

골반압박벨트가 정상인의 능동 하지직거상 시 복횡근 굵기에 미치는 영향

김수현¹, 박미희¹, 심진아², 이경아³, 김선엽³

닥터굿재활의학병원 물리치료실, 건강보험심사평가원¹, 신정형외과 물리치료실², 대전대학교 자연과학대학 물리치료학과³

Effects of Pelvic Compression Belt on The Thickness of Transversus Abdominis During Active Straight Leg Raising in Healthy Subjects

Soo-hyun Kim, Mi-hee Pak¹, Jin-a Sim², Kyung-a Lee³, Suh-yeop Kim³

Dept. of Physical Therapy, Doctorgood Rehabilitation Hospital, Health Insurance Review & Assessment Service¹, Dept. of Physical Therapy, Shin Orthopedic Clinic², Dept. of Physical Therapy, College of Natural Science, Daejeon University³

Key Words:

Active straight leg raising, Pelvic compression belt, Sonography, Transversus abdominis

ABSTRACT

Background: The objective of this study was to determine the effectiveness of the pelvic compression belt (PCB) on the thickness of the transversus abdominis (TrA) during active straight leg raising (ASLR). **Methods:** Thirty healthy subjects (10 men and 20 women) volunteered to participate in this study. The thickness of TrA was measured using a real-time ultrasonic diagnostic imaging system. Subjects were instructed to rest in a resting (hook-lying) position and to perform ASLR with and without the PCB. The PCB was positioned below the anterior superior iliac spine with stabilizing pressure from elastic bands. **Results:** In the resting position and during ASLR, the thickness of the TrA significantly differed between subjects with and without PCB (p<.05). In addition, there was a significant interaction between the measurement position and the presence or absence of PCB (p<.05). **Conclusions:** These findings suggest that the PCB may affect deep core muscles such as TrA during various activities. Further studies are required to generalize the results of the present study.

I. 서론

요통(low back pain)은 국민의 85% 이상이 경험하는 대표적인 질환이다(박지환 등, 2009). 최근에는 실내에 앉아서 업무를 처리하는 경우가 많아졌기 때문에 운동 부족, 잘못된 자세에서의 반복적인 움직임 등으로 인해 요통을 경험하는 사람들이 증가하고 있고, 그 외에도 부주의로 인한 손상, 요추의 불안정성 등을 통해 요통을 경험한다(Gallagher와 Kryzanowska, 2000).

복횡근(transversus abdominis)은 복부내압을 상승시키고(Cresswell 등, 1994), 체간에 적용되는 힘을 예상하여 미리 수축하는 기능이 있어 요추의 안정성에 기여하므로 요통과도 관련이 있다. 대부분의 요통 환자들은 정상인들에 비해 심부 전측방 근육들만 선택적으로 수축하는 것에 어려움을 호소한다. 특히 복횡근 동원패턴에 변화가 나타나게 되는데 이로 인해 복횡근의 반응이 지연되고(Hodges와 Richardson, 1996), 복직근을 과도하게 사용하는 경향이 있다(O'Sullivan 등, 1997a, b). 그러므로 복횡근을 선택적으로 활성화시키는 것에 중점을 둔 운동 재활은 심부 복근과 요추 주위근의 동원패턴의 향상과 순서 조절에 큰 도움을 주고(O'Sullivan 등, 1997b), 요추 안정성 향상과 요통 예방 등 요통과 관련된 증상을 유의

교신저자: 김선엽(대전대학교, kimsy@dju.kr)
논문접수일: 2011.5.03 논문수정일: 2011.5.13
개재확정일: 2011.5.23

하게 감소시키는데 효과적이기 때문에 최근 주목받고 있다(Hides 등, 2001; O'Sullivan 등, 1998).

골반압박벨트(pelvic compression belt)는 천장관절을 압박하여 힘 잠김 기전(force closure mechanism)을 강화시킴으로써 관절의 안정성을 높이고, 이를 통해 상하지의 기능을 향상시키는 작용을 한다. 그러므로 일상생활에 골반압박벨트를 적용 할 때도 유용할 것이라 예측된다(Mens 등, 2001).

능동 하지직거상(active straight leg raising) 검사는 요통환자에게 실시하는 가장 대표적인 신체 검사법이다. 이는 요추골반부 통증이 있는 환자와 정상인의 차이를 비교하기 위해 사용되고 있으며(O'Sullivan 등, 1998), 골반관절의 가동성과 관련하여 골반을 통해 부하를 이동시키는 기능적 능력을 평가할 수 있다(Mens 등, 2001). 그리고 능동 하지직거상 검사는 요골반부 통증이 있는 환자들에게서 다른 질병과의 상관성을 알아내는데 중요한 척도로 여겨져 왔다(Mens 등, 1999). 능동 하지직거상 검사는 바로 누운 자세에서 시작한다. 이는 대상자가 고관절과 슬관절을 굴곡 시킨 채 바로 누운 자세에서 검사측 하지를 무릎을 편 채 테이블에서 약 5cm 들어 올릴 때와 반대측 하지를 동일하게 들어 올릴 때를 비교하여 한쪽에만 통증이 더 심하거나 불편감이나 무거움을 느낀다면 양성으로 판단한다(Mens 등, 2002).

