근관절건강학회지 제20권 제3호, 2013년 12월
J Muscle Jt Health Vol. 20 No. 3, 189-196, December, 2013
ISSN 1975-9398
http://dx.doi.org/10.5953/JMJH.2013.20.3.189

몸통 안정화 방법에 따른 몸통근육의 근활성도 비교

김현희[1] · 정신호[2]

[1]신성대학교 물리치료과, [2]한양대학교병원 물리치료실

Comparison of Trunk Stabilization Maneuver on Surface Electromyographic Activity of Trunk Muscle

Kim, Hyunhee[1] · Chung, Sin-Ho[2]

[1]Department of Physical Therapy, Shinsung University, Dangjin
[2]Department of Physical Therapy, Hanyang University Medical Center, Seoul, Korea

Purpose: The purpose of this study was to investigate electromyographic (EMG) activity of deep and superficial trunk muscles during trunk stabilization exercises with and without stabilization maneuvers. **Methods:** The relative muscle activity ratios and local muscle activities of 25 healthy males were measured using the 8 channel surface EMG system (Myosystem 1400A, Noraxon Inc., U.S.A). The surface EMG activities were tested during performing abdominal hollowing maneuver (AHM), abdominal bracing maneuver (ABM) and no stabilization maneuver (NSM) in random order. Data were analyzed using 1 × 3 repeated measures ANOVA. **Results:** During bridging exercises, the EMG activity ratio of transverse abdominis/internal oblique abdominis relative to rectus abdominis was significantly lower in NSM than in AHM and ABM. During bridging and kneeling exercises, the EMG activity ratio of multifidus relative to erector spinae was significantly higher in AHM than in NSM. **Conclusion:** The AHM can be clinically used by the physical therapist to activate selectively the trunk muscles when designing selective training programs for patients.

Key Words: Electromyography, Trunk muscle, Stabilization

서 론

1. 연구의 필요성

몸통 안정화운동(trunk stabilzation exercise)은 그 정의가 명확하지는 않지만, 보편적으로 국소근육(local muscles)과 대근육(global muscles)을 동시활성(coactivation)시켜 반복적 미세손상이나 재발성 통증으로부터 척추관절 구조를 보호하는 운동으로 요통의 통증을 감소시키거나 기능장애를 개선하는 데 사용한다(Reeves & Cholewicki, 2003). 국소근육은 배가로근(transverse abdominis), 배속빗근(internal oblique abdominis), 그리고 뭇갈래근(multifidus)과 같이 몸 속 깊이 위치하여 척추의 분절적 안정성(segmental stability)을 높여주는 근육이며, 대근육은 배곧은근(rectus abdominis)이나 척추세움근(erector spinae)과 같이 몸의 겉에 위치하여 힘과 토크를 발생시키는 근육이다(Panjabi, Abumi, Duranceau, & Oxland, 1989).

건강한 허리는 배곧은근과 척추세움근의 강한 근력이 필요하지만 몸 속 깊이 위치한 배가로근, 배속빗근, 뭇갈래근 그리고 골반밑근의 동시수축을 통한 허리 안정화 작용이 없다면 오히려 요통을 발생시킬 수 있을 것이다(Neumann & Gill, 2002). 소변을 참기 위해 요도내압은 항상 방광 압력보다 커야 한다. 정상적으로 골반밑근은 배속압력을 증가시키는 다양한 과제 수행동안 요도의 압력을 증가시키기 위해 수축한다.

주요어: 근전도, 몸통근육, 안정화

Corresponding author: Kim, Hyunhee
Department of Physical Therapy, Shinsung University, 1, Daehack-ro, Jungmi-myun, Dangjin 343-861, Korea.
Tel: +82-41-350-1351, Fax: +82-41-350-1355, E-mail: ksuccess71@shinsung.ac.kr

투고일: 2013년 6월 21일 / 수정일: 2013년 10월 8일 / 게재확정일: 2013년 10월 10일

© 2013 Korean Society of Muscle and Joint Health

비실금 여성에서 골반밑근은 배가로근과 배속빗근의 동시수축 없이 완전히 수축할 수 없었으며(Neumann & Gill, 2002), 복압요실금(stress urinary incontinence) 여성은 골반밑근의 기능장애와 함께 배가로근과 배속빗근의 근활성 변화가 발생하였다(Arab & Chehrehrazi, 2011). 또한 중증 복압요실금 여성과 건강한 여성의 골반밑근 최대 수의수축 시 배근육의 근활성도는 차이가 있었다(Madill, Harvey, & McLean, 2009).

