

Original Article

Open Access

## 만성 요통 유무와 자세에 따른 복부근 두께변화 비교

원종임†

전주대학교 의과대학 물리치료학과

### Comparison of Changes in the Thickness of the Abdominal Muscles in Different Standing Positions in Subjects With and Without Chronic Low Back Pain

Jong-Im Won, P.T., Ph.D.†

*Dept. of Physical Therapy, College of Medical Science, Jeonju University*

Received: August 24, 2020 / Revised: September 26, 2020 / Accepted: October 7, 2020

© 2020 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

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.

#### | Abstract |

**Purpose:** This study aimed to compare changes in abdominal muscle thickness in different standing postures with a handheld load between subjects with and without chronic low back pain (CLBP).

**Methods:** Twenty subjects with CLBP and 20 controls participated in this study. Ultrasound imaging was used to assess the changes in the thickness of the transverse abdominis (TrA), internal oblique (IO), and external oblique (EO) muscles. Muscle thickness in three different standing postures (standing at rest, standing with loads, standing with lifting loads) was compared with the muscle thickness at rest in the supine position and was expressed as a percentage of change in the thickness of the muscle.

**Results:** While standing with loads, the change in IO muscle thickness in the CLBP patients increased more significantly than in the pain-free controls ( $p < 0.05$ ). The standing with lifting loads posture showed a significant increase in the change in thickness of the TrA compared with the standing with loads posture ( $p < 0.05$ ). In addition, the standing with lifting loads posture showed a significant decrease in the change in the thickness of the EO when compared with the standing with loads posture ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** The automatic activity of the IO muscle in subjects with CLBP increased more than that of the pain-free controls in the standing with loads posture. These findings suggest that IO muscle function may be altered in those with CLBP while standing with loads. Additionally, TrA the activation level was found to be associated with increased postural demand caused by an elevated center of mass.

**Key Words:** Abdominal muscles, Low back pain, Standing position, Ultrasonography

†Corresponding Author : Jong-Im Won (ptwon@jj.ac.kr)

## I. 서론

일반적으로 선 자세는 누운 자세와 비교했을 때 기저면이 감소하고, 중력 중심점이 높아져 있어 안정성이 감소된 상태이다. 이런 자세에서 허리뼈(lumbar spine) 그 자체는 작은 부하에도 매우 불안정하기 때문에, 이 분절에 가해지는 손상 스트레스로부터 허리뼈를 보호하기 위해서는 근육이 신경근 계통(neuromuscular system)을 통해 능동적인 보조 역할을 수행해야 한다(Kisner & Colby, 2012; Panjabi, 1992). 허리뼈 주위에서 이런 능동적인 보조 역할을 수행하는 복부 근육으로 배가로근(transverse abdominis)과 배속빗근(internal oblique)이 있다(Hodges & Richardson, 1996).

배가로근과 배속빗근은 다른 복근 중에서도 심부 깊숙이 위치해 있으며, 기능도 다르다. 이 근육들은 사지가 움직이기 전에 미리 수축함으로써 허리뼈에 안정성을 제공한다. 양쪽 배가로근과 배속빗근이 수축하여 등허리근막(thoracolumbar fascia)의 장력을 증가시키고(Akuthota & Nadler, 2004; Barker et al., 2006), 복부 내압을 증가시켜(Hodges et al., 2005) 척추 움직임 분절에 가해지는 회전력과 병진 움직임에 저항하며 몸통 안정화에 기여한다(Hodges & Richardson, 1996). 이러한 몸통 안정화 기능에 기여하는 배가로근과 배속빗근의 기능 부전이 만성요통 환자에게 나타난다는 몇몇 선행 연구들이 있다(Gibson & McCarron, 2004; Hodges & Richardson, 1999; Hodges et al., 2003). 요통은 배가로근의 활동을 억제시키고, 상지를 움직일 때, 상지 움직임에 앞서 수축하는 배가로근의 수축 또한 지연시킨다는 보고도 있다(Hodges et al., 2003; Kiesel et al., 2008).

