

골반벨트 적용이 건강 성인의 고관절 굴곡근 근력에 미치는 영향

윤동준 · 김선엽 · 이은희 · 김세림 · 오덕원

대전대학교 보건스포츠과학대학 물리치료학과

Effect of an Application of Pelvic Compression Belt on the Strength of Hip Flexor in Healthy Young Adult

Dong Joon Yoon · Sunh Yeop Kim · Eun Hee Lee · Se Lim Kim · Duck Won Oh

Dept. of Physical Therapy, College of Health Sports Science, Daejeon University

ABSTRACT

Background : To assess the effect of a pelvic compression belt on the strength of hip flexor in healthy young individuals. Study design: Pre- and post-treatment measurement design on one factor was used. **Methods** : 30 healthy volunteers (male: 15, female: 15) participated in this study. Dynamometer was used to measure the strength of hip flexor, and measurements were performed before and after the application of the pelvic compression belt at neutral position of hip joint and at 30 cm raised position from floor with straight leg in supine. **Results** : After the application of the pelvic compression belt, the strengths of hip flexor measured at both positions were significantly increased when compared with before the application ($p < .05$). However, at neutral position of hip joint and at 30cm raised position from floor, there were significantly different in the changing patterns in the strengths of hip flexor between men and women ($p > .05$). **Conclusion** : The findings suggest that the pelvic compression belt is helpful in strengthening hip muscles. With easy application, it is sufficiently feasible for clinical use.

Key Words : Pelvic Compression belt, Strength, Hip flexor

I. 서론

과거에는 천장관절에 대한 해부학적 지식과 관련 정보들의 부족으로 인해 요골반부 통증과 천장관절의

관계를 충분히 설명하지 못하였다. 또한 천장관절의 기능부전에 대해 충분한 근거를 가지고 접근하기보다는 임상치료사들의 치료적 경험과 견해에 따라 평가되고 치료되어 왔다(Cook, 2007). 만성 요통 환자들에

대한 천장관절 기능부전의 유병율은 10~30% 정도로 보고되고 있다(Albert 등, 2002; Bogduk, 2004).

천장관절은 체중 부하를 양 하지로 분배하여 전달하고, 하지로부터 올라오는 반작용 충격을 흡수하는 역할을 한다(Vleeming 등, 1992). 또한 관절의 기능을 촉진시키고 골반대의 안정성을 높이기 위하여 많은 근육들과 인대들이 부착되어 있다(Pel 등, 2008). 하지의 움직임이 수행되는 동안 천장관절 및 골반대의 안정화를 위해 외복사근과 다열근이 우선적으로 수축되는데 이러한 근육들의 작용은 요추와 골반부를 안정시키는데 대단히 중요하게 고려되고 있다(Hungerford 등, 2003). 천장관절의 기능장애와 골반대의 불안정성으로 인해 복부 근육과 다열근의 작용은 감소될 수 있으며, 하지의 근력 저하뿐만 아니라 신체 전반적인 기능 감소가 초래될 수 있다(Mens 등, 1999). 또한 천장관절의 불안정성은 관절의 힘 잠김 기전(force closure mechanism)을 불균형하게 만들어 요골반부를 통한 부하의 전달에 문제를 초래하게 되므로 요통과 골반 통증이 발생할 수 있다(Mens 등, 1999; Richardson 등, 2002).

골반 압박 벨트(pelvic compression belt)는 천장관절을 압박하여 힘 잠김 기전을 강화시킴으로써 관절의 안정성을 높이고, 이를 통해 상하지의 기능을 향상시키기 위하여 사용되고 있다. Vleeming 등(1992)과 Damen 등(2002a)은 천장관절의 안정성에 대한 연구에서 골반벨트를 통해 나타나는 천장관절의 힘 잠김 기전에 대해 긍정적인 효과를 보고하였다. Mens 등(1996)과 Ostgaard 등(1994)도 천장관절 병변 환자들을 대상으로 한 연구에서 통증 및 기능장애에 대한 골반벨트의 효과를 보고한 바 있다. Vleeming 등(1995)은 천장관절의 불안정성을 감소시키기 위한 골반벨트의 영향을 사체실험을 통해 구체적으로 설명하였다. 또한 Damen 등(2001)은 정상 여성을 대상으로 한 연구에서 골반벨트가 천장관절의 가동성과 느슨함을 보완하는데 효과가 있다고 보고하였다. 그리고 Mens 등(2006)은 임신과 연관된 골반 통증 환자들에게 골반벨트를 적용하여 기능 수행 능력을 향상시킬 수 있다고 보고하였다.

