abdominal, gera uma pressão visceral na face anterior da coluna, que seria contrária à lordose lombar [3-5,7,8,25]. Cresswell *et al.* [26] foram os primeiros a investigarem o TA como possível estabilizador lombar, quando esse músculo esteve continuamente ativo durante movimentos de flexo-extensão da coluna. Posteriormente, procurou-se relacionar sua função estabilizadora durante movimentos dos membros superiores [4] e inferiores [5,6]. Eletrodos verificaram, através do uso de EMG, em associação aos outros músculos abdominais, reto abdominal, oblíquos externo e interno, e o multifídis, que o TA foi, invariavelmente, o primeiro músculo a ser ativado, em relação sinergista principal com o deltóide anterior para os membros superiores e flexores, abdutores e extensores de quadril para membros inferiores, independente da direção adotada na realização dos movimentos. Esse evento, definiu-se como “feedforward”. Assim, ao antecipar-se ao movimento e aos distúrbios produzidos pela ação do agonista, o TA atuaria produzindo uma rigidez necessária à coluna lombar, evitando que esta

sofra qualquer alteração que leve à instabilidade geradora de dor lombar [3-6,8-12,27,28].

### *O transverso abdominal na dor lombar*

A dor lombar afeta diretamente a ativação do TA [3,5,8,11,31]. Hodges *et al.* [5], comparando, através de EMG, a ação dos músculos abdominais em pessoas com e sem lombalgia durante movimentos no membro superior, obtiveram como resultado uma diminuição acentuada da ativação do TA em comparação aos outros músculos, realizando sua contração após a ação do agonista. Em função deste retardamento na ativação do TA, os pacientes com dor lombar não obteriam uma boa estabilização da coluna, estando então expostos a mais dor, em um ciclo vicioso. Hodges [30], em um estudo comparativo semelhante, confirmou os resultados obtidos, mas não identificou como a dor poderia alterar a via nervosa responsável pela ativação do TA. Sabe-se, contudo, que esse músculo possui condução nervosa diferente dos outros abdominais, sendo necessário um programa específico de exercícios para ele [3,6,8-10,22,31]. Recentemente, Hodges *et al.* [32], demonstraram que a dor lombar aguda induzida por drogas também altera o feedforward do TA, levando a um retardo do início da atividade desse músculo. Richardson *et al.* [11], já estabeleciam a reeducação do TA em pacientes com dor lombar. Esses exercícios, explorando a contração entre ele e o multifídus, devem ser realizados a partir de uma suave depressão da parede abdominal, especialmente a parte inferior, para cima e para dentro. Pode-se posicionar o paciente em posição de quatro apoios, em similaridade com o exame muscular idealizado por Lacôte [1], em decúbito ventral, sedestação ou em ortostase. O'Sullivan [9], comparou pacientes com lombalgia, que utilizavam exercícios específicos baseados no trabalho de Richardson *et al.* [11] e outros com tratamentos diversos, como exercícios gerais (caminhada, natação), supervisionados e aplicação de massagem e ultra-som. Resultados melhores no primeiro, apontaram efetividade da reeducação do TA. O mesmo autor, em 2000 [8], comparando padrões de instabilidade lombar, utilizou os mesmos princípios de treinamento, obtendo resultados excelentes. Hides *et al.* [3], analisaram os efeitos a longo prazo (1 a 3 anos) dos exercícios específicos, comparados com pacientes que utilizavam fármacos. Observou-se uma menor recorrência de dor lombar no primeiro grupo (cerca de 30 a 35%), em relação ao segundo (cerca de 75 a 84%), comprovando a eficácia dos exercícios específicos para essa moléstia. Os resultados encontrados confirmaram que aqueles que privilegiaram a ação específica do TA, obtiveram uma redução maior dos sintomas.

### *Relação entre o transverso abdominal e os músculos pélvicos*

Contração isolada dos músculos pélvicos, com eliminação da ação dos abdominais, em pacientes com incontinência

urinária, têm sido proposto devido à crença de que estes últimos produzem aumento da pressão intra-abdominal, o que poderia levar a exacerbação dos sintomas da incontinência [13,14]. Apesar disso, nenhum estudo comprovou essa afirmação. Contudo, Sapsford *et al.* [13], demonstraram que a contração dos músculos abdominais ocorre normalmente durante o treinamento dos músculos do assoalho pélvico, sendo o TA muito mais ativo. Isoladamente, estes músculos não obtêm uma contração suficiente para produzir o efeito necessário de reabilitação.