선 자세에서 만성요통 환자는 건강한 사람과 비교했을 때, 심부 근육인 배가로근의 낮은 활동과 더불어 표면 근육인 배바깥근의 높은 활동을 보였으며, 이는 만성요통 환자의 운동조절 기능부진을 의미한다는 선행 연구(Ehsani et al., 2016)가 있다. 이 연구는 단순히 선 자세에서 요통군과 건강군을 비교한 연구이다. 서서 무게를 들고 팔을 들어올린 자세는 일상생활에서

자주 사용되는 자세로, 중력 중심점이 선 자세보다 더 높아지고 안정성이 더 감소되는 자세이다. 요통군과 건강군 간에 선 자세와 서서 무게를 들고 팔을 들어올린 자세에 따라 복부근들의 근두께변화율에 어떤 차이를 보이는지 초음파를 이용해서 확인한 연구는 별로 없다. 이런 기능적인 자세나 무게에 따라 배가로근과 배속빗근은 물론 복부의 다른 표면 근육들의 활성도를 이해하는 것은 만성요통 환자의 운동프로그램을 설계하는 데 도움이 될 것이다. 따라서 만성요통군과 건강군 사이에 선 자세와 서서 손에 무게를 들고 팔을 들어올린 자세에서 복부근육들의 두께변화율이나 근활성도를 비교하는 것이 필요하다.

따라서 본 연구의 목적은 배가로근, 배속빗근, 배바깥근의 근수축변화율이 선 자세, 바벨 들고 팔을 몸통 옆에 내린 자세, 바벨 들고 팔을 앞으로 들어올린 자세에 따라 만성 요통을 가진 요통군과 건강군 사이에 어떤 차이가 있는지 비교하는 것이다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구대상자

연구대상자는 총 40명으로 허리통증이 없는 건강한 사람 20명과 만성요통자 20명이었다. 대상자 선정 조건은 건강한 대상자의 경우, 허리통증이 없는 건강한 사람이었다. 요통 대상자의 경우, 지난 3개월간 요통이 지속되었고, 통증강도가 10점 만점인 시각통증 척도(visual analog scale) 중 6점 이하 인 사람이었다(Ehsini et al., 2016; Nagar et al., 2017). 제외기준은 척추 변형(spinal deformity), 척추질환, 이전에 복부 또는 척추의 수술 경험이 있는 자, 방사통, 좌골신경통, 신경 뿌리 통증(nerve root pain)이 있는 사람이었다(Nagar et al., 2017). 본 연구는 IRB 심의를 거친 다음, 문서로 된 대상자 동의서를 받은 후 진행되었다(approval number: jjIRB-190115-HR-2019-0105). 대상자의 일반적 특성은 다음과 같다(Table 1).

Table 1. General characteristics of the subjects

Characteristics	With LBP <sup>a</sup> (n=20)	Without LBP (n=20)	t	p
Age (year)	21.05±2.26 <sup>b</sup>	21.00±1.49	0.08	0.94
Height (cm)	169.45±10.56	167.70±9.40	0.55	0.58
Weight (kg)	67.85±16.60	64.80±11.62	0.67	0.51
Body mass index	23.31±3.58	22.95±2.99	0.34	0.73
Sex (male/female)	8/12	8/12		
Pain intensity (VAS <sup>c</sup> )	3.15±1.98(1~6 <sup>d</sup> )			
Duration of pain (month)	27.25±28.97(3~96)			
ODI <sup>e</sup> (%)	34.78±6.96(26.67~53.33)			

<sup>a</sup>Low back pain, <sup>b</sup>mean±SD, <sup>c</sup>visual analog scale, <sup>d</sup> range, <sup>e</sup>Oswestry disability index.

## 2. 초음파 영상 측정방법

복부 근육의 두께를 측정하기 위해 B mode의 디지털 컬러 초음파 장비(UGEO H60, Samsung Medison CO., LTD, Korea)를 사용하였다. 초음파 영상은 구형 초음파 탐색자를 사용하여 얻었는데, 이 탐색자의 길이는 80mm 이었고, 주파수는 1~7Hz 이었다. 안정시 근두께를 측정하기 위해, 대상자는 무릎을 굽힌 바로 누운 자세(hook-lying position)에서 초음파 탐색자의 위치를 12번째 갈비뼈와 엉덩뼈 능선(iliac crest) 사이의 앞겨드랑선(anterior axillary line)을 따라 가로로 위치시켰다(Arab et al., 2018). 이 때 초음파 탐색자의 한쪽 끝부분이 위치할 곳에 유성펜으로 표시한 후 초음파 꺾을 바른 다음 영상을 확인했다. 선 자세나 서서 텀벨 들고 팔을 앞으로 뻗은 자세에서 측정할 때는 누운 자세와 피부의 위치가 조금씩 달라지므로, 누운 자세에서 유성펜으로 표시한 지점을 기준으로 약간씩 이동하여 누운 자세에서 확인한 영상과 동일한 영상을 수집하였다. 또한 누운 자세와 비교했을 때, 선 자세는 대상자는 물론 검사자의 자세도 약간씩 흔들릴 수 있어 초음파 영상을 수집하는 동안 영상이 흐려질 수 있다. 따라서 선명한 영상을 확보하기 위해 검사자는 두 다리를 최대한 벌린 채 서서 기저면을 넓히고 신체의 무게중심을 최대한 낮춰 자세 안정성을 확보하였다. 또한 초음파 탐색자를 든 검사자의 팔꿈치를 검사자의 몸통에 붙여 팔의 흔들림을 최소화하였다.

