

엉덩관절 모음근의 수축 압력이 배가로근의 근 단면적에 미치는 영향

박주철 · 이명호¹ · 김명권^{2†}

대구대학교 재활과학대학원 물리치료학과, ¹대구대학교 일반대학원 재활과학과,
²대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

The Effect of the Contraction Pressure of the Hip Adductor Muscles on Thickness of Transversus Abdominis: A Randomized Controlled Trial

Ju-Cheol Park, PT, MS · Myeong-Ho Lee, PT, MS¹ · Myoung-Kwon Kim, PT, PhD^{2†}

Department of Physical Therapy, Graduate School of Rehabilitation Science, Daegu University

¹Department of Rehabilitation Sciences, Graduate School, Daegu University

²Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Sciences, Daegu University

Received: October 6 2022 / Revised: October 21 2022 / Accepted: November 15 2022

© 2022 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study examined the changes in the thickness of the abdominal muscles, including the transversus abdominis, according to the set pressure applied by a pressure biofeedback unit during contractions of the hip adductor muscles.

METHODS: After randomizing 40 healthy adult males in their 20 s and 30 s, the participants were instructed to match the pressure gauge indication of the pressure biofeedback device to continue contracting the hip adductor while maintaining it at 10 mmHg (low), 40 mmHg (medium), or 70

mmHg (high). The measurement was taken over five seconds using an ultrasound device.

RESULTS: According to the contractile pressure applied to the hip adductor muscle, there was a significant difference in the muscle thickness change of the transverse abdominis muscle between 10 mmHg and 70 mmHg and between 40 mmHg and 70 mmHg. The muscle thickness ratio of the external oblique/abdominal muscle was significantly different between 10 mmHg and 70 mmHg and between 40 mmHg and 70 mmHg.

CONCLUSION: Increased contraction pressure on the hip adductor muscle increases the muscle thickness of the abdominal transverse muscle. Interbody stability exercise with contractions of the hip adductor muscle is expected to help increase in the muscle thickness of the hip adductor muscle.

Key Words: Biofeedback, Contraction pressure, Hip adductor, Thickness, Transversus Abdominisk

†Corresponding Author : Myoung-Kwon Kim

skybird-98@hanmail.net, <http://orcid.org/0000-0002-7251-6108>

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

현대인들의 반복적인 작업 및 생활은 불안정한 자세 조절로 인한 신체의 불균형을 초래한다. 이러한 불균형은 근육의 기능적인 문제를 야기하고 나아가 손상을 일으키는 치명적인 원인이 된다. 몸의 움직임이 일어날 때 척추에 많은 부하가 가해지지 않고 기능적 활동을 수행할 수 있게 도와주는 근육을 몸통 안정화 근육이라고 한다[1]. 몸의 기능적 안정성을 유지하기 위해서는 몸통 근육의 강화가 중요하다[2,3]. 몸통 근육은 얇은 층의 겉 근육(global muscle)들과 깊은 층의 속 근육(local muscle)들로 구성되며, 겉 근육들은 일반적으로 큰 움직임을 만들고 속 근육들은 팔과 다리에 힘을 전달하여 몸통의 전반적인 안정성을 제공한다[4]. 척추의 구조물은 다른 뼈들에 비해 불안정한 구조로 되어있어 척추 안정화에 관여하는 깊은 층 근육의 역할이 특히 중요하며[5,6], 몸통 안정화 운동을 통한 몸통 근육의 동시 수축은 큰 하중에 대한 척추 주변 구조물을 고정함으로써 척추의 안정성을 높이고[7], 기능적 자세 유지 및 운동 수행 시 효율성을 제공한다[8].

몸통 안정화를 담당하는 여러 근육 중 배 근육은 배 속 장기들의 지지와 보호, 가슴 속과 배 속 압력의 상승을 포함한 중요한 생리학적 기능을 하고, 몸통을 움직이고 안정시키는 데 중요한 기능을 하며[9], 배 근육들의 동시 수축은 자세 안정화를 유지한다[10]. 특히, 효율적인 몸통 안정성을 유지하기 위하여 배가로근과 같은 속 근육의 순차적인 수축이 강조되며[11], 수평으로 배열된 배가로근은 영치엉덩관절을 포함한 허리 영역 전체에 대한 원통 모양의 부목 효과(splinting effect)를 만든다[12]. 또, 배속빗근과 배바깥빗근은 허리뼈의 돌림력을 생성하고 몸통의 안정성을 증가시키는 근육으로 작용한다[13]. 허리-골반의 안정성을 위해서는 못갈래근 및 배가로근과 같은 좀 더 깊은 층 근육들의 활성화와 허리네모근, 척주세움근, 큰허리근, 배곧은근 그리고 배빗근들과 같은 좀 더 얇은 근육들의 활성화가 필요하다. 배 근육의 활성화는 엉덩관절 근육의 당기는 힘에 대항하여 골반을 안정화하는 필수적인 요소로 작용하며, 골반이 안정된 상태에서 몸통에 가해지는

힘은 영치엉덩관절과 엉덩관절을 지나 다리에 효율적으로 전달된다[9].

