

## Effects of Thorax Belt Application on the Spinal Stability in Subjects with Wide Infra-sternal Angle

Sung-min Ha\*

\*Associate Professor, Dept. of Physical Therapy, Sangji University, Wonju, Korea

### [Abstract]

The purpose of this study is to investigate how the application of a Thorax belt affects the stability of the spine in subjects with a wide infra-sternal angle. A total of 15 subject with wide infra-sternal angle participated in the experiment. Active Double leg lowering and active one-leg raising were performed with or without a thorax belt. Two spinal stability tests (active double lowering and active one-leg raising) performed with or without thorax belt application showed significant differences between each condition. Based on the results of present study, the application of a thorax belt is considered to be an effective therapeutic tool that can stabilize the spine to subjects with abnormally increased chest cage and spinal or trunk instability.

▶ **Key words:** Active double-leg lowering, Active straight one-leg raising, Infra-sternal angle, Spinal stability, Thorax belt

### [요 약]

본 연구의 목적은 정상 범위보다 큰 명치각을 가진 대상자들에게 가슴벨트 적용이 척추 안정성에 어떠한 영향을 미치는지에 대하여 알아보고자 하였다. 정상 범위보다 큰 명치각을 가진 총 15 명의 대상자가 본 연구에 참여했으며 가슴벨트 적용 유-무의 조건에서 능동적 두 다리 내리기와 능동적 한 다리 올리기가 수행되었다. 가슴 벨트 적용 여부에 따라 수행 된 두 가지 척추 안정성 테스트 (능동적 두 다리 내리기와 능동적 한 다리 올리기)는 각 조건 간에 유의 한 차이를 보였다. 본 연구의 결과에 따르면, 가슴벨트 적용은 비정상적으로 증가된 명치각으로 인해 척추 또는 몸통 불안정성을 가진 대상자에게 척추를 안정화 시켜줄 수 있는 효과적인 치료적 방법으로 여겨진다.

▶ **주제어:** 가슴벨트, 능동 두발 내리기, 능동 한 다리 올리기, 명치 각, 척추 안정성

## I. Introduction

가슴(Thorax)은 등뼈, 갈비뼈, 및 복장뼈로 구성된 안정된 구조이며 호흡활동, 심장과 폐를 보호하는 기능, 및 몸통 근육의 부착점을 제공한다. 안정적 특성 이외에도 등뼈는 30-40도의 굽힘, 20-25도의 펴, 25-30도 가쪽굽힘, 및 30-35도 돌림의 움직임 또는 가동성을 가지고 있는 신체적 구조이다[1]. 정상적인 가동성을 유지하기 위해서는 관절면의 움직임과 정상적인 근육의 길이를 가져야 하며, 가장 큰 영향을 줄 수 있는 요인으로는 신체정렬 또는 자세이다[2].

일상생활을 하는 동안에 특정 방향으로 회전 및 측면 굽힘된 자세를 지속적으로 취하게 되면 가슴 또는 가슴우리(rib cage) 명치각(infrasternal angle)에 붙어있는 바깥배빗근(external oblique muscle) 및 안쪽배빗근(internal oblique muscle)의 길이 변화가 일어나게 된다[3]. 몸통 전면부에 부착된 복근 길이의 변화는 특정 방향으로의 움직임 제한뿐만 아니라, 근육이 발생시킬 수 있는 근력 및 근육의 동원에도 큰 영향을 주게 되어 척추 안정성을 떨어뜨리게 되며, 가슴우리를 구성하는 관절 부위에 비정상적인 스트레스가 조직 손상 및 통증을 유발하는 원인이 된다[4]. 이상적인 명치각은 이전 연구에서 칼돌기(xiphoid process)와 갈비모서리(costal margin)의 내측면이 이루는 명치각이 90도일 때 바깥배빗근과 안쪽배빗근이 정상적인 근육길이를 가지게 된다고 하였다[5,6]. 최근 국내 연구에서는 명치각(Infrasternal angle) 측정에 관한 측정자간 측정자내 신뢰도 연구를 통해, 명치각의 변화는 체간의 안정화에 중요한 복근 길이 변화와 함께 흉곽 부위의 Form closure와 force closure를 손상시킬 수 있음을 언급하였다[7]. 비대칭적인 정렬을 가지고 있는 사람들에게서 Force closure(관절을 지나는 근육에 의해 발생하는 관절을 안정화 시키는 능동적 힘)와 Form closure(관절면의 형태와 인대와 같은 연부조직이 관절을 안정화 시키는 수동적 힘)의 손상을 확인할 수 있으며, 이와 같은 문제를 해결해주는 재활치료 도구로서 신체 부위에 압박을 가할 수 있는 벨트를 사용한 외적 고정지지 방법들이 널리 사용되고 있다[8].

