

The Effect of Posteroanterior Joint Mobilization Applied to The 3rd Lumbar Vertebra Movement of Adjacent Segmental in Healthy Individuals

Kang-O Oh^a and Sang-Yeol Lee^{b*}

^aYUSOM PAIN CLINIC, Busan, South Korea

^bDepartment of Physical Therapy, Kyungsung University, Busan, South Korea

Objective: The purpose of this study was to characterize the movement of adjacent segments that occurred when posteroanterior joint mobilization was applied to the 3rd lumbar and thereby to provide basic clinical data.

Design: Randomized controlled trial design.

Methods: While the subjects were receiving posteroanterior joint mobilization of the 3rd lumbar vertebra, LD (lumbar displacement), LID (lumbar intervertebral distance), LIA (lumbar intervertebral angle), and LLA (lumbar lordosis angle) were measured using X-ray, and the data were then analyzed. Changes before and after posteroanterior joint mobilization were analyzed using a paired-sample t-test, and a one-way ANOVA of variance was performed to determine the difference between segmental movements. In addition, Pearson's correlation analysis was performed to determine the correlation between segmental movements.

Results: The results revealed that there was a significant change in LD before and after the application of joint mobilization of the 3rd lumbar in all lumbar vertebrae ($p < 0.000$), among which the 2nd lumbar vertebra, an adjacent segment, showed the most significant change. A significant change in LIA angle was observed in all segments ($p < 0.000$), with the most significant change observed between the 2nd and 3rd lumbar vertebrae. There was a significant change in LLA before and after the application of posteroanterior joint mobilization ($p < 0.000$). The correlation analysis showed a high correlation between displacement of the 3rd lumbar vertebra and displacement of all the other lumbar vertebrae.

Conclusions: The presence of kinematic movements of the lumbar vertebrae when segmental movements were generated through the application of posteroanterior joint mobilization of the 3rd lumbar vertebra.

Key Words: Biomechanics, Lumbar mobilization, Lumbar segmental mobility

서론

허리 통증은 반복적인 부하, 과사용 및 외상 등으로 발생하며, 이에 따른 척추 주변 인대, 관절주머니, 심부 근육의 약화는 척추 분절의 불안정성을 야기하게 된다 [1]. 허리뼈의 불안정성을 가진 환자들 중 23~29%는 굽힘과 폼의 제한이 있다[2]. 허리뼈의 굽힘과 폼은 척추뼈 위·아래 분절에 의해 형성되는 돌기관절과 척추뼈 몸통 사이 관절의 연계된 움직임에 의해 인접 분절에

영향을 받는다[3]. 허리뼈 굽힘 하는 동안 돌기관절의 위관절면과 아래관절면은 서로 멀어지고 허리뼈 몸통의 시상면 회전이 일어나며 돌기관절을 싸고 있는 관절주머니, 인대의 수동 신장력 및 척추 폼 근육 무리의 원심성 수축과 수동 신장력에 의해 굽힘을 제한하게 된다. 반대로 허리뼈 폼하는 동안 돌기관절의 위관절면과 아래관절면은 서로 가까워지고 못갈래근에 의해 관절주머니의 상부가 신장되어 돌기관절의 아래관절면이 허리뼈에 부딪히기도 한다[4].

Received: Aug 18, 2023 Revised: Sep 7, 2023 Accepted: Sep 12, 2023

Corresponding author: Sang-Yeol Lee (ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4428-9101>)

Department of Physical Therapy, Kyungsung University, Busan, South Korea

309, Suyeong-ro, Nam-gu, Busan, Republic of Korea

Tel: +82-51-663-5090 Fax: +82-51-663-5059 E-mail: sjslh486@ks.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright © 2023 Korean Academy of Physical Therapy Rehabilitation Science

Kaltenborn 등[5]은 불안정성이 있는 허리뼈 분절의 과운동성으로 인하여 인접관절에서는 상대적으로 운동성이 감소하게 된다고 하였고, 이러한 문제를 해결하기 위해 운동성이 감소된 인접관절의 움직임을 증가시켜 불안정한 관절의 안정성을 유도하는 방법으로 치유를 촉진할 수 있다고 하였다.

척추 관절가동술은 척추 관절의 분절 움직임 내에서 진폭이 크고 느린 율동적 움직임을 적용하여 관절면 사이에서 발생하는 수동적 구름(rolling), 미끄러짐(sliding), 회전(spin), 신연(distraction), 압박(compression)등의 관절운동을 개선시키는 치료 방법뿐만 아니라 척추 분절 움직임을 평가하는 방법으로도 추천되어지고 있다[6-9].

Maitland[10]는 척추 관절가동술 중에서 엎드린 자세에서 후방-전방(posteroanterior, P-A) 관절가동술 기법을 가장 많이 추천하였으며 목적에 따라 등급을 나누어 사용할 수 있다고 하였다. 등급I, II는 통증 개선 및 근육경련 완화의 목적으로 사용되며 III, IV 등급은 조직신장과 분절 움직임 개선을 통해 관절가동범위를 증가시키는 목적으로 사용되어진다[11]. 후방-전방 기법은 가동성의 제한으로 인한 관절 주위 물렁조직의 이완 및 가동성 증진을 향상시킨다[12]. 또한 손상 관절의 움직임을 개선시켜 영양공급과 순환 증진을 통해 증상이 쉽게 악화되지 않게 한다. 뿐만 아니라 고유수용성 감각의 촉진을 통해 신경 기능 향상을 자극하고 통증을 억제하며 근육의 불균형으로 인한 기능장애를 감소시킬 수 있다[7].