골반벨트의 적용 기전은 천장관절의 관절면에 대한 상호 압박을 증가시켜 전단력에 저항하는 마찰력을 증가시키는 것이다(Richardson 등, 2002; Vleeming 등, 1992). 이와 같이 골반벨트는 기본적으로 관절 압박을 통해 천장관절의 안정성을 높여준다는 것에 기초하고 있지만(Richardson 등, 2002; Snijders 등, 1993; Vleeming 등, 1992) 이에 대한 역학적 영향을 구체적으로 밝힌 연구들은 많지 않은 상태이다.

이에 본 연구는 건강한 대학생을 대상으로 천장관절의 안정성 평가를 기초로 하여 골반벨트의 적용이 고관절 굴곡근의 근력에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보고자 시도하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 연구의 목적에 동의하고 요통이 없거나 혹은 허리 부분에 약간의 불편감이 있긴 하지만 일상생활 수행에 지장이 없는 자원으로 30명(남자: 15명, 여자: 15명)을 대상으로 실시하였다. 과거 6개월 기간 동안 외상의 경험이 있는 자, 하지 근력 약화 및 불균형이 있는 자, 하지에 정형외과적인 문제가 있는 자 그리고 인지적인 문제가 있어 연구자의 의도를 이해하지 못하는 자는 본 연구의 대상자에서 제외시켰다. 실험을 수행하기 전에 모든 대상자들에게 본 연구에 대해 충분히 설명하였으며, 대상자들의 실험 참여에 대한 동의를 받고 실험 절차를 진행하였다.

본 연구에 참가한 대상자의 평균 연령은 20.6세였고 남자의 평균 신장은 174.9 cm이었고 여자는 162.7 cm이었다. 평균 체중은 남자가 68.3 kg이었고 여자는 52.9 kg이었다. 하지의 길이를 측정한 결과 남자의 하지 길이는 90.5 cm이었고 여자는 83.9 cm이었다(표 1).

표 1. 연구 대상자의 일반적인 특성

	남자(n=15)	여자(n=15)
	(M±SD)	
나이 (세)	21.00±4.02	20.20±.68
신장 (cm)	174.87±6.53	162.67±5.37
체중 (kg)	68.33±9.30	52.87±3.68
다리길이* (cm)	90.48±4.79	83.88±3.81

*우세측(전상장골극으로부터 내측상과까지의 길이)

2. 평가방법

골반벨트(COM-PRESSOR, OPTP, Canada) 적용 전 후의 고관절 굴곡근의 근력을 측정하기 위하여 근력계(Power Track II Dynamometer, JTECK Medical, USA)를 이용하였다. 근력계를 이용하여 환자가 측정 위치를 유지할 때의 고관절 굴곡근의 최대 등척성 근력을 측정하였다. 모든 실험은 우세측 하지를 이용하였다. 우세측 하지의 결정은 바로 선 자세에서 앞으로 한발 나오라고 지시하였을 때 먼저 내딛는 하지를 우세측으로 정하였다. 두 번째 반복 시행하여 같은 다리가 나오는 경우 그쪽 하지를 우세측으로 정하였고, 두 번째 시도시에 반대측 하지가 나오는 경우 한번 더 실시하여 나오는 쪽 하지를 우세측으로 정하였다. 근력의 측정은 근력계의 측정 패드를 우세측 하지의 하퇴 전방부 원위 1/3지점에 위치시킨 다음 측정자가 대상자 하지를 최대한 압박해 줌으로써 환자의 최대 등척성 수축을 유도하여 근력을 측정하였다. 모든 측정은 바로 누운 자세에서 실시하였다.

