

배꼽 넣기 동안 의식적인 골반저근의 수축이 체간 근육에 미치는 영향

이윤상 · 탁사진 · 박지유 · 최원재 · 이승원[†]

삼육대학교 물리치료학과 일반대학원, ¹삼육대학교 물리치료학과

Effects of Conscious Contraction of the Pelvic Floor Muscles during Abdominal Hollowing on the Trunk Muscle

Yun-Sang Lee · Sa-Jin Tak · Ji-Yu Park · Won-Jae Choi · Seung-Won Lee[†]

Dept. of Physical Therapy, Graduate School of Sahmyook University

¹Dept. of Physical Therapy, Sahmyook University

Received: September 8, 2017 / Revised: September 29, 2017 / Accepted: October 11, 2017

© 2017 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study aimed to examine the effects of lumbar stabilization exercise during abdominal hollowing with conscious contraction of the pelvic floor muscles on trunk muscle in healthy twenties subjects.

METHODS: The participants were randomly allocated to an experimental group (n=15) and a control group (n=15). The experimental group received lumbar stabilization exercise combined with conscious contraction of the pelvic floor muscles during abdominal hollowing. The control group received lumbar stabilization exercise with abdominal hollowing. Both groups trained with the respective exercise for 30 minutes a day, 3 times a week for 6 weeks. Muscle activation of the external oblique and erector spinae muscles, thickness of the transversus abdominis and multifidus, and

contraction holding time of transversus abdominis were measured before and after exercise.

RESULTS: Activations of both the external oblique muscles were significantly decreased, and thickness of both the transversus abdominis and multifidus muscles, and contraction holding time of the transversus abdominis muscle were significantly increased in the experimental group ($p < .05$). The thickness of the left transversus abdominis and right multifidus muscles, and the contraction holding time of the transversus abdominis muscle significantly increased in the control group ($p < .05$). On comparing both groups, the activations of both external oblique muscles were significantly reduced and the contraction holding time of the transversus abdominis muscle was significantly increased in the experimental group ($p < .05$).

CONCLUSION: These results suggest that lumbar stabilization exercise by abdominal hollowing and conscious contraction of the pelvic floor muscles is suitable and efficient for healthy twenties subjects.

Key Words: Abdominal muscles, Electromyography, Pelvic floor, Ultrasonography

[†]Corresponding Author : swlee@syu.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.

I. 서론

요부 통증은 일상에서 쉽게 발생하는 건강 문제로 매년 성인에서 50% 이상 발생하고 인생을 살아가는 동안 70~80%가 요부 통증으로 인해 고통 받는다(Sherman 등, 2010). 척추불안정성의 증가는 요부 통증의 주요 원인인 구조적 문제에 영향을 미친다(Speed, 2004). 척추의 불안정성이란 큰 변형이나 신경학적 이상, 통증으로 인한 무능이 없이 생리적 한계 내에 척추 중립지대(neutral zone)라고 불리는 척추 분절의 중립 자세 주위의 느슨함을 일컫는 말로써, 불안정성으로 인한 관절위치 조절 능력이 저하됨에 따라 관절이 손상되고 통증이 발생한다(Panjabi, 2003). 그리고 만성 요통 환자들은 다열근과 같은 심부근육들이 약화되어 있는 특징을 가지고 있다(Jang, 2009).

복횡근과 골반저근을 비롯한 요부 심부근들이 함께 수축하여 상지를 움직이거나 걸을 때 복강내압을 증가시키고, 예측하지 못한 상황에서 선행적 운동 조절에 관여하며 천장관절(sacroiliac joint)의 안정성을 증가시켜 심부근육이 더 잘 수축할 수 있도록 함으로 요부 안정화에 도움을 준다(Smith 등, 2006; Stafford 등, 2012). 이에 따라 요부 안정성을 향상시키기 위한 요부 안정화 운동은 복횡근과 다열근을 중심으로 이루어지고, 요부 심부 근육을 활성화시켜 고유수용감각을 증가시키며 동적인 활동 시 척추의 안정성을 향상시켜 균형능력의 조절과 효율적인 움직임을 만든다(Cho 등, 2013; Hides 등, 2011). 요부 안정성이 증가되면 일상생활뿐 아니라 스포츠 활동과 같은 역동적인 활동 시에도 요부 통증을 예방하고 근 동원, 근력, 근 지구력이 손실된 환자들의 운동수행 능력도 증가시킨다(Kavicic 등, 2004).