만성요통 환자는 약물치료와 보존적 치료에 특별히 반응하지 않고 6개월 이상 지속적으로 요통을 호소하며, 통증 감소를 위해 신체활동을 감소시키는 경향이 있다. 이러한 신체활동 감소는 근육내 밀도의 감소로 근력약화를 초래하며(Kim et al., 2010), 특히 긴장성 근육인 배가로근, 배속빗근, 그리고 뭇갈래근에 더 큰 영향을 미치므로 척추 분절간 안정성과 조절 능력의 향상을 위해 안정화운동이 시행되었다(Imai et al., 2010). 최근 안정화운동의 정확한 수행을 위해 몸 속 깊이 위치한 근육의 선택적 활성 여부를 확인하며 훈련하는 실시간 초음파 영상(real-time ultrasound imaging)을 통한 생체되먹이기훈련(biofeedback training)에 관심이 높지만(Wong, Parent, & Kawchuk, 2013), 임상 현장에서 사용은 고가의 장비로 제한적이다. Hodges, Pengel, Herbert와 Gandevia (2003)은 실시간 초음파영상과 표면근전도를 이용해 배근육의 두께 변화 시 근활성을 비교하여 낮은 강도의 수축 시 배가로근과 배속빗근의 두께 변화와 근활성 변화는 선형적 연관성이 있었다.

몸통 안정화 방법은 보편적으로 배꼽당기기 방법(abdominal hollowing maneuver)과 배긴장 방법(abdominal bracing maneuver)을 이용해 훈련한다(Beith, Synnott, & Newman, 2001; Jull & Richardson, 2000). 배꼽당기기 방법은 배꼽을 척추 방향으로 부드럽게 당기며, 배속빗근과 배바깥빗근의 근활성은 최소화시키면서 배가로근의 근활성을 촉진시키기 위한 신경근조절 방법이며(Urquhart, Hodges, Allen, & Story, 2005), 배긴장 방법은 배벽을 팽팽하게 당겨 허리를 가쪽으로 벌어지도록 교육시키며, 모든 앞-가쪽 배근육을 활성하는 데 초점을 맞추고 있다(Beith et al., 2001; Jull & Richardson, 2000).

Kim 등(2009)은 배꼽당기기 방법을 이용하여 교각운동을 할 때 배곧은근, 배속빗근, 배바깥빗근의 근활성도 증가와 척추세움근의 근활성도 감소를 확인하였다. Bjerkefors, Ekblom, Josefsson과 Thorstensson (2010)은 배꼽당기기 방법의 교육 후 비대칭적 운동을 시행할 때 배곧은근에 대한 배가로근의 상대적 근활성도 증가를 확인하였다. 그러나 Arab과 Chehrehrazi (2011)는 복압요실금 환자와 정상인에게 배꼽당기기 방법과 배긴장 방법을 사용한 후 초음파을 이용해 배가로근과 배속빗근의 두께의 변화를 확인하였으나 두 방법 간의 차이를 확인하지 못했다.

근활성비는 변화된 근육 활성 패턴과 기능장애를 확인할 수 있는 민감한 판별도구라 하였다(Edgerton, Wolf, Levendowski, & Roy, 1996). 몸통의 안정성을 위해 배가로근, 배속빗근, 그리고 뭇갈래근이 적절히 활성한다면 국소근육과 대근육의 상호작용은 원활하게 이루어질 것이다. 그러므로 대근육에 대한 국소근육의 근활성비는 두 근육 체계를 설명하기 위한 중요한 지표가 될 것이다. 본 연구에서 몸통 안정화 방법은 다양한 자세와 움직임으로 운동을 수행하기 전 대근육에 대해 국소근육을 독립적으로 수축하고자 하였으며, 안정화운동에 자주 사용하는 네발기기 자세와 교각자세를 통해 근활성도를 측정하였다. 몸통 안정화 방법 중 배가로근의 단독 활성화 훈련을 위해 임상적으로 사용하는 전략은 배꼽당기기 방법이다. 그러나 배꼽당기기 방법은 학습의 어려움과 학습을 위해 소요되는 시간이 많이 필요하다. 이에 반해 배긴장 방법은 만성요통 환자와 같이 허리골반 부위의 운동감각이 저하된 경우에도 쉽게 배울 수 있는 장점을 가지고 있다. 이에 본 연구는 배꼽당기기 방법과 배긴장 방법을 통한 몸통 안정화 방법이 건강한 대상자의 몸통 근육 근활성 패턴에 영향을 미치는지 확인하고자 하였으며, 국소근육의 선택적 활성이 가능하다면 요통 예방 프로그램으로 활용이 가능할 것이다.

2. 연구목적

본 연구의 구체적 목적은 다음과 같다.

- 몸통 안정화 방법에 따른 배곧은근과 배가로근/배속빗근의 근활성도와 배곧은근에 대한 배가로근/배속빗근의 근활성비를 비교한다.
- 몸통 안정화 방법에 따른 척추세움근과 뭇갈래근의 근활성도와 척추세움근에 대한 뭇갈래근의 근활성비를 비교한다.