초음파 영상 진단법(sonography)은 근골격계의 측정과 진단, 기하학적 구조 변화를 관찰할 수 있는 신뢰도, 타당도가 매우 높은 의학적 평가 방법이다(Hashimoto 등, 1999). 초음파 영상 진단법은 간편하면서도 인체에 무해하고, 환자가 불편감을 느끼지 않기 때문에 영상 검사 중 가장 기초가 되는 검사법이다(Bunce 등, 2004; Kidd 등, 2002). 특히 유방, 갑상선, 근골격계와 같이 우리 몸의 표면에 위치한 구조를 쉽고 정확하게 평가할 수 있다. 그리고 컴퓨터 단층촬영이나 자기공명영상에 비해 검사 장비를 쉽게 움직일 수 있고, 검사 비용이 저렴하며, 실제 움직이는 구조물을 볼 수 있어, 중환자나 수술 직후 환자의 중재적 시술에도 유리한 장점이 있다(Dietz와 Clarke, 2001). 또한 운동 시 수축하는 근육의 두께 변화를 실시간 모니터 영상을 통해 볼 수 있기 때문에 저항도 수축에도 민감한 복횡근과 같은 심부근의 작은 움직임 변화도 관찰 분석이 가능하다(Lee, 1999). 특히 호흡, 보행, 복부근 운동 동안에도 근육의 굵기를 측정하는데 효과적이어서 최근 연구에 많이 사용되고 있다(Teyhen 등, 2007). 이처럼 검사자와 대상자 모두가 근육의 굵기 변화를 실시간으로 관찰할 수 있는 특징과 운동 시 근육의 굵기 변화를 확인할 수 있다는 장점 때문에 임상에서 운동 프로그램 교육에 생체 되먹임(biofeedback) 도구로서 최근 초음파

영상 진단법의 사용이 증가하는 추세이다(Kermode, 2004). 본 연구는 초음파 영상 진단법을 이용하여 복횡근의 굵기 변화를 관찰할 수 있었고, 근육 굵기의 변화로 근육의 활성 정도를 알아낼 수 있었다.

본 연구의 목적은 골반압박벨트의 적용이 능동 하지직거상 시 복횡근의 굵기에 미치는 영향을 알아보는 것이다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 D대학교에 재학 중인 건강한 대학생 중 이 연구의 목적을 충분히 이해하고, 참여에 스스로 동의한 자 총 30명(남자 10명, 여자 20명)을 대상으로 실시하였다. 대상자의 제외 조건은 최근 6개월 이내에 요통을 경험하였거나 골절, 종양 또는 이전의 요추부나 골반부, 고관절부와 심폐기능에 대한 의학적 진단을 받은 자, 그리고 1년 이내에 임신 경험이 있는 경우이다.

2. 실험방법

본 연구의 대상자를 선정한 후 먼저 대상자의 나이와 신장, 체중과 우세측 하지를 조사하였다. 그 다음 골반압박벨트를 적용할 부위를 결정하기 위해 골반압박을 적용한 능동 하지직거상 검사를 실시하였다.

안정자세는 편안히 누운 자세에서 고관절은 45도, 슬관절은 90도 굴곡한 자세를 취하게 하였고(Jansen 등, 2009), 능동 하지직거상 동작은 Mens 등(1999)의 방법을 이용하였다. 능동 하지직거상 시 대상자는 하지를 곧게 뻗고 바로 누운 자세를 하였다. 양손은 가슴 위에 올려놓고, 발은 배측굴곡한 상태로 양 발의 거리는 대상자의 어깨 너비만큼 두게 하였다(Mens 등, 2001). 그 상태에서 무릎을 완전히 신전시키고 발뒤꿈치를 검사대에서 위로 20cm 높이까지 들어 올리도록 하였고, 이 때 대상자에게 이 자세를 기억하라고 지시하였다(Teyhen 등, 2009). 모든 검사는 대상자의 우세측 하지를 이용하였다.

각 자세별로 복횡근의 굵기를 측정하였다. 4가지 자세를 이용하였는데 각 자세는 안정자세, 능동 하지직거상 자세, 골반압박벨트를 적용한 안정자세, 골반압박벨트를 적용한 능동 하지직거상 자세이다(Fig 1). 초음파 영상의 측정은 호흡의 영향을 표준화하기 위해 복횡근의 굵기를 모니터 화면으로 계속 관찰하면서 정상 호흡 시 호기의 가장 끝 지점에서 측정하였다(Gill 등, 2007). 각 측정 사이에는 약 30초의 휴식을 주어 측정에 의한 피로의 영향을 최소화하였다(Teyhen 등, 2005). 각 대상자별 골반압박벨트의 적용 유무의 순서는 동전 던지기

를 이용하여 무작위로 정하였다.