요부 안정화 운동 시 많이 사용되는 방법으로 배꼽 넣기(abdominal hollowing)가 있다. 배꼽 넣기는 체간의 표면에 위치한 복부 근육과 등 근육을 사용하지 않고, 심부에 위치한 복횡근을 선택적으로 수축시키는 운동을 말한다(Henry과 Westervelt, 2005). 배꼽 넣기와 같은 선택적인 복횡근의 훈련은 손상된 운동조절 능력을 정상화시켜 선행적 근 수축을 가능하게 하고, 통증을 줄

이며 안정성을 증가시킨다(Vasseljen과 Fladmark, 2010). 요부 안정화 운동 시 요부 심부근과 골반저근의 협응관계는 중요하다. 의식적인 골반저근의 수축 시 골반의 위치에 상관없이 복횡근의 수축을 유도하고 복부 근육의 등척성 수축은 골반저근의 수축을 유도하지만(Sapsford 등, 2001), 골반저근의 수축 시 자발적인 수축이 어려워 둔근, 고관절 내전근, 복근 등의 수축이 병행되거나 그 중 복횡근과 내복사근을 수축 시키는 경우가 많으므로 좌·우 대칭적인 수축의 훈련이 필요하다(Bo과 Sherburn, 2005). 그러나 치료사의 구두 명령이나 촉각적 접촉을 통해 골반저근의 수축을 실시하였을 때 좌·우 대칭적으로 정확한 수축을 확인하기 어렵다(Painter 등, 2007; Whittaker, 2004). 실시간 초음파 영상을 통한 시각적 피드백은 골반저근의 수축을 대상자가 실시간으로 확인하며 운동을 실시할 수 있도록 도와 정확한 운동의 수행이 가능하게 한다(Kwon 등, 2011).

따라서, 배꼽 넣기를 통한 요부 안정화 운동 시 의식적인 골반저근 수축이 복근의 근 활성도와, 심부근의 두께 변화 및 수축 유지 시간의 변화에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상자 연구절차

본 연구를 위한 대상자는 경기도 소재 요통이 없는 건강한 20대 성인 30명을 모집하여 실시하였다. 실험 전 6개월 동안 요통을 경험하거나 치료를 받은 자, 출산 경험이 있거나 임신중인 자, 복부와 척추 또는 자궁부위에 수술경험이 있는 자, 심혈관계와 신경학적 질환 또는 인지 장애가 있는 자, 체간과 상지의 외상이나 최근 3개월 이내 안정화 운동과 같은 치료를 받은 경험이 있는 자는 제외하였다. 모든 대상자는 연구의 목적과 실험방법, 내용 및 절차에 대한 설명을 들은 후 연구에 동의한 사람만을 대상으로 선정하였고, 대학교 생명윤리위원회의 승인을 받았다.

선정조건에 부합하는 대상자들을 무작위로 실험군과 대조군으로 나누었다. 실험군은 요부 안정화 운동

동안 의식적인 골반저근의 수축을 병행하여 실시하였고, 대조군은 일반적인 배꼽 넣기를 통한 요부안정화 운동을 실시하였다. 두 군은 6주 동안 주 3회, 30분씩 훈련하였다. 전체운동은 준비운동 5분, 본 운동 20분, 마무리 운동 5분으로 구성되었다. 운동 전, 후로 복근의 활성도를 확인하기 위해 근전도 검사를 실시하였고, 심부근육의 두께를 측정하기 위해 초음파 검사를 실시하였으며 근육의 지구력을 검사하기 위해 수축 유지 시간을 평가하였다.

2. 측정방법

1) 근활성도 측정

체간 근육의 활성도를 측정하기 위해 표면 근전도기기(TeleMyo 2400T G2 Telemetry EMG system, Noraxon Inc., Scottsdale, U.S.A.)를 사용하였다. 피부와 전극 사이에 저항을 최소화하기 위해 부착 부위에 면도를 실시한 후 가는 사포로 문지르고, 소독용 알코올로 피부를 청결하게 하였다.

대상자는 엎드린 자세에서 압력 바이오피드백 단위(Pressure Biofeedback Unit, PBU)를 전상장골극을 피해 복횡근에 위치한 후 대상자가 배꼽 넣기를 하기 전에 장비의 압력을 70 mmHg로 설정하였다. 그 후에 대상자는 등이나 고관절의 움직임 없이 아랫배를 당겨 압력을 64 mmHg로 유지 할 때 5초간 근 활성도를 측정하였다. 총 3회 측정하였으며 처음과 마지막 각 1초를 제외한 3초간의 값들의 평균을 산출하였다.

외복사근 측정 시 전극의 위치는 장골극과 12번째 늑골 사이의 중간에 근육의 결대로 경사를 주어 부착하였다. 척추기립근 측정 시 전극의 위치는 3번째 요추의 극돌기로부터 약 2 cm 바깥으로 떨어진 부위에 부착하였으며 참고 전극은 우측 전상장골극에 부착하였다(Cram 등, 1998).

표면 근전도 신호는 소프트웨어(Myoresearch XP Master edition, Noraxon Inc, Arizona, USA)를 이용하여 처리하였다. 표면 근전도의 표본추출률(sampling rate)은 1024 Hz, 대역통과필터(band-pass filter)는 10~450 Hz로 하였다. 근전도 신호의 정량화를 위해 기준 근수

축(reference voluntary contraction, RVC)을 사용하였으며, RVC의 값은 2초간 5회 최대 호기 시 근 활성도를 측정하여 평균값을 산출 하였다(Lee 등, 2011).