연구방법

1. 연구설계

본 연구는 몸통 안정화 방법에 따른 건강한 성인의 몸통근육 근활성도를 확인하기 위한 단일군 반복측정 실험(single

group repeated-measures study)이다.

2. 연구대상

본 연구는 몸통 안정화 방법에 따른 근활성도 차이를 확인하기 위해 6개월 내에 요통 발생이 없었으며, 표면근전도를 통한 자료수집이 용이한 피하지방이 적은 건강한 남자대학생을 대상으로 하였고, 과거 허리 수술 병력이나 현재 신경학적 증상이 나타나는 자는 배제하였다. 연구자는 자료수집 전 연구대상자에게 연구에 대해 충분히 설명하였으며, 참여에 동의한 30명의 연구대상자에게 실험을 실시하였다. 본 연구의 표본크기는 G*Power 3.1 프로그램을 이용하여 구하였다. 일요인 반복측정분산분석에 필요한 표본 수는 효과크기 F=.40, 유의수준 α=.05, 검정력=.80일 때 최소 표본수 12명으로 계산되었으며, 본 연구는 배꼽당기기 방법의 완전한 수행이 어려웠던 5명을 제외한 25명이 실험을 완수하여 적정 표본 수를 충족하였다.

3. 연구절차

본 연구는 2013년 3월부터 4월까지 D시 소재 S대학에서 시행하였으며, 연구대상자는 두 가지 종류의 안정화운동을 실시하였다. 하나는 바로 누운 자세에서 무릎을 구부린 후 엉덩이를 들어올리는 교각운동 중 왼쪽 다리를 곧게 펴 드는 운동이며, 다른 하나는 네발기기 자세에서 왼쪽 다리와 오른쪽 팔을 지면과 수평으로 들어 올리는 운동이었다. 연구자는 몸통 안정화 방법에 따른 몸통 근육의 근활성도를 측정하기 위해 연구대상자에게 세 번의 안정화운동을 실시하였다. 첫째, 안정화운동 중 몸통 안정화 방법을 사용하지 않은 상태로 10초간 유지시켰다. 둘째, 안정화운동 중 배꼽당기기 방법을 이용해 10초간 유지시켰다. 셋째, 안정화운동 중 배긴장 방법을 이용해 10초간 유지시켰다.

배꼽당기기 방법은 동작 수행 시 가로막 호흡과 함께 배꼽을 척추방향으로 당긴 상태에서 점차 배속압력을 증가시켰으며, 연구자는 "편안히 가슴으로 숨 쉬면서 배꼽을 등쪽으로 당기세요"라는 명령 구호를 사용하였다. 배긴장 방법은 앞위엉덩뼈가시의 2 cm 안쪽 부위가 부풀어 오르게 하면서 배속압력을 증가시켰으며, 연구자는 "편안히 가슴으로 숨쉬면서 이곳(앞위엉덩뼈가시 안쪽)을 밖으로 미세요"라는 명령 구호를 사용하였다. 몸통 안정화 방법의 순서는 순서에 따른 훈련 효과를 배제하기 위해 무작위순으로 진행하였다. 자료를 수집하기 전 연구자는 연구대상자가 몸통 안정화 방법을 익힐 수 있도록 30분간 교육하였다.

근전도 자료는 연구대상자가 몸통 안정화 방법에 따른 두 가지 안정화운동을 수행하는 동안 수집하였으며, 동작을 수행하는 10초 중 중간 6초를 사용하였다. 안정화운동 시 근전도 신호를 표준화하기 위해 %최대수의수축(Maximal Voluntary Contraction, MVC)을 이용하였다(Cram, Kasman, & Holtz, 1998). 배곧은근의 MVC는 무릎을 구부린 자세에서 양 팔을 가슴 앞쪽에 놓고, 몸통을 45도 구부린 상태에서 최대저항 시 측정하였다. 배가로근/배속빗근의 MVC는 무릎을 구부린 자세에서 양 팔을 가슴 앞에 놓고 왼쪽 어깨를 오른쪽 골반을 향해 윗몸을 일으키는 동작에 대한 최대 저항 시 측정하였다. 척추세움근과 뭇갈래근은 엎드려 누운 자세에서 양 손을 머리 뒤에 놓고 몸통을 펴는 동작에 대한 최대저항 시 측정하였다. MVC의 측정은 시작을 알리는 5초간의 비퍼소리 동안 연구대상자가 등척성 수축력을 최대로 발휘하도록 하였으며, 5초간의 측정 중 처음과 뒤쪽에서 1초씩을 제외한 가운데 3초를 가지고 분석하였다. 최대 수축력을 유지할 수 있도록 연구자는 말을 통해 지속적으로 독려하였으며, 세 번의 시기 중 가장 높은 평균값을 해당 근육의 MVC 값으로 결정하였다. 한 근육의 MVC 측정 후 30초의 휴식시간을 가졌다.