골반압박벨트의 적용 부위를 결정하기 위해 능동 하지직거상 검사를 이용하였고, 그 결과에 따라 4가지로 구분하였다(Fig 2). Fig. 2-A는 골반의 양쪽 장골능(iliac crest)을 동시에 전내측으로 압박하였고, Fig. 2-B는 골반의 양쪽 장골능을 동시에 후내측으로 압박하였다.

Fig. 2-C는 우측 골반의 장골능을 전내측으로, 좌측 골반의 장골능을 전내측으로 압박하였다. 검사의 순서는 무작위로 적용하였으며, 대상자가 능동 하지직거상을 하는 동안 가장 수월하게 느끼는 압박 방식으로 골반압박벨트¹⁾를 적용하였다. 골반벨트는 전상장골극(anterior superior iliac spine)의 바로 아래 높이에 적용하고(Mens 등, 1999), 탄력밴드를 이용하여 양쪽 장골능에 집중적인 압박을 적용하였다(Lee, 1999).

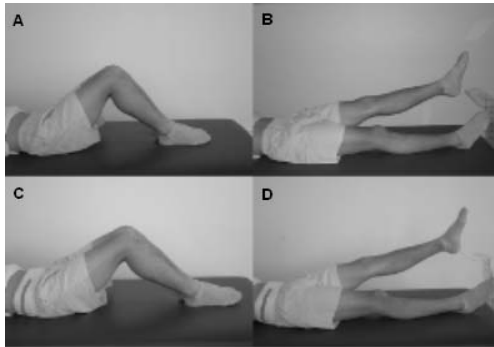


Fig 1. Testing position. A: resting, B: active straight leg raising (ALSR), C: resting with pelvic compression belt, D: ALSR with pelvic compression belt.



Fig 2. Pelvic compression test. A: Both anteromedial, B: Both posteromedial, C: Rt. anteromedial, Lt. posteromedial, D: Rt. posteromedial, Lt. anteromedial

3. 연구도구 및 측정방법

복횡근 굽기의 측정은 디지털 초음파 영상진단기²⁾를 이용하였고, 이용 주파수는 10 MHz로 측정하였다. 초음파 영상을 표시하는 방법 중 B모드를 이용하였다. 초음파 도자는 늑골의 하각과 장골능 사이의 복부 중간 지점에서 전외측 방향으로 수평하게 위치시켰다(Fig 3). 이 위치에서 복횡근이 가장 굽게 나오고 복횡근의 건막 부착 부위가 가장 선명하게 보이는 영상을 선택하였다(Misuri 등, 1997). 복횡근의 측정 영상을 일치시키기 위해 모니터 좌측 특정 지점에 표식을 하고 복횡근의 가장 안쪽 끝 지점이 위치하도록 조정하였다(Henry와 Westervelt, 2005).

복횡근 굽기 측정은 각 자세마다 3회 반복하여 측정하였다. 선택된 스캔 지점에서 '멈춤(freeze)' 버튼을 이용하여 정적 이미지를 저장하였고(Critchley와 Coutts, 2002), 복횡근의 굽기는 Image J 프로그램³⁾을 이용하여 측정되었다(Koppenhaver 등, 2009). 측정의 객관화를 위해 한 명의 측정자는 도자를 측정 부위에 위치시키는 과정을 담당하였고, 다른 한 명의 측정자는 사진을 찍고 저장하였다. 복횡근의 굽기 측정은 Vasseljen과 Fladmark(2010)의 방법을 이용하였으며 측정 방법은 Fig. 4에 제시하였다. V 형태를 이루고 있는 복횡근의 내측 끝 지점에서 근섬유 방향으로 1 cm 떨어진 부위(1)에서 근섬유의 수직 방향의 두께(2)를 측정하였다. 복횡근의 경계는 저에코 영역(hypoechoic region)의 가장 모서리 지점으로 정하였다. 저에코 영역이란 픽셀이 어두운 부분에서 밝아지는 부분의 경계를 의미한다(Ferreira 등, 2004).



Fig 3. Position of transducer for imaging of transversus abdominis muscles

1) The com-pressor, OPTP, USA

2) Digital Ultrasonic Diagnostic Imaging System, DP-6600, MindRay, Indonesia

3) <http://rsbweb.nih.gov/ij/download.html>



Fig 4. Image J of transversus abdominis muscles

4. 분석방법

연구대상자의 일반적 특성을 알아보기 위해 평균과 표준편차를 구하였고, 골반압박벨트의 적용 유무에 따른 안정자세와 능동 하지직거상 시에 복횡근 굵기 값을 비교하기 위해 대응 표본 t검정을 이용하여 분석하였다. 측정 자세(안정자세, 능동 하지직거상)와 골반압박벨트 적용상태 변수 간의 상호작용을 알아보기 위해 2×2 반복측정 분산분석을 실시하여 확인하였다. 자료의 통계처리를 위해 윈도우용 SPSS ver. 18.0 프로그램을 사용하였으며, 통계학적 유의성 검증을 위해 유의수준을 $\alpha=.05$ 로 정하였다.