척추 관절가동술의 치료적 효과를 나타내기 위해서는 척추에 가해지는 힘에 따라 척추의 분절 움직임이 나타나야 한다[8]. 후방-전방 관절가동술에 적용되는 힘이 적절하지 못하면 치료적 효과가 감소 될 뿐만 아니라 척추의 해부학적 구조에 과도한 스트레스를 유발할 수 있다[8]. 또한 Mulligan[13]은 관절가동술 적용 시 목표 분절에 어떠한 통증이 발생하면 인접 분절을 이용하여 간접적 치료를 주장하였고 직접적인 치료보다 부작용이 적다고 하였다. 후방-전방 관절가동술 적용 시 힘을 특정 분절에 적용하였을 때 인접 척추의 분절 움직임이 함께 나타나는 패턴을 보였는데, 이는 수동적 힘이 적용

되었을 때, 해당 분절뿐만 아니라 인접 분절의 움직임과 시상면의 회전 등 다양한 움직임이 발생 될 수 있음을 의미한다[14].

하지만 허리뼈 특정 분절의 후방-전방 관절가동술 적용 시 인접 분절에 대한 움직임 연구는 아직 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 정상인의 3번째 허리뼈에 적용한 후방-전방 관절가동술 시 인접 분절 움직임의 특성을 파악하고 이를 토대로 임상적 적용에 대한 기초자료를 제시하고자 한다.

연구방법

연구 대상자

본 연구는 통증이 없는 정상 성인 20대~50대의 남녀 60명(남 28, 여 32명)을 무작위로 선정하였다(Table 1). 모든 연구 대상자는 실험 전 경성대학교 생명윤리위원회의 승인을 받은 실험 참여 동의서를 배부하고 연구의 목적 및 실험 내용을 설명하였으며 자발적 동의를 얻어 실험을 진행하였다. 본 연구에서 최근 1년 이내 척추 관련 질환을 진단을 받은 자, 척추 변형이 있는 자, 본 연구의 프로그램 수행 적용이 어려운 자는 제외하였다.

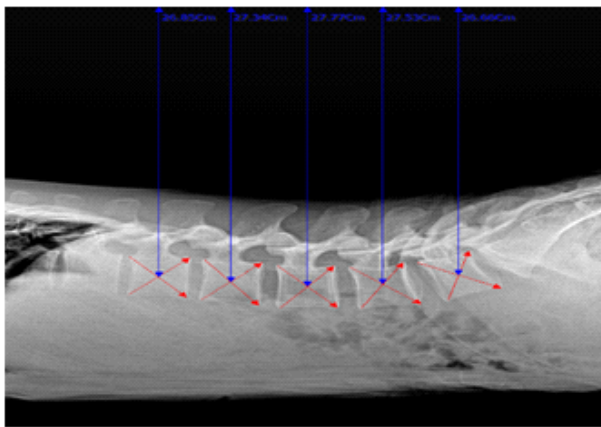
측정방법

본 연구는 B시 소재의 000병원에서 실험을 진행하였으며 연구대상자는 성별, 나이, 체중, 신장, 체질량지수(body mass index, BMI)를 측정하였다. 신체적 특성을 측정한 후 15분간 휴식을 취하고 정형외과 전문의의 진료를 받고 처방 후 허리뼈 분절 움직임을 측정하기 위해 디지털 진단용 X-ray 촬영장치(GXR-S, DRGEM Inc., Korea)를 이용하여 측정하였다. 모든 대상자는 000병원에서 지급하는 반바지와 반팔 티셔츠를 착용하고 X-ray 촬영 장비 내에서 대상자의 위치를 선정한 후 이미지 평면에 모든 허리뼈를 확인할 수 있도록 설정하였다. 대상자는 침대에 엎드려 누운 자세를 유지하고 양팔을 침대 옆으로 늘어뜨린 자세를 취하였다. 실험자는 대상자의 오른쪽에 서서 관절가동술을 실시하고자 하는

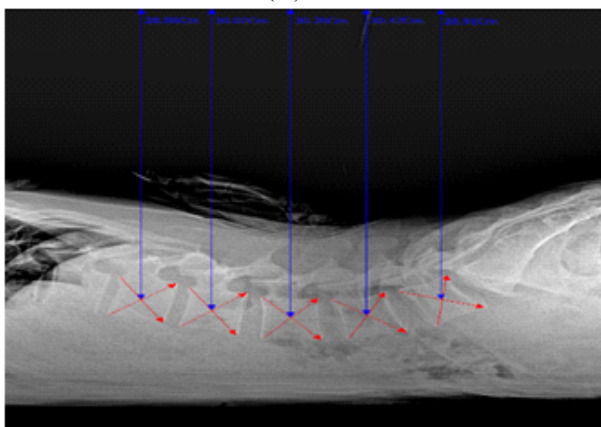
Table 1. General characteristics of subjects

(n=60)

Variable	Total subject
Gender(male/female)	28/32
Age(years)	38.11±10.98
Height(cm)	167.50±9.51
Weight(kg)	68.49±10.82
BMI(kgm ²)	24.38±3.15