몸통 안정화 운동은 재활단계에서 흔히 사용되며 [14], 몸통 근육의 동시 수축(co-contraction)으로 몸통이 균형 잡힌 자세를 유지할 수 있게 한다. 몸통 안정화 운동은 척추의 중립적 자세를 유지하여 의식적 또는 무의식적으로 외부의 힘에 잘 적응할 수 있도록 하며, 자세가 불안정한 경우에도 중립적 자세를 유지할 수 있도록 한다. 몸통 안정화 운동은 치료적 접근의 운동만이 아닌 예방적 차원에서도 주목을 받고 있다[15]. 몸통 안정화 운동은 다양한 형태로 사용되고 있는데 [16], 대표적으로 교각 운동과 네발기기 자세에서의 운동 등이 있다[17]. 교각운동은 바로 누운 자세와 옆드려 누운 자세, 옆으로 누운 자세에서 골반을 바닥에서 들어 올려 유지하는 운동[14,18]으로 몸통의 얇은 층 및 깊은 층 근육을 강화하여 팔·다리의 기능적 자세와 움직임 동안 몸통의 안정성을 증가시킨다[19]. 교각운동은 일상생활에서 척추의 주변 근육과 관절 및 인대조직에 발생하는 반복적인 자극에 대한 손상을 방지하기 위한 운동이고, 몸통의 얇은 층 근육과 깊은 층 근육을 적절한 비율로 활성화하고 큰 불기근과 다리근육을 강화하며[20], 배가로근의 두께를 증가시킨다[21]. Jang 등은 건강한 성인 여성을 대상으로 엉덩관절의 모음을 병행한 교각운동은 큰불기근, 배곧은근, 배속빗근, 배바깥빗근의 근 활성화도가 증가하여 엉덩관절 펌근과 배근육의 근 활성화도에 영향을 미친다고 설명하였다[22]. 또, 네발기기 자세에서 교차하여 팔다리 들기(bird-dog)와 누운 자세에서 교차하여 팔다리 들기(dead-bug) 운동은 반대쪽 팔과 다리의 움직임을 통해 자세를 유지하는 운동이다[18,23,24,25,26]. 그 외에도 단단하거나 편평하지 않고 불안정한 지면이나 도구를 이용한 안정화 운동 등이 있다.

몸통의 안정성을 유지하는데 엉덩관절 모음근의 역할도 중요하게 작용한다. 양쪽 다리의 체중부하 동안 엉덩관절 모음근과 벌림근이 동시 수축하여 적절한 균형을 이룰 때, 골반이 대칭적인 위치에서 고정되어 안정성이 유지될 수 있다[27]. 엉덩관절의 원활한 모음과 벌림은 동적 균형 유지에 중요한 역할을 하고, 엉덩관

절 모음근과 별립근은 골반의 움직임에 조절한다[28]. 영덩관절 모음근은 영덩관절의 모음 기능 외에 굽힘, 펴, 돌림에 관여하여 영덩관절 안정성을 제공한다. 해부학적으로 영덩관절 모음근은 두덩뼈를 포함한 골반에서 시작하여 넓다리뼈의 안쪽 또는 뒤쪽 면에 부착되어 몸통 근육의 조절에도 관여하므로 허리뼈에 가해지는 힘을 감소시키는 역할을 한다. 이것은 허리부위의 안정성을 높인다[9,29]. 또한, 영덩관절 모음근의 수축은 배 근육과 골반바닥근의 수축을 촉진하고, 영덩관절 모음근과 배 근육, 골반바닥근의 동시 수축은 배 안의 압력 생산에 필수적인 작용을 한다. 즉, 영덩관절 모음근과 배 근육의 상호작용은 몸통의 안정성을 제공한다[30]. 선행연구에 따르면 영덩관절 모음근의 힘이 발휘될 때 영덩관절의 안쪽회전을 유도하고 골반내의 압력이 감소시킬 뿐 아니라 관절의 위치를 조정하여 복근의 수축에 유리한 환경을 제공하게 되어 근활성도가 더 높게 나타나게 된다고 보고하였고[31], 영덩관절 모음근 수축을 동반한 교각운동을 통해 코어 및 하지근육의 활성화에 미치는 영향을 알아본 연구에서 코어 및 하지근육의 동원율이 증가되었다고 보고하였다[32].

이처럼 몸통 안정화의 중요성은 꾸준히 강조되고 있다. 몸통의 안정성을 강화하기 위한 몸통 안정화 훈련에서 배 근육이나 영덩관절 모음근을 사용하는 다양한 운동 방법들이 소개되고 있으며, 그 근육들의 근활성도 및 근 단면적 변화에 대한 상관관계가 연구되고 있다. 본 연구에서는 몸통 안정화 근육을 강화하는데 중요한 배 근육과 관련하여 영덩관절 모음근의 수축 압력이 배가로근의 근 단면적에 어떠한 영향을 미치는지 초음파 영상을 분석하여 알아보고, 이를 통해 좀더 효율적이고 효과적인 몸통의 안정성 운동 방법을 제안하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 단면조사연구로서, 선정 기준에 근거하여 대구광역시 소재 C병원에서 건강한 20-30대 성인 남성

40명을 대상으로 2022년 03월 이후부터 2022년 05월까지 본 실험을 진행하였다.

연구 대상자의 선정을 위해 사전 실험의 목적을 설명하고, 사전 조사로서 연구 대상자의 일반적 특성을 조사하였다. 사전 조사를 한 대상자들 가운데, 본 연구에 참여하겠다고 동의한 대상자에 대하여 대구대학교 생명윤리위원회의 승인(1040621-202111-HR-078)을 받은 후 연구를 진행하였다. 본 연구의 대상자 수는 G-power 3.1 program(G power program Version 3.1, Heinrich-Heine University Dusseldorf, Dusseldorf, Germany)[33]을 이용하였다. 시범 연구의 결과를 바탕으로 추정된 표본 크기는 효과크기 .30, 검정력 .08, 유의수준 .05로 산출하였고, 35명의 표본이 필요하다는 결과를 도출하였다.