3. 연구의 절차

1) 골반벨트 적용을 위한 사전 검사

골반벨트의 압박 적용부위를 결정하기 위하여 바로 누운 자세에서 사전 골반 압박 검사를 시행하였다. 검사 방법은 Lee(1999)가 제시한 방법을 이용하였다. 골반 압박 검사시 적용된 압박의 방식은 4가지였다(그림 1). 천장관절을 압박은 1) 골반의 양쪽 장골능을 후

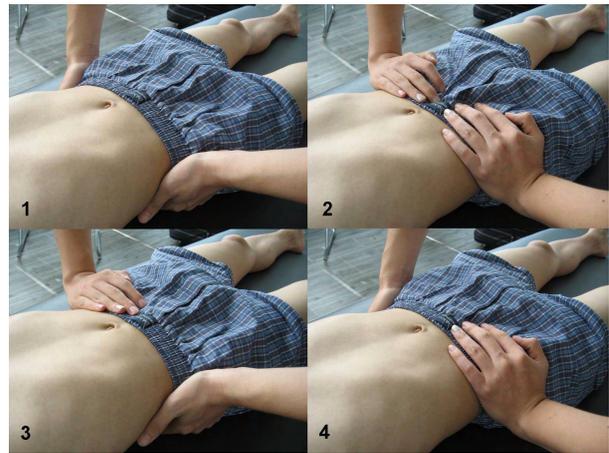


그림 1. 골반벨트 적용부위를 결정하기 위한 사전 골반 압박 검사

내측 방향으로 압박한다, 2) 골반의 양쪽 장골능을 전 내측 방향으로 압박한다, 3) 우측 골반의 장골능을 후 내측 방향으로, 좌측 장골능은 전내측 방향으로 압박한다, 그리고 4) 우측 골반의 장골능을 전내측 방향으로, 좌측 장골능은 후내측 방향으로 압박한다.

위의 4가지 방식으로 천장관절을 압박한 상태에서 능동적으로 하지직거상(active straight leg raise)을 하도록 지시하였다. 4가지 형식의 압박 순서는 무작위로 적용하고 압박을 적용했을 때 대상자가 능동적 하지 직거상을 하기에 가장 쉬웠다고 표현한 압박 방식을 골반벨트를 적용하는 방법으로 결정하였다. 골반부 압박은 압박 방법을 충분한 연습을 통해 숙지한 연구자 한 사람이 모든 연구과정 중에 지속적으로 담당하였다.

2) 본 실험 절차

골반벨트는 Lee(1999)의 방법에 따라 전상장골극(anterior superior iliac spine) 바로 아래 부위에 적용하였다. 사전 검사에서 결정된 압박 적용부위에 골반벨트의 부속품인 압박밴드를 이용하여 집중적인 압박을 적용하였다. 고관절 굴곡근의 최대 등척성 근력 평가는 고관절의 중립 위치와 발뒤꿈치가 바닥으로부터 30 cm 높이로 위치되도록 하지직거상 위치에서 실시하였다(Mens 등, 1999)(그림 2).

