Journal of The Korean Society of Physical Medicine, 2012; 7(4): 533-539
Online ISSN: 2287-7215
Print ISSN: 1975-311X

Research Article

Open Access

# 영상피드백을 적용한 골반저근 수축이 복부 근 두께에 미치는 영향

김진희 · 김난수[1†] · 장준혁[2]
부산가톨릭대학교 일반대학원 물리치료학과, [1]부산가톨릭대학교 물리치료학과, [2]해운대자생한방병원

# The Effect of Pelvic Floor Muscle Contraction with Image Feedback on Abdominal Muscle Thickness

Jin-Hee Kim, PT, Nan-Soo Kim, PT, PhD[1†], Jun-Hyeok Jang, PT, PhD[2]
Department of Physical Therapy, Graduate School, Catholic University of Pusan,
[1]Department of Physical Therapy, Catholic University of Pusan,
[2]Haeundae jaseng hospital of oriental medicine

Received: October 16, 2012 / Revised: November 7, 2012 / Accepted: November 12, 2012
ⓒ 2012 Journal of the Korean Society of Physical Medicine

**| Abstract |**

**PURPOSE:** The purpose of this study was to investigate the effect of pelvic floor muscle contraction with image feedback on Abdominal muscle thickness.

**METHODS:** Twenty three adults participated in this study. Abdominal muscle thickness was measured by ultrasound in three condition(rest, pelvic floor muscle contraction, pelvic floor muscle contraction with image feedback). Subjects was contraction pelvic floor muscle by general method. And ultrasound(convex probe, 3.5MHz) was used to image feedback for selective pelvic floor muscle contraction. One-way ANOVA was used to compare abdominal muscle thickness in three condition.

**RESULTS:** There was no significant difference in external oblique(p=.514) and internal oblique muscle(p=.250) thickness by three condition. There was significant difference in transverse abdominis thickness by three condition (Transverse abdominis thickness was highest while Pelvic floor muscle contraction than pelvic floor muscle contraction with image feedback and rest.)(p=.000).

**CONCLUSION:** This study shows that pelvic floor muscle contraction with image feedback increase the thickness of transverse abdominis lesser than general pelvic floor muscle contraction.

**Key Words:** Pelvic floor muscle, Abdominal muscle, Image feedback, Ultrasound, Muscle thickness.

## Ⅰ. 서 론

골반저근은 골반 장기를 지지하고, 요도와 항문의 잠금 메커니즘에 기여하여 실금을 조절한다고 알려져 있으며 최근에는 방광의 실금 조절뿐만 아니라 요골반부 안정성 및 척추 안정성, 자세 조절, 환기의 보조 등 다양한 기능을 수행한다(Bo, 2004; Sapsford, 2004; Messelink 등, 2005; Hodges 등, 2007; Smith 등, 2007a, 2007b). 골반

†Corresponding Author : hnskim@cup.ac.kr
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

저근은 복강을 둘러싸고 있는 근육들 중 특히 전 외측 복부 근과 흉곽의 횡격막과 함께 협력하여 시너지 작용을 일으켜 복압을 조절하거나 대응해서 체간 안정성을 제공하는데, 이러한 근육들을 보통 '코어 근육(core muscle)'이라고 부르며 각 근육마다 역할의 차이는 있지만 서로간의 협력 수축을 촉진하여 체간 안정성을 강화시키는데 기여한다(Neumann과 Gill, 2002; Bo, 2004; Sapsford, 2004).

체간의 안정성을 증진시키기 위한 요부 안정화 운동은 척추의 안정성 및 자세 유지와 관련된 복부 및 골반 주위의 근육을 강화하는 운동 프로그램으로써, 복직근과 같은 큰 근육보다 요추와 골반내의 국소근인 복횡근, 다열근과 같은 근육의 강화에 중요하다(Kim, 1998). Hodges와 Richardson(1997)은 팔을 들어 올리는 동작 시 체간 근의 근 활성도를 측정한 결과 상, 하지의 근육보다 복횡근이 일차적으로 수축한다고 보고하였는데, 이는 체간의 자세를 유지하고 몸의 균형을 유지하는데 복횡근의 역할이 중요하다는 것을 말한다. 또한 복횡근은 내복사근과 함께 복강 내압을 증가시키고, 천장관절의 전단력을 줄여 천장관절의 안정성에도 도움을 준다(Hodges와 Richardson, 1997).