대상자는 남자이고, 연령이 20~30대에 속하면서, 연구에 영향을 미칠 만한 신경계 및 근 골격계의 병력이나 기능장애가 없는 자로 선정하였고, 최근 6개월 동안 허리의 통증이나 다리의 골절, 관절염, 외상과 같은 정형외과적 장애나 통증을 경험했던 자는 제외하였다.

2. 실험 방법 및 절차

대상자는 바로 누운 자세에서 무릎을 어깨너비로 벌리고 발의 위치는 어깨와 무릎의 연장선상에 일직선으로 평행하게 놓았다. 무릎관절을 90도로 굽히고 발바닥을 바닥에 전체적으로 붙이도록 하여 떨어지지 않도록 하였다. 영덩관절 모음근의 수축 압력을 측정하기 위하여 대상자의 무릎 사이에 피트니스 서클(Fitness circle, Liporte, China)을 위치시킨 다음 대상자 오른쪽 다리의 넓다리뼈 아래 안쪽과 피트니스 서클 사이에 압력 생체 되먹임 기구(pressure biofeedback unit)를 위치시켜 스트랩으로 고정하였다(Fig. 1). 연구 대상자의 연구 진행순서는 사전에 준비된 순서표를 대상자가 직접 뽑아 무작위로 실험 진행순서를 정하였다.

영덩관절 모음근의 수축 압력 강도는 Wattanaprakomkul 등의 선행 연구를 참고한 파일럿 검사를 통해 설정하였다[34]. 대상자에게 영덩관절 모음근을 최대한 수축하도록 하였고, 최대 수축에서 압력 생체 되먹



Fig. 1. Contraction of the hip adductor muscles.

임 기구의 압력 눈금 값을 측정하였다. 가장 높은 압력계의 눈금 값을 100%로 설정하여 20%, 50%, 70%의 값을 평균화하였고, 근사의 값인 10 mmHg, 40 mmHg, 70 mmHg를 엉덩관절 모음근의 수축 압력 강도로 설정하였다.

시작 자세에서 압력 생체 되먹임 기구 압력계의 눈금이 0 mmHg에 위치하도록 준비하고, 추천한 순서표에 맞춰 엉덩관절의 모음근을 수축시켜 압력계의 눈금이 각 10 mmHg(low), 40 mmHg(middle), 70 mmHg(high)에 유지되도록 한 상태로 각각 5초간 실시하였다. 이때 초음파 장비를 사용하여 배가로근을 포함한 배 근육의 근 단면적을 측정하였다. 엉덩관절 모음근의 수축을 하기 전, 대상자의 배 압력을 같은 방법으로 유지하기 위하여 허리 밑(3번 허리척추뼈)에 압력 생체 되먹임 기구를 추가로 위치시키고, 안정 시에 압력 생체 되먹임 기구의 압력계가 가리키는 최초 눈금에서 약 4-6 mmHg 압력의 복부 드로잉-인 운동(Abdominal draw-in maneuver : ADIM)을 실시하여 골반 중립을 유지한 상태로 엉덩관절 모음근의 수축을 하였다.

엉덩관절 모음근의 3가지 강도(low, middle, high) 수축은 한 연구 대상자가 연속하여 무작위로 실시하며, 수축 단계 사이에 1분간의 휴식 시간을 제공한다. 각각의 수축 압력에서 3번씩 반복측정 하여 얻은 측정값으로 평균값을 계산하여 통계처리 자료에 사용한다. 모든 연구 대상자의 참여 횟수는 1회이며, 참여 시간은 약 10분 이내(휴식 시간 포함)이다.

3. 측정 도구 및 방법

1) 초음파 근 단면적 측정

엉덩관절 모음근의 수축 정도에 따른 배가로근의 근 단면적을 측정하기 위하여 초음파 진단 L12-4 탐촉자(Lumify, Philips, Netherlands) 장비를 사용하였다. 검사자 간의 차이를 최소화하기 위해 한 명의 측정자가 전체기간 동안 동일시하게 측정하였다. 연구자는 표준화된 초음파 영상을 얻기 위해 탐촉자를 대상자의 겨드랑이 중앙 선상에서 엉덩뼈능선과 갈비뼈 아래 각 사이의 앞 가쪽 지점[35,36,37]에 위치시켰고, 배가로근과 등허리근막이 만나는 지점이 초음파 영상의 오른쪽 끝 부분에 나타나도록 설정하여 측정하였다[39]. 모든 대상자는 오른쪽 배를 기준으로 측정하였다. 초음파 겔을 탐촉자와 측정 영역의 피부에 바르고, 초음파 영상을

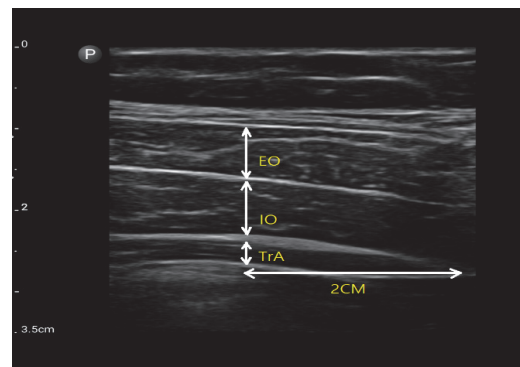


Fig. 2. Ultrasound image of the abdominal muscles.