2) 복횡근과 다열근 근육두께

초음파 장비(Xario™, Toshiba, JAPAN)로 B-mode의 6.0 MHz 커브형 도자를 사용하여 복횡근과 다열근의 두께를 측정하였다.

복횡근 두께 측정 시 대상자는 hook lying 자세에서 편안하게 누운 후 변환기에 겹을 충분히 바르고 대상자의 12번째 늑골과 장골능 사이의 액와선 중앙부분에 놓았다. 그리고 외측 복부 근육이 가장 잘 보이는 위치를 찾아 표시 한 후 측정하였다(McGalliard 등, 2010). 근육의 두께 측정은 영상에서 복횡근의 가장 내측 모서리(the muscle fascia junction)의 근막부위에서 1.5 cm 떨어진 곳에 수평선을 그은 후 수직선을 그어 복횡근의 두께를 측정하였다(Hodges 등, 2003). 반대측도 동일한 방법으로 측정하였다.

다열근의 두께는 요추의 만곡을 없애기 위해 복부에 배개를 대고 편안하게 엎드린 후, 요추 4번 극돌기에서 5번 극돌기 사이의 관절에서 다열근의 두께를 측정하였다. 측정 시 압력은 복횡근의 내측 모서리의 근막이 가장 명확하게 보이는 압력으로 측정하였고(McGalliard 등, 2010), 복부 외측 근육과 다열근이 눌리지 않게 변환기 옆에 작은 스트리폼을 붙여 최대한 압력을 일정하게 유지하며 측정하였다. 휴식기의 측정은 호기의 마지막에서 측정하였다. 수축기의 측정은 배꼽 넣기 상태로 수축 후 5초간 유지한 상태에서 측정하고, 각각 3번 측정하여 평균값을 사용하였다. 측정된 두께를 정량화시키기 위해 [(수축기-휴식기)/휴식기*100] 공식을 이용하여 백분율로 산출하였다(Watson 등, 2011).

3) 근지구력

복횡근의 정적 근 지구력을 측정하기 위하여 수축 유지시간을 측정하였다(Lee 등, 2012). 압력 바이오피드백 단위(Pressure Biofeedback Unit)는 16.7×24 cm의 비탄력적인 소재의 측정도구로 2 mmHg씩 0 mmHg에

서 200 mmHg까지 압력을 측정할 수 있다. 연구 대상자는 엎드린 자세를 취하고 PBU를 전상장골극을 피해 복횡근에 위치한 후 대상자가 근육을 수축하기 전에 장비의 압력을 70 mmHg로 설정하였다(Franca 등, 2010). 대상자는 등이나 고관절의 움직임 없이 아랫배를 당겨 압력을 $64 \text{ mmHg} \pm 2 \text{ mmHg}$ 로 유지하는 시간을 측정하였다(Richardson 등, 2004).

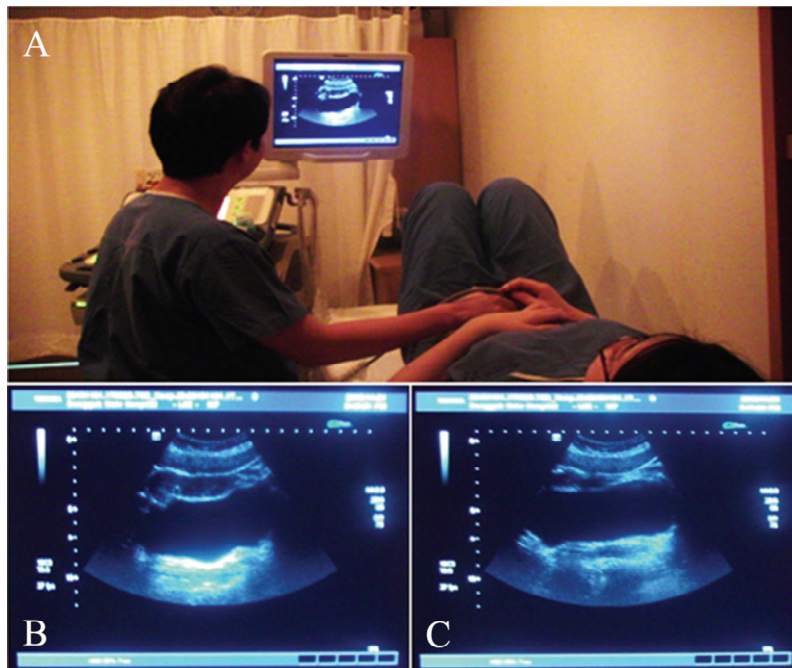
3. 중재방법

본 운동을 하기 전 정확한 운동을 수행하기 위해 사전교육을 실시하였다. 두군 모두 바로 누워 무릎을 굴곡 시킨 자세(hook lying)에서 구두 명령으로 편안하게 호흡하도록 하였다. 몸통이나 등 또는 골반의 움직임 없이 아랫배를 척추 방향으로 부드럽게 당기고, 그것을 유지하며 전상장골극 내측부위에 촉각적인 접촉을 이용하여 배꼽 넣기 훈련을 실시하였다. 그 후 PBU