호흡에 따른 근두께의 변화를 최소화하기 위해서 이완된 날숨 끝의 초음파 영상을 사용하였다. 이를 위해, 숨을 3초간 내쉬면서 10초 유지하라고 지시한 다음 숨을 내 쉰 후 3초 지났을 때 초음파 영상을 정지시킨 후 저장하였다(Teyhen et al., 2007). 검사자 간의 측정 차이를 최소화하기 위해 동일한 검사자가 검사하였고, 복부근육 두께의 오차를 줄이기 위해 건강군은 비우세측 복부에서 측정하였고, 요통군은 요통이 있는쪽 또는 요통이 더 심한쪽 복부에서 측정하였다.

동일한 지점의 근두께를 측정하기 위해, 초음파 영상에서 배가로근의 근건 부위(muscle-tendon junction)의 안쪽 모서리에서 2cm 떨어진 곳의 배가로근, 배속 빗근, 배바깥빗근의 근두께를 측정하였다. 이 때 초음파 영상에서 보이는 각 근육의 근막인 흰색 선 안쪽에 마우스 커서를 갖다 대고, 초음파 스크린에 있는 측정 도구를 사용해 각 근육의 두께를 측정하였다. 근두께는 같은 자세에서 3회씩 측정한 후 평균값을 사용하였다. 휴식시 근두께는 누운 자세에서 측정한 근두께를 사용하였고, 각 자세의 근 두께 변화율은 Ishida와 Watanabe (2013)의 연구에 따라, [(수축시 근두께 - 휴식시 근두께) ÷ 휴식시 근두께 × 100]으로 구하였다.

## 3. 측정과정

대상자들에게 실험 4시간 전까지 농구, 축구, 조깅 등의 과격한 운동을 하지 않도록 당부하였다. 요통군



Fig. 1. Standing at rest posture.

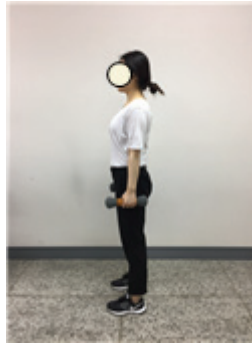


Fig. 2. Standing with loads posture.

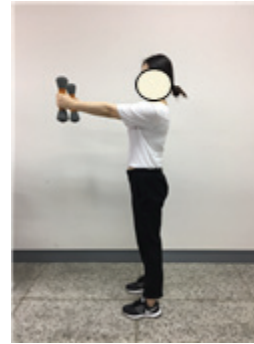


Fig. 3. Standing with lifting loads posture.

6명과 건강군 4명을 포함한 총 10명은 검사-재검사 신뢰도를 확인하기 위해 일주일 간격으로 2회 방문하였으며, 그 외 대상자들은 1회 방문하였다. 1회 방문 시 소요되는 실험시간은 약 20분이었다.

휴식시 근두께를 확인하기 위해, 먼저 무릎을 굽힌 바로 누운 자세에서 팔은 몸통 옆에 나란히 둔 상태로 측정하였다. 서서 휴식한 자세에서의 측정은 다리를 어깨 넓이 간격으로 벌린채 얼굴은 눈 높이의 벽을 바라보도록 한 후 측정하였다. 그 다음 여자는 1kg, 남자는 2kg짜리 덤벨을 하나씩 양손에 든 채 팔을 몸통 옆에 나란히 내린 자세를 취하여 측정하였다. 마지막으로 양손에 위와 같은 부하의 덤벨을 든 채 팔을 어깨 높이로 들어올린 자세를 취하여 복부의 근두께를 측정하였다(Fig. 1~Fig. 3).