굴곡근 근력의 측정은 골반벨트의 적용 전과 후에

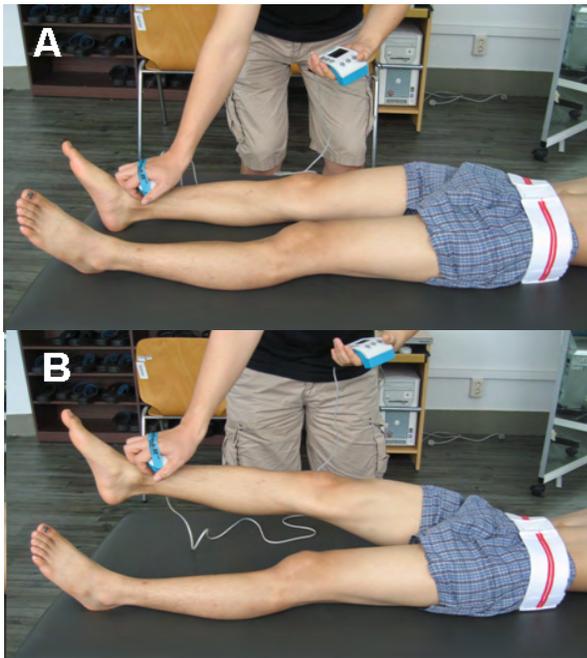


그림 2. 굴곡근의 최대 등척성 근력 측정 자세. A. 고관절 중립 자세, B. 30 cm 굴곡한 하지직거상 자세

각각 시행하였으며, 모든 측정의 순서는 무작위로 정하여 실시하였다. 모든 측정은 각각 3회씩 반복 실시한 후 그들의 평균값을 구하여 측정값(단위: Newton)으로 이용하였으며, 각 측정 사이에 근피로로 인한 근력 저하를 방지하기 위하여 1분 동안의 휴식을 취하도록 하였다.

4. 분석방법

측정하여 수집된 자료들은 윈도우용 SPSSWIN 14.0 통계프로그램을 이용해 분석하였으며, 대상자의 일반적인 특성은 기술통계를 사용하여 표시되었다. 남녀별 골반벨트 적용 전과 후의 고관절 굴곡근의 최대 등척성 근력의 차이는 짝비교 t-검정(paired t-test)을 사용하여 비교하였으며, 골반 벨트 적용 전후의 성별에 따른 고관절 굴곡근의 최대 등척성 근력 변화의 상호관계를 알아보기 위하여 2×2 반복측정 분산분석(repeated measure ANOVA)을 사용하였다. 통계적 유의성을 분석하기 위하여 유의수준 (α)=0.05로 정하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 골반벨트 적용 전후에 고관절 굴곡근 근력의 차이 비교

중립 위치와 30 cm 하지직거상한 상태에서 골반벨트의 적용 전후에 고관절 굴곡근의 최대 등척성 근력의 차이를 비교하였다. 남자군과 여자군 모두 골반벨트를 적용하기 전에 비해 적용한 후에 중립 위치에서 고관절 굴곡근의 근력이 유의한 증가를 보였으며 ($p<0.05$), 30 cm 하지직거상시도 통계학적으로 유의한 근력의 증가가 있었다($p<0.05$)(표 2).

표 2. 골반벨트 적용 전후에 고관절 굴곡근의 최대 등척성 근력 차이

성별	측정 위치	골반벨트	골반벨트	t
		적용 전(N)	적용 후(N)	
		(M±SD)		
남자	중립 위치	38.52±7.39	41.13±7.72	3.84*
	30cm 하지직거상	31.51±5.96	34.94±5.60	2.17*
여자	중립 위치	22.82±5.80	24.82±4.36	4.34*
	30cm 하지직거상	17.39±4.60	19.59±3.92	2.58*
전체	중립 위치	30.67±10.31	32.98±10.33	4.08*
	30cm 하지직거상	24.45±8.89	27.27±9.14	4.84*

* $p<0.05$

2. 골반벨트 적용에 따른 고관절 굴곡근 근력 변화의 남녀별 차이 비교

남자군에서 골반벨트 적용 전에 대한 골반벨트 적용 후의 최대 등척성 근력의 변화율은 중립 위치에서는 7.07±7.54%의 증가가 있었으며, 30 cm 하지직거상 자세에서는 12.29±13.32%의 증가를 보였다(그림 3).