를 요부 아래 위치시키고, 시행자가 배꼽 넣기를 실시하면 압력계를 조절하여 40 mmHg에 맞추고 이를 유지하도록 교육하였다. 배꼽 넣기를 10초 이상 유지할 수 있을 때까지 훈련을 시킨 후 운동을 시작하였다(Roussel 등, 2009).

추가적으로 실험군은 배꼽 넣기 훈련이 완성된 후 의식적인 골반저근의 수축을 편안하게 호흡하며, 이를 유지하는데 시행자는 골반저근을 머리 방향으로 부드럽게 들어 올리고 그것을 유지하라는 구두 명령과 촉각적 접촉을 통해 골반저근의 수축 방법을 숙지 시켰다. 실시간 초음파 영상 피드백을 통해 방광 아래 부분의 골반저근이 좌·우 대칭적으로 올라오는 시간적인 피드백을 받으며 정확한 수축 능력을 확인하고 10초 이상 유지할 수 있을 때까지 훈련을 시킨 후 운동을 시작하였다(Fig. 1).

본 운동으로 무릎 구부리고 누운 자세에서 골반 들고



A. Appearance of conscious muscle contraction training; B. Ultrasound imaging of resting time of the pelvic floor muscles; C. Ultrasound imaging of conscious contraction of the pelvic floor muscles

Fig. 1. Pre-education of conscious pelvic floor muscles contraction with real-time ultrasound feedback

10초 유지하기(bridge position), 이 상태에서 한쪽씩 무릎을 펴고 10초 유지하기, 그리고 들고 있는 다리의 고관절을 45도 외전하고 10초 유지하기를 수행하였으며 반대쪽도 동일한 방법으로 시행하였다(Lee 등, 2013; Saliba 등, 2010). 팔꿈치로 지지한 옆드린 자세에서 견갑대를 내전, 하강시키면서 가슴을 지면으로부터 2초 동안 들어올리고 2초 동안 유지 후 4초 동안 내려오기를 시행하고, 전완과 발의 앞면을 지면에 대고 몸을 최대한 수평으로 만든 옆드린 자세를 10초간 유지하고, 한쪽 다리씩 들고 10초간 유지하기를 시행하였다(Navalta and Hrcir, 2007). 네발기기 자세에서 교대로 한쪽 팔과 한쪽 다리를 들고 10초간 유지하기를 시행하고, 옆으로 누운 자세에서 전완과 발로 체중을 지지하며 엉덩이 들기 10초 유지하고 상부 다리를 들고 10초 유지하기를 시행하였다. 요부 안정화 운동 시 모든 동작에서 배꼽 넣기를 유지하며 실시하였다.

4. 분석 방법

모든 통계적 분석은 윈도우용 SPSS 18.0 (IBM, Chicago, IL, USA)을 사용하였다. 두 집단의 일반적 특성은 카이제곱 검정(Chi-squared test)과 독립표본 t 검정을 통해 동질성을 검정하였고, Shapiro-wilk에 의한 정규성 검정을 실시하였다. 각 집단의 중재에 따른 전·후 비교를 위해 대응표본 t-검정을 이용해 분석하였고, 두 집단 사이의 변화량의 차이를 비교하기 위해 독립표본 t-검정을 실시하였다. 자료의 모든 통계학적 유의수준은 .05로 설정하였다.

III. 연구 결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

연구자의 일반적인 특성은 Table 1과 같으며 실험군과 대조군의 집단 내 성별의 구성, 나이, 신장 및 체중에서 집단별 차이가 없어 두 집단이 동질한 것으로 나타났다.

2. 외복사근과 척추기립근의 활성화 변화 비교

실험군에서 모든 근 활성화도의 변화가 있었으나(우측 외복사근 -34.13%, 좌측 외복사근 -27.08%, 우측 척추기립근 -13.43%, 좌측 척추기립근 -6.22%), 유의한 근활성도 감소는 양측 외복사근에서 나타났다($p < .05$). 대조군에서 유의한 근활성도 변화는 없었다(우측 외복사근 .14%, 좌측 외복사근 -6.34%, 우측 척추기립근 6.04%, 좌측 척추기립근 4.40%). 실험방법에 따른 두 집단 간 전후 변화량의 차이를 비교 한 결과 양측 외복사근에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .05$)(Table 2).