4. 연구도구

1) 표면근전도

근육의 활동을 측정하기 위해 8 채널 표면근전도(MyoSystem 1400A, Noraxon Inc., USA) 시스템을 사용하였으며, 원근전도(raw EMG)의 신호 저장과 처리를 위해 MyoResearch XP master edition 1.06 소프트웨어(Noraxon Inc., 미국)를 사용하였다. 근전도 신호의 표본 추출률(sampling rate)은 1,000 Hz였고, 대역통과(band-pass) 필터는 20~500 Hz를 사용하였다. 수집된 근전도 자료는 완파정류(full wave rectification) 후 25 ms의 제곱평균제곱근(Root Mean Square, RMS)을 이용하여 평활화하였다(Kim, 2011).

배곧은근의 전극은 배꼽 가쪽 3 cm, 배가로근과 배속빗근은 두 근육을 함께 측정할 수 있는 앞위엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine)의 안쪽아래 2 cm에 부착하였으며(Marshall & Murphy, 2005), 척추세움근은 3번째 허리뼈 가시돌기 가쪽 3 cm, 그리고 뭇갈래근은 5번째 허리뼈 가시돌기 가쪽 2 cm에 부착하였다(Imai et al., 2010). 근전도 신호의 피부저항(skin impedance)을 2kΩ 이하로 감소시키기 위해 측

정 전 알코올 솜을 이용하여 깨끗이 닦았다. 모든 전극은 근섬유에 수직방향으로 오른쪽에 부착하였으며, 접지전극은 오른쪽 앞위엉덩뼈가시에 부착하였다.

5. 자료분석

근활성도는 근전도 신호를 표준화하기 위한 %MVC방법으로 하였으며, [(동작 시 근전도 신호 / MVC 시 근전도 신호) × 100]로 구하였다. 몸통 안정화 방법에 따른 근활성도와 근활성비를 비교하기 위해 일요인 반복측정분산분석(one-way repeated ANOVA)을 이용하였다. 대상내 요인의 유의한 차이는 다중비교를 위해 Bonferroni법을 이용하였다. 통계적 유의성을 검정하기 위해 유의수준은 .05로 정하였고, 구형성 가정을 위반하였을 때에는 Greenhouse-Geisser 수정을 적용하였다. 수집된 자료는 상용통계 프로그램인 SPSS/WIN 18.0을 이용하여 분석하였다.

연구결과

1. 대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 연구대상자의 나이는 평균 22.4세였으며, 체중은 69.5 kg, 신장은 173.6 cm였다(Table 1).

Table 1. General Features of the Studied Subjects (*N*=25)

Variables	M±SD	Range
Age (year)	22.4±1.6	20~26
Weight (kg)	69.5±6.5	58~83
Height (cm)	173.6±5.0	165~184

2. 몸통 안정화 방법에 따른 몸통근육의 근활성도와 근활성비 비교

교각자세에서 몸통 안정화 방법에 따른 배곧은근의 근활성도는 유의한 차이가 있었으며(F=8.880, p=.001), 배긴장 방법이 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 배곧은근의 근활성도가 컸다. 배가로근/배속빗근의 근활성도는 몸통 안정화 방법에 따라 유의한 차이가 있었으며(F=84.734, p<.001), 배꼽당기기 방법이 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 배가로근/배속빗근의 근활성도가 컸고, 배긴장 방법은 배꼽당기기 방법과 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 배가로근/배속빗근의 근활성도가 컸다. 배가로근/배속빗근과 배곧은근의 근활성비는 몸통 안정화 방법에 따라 유의한 차이가 있었으며(F=11.201, p<.001), 배꼽당기기 방법과 배긴장 방법이 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 배가로근/배속빗근과 배곧은근의 근활성비가 컸다. 척추세움근의 근활성도는 몸통 안정화 방법에 따라 유의한 차이가 있었으며(F=11.581, p<.001), 배꼽당기기 방법과 배긴장 방법이 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 척추세움근의 근활성도가 작았다. 뭇갈래근의 근활성도는 몸통 안정화 방법에 따라 유의한 차이가 있었으며(F=7.806, p=.001), 배꼽당기기 방법이 배긴장 방법과 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 뭇갈래근의 근활성도가 컸다. 뭇갈래근과 척추세움근의 근활성비는 몸통 안정화 방법에 따라 유의한 차이가 있었으며(F=3.726, p=.031), 배꼽당기기 방법이 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 뭇갈래근과 척추세움근의 근활성비가 컸다.