#### 4. 분석방법

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS 23.0 프로그램을 사용하여 통계처리 하였다. 각 군의 측정 자료는 평균과 표준편차를 구하였고, 요통군과 정상군의 나이, 신장, 체중, 체질량지수(body mass index)를 비교하기 위해 독립 t-검정을 사용하였다. 측정된 자료의 정규성 여부를 확인하기 위해 콜모고로프-스미르노프(Kolmogorov-Smirnov) 검정을 실시하였고, 각 자세 별로 두 군 사이의 근두께 변화율에 차이가 있는지 확인하기 위해 군간(between subject) 요소를 군(group)으로 하고, 군내(within subject) 요소를 자세 유형으로 하여 반복측정

이원분산분석(repeated analysis two-way ANOVA)을 실시하였다. 사후검정으로는 본 페로니 검정(Bonferroni correction)을 사용하였다. 전체 대상자 중 10명에 대한 검사-재검사 신뢰도를 확인하기 위해 급간내상관계수(intraclass correlation coefficient; ICC) (3,k)를 이용하였으며, 통계학적 유의수준은  $\alpha=0.05$ 로 정하였다.

### Ⅲ. 연구 결과

#### 1. 근두께의 신뢰도

요통군과 건강군 10명을 일주일 간격으로 측정한 근육 두께의 측정자내 신뢰도 결과, 선 자세에서 배가로근은 ICC 0.98, 배속빗근은 ICC 0.95, 배바깥빗근은 ICC 0.91을 나타냈고, 무게들고 선 자세에서 배가로근은 ICC 0.83, 배속빗근은 ICC 0.93, 배바깥빗근은 ICC 0.94을 보였으며, 서서 무게들고 팔을 들어올린 자세에서 배가로근은 ICC 0.86, 배속빗근은 ICC 0.81, 배바깥빗근은 ICC 0.98을 나타냈다.

누운 자세에서 휴식시 복근의 두께는 요통군과 건강군 사이에 유의한 차이가 없었다( $p>0.05$ )(Table 2).

#### 2. 군과 자세 유형에 따른 주효과와 상호작용 효과

각 자세에 따른 반복측정된 분산분석 결과, 배가로

Table 2. Comparing the thickness of abdominal muscles during the supine position between subjects with and without low back pain

Muscles (mm)	With LBP <sup>a</sup> (n=20)	Without LBP (n=20)	t	p
Transverse abdominis	2.93±0.79 <sup>b</sup>	2.85±0.82	0.29	0.78
Internal oblique	6.49±1.75	6.75±1.73	0.47	0.64
External oblique	4.37±1.23	4.90±1.30	1.3	0.19

<sup>a</sup>Low back pain, <sup>b</sup>mean±SD.

Table 3. Summary table for the repeated analysis two-way ANOVA

Main effect / interaction	Transverse abdominis		Internal oblique		External oblique	
	F	p	F	p	F	p
Posture type	2.76	0.08	13.54	0.00*	9.90	0.00*
Group × Posture type	1.77	0.18	6.72	0.00*	1.27	0.29

\*p<0.05

근은 두 군과 자세 유형 간의 상호작용 효과가 나타나지 않았고, 자세 유형 간의 주효과도 나타나지 않았다. 그러나 배속빗근은 두 군과 자세 유형 간의 상호작용 효과가 나타났고(p<0.05), 자세 유형 간의 주효과도 나타났다(p<0.05). 배바깥빗근은 두 군과 자세 유형 간의 상호작용 효과가 나타나지 않았으나, 자세 유형 간의 주효과는 나타났다(p<0.05) (Table 3).

### 3. 군간 비교

자세 유형에 따른 두 군의 근 두께변화율을 비교하면, 덤벨을 들고 서 있는 자세에서 배속빗근의 두께변화율은 요통군이 21.84% 증가했으나, 건강군은 0.19% 증가해 요통군의 배속빗근의 두께가 건강군에 비해 더 많이 증가한 것으로 나타났다(p<0.05)(Fig. 4). 그러나 다른 자세들에서는 두 군간에 차이가 나타나지 않았다.

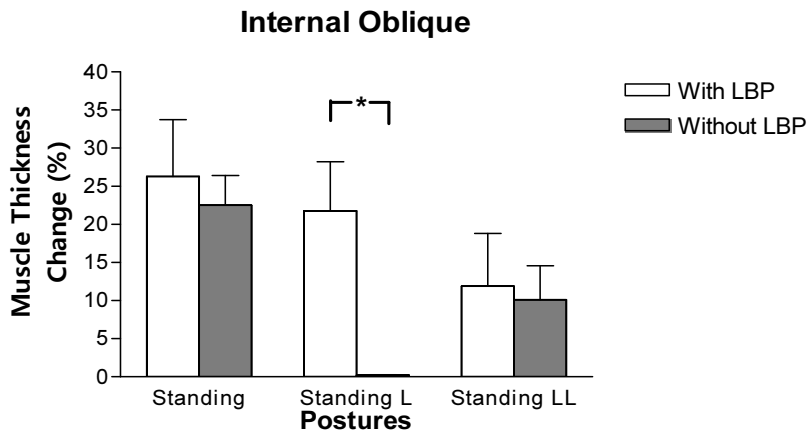


Fig. 4. Muscle thickness change for internal oblique at different postures between subjects with and without low back pain. (Standing L: standing with loads, Standing LL: standing with lifting loads, LBP: low back pain). \*significant different between groups.