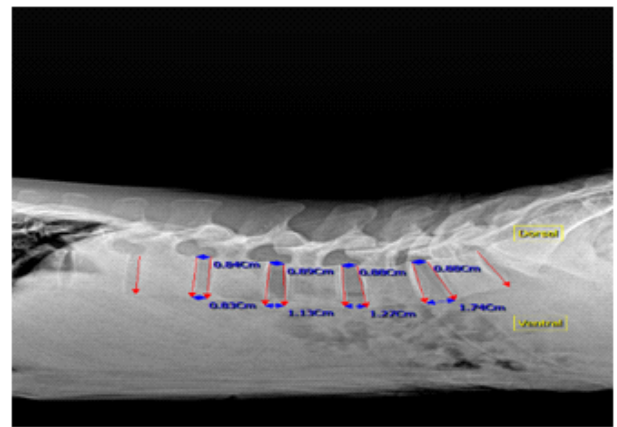


(A) Pre

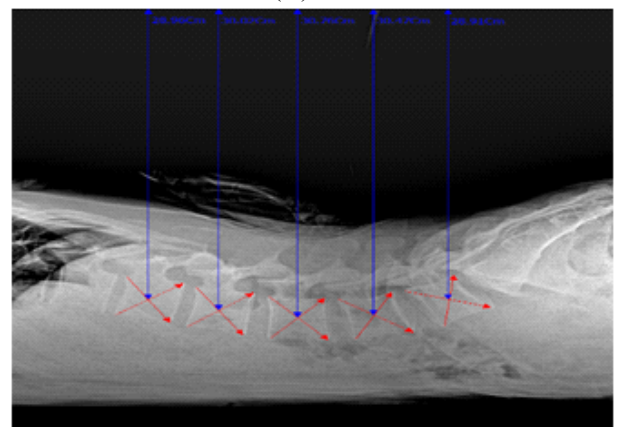


(B) Post

Figure 1. Lumbar displacement



(A) Pre



(B) Post

Figure 2. Lumbar intervertebral distance

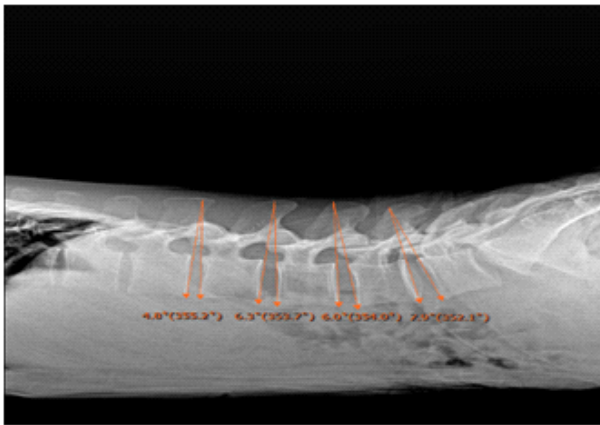
손을 아래로 하고 다른 손은 위로 겹쳐 실험자의 아래 손의 콩알뼈를 이용하여 3번째 허리뼈 가시돌기에 대한 후방-전방 관절가동술을 시행하였다. 이때 대상자의 복부 아래에 작은 베개를 받쳐 실시하였다. 허리뼈에 가해지는 힘은 최대 이하의 힘(submaximal force)으로 적용하였다. 최대 이하의 힘은 Yaver[15]에 의해 정의된 메이틀랜드 등급IV를 의미하며 통증 없이 관절의 끝 범위를 결정하는 최대저항 지점까지 도달하는 것이다. 관절가동술은 10년 이상의 도수치료 경험을 가진 물리치료사 1명에 의해 시행되었다. 관절가동술 전·후 허리뼈 분절 움직임 변화량 비교를 위해 후방-전방 관절가동술 시행 전 X-ray 촬영 1회, 후방-전방 관절가동술 시행 중 X-ray 촬영을 1회하여 총 2회 촬영하였다. 촬영된 X-ray 사진은 의료영상저장전송시스템(Picture Archiving Communication System, PACSplus Inc., Korea)을 이용하여 허리뼈 변위, 허리뼈 사이 거리, 허리뼈 사이 각도, 허리뼈 앞굽이 각을 측정하여 변화량을 계산하였다.

허리뼈 변위(Lumbar Displacement)

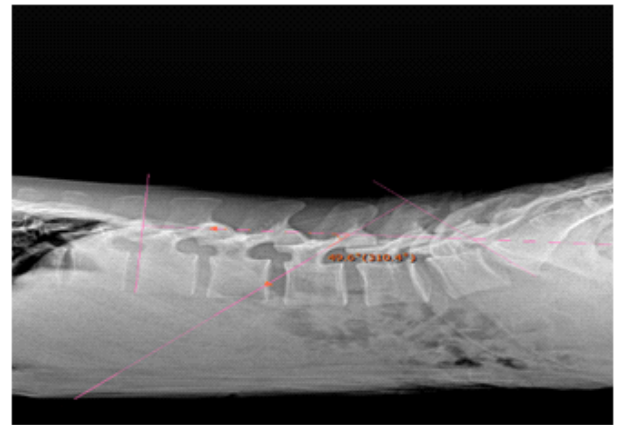
허리뼈의 후방-전방 관절가동술 전·후 허리뼈 변위를 알아보기 위해 의료영상저장전송시스템을 이용하였다. 허리뼈의 각 모서리의 대각선으로 선을 그어 허리뼈의 중앙에서 교차하는 점은 시작점으로 지정하고 의료영상저장전송시스템의 가장 뒷부분을 마지막 지점으로 선정 후 허리뼈 각 분절의 시작점과 거리를 기록하고 변위 정도를 계산하여 변화량을 측정하였다(Figure 1)[14].