Neumann과 Gill(2002)은 골반저근의 수축이 복횡근과 내복사근의 활성을 촉진하고 복압 또한 6mmHg 상승시킨다고 보고하였다. 또한 Sapsford 등(2001)은 골반저근 수축 시 근 활성도를 측정하여 모든 복부 근육이 수축하는 것을 확인하였으며 특히 내복사근이 외복사근, 복직근, 흉벽보다 먼저 골반저근, 복횡근과 함께 상호작용하여 수축한다고 하였다. Kim(2011b)의 연구에서는 골반저근 수축 시 복횡근과 내복사근의 유의한 두께 변화는 있었으나 근전도 측정 상에서는 골반저근 수축 시 내복사근만 유의한 차이가 나타났으며, Kim(2011a)의 연구에서는 질 압의 증가 시 복횡근의 두께는 유의한 차이가 있었으나 내복사근과 외복사근의 유의한 두께 변화는 없었으며, 근전도 측정 상에서는 복직근, 내복사근, 외복사근 모두 유의한 차이를 발견하지 못하였다.

이러한 연구들을 통해 골반저근의 수축이 심부근인 복횡근의 활성을 촉진시키는 것을 확인할 수 있으나 연구자들 간 심부 근과 표면 근 활동의 차이가 있음을 알 수 있다. 이는 골반저근의 수축 시 대상자들의 정확한 골반저근 운동 수행 유무에 따른 복부의 심부 근과 표면 근의 동원 양상이 달라진 결과라고 사료된다. 그러나 Hong(1997)의 연구에서 골반저근 운동을 구두지시로 시행하였을 때 50%의 환자가 정확한 운동을 시행하지 못하였다는 결과와 같이 골반저근은 적절한 운동의 수행이 어려우며 일상생활에서 자주 사용하지 않아 정확한 근육의 수축이 어렵다. 또한 골반저근의 수축 결과로 인한 복부 근의 두께 변화는 골반저근의 독립적인 수축보다 아랫배(lower tummy)의 근육 수축에서 기인할 수 있다(Critchley, 2002). 따라서 골반저근이 정확히 수축했을 때 복부 근 두께의 변화를 살펴봄으로서 복횡근의 독립적인 수축 양상을 연구할 필요가 있다.

바이오피드백 요법은 사람이 평소 인식하지 못하는 신체적 혹은 생리적 현상을 측정 기구를 이용하여 눈이나 귀로 확인함으로서 의식적으로 조절할 수 있도록 하는 치료법으로서, 일반적으로 골반저근의 정확한 수축은 올림 판이 위로 올라가는 형태를 나타내며 MRI와 초음파로 확인할 수 있다(Ariail 등, 2008; Bo 등, 2001; Glavind 등, 1996) 그 중 초음파를 이용한 피드백은 비침습적이며, 적용이 쉽고, 경제적이며, 골반저근의 수축을 시각화하여 대상자에게 즉각적인 시각 피드백 효과를 줄 수 있다(Thompson과 O'Sullivan. 2003).

따라서 본 연구는 복횡근의 강화에 도움이 되는 골반저근 수축방법을 비교하기 위해 일반적인 골반저근의 수축과 영상피드백을 적용한 골반저근의 독립적인 수축에 따른 복부 근의 두께 변화를 살펴보는 것으로, 이를 통해 골반저근 수축 시 복부 근의 수축 양상의 변화에 대한 정보를 제공하는데 목적이 있다.

## Ⅱ. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 연구의 목적을 이해하고 연구 참여에 동의한 20대 성인 남녀 중 최근 6개월 이내 요골반부의 신경학적, 근육학적 병변이 없는 23명을 대상으로 하였다.

### 2. 연구 절차

대상자가 바로 누운 자세에서 안정 시에 복부 근 중 외복사근, 내복사근, 복횡근의 두께를 측정 후 복부 근 사용에 대한 특별한 지시 없이 일반적인 방법으로 골반저근을 수축하라고 요구한 뒤 복부 근의 두께를 측정하였다. 이후에 초음파 영상을 통해 대상자에게 골반저근의 정확한 수축 방법을 숙지시킨 후 골반저근 수축을 실시하는 동안 복부 근의 두께를 다시 측정하였다. 대상자의 근육 움직임이 잘 보일 수 있도록 선명한 영상을 위해 대상자는 측정 2~3시간 전 500ml의 물을 마시고 배뇨를 중지하여 방광을 충만 시켰다(Ma 등, 2003; Kang 등, 2007).