이전 연구에서 허리-골반 부위의 불안정성을 가진 대상자들에게 허리-골반 복합체의 안정성을 증가시키기 위한 치료적 중재 방법으로서 압박벨트(Pelvic belt 또는 orthopedic belt)를 골반 부위에 적용하였으며 압박벨트 적용 유-무에 따른 복부 근육의 근전도 차이를 비교를 통해 압박벨트를 이용한 외적 고정지지 방법이 척추의 안정

성을 높인다는 연구결과들이 제시되고 있다[7, 9]. 하지만, 등뼈와 가슴부위(Thorax)의 불안정성 및 정렬 변화에 외적 고정지지 방법이 척추 안정성에 어떠한 치료적 효과를 나타내는지에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 정상범위 보다 큰 명치각을 가진 대상자들에게 가슴벨트 적용이 척추 안정성에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구를 알아보려고 한다.

## II. Preliminaries

등뼈와 가슴부위(Thorax)의 비정상적인 정렬은 몸통의 불안정성 및 다양한 기능적 손상을 유발하게 된다. 허리-골반부의 불안정을 치료하기 위한 치료적 중재 방법들은 많은 연구가 이뤄져 있지만, 상대적으로 등뼈와 가슴부위의 불안정성을 해결하기 위한 치료적 중재 방법들이 부족한 실정이다. 명치각의 변화로 인해 발생하는 근육길이의 변화는 척추 안정성에 큰 영향을 주게 되면 가슴부위 뿐만 아니라 허리부위의 안정성을 떨어뜨리는 기능이상을 일으키게 된다[5-7]. 이와 같은 문제를 해결하기 위한 치료적 중재 방법이 필요하다고 생각된다. 따라서, 가슴부위의 비정상적인 정렬을 가진 대상자에게 가슴벨트가 어떠한 치료적 효과를 가지는지에 대한 연구를 시행해보고자 한다.

## III. Research design

### 1. Research Subjects and Data collection

본 연구의 대상자는 강원도 원주 소재의 대학에서 총 15명의 성인 남성을 대상으로 연구를 진행하였다. 연구에 대하여 충분한 설명을 듣고 실험참여에 자발적 동의를 하였다. 대상자 선정기준은 척추부위에 과거 수술 경험 및 장애를 가지고 있지 않으며, 명치각이 100도 이상인 자들을 선정하였다. 대상자의 일반적 특성은 다음과 같다 (Table 1).

Table 1. Demographic characteristics of subjects (N=15)

| Parameters     | Total(n=15)   |
|----------------|---------------|
| Age (years)    | 24.04 ± 1.86  |
| Height (cm)    | 174.75 ± 4.43 |
| Body mass (kg) | 75.11 ± 8.72  |

2. Research Tool

2.1 Thorax compression belt

비탄력 재질의 정형도수벨트를 명치 아래 부위에서 위치 한 상태에서, 대상자가 통증 또는 과도한 불편감이 없는 범위까지만 압박을 가하였다(Figure 1).

2.2 Posturemeter

자세측정기는 능동적 다리 올리기 검사 시, 발생하는 골반의 회전 움직임을 측정하기 위한 도구이다[10](Figure 1).