Neumann e Gill [14], analisaram, através de EMG, a ação dos músculos abdominais e do assoalho pélvico em tarefas como tossir, realizar expiração forçada, diminuir a perimetria abdominal (encolhimento da barriga), contrair músculos pélvicos isoladamente, em posição supina e em ortostase, e associados com exercícios abdominais. Os resultados mostraram que aqueles que realizaram a contração isolada dos músculos pélvicos conseguiram apenas 25% da sua contração máxima voluntária, realizada em associação com a ativação do TA. Além disso, durante as ações musculares, a pressão intra-abdominal aumentou em 6 mmHg quando o transverso abdominal foi ativado isoladamente, contra 9mmHg quando em sinergismo. Esses achados mostraram que a contração associada dos músculos pélvicos com o TA não determinariam um aumento significativo da pressão intra-abdominal, sendo, portanto, esta ação a mais indicada para o treinamento dos músculos pélvicos, já que, isoladamente, a contração não satisfaz os princípios de treinamento de força. Recentemente, Bo *et al.* [33], em um estudo comparativo sobre a ativação do TA e os músculos do assoalho pélvico, revelaram resultados diferentes. Interpretado pelo ultra-som transabdominal, o qual avalia o deslocamento do assoalho pélvico em mulheres assintomáticas, demonstrou-se que a contração isolada dos músculos do assoalho pélvico seria mais efetiva nessa ascensão do que em sinergismo com o TA ou este isoladamente, sendo, segundo os autores, mais efetivo no trabalho de reabilitação dessa musculatura para pacientes incontinentes.

## **Resultados**

O estudo demonstra que o TA tem uma importância funcional tão ou mais efetiva que os outros músculos abdominais. Seja na respiração, estabilidade da coluna, em associação com outros músculos no desempenho de determinadas funções, observa-se que o papel de coadjuvante não pode ser mais aplicado: é indispensável que ele seja melhor trabalhado para executar essas múltiplas funções.

O TA aparece como um importante estabilizador da coluna lombar. Depois que surgiram as primeiras hipóteses que a fâscia tóraco-lombar e a pressão intra-abdominal poderiam ser responsáveis por parte da rigidez lombar [25], estudos posteriores [23,24] procuraram relacionar os

músculos que possuem suas inserções na coluna como geradores da estabilidade necessária a estrutura, sendo destacado o TA [3-12,28,31,34]. A partir daí, em grande parte desses trabalhos, acredita-se que ele possui um papel de destaque diante dos outros músculos abdominais.

Essa possibilidade se reforça no momento em que se passou a relacioná-lo com pacientes portadores de dor lombar, quando foi observado que o TA é o primeiro músculo a ser acionado na produção de movimentos [3-6,31] e que esta característica é abolida em pessoas com lombalgia [3,5,9,10]. O'Sullivan *et al.* [9], ao isolá-lo diante dos outros músculos abdominais na reabilitação desses pacientes, obtiveram uma melhora significativa dos sintomas daqueles que realizavam os exercícios específicos idealizados por Richardson [11], passando a considerar o TA como possível estabilizador da coluna lombar. Recentemente [35], em um estudo comparativo, demonstrou-se que pacientes que realizaram exercícios específicos obtiveram uma melhora da dor e da função mais evidente que o grupo controle. Isso o credencia a receber uma atenção especial dos fisioterapeutas em relação a condução de um programa específico de treinamento e não mais associá-lo em exercícios abdominais globais.

Salienta-se que o TA atuaria como estabilizador lombar via tensionamento da fásia tóraco-lombar e/ou aumento da pressão intra-abdominal. Hodges [3] idealizou um sistema que denominou de “*canister*”, comparado a uma lata fechada, onde o diafragma contrai-se superiormente (tampa da lata), o TA horizontalmente (corpo da lata) e os músculos do assoalho pélvico inferiormente (fundo da lata), fazendo com que, além do aumento da pressão intra-abdominal, haja um aumento da tensão da fásia tóraco-lombar, criando rigidez necessária a coluna. Apesar disso não há ainda nenhum estudo que comprove mecanicamente como ele desempenha essa função.