대상자는 골반저근의 최대 수축이 일어났을 때 엄지 손가락을 들어 연구자에게 신호를 주도록 요구하였으며 복부 근 두께를 측정하는 초음파 영상에 영향을 받지 않도록 천장을 바라보게 유도하였다. 수축 값은 각각 3번씩 반복 측정하여 평균값을 이용하였고 근 피로로 인한 오차를 줄이기 위해 측정 간 10초의 휴식시간을 적용하였으며 골반저근 수축 시와 피드백을 적용한 골반저근 수축 측정 간 5분의 휴식시간을 적용하였다.

### 3. 중재 방법

#### 1) 골반저근 수축

대상자에게 소변을 참듯이 골반의 내부 근육을 조이면서 안쪽으로 천천히 당겨 올리라고 지시하였으며 이때 골반의 움직임이나 요부의 움직임이 일어나지 않도록 주의하였다. 또한 복부 근의 사용을 금하거나 사용을 유도하는 지시는 하지 않았다(Neumann과 Gill, 2002).

#### 2) 영상피드백을 적용한 골반저근 수축

골반저근 수축 시와 동일한 수축 방법을 지시하되 대상자가 시각적인 피드백을 받을 수 있도록 초음파 진단장치(ESAOTE Europe B.V., 네덜란드)를 사용하여 직접 눈으로 영상을 모니터링 하면서 골반저근의 정확한 수축을 유도할 수 있도록 하였다. 측정 전 연구자는 대상자에게 영상에서 보이는 방광의 아래 부분인 골반저근의 위치를 알려준 후 골반저근의 수축 시 영상의 변화 형태를 설명하여 대상자에게 선택적인 골반저근의 수축방법을 교육하였다.

### 4. 측정 방법

복부 근 두께 측정은 초음파 진단장치(SONOACE X4, 한국)를 사용하여 호기의 끝 지점에서 외복사근, 내복사근, 복횡근을 측정하였다(Hodges와 Gandevia, 2000). 연구자는 대상자의 우측에서 장골 능과 늑골 11번 사이의 중간 부분에서 전내측방으로 Linear probe (7.5MHz)를 위치하여 우측 부위만 측정하였다(Beith 등, 2001; Hides 등, 2008). 탐촉자 위치를 표준화하기 위해 복횡근과 흉요추 근막이 만나는 부분이 초음파 영상의 오른쪽 끝부분에 보이도록 하였으며, 근막으로부터 분리되는 경계 부분에서 중심부 방향으로 1cm 떨어진 지점을 동일하게 측정하였다(Teyhen 등, 2005; Springer 등, 2006; Mannion 등, 2008).

골반저근의 초음파 영상 측정은 연구보조자가 대상자의 오른쪽에 서서 convex probe(3.5MHz)의 표식자가 대상자의 왼쪽을 향하게 한 후 복부의 횡단면 방향으로 두고 Probe를 치골결합으로부터 5cm 정도 위에서 복부와 probe 사이 각이 10도가 되도록 하여 회음부 부위를 향해 비추었다(Ariail 등, 2008).

### 5. 통계 처리

본 실험에서 수집된 자료는 PASW statics for Windows (version 18.0)를 이용하여 분석하였고, 유의수준 α는 .05로 하였다. 안정 시, 골반저근 수축, 영상피드백을 적용한 골반저근 수축에 따른 복부 근 두께를 비교하기 위해 일요인 분산분석(one-way ANOVA)으로 통계처리하였으며 사후검정은 Duncan을 이용하였다.

## Ⅲ. 연구 결과

복부 근 두께의 변화는 Table 1과 같으며 안정 시와 골반저근 수축 시, 피드백을 적용한 골반저근 수축 시 외복사근(p=.0514)과 내복사근(p=.250)은 두께 변화에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(Table 1).