2.3 Pressure bio-feedback

압력 바이오-피드백은 탄력이 없고, 세 부위로 공기가 찬 주머니(체간과 딱딱 한 표면 사이에서 공간을 가득 채우도록 팽창하는 부위)와 압력 게이지(자세 되먹임을 위해 주머니의 압력을 모니터 하는 부위)로 구성되어 있다. 척추의 비정상적 움직임을 모니터링하기 위해 공기 주머니에 일정한 수준으로 팽창시켜 압력의 변화를 관찰한다. 압력의 감소는 주머니와 체간이 떨어져서 움직이는 것을 나타내고 압력의 증가는 주머니와 체간이 밀착하여 움직이는 것을 나타낸다. 허리부위에 주머니를 위치하게 한 후 일정한 압력(40 mmHg) 수준까지 공기를 주입한 이후에 능동 두발 내리기(Active double leg lowering)를 시행하였다. 측정 시에 발생하는 압력의 증가 또는 감소는 비정상적인 움직임 또는 척추의 위치 변화(안정성 감소)로 여겨진다(Figure 1).

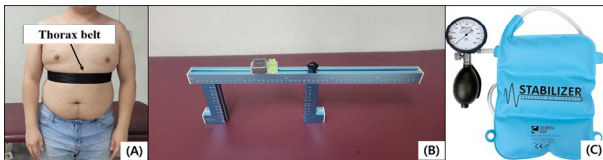


Fig. 1. Experimental set-up  
(A) Thorax belt, (B) Posturemeter  
(C) Pressure bio-feedback unit

2.4 Research procedure

능동 두 다리 내리기와 능동 한 다리 올리기를 시행하기 전에 대상자에게 공을 찰 때 우세하게 사용하는 발이 어떤 발인지를 확인했으며, 대상자 모두 오른발을 우세발로 사용하였다. 본 실험에서는 가슴벨트 적용 유-무에 따른 척추 안정성 효과를 알아보기 위해 두 가지의 검사들을 시행하였다. 첫 번째 능동 두 다리 내리기(Double leg lowering) 검사는 똑바로 누운 상태에서 압력 바이오-피드백 기기를 허리부위에 위치하게 한 이후에 엉덩관절 굽힘 90도, 무릎관절 펴 상태에서(넙다리근의 수동적 장력을 감소시키기 위해 무릎관절을 약간 굽힘 하는 것은 허용)가

시작자세 이다. 이때 대상자들이 능동적으로 운동 할 때 발생할 수 있는 허리의 대상작용을 최소화하기 위해서 압력 생체 되먹임 기구를 대상자들의 허리 뒤쪽에 위치시켜 근 수축 시 압력 40 mmHg를 유지한 채 압력 생체 되먹임 기구의 값이 증가하지 않도록 모니터링 하면서 대상자 스스로 배 및 골반을 조절하도록 하였다. 만약 대상자가 다리를 내리는 동안 압력 게이지의 압력 변화가 ±10 mmHg 이상이 되면 그 위치에서 검사를 종료하고 두발 내리기 시점의 각도를 미리 설치해둔 카메라를 통해 측정하였다(Figure 2A). 두 번째 능동 다리 올리기 검사는 바로 누운 자세에서 양다리를 엉덩관절 굽힘 45도 및 무릎관절 굽힘 45도가 시작 자세이다. 이 자세에서 정해진 위치(엉덩관절 굽힘 45도 및 무릎 관절 펴 0도)까지 한 쪽 다리를 들어 올린다. 목표지점에 위치하게 되면 그 위치에서 5초간 자세를 유지한다. 이 시점에 자세측정기를 이용하여 골반의 기울기(각도)를 측정하였다(Figure 2B). 모든 검사는 총 3회 실시하여 평균값을 산출하였으며 각 측정 시마다 1분간의 휴식을 취하도록 하였다.



Fig. 2. Test positions  
(A) Active Double leg lowering  
(B) Active one leg straight leg raising

2.5 Data analysis method

SPSS ver. 23(IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 통계처리 하였다. 각 변수에 대한 정규분포 여부를 확인하기 위하여 Kolmogorov-Smirnov 검사를 실시하였고, 그 결과 변수 모두 정규분포 하였다( $p > .05$ ). 가슴벨트 적용 유-무에 따른 차이를 비교하기 paired t-test를 사용하였으며 통계학적 유의수준은 .05로 설정하였다.