Em relação aos músculos do assoalho pélvico, sabe-se que, além dessa função estabilizadora citada, são fundamentais na reabilitação de pacientes com incontinência urinária ou fecal e distúrbios perineais [15,33,36]. O que se demonstrou é que, ao contrário que pensavam [13], em sinergismo com o TA, os músculos do assoalho pélvico obtêm uma qualidade de contração muito maior, cerca de 75%, comparado ao realizado isoladamente [14]. Discute-se, porém, a possibilidade dessa contração associada gerar um grande aumento da pressão intra-abdominal, o que é comprometedor para aqueles incontinentes, já que pode-se exacerbar os sintomas. Também foi demonstrado que, em mulheres assintomáticas, esses exercícios não geram excessivo aumento ou comprometimento, o que aponta a possibilidade de trabalhá-lo preventivamente nessa população. Além disso, observou-se que durante o treinamento do TA, a ação sinérgica dos músculos do assoalho pélvico pode levar a um aumento em torno de 16% da espessura deste músculo, acenando como uma importante alternativa para reabilitação [37].

Bo *et al.* [33], através do ultra-som transabdominal, observaram resultados distintos, elengendo a ação isolada dos

músculos do assoalho pélvico como melhor medida para intervenção de pacientes incontinentes. Entretanto, o ultra-som não avalia a qualidade de contração dos músculos, ao contrário da EMG, e sim, apenas o deslocamento ascendente do assoalho pélvico. Graças ao aumento da pressão intra-abdominal gerado pela ativação do TA, cria-se uma força contrária à elevação do assoalho pélvico, o que leva este músculo a ser designado, antecipadamente, como antagonista aos músculos pélvicos. Porém, essa força descendente pode ser vista como um estímulo a ação resistida desses músculos à contração do TA, sendo considerado, nessa situação, como sinergista durante um trabalho específico. Essa mesma ação sinérgica-antagônica pode ser visualizada na respiração, diante da relação entre o diafragma e o TA [19,20].

Na respiração, viu-se que o TA é ativado na expiração tranquila, indo de encontro à verdade, até então, soberana, de que a expiração é um processo totalmente passivo [18,19,21]. Entretanto, não se sabe a verdadeira dimensão dessa descoberta, uma vez que poucas unidades motoras são acionadas, não sendo evidente a real função dessa ação [20,22]. Já na expiração dinâmica, onde os outros músculos abdominais são acionados, o TA foi, invariavelmente, o primeiro músculo a ser recrutado, destacando-se a sua relevância na mecânica respiratória. Vislumbra-se, assim, a possibilidade desse músculo ter seu trabalho direcionado naqueles que necessitem de uma maior exigência de aumento de fluxo expiratório. Champignon [18] e Puckree *et al.* [38] o consideraram como o maior contribuidor da função respiratória dentre os músculos abdominais.

## Conclusão

Este trabalho buscou esclarecer e reforçar alguns pontos que atualmente estão em evidência acerca da multifuncionalidade do TA. Sugere-se a possibilidade de uma melhor exploração deste na prevenção e reabilitação de pacientes com lombalgias e acometimentos respiratórios e uroginecológicos, fazendo com que esse músculo, tão importante e, até pouco tempo atrás, tão negligenciado, seja alvo de uma abordagem mais direcionada e efetiva dos fisioterapeutas, aproveitando-se de toda a sua potencialidade. Espera-se, com isso, estimular a realização de novos estudos que possam ser definitivos acerca da biomecânica do músculo TA.

## Referências

1. Lacôte M *et al.* Avaliação clínica da função muscular. 1ª ed. São Paulo: Manole; 1987.
2. Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. Músculos, provas e funções. 4ª ed. São Paulo: Manole; 1995.
3. Hodges PW. Is there a role for transversus abdominis in lumbo-pelvic stability? *M Ther* 1999;2(4):74-86.
4. Hodges PW, Richardson CA. Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Exp Brain Res* 1997;114(2):362-70.