네발기기 자세에서 몸통 안정화 방법에 따른 배곧은근의 근활성도는 유의한 차이가 있었으며(F=21.483, p<.001), 배꼽당기기 방법이 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 배곧은근의 근활성도가 컸고, 배긴장 방법은 배꼽당기기 방법과 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 배곧은근의 근활성도가 컸다. 배가로근/배속빗근의 근활성도는 몸통 안정화 방법에 따라 유의한 차이가 있었으며(F=106.537, p<.001), 배꼽당기기 방법이 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 배가로근/배속빗근의 근활성도가 컸고, 배긴장 방법은 배꼽당기기 방법과 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 배가로근/배속빗근의 근활성도가 컸다. 뭇갈래근의 근활성도는 몸통 안정화 방법에 따라 유의한 차이가 있었으며(F=10.087, p<.001), 배꼽당기기 방법과 배긴장 방법이 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 뭇갈래근의 근활성가 컸다. 뭇갈래근과 척추세움근의 근활성비는 몸통 안정화 방법에 따라 유의한 차이가 있었으며(F=5.836, p=.005), 배꼽당기기 방법이 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 뭇갈래근과 척추세움근의 근활성비가 컸다(Table 2).

논 의

팔과 다리를 움직일 때 건강한 사람은 배가로근이 배곧은근이나 배바깥빗근 보다 먼저 활성되지만 만성요통 환자에서 배가로근은 활성이 지연되어(Ferreira, Ferreira, Maher, Herbert, & Refshauge, 2006), 대근육계 근육으로 대상작용하는 전략을 이용한다(Thompson, O'Sullivan, Briffa, & Neu-

Table 2. Comparison of Average Normalized Surface EMG Amplitudes (%MVC) for Each Muscles and the Ratio Local Muscle Activity/Global Muscle Activity with and without Performing Stabilization Maneuver during the Tasks (*N*=25)

Variables	NSM[a]	AHM[b]	ABM[c]	F	*p*	Post hoc test
	M±SD	M±SD	M±SD			
Bridging exercise with left leg lift						
RA (%)	10.20±3.15	11.60±3.85	13.08±2.00	8.880	.001	a<c
IO (TrA) (%)	11.68±2.97	17.48±3.97	21.88±4.30	84.734	<.001	a<b<c
IO (TrA)/RA	1.24±0.51	1.61±0.49	1.70±0.37	11.201	<.001	a<b, c
ES (%)	32.88±8.09	28.76±6.19	26.52±5.82	11.581	<.001	b, c<a
MF (%)	31.04±5.36	35.68±5.59	32.44±5.12	7.806	.001	a, c<b
MF/ES	1.10±0.33	1.28±0.29	1.26±0.24	3.726	.031	a<b
Kneeling exercise with left leg and right arm lift						
RA (%)	6.36±2.43	8.56±1.98	10.60±2.74	21.483	<.001	a<b<c
IO (TrA) (%)	23.12±5.36	35.44±6.67	42.24±4.26	106.537	<.001	a<b<c
IO (TrA)/RA	4.14±1.60	4.36±1.26	4.27±1.19	0.186	.831	
ES (%)	26.72±6.12	26.52±4.06	27.20±4.72	0.125	.883	
MF (%)	27.08±4.92	32.56±5.45	31.80±4.63	10.087	<.001	a<b, c
MF/ES	1.05±0.25	1.24±0.22	1.20±0.25	5.836	.005	a<b

NSM=No stabilization maneuver; AHM=Abdominal hollowing maneuver; ABM=Abdominal bracing maneuver; RA=Rectus abdominis; IO=Internal oblique abdominis; TrA=Transverse abdominis; ES=Erector spinae; MF=Multifidus; MVC=Maximal voluntary contraction.

mann, 2006). 급성 요통 시 통증 부위 반대쪽 배가로근과 배속빗근의 대뇌겉질 운동영역 흥분성은 감소하였으나, 표면 근육인 배바깥빗근과 척추세움근의 양쪽 대뇌겉질 운동영역 흥분성은 증가하였다(Tsao, Tucker, & Hodges, 2011).