Table 2. Comparison of spinal stability between with and without thorax belt

| Parameters                      | Condition |           | p value |
|---------------------------------|-----------|-----------|---------|
|                                 | A         | B         |         |
| Double leg lowering (°)         | 45.9±6.9  | 55.6±10.2 | <.000*  |
| Active straight leg raising (°) | 5.0±2.0   | 3.2±1.2   | <.001*  |

A: Without thoracic compression belt, B: With thoracic compression belt, \* $p < 0.05$

### III. Results

가슴벨트 적용 유-무에 따라 실시한 두 가지 척추 안정성 검사(능동 두 다리 내리기 및 능동 한 다리 올리기)에서 각 조건 간에 유의한 차이를 보였다( $P > .05$ )(Table 2). 능동 두 다리 내리기 검사를 시행하는 동안, 가슴벨트 적용을 한 경우에 압력 바이오-피드백 기기의 압력 40 mmHg를 유지한 상태에서 더 많은 범위의 두 다리 내리기를 시행할 수 있었다. 이는 척추의 안정성을 유지한 상태에서 더 많은 움직임을 시행하였음을 의미한다. 능동 한 다리 올리기 검사 시에서는 가슴벨트 적용하지 않은 때 보다 가슴벨트 적용을 한 경우에 골반의 움직임이 더 감소된 상태에서 검사를 수행하였다. 이 검사를 통해서 나타난 결과는 능동 한 다리 올리기 검사를 하는 동안 가슴벨트 적용이 척추-골반의 움직임을 최소화(척추 안정화) 시켰음을 의미한다.1.

### IV. Conclusion

본 연구는 정상범위 보다 큰 명치각을 가진 대상자들에게 가슴벨트 적용이 척추 안정성에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 하였다. 이를 위해 척추 안정성 검사 또는 훈련 시에 널리 사용되고 있는 두 가지 척추 안정성 검사(능동 두 다리 내리기 및 능동 한 다리 올리기)를 시행하였다. 실험 결과 가슴벨트 적용 유-무에 따라 두 가지 검사 모두에서 유의한 차이를 보였다.

이전의 압박벨트를 이용한 연구들은 대부분 척추-골반 부위 불안정성을 가진 환자들에게 골반부위에 압박 벨트를 적용하여 외적 안정성을 제공하는 치료적 효과에 초점을 둔 연구들이 주로 이루어졌다[11-14]. 압박벨트를 통한 외적 안정성 제공은 척추의 불안정성을 가진 환자들이 팔 또는 다리의 움직임을 시, 척추를 중립 위치에 유지하게 하는 안정성 효과 및 최적의 허리-골반부의 움직임을 조절하는 효과를 보였다[12-14]. 척추 또는 몸통 정렬 손상 환자들에게 압박벨트의 적용은 근육의 수축에 의해 발생하는 힘 잠김(Force closure) 손상 및 형태 잠김(Form closure)을 보상 또는 대체할 수 있으며, 특히 시상면보다 이마면에서 척추 안정성에 효과를 제공한다[15-17]. 본 연구의 실험결과를 통해서 가슴부위에 적용한 가슴벨트 또한 비슷한 안정성 및 척추의 움직임 조절 효과를 보였다고 여겨진다. 실험에 참가한 대상자들은 정상범위를 벗어난 명치각을 가진 가슴(Thorax) 및 등뼈부위의 정렬 변화로 인해 척추 안정성에 주요한 역할을 하는 배바깥근과 배속근의 비대