통하여 배가로근과 배속빗근, 배바깥빗근이 근막으로부터 분리되는 경계 부분에서 근육의 중심부 방향으로 2 cm 떨어진 지점까지의 근 단면적을 측정하였다(Fig. 2). 압력 생체 되먹임 기구의 눈금이 10, 40, 70 mmHg에 각각 위치하도록 엉덩관절 모음근의 수축을 하였다. 수축 압력에 따른 배가로근의 근 단면적을 각각의 단계에서 3번씩 측정하여 평균값을 산출하였다.

4. 자료 분석

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS(statistical package for the social sciences) version 22.0 for windows (SPSS Inc., Chicago)를 사용하여 통계처리 하였다. 대상자의 일반적 특성은 기술통계를 이용하여 분석하였으며, 정규성 검정을 통하여 정규분포를 따르는지 확인 후 모수 검정을 통해 데이터를 분석하였다.

엉덩관절 모음근의 수축 정도(10 mmHg, 40 mmHg, 70 mmHg)에 따른 배가로근을 포함한 배 근육의 근 단면적 값을 반복측정 분산분석(repeated ANOVA)으로 비교하였다. 분석 결과에서 유의한 차이가 나타나는 경우 본페로니 수정법(Bonferroni's correction)을 이용하여 대비검정을 하였다. 통계학적 유의수준 α 값은 0.05로 설정하였다.

III. 연구결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자는 총 40명으로 남자이다.

Table 1. General characteristics of the subjects (n = 40)

Variable	Mean \pm SD
Age (year)	31.30 \pm 3.94
Height (cm)	174.18 \pm 4.16
Weight (kg)	78.20 \pm 9.80
Gender (male/female)	40/0
BMI	25.79 \pm 3.15

M \pm SD : Mean \pm Standard Deviation.

BMI : Body Mass Index.

평균 연령은 31.30 \pm 3.94세, 평균 신장은 174.18 \pm 4.16 cm, 평균 몸무게는 78.20 \pm 9.80 kg, BMI 수치는 25.79 \pm 3.15이었다(Table 1).

2. 엉덩관절 모음근의 수축 압력에 따른 배가로근의 근 단면적 비교

엉덩관절 모음근의 수축 압력에 따른 배가로근의 근 단면적 차이를 확인하기 위해 반복측정 분산분석을 실시하였다. 그 결과 엉덩관절 모음근의 수축 압력에 따른 배가로근의 근 단면적 차이는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

구체적으로 어느 단계에서 차이가 있는지 살펴보기

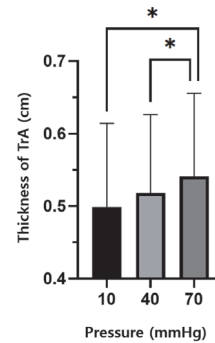


Fig. 3. Comparison of the thickness of the transversus abdominis on the contraction pressure of the hip adductor muscles.

Table 2. Comparison of the thickness of abdominal muscle and thickness ratios on the contraction pressure of hip adductor muscles

	10 mmHg	40 mmHg	70 mmHg	p
TrA	0.499 \pm 0.115 ^a	0.518 \pm 0.108	0.514 \pm 0.115	.001*
IO	0.795 \pm 0.166	0.808 \pm 0.184	0.817 \pm 0.178	.461
EO	0.596 \pm 0.159	0.609 \pm 0.181	0.594 \pm 0.184	.393
IO/TrA	1.657 \pm 0.475	1.597 \pm 0.407	1.554 \pm 0.417	.102
EO/TrA	1.257 \pm 0.458	1.220 \pm 0.423	1.141 \pm 0.400	.002*

aMean \pm Standard deviation.

TrA : Transversus Abdominis.

IO : Internal Oblique muscle.

EO : External Oblique muscle.

*p < .05

위해 Bonferroni 사후검정 결과, 유의수준 .05에서 10 mmHg와 70 mmHg, 95% CI[-.069, -.015], $p < .001$, 40 mmHg와 70 mmHg, 95% CI[-.045, -.000], $p < .05$, 간 차이가 있었다. 즉, 10 mmHg와 40 mmHg에서는 차이가 없지만, 10 mmHg와 70 mmHg, 40 mmHg와 70 mmHg에서는 유의하게 배가로근의 근 단면적 변화가 나타났다. (Table 2)(Fig. 3).

3. 엉덩관절 모음근의 수축 압력에 따른 배속빗근의 근 단면적 비교

엉덩관절 모음근의 수축 압력에 따른 배속빗근의 근 단면적 차이를 확인하기 위해 반복측정 분산분석을 실시하였다. 그 결과 엉덩관절 모음근의 수축 압력에 따른 배속빗근의 근 단면적 차이는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 2)(Fig. 4).

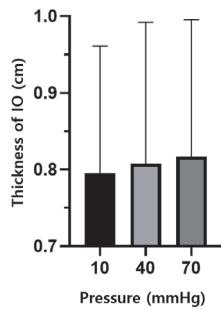


Fig. 4. Comparison of the thickness of the internal oblique muscle on the contraction pressure of the hip adductor muscles.

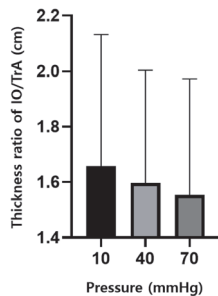


Fig. 6. Comparison of the thickness ratios of the internal oblique muscle / transversus abdominis on the contraction pressure of the hip adductor muscles.