#### 4. 자세 유형간 비교

모든 군에서 자세 유형 간의 근 두께변화율을 비교 하면, 배가로근은 덤벨 들고 서 있는 자세(41.04%)에 비해 덤벨 들고 팔을 들어올린 자세(52.14%)에서 근육이 더 많이 두꺼워진 것으로 나타났다( $p<0.05$ ). 배속빗근은 덤벨 들고 서 있는 자세(11.02%)와 덤벨 들고 팔을 들어올린 자세(10.97%)에 비해 서 있는 자세(24.40%)에서 더 많이 두꺼워졌다( $p<0.05$ ). 배바깥빗근은 서 있는 자세(3.42%)와 덤벨 들고 서 있는 자세(-1.17%)에 비해 덤벨 들고 팔을 들어올린 자세(-7.16%)에서 더 작게 두꺼워진 것으로 나타났다( $p<0.05$ )(Table 4).

#### IV. 고 찰

본 연구에서는 요통군과 건강군을 대상으로 선자세, 덤벨 들고 팔을 몸통 옆에 내린 자세, 덤벨 들고 팔을 앞으로 들어올린 자세를 취한 후 배가로근, 배속빗근, 배바깥빗근의 두께 변화를 알아보았다. 근두께 변화를 표준화하기 위해 누워서 휴식하는 자세를 기

준으로 한 각 자세에서의 근두께 변화율을 구하여 자세에 따라 두 군간에 차이가 있는지 확인하였다. 또한 측정자내 신뢰도도 확인하였다.

본 연구에서 전체 대상자의 25%인 요통군과 건강군 10명을 대상으로 선 자세, 덤벨 들고 선 자세, 덤벨 들고 팔을 들어올린 자세에 따른 복부근의 두께를 일주일 간격으로 2회 측정하여 급간내 상관계수를 구하였다. 그 결과, 배가로근은 0.83~0.98, 배속빗근은 0.81~0.95, 배바깥빗근은 0.91~0.98로, 모든 근육에서 좋은 신뢰도를 나타냈다(Koo & Li, 2016).

서 있는 자세에서 근두께를 선행연구와 비교하면, Nagar 등(2017)의 연구에서 17명의 요통군과 18명의 건강군을 대상으로 서 있는 자세에서 배가로근의 두께는 요통군에서 3.8mm, 건강군에서 4.6mm를 나타냈는데, 본 연구에서도 요통군에서 3.7mm 건강군에서 4.1mm를 나타내어 Nagar 등(2017)의 연구와 비슷한 배가로근의 근두께를 나타냈다. 덤벨 들고 팔을 몸통 옆에 내린 자세와 덤벨 들고 팔을 들어올린 자세에서 근두께를 비교하면, Eriksson Crommert 등(2017)은 18명의 건강한 사람에서 3kg의 덤벨을 하나씩 양손에 들고 팔을 몸통 옆에 나란히 둔 자세에서 배가로근은 4.9mm, 배속빗근은 11.3mm, 덤벨 들고 팔을 앞으로 뺀 자세

Table 4. Percent thickness change of muscles at different posture between subjects with and without LBP

Muscle thickness change (%)	Group	Standing	Standing with loads	Standing with lifting loads
Transverse abdominis	With LBP <sup>a</sup>	32.31±38.54 <sup>b</sup>	36.47±37.23	49.86±46.08
	Without LBP	54.82±51.87	45.62±41.06	54.42±45.16
	Total	43.57±46.52	41.04±38.96	52.14±45.10 <sup>**</sup>
Internal oblique	With LBP	26.31±33.35	21.84±28.74	11.88±31.05
	Without LBP	22.53±17.54	0.19±0.26 <sup>‡</sup>	10.05±20.00
	Total	24.42±26.37	11.02±22.86 <sup>*</sup>	10.97±25.97 <sup>†</sup>
External oblique	With LBP	2.09±16.75	1.30±21.67	-6.45±21.19
	Without LBP	4.75±22.20	-3.64±18.78	-7.87±19.71
	Total	3.42±19.46	-1.17±20.17	-7.16±20.21 <sup>***</sup>

<sup>a</sup>low back pain, <sup>b</sup>mean±standard deviation

\*significant different between standing at rest posture and standing with loads posture ( $p<0.05$ ),