III. 결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

연구대상자는 30명(남자 10명, 여자 20명)이며, 평균 연령은 20.73 ± 2.03 세, 평균 신장은 167.12 ± 7.64 cm, 평균 체중은 56.55 ± 7.80 kg이었고, 우세측은 오른쪽 29명, 왼쪽 1명이었다.

골반압박벨트의 적용 부위는 양측 골반 전내측 부위가 7명, 양측 골반 후내측 부위가 15명, 우측 골반 전내측, 좌측 골반 후내측 부위는 3명, 우측 골반 후내측, 좌측 골반 전내측 부위인 경우가 5명이었다(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects (N=30)

Variables	Total
Age(years)	20.73 ± 2.03^a
Height(cm)	167.12 ± 7.64
Weight(kg)	56.55 ± 7.80
Dominant(Rt/Lt)	29/1 ^b
Pelvic Belt	
(Both anteromedial/	7/
Both posteromedial/	15/
Rt. anteromedial,	3/
Lt. posteromedial/	5
Rt. posteromedial,	
Lt. anteromedial)	

^a Mean±SD

^b Total number(%)

2. 측정 자세별 골반압박벨트 적용 유무의 복횡근 굵기 비교

안정자세와 능동 하지직거상 자세에서 각각 골반압박벨트의 적용 유무에 따른 복횡근의 굵기를 측정하였다(Table 2). 골반압박벨트를 적용하지 않았을 때 안정자세에서 복횡근의 굵기가 $2.15 \pm .51$ mm였고, 적용하였을 때는 $2.32 \pm .50$ mm로 $9.11 \pm 13\%$ 의 유의한 증가를 보였다($p < .01$). 능동적 하지직거상 시에 골반압박벨트를 적용하지 않았을 때는 복횡근의 굵기가 $2.39 \pm .63$ mm였고, 적용하였을 때는 $2.23 \pm .55$ mm로 $5.39 \pm 11.04\%$ 의 유의한 감소를 보였다($p < .01$). 골반압박벨트를 적용하지 않은 상태에서는 안정자세에 비해 능동 하지직거상 시

Table 2. Transversus abdominis thickness of each position with and without the pelvic compression belt

Testing positions	Without the PCB	With the PCB	Difference	t	p
Resting	$2.15 \pm .51^a$	$2.32 \pm .50$	$.16 \pm .22$	-4.12	.00
ASLR	$2.39 \pm .63$	$2.23 \pm .55$	$-.16 \pm .26$	3.35	.00
Difference	$.23 \pm .27$	$-.90 \pm .25$			
t	-4.67	1.93			
p	.00	.06			

^a Mean(mm)±SD

PCB : pelvic compression belt, ASLR : active straight leg raising

복횡근의 굵기가 11.18±13.92%의 유의한 증가를 보였고($p < .01$), 골반압박벨트를 적용한 상태에서는 안정자세에 비해 능동 하지직거상 시 복횡근의 굵기가 3.82±9.86% 감소하였지만 유의성은 없었다($p > .05$)(Fig 5).

초음파 영상을 이용한 복횡근 굵기 측정에 대한 연구자의 측정자내 신뢰도를 알아보기 위해 각 측정 자세 별로 3회의 영상을 찍은 뒤 각 영상에서 다시 근육 굵기 측정을 3회 실시하였고, 그 측정값을 이용하여 측정자내의 급간내 상관계수(ICC)를 구한 결과 .99로 나타나 매우 높은 신뢰도를 보였다.

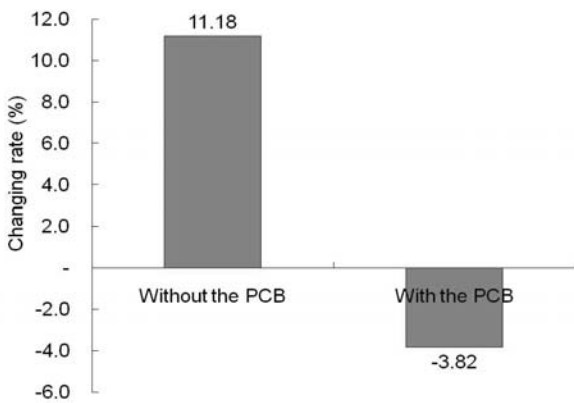


Fig 5. Change rate of transversus abdominis thickness between the resting position with active straight leg raising with and without the pelvic compression belt (PCB).

3. 골반압박벨트 적용 유무와 측정 자세 간의 상호작용

개체-내 효과 검정결과에서 측정 자세 간과 골반압박벨트 적용 유무 간에 복횡근 두께에 대한 각 변수의 주효과는 유의한 차이가 없었고, 측정 자세와 골반압박벨트 적용 유무 간에는 유의한 상호작용이 있었다($p < .01$)(Table 3).