허리뼈 사이 거리(Lumbar Intervertebral Distance)

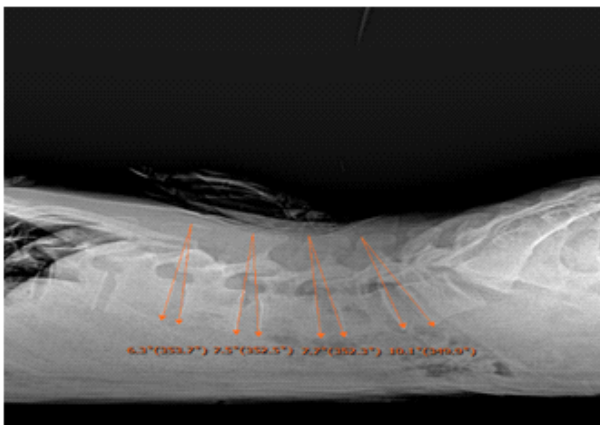
허리뼈 사이 거리는 윗분절 하단면에 수평으로 그은 수평선과 아래분절의 상단면에 수평으로 그은 수평선과의 거리를 이용하였다. 이때 허리뼈의 가장 뒷부분을 뒤쪽, 허리뼈의 가장 앞부분을 앞쪽이라고 정의하고 허리뼈 사이 거리를 각각 측정하였다. 측정된 값을 계산하여 변화량을 측정하였다(Figure 2)[14].



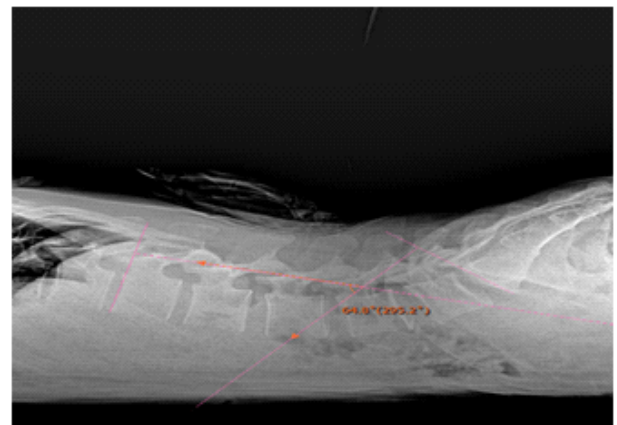
(A) Pre



(A) Pre



(B) Post



(B) Post

Figure 3. Lumbar intervertebral angle

Figure 4. Lumbar lordotic curve

추간판 각도(Intervertebral Angle)

허리뼈 사이 각도는 윗분절 하단면에 수평으로 그은 수평선의 연장선과 아래분절의 상단면에 수평으로 그은 수평선의 연장선이 만나 이루는 각도를 측정하여 이용하였다. 측정된 값을 계산하여 변화량을 측정하였다(Figure 3)[14].

허리뼈 앞굽이 각(Lumbar Lordosis Angle)

허리뼈의 앞굽이 각은 1번째 허리뼈의 상단면을 수평으로 그은 수평선과 1번째 엉치뼈의 상단면을 수평으로 그은 수평선에서 각각 수직인 선을 그어 교차하는 지점의 각도를 측정하여 이용하였다. 측정된 값을 계산하여 변화량을 측정하였다(Figure 4)[14].

연구 자료 분석

본 연구의 자료 분석은 SPSS(25.0 Version, IBM SPSS Inc., USA)을 이용하여 통계처리 하였다. 관절가

동술 적용 시 분절 움직임을 알아보기 위해 대응표본 t 검정(paired t-test)을 실시하였고 관절가동술 적용에 따른 분절 움직임 간의 차이를 확인하기 위해 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였다. 3번째 허리뼈 관절가동술 적용 시 분절 움직임간의 상관관계를 확인하기 위해 피어슨 상관관계분석(pearson correlation analysis)를 사용하였고, 모든 통계 방법에는 유의수준(α)은 0.05로 설정하였다.

결과

3번째 허리뼈 후방-전방 관절가동술 적용 시 분절 움직임을 차이

허리뼈 변위 차이

관절가동술 적용 시 허리뼈 변위 차이를 비교한 결과 1번째 허리뼈은 관절가동술 전 23.07±2.22 cm, 관절가동

Table 2. Comparison of differences in the lumbar displacement between before and after of segmental mobility

(Unit:cm, n=60)

Variable	Pre	Post	t	p
	Mean±SE			
LD 1	23.07±2.22	25.66±2.08	-35.036	0.000**
LD 2	23.83±2.19	26.83±2.04	-37.742	0.000**
LD 3	24.51±2.18	27.65±2.08	-37.712	0.000**
LD 4	24.79±2.06	27.73±1.96	-32.111	0.000**
LD 5	24.32±1.86	26.75±1.94	-26.223	0.000**