칭적인 근육길이 변화를 일으킨다[18]. 복부 표면부에 위치하는 배속근(internal abdominal oblique)과 배바깥근(external abdominal oblique)도 허리-골반 안정화 근육으로 분류되는데, 이 근육들은 움직임을 조절하면서 원심성 수축을 통해 허리-골반 부위에 안정성을 제공한다고 알려져 있다[19,20]. 특히, 근육길이의 변화는 비정상적인 근육 동원을 유발하고 특정 부위에 과도한 척추의 움직임 또는 스트레스가 발생할 수 있다[21]. 이와 같은 문제를 해결하기 위한 가슴벨트 적용은 비정상적인 척추의 움직임을 감소시키고 복강내압을 증가시키는 안정화 효과를 보였다고 여겨진다. 가슴(Thorax) 및 등뼈 부위의 정렬 변화로 인해 체간 안정성이 떨어진 대상자들에게 정렬 상태의 교정과 함께 손상된 힘 잠김과 형태 잠김을 회복시킬 수 있다고 여겨진다. 치료적 방법으로서 가슴벨트 적용은 비정상적으로 증가된 가슴우리를 가지고 있으며 척추 또는 몸통 불안정성을 가진 대상자에게 척추를 안정화 시켜줄 수 있는 효과적인 치료적 도구라고 여겨진다.

본 연구에서의 제한점은 다음과 같다. 첫 번째, 가슴벨트 압박이 대상자들이 느끼는 압박 수준에 따라 가슴벨트 압박을 적용하였기 때문에 각 대상자들에게 동일한 수준의 압박을 제공하지 못하였다. 향후 연구에서는 전자식 장력계를 추가한 가슴벨트 사용을 통해 어느 정도 수준이 척추 안정성을 효과적으로 높이는가에 대한 연구가 필요하다고 여겨진다. 두 번째, 본 연구에서는 복근의 근활성도를 측정하지 않아서 가슴벨트 적용 유-무에 따른 복부 근육의 활성도를 비교하지는 못하였다. 향후 연구에서는 가슴벨트 적용에 따른 근육 활성도 변화에 대한 연구가 필요하다고 여겨진다. 세 번째, 연구에 참여한 대상자들이 모두 젊은 남성들을 대상으로 시행된 연구이기 때문에 본 연구 결과를 일반화하는데 제한이 있다. 향후 연구에서는 다양한 연령대와 여성을 대상으로 한 연구가 필요할 것이다.

### ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by Sanji University Research Fund, 2019.

### REFERENCES

- [1] Committee physical examination evaluation. "Physical examination & evaluation" Bummun education, pp. 313-352, 2016.