Tsao와 Hodges (2007)는 요통 환자에게 단 한 번의 훈련으로 배가로근과 배속빗근의 활성시간에 즉시적 향상을 확인하였으며, 8주간의 훈련 후에도 활성시간은 지속적으로 향상되었다. 그러나 윗몸일으키기나 목 굽힘근 근력훈련을 통해서는 근활성 개시시간의 변화를 확인하지 못해 선택적 운동조절 훈련의 중요성을 강조하였다(Tsao & Hodges, 2007). 가쪽 배근육 중 배가로근과 배속빗근은 호흡과 자세의 변화에 따라 영향을 받으므로 훈련 시 특별한 방법을 사용하여 접근하였다(Hodges, Gandevia, & Richardson, 1997). 본 연구는 이러한 안정화운동에 이용되는 특별한 훈련 방법 중 배꼽당기기 방법과 배긴장 방법의 차이를 확인하고자 하였다. 본 연구에서 반대쪽 다리를 올린 자세에서 교각운동 시 배가로근/배속빗근과 배곧은근의 근활성비는 배꼽당기기 방법과 배긴장 방법이 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 더 커 배곧은근에 대한 배가로근/배속빗근의 상대적 근활성이 커진 것을 확인하였다. 뭇갈래근과 척추세움근의 근활성비는 배꼽당기기 방법만이 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 더 커 척추세움근에 대한 뭇갈래근의 상대적 근활성이 커진 것을 확인하였다. 이를 통해 교각운동 시 배꼽당기기 방법은 몸 속 깊은 근육 중 가쪽과 뒤쪽에 위치한 배가로근/배속빗근과 뭇갈래근에 영향을 주었으나, 배긴장 방법은 몸통 가쪽 근육에만 영향을 미치는 것을 확인하였다. 본 연구에서 같은 쪽 팔과 반대쪽 다리를 든 상태에서 네발기기 운동 시 뭇갈래근과 척추세움근의 근활성비는 배꼽당기기 방법만이 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 더 커 척추세움근에 대한 뭇갈래근의 상대적 근활성이 커진 것을 확인하였다. 이를 통해 네발기기 운동 시 배꼽당기기 방법과 배긴장 방법은 네발기기 운동의 형태적 특성으로 몸통 앞과 가쪽의 근육에 영향을 미치지 못했지만, 배꼽당기기 방법은 몸통 뒤쪽 깊은 근육인 뭇갈래근의 상대적 근활성에 효과적이라는 것을 확인할 수 있었다.

Bjerkefors 등(2010)은 반대쪽 다리를 들고 교각운동 시 배가로근과 배곧은근의 근활성도는 배꼽당기기 방법 교육 후 커졌으며, 같은 쪽 팔과 반대쪽 다리를 든 네발기기 운동 시에도 두 근육의 근활성도가 커져 본 연구와 동일한 결과를 나타내었

다. Chanthapetch, Kanlayanaphotporn, Gaogasigam과 Chiradejnant (2009)은 표면근전도를 이용해 배속빗근과 배가로근의 근활성을 함께 측정하였으며, 배가로근/배속빗근의 근활성도 범위는 19~28%로 본 연구의 20~46%보다 낮았다. 이러한 차이는 본 연구가 운동의 난이도를 높이기 위해 반대쪽 다리와 같은 쪽 팔을 들어올린 네발기기 운동 시 근활성을 측정하였기 때문에 선행연구보다 더 높은 근활성을 나타냈을 것이다. Kim 등(2009)은 배꼽당기기 방법을 이용한 교각운동 시 배곧은근과 배속빗근의 근활성도는 커지며, 척추세움근의 근활성도는 작아짐을 확인하였고, Park 등(2011)은 엎드린 자세에서 배꼽당기기 방법 유지 시 척추세움근의 근활성도가 작아지는 것을 확인하였다. 이는 본 연구와 동일한 결과로 배꼽당기기 방법으로 배근육은 동시 수축하였으며, 척추세움근은 배 앞가쪽 근육의 활성 증가로 상대적 근활성 감소가 나타났을 것이다. Stevens 등(2007)은 배꼽당기기 방법을 이용해 교각운동과 네발기기 운동 시 단지 교각운동 시에만 배속빗근과 배곧은근의 근활성비에 유의한 차이를 확인하였으며, 뭇갈래근과 척추세움근의 근활성비에서는 차이를 확인하지 못해 본 연구와 다른 결과를 나타내었다.

본 연구에서 배꼽당기기 방법과 배긴장 방법을 유지한 상태에서 운동 시 배곧은근, 배가로근/배속빗근, 그리고 뭇갈래근의 근활성도는 증가하였다. 이는 이러한 몸통 안정화 방법이 배가로근/배속빗근의 선택적 활성에 초점을 맞추고 있으나 배근육의 동시수축 특성 때문에 증가하였을 것이다(Richardson & Jull, 1995). 배긴장 방법은 운동적 특성으로 배곧은근과 배가로근/배속빗근의 근활성이 모두 커지지만 배곧은근에 대한 배가로근/배속빗근의 상대적 근활성이 커지므로 몸통 안정화에 기여할 것으로 생각되며, 배꼽당기기 방법은 배가로근/배속빗근과 뭇갈래근의 선택적 근활성을 통해 몸통 안정화에 영향을 주었을 것이다.

배꼽당기기 방법은 학습하기가 어려워 반복적인 연습을 통해 수행되어야 하며, 대상자의 능력에 많은 차이를 보일 수 있다. 배긴장 방법은 학습이 용이하며, 대상자의 능력에 큰 차이를 보이지 않는 장점을 가지고 있으나 자세보다는 강한 날숨을 통한 호흡이 이용되므로 배가로근을 포함해 배속빗근과 배바깥빗근이 함께 사용되는 특징이 있다(Ishida, Hirose, & Watanabe, 2012). 그러므로 배긴장 방법은 강한 날숨 시 통증을 호소하는 급성기 요통 환자에게 배가로근/배속빗근을 활성화시키기 위해 사용하는 것은 바람직하지 않을 것이며, 기능적 과제 수행 시 깊은 근육과 얕은 근육의 동시 활성을 요구하는 고난도의 동작 수행 시 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

결 론

본 연구는 건강한 성인 남성에 대한 몸통 안정화 방법에 따른 몸통근육의 근활성도와 근활성비를 확인하기 위한 단일군 실험설계였다.