Table 1. Comparison of abdominal muscle thickness for different actions

(n=23)

| | Rest | PFM contraction | Feedback PFM contraction | F | p |
|---|---|---|---|---|---|
| External Oblique | .67±.18 | .64±.18 | .61±.14 | .672 | .514 |
| Internal Oblique | .57±.15 | .65±.19 | .59±.15 | 1.415 | .250 |
| Transverse Abdominis | .32±.09$_a$ | .50±.15$_b$ | .43±.12$_c$ | 12.881 | .000 |

PFM : Pelvic floor muscle
a : Rest vs PFM contraction
b : PFM contraction vs Feedback PFM contraction
c : Feedback PFM contraction vs Rest

안정 시와 골반저근 수축 시, 피드백을 적용한 골반저근 수축 시 복횡근(p=.000)은 두께 변화에 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(Table 1).

사후검정 결과 복횡근에서 안정 시와 골반저근 수축 시, 안정 시와 피드백을 적용한 골반저근 수축 시 각각 유의한 차이가 있었으며 특히 골반저근 수축 시 복횡근의 두께 변화에 차이가 있었다(Table 1).

## Ⅳ. 고 찰

복부 근육들 중 복횡근은 복부의 가장 심부에 위치하며 흉요근막에 부착되어 복부내압을 증가시키고, 요추부를 안정시키는 요부 안정화의 일차적 기능을 가진다. 골반저근은 횡격막, 복근과 더불어 체간 안정성에 기여하는 코어 근육의 일부로 최근 연구들에서 골반저근의 수축이 복횡근의 수축을 촉진한다고 보고되고 있으나 골반저근은 적절한 운동의 수행이 어려워 기존의 선행연구들에서 복횡근의 수축이 실제로 골반저근의 수축으로 인한 것인지 다른 움직임으로 인한 근육 동원인지 규명할 필요가 있다고 여겨진다.

이에 본 연구는 골반저근 수축 시 영상피드백을 적용하여 골반저근의 독립적인 수축에 따른 복부의 표면근과 심부 근의 두께 변화를 분석하였다.

실험 결과 골반저근 수축 시와 피드백을 적용한 골반저근 수축 시 모두 복횡근의 두께 변화에 유의한 차이가 있었으나 피드백을 적용하여 골반저근을 독립적으로 수축 시켰을 때보다 일반적으로 골반저근을 수축하였을 때 복횡근의 두께가 통계학적으로 유의하게 증가하였다.

Neumann과 Gill(2002)의 연구에서 골반저근의 최대 수축 시와 복횡근의 선택적 수축을 일으키는 Belly-in 동작 시 복횡근의 활성도가 94%와 114%로 유사하게 증가하였으나 복근을 이용하지 않고 골반저근을 수축하라고 요구하였을 때 복횡근의 활성도는 10% 증가한 것으로 나타났다.

이는 Hodges 등(2003)의 근전도 수치와 근 두께 변화 간의 상관관계가 있다고 보고된 연구 결과를 바탕으로 골반저근 수축 시에 비해 피드백을 적용하여 골반저근을 독립적으로 수축시켰을 때 복횡근 두께가 더 적게 증가한 본 연구의 결과와 일치한다. 이는 골반저근의 정확한 수축 방법을 인지하지 못한 대상자들이 구두지시로 골반저근을 수축하라고 요구하였을 때 골반저근의 독립적인 수축 보다는 복횡근을 선택적으로 수축시키는 복부 할로잉(Abdominal hollowing)과 같은 동작을 수행함으로서 심부 복부 근의 수축을 일으켜 복횡근의 선택적인 수축률이 높아진 것으로 생각된다.

또한 Sapsford(2001)는 골반저근 수축 시 척추의 중립자세와 굴곡 자세에서는 복횡근보다 외복사근의 활성도가 높았으나 신전 자세에서는 복횡근이 외복사근보다 활성도가 높았음을 보고하였으며 이는 표면근인 외복사근이 이완되어 동원되기 어려운 신전 자세에서 심부근인 복횡근의 수축이 촉진되어 외복사근보다 활성도가 높아진 것이라고 사료된다. 본 연구에서 골반저근을 수축하라고 지시하였을 때 피드백 적용을 통해 골반저근의 독립적인 수축을 유도했을 때보다 복횡근의 두

께가 유의하게 증가한 결과는 대상자들이 피드백 적용을 하지 않았을 때 골반저근 대신 복부의 심부근육이 동원될 움직임을 일으키기 쉬워 복횡근의 두께가 유의하게 증가한 것으로 생각되며 이는 심부 근의 활성이 촉진되는 자세에서 골반저근 수축 시 복횡근의 두께가 유의하게 증가한 Sapsford(2001)의 연구 결과를 지지하는 것으로 여겨진다.