여자군은 중립 위치에서의 근력의 변화율이 12.05±20.35%였으며, 30 cm 하지직거상 자세에서는

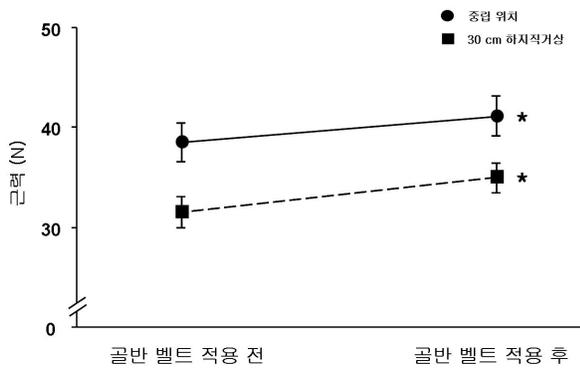


그림 3. 남자군의 골반벨트 적용시 고관절 굴곡근 근력의 변화. *p<.05

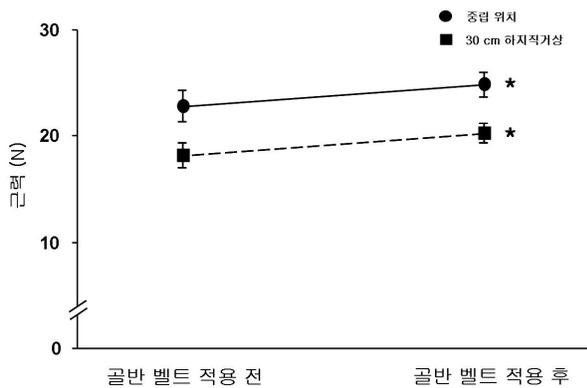


그림 4. 여자군의 골반벨트 적용시 고관절 굴곡근 근력의 변화. *p<.05

16.51±26.94%의 근력 변화율을 보였다(그림 4).

중립 자세 및 30 cm 하지직거상 자세에서 골반벨트를 적용한 전후에 보이는 고관절 굴곡근의 근력 변화는 성별과 상호관계가 없는 것으로 나타났다($p>.05$)(표 3).

IV. 고 찰

천장관절은 활막관절로서 장골면은 섬유성 연골로 덮여있고 천골면은 초차연골로 덮여있다(Lee, 1999). 앞쪽 면은 활막성 조직이며 뒤쪽 면은 많은 인대결합에 의해 지탱되고 있기 때문에 운동성보다 안정성을 위해 고안된 관절로 분류된다(Sgambati 등, 1997; Vleeming 등, 1990). 천장관절의 기능에 있어서 인대들

표 3. 중립 자세에서 및 30 cm 하지직거상 자세에서 골반벨트 적용 전후에 남녀별 고관절 굴곡근 근력의 변화 양상의 비교를 위한 반복측정 분산분석표

소스	제III유형 제공합	자유도	평균제곱	F	p값
중립 자세					
고관절 굴곡근 근력	79.86	1	79.86	16.20	.00
고관절 굴곡근 근력 × 성별	1.42	1	1.42	.29	.60
30 cm 하지직거상 자세					
고관절 굴곡근 근력	119.00	1	119.00	23.50	.00
고관절 굴곡근 근력 × 성별	5.72	1	5.72	1.13	.30

의 역할과 함께 추가적으로 근육 작용이 더해지면서 관절의 안전성 유지에 대한 역학적 이점이 최대화된 다(Snijders 등, 1993). 즉, 인대는 구조적인 형태에 의해 수동적인 방법으로 천장관절의 안정화에 간접적으로 기여하며, 이에 더하여 근육이 작용함으로써 직접적인 힘 잠김이 형성되면서 관절의 안정성이 더욱 높아진다(Vleeming 등, 1995). 대둔근, 대퇴이두근, 척추기립근, 광배근 등과 같은 대근육들이 천장관절의 안정성에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있으며(Pool-Goudzwaard 등, 1998; Sturesson 등, 2000), 복횡근, 다열근, 이상근 및 골반저 근육과 같은 국소 근육들도 지질의 움직임 이전에 초기 활성화되면서 골반의 안정성을 높이는 것으로 보고되고 있다(Richardson 등, 2002).

천장관절은 통증을 유발하고 움직임 기능을 변화시킬 수 있는 중요한 요소로 고려되고 있으며, 오래전부터 천장관절의 불안정성이 요골반부의 기능부전 및 요통과 관련된 것으로 여겨져 왔다(Hodges, 1999). 근본적으로 골반대의 기능부전은 천장관절의 불안정성과 천장관절을 이루는 두 면의 비대칭성으로 인하여 나타난다(Damen 등, 2002a; Vleeming 등, 2008).