\*\*significant different between standing with loads posture and standing with lifting loads posture ( $p<0.05$ ),

†significant different between standing at rest posture and standing with lifting loads posture ( $p<0.05$ ),

‡significant different between groups ( $p<0.017$  by Bonferroni correction)

에서 배가로근은 5mm, 배속빗근은 11.4mm를 보였다. 본 연구에서는 덤벨 들고 팔을 몸통 옆에 나란히 둔 자세에서 배가로근은 요통군과 건강군 모두 3.9mm, 배속빗근은 요통군이 7.7mm, 건강군이 7.9mm이었고, 덤벨 들고 팔을 들어올린 자세에서 배가로근은 요통군과 건강군 모두 4.2mm, 배속빗근은 요통군이 7mm, 건강군이 7.3mm를 보였다. 이와 같이 본 연구와 Eriksson Crommert 등(2017)의 연구에서 배가로근과 배속빗근의 두께에 차이가 나는 이유는 본 연구에서는 체질량지수 22.6인 대상자들이 1~2kg의 덤벨을 들었고, Eriksson Crommert 등(2017)의 연구에서는 체질량지수 22.5인 대상자들이 3kg의 덤벨을 들어올려 체질량지수는 비슷했으나 들어올린 덤벨의 무게가 달랐기 때문이라고 생각된다.

Suehiro 등(2018)은 요통이 재발한 군과 건강군을 대상으로 5kg의 부하를 들어올릴 때 요통이 재발한 군에서 배가로근, 배속빗근, 배바깥빗근 전체를 합친 근활성도가 건강군에 비해 높았다고 보고하였다. 이 연구 결과는 요통군은 건강군과 다른 근활성 패턴을 보여주는 것이다. 본 연구에서 배가로근과 배바깥빗근의 두께변화율은 자세 유형에 따라 두 군 사이에 유의한 차이가 없었으나, 배속빗근은 자세 유형에 따라 두 군 사이에 유의한 차이가 나타났다( $p < 0.05$ ). 배속빗근의 두께변화율은 서있는 자세에서 누운 자세를 기준으로 요통군은 26.31% 증가했고, 건강군도 22.53% 증가한 상태로, 두 군 사이에 유의한 차이가 없었으나, 덤벨을 들고 팔을 몸통 옆에 내린 자세에서 누운 자세를 기준으로 요통군은 21.84% 증가했으나, 건강군은 0.19% 증가해 두 군 간에 유의한 차이가 나타났다( $p < 0.05$ ). 즉 1~2kg의 덤벨을 들고 팔을 몸통 옆에 내린 자세에서 요통군의 배속빗근이 건강군의 배속빗근에 비해 더 높은 근활성도를 나타낸 것이다. 또한 요통군에서는 선 자세나 덤벨 들고 선 자세 간에 배속빗근의 두께변화율에 차이를 보이지 않았다. 따라서 건강군에서는 양손에 작은 부하를 든 선 자세가 덤벨 없이 선 자세에 비해 몸통의 안정성에 기여하여 배속빗근의 근수축 변화율이 감소했으나, 요통군에서

는 몸통 안정성에 기여하지 못했기 때문에 건강군에 비해 근수축 변화율이 더 높게 나타났다고 생각된다.

자세 유형에 따른 복부근의 두께변화율을 살펴보면, Eriksson Crommert 등(2017)의 연구에서는 건강한 대상자를 대상으로 초음파를 통해 근두께를 비교한 결과, 3kg의 덤벨을 들고 팔을 앞으로 들어올린 자세를 취했을 때와 덤벨 들고 팔을 몸통 옆에 나란히 내린 자세 간에 배가로근과 배속빗근의 두께 차이가 없었다. 그러나 Crommert 등(2011)은 건강한 남성을 대상으로 내부 근육 근전도를 통해 복부근의 근활성도를 비교한 결과, 3kg의 덤벨을 든 여러 자세 중 덤벨 들고 팔을 몸통 옆에 내린 자세에 비해 덤벨 들고 팔을 앞으로 들어올린 자세에서 배가로근의 근활성도가 유의하게 높게 나타났고, 복강내압도 높았다. 본 연구에서도 배가로근은 덤벨 들고 팔을 들어올린 자세(누운 자세에 비해 52.14% 증가)가 덤벨 들고 팔을 몸통 옆에 내린 자세(누운 자세에 비해 41.04% 증가)에 비해 두께 변화율이 더 높아져( $p < 0.05$ ) 근육이 더 많이 활성화된 것을 알 수 있었다. 그러나 배바깥빗근은 덤벨 들고 팔을 들어올린 자세(누운 자세에 비해 7.16% 감소)가 덤벨 들고 팔을 몸통 옆에 내린 자세(누운 자세에 비해 1.17% 감소)에 비해 더 많이 감소되어 덜 활성화된 것을 알 수 있었다.