IV. 고찰

복횡근은 상지나 하지를 움직일 때 능동적으로 작용하고, 체간에 적용되는 힘을 예상하여 미리 수축하는 기능이 있어 요추 안정성에 기여한다. 요추골반부의 안정성은 내외적으로 이루어지는데 이것은 하지 동작이나 기능적 활동 시 횡격막(diaphragm), 내복사근(internal oblique), 복횡근, 다열근(multifidus), 골반저근육(pelvic floor muscle)과 같은 체간 안정화 근육의 등척성 활성화와 관련이 있다(Kisner와 Colby, 2002). 요추 안정성은 요통과도 관련이 있고, 만성요통 유발원인에 대한 연구를 살펴보면 척추 자체의 직접적인 장애나 손상보다는 척추의 안정화에 가장 크게 기여하는 복횡근 및 다열근과 같은 심부근의 위축과 활성화 저하에 따른 척추의 불안정성이 만성요통을 유발하는 주원인으로 보고되고 있다(Panjabi, 2003). 이러한 이유로 복횡근을 선택적으로 활성화시키는 것이 최근 재활분야에서 주목을 받고 있다.

능동 하지직거상 검사는 요통 증상의 정도를 평가하기 위해 널리 이용되는 검사로(Beales 등, 2009), 신뢰성이 있고 민감하며, 여러 연구 등에서 증명된 검사이다. 능동 하지직거상에 의한 신체적 부하는 복부벽의 운동 반응을 유도하게 되는데, 이것은 요추골반부의 안정성과 골반을 통한 효과적인 부하 이동에 기여하고(Beales 등, 2009), 이 때 대소근육이 작용한다(Lee, 1999). 원동력을 제공하는 근육은 장요근(iliopsoas), 대퇴직근(rectus femoris), 장내전근(adductor longus) 등이 있고, 하지를 들어 올릴 때 장골 전측의 상부 근육이 효과적으로 작용하게 된다(Mens 등, 1999). 근육의 수축력은 움직임에 따른 관절의 위치와 근육의 길이에 영향을 받기 때문에 능동 하지직거상 자세는 매우 중요하게 고려되어야 한다(Lee, 1999). 또한 능동 하지직거상 시 골반압박벨트의 유용성도 많이 언급되었다(Mens 등, 1999a, 2001b, 2002c).

Table 3. Interaction of between measurement position and pelvic compression belt application or not

	Sum of type III square	Degree of freedom	Square of mean	F	p
Measurement position	.00	1	.00	.01	.91
Pelvic compression belt application or not	.16	1	.16	3.44	.07
Measurement position×Pelvic compression belt application or not	.17	1	.17	36.31	.00

골반대의 외적 안정성을 강화하기 위한 임상적 접근의 일환으로, 골반압박벨트는 그 적용 위치에 따라 체간 안정화 근육의 활성을 유도할 수 있다(Mens 등, 2006). 골반압박벨트는 하복강과 골반강의 용적을 감소시킴으로써 복부내압을 증가시키는데 효과적이므로(Udo와 Yoshinaga, 1997) 척추 안정화에 기여한다(Perkins와 Bloswick, 1995). 또한 골반압박벨트를 적용하고 하지 동작을 하게 되면, 요방형근(quadratus lumborum)의 활성도가 감소하고 중둔근(gluteus medius)과 다열근의 활성도는 증가하여 복횡근과 같은 심부 중심 근육의 노력을 덜어주게 된다(Cynn 등, 2006). Jan 등(2006)은 이전 연구에서 요통이 있는 대상자들에게 골반압박벨트의 적용 유무에 따라 능동 하지직거상 검사 후 6단계의 통증 설문조사(능동 하지직거상 점수)를 하였다: 전혀 힘들지 않다=0; 아주 조금 힘들다=1; 약간 힘들다=2; 꽤 힘들다=3; 매우 힘들다=4; 너무 힘들어서 더 이상 할 수 없다=5. 그 결과 능동 하지직거상 시 골반압박벨트를 적용하지 않았을 때 평균 4.1점, 골반압박벨트를 적용하였을 때 2.5점으로 유의한 감소($p < .001$)를 보였다(Jan 등, 2006; Mens 등, 1999). 이는 골반압박벨트가 골반관절의 가동성을 저하시키고, 골반 주위의 인대 구조물들에게 가해지는 부하를 감소시킴으로써 능동 하지직거상을 시행할 때 적절한 운동 반응을 이끌기 때문으로 여겨진다(Snijders 등, 1993). 그러므로 골반압박벨트를 적용하는 가장 좋은 위치를 결정한 후, 골반압박벨트를 적용한 상태에서 능동 하지직거상을 시행하는 것은 매우 효과적이다(Mens 등, 2001). 골반압박벨트는 적용법이 간단하고 기능적 자세나 움직임 시 같이 적용하기에 용이하므로 임상에서 사용하기에 매우 효과적인 도구이다. 향후에 기능적 활동 동안 골반압박벨트의 효과를 증명하는 연구가 계속 되어야 할 것이다(Park 등, 2010).