*p<0.05, **p<0.01

LD 1: 1st Lumbar Displacement, LD 2: 2st Lumbar DisplacementLD 3: 3rd Lumbar Displacement, LD 4: 4rd Lumbar DisplacementLD 5: 5rd Lumbar Displacement

술 후 25.66±2.08 cm로 유의한 차이가 있었으며(p<0.05), 2번째 허리뼈는 관절가동술 전 23.83±2.19 cm, 관절가동술 후 26.83±2.04 cm로 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 또한 3번째 허리뼈는 관절가동술 전 24.51±2.18 cm, 관절가동술 후 27.65±2.08 cm로 유의한 차이가 있었으며(p<0.05), 4번째 허리뼈는 관절가동술 전 24.79±2.06 cm, 관절가동술 후 27.73±1.96 cm로 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 5번째 허리뼈는 관절가동술 전 24.32±1.86 cm, 관절가동술 후 26.75±1.94 cm로 유의한 차이가 있었다(p<0.05)(Table 2)

허리뼈 사이 거리 차이

관절가동술 적용 전·후 허리뼈 사이 거리 차이는 허

리뼈 몸통의 앞쪽과 뒤쪽으로 나누어 분석하였다. 그 결과 1-2번째 허리뼈 사이의 앞쪽 거리는 관절가동술 전 0.93±0.16 cm, 관절가동술 후 1.12±0.21 cm로 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 2-3번째 허리뼈 사이의 앞쪽 거리는 관절가동술 전 1.10±0.14 cm, 관절가동술 후 1.29±0.19 cm로 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 3-4번째 허리뼈 사이의 앞쪽 거리는 관절가동술 전 1.30±0.23 cm, 관절가동술 후 1.43±0.22 cm로 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 4-5번째 허리뼈 사이의 앞쪽 거리는 관절가동술 전 1.50±0.27 cm, 관절가동술 후 1.61±0.31 cm로 유의한 차이가 있었다(p<0.05)(Table 3).

1-2번째 허리뼈 사이의 뒤쪽 거리는 관절가동술 전 0.50±0.13 cm, 관절가동술 후 0.51±0.12 cm로 유의한 차이가 없었다(p>0.05). 2-3번째 허리뼈 사이의 뒤쪽 거리는

Table 3. Comparison of differences in the lumbar intervertebral distance between before and after of segmental mobility

(Unit:cm, n=60)

Variable	Pre	Post	t	p	
	Mean±SE				
Ventral	LID 1-2	0.93±0.16	1.12±0.21	-9.371	0.000**
	LID 2-3	1.10±0.14	1.29±0.19	-9.608	0.000**
	LID 3-4	1.30±0.23	1.43±0.22	-5.584	0.000**
	LID 4-5	1.50±0.27	1.61±0.31	-3.741	0.000**
Dorsal	LID 1-2	0.50±0.13	0.51±0.12	-0.849	0.399
	LID 2-3	0.65±0.16	0.62±0.17	2.458	0.017*
	LID 3-4	0.71±0.15	0.70±0.16	0.629	0.532
	LID 4-5	0.80±0.19	0.79±0.22	0.656	0.514

*p<0.05, **p<0.01

LID: Lumbar Intervertebral Distance

Table 4. Comparison of differences in the lumbar intervertebral angle between before and after of segmental mobility

(Unit:°, n=60)

Variable	Pre	Post	t	p
	Mean±SE			
LIA 1-2	5.78±2.13	8.64±2.01	-9.676	0.000**
LIA 2-3	6.26±2.12	9.63±1.68	-13.267	0.000**
LIA 3-4	8.35±2.23	11.12±2.70	-6.933	0.000**
LIA 4-5	10.10±3.20	12.58±3.39	-5.795	0.000**

*p<0.05, **p<0.01

LIA: Lumbar Intervertebral Angle

Table 5. Comparison of differences in the lumbar lordotic curve between before and after of segmental mobility

(Unit:°, n=60)

Variable	Pre	Post	t	p
	Mean±SE			
LLC	41.45±9.28	54.39±7.44	-16.643	0.000**

*p<0.05, **p<0.01

LLC: Lumbar Lordotic Curve

관절가동술 전 0.65±0.16 cm, 관절가동술 후 0.62±0.17 cm로 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 3-4번째 허리뼈 사이의 뒤쪽 거리는 관절가동술 전 0.71±0.15 cm, 관절가동술 후 0.70±0.16 cm로 유의한 차이가 없었다(p>0.05). 4-5번째 허리뼈 사이의 뒤쪽 거리는 관절가동술 전 0.80±0.19 cm, 관절가동술 후 0.79±0.22 cm로 유의한 차이가 없었다(p>0.05)(Table 3)

허리뼈 사이 각도 차이

관절가동술 적용 전·후 허리뼈 사이 각도 차이를 비교한 결과 1-2번째 허리뼈 사이 각도는 관절가동술 전 5.78±2.13°, 관절가동술 후 8.64±2.01°로 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 2-3번째 허리뼈 사이 각도는 관절가동술 전 6.26±2.12°, 관절가동술 후 9.63±1.68°로 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 3-4번째 허리뼈 사이 각도는 관절가동술 전 8.35±2.23°, 관절가동술 후 11.12±2.70°로 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 4-5번째 허리뼈 사이 각도는 관절가동술 전 10.10±3.20°, 관절가동술 후 12.58±3.39°로 유의한 차이가 있었다(p<0.05)(Table 4).