- [2] You BK. Postural assessment hands-on guides for therapists : Yeong mun publishing company, pp. 1-13, 2013.
- [3] Kim BK, Lee MH, Kim GC. "Comparison of Abdominal Muscle Activity during Exercises Using a Sling and Swiss-ball," *Journal of Korea Physical Therapy*, Vol. 9, No. 3, pp. 333-338, 2012. DOI: 10.13066/kspm.2014.9.3.333
- [4] Lim JH. "Correlations of Symmetry of the Trunk Muscle Thickness by Gender with the Spinal Alignment in Healthy Adults," *Journal of Korea Physical Therapy*, Vol. 25, No. 6, pp. 405-410, 2013.
- [5] Kang HK, Chang SK. "The Effect of Robo-horseback Riding Exercise on Trunk Muscle Activity Ratios in Patients with Low Back Pain," *Journal of Korea Physical Therapy*, Vol. 24, No. 6, pp. 393-397, 2012.
- [6] Richardson C, Hodges PW, Hides J. "Therapeutic Exercise for Lumbopelvic Stabilization: A Motor Control Approach for the Treatment and Pre-vention of Low Back Pain. 2nd ed," Churchill Livingstone, 2004.
- [7] Kim MW, Weon JH. "Intra- and Inter-rater Reliabilities of Infra-sternal Angle Measurement," *Journal of Korea Physical Therapy*, Vol. 27, No. 3, pp. 154-158, 2015. DOI: 10.18857/jkpt.
- [8] Sharmann S. "MOVEMENT SYSTEM IMPAIRMENT SYNDROMES of the Extremities, Cervical and Thoracic Spines," Mosby, pp.103-114, 2011.
- [9] Arumugam A, Milosavljevic S, Woodley S, Sole G. "Effects of external pelvic compression on form closure, force closure, and neuromotor control of the lumbopelvic spine: a systematic review. *Man Ther.*" Vol. 17, No. 4, pp. 275-284, 2012. DOI: 10.1016/j.math.2012.01.010
- [10] Jung SH, Kwon OY, Jeon IC, Hwang UJ, Weon JH. "Reliability and criterion validity of measurements using a smart phone-based measurement tool for the transverse rotation angle of the pelvis during single-leg lifting," *Physiotherapy theory and practice*. Vol. 34, No. 1, pp. 58-65, 2018. DOI: 10.1080/09593985.2017.1368756
- [11] Hu H, Meijervan OG, Dieen JH. Muscle activity during the active straight leg raise (ASLR), and the effects of a pelvic belt on the ASLR and on treadmill walking. *Journal of Biomechanics*, Vol. 43, No. 3, pp. 532-539, 2010. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2009.09.035
- [12] Sawle L, Freeman J, Marsden J. "Exploring the effect of pelvic belt configurations upon athletic lumbopelvic pain," *Prosthetic and Orthotic International*. Vol. 37, No. 2, pp. 124-131, 2017. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2009.09.035
- [13] Kang MH, Oh JS. "Effects of a Pelvic Belt on Hip Muscle Forces and Abdominal Muscle Activities During Isometric Hip Adduction and Abduction," *Physical Therapy Korea*. Vol. 24, No. 2, pp. 19-26, 2017. DOI: 10.12674/ptk.2017.24.2.019
- [14] Kim DW, Kim TH. "Effects of Abdominal Draw-in Maneuver, Abdominal Bracing, and Pelvic Compression Belt on Muscle Activities of Gluteus Medius and Trunk During Side-Lying Hip Abduction," *Physical Therapy Korea*. Vol. 25, No. 1, pp. 22-30, 2018, DOI: 10.12674/ptk.2018.25.1.022
- [15] Jang HJ, Kim SY. "Effects of the Pelvic Compression Belt on Trunk Muscles Activities During Sit-to-Stand, and Stand-to-Sit Tasks," *Physical Therapy Korea*. Vol. 20, No. 1, pp. 1-9, 2013. DOI: 10.12674/ptk.2013.20.1.001
- [16] Cholewicki J, Juluru K, Radebold A. "Lumbar spine stability can be augmented with an abdominal belt and/or increased intra abdominal pressure," *European Spine Journal*. Vol. 8, No. 5, pp. 388-395, 1999, DOI: 10.1007/s005860050192
- [17] Miyamoto K, Iinuma N, Maeda M. "Effects of abdominal belts on intra abdominal pressure, intra muscular pressure in the erector spinae muscles and myoelectrical activities of trunk muscles," *Clinical Biomechanics*. Vol. 14, No. 2, pp. 79-87, 1999. DOI: 10.1016/s0268-0033(98)00070-9
- [18] Pel JJ, Spoor CW, Goossens RH. "Biomechanical model study of pelvic belt influence on muscle and ligament forces," *Journal of Biomechanics*. Vol. 41, No. 9, pp. 1878-1884, 2008, DOI: 10.1016/j.jbiomech.2008.04.002
- [19] Comerford MJ, Mottram SL. "Movement and stability dysfunction contemporary developments." *Manual Therapy*. Vol. 6, No. 1, pp. 15-26, 2001. DOI: 10.1054/math.2000.0388
- [20] Mottram L, Comerford M "Stability dysfunction and low back pain," *Journal Orthopedic Medicine*. Vol. 20, No. 2, pp. 13-18, 1998. DOI: 10.1080/1355297X.1998.11719881
- [21] Vera-Garcia FJ, Brown SH, Gray JR. "Effects of different levels of torso coactivation on trunk muscular and kinematic responses to posteriorly applied sudden loads," *Clinical Biomechanics*. Vol. 21 No. 5, pp. 443-455, 2006. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2005.12.006

## Authors



Sung-min Ha received the B.S., M.S. and Ph.D. degrees in physical therapy from Yonsei University, Korea, in 2004, 2009 and 2012, respectively. He is currently a Professor in the Department of Physical

Therapy, Sangji University. He is interested in movement analysis, musculoskeletal physical therapy, and rehabilitation fitness.