초음파 영상 진단기는 근육의 굵기를 정량화 할 때 임상에서 사용하기 좋은 간단하고 비침습적 도구이다. 본 연구에 사용된 초음파 영상 진단기의 원리는 초음파 도자를 통해 흐르는 음파는 수분질의 매개를 통해 인체에 들어가고 이러한 음파들은 인체 내에서 다양한 조직, 구성 물질을 만나 반사한다. 이 때 혈액, 소변 등과 같은 밀도가 낮은 액체 매개체는 반사가 적게 일어나 화면에 검은색으로 나타나고, 내부 장기, 골막, 근육, 근막 등 밀도가 큰 조직들은 흰색이나 회색 그림자로 다양하게 보여지며, 특히 뼈처럼 밀도가 매우 큰 조직은 음파를 100% 반사하여 모니터 상에는 하얗게 나타난다. 이 도구의 가장 큰 장점은 복횡근과 같은 심부근의 저장도 수축에 민감하여 작은 움직임의 변화도 관찰 분석이 가능하다는 것이다(Lee, 1999). 표면 근전도도 복부 근육인

내복사근을 측정하는데 사용하고 전극 위치에 의존하여 더 깊은 복부 근육을 관찰할 수 있으나 독립적인 복횡근 활성도는 기록할 수 없다(O'Sullivan 등, 1997a). 그리하여 초음파 영상 진단기로 측정된 근육의 굵기 변화를 이용하여 근 기능을 평가하는 것이 아직 논쟁의 여지가 있음에도 본 연구에서는 표면 근전도보다 초음파 영상 진단기를 이용하여 복횡근의 굵기를 측정하였다. 향후 연구에서는 근활성도와 근육의 굵기 변화 간의 관계에 관한 연구가 더 필요할 것이다(Critchley와 Coutts, 2002). 초음파를 영상으로 표시하는 방법으로는 A, B, M모드 3가지가 있다. A(amplitude)모드는 초음파가 반사된 시간과 강도를 파형으로 표시한다. B(brightness)모드는 초음파의 강도에 따라 밝기가 다르게 보이는 방식으로 주로 복부 초음파 장치가 이런 방법을 사용한다. M(motion)모드는 B모드 영상을 일정한 속도로 이동시키는 방식으로 심장처럼 움직이는 장기에 사용한다(강주배, 2007). 이에 본 연구에서는 초음파 영상을 표시하는 방법 중 B모드를 이용하였다.

Image J는 시각적으로 선택된 좁은 거리를 측정할 수 있는 디지털 방사선학 영상을 제공한다(Goker 등, 2009). 이는 인터넷에서 무료로 이용 가능하고 영상을 확대해서 봐야 하는 연구자들에게 용이한 프로그램으로 널리 이용되고 있다. 더 나아가 Image J는 피부과학에서 신경과학 분야의 분석까지 이용 영역이 확장되고 있다(Abramoff 등, 2004). 또 하나의 이점은 Image J는 측정 사진을 바로 열거나 수정하여 저장하기 편리하다는 것이다(Picht 등, 2007). 이와 같은 이유로 본 연구에서는 복횡근 굵기를 측정하는데 Image J를 사용하였다.

복횡근 수축은 골반에 안정성을 제공하는데(Richardson 등, 2002), 이는 복횡근이 장골능의 앞쪽에 붙어있는 위치적 이점으로 인해 후천장인대(posterior sacroiliac ligament)의 뻣뻣함(stiffness)과 함께 천장관절(sacroiliac joint)에 압박력을 제공할 때 이상적으로 작용하기 때문이다(Snijders 등, 1993). 본 연구에서 적용한 골반압박벨트 또한 골반에 안정성을 제공하는 것으로 알려져 있다. 골반압박벨트의 장력은 복횡근의 근활성도와 비교될 수 있다. Richardson 등(2002)은 골반압박벨트를 적용하면 복횡근의 최대 힘의 30-40%의 힘만으로도 골반에 안정성을 주기에 충분하다고 하였다. 복횡근의 지레팔(힘이 작용하는 작용점과 회전축의 중심과의 거리)이 골반압박벨트의 지레팔과 동일하기 때문에 관절에 안정성 제공 시에 더 많은 장력을 요구하지 않게 된다. 따라서 일반적인 능동 하지직거상 시 복횡근의 굵기는 증가하게 되는 것에 반해(Teyhen 등, 2009), 골반압박벨트를 적용한 상태에서 능동 하지직거

상을 시행하면 골반에 이미 안정성을 제공하게 되므로 복횡근의 활성이 감소하게 된다(Hu 등, 2010). 본 연구에서도 능동 하지직거상 시 골반압박벨트를 적용하지 않았을 때보다 적용하였을 때 복횡근의 굵기가 5.39% 감소하는 것으로 나타나 유사한 결과를 얻었다.