허리뼈 앞굽이 각 차이

관절가동술 적용 전·후 허리뼈 앞굽이 각 차이를 비교한 결과 허리뼈 앞굽이 각은 관절가동술 전 41.45±9.28°, 관절가동술 후 54.39±7.44°로 유의한 차이가 있었다(p

<0.05)(Table 5).

3번째 허리뼈 후방-전방 관절가동술 적용 시 분절 움직임의 변화 비교

허리뼈 변위

3번째 허리뼈 후방-전방 관절가동술 적용 시 인접 허리뼈 변위 차이는 F=12.536, p<0.05로 유의한 차이가 있었다. 2번째 허리뼈에서 3.00±0.61 cm과 4번째 허리뼈에서 2.94±0.71 cm로 많은 변화를 나타내었고 1번째 허리뼈에서 2.58±0.57 cm와 5번째 허리뼈에서 2.42±0.72 cm로 변화를 나타내었다(p<0.05). 또한 사후분석에서는 1번째 허리뼈는 2번째 허리뼈, 3번째 허리뼈, 4번째 허리뼈와 유의한 차이가 있었고(p<0.05), 2번째 허리뼈, 3번째 허리뼈, 4번째 허리뼈는 1번째 허리뼈, 5번째 허리뼈와 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 5번째 허리뼈는 2번째 허리뼈, 3번째 허리뼈, 4번째 허리뼈와 유의한 차이가 있었다(p<0.01)(Table 6).

허리뼈 사이 각도

3번째 허리뼈 후방-전방 관절가동술 적용에 따른 허리뼈 사이 각도를 비교하였다. 그 결과 허리뼈 사이 각도에서는 유의한 차이가 없었다(Table 7).

Table 6. Changes in lumbar displacement according to the application of posteroanterior mobilization of 3rd lumbar (Unit:cm, n=60)

Variable	LD1(a)	LD2(b)	LD3(c)	LD4(d)	LD5(e)
Distance	2.58±0.57 ^{bcd}	3.00±0.61 ^{ac}	3.14±0.64 ^{ac}	2.94±0.71 ^{ac}	2.42±0.72 ^{bcd}
F			12.536		
p			0.000**		

**p<0.01

LD: Lumbar Displacement

^{abcd}: p<.05 between each variable

Table 7. Changes in lumbar intervertebral angle according to the application of posteroanterior mobilization of 3rd lumbar (Unit:°, n=60)

Variable	LIA 1-2	LIA 2-3	LIA 3-4	LIA 4-5
Distance	2.86±2.29	3.37±1.97	2.76±3.09	2.48±3.32
F			1.123	
p			0.341	

**p<0.01

LIA : Lumbar Intervertebral Angle

3번째 허리뼈 후방-전방 관절가동술 적용 시 분절 움직임의 상관관계

3번째 허리뼈 후방-전방 관절가동술 적용 시 허리뼈 변위 상관관계를 확인한 결과 허리뼈의 모든 분절에서 양(+)의 상관관계를 나타내었으며 특히 2번째 허리뼈와 4번째 허리뼈에서 높은 상관관계를 보였다(Table 8). 또한 허리뼈 사이 거리를 앞과 뒤로 나누어 상관관계를 확인한 결과 허리뼈 사이 거리 앞쪽 인접 분절과 상위 분절에서 양(+)의 상관관계를 보였으며, 특히 3-4번째 허리뼈 사이 거리 앞쪽에서 가장 높은 양(+)의 상관관계($r=0.592$, $p=0.000$)를 보였다(Table 8). 하지만 허리뼈 사이 거리 뒤쪽에서는 상관관계를 보이지 않았다(Table 8).

허리뼈 사이 각도의 상관관계를 확인한 결과 3-4번째 허리뼈 사이 각도와 2-3번째 허리뼈 사이 각도에서 양의 상관관계를 보였으며 특히 3-4번째 허리뼈 사이 거리에서 가장 높은 양(+)의 상관관계 보였다(Table 8). 하지만 1-2번째 허리뼈 사이 각도와 4-5번째 허리뼈 사이 각도에서는 상관관계를 보이지 않았다. 허리뼈 앞굽이 각 변화량의 상관관계를 확인한 결과 허리뼈 앞굽이 각에서 양(+)의 상관관계를 보였다(Table 8). 또한 정상 허리뼈 앞굽이 각에서도 양(+)의 상관관계($r=0.462$, $p=0.000$)를 보였다(Table 8).