3. 복횡근과 다열근의 두께 변화 비교

실험결과 실험군과 대조군의 근 두께의 변화는 두 군 모두에서 근 두께의 증가가 있었으나, 실험군에서는 모든 근육이 유의한 증가를 보였고($p < .05$), 대조군에서 좌측 복횡근과 우측 다열근에서만 유의한 증가가 나타났다($p < .05$). 실험방법에 따른 두 집단 간 전후 변화량의 차이를 비교 한 결과 두 집단 간에는 유의한 차이가 없었다(Table 3).

Table 1. General characteristics of participants

(N=30)

| Variables | Experimental group (n ₁ =15) | Control group (n ₂ =15) | X ² /t | p-Value |
|---------------------------|--|---------------------------------------|-------------------|---------|
| Gender (male / female) | 11 / 4 | 11 / 4 | | |
| Age (years) | 24.13 (1.95) | 24.67 (1.75) | -.784 | .439 |
| Height (cm) | 173.67 (6.19) | 170.80 (7.59) | 1.132 | .157 |
| Weight (kg) | 70.86 (13.64) | 67.20 (10.12) | .836 | .410 |

The values are presented by mean (SD).

Table 2. Comparison of the muscle activations (%RVC) of external oblique and erector spinae muscles between the experimental and control groups (N=30)

| Variables | Experimental group (n ₁ =15) | | Control group (n ₂ =15) | | t (p-Value) |
|------------------|--|----------------|---------------------------------------|----------------|----------------|
| | Pre-test | Post-test | Pre-test | Post-test | |
| External oblique | | | | | |
| Rt | 85.96 (41.70) | 51.83 (26.32)* | 87.55 (67.88) | 87.70 (85.89) | -2.577 (.016)* |
| Lt | 81.13 (48.26) | 54.04 (37.90) | 92.26 (93.47) | 85.92 (101.76) | -2.058 (.049)* |
| Elector spinae | | | | | |
| Rt | 33.09 (58.15) | 19.65 (19.21) | 27.87 (22.48) | 33.92 (40.75) | -1.352 (.187) |
| Lt | 22.73 (25.31) | 16.52 (9.50) | 25.81 (17.33) | 30.22 (34.31) | -1.033 (.310) |

The values are presented by mean (SD).

* p < .05.

Table 3. Comparison of the muscle thickness ratio (%) between the experimental and control groups (N=30)

| Variables | Experimental group (n ₁ =15) | | Control group (n ₂ =15) | | t (p-Value) |
|----------------------|--|----------------|---------------------------------------|----------------|-------------|
| | Pre-test | Post-test | Pre-test | Post-test | |
| Transverse abdominis | | | | | |
| Rt | 53.76 (28.13) | 71.50 (24.32)* | 49.93 (29.62) | 65.24 (31.26) | .243 (.810) |
| Lt | 50.77 (23.50) | 70.30 (20.82)* | 49.16 (23.20) | 67.66 (20.13)* | .118 (.907) |
| Multifidus | | | | | |
| Rt | 2.57 (2.69) | 5.19 (2.25)* | 2.75 (3.70) | 4.94 (2.16)* | .478 (.636) |
| Lt | 3.34 (2.85) | 5.45 (3.18)* | 3.79 (5.16) | 5.14 (3.89) | .620 (.540) |

The values are presented by mean (SD).

* p < .05.

Table 4. Comparison of the contraction holding time of transverse abdominis between the experimental and control group (N=30)

| Variables | Experimental group (n ₁ =15) | | Control group (n ₂ =15) | | t (p) |
|-----------------|--|----------------|---------------------------------------|----------------|---------------|
| | Pre-test | Post-test | Pre-test | Post-test | |
| Holding time(s) | 39.99 (31.87) | 99.99 (40.22)* | 44.26 (26.91) | 72.56 (41.42)* | 2.525 (.018)* |

The values are presented by mean (SD).

* p < .05.

4. 복횡근의 수축 유지시간 비교

실험결과 실험군과 대조군의 수축 유지 시간의 변화는 유의하게 증가하였다(실험군 60.00초 증가, 대조군 28.30초 증가)(p<.05). 또한 실험방법에 따른 두 집단

간 전후 변화량의 차이를 비교 한 결과 실험군에서 근수축 유지시간이 통계적으로 유의한 향상을 보였다 (p<.05)(Table 4).

IV. 고 찰

본 연구에서는 건강한 20대 성인을 대상으로 6주간 배꼽 넣기를 통한 요부 안정화 운동 시 의식적인 골반저근의 수축을 병행한 요부 안정화 운동이 외복사근과 척추기립근의 활성화, 복횡근과 다열근의 근 두께, 복횡근의 수축 유지시간에 미치는 영향을 분석하였다.