교각자세에서 배긴장 방법이 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 배곧은근의 근활성도가 컸다. 배가로근/배속빗근의 근활성도는 배꼽당기기 방법이 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 컸고, 배긴장 방법은 배꼽당기기 방법과 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 컸다. 배속빗근/배가로근과 배곧은근의 근활성비는 배꼽당기기 방법과 배긴장 방법이 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 컸다. 척추세움근의 근활성도는 배꼽당기기 방법과 배긴장 방법이 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 작았다. 뭇갈래근의 근활성도는 배꼽당기기 방법이 배긴장 방법과 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 컸다. 뭇갈래근과 척추세움근의 근활성비는 배꼽당기기 방법이 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 컸다.

네발기기 자세에서 배꼽당기기 방법이 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 배곧은근과 배가로근/배속빗근의 근활성도가 컸고, 배긴장 방법은 배꼽당기기 방법과 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 배곧은근과 배가로근/배속빗근의 근활성도가 컸다. 뭇갈래근의 근활성도는 배꼽당기기 방법과 배긴장 방법이 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 컸다. 뭇갈래근과 척추세움근의 근활성비는 배꼽당기기 방법이 몸통 안정화 방법 비적용 시보다 컸다.

이상의 결과를 통해 배꼽당기기 방법은 배가로근/배속빗근과 뭇갈래근의 선택적 근활성을 증가시켰으며, 배긴장 방법은 배가로근/배속빗근과 함께 배곧은근의 근활성도를 함께 증가시켰다. 배가로근/배속빗근의 단독수축을 위해서는 배꼽당기기 방법이 더 효과적일 것으로 생각하며, 배속압력의 증가가 어려운 요통 환자에게 배꼽당기기 방법의 적용이 바람직할 것이다. 앞으로의 연구에서는 요통을 가진 환자에 대한 몸통 안정화 방법에 따른 근활성의 차이와 성에 따른 근활성의 차이를 확인하는 것이 필요하다. 또한 좀 더 정확한 근활성 측진을 위해 몸통 안정화 방법 시 실시간 초음파 영상과 근전도 자료 간의 상관성을 확인하는 것이 필요하다.

REFERENCES

Arab, A. M., & Chehrehrazi, M. (2011). Ultrasound measurement of abdominal muscles activity during abdominal hollowing

and bracing in women with and without stress urinary incontinence. *Manual Therapy, 16*(6), 596-601. http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2011.06.002

Beith, I. D., Synnott, R. E., & Newman, S. A. (2001). Abdominal muscle activity during the abdominal hollowing manoeuvre in the four point kneeling and prone positions. *Manual Therapy, 6*(2), 82-87. http://dx.doi.org/10.1054/math.2000.0376

Bjerkefors, A., Ekblom, M. M., Josefsson, K., & Thorstensson, A. (2010). Deep and superficial abdominal muscle activation during trunk stabilization exercises with and without instruction to hollow. *Manual Therapy, 15*(5), 502-507. http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2010.05.006

Chanthapetch, P., Kanlayanaphotporn, R., Gaogasigam, C., & Chiradejnant, A. (2009). Abdominal muscle activity during abdominal hollowing in four starting positions. *Manual Therapy, 14*(6), 642-646. http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2008.12.009

Cram, J. R., Kasman, G. S., & Holtz, J. (1998). *Introduction to surface electromyography.* Maryland: Aspen.

Edgerton, V. R., Wolf, S. L., Levendowski, D. J., & Roy, R. R. (1996). Theoretical basis for patterning EMG amplitudes to assess muscle dysfunction. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 28*(6), 744-751.

Ferreira, P. H., Ferreira, M. L., Maher, C. G., Herbert, R. D., & Refshauge, K. (2006). Specific stabilisation exercise for spinal and pelvic pain: A systematic review. *The Australian Journal of Physiotherapy, 52*(2), 79-88.

Hodges, P. W., Gandevia, S. C., & Richardson, C. A. (1997). Contractions of specific abdominal muscles in postural tasks are affected by respiratory maneuvers. *Journal of Applied Physiology, 83*(3), 753-760.