인체의 부하가 골반을 통해 전달될 때 천장관절과

치골결합의 움직임은 복횡근과 다열근 등과 같은 ‘핵심 근육들(core muscles)’의 수축에 의해 조절된다. 이 근육들이 수축함으로써 골반부가 압박되고 천장관절의 안정성이 증가되므로 골반부가 불안정한 환자들은 핵심 근육들 강화시키기 위한 운동을 반드시 시행하여야 한다. 본 연구에서 사용된 골반벨트는 천장관절의 압박을 통해 복횡근과 다열근의 작용을 보조하고 관절의 안정성을 향상시키는 것으로 보고되었다(Mens 등, 2006). 골반벨트를 적용하는 것은 수동적인 방법으로 천장관절의 안정성을 높이는 것이지만, 이와 함께 요골반부 근육들의 수축 및 근력 강화 운동을 적극적으로 시행할 경우 전체적인 기능을 향상시키는 데 큰 도움이 될 것이다(Mens 등, 2006).

본 연구는 골반벨트의 효과를 평가하기 위하여 능동적 하지직거상 검사를 통해 고관절 굴곡근의 최대 등척성 근력에 미치는 영향을 측정하였다. 능동적 하지직거상 검사는 고관절의 굴곡 움직임에 따른 요골반부와 하지 사이의 효율적인 부하 이동을 측정하는 임상검사로 추천되고 있으며(O'Sullivan과 Beales, 2007; Roussel 등, 2007), 요통 증상의 정도를 평가하기 위하여 널리 사용되고 있다(de Groot 등, 2008). 천장관절의 기능 수준은 능동적 하지직거상과 밀접한 관련이 있다(de Groot 등, 2008). 관절의 위치와 수축시 근육의 길이 등에 따라 근육의 수축력은 달라질 수 있기 때문에 등척성 근력의 측정에 있어서 측정 자세는 매우 중요하게 고려된다(Weir 등, 1994). 그러므로 본 연구에서는 중립 위치와 30 cm 하지직거상된 위치에서 각각 고관절 굴곡근의 등척성 근력을 측정하였다. 하지직거상 검사는 골반벨트의 적용 위치에 따라 영향을 받을 수 있다. 골반벨트는 천장관절의 느슨함을 감소시키려는 목적으로 시행되기 때문에 낮은 위치(치골결합 수준)에 적용하기 보다는 높은 위치(전상장 굴곡)에 적용하는 것이 더 효과적일 수 있다(Damen 등, 2002b). 이에 본 연구에서는 골반벨트가 전상장굴곡의 바로 아래 부분에 위치되도록 적용하였다.

많은 연구자들이 요통 완화에 대한 골반벨트의 효과를 보고하고 있지만 역학적인 측면에 대한 연구들은 거의 없었다. Mens 등(2006)은 임신과 관련된 요통

환자들을 대상으로 한 연구에서 골반벨트를 적용한 후 나타나는 역학적인 효과를 초음파 검사를 통해 입증하였다. 이러한 연구의 결과는 de Groot 등(2008)의 연구에서도 찾아볼 수 있다. 그들은 골반벨트를 적용하였을 때 장골에 수동적인 압력이 주어지면서 능동적 하지직거상 움직임을 하는 동안 골반저 부위가 하강되고 횡격막 움직임이 정상화된다고 하였다. 본 연구의 결과는 이러한 선행 연구들의 결과와 유사성이 있었다. 본 연구에서는 역학적인 측면에서의 수행력을 평가하기 위하여 고관절 굴곡근의 등척성 근력을 중립 위치와 30 cm 하지직거상에서 각각 측정하였다. 능동적 하지직거상을 수행할 때 고관절 굴곡근의 작용이 필연적이기 때문에 본 연구에서 측정된 고관절 굴곡근의 근력은 능동적 하지직거상의 수행 능력을 직접적으로 평가하는 것이라 할 수 있다. 본 연구에서는 골반벨트가 고관절 굴곡근의 근력을 중립자세에서는 약 7~12% 정도, 30 cm 하지직거상 자세에서는 약 12~16% 정도 향상시키는 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는 골반의 움직임과 능동적 하지직거상의 관계에 대한 연구를 통해 골반벨트의 효과를 보고한 Mens 등(1999)의 연구 결과와 유사하였다.