이 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 초음파 영상 진단기를 이용한 복횡근의 두께를 측정하는 과정에서 일부 대상자의 불규칙한 호흡패턴으로 인해 정확한 호기의 끝을 결정하는데 어려움이 있었다. 그러나 이를 보완하기 위해 각 3회씩 반복 측정하여 이러한 영향을 최소화하도록 노력하였다. 둘째, 복횡근의 굵기 측정 시 초음파 도자의 위치는 다른 연구자의 방법에 기초하여 측정 시 최대한 측정 방법을 일치하도록 노력하였으나 미세한 도자 위치의 차이를 통제할 수는 없었다.

본 연구는 정상인을 대상으로 하였으나 향후 연구는 골반압박벨트의 적용이 요통 환자의 복횡근에 어떠한 영향을 미치는가를 연구할 필요가 있을 것이다. 또한 복횡근 뿐만 아니라 골반압박벨트의 적용이 내복사근과 외복사근에 미치는 영향과 다른 중요한 근육들의 변화를 비교하는 연구도 필요할 것이다.

V. 결 론

본 연구는 요추골반부의 안정성 제공을 위해 사용되는 골반압박벨트를 정상인 30명에게 적용하였을 때, 골반압박벨트 적용 유무에 따라 능동 하지직거상 시 복횡근의 굵기에 어떠한 영향을 주는가를 알아보고자 시도 되었다. 골반압박벨트를 적용하지 않았을 때 안정자세에서 능동 하지직거상 시에 복횡근의 굵기가 11.18% 유의하게 증가하였고($p < .01$), 골반압박벨트를 적용하였을 때 안정자세에서 능동 하지직거상 시에는 복횡근의 굵기가 유의한 차이가 없었다. 안정자세에서 골반압박벨트의 적용 유무 간에 복횡근의 굵기가 9.11% 유의하게 증가하였다($p < .01$). 능동 하지직거상 시 골반압박벨트를 적용 유무 간에 복횡근의 굵기가 5.39% 유의하게 감소하였다($p < .01$). 그리고 측정 자세와 골반압박벨트 적용 유무 간에는 유의한 상호작용이 있었다($p < .01$). 이러한 결과를 통해 골반압박벨트가 요추골반부에 안정성을 제공하므로 골반압박벨트를 적용하고 능동 하지직거상을 하였을 때 복횡근의 수축 효율성을 높여줌을 알 수 있었다.

골반압박벨트는 요추골반부의 안정성을 높여주는 방법으로 능동적인 하지 운동 시에 함께 적용하면 해당 근육들의 효율성을 높여주므로 임상에서 계속 사용될

것이 권장된다.

참고문헌

- 강주배. 건강검진 재발견. 서울. 동아사이언스. 76, 2007.
- 박지환, 김근조, 김동대 등. 근골격계 질환별 물리치료 개정판. 서울. 현문사. 260-274, 2009.
- Abramoff MD, Magelhaes PJ, Ram SJ. Image Processing with ImageJ. *Biophotonics Int.* 2004;11(7):36-42.
- Beales DJ, O'Sullivan PB, Briffa NK. Motor control patterns during an active straight leg raise in chronic pelvic girdle pain subjects. *Spine.* 2009;34(9):861-870.
- Bunce SM, Hough AD, Moore AP. Measurement of abdominal muscle thickness using M-mode ultrasound imaging during functional activities. *Man Ther.* 2004;9(1):41-44.
- Cresswell AG, Oddsson L, Thorstensson A. The influence of sudden perturbations on trunk muscle activity and intra-abdominal pressure while standing. *Exp Brain Res.* 1994;98(2):336-341.
- Critchley DJ, Coutts FJ. Abdominal muscle function in chronic low back pain patients: Measurement with real-time ultrasound scanning. *Physiotherapy.* 2002;88(6):322-332.
- Cynn HS, Oh JS, Kwon OY, et al. Effects of lumbar stabilization using a pressure biofeedback unit on muscle activity and lateral pelvic tilt during hip abduction in sidelying. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87(11):1454-1458.
- Dietz HP, Clarke B. The influence of posture on perineal ultrasound imaging parameters. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct.* 2001;12(2):104-106.
- Ferreira PH, Ferreira ML, Hodges PW. Changes in recruitment of the abdominal muscles in people with low back pain: Ultrasound measurement of muscle activity. *Spine.* 2004;29(22):2560-2566.
- Gallagher S, Kryzanowska R. The Joseph H. Pilates Archive Collection: The Photographs, writings and designs. Philadelphia. Brainbridge Books.