4. 엉덩관절 모음근의 수축 압력에 따른 배바깥빗근의 근 단면적 비교

엉덩관절 모음근의 수축 압력에 따른 배바깥빗근의 근 단면적 차이를 확인하기 위해 반복측정 분산분석을 실시하였다. 그 결과 엉덩관절 모음근의 수축 압력에 따른 배바깥빗근의 근 단면적 차이는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 2)(Fig. 5).

5. 엉덩관절 모음근의 수축 압력에 따른 배속빗근/배가로근의 근 단면적 비율 비교

엉덩관절 모음근의 수축 압력에 따른 배속빗근/배가로근의 근 단면적 비율 차이를 확인하기 위해 반복측정 분산분석을 실시하였다. 그 결과 엉덩관절 모음근의 수축 압력에 따른 배속빗근/배가로근의 근 단면적 비율 차이는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 2) (Fig. 6).

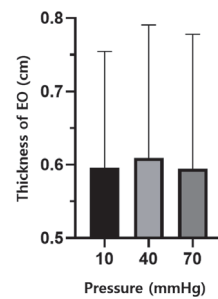


Fig. 5. Comparison of the thickness of the external oblique muscle on the contraction pressure of the hip adductor muscles.

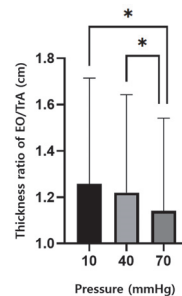


Fig. 7. Comparison of the thickness ratios of the external oblique muscle / transversus abdominis on the contraction pressure of the hip adductor muscles.

6. 엉덩관절 모음근의 수축 압력에 따른 배바깥빗근/배가로근의 근 단면적 비율 비교

엉덩관절 모음근의 수축 압력에 따른 배바깥빗근/배가로근의 근 단면적 비율 차이를 확인하기 위해 반복측정 분산분석을 실시하였다. 그 결과 엉덩관절 모음근의 수축 압력에 따른 배바깥빗근/배가로근의 근 단면적 비율 차이는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

구체적으로 어느 단계에서 차이가 있는지 살펴보기 위해 Bonferroni 사후검정 결과, 유의수준 .05에서 10 mmHg와 70 mmHg, 95% CI [.028, .203], $p < .01$, 40 mmHg와 70 mmHg, 95% CI [.011, .145], $p < .05$, 간 차이가 있었다. 즉, 10 mmHg와 40 mmHg에서는 차이가 없지만, 10 mmHg와 70 mmHg, 40 mmHg와 70 mmHg에서는 유의하게 배바깥빗근/배가로근의 근 단면적 비율 차이가 나타났다(Table 2)(Fig. 7).

IV. 고 찰

본 연구는 엉덩관절 모음근의 수축 압력에 따른 배가로근과 배속빗근, 배바깥빗근의 근 단면적 변화와 엉덩관절 모음근의 수축 압력에 따른 배속빗근/배가로근, 배바깥빗근/배가로근의 근 단면적 비율 변화를 알아보고자 하였다.

연구 결과 배가로근의 근 단면적은 엉덩관절 모음근의 수축 압력에 따라 통계학적으로 유의하게 증가하였다. 엉덩관절 모음근의 수축 압력 10 mmHg와 70 mmHg, 40 mmHg와 70 mmHg 간에 유의한 증가가 나타났다. Hodge와 Richardson은 다리의 움직임 시 허리부위에 있는 깊은 층 근육들이 다리의 움직임 발생 전에 선행적으로 자세 조절하여 엉덩관절과 척추 사이의 기능을 원활하도록 도와 몸통을 안정화하고, 다리의 움직임 방향에 따라 깊은 층의 배 근육을 활성화한다고 하였다[30]. Weinstein 등은 팔다리의 움직임이 일어날 때, 척추의 안정성에 관여하는 배가로근과 못갈래근이 선행적인 자세 조절을 하여 몸통의 무게중심을 조절하고, 팔다리의 저항이나 움직임을 이용하여 허리-골반 부위에서 나타나는 신경근의 협응 작용을 통해 허리부위의

안정성을 높일 수 있다고 하였다[39]. 배가로근과 배빗근들은 몸통을 안정화하는 근육인 동시에 자세 유지나 보행에 중요한 역할을 하며[40], 특히 배가로근은 못갈래근과 함께 배 안의 압력을 높여 몸통의 안정성을 제공하고, 동시에 신경근 효율성을 만들어 낸다. 또, 작용하는 힘의 방향과 관계없이 모든 움직임에서 다른 배 근육들의 수축이나 팔다리의 움직임보다 선행적으로 발생하여 몸통의 균형을 유지하는 근육으로 작용한다고 하였다[41]. 엉덩관절 모음근을 포함한 다리근육의 움직임이 발생하기 전, 허리의 불안정성과 허리-골반 부위에 가해지는 부하를 줄이기 위해 몸통의 깊은 층 속 근육들이 배 안의 압력을 유지하여 안정성을 확보한 다음에 팔다리의 움직임이 일어난다는 기존 선행 연구에 비추어 볼 때, 엉덩관절 모음근의 수축이 일어나기 직전 몸통의 깊은 층 속 근육인 배가로근과 배속빗근은 활성화되는데, 이러한 역학이 배가로근의 근 단면적 증가에 영향을 준 것으로 생각된다. 엉덩관절의 모음근 또한 몸통 깊은 층 속 근육과 상호 작용하여 몸통의 안정성을 유지하는데 보조적인 역할을 하는 것으로 생각된다.