운동이나 어떤 동작 시 요부 심부근보다 외복사근의 활성화도가 빠르고 강하게 나타나는 것은 요부 통증이나 잘못된 자세로 인해 심부근이 활성화 되지 못하여 표재근인 외복사근을 많이 쓰게 되는 현상을 의미한다(O'Sullivan 등, 2002). 이전 연구에서 실험군인 만성 요통 환자 10명과 대조군인 건강한 성인 10명을 대상으로 12 kg의 무게를 들었을 때 근 활성도를 측정한 실험에서 외복사근은 실험군 49%, 대조군 21%의 활성도를 보였다(Ershad 등, 2009).

본 연구의 두 그룹 간 비교에서 양측 외복사근의 활성화도가 실험군이 대조군보다 유의한 감소를 보였다. 실험 후 실험군에서 근육의 활성화도가 감소였으나 대조군에서의 근 활성화도는 차이가 없었다. Lee 등(2011)의 2주간 새로운 요부 심부근 운동의 연구에서 배꼽 넣기 수행 시 외복사근과 척추기립근의 근 활성화도가 훈련 전에 비해 각각 31.4%, 36.6% 감소하여 유의한 차이를 보인 결과는 본 연구의 실험군에서의 변화와 일치하는 것으로 나타났다. 요부 안정화 운동을 통하여 요부 심부 근육의 긴장성 활동(tonic activity)을 늘리고 표재근보다 먼저 수축하며, 심부근의 선택적인 수축을 통해 표재근의 사용을 감소시키는 것을 목적으로 보았을 때 실험군에서 보다 긍정적인 효과를 보였다고 사료된다. 이러한 차이는 요부 안정화 운동 시 배꼽 넣기와 의식적인 골반저근의 수축을 병행하게 되면 복강내압과 요도의 압력이 증가하게 되고(Sapsford, 2004; Sapsford 등, 2013), 압력의 증가를 유지하기 위해 요부 심부 근육들의 동시 수축이 강하게 활성화되어 천장관절(sacroiliac joint)과 척추의 각 분절들에 안정화 현상이 생기게 된다(Richardson 등, 2002). 표재근은 척추 분절의 안정화로 활성화도가 감소하게 된다. 그러므로 요부 안정화 운동 시 복횡근을

선택적으로 수축시키는 배꼽 넣기만 시행하는 것보다는 의식적인 골반저근의 수축을 병행하는 것이 보다 효과적이라 사료된다(Kim 등, 2012).

초음파를 이용한 복횡근과 다열근의 두께 측정에서 두 군 모두 실험 전과 비교하여 근육의 두께가 모두 증가하였다. Pulkovski 등(2012) 연구에서 만성 요통 환자와 건강한 성인을 대상으로 평상시와 배꼽 넣기 수행 시 복횡근의 두께 측정 결과 실험군에서는 31.71%, 대조군에서 39.48%로 유의한 차이를 보였다. Mannion 등(2012)의 연구에서 9주간 배꼽 넣기를 병행한 요부 안정화 운동 후 우측 복횡근의 수축비가 1.35에서 1.42로 좌측 복횡근의 수축비가 1.33에서 1.38로 증가하였지만 유의한 차이는 보이지 않았다고 보고하였다.

Zielinski 등(2013)의 연구에서 만성 요통 환자를 대상으로 6주간 요부 안정화 운동 후 반대편 팔을 들면서 측정한 다열근의 두께 변화가 10.8%에서 14.7%로 3.9% 증가하여 유의한 차이를 보였다. 본 실험의 연구 결과 두 군 모두에서 근 두께의 증가는 있었지만 대조군에서는 좌측 복횡근과 우측 다열근에서만 유의한 증가가 나타난 것에 비해 실험군에서는 모두 유의하게 증가하였다. 대조군에서는 요부 심부 근육의 비대칭적인 강화가 발생한 것으로 볼 수 있고 실험군에서는 요부 안정화 운동 시 사전교육으로 초음파 피드백을 이용한 골반저근의 의식적인 수축 훈련이 요부 심부 근육들을 대칭적으로, 동시 수축시켜 강화된 효과라고 할 수 있다.

근 두께 측정에서 두 그룹 간 비교 시 유의한 차이를 보이지 않았다. 배꼽 넣기로 인한 복부 근육의 수축은 근전도 측정에서 치골미골근과 외항문괄약근의 활성화를 유의하게 증가시킨다(Neumann과 Gill, 2002; Sapsford과 Hodges, 2001). 한 근육 그룹의 수축 시 다른 근육 그룹이 동시 수축하는 협응기전이 신경학적으로 연결되어 있어(Blok 등, 2003), 근전도 측정에서 골반저근인 치골미골근과 외항문괄약근의 활성화가 유의하게 증가된 것이다. 유의한 수준은 아니었으나 의식적인 골반저근의 수축 없이 배꼽 넣기만을 병행한 요부 안정화 운동 중에도 복부 근육의 수축을 통해 연속적으로 골반저근이 수축되는 효과가 나타난 것으로 사료

된다. 즉 정도의 차이는 있으나 두 군 모두에서 훈련 도중 골반저근이 모두 사용되었고, 의식적인 골반저근의 수축이 일반적인 요부안정화 운동보다 골반저근의 더 많은 수축을 만들어 복강 내압을 형성하여 복횡근과 다열근의 두께 증가에 보다 영향을 주었을 것이라고 생각된다.