이렇게 덤벨 들고 팔을 들어올린 자세에서 배가로근의 근활성도가 높아진 이유에 대해 Eriksson Crommert 등(2017)은 덤벨을 들고 팔을 올린 자세가 질량중심점(center of mass)을 높아지게 했고, 덤벨을 들어 올림으로써 몸통의 굽힘 모멘트(flexion moment)가 증가함에 따라 몸통의 안정성을 유지하기 위해 배가로근이 추가적으로 활성화 한 것이라고 분석하였다. 증가된 배가로근의 활성화는 척추 안정성을 증가시킨다는 다른 선행 연구(Barker et al., 2006; Gracovetsky et al., 1985; Hodges et al., 2003)들도 있었다. 따라서 본 연구에서도 무게를 들고 팔을 몸통 옆에 내린 자세에 비해 무게를 들고 팔을 들어올린 자세에서 배가로근이 더 활성화되어 몸통 안정성에 기여하였고, 이에 따라 척추의 안정성이 증가하였기 때문에 배바깥

빗근의 수축은 오히려 감소한 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점은 대상자들이 들어 올린 덤벨의 무게가 이전의 선행 연구들과 달라 결과를 명확히 비교하기 어려웠다는 것이다. 즉 본 연구에서는 1~2kg의 덤벨을 각각 양손에 든 자세에서 초음파로 복부근 두께를 분석한 반면, Crommert 등(2011)의 연구에서는 3kg 덤벨을 각각 양손에 든 자세를 내부 근육 근전도를 통해 분석하였다. 따라서 연구 결과의 차이가 무게 때문인지 측정 도구 때문인지 비교하기 어려웠다. 또한 들어올린 덤벨의 부하를 대상자의 체중에 의해 표준화하여 정한 것이 아니고, 여자는 1kg, 남자는 2kg으로 통일하였다는 점이다. 초음파 측정 위치의 경우, 선행 연구들에서는 요통군이나 건강군 모두 오른쪽 복부에서 측정하였으나(Arab et al., 2018; Ehsani et al., 2016), 본 연구에서는 요통군은 통증이 있는 쪽을 측정하였고, 건강군은 비우세측을 측정하였다. 그러나 이 측정 위치가 결과에 영향을 주지는 않았을 것으로 생각된다. 왜냐하면 Springer 등(2006)의 연구에 의하면, 배가로근의 근두께는 우세측과 비우세측 사이에 차이가 없는 것으로 나타났기 때문이다. 추후 연구에서는 자세 유형은 물론 무게의 정도에 따라 복부근육의 활성도가 어떻게 달라지는지 확인하는 것이 필요하다.

## V. 결론

본 연구에서는 요통군과 건강군을 대상으로 서서 휴식하는 자세, 덤벨 들고 팔을 몸통 옆에 내린 자세, 덤벨 들고 팔을 들어올린 자세를 취하는 동안 초음파를 이용해 배가로근, 배속빗근, 배바깥빗근의 두께변화율을 확인하여 근간의 복부근의 두께 변화에 어떤 차이가 있는지 비교하였다. 그 결과 덤벨을 들고 팔을 몸통 옆에 내린 자세에서 요통군의 배속빗근이 건강군의 배속빗근에 비해 더 높은 근활성 패턴을 보였다. 또한 요통군에서는 덤벨 없이 선 자세나 덤벨 들고 선 자세 간에 배속빗근의 두께변화율에 차이를 보이지 않았다. 건강군에서는 양손에 덤벨 들고 선 자세가

덤벨 없이 선 자세에 비해 몸통의 안정성에 기여하여 배속빗근의 근수축 변화율이 감소했으나, 요통군에서는 몸통 안정성에 기여하지 못했기 때문에 건강군에 비해 근수축 변화율이 더 높게 나타났다고 생각된다. 또한 배가로근은 덤벨 들고 팔을 들어올린 자세가 덤벨 들고 팔을 몸통 옆에 내린 자세에 비해 두께변화율이 더 높아진 것으로 보아, 무게중심점이 높아진 자세에서 배가로근이 더 많이 활성화된 것을 알 수 있다. 따라서 운동프로그램을 설계할 때, 요통이 없는 사람에게 배속빗근의 근두께를 증가시키기 위해 작은 부하의 덤벨을 든 자세를 추천한다. 그러나 요통이 있는 사람에게 작은 부하를 든 자세가 배속빗근의 근두께를 증가시키기 못하므로, 이 사실을 고려하여 만성요통 환자의 운동프로그램을 설계할 필요가 있다.