모음근과 배속빗근의 동시 수축은 등허리근막의 장력을 증가시켜 안정성을 높인다[9]. 배속빗근은 배바깥빗근의 바로 깊은 층에 위치하고, 배속빗근의 섬유들은 엉덩뼈 능선에서 시작하여 인접한 등허리근막과 섞인다. 배속빗근 섬유들의 주행 방향은 배바깥빗근의 배열 방향에 대해 거의 직각을 이루며, 배속빗근의 근섬유 중 좀 더 가로 방향을 주행하는 섬유들은 주로 가로 방향에서 작용하는 배가로근을 보조한다. 배속빗근과 배바깥빗근은 대각선 방향으로 서로 반대 방향의 배속빗근, 배바깥빗근과 짝을 이루어 작용하는데, 특정 방향으로의 능동적인 축 돌림 동안 한쪽에 있는 배바깥빗근은 반대쪽에 있는 배속빗근과 협력적으로 작용하며, 근전도(EMG) 연구에서 축 돌림 동안 약간의 배가로근의 양쪽 활성을 확인하였다[42]. Neumann은 축 돌림 동안 배가로근의 정확한 역할은 불분명하지만, 이 근육은 축 돌림의 토크 발생보다는 배속빗근, 배바깥빗근을 위한 안정근으로 좀 더 기능하는 것으로 보이며 배가로근들의 양쪽 활성은 갈비뼈, 백선, 그리고 배속빗근과 배바깥

빗근을 위한 부착 부위를 제공하는 등허리근막을 안정화한다고 하였다[9]. 이러한 기존 선행 연구에 비추어 보았을 때, 배속빗근은 배가로근과 함께 몸통 깊은 층 속 근육에 포함되어 있지만, 본 연구에서는 측정 간 몸통의 돌림이나 특별한 움직임 없이 비교적 정적인 자세에서 엉덩관절 모음근의 수축을 진행하였고, 해부학적인 관점으로 보았을 때 대각선 방향으로 주행하는 배속빗근의 근섬유보다 더 깊은 층에서 수평 방향으로 작용하는 배가로근 근섬유의 움직임이 더 선행적으로 일어나 안정성을 확보하기 때문에 배가로근의 근 단면적이 유의한 차이로 증가하고, 배속빗근/배가로근의 근 단면적 비율이 소폭 감소하였다고 생각한다.

엉덩관절 모음근의 수축 압력에 따른 배바깥빗근/배가로근의 근 단면적 비율 변화는 유의한 차이가 있었고, 배바깥빗근/배가로근의 근 단면적 비율은 엉덩관절 모음근의 수축 압력 10 mmHg와 70 mmHg, 40 mmHg와 70 mmHg에서 유의한 감소가 나타났다. 배바깥빗근은 가쪽 배 근육 중에서 가장 크고 가장 얇은 층에 위치하고, 바지의 앞쪽 주머니에 손을 대각선으로 넣는 방향과 유사하게 아래쪽과 안쪽방향으로 주행한다. 배가로근은 배 근육 중 가장 깊은 층에 위치하고 등허리근막과의 부착을 통해 허리의 안정화는 물론 배를 압박하는 역할을 반영하여 ‘코르셋 근육’이라고 해부학적으로 알려져 있다[43,44]. Hodges와 Gandevia는 몸통 안정화에 관여하는 척추 근육은 걸 근육과 속 근육으로 구분 지을 수 있으며, 걸 근육에 속하는 배바깥빗근과 배곧은근은 힘(torque)을 생성하고 몸통과 골반의 큰 움직임을 만들어 몸통의 전반적인 안정성에 관여한다[41]. 그리고 속 근육에 속하는 배가로근과 배속빗근은 척추에 직접 부착되어 척추분절의 세밀한 조절과 척추 분절간 안정성을 제공하며, 배가로근과 못갈래근은 신체의 모든 움직임에 있어서 다른 근육보다 먼저 수축하여 몸통의 균형을 유지하는 작용을 한다고 하였다. Richardson 등은 배바깥빗근 등의 걸 근육들은 몸통과 골반의 움직임을 발생시키고 조절한다고 하였고[45], 배바깥빗근은 척추의 안정성 제공에 필요하며 적절한 정렬 상태 유지와 움직임, 외부로부터의 압력을 버티는 데도 필요하다고 하였다[46]. 엉덩관절 모음근의 수축 압력에 따

른 배바깥빗근의 근 단면적 변화와 배바깥빗근/배가로근의 근 단면적 비율 변화를 이전의 선행 연구에 비추어 봤을 때, 몸통 근육에서 얇은 층의 걸 근육에 속하는 배바깥빗근은 몸통의 전반적인 안정성을 유지하고 힘을 생성하여 엉덩관절 모음근의 수축 압력에 따라 낮은 수축 압력에서는 근 단면적이 증가하였으나, 높은 수축 압력에서는 상대적으로 깊은 층의 속 근육인 배가로근의 선택적 활성이 선행적으로 발생함에 따라 배가로근의 근 단면적은 증가하고, 배바깥빗근의 근 단면적은 줄어들어 배바깥빗근/배가로근의 근 단면적 비율에서도 감소가 나타난 것으로 보인다.