본 실험에서는 PBU를 이용하여 복횡근의 정적 근 지구력을 측정하기 위해 복횡근의 수축 유지시간을 측정한 결과 두 그룹 모두 훈련 전보다 유의하게 증가하였다($p < .05$). Lee 등(2012)의 연구에서 요부 안정화 훈련을 시행한 결과 그룹 내 차이가 실험군은 26.33초, 대조군은 .70초로 복횡근의 수축 유지시간이 25.63초의 차이로 유의하게 나타났다. 복횡근의 정적 근 지구력을 향상시키기 위해서는 요부 안정화 운동이 골반저근의 수축을 통한 효과보다 더 큰 부분을 차지하는 것으로 보인다. 이러한 근 지구력의 증가는 요통 환자에게는 통증 완화 및 재발 예방과(Han 등, 2011), 건강한 성인에게는 장시간의 동적인 활동 시 체간을 안정화 시켜 사지의 원활한 움직임에 도움이 될 것이다.

본 연구의 제한점은 건강한 20대 성인을 대상으로 시행하였기 때문에 환자들에게서 볼 수 있는 근활성 패턴에 대한 차이를 명확히 규명 짓지 못하였다. 그리고 초음파 측정 시 골반저근에 대한 사전, 사후 수축 변화의 측정이 없었다. 추후의 연구에서는 골반저근의 수축 정도를 측정하여 복횡근, 다열근, 골반저근의 상관관계에 대해 분석한다면 더욱 의미 있는 연구가 되리라 생각된다.

V. 결론

요부안정화 운동 시 의식적인 골반저근의 수축이 표재근의 활성도를 감소시키고, 심부근의 수축력, 복횡근의 정적 근지구력에 효과가 있는 것을 알 수 있었으며, 요부안정화 운동의 효과적인 운동프로그램의 방법으로 사용될 수 있을 것이며, 다양한 치료방법에 대한 비교연구도 이루어져야 할 것이다.

References

- Blok B, Groen J, Veltman D, et al. Brain plasticity and urge incontinence: PET studies during the first hours of sacral neuromodulation. *NeuroUrol Urodyn*. 2003; 22(5):90.
- Bo K, Sherburn M. Evaluation of female pelvic-floor muscle function and strength. *Phys Ther*. 2005;85(3):269-82.
- Cho SH, Kim JH, Choi MH. The effect of short-term lumbar stabilization exercise for lumbar muscle strength and postural balance on chronic LBP. *J Korean Soc Phys Med*. 2013;8(3):295-302.
- Cram JR, Kasman GS, Holtz J. Introduction to surface electromyography. Gaithersburg, Md. Aspen Publishers. 1998.
- Ershad N, Kahrizi S, Abadi MF, et al. Evaluation of trunk muscle activity in chronic low back pain patients and healthy individuals during holding loads. *J Back Musculoskeletal Rehabil*. 2009;22(3):165-72.
- Franca FR, Burke TN, Hanada ES, et al. Segmental stabilization and muscular strengthening in chronic low back pain: a comparative study. *Clinics (Sao Paulo)*. 2010;65(10): 1013-7.
- Han G, Cho M, Nam G, et al. The effects on muscle strength and visual analog scale pain of aquatic therapy for individuals with low back pain. *J Phys Ther Sci*. 2011;23(1):57-60.
- Henry SM, Westervelt KC. The use of real-time ultrasound feedback in teaching abdominal hollowing exercises to healthy subjects. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2005;35(6):338-45.
- Hides J, Stanton W, Mendis MD, et al. The relationship of transversus abdominis and lumbar multifidus clinical muscle tests in patients with chronic low back pain. *Man Ther*. 2011;16(6):573-7.
- Hodges PW, Pengel LH, Herbert RD, et al. Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. *Muscle Nerve*. 2003;27(6):682-92.