또한 골반저근은 해부학적 위치와 구조 상 자발적인 수축 시 정확한 움직임이 어려우며 보통 골반저근 대신 둔근, 고관절 내전근, 복부 근 중 특히 복횡근과 내복사근이 수축하는 오류를 범하게 된다(Bo와 Sherburn, 2005; Critchley, 2002). 이런 복부 근의 수축은 하복부의 안쪽을 향한 움직임으로 나타날 수 있으며 이는 배꼽을 안쪽으로 당기는 복부 할로잉(Abdomianl hollowing) 운동이 복횡근의 선택적 수축을 촉진한다는 Richardson 등(2002)의 연구 결과를 바탕으로 골반저근 수축이 정확히 수행되지 않고 복부 할로잉(Abdominal hollowing)과 같은 다른 동작을 행하였을 경우 복횡근과 같은 심복부근의 동시 수축을 일으켜 복횡근의 두께 증가에 영향을 미친 것으로 생각된다.

본 연구에서는 일반적으로 골반저근을 수축하라고 지시하였을 때 복횡근의 두께가 유의하게 증가하였으나 피드백을 적용하여 골반저근의 선택적인 수축 시 복횡근의 동원을 증가시킬 수 있는 다른 동작이 일어날 가능성을 줄임으로서 복횡근의 두께가 더 적게 증가함을 알 수 있었다. 이는 골반저근의 수축이 복횡근을 활성화 시키는 것은 분명하나 수축 효과를 상승시키기 위해서는 골반저근 수축뿐만 아니라 심복부근의 수축까지 동시에 유도하는 것이 효과적일 수 있음을 나타낸다고 생각된다.

이러한 연구 결과를 바탕으로 요부 안정화의 핵심적인 요소인 복횡근의 활성에 골반저근의 수축이 영향을 미친다는 기존의 연구 결과들을 재확인 하였으나 실험의 결과를 토대로 향후 연구에서는 골반저근의 선택적 수축과 함께 복횡근의 활성이 더욱 증가될 수 있는 심복부근의 동시 수축을 유도한 운동 방법을 고려하여 복부 근육의 두께 및 활성도까지 측정한다면 더욱 의미 있는 연구가 될 것이라고 사료된다.

## Ⅴ. 결 론

본 연구에서는 일반적으로 골반저근을 수축했을 때와 피드백 영상을 적용하여 골반저근을 수축 했을 때 모두 복횡근의 두께가 증가하였으나 피드백 영상을 적용한 골반저근 수축 시 복횡근의 두께가 더 적게 증가하였음을 확인하였다. 이는 일반적인 골반저근 수축 시 정확한 수축 방법을 인지하지 못한 대상자들이 심복부근을 동원하여 복횡근의 두께 양상이 증가하는데 기여한 것으로 사료되며 이러한 연구 결과는 골반저근을 통한 요부 안정화 중재에 고려해야 할 요소라고 생각된다.

## 참고문헌

Ariail A, Sears T & Hampton E. Use of transabdominal ultrasound imaging in retraining the pelvic-floor muscles of a women postpartum. Phys Ther. 2008;88(10):1208-17.

Beith ID, Synnott RE & Newman SA. Abdominal muscle activity during the abdominal hollowing manoeuvre in the four-point kneeling and prone positions. Man Ther. 2001;6(2):82-7.

Bo K, Lilleas F, Talseth T et al. Dynamic MRI of the pelvic floor muscles in upright sitting position. Neurourl Urodyn. 2001;20(2):167-74.

Bo K. Pelvic floor muscle training is effective in treatment of female stress urinary incontinence, but how does it work?. Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct. 2004;15(2):76-84.

Bo K & Sherburn M. Evaluation of female pelvic-floor muscle function and strength. Phys Ther. 2005;85(3):269-82.