고찰

본 연구에서는 X-ray를 통해 3번째 허리뼈 후방-전방 관절가동술 적용 시 분절 움직임 차이를 확인하고 분절별 상관관계를 확인하고자 하였다. 후방-전방 관절가동술 적용 전·후 허리뼈의 모든 분절에서 일관된 움직임의 결과를 나타내었다. 후방-전방 관절가동술 적용 시 100 N 이상의 강한 압력을 받으면 허리뼈의 주변 근육, 가시사이인대, 관절주머니와 같은 물렁조직은 점탄성에 의해 일시적인 신장 상태에 놓이게 된다[16]. 허리뼈의 뒤쪽에 위치하고 있는 돌기관절은 관절주머니로 둘러싸여 있으며[17], 관절주머니의 두께는 평균적으로 2.4 mm이며 최대 3.2 mm이다[18]. 관절 주머니는 엘라스틴 섬유와 섬유 아세포가 포함된 콜라겐 섬유로 구성되어 있어서 힘이 가해지면 신장되어 허리뼈의 변위 및 시상면에서의 회전을 야기한다[19]. 본 연구의 실험결과 허리뼈 변위는 직접적으로 힘이 가해진 3번째 허리뼈에서 관절가동술 적용 전 24.51±2.18 cm에서 관절가동술 적용 후 27.65±2.08 cm로 가장 큰 변위를 나타내었다. 또한 3번째 허리뼈를 기준으로 가장 많은 변위를 보였던 인접 분절은 바로 윗분절인 2번째 허리뼈이었고 4번째 허리뼈, 1번째 허리뼈, 5번째 허리뼈 순서로 변위가 나타났다. 이런 결과는 돌기관절의 관절주머니와 물렁조직의 신장력의 증가가 직접적으로 힘을 적용한 3번째 허리뼈뿐만 아니라 인접한 다른 분절에도 영향을 미친

Table 8. Pearson's correlation analysis

	LD1	LD2	LD3	LD4	LD5	LIDV 1-2	LIDV 2-3	LIDV 3-4	LIDV 4-5	LIDD 1-2	LIDD 2-3	LIDD 3-4	LIDD 4-5	LIA 1-2	LIA 2-3	LIA 3-4	LIA 4-5	LLC
LD1	1																	
LD2	0.895**	1																
LD3	0.809**	0.951**	1															
LD4	0.680**	0.857**	0.927**	1														
LD5	0.513**	0.706**	0.815**	0.941**	1													
LIDV 1-2	0.162	0.129	0.257**	0.432**	0.466**	1												
LIDV 2-3	0.369**	0.452**	0.431**	0.310**	0.142	0.309*	1											
LIDV 3-4	0.244	0.482**	0.592**	0.591**	0.551	-0.175	0.109	1										
LIDV 4-5	0.073	0.179	0.148	0.591**	0.551**	0.387**	0.474**	0.048	1									
LIDD 1-2	0.125	0.078	0.139	0.101	0.246	0.150	0.118	0.114	0.017	1								
LIDD 2-3	0.238	0.024	-0.001	0.101	0.246	0.248	0.165	0.251	-0.056	0.463**	1							
LIDD 3-4	0.078	-0.008	0.009	-0.126	-0.106	0.067	-0.124	-0.105	0.076	-0.054	0.097	1						
LIDD 4-5	0.097	-0.006	-0.119	-0.289*	-0.332**	0.432**	0.000	-0.261*	0.217	0.069	0.171	0.665**	1					
LIA 1-2	0.044	0.000	0.170	0.297*	0.420**	0.739**	0.341**	-0.367**	0.429**	-0.269*	0.043	0.275*	0.547**	1				
LIA 2-3	0.259*	0.351**	0.356**	0.298*	0.146	0.024	0.670**	-0.070	0.707**	-0.069	-0.354**	-0.090	0.032	0.301*	1			
LIA 3-4	0.220	0.402**	0.446**	0.489**	0.410**	-0.109	0.206	0.684**	0.024	0.015	0.101	-0.716**	-0.657**	-0.285*	0.070	1		
LIA 4-5	-0.123	0.100	0.157	0.199	0.218	0.281*	0.250	0.406**	0.315*	0.037	-0.045	-0.583**	-0.598**	0.045	0.171	0.730**	1	
LLC	0.081	0.373**	0.462**	0.639**	0.682**	-0.234	0.371**	0.459**	0.199	-0.184	-0.281*	-0.067	0.018	-0.070	0.380**	0.266*	0.087	1

*p<0.05, **p<0.01

LD: Lumbar Displacement

LIDV : Lumbar Intervertebral Distance Ventral, LIDD : Lumbar Intervertebral Distance Dorsal

LIA : Lumbar Intervertebral Angle, LLC : Lumbar Lordotic Curve

것으로 사료되며 5번째 허리뼈의 변위가 가장 적었던 것은 5번째 허리뼈의 영치뼈에 대한 고정자 역할 때문으로 여겨진다.

허리뼈 사이 거리는 척추 사이 원반의 높이를 결정하는 중요한 요소이다. Fujiwara 등[20]은 허리뼈 사이 거리를 이용하여 척추의 사이원반 높이를 측정하였는데 상대적으로 허리뼈 사이원반의 높이가 낮은 분절은 시상면에서의 회전이 일어나지 않아 허리 사이원반 병변의 위험성을 높인다고 언급하였고, Kim[21]은 도수치료를 통해 허리뼈 사이 거리가 증가하는 것을 확인하였고 이를 토대로 허리 사이원반 병변 환자에게 도수치료가 효과적이라고 하였다. 본 연구에서 허리뼈 사이 거리는 허리뼈의 앞쪽과 뒤쪽으로 나누어서 전·후 차이를 비교하였다. 허리뼈 앞쪽 사이 거리에는 모든 분절에서 증가하였다. 2-3번째 허리뼈 앞쪽 사이 거리에서 가장 많은 변화를 나타내었으며 1-2번째 허리뼈 앞쪽 사이 거리, 3-4번째 허리뼈 앞쪽 사이 거리, 4-5번째 허리뼈 앞쪽 사이 거리 순으로 변화를 나타내었다. 또한 2~3번째 허리뼈 뒤쪽 사이 거리에서 감소하였지만, 다른 분절에서는 차이를 보이지 않았다. 3번째 허리뼈 가시돌기에 가해진 힘에 의해 허리뼈 몸통이 앞쪽으로 변위됨에 따라 3번째 허리뼈 윗돌기관절면은 상방 미끄러짐과 2번째 허리뼈의 아래돌기관절면의 하방 미끄러짐이 발생하여 돌기관절의 압박이 발생하게 된다. 이로 인하여 2번째 허리뼈 몸통 앞쪽과 3번째 허리뼈 몸통 앞쪽 거리는 상대적으로 증가하고 뒤쪽의 거리는 변화가 없었을 것으로 생각된다.