고관절 굴곡근의 근력 증가는 천장관절 및 골반대의 전반적인 기능 향상과 연관이 있을 것이다. 지질의 수행력은 체간과 골반의 안정성을 통해 높아질 수 있으며, 이는 핵심 근육들의 역할과 밀접한 관계가 있다(Kidd 등, 2002; Richardson 등, 2002). 따라서 본 연구의 결과에서 골반벨트의 적용으로 인한 근력의 향상은 골반부의 안정성 증가와 핵심 근육들의 작용 촉진을 통해 발생된 것으로 판단할 수 있다.

본 연구는 건강한 대학생들을 대상으로 골반벨트의 영향을 평가한 것이다. 사전 검사를 통해 대상자들의 천장관절 문제를 평가하였지만, 또 다른 다른 신체적인 특징들이 영향을 미칠 수 있기 때문에 본 연구의 결과를 모든 종류의 환자들에게 일반화시켜 적용하기에는 어려움이 있을 것이다. 따라서 본 연구의 결과를 토대로 향후에 천장관절의 기능장애와 관련이 있는 환자를 대상으로 하여 정량적인 평가를 시행한 연구가 계속적으로 이어져야 할 것이다.

V. 결 론

본 연구는 요골반부 안정성 향상을 위해 사용되고 있는 골반벨트의 적용이 건강한 대상자들의 고관절 굴곡근의 최대 등척성 근력에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보기 위하여 시행되었다. 본 연구의 결론은 다음과 같다.

1. 남녀 모두 바로 누운 중립자세와 30 cm 하지직 거상 자세에서 골반벨트를 적용하기 전 보다 적용한 후에 굴곡근의 근력이 유의하게 증가되었다($p < .05$).
2. 중립자세와 30 cm 하지직거상 자세에서 골반벨트 적용 후에 나타난 굴곡근의 근력과 성별 사이에 상호작용은 없었다($p > .05$).

이상의 결과는 골반벨트를 통해 골반대 및 체간의 안정성을 향상시킬 수 있음을 의미한다. 골반벨트는 천장관절을 압박하여 골반대의 안정성을 높여주는 수동적인 방법이지만 핵심 근육들의 작용을 촉진시키고 임상적인 면에서 사용하기 편리하기 때문에 능동적인 운동법들과 함께 사용되는 것이 권장된다. 앞으로 다양한 환자들을 대상으로 골반벨트의 영향을 평가하는 연구들이 계속되어야 할 것이다.

참고 문헌

- Albert HB, Godskesen M, Westergaard JG. Incidence of four syndromes of pregnancy-related pelvic joint pain. *Spine*, 27(24):2831-2834, 2002.
- Bogduk N. Management of chronic low back pain. *Med J Aust*, 180(2):79-83, 2004.
- Cook C. Orthopedic manual therapy. An evidence-based approach. New Jersey, Pearson Education; 2007.
- Damen L, Buyruk HM, Güler-Uysal F, et al. Pelvic pain during pregnancy is associated with asymmetric laxity of the sacroiliac joints. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 80(11):1019-1024, 2001.
- Damen L, Buyruk HM, Güler-Uysal F, et al. The prognostic value of asymmetric laxity of the sacroiliac joints in pregnancy-related pelvic pain. *Spine*, 27(24):2820-2824, 2002a.
- Damen L, Spoor CW, Snijders CJ, et al. Does a pelvic belt influence sacroiliac joint laxity? *Clin Biomech*, 17(7):495-498, 2002b.
- de Groot M, Pool-Goudzwaard AL, Spoor CW, et al. The active straight leg raising test (ASLR) in pregnant women: Differences in muscle activity and force between patients and healthy subjects. *Man Ther*, 13(1):68-74, 2008.
- Hodges PW. Is there a role for transversus abdominis in lumbo-pelvic stability? *Man Ther*, 4(2):74-86, 1999.
- Hungerford B, Gilleard W, Hodges P. Evidence of altered lumbopelvic muscle recruitment in the presence of sacroiliac joint pain. *Spine*, 15;28(14):1593-600, 2003.
- Kidd AW, Magee S, Richardson CA. Reliability of real-time ultrasound for the assessment of transversus abdominis function. *J Gravit Physiol*, 9(1):131-132, 2002.
- 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, Damen L, Snijders CJ, et al. The mechanical effect of a pelvic belt in patients with pregnancy-related pelvic pain. *Clin Biomech*, 21(2):122-127, 2006.
- Mens JM, Vleeming A, Snijders CJ, et al. The active straight leg raising test and mobility of the pelvic joints. *Eur Spine J*, 8(6):468-473, 1999.
- Mens JM, Vleeming A, Stoeckart R, et al. Understanding peripartum pelvic pain. Implications of a patient survey. *Spine*, 21(11):1363-1369, 1996.
- O'Sullivan PB, Beales DJ. Changes in pelvic floor and