본 연구에서는 몇 가지 제한점이 존재한다. 첫 번째로 연구 대상자를 건강한 20-30대 성인 남성으로만 한정하여 결과를 일반화하기 어렵다. 두 번째로 엉덩관절 모음근의 수축 압력 측정 시 연구 대상자 개인의 근력을 고려하지 않고 정형화된 수축 압력에서 배 근육의 근 단면적을 측정하였다. 세 번째로 엉덩관절 모음근의 수축 시 측정 근육을 배 근육으로 한정하여 다른 몸통 안정화 근육들에 대한 측정값이 부족하였다. 따라서 추후 연구에는 다양한 연령대의 환자나 여성을 대상으로 하는 연구가 필요하며, 연구 대상자 개인의 엉덩관절 모음근의 최대 수축량을 측정하여 정확하고 객관적인 측정값이 제시되어야 한다. 또한 척추세움근이나 허리네모근, 큰허리근 등의 다양한 몸통 안정화 근육의 측정을 통해 더 객관적인 자료가 추가된 연구를 진행해야 할 것이다.

V. 결론

본 연구는 몸통의 안정성을 제공하는 속 근육의 배가로근, 배속빗근과 걸 근육의 배바깥빗근이 엉덩관절 모음근의 수축 압력에 따라 근 단면적 변화가 있는지 알아보고자 하였다. 연구 대상자가 엉덩관절 모음근을 수축하여 압력 생체 피드백의 압력계 눈금을 10 mmHg, 40 mmHg, 70 mmHg에 각각 유지하는 동안 초음파 장비를 사용해 배가로근과 배속빗근, 배바깥빗근의 근 단면적을 측정하였다.

연구 결과 엉덩관절 모음근의 수축 압력이 증가함에 따라 배가로근의 근 단면적이 유의하게 증가하였으며, 10 mmHg와 70 mmHg, 40 mmHg와 70 mmHg 간에 유의한 차이가 나타났다. 엉덩관절 모음근의 수축 압력에 따른 배속빗근과 배바깥빗근의 근 단면적 변화에서 유의한 차이가 나타나지 않았고, 엉덩관절 모음근의 수축 압력이 증가함에 따라 배속빗근/배가로근의 근 단면적 비율 변화는 유의한 차이가 없었다. 엉덩관절 모음근의 수축 압력에 따른 배바깥빗근/배가로근의 근 단면적 비율 변화에서 유의하게 감소하였으며, 10 mmHg와 70 mmHg, 40 mmHg와 70 mmHg 간에 유의한 차이가 나타났다.

엉덩관절 모음근의 수축 압력이 증가할수록 배가로근의 근 단면적이 증가하는 것으로 보아 엉덩관절 모음근의 수축을 동반한 몸통 안정화 운동이 몸통 깊은 층 속 근육의 근 단면적 증가에도 도움을 줄 수 있다고 생각한다. 그러므로 임상에서 몸통 안정화 운동 시, 적절한 압력으로 엉덩관절 모음근의 수축을 동반한다면 몸통 불안정성을 가진 환자에게 더 효율적이고 효과적인 몸통 안정화 운동이 될 수 있다고 생각한다.

Acknowledgements

이 성과는 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. NRF-2021R1F1A1052333).

References

- [1] Fritz JM, Whitman JM, Childs JD. Lumbar spine segmental mobility assessment: An examination of validity for determining intervention strategies in patients with low back pain. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(9):1745-52.
- [2] Akuthota V, Nadler S. Core strengthening. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85:S82-92.
- [3] Cha HG. Effects of trunk stabilization exercise on the local muscle activity and balance ability of normal subjects. *J Phys Ther Sci.* 2018;30(6):813-5.
- [4] Hodges PW, Moseley GL. Pain and motor control of the lumbopelvic region: Effect and possible mechanisms. *J Electromyogr Kinesiol.* 2003;13(4):361-70.
- [5] Matheson LN, Leggett S, Mooney V, et al. The contribution of aerobic fitness and back strength to lift capacity. *Spine.* 2002;27(11):1208-12.
- [6] Mills JD, Taunton JE, Mills WA. The effect of a 10-week training regimen on lumbo-pelvic stability and athletic performance in female athletes: A randomized-controlled trial. *Phys Ther Sport.* 2005;6(2):60-6.
- [7] Vera-Garcia FJ, Elvira JL, Brown SH, et al. Effects of abdominal stabilization maneuvers on the control of spine motion and stability against sudden trunk perturbations. *J Electromyogr Kinesiol.* 2007;17(5):556-67.
- [8] García-Vaquero MP, Moreside JM, Brontons-Gil E, et al. Trunk muscle activation during stabilization exercises with single and double leg support. *J Electromyogr Kinesiol.* 2012;22(3):398-406.
- [9] Neumann DA. *Kinesiology of the musculoskeletal system; foundation for rehabilitation.* Mosby & Elsevier. 2010.
- [10] Nam H, Jo Y, Kang B, et al. A study on the effect of trunk stabilization program on body balance, lung capacity, muscular activity of healthy adults. *Journal of The Korean Society of Integrative Medicine.* 2015;3(4): 43-51.
- [11] Richardson C, Hides J, Wilson S, et al. Lumbo-pelvic joint protection against antigravity forces: Motor control and segmental stiffness assessed with magnetic resonance imaging. *Journal of gravitational physiology: J Gravit Physiol.* 2004;11(2):P119-22.
- [12] Mooney V, Stoeckart R, Vleeming A. *Movement, stability & lumbopelvic pain: Integration of research and therapy.* Churchill Livingstone Elsevier; 2007.
- [13] Mangum LC, Henderson K, Murray KP, et al. Ultrasound assessment of the transverse abdominis during functional movement. *J Ultrasound Med.* 2018;37(5):1225-31.