Critchley D. Instructing pelvic floor contraction facilitates transversus abdominis thickness increase during low-abdominal hollowing. Physiother Res Int. 2002; 7(2):65-75.

Glavind K, Nohr SB & Walter S. Biofeedback and physiotherapy versus physiotherapy alone in the treatment of genuine

stress urinary incontinence. Int Urogynecol J Pelvic floor dysfunct. 1996;7(6):339-43.

Hides J, Gilmore C, Stanton W et al. Multifidus size and symmetry among chronic LBP and healthy asymptomatic subjects. Man Ther. 2008;13(1):43-9.

Hodges PW & Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. Phys Ther. 1997;77(2):132-42

Hodges PW & Gandevia SC. Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm. J Appl Physiol. 2000;89(3): 967-76.

Hodges PW, Pengel LH, Herbert RD et al. Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. Muscle Nerve. 2003;27(6):682-92.

Hodges PW, Sapsford R & Pengel LH. Postural and respiratory functions of the pelvic floor muscle. Neurourol Urodyn. 2007;26(3):362-71.

Hong JY. The efficacy of pelvic floor muscle exercise in patients with genuine stress incontinence. Korean Journal of Urology. 1997;38(6):639-43.

Kang DH, Park SU, Park JY et al. Text book of ultrasonography. Seoul. Daihaks Publishing Company. 2007.

Kim BI. During vaginal pressure change comparative analysis abdominis thickness and activity in healthy women. Daegu University Graduate School of Rehabilitation Sciences. Master's thesis. 2011a.

Kim HR. Comparative analysis of measured vaginal pressure, abdominal EMG, thickness according to the delivery method during pelvic floor contraction and valsalva maneuver. Daegu University Graduate School of Rehabilitation Sciences. Master's thesis. 2011b.

Kim SY. Lumbo-pelvic stabilization apparoach for lower back dysfunction. The Korean Academy of Orthopedic Manual Therapy. 1998;4(1):7-20.

Mannion AF, Pulkovski N, Gubler D et al. Muscle thickness changes during abdominal hollowing: an assessment of between-day measurement error in controls and patients with chronic low back pain. Eur Spine J. 2008;17(4):494-501.

Ma SC, Kwon DM, Lee JS et al. Ultrasonography imaging. Seoul Cheonggu Publishing. 2003.

Messelink B, Benson T, Berqhmans B et al. Standardization of terminology of pelvic floor muscle function and dysfunction: report from the pelvic floor clinical assessment group of the International Continence Society. Neurourol Urodyn. 2005;24(4):374-80.

Neumann P & Gill V. Pelvic floor and abdominal muscle interaction: EMG activity and intra-abdominal pressure. Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct. 2002;13(2): 125-32.

Richardson CA, Snijders CJ, Hides JA et al. The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. Spine (Phila Pa 1976). 2002;27(4):399-405.

Sapsford RR, Hodges PW, Richardson CA et al. Co-activation of the abdominal and pelvic floor muscles during voluntary exercises. Neurourol Urodyn. 2001;20(1): 31-42.

Sapsford R. Rehabilitation of pelvic floor muscles utilizing trunk stabilization. Man Ther. 2004;9(1):3-12.

Smith MD, Coppieters MW & Hodges PW. Postural activity of the pelvic floor muscles is delayed during rapid arm movements in woman with stress urinary incontinence. Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct. 2007a;18(8):901-11.

Smith MD, Coppieters MW & Hodges PW. Postural response of the pelvic floor and abdominal muscles in women with and without incontinence. Neuroural Urogyn. 2007b;26(3):377-85.

Springer BA, Mielcarek BJ, Nesfield TK et al. Relationships among lateral abdominal muscles, gender, body mass index, and hand dominance. J Orthop Sports Phys Ther. 2006;36(5):289-97.

Teyhen DS, Miltenberger CE, Deiters HM et al. The use of ultrasound imaging of the abdominal drawing-in

maneuver in subjects with low back pain. J Orthop Sports Phys Ther. 2005;35(6):346-55.

Thompson JA & O'Sullivan PB. Levator plate movement during voluntary pelvic floor muscle contraction in subjects with incontinence and prolapse: a cross-sectional study and review. Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct. 2003;14(2):84-8.