Hodges, P. W., Pengel, L. H., Herbert, R. D., & Gandevia, S. C. (2003). Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. *Muscle & Nerve, 27*(6), 682-692. http://dx.doi.org/10.1002/mus.10375

Imai, A., Kaneoka, K., Okubo, Y., Shiina, I., Tatsumura, M., Izumi, S., et al. (2010). Trunk muscle activity during lumbar stabilization exercises on both a stable and unstable surface. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy, 40*(6), 369-375. http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2010.3211

Ishida, H., Hirose, R., & Watanabe, S. (2012). Comparison of changes in the contraction of the lateral abdominal muscles between the abdominal drawing-in maneuver and breathe held at the maximum expiratory level. *Manual Therapy, 17*(5), 427-431. http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2012.04.006

Jull, G. A., & Richardson, C. A. (2000). Motor control problems in patients with spinal pain: A new direction for therapeutic exercise. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 23*(2), 115-117.

Kim, A. R., Lee, S. E., Lee, Y. M., An, J. H., Choi, S. W., & Lee, J. M. (2010). The effect of resistance exercise program on body composition and bone mineral density in osteopenia woman. *The Korean Alliance for Health, Physical Education, 49*(4), 465-472.

Kim, E. O., Kim, T. H., Roh, J. S., Cynn, H. S., Choi, H. S., & Oh, D. S. (2009). The influence of abdominal drawing-in maneuver on lumbar lordosis and trunk and lower extremity muscle activity during bridging exercise. *Journal of the Korean Academy of University Trained Physical Therapists, 16*(1), 1-9.

Kim, H. H. (2011). The effect of patellar taping on the EMG activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis during stair stepping. *Journal of Muscle and Joint Health, 18*(2), 249-256. http://dx.doi.org/10.5953/JMJH.2011.18.2.249

Madill, S. J., Harvey, M. A., & McLean, L. (2009). Women with SUI demonstrate motor control differences during voluntary pelvic floor muscle contractions. *International Urogynecology Journal and Pelvic Floor Dysfunction, 20*(4), 447-459. http://dx.doi.org/10.1007/s00192-008-0800-y

Marshall, P. W., & Murphy, B. A. (2005). Core stability exercises on and off a Swiss ball. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 86*(2), 242-249.

Neumann, P., & Gill, V. (2002). Pelvic floor and abdominal muscle interaction: EMG activity and intra-abdominal pressure. *International Urogynecology Journal and Pelvic Floor Dysfunction, 13*(2), 125-132. http://dx.doi.org/10.1007/s00192 0200027

Panjabi, M., Abumi, K., Duranceau, J., & Oxland, T. (1989). Spinal stability and intersegmental muscle forces: A biomechanical model. *Spine, 14*(2), 194-200.

Park, K. N., Cynn, H. S., Kwon, O. Y., Lee, W. H., Ha, S. M., Kim, S. J., et al. (2011). Effects of the abdominal drawing-in maneuver on muscle activity, pelvic motions, and knee flexion during active prone knee flexion in patients with lumbar extension rotation syndrome. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 92*(9), 1477-1483. http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2011.03.020

Reeves, N. P., & Cholewicki, J. (2003). Modeling the human lumbar spine for assessing spinal loads, stability, and risk of injury. *Critical Reviews in Biomedical Engineering, 31*(1-2), 73-139.

Richardson, C., Hodges, P. W., & Hides, J. (2004). *Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization: A motor control approach for the treatment and prevention of low back pain* (2nd ed.). Edinburgh: Churchill Livingstone.

Richardson, C. A., & Jull, G. A. (1995). Muscle control-pain control. What exercises would you prescribe? *Manual Therapy,*

1(1), 2-10. http://dx.doi.org/10.1054/math.1995.0243

Stevens, V. K., Coorevits, P. L., Bouche, K. G., Mahieu, N. N., Vanderstraeten, G. G., & Danneels, L. A. (2007). The influence of specific training on trunk muscle recruitment patterns in healthy subjects during stabilization exercises. *Manual Therapy, 12*(3), 271-279

Thompson, J. A., O'Sullivan, P. B., Briffa, N. K., & Neumann, P. (2006). Altered muscle activation patterns in symptomatic women during pelvic floor muscle contraction and Valsalva manouevre. *Neurourology and Urodynamics, 25*(3), 268-276. http://dx.doi.org/10.1002/nau.20183

Tsao, H., & Hodges, P. W. (2007). Immediate changes in feedforward postural adjustments following voluntary motor training. *Experimental Brain Research, 181*(4), 537-546. http://dx.doi.org/10.1007/s00221-007-0950-z

Tsao, H., Tucker, K. J., & Hodges, P. W. (2011). Changes in excitability of corticomotor inputs to the trunk muscles during experimentally-induced acute low back pain. *Neuroscience, 181*, 127-133. http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroscience.2011.02.033

Urquhart, D. M., Hodges, P. W., Allen, T. J., & Story, I. H. (2005). Abdominal muscle recruitment during a range of voluntary exercises. *Manual Therapy, 10*(2), 144-153. http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2004.08.011

Wong, A. Y., Parent, E. C., & Kawchuk, G. (2013). N. reliability of 2 ultrasonic imaging analysis methods in quantifying lumbar multifidus thickness. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy, 43*(4), 251-262. http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2013.4478