- [14] Imai A, Kaneoka K, Okubo Y, et al. Trunk muscle activity during lumbar stabilization exercises on both a stable and unstable surface. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(6):369-75.
- [15] Dj M, editor. *Instability and stabilization theory and treatment.* 2nd Seminar Workbook; 1999.
- [16] Hodges PW, Van Dillen LR, McGill SM, et al. *Integrated clinical approach to motor control interventions in low back and pelvic pain.* Churchill Livingstone; 2013.
- [17] Escamilla RF, Lewis C, Pecson A, et al. Muscle activation among supine, prone, and side position exercises with and without a swiss ball. *Sports health.* 2016;8(4):372-9.
- [18] Bjerkefors A, Ekblom MM, Josefsson K, et al. Deep and superficial abdominal muscle activation during trunk stabilization exercises with and without instruction to hollow. *Man Ther.* 2010;15(5):502-7.
- [19] Andersen CH, Andersen LL, Zebis MK, et al. Effect of scapular function training on chronic pain in the neck/shoulder region: A randomized controlled trial. *J Occup Rehabil.* 2014;24(2):316-24.
- [20] Kong Y-S, Lee W-J, Park S, et al. The effects of prone bridge exercise on trunk muscle thickness in chronic low back pain patients. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(7):2073-6.
- [21] Hosseinifar M, Akbari M, Behtash H, et al. The effects of stabilization and mckenzie exercises on transverse abdominis and multifidus muscle thickness, pain, and disability: A randomized controlled trial in nonspecific chronic low back pain. *J Phys Ther Sci.* 2013; 25(12): 1541-5.
- [22] Jang E-M, Kim M-H, Oh J-S. Effects of a bridging exercise with hip adduction on the emg activities of the abdominal and hip extensor muscles in females. *J Phys Ther Sci.* 2013;25(9):1147-9.
- [23] 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.
- [24] Stevens VK, Bouche KG, Mahieu NN, et al. Trunk muscle activity in healthy subjects during bridging stabilization exercises. *BMC Musculoskelet Disord.* 2006;7(1):1-8.
- [25] Hall L, Tsao H, MacDonald D, et al. Immediate effects of co-contraction training on motor control of the trunk muscles in people with recurrent low back pain. *J Electromyogr Kinesiol.* 2009;19(5):763-73.
- [26] McGill SM, Karpowicz A. Exercises for spine stabilization: Motion/motor patterns, stability progressions, and clinical technique. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009;90(1):118-26.
- [27] Kapandji IA. *The physiology of the joint. lower limb.* 1987;2.
- [28] Akima H, Ushiyama J-i, Kubo J, et al. Effect of unloading on muscle volume with and without resistance training. *Acta Astronaut.* 2007;60(8-9):728-36.
- [29] Clay JH. *Basic clinical massage therapy: Integrating anatomy and treatment:* Lippincott Williams & Wilkins; 2008.
- [30] Hodges P, Richardson C. Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Exp Brain Res.* 1997;114(2):362-70.
- [31] Lee D-H, Lee S-Y, Park J-S, et al. The effect of height of hip joint abduction-adduction and slingon transverse abdominis, rectus abdominis, and erector spinae muscles activities during bridging exercise with sling. *Journal of korea society for neurotherapy.* 2016;20(3):23-6.
- [32] Yoon S-O. The effect of bridge exercise with hip adduction contraction on core and low limb muscle activity. Department of sport medicine graduate school of sport science, Dankook University; 2017.
- [33] Faul F, Erdfelder E, Buchner A, et al. Statistical power analyses using g* power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behav Res Methods.* 2009;41(4): 1149-60.
- [34] Wattanaprakornkul D, Cathers I, Halaki M, et al. The rotator cuff muscles have a direction specific recruitment pattern during shoulder flexion and extension exercises. *J Sports Sci Med.* 2011;14(5):376-82.
- [35] McMeeken J, Beith I, Newham D, et al. The relationship

- between emg and change in thickness of transversus abdominis. *Clin Biomech.* 2004;19(4):337-42.
- [36] Whittaker JL. Ultrasound imaging of the lateral abdominal wall muscles in individuals with lumbopelvic pain and signs of concurrent hypocapnia. *Man Ther.* 2008; 13(5):404-10.
- [37] Koppenhaver SL, Hebert JJ, Fritz JM, et al. Reliability of rehabilitative ultrasound imaging of the transversus abdominis and lumbar multifidus muscles. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009;90(1):87-94.
- [38] Teyhen DS, Gill NW, Whittaker JL, et al. Rehabilitative ultrasound imaging of the abdominal muscles. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37(8):450-66.
- [39] Weinstein S, Herring S, Cole A. Rehabilitation of the patient with spinal pain. *Rehabilitation Medicine: Principles and Practice*, ed. 1998;3:1423-51.
- [40] Ainscough-Potts A-M, Morrissey MC, Critchley D. The response of the transverse abdominis and internal oblique muscles to different postures. *Man Ther.* 2006;11(1): 54-60.
- [41] Hodges PW, Gandevia SC. Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. *The Journal of physiology.* 2000;522(1):165-75.
- [42] Urquhart DM, Hodges PW. Differential activity of regions of transversus abdominis during trunk rotation. *Eur Spine J.* 2005;14(4):393-400.
- [43] Schertz M, Zuk L, Zin S, et al. Motor and cognitive development at one-year follow-up in infants with torticollis. *Early human development.* 2008;84(1):9-14.
- [44] Standing S. *Gray's anatomy e-book: The anatomical basis of clinical practice*: Elsevier Health Sciences; 2021.
- [45] 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.
- [46] Sahlmann S, Azevedo DC, Van Dillen L. Diagnosis and treatment of movement system impairment syndromes. *Braz J Phys Ther.* 2017;21(6):391-9.