5. Hodges PW, Richardson CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor evaluation of transversus abdominis. *Spine* 1996; 21(22):2640-50.
6. Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Phys Ther* 1997;77(2):132-42.
7. Lee D. Biomecânica do complexo lombar, pélvico e do quadril. In: A cintura pélvica, uma abordagem para o exame e o tratamento da região lombar, pélvica e do quadril. 2ª ed. São Paulo: Manole; 2001.
8. O'Sullivan P. Lumbar segmental 'instability'. Clinical presentation and specific stabilizing exercise management. *M Ther*, 2000;1(5):2-12.
9. O'Sullivan PB, Twoney LT, Alison GT. Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. *Spine* 1997;15(22):2959-67.
10. Richardson CA *et al.* The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. *Spine* 2002;4(27):399-405.
11. Richardson CA, Jull GA. Muscle control - pain control. What exercise would you prescribe? *Man Ther* 1995;5(1):2-10.
12. Hides JA, Jull GA, Richardson CA. Long-term effects of specific stabilizing exercises for first-episode low back pain. *Spine* 2001;11(26):E243-8.
13. Sapsford RR *et al.* Co-activation of the abdominal and pelvic floor muscles during voluntary exercises. *NeuroUrol Urodynam* 2001;20:31-42.
14. Neumann P, Gill V. Pelvic floor and abdominal muscles interaction: EMG activity and intra-abdominal pressure. *Int Urogynecol J* 2002;13:125-32.
15. Sapsford R. Rehabilitation of pelvic floor muscles utilizing trunk stabilization. *Man Ther* 2004;1(9):3-12.
16. Latarjet M, Liard R. Anatomia humana. 2ª ed. São Paulo: Panamericana; 1996. vol.2.
17. Rouviere H. Anatomia humana descriptiva y topografica. 5ª ed. Madrid: Bailly-Bailliere; 1967. t.2.
18. Champignon P. Respirações. A respiração para uma vida saudável. 1ª ed. São Paulo: Summus; 1998.
19. Kapandji I. Tronco e coluna vertebral. In: Fisiologia articular: esquemas comentados da mecânica humana. 5ª ed. São Paulo: Manole; 1990.
20. Hodges P, Gandevia S. Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm. *J Appl Physiol* 2000;(89):967-76.
21. Norkin C. As articulações estrutura e função. Uma abordagem prática e abrangente. 2ª ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2001. p.175-89.
22. Abe T *et al.* Differential respiratory activity of four abdominal muscles in humans. *J Appl Physiol* 1996;80(4):1379-89
23. Panjabi M. The stabilizing system of the spine. Part I. function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord* 1992;5(40):383-9.
24. Bergmark A. Stability of lumbar spine. A study in mechanical engineering. *Acta Orthop Scand* 1989;230 (Suppl):1-54.
25. Tesh KM, Dunn JS, Evans JH. The abdominal muscles and vertebral stability. *Spine* 1987 22(15):501-8.
26. Cresswell AG, Grundstrom H, Thorstensson A. Observations on intra-abdominal pressure and patterns of abdominal intra-muscular activity in man. *Acta Physiol Scand*, 1992;144:409-18.
27. Kaigle AM Holm SH, Hansson TH. Experimental instability in the lumbar spine. *Spine* 1995;4(20):421-30.
28. Panjabi MM. Clinical spinal instability and low back pain. *J Electromyogr Kinesiol* 2003; 13:371-9.
29. Brown DE, Newmann RD. Segredos em ortopedia. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2001.
30. Ikedo F, Trevisan A. Associação entre lombalgia e deficiência de importantes grupos musculares posturais. *Rev Bras Reumatol* 1998;38(6):321-6.
31. Hodges PW. Changes in motor planning of feedforward postural responses of the trunk muscles in low back pain. *Exp Brain Res* 2001;141:261-6.
32. Hodges PW *et al.* Experimental muscle pain changes feedforward postural responses of the trunk muscles. *Exp Brain Res* 2003;151(2):262-71.
33. Bo K, Sherburn M, Allen T. Transabdominal ultrasound measurement of pelvic floor muscle activity when activated directly or via a transversus abdominis muscle contraction. *NeuroUrol Urodyn* 2003;22(6):582-8.
34. Wright A, Sluka KA. Nonpharmacological treatments for musculoskeletal pain. *Clin J Pain*, 2001;17:33-46.
35. Kladny B, Fischer FC, Haase I. Evaluation of specific stabilizing exercises in the treatment of low back pain and lumbar disk disease in outpatient rehabilitation. *Z Orthop Ihre Grebgeb* 2003;141(4):401- 5.
36. Markwell SJ. Physical therapy management of pelvi/perineal and perianal pain syndromes. *World J Urol* 2001;19:194-9.
37. Critchley D. Instruction pelvic floor contraction facilitates transversus abdominis thickness increase during low abdominal hollowing. *Physiother Res Int* 2002;7(2):65-75.
38. Puckree T, Cerny F, Bishop B. Abdominal motor unit activity during respiratory and nonrespiratory tasks. *J Appl Physiol* 1998;84(5):1707-15. ■