- diaphragm kinematics and respiratory patterns in subjects with sacroiliac joint pain following a motor learning intervention: a case series. *Man Ther*, 12(3):209-218, 2007.
- Ostgaard HC, Zetherström G, Roos-Hansson E. et al. Reduction of back and posterior pelvic pain in pregnancy. *Spine*, 19(8):894-900, 1994.
- Pel JJ, Spoor CW, Goossens RH, et al. Biomechanical model study of pelvic belt influence on muscle and ligament forces. *J Biomech*, 41(9):1878-1884, 2008.
- Pool-Goudzwaard AL, Vleeming A, Stoeckart R, et al. Insufficient lumbopelvic stability: A clinical, anatomical and biomechanical approach to 'a-specific' low back pain. *Man Ther*, 3(1):12-20, 1998.
- Richardson CA, Snijders CJ, Hides JA, et al. The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. *Spine*, 27(4):399-405, 2002
- Roussel NA, Nijs J, Truijen S, et al. Low back pain: clinimetric properties of the Trendelenburg test, active straight leg raise test, and breathing pattern during active straight leg raising. *J Manipulative Physiol Ther*, 30(4):270-278, 2007
- Sgambati E, Stecco A, Capaccioli L, et al. Morphometric analysis of the sacroiliac joint. *Ital J Anat Embryol*, 102(1):33-38, 1997.
- Snijders CJ, Vleeming A, Stoeckart R. Transfer of lumbosacral load to iliac bones and legs. Part I: Biomechanics of self-bracing of the sacro-iliac joints and its significance for treatment and exercise. *Clinical Biomechanics*, 8(6):285-294, 1993.
- Sturesson B, Uden A, Vleeming A. A radiostereometric analysis of movements of the sacroiliac joints during the standing hip flexion test. *Spine*, 25(3):364-368, 2000.
- Vleeming A, Albert HB, Ostgaard HC, et al. European guidelines for the diagnosis and treatment of pelvic girdle pain. *Eur Spine J*, 17(6):794-819, 2008.
- Vleeming A, Buyruk HM, Stoeckart R, et al. An integrated therapy for peripartum pelvic instability: A study of the biomechanical effects of pelvic belts. *Am J Obstet Gynecol*, 166(4):1243-1247, 1992.
- Vleeming A, Pool-Goudzwaard AL, Stoeckart R, et al. The posterior layer of the thoracolumbar fascia. Its function in load transfer from spine to legs. *Spine*, 20(7):753-758, 1995.
- Vleeming A, Volkens AC, Snijders CJ, et al. Relation between form and function in the sacroiliac joint. Part II: Biomechanical aspects. *Spine*, 15(2):133-136, 1990.
- Weir JP, Housh TJ, Weir LL. Electromyographic evaluation of joint angle specificity and cross-training after isometric training. *J Appl Physiol*, 77(1):197-201, 1994.

논문접수일(Date Received) : 2008년 10월 10일

논문수정일(Date Revised) : 2008년 11월 20일

논문게재승인일(Date Accepted) : 2008년 12월 15일