- 2000.
- Gill NW, Teyhen DS, Lee IE. Improved contraction of the transversus abdominis immediately following spinal manipulation: A case study using real-time ultrasound imaging. *Man Ther.* 2007;12(3):280-285.
- Goker B, Gonen E, Demirag MD, et al. Quantification of the radiographic joint space width of the ankle. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467(8):2083-2089.
- Hashimoto BE, Kramer DJ, Wiitala L. Applications of musculoskeletal sonography. *J Clin Ultrasound.* 1999;27(6):293-318.
- 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):338-345.
- Hides JA, Jull GA, Richardson CA. Long-term effects of specific stabilizing exercises for first-episode low back pain. *Spine.* 2001;26(11):243-248.
- 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.
- Hu H, Meijer OG, van Dieen JH, et al. Muscle activity during the active straight leg raise (ASLR), and the effects of a pelvic belt on the ASLR and on treadmill walking. *J Biomech.* 2010;43(3):532-539.
- Jan MA, Mens, Leonie Damen, et al. The mechanical effect of a pelvic belt in patients with pregnancy-related pelvic pain. *Clinical Biomechanics.* 2006;21(2):122-127.
- Jansen JA, Mens JM, Backx FJ, et al. Changes in abdominal muscle thickness measured by ultrasound are not associated with recovery in athletes with longstanding groin pain associated with resisted hip adduction. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39(10):724-732.
- Kermode F. Benefits of utilizing real-time ultrasound imaging in the rehabilitation of the lumbar spine stabilising muscles following low back injury in the elite athlete: A single case study. *Phys Ther Sport.* 2004;5:13-16.
- Kidd AW, Magee S, Richardson CA. Reliability of real-time ultrasound for the assessment of transversus abdominis function. *J Gravit Physiol.* 2002;9(1):131-132.
- Kisner C, Colby LA. *Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques.* Philadelphia. FA Davis. 2002.
- 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.
- Lee D. *The Pelvic Girdle. An Approach to the Examination and Treatment of the Lumbo-pelvic-hip Region.* 2nd ed. Edinburgh. Churchill Livingstone. 1999.
- Mens JM, Vleeming A, Snijders CJ, et al. The active straight leg raising test and mobility of the pelvic joints. *Eur Spine J.* 1999;8(6):468-473.
- Mens JM, Vleeming A, Snijders CJ, et al. Reliability and validity of the active straight leg raise test in posterior pelvic pain since pregnancy. *Spine.* 2001a;26(10):1167-1171.
- Mens JM, Vleeming A, Snijders CJ, et al. Validity of the active straight leg raise test for measuring disease severity in patients with posterior pelvic pain after pregnancy. *Spine.* 2002b;27(2):196-200.
- Mens JM, Damen L, Snijders CJ, et al. The mechanical effect of a pelvic belt in patients with pregnancy-related pelvic pain. *Clin Biomech.* 2006c;21(2):122-127.
- Misuri G, Colagrande S, Gorini M, et al. In vivo ultrasound assessment of respiratory function of abdominal muscles in normal subjects. *Eur Respir J.* 1997;10(12):2861-2867.
- O'Sullivan PB, Twomey LT, Allison GT, et al. Altered patterns of abdominal muscle activation in patients with chronic low back pain. *Aust J Physiother.* 1997a;43(2):91-98.
- O'Sullivan PB, Phytty GD, Twomey LT, et al. Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. *Spine.*

1997b;22(24):2959-2967.

O'Sullivan PB, Twomey LT, Allison GT. Altered abdominal muscle recruitment in patients with chronic back pain following a specific exercise intervention. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;27(2):114-124.

Panjabi MM. Clinical spinal instability and low back pain. *J Electromyogr Kinesiol.* 2003;13(4):371-379.

Park KM, Kim SY, Oh DW. Effects of the pelvic compression belt on gluteus medius, quadratus lumborum, and lumbar multifidus activities during side-lying hip abduction. *J Electromyogr Kinesiol.* 2010;20(6):1141-1145.

Perkins MS, Boswick DS. The use of back belts to increase intraabdominal pressure as a means of preventing low back injuries: A survey of the literature. *Int J Occup Environ Health.* 1995;1(4):326-335.

Picht E, Zima AV, Blatter LA, et al. SparkMaster: Automated calcium spark analysis with Image J. *Am J Physiol Cell Physiol.* 2007;293(3):1073-1081.

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.

Snijders CJ, Vleeming A, Stoeckart R. Transfer of lumbosacral load to iliac bones and legs. Part 1: Biomechanics of self-bracing of the sacroiliac joints and its significance for treatment and exercise. *Clin Biomech.* 1993;8(6):285-294.

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):346-355.

Teyhen DS, Gill NW, Whittaker JL, et al. Rehabilitative ultrasound imaging of the abdominal muscles. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37(8):450-466.

Teyhen DS, Williamson JN, Carlson NH, et al. Ultrasound characteristics of the deep abdominal muscles during the active straight leg raise test. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009;90(5):761-767.

Udo H, Yoshinaga F. Effect of a pelvic belt on abdominal pressure by various weights and bending angles. *Ind Health.* 1997;35(2):229-234.

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):482-489.