## References

- Akuthota V, Nadler, SF. Core strengthening. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2004;85(3 suppl 1):S86-S92.
- Arab AM, Shanbehzadeh S, Rasouli O, et al. Automatic activity of deep and superficial abdominal muscles during stable and unstable sitting positions in individuals with chronic low back pain. *Journal of bodywork and movement therapies*. 2018;22(3):627-631.
- Barker PJ, Guggenheimer KT, Grkovic I, et al. Effects of tensioning the lumbar fasciae on segmental stiffness during flexion and extension: Young Investigator Award winner. *Spine* 2006;31(4):397-405.
- Critchley DJ, Coutts FJ. Abdominal muscle function in chronic low back pain patients. *Physiotherapy*.2002;88(6):322-332.
- Crommert ME, Ekblom MM, Thorstensson A. Activation of transversus abdominis varies with postural demand in standing. *Gait & Posture*. 2011;33(3):473-477.



- Ehsani F, Arab AM, Jaberzadeh S, et al. Ultrasound measurement of deep and superficial abdominal muscles thickness during standing postural tasks in participants with and without chronic low back pain. *Manual therapy*. 2016;23:98-105.
- Eriksson Crommert M, Unsgaard-Tøndel M, Vasseljen O. Can sonography be used to estimate deep abdominal muscle activation in different static arm positions while standing? *Journal of ultrasound in medicine*. 2017;36(1):129-139.
- Gibson J, McCarron T, Feedforward muscle activity: an investigation into the onset and activity of internal oblique during two functional reaching tasks. *Journal of bodywork and movement therapies* 2004;8(2):104-113.
- Gracovetsky S, Farfan H, Helleur C. The abdominal mechanism. *Spine*. 1985;10(4):317-324.
- Hodges P, Kaigle Holm A, Holm S, et al. Intervertebral stiffness of the spine is increased by evoked contraction of transversus abdominis and the diaphragm: in vivo porcine studies. *Spine*. 2003;28(23):2594-2601.
- Hodges PW, Eriksson AE, Shirley D, et al. Intra-abdominal pressure increases stiffness of the lumbar spine. *Journal of biomechanics*. 2005;38(9):1873-1880.
- Hodges PW, Moseley, GL, Gabriellson, A, et al. Experimental muscle pain changes feedforward postural responses of the trunk muscles. *Experimental brain research*. 2003;151(2):262-271.
- Hodges PW, Pengel LH, Herbert RD, et al. Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. *Muscle & Nerve* 2003;27(6):682-692.
- Hodges PW, Richardson CA. Altered trunk muscles recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 1999;80(9):1005-1012.
- Hodges PW, Richardson, CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain: a motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine*. 1996;21(22):2640-2650.
- Kiesel KB, Uhl T, Underwood FB, et al. Rehabilitative ultrasound measurement of select trunk muscle activation during induced pain. *Manual therapy*. 2008;13(2):132-138.
- Kisner C, Colby LA. Therapeutic exercise: foundations and techniques, 6th ed. Philadelphia, PA, F. A. Davis Co., 2012.
- Koo TK, Li MY. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of chiropractic medicine*. 2016;15(2):155-163.
- Nagar VR, Hooper TL, Dedrick GS, et al. The effect of current low back pain on volitional preemptive abdominal activation during a loaded forward reach activity. *PM & R*. 2017;9(2):127-135.
- Panjabi, MM. The stabilizing system of the spine. Part 1: function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of Spinal Disorders* 1992;5(4):383-389.
- Richardson C, Jull G, Hodges P, et al. Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain. London. Churchill Livingstone. 1999.
- Richardson CA, Jull G, Toppenburg R, et al. Techniques for active lumbar stabilization for spinal protection: a pilot study. *Australian Journal of Physiotherapy*. 1992;38(2):105-112.
- Springer BA, Mielcarek BJ, Nesfield TK, et al. Relationships among lateral abdominal muscles, gender, body mass index, and hand dominance. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*. 2006; 36(5):289-297.
- Suehiro T, Ishida H, Kobara K, et al. Altered trunk muscle recruitment patterns during lifting in individuals in remission from recurrent low back pain. *Journal of electromyography and kinesiology*. 2018;39:128-133.
- Teyhen DS, Gill NW, Whittaker JL et al. Rehabilitative

ultrasound imaging of the abdominal muscles. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy.*

2007;37(8):450-466.