- Jang WS. Change of lumbar multifidus muscle recorded simultaneously by ultrasound imaging during upper extremity lifting movement in chronic low back pain patients. *J Korean Soc Phys Med.* 2009;4(1):9-14.
- Kavcic N, Grenier S, McGill SM. Quantifying tissue loads and spine stability while performing commonly prescribed low back stabilization exercises. *Spine.* 2004;29(20):2319-29.
- Kim JH, Kim NS, Jang JH. The effect of pelvic floor muscle contraction with image feedback on abdominal muscle thickness. *J Korean Soc Phys Med.* 2012; 7(4):533-40.
- Kwon NH, Lee HO, Park DJ. The use of real-time ultrasound imaging for feedback during abdominal hollowing. *J Korean Soc Phys Med.* 2011;6(3):303-10.
- Lee BK, Kim YW, Kim TS. Effect of 10 Wks walking and stabilization exercise on electromyogram activity of transverse abdominis and multifidus muscle and contraction time of transverse abdominis muscle, visual analog scale time for male patients with chronic low back pain. *Journal of Sport and Leisure Studies.* 2012;49(2):887-98.
- Lee HJ, Shin KH, Byun SM, et al. The changes of rectus abdominis muscle thickness according to the angle during active straight leg raise. *Phys Ther Rehabil Sci.* 2013;2(1):44-8.
- Lee NG, Jung JH, You JS, et al. Novel augmented ADIM training using ultrasound imaging and electromyography in adults with core instability. *J Back Musculoskeletal Rehabil.* 2011;24(4):233-40.
- Mannion A, Caporaso F, Pulkovski N, et al. Spine stabilisation exercises in the treatment of chronic low back pain: a good clinical outcome is not associated with improved abdominal muscle function. *Eur Spine J.* 2012;21(7):1301-10.
- McGalliard MK, Dedrick GS, Brismée JM, et al. Changes in transversus abdominis thickness with use of the abdominal drawing-in maneuver during a functional task. *PM&R.* 2010;2(3):187-94.
- Navalta JW, Hrnčir SP. Core stabilization exercises enhance lactate clearance following high-intensity exercise. *J Strength Cond Res.* 2007;21(4):1305-9.
- 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.
- O'Sullivan PB, Beales DJ, Beetham JA, et al. Altered motor control strategies in subjects with sacroiliac joint pain during the active straight-leg-raise test. *Spine (Phila Pa 1976).* 2002;27(1):E1-8.
- Painter EE, Ogle MD, Teyhen DS. Lumbopelvic dysfunction and stress urinary incontinence: a case report applying rehabilitative ultrasound imaging. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37(8):499-504.
- Panjabi MM. Clinical spinal instability and low back pain. *J Electromyogr Kinesiol.* 2003;13(4):371-9.
- Pulkovski N, Mannion AF, Caporaso F, et al. Ultrasound assessment of transversus abdominis muscle contraction ratio during abdominal hollowing: a useful tool to distinguish between patients with chronic low back pain and healthy controls?. *Eur Spine J.* 2012;21 Suppl 6:S750-9.
- Richardson C, Hodges P, Hides J. *Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization* (2nd ed). Edinburgh. Churchill Livingstone. 2004.
- Richardson CA, Snijders CJ, Hides JA, et al. The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. *Spine.* 2002;27(4):399-405.
- Roussel N, Nijs J, Truijen S, et al. Altered breathing patterns during lumbopelvic motor control tests in chronic low back pain: a case-control study. *Eur Spine J.* 2009;18(7):1066-73.
- Saliba SA, Croy T, Guthrie R, et al. Differences in transversus abdominis activation with stable and unstable bridging exercises in individuals with low back pain. *N Am J Sports Phys Ther.* 2010;5(2):63-73.

- Sapsford R. Rehabilitation of pelvic floor muscles utilizing trunk stabilization. *Man Ther.* 2004;9(1):3-12.
- Sapsford RR, Clarke B, Hodges PW. The effect of abdominal and pelvic floor muscle activation patterns on urethral pressure. *World J Urol.* 2013;31(3):639-44.
- Sapsford RR, Hodges PW. Contraction of the pelvic floor muscles during abdominal maneuvers. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82(8):1081-8.
- 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.
- Sherman KJ, Cherkin DC, Cook AJ, et al. Comparison of yoga versus stretching for chronic low back pain: protocol for the Yoga Exercise Self-care (YES) trial. *Trials.* 2010;11:36.
- Smith MD, Russell A, Hodges PW. Disorders of breathing and continence have a stronger association with back pain than obesity and physical activity. *Aust J Physiother.* 2006;52(1):11-6.
- Speed C. Low back pain. *BMJ.* 2004;328(7448):1119-21.
- Stafford RE, Ashton-Miller JA, Sapsford R, et al. Activation of the striated urethral sphincter to maintain continence during dynamic tasks in healthy men. *Neurourol Urodyn.* 2012;31(1):36-43.
- Vasseljen O, Fladmark AM. Abdominal muscle contraction thickness and function after specific and general exercises: a randomized controlled trial in chronic low back pain patients. *Man Ther.* 2010;15(5):482-9.
- Watson T, McPherson S, Fleeman S. Ultrasound measurement of transversus abdominis during loaded, functional tasks in asymptomatic individuals: rater reliability. *PM R.* 2011;3(8):697-705.
- Whittaker J. Abdominal ultrasound imaging of pelvic floor muscle function in individuals with low back pain. *J Man Manip Ther.* 2004;12(1):44-9.
- Zielinski KA, Henry SM, Ouellette-Morton RH, et al. Lumbar multifidus muscle thickness does not predict patients with low back pain who improve with trunk stabilization exercises. *Arch Phys Med Rehabil.* 2013;94(6):1132-8.