Kim 등[22]은 정상 한국인을 대상으로 허리뼈의 분절 움직임을 확인하기 위해 X-ray를 이용하여 바로 선 자세와 바로 선 자세에서 허리뼈 전방 굽힘을 비교하였고, 시상면에서 허리뼈 사이 각도는 4-5번째 허리뼈 사이에서 가장 많은 변화를 보였고, 5번째 허리뼈-1번째 영치뼈 사이 각도는 오히려 줄어들었다고 하였다. 이러한 결과는 뒤넙다리근의 장력에 의한 골반뼈의 회전 제한 때문이라고 하였고, 허리뼈의 상위분절의 움직임이 적은 원인은 등뼈의 뒤굽음에 의한 영향 때문이라 하였다. Kulig 등[14]은 허리뼈의 후방-전방 관절가동술 적용 시 허리뼈 사이 각도가 변화하였는데 적용 분절의 상위 분절에서는 2~4°의 각도 변화를 나타내었고 하위 분절로 갈수록 1~2°의 각도 변화를 나타내었다고 하였다. 이러한 변화는 관절가동술이 적용되는 힘의 방향이 뒤쪽에서 앞쪽으로 향하고 있으며 힘이 직접적으로 가해진 허리뼈의 하위 분절에서는 허리뼈 앞굽이 각도가 크고 영치뼈의 앞굽이 제한 때문에 허리뼈 사이 각도 변화가 적었던 것이라 생각된다. 본 연구에서도 허리뼈 사이 각도가 각 분절에서 변화를 나타내었다. 2-3번째

허리뼈 사이 각도에서 가장 많은 3.37°의 변화를 보였고 1-2번째 허리뼈 사이 각도에서 2.86°의 변화를 보였으며, 3-4번째 허리뼈 사이 각도에서 2.77°의 변화, 4-5번째 허리뼈 사이 각도에서 2.48°의 변화를 나타내었다. 이러한 결과는 후방-전방 관절가동술이 허리뼈 사이 거리의 변화를 나타내었고 허리뼈 뒤쪽 사이 거리의 변화가 더 이상 나타나지 않게 되면 허리뼈 앞쪽 사이 거리가 증가하여 시상면의 회전을 유발한다. 따라서 허리뼈 사이 각도가 증가하였다고 생각된다.

3번째 허리뼈의 후방-전방 관절가동술 적용에 따른 분절 움직임간의 상관성을 확인하기 위해 피어슨 상관관계 분석을 실시하였다. Goodsell 등[23]은 허리 전방 굽힘의 각도가 56° 미만인 대상자에게 1분 동안 후방-전방 관절가동술을 적용한 결과 관절가동범위 각도가 12% 증가가 있었음을 보고하였다. Shum 등[24]은 허리뼈 후방-전방 관절가동술이 기계적 수용체를 자극하여 통증 한계점과 교감신경의 반응의 변화로 인해 통증이 감소하고, 척추 주위 근육의 활동을 유발하여 허리뼈 굽힘과 폼의 관절가동범위가 개선되었다고 하였다. Kim 등[25]은 허리 사이원반 병변 환자의 허리뼈 사이 거리와 허리뼈의 시상면 회전이 상관성이 있다고 하였고, 허리뼈 사이 거리가 상대적으로 낮은 곳은 허리뼈의 시상면 회전이 일어나지 않고 허리 사이원반 병변의 위험성을 높인다고 하였다[20]. 본 연구에서는 3번째 허리뼈의 후방-전방 관절가동술이 모든 허리뼈 변위에 상관성을 보였으며 그중 3번째 허리뼈와 2번째 허리뼈에서 가장 높은 양(+)의 상관관계를 나타내었다. 이러한 결과는 직접적으로 힘이 가해진 분절과 인접한 분절뿐만 아니라 더 나아가 허리뼈 전체 관절가동범위에 영향을 줄 수 있음을 의미하는 것이다. 또한 허리뼈 사이 거리와 허리뼈 사이 각도의 분절간의 상관관계를 확인하였다. 그 결과 3번째 허리뼈를 기준으로 허리뼈 몸통 앞쪽 사이 거리와 허리뼈 사이 각도에서 상위 분절에서 상관성을 확인할 수 있었으며 그 중 3-4번째 허리뼈 사이 거리에서 가장 높은 양(+)의 상관관계를 나타내었다. 또한 허리뼈 사이 각도에서는 3번째 허리뼈의 인접분절인 2-3번째 허리뼈 사이, 3-4번째 허리뼈 사이에서 상관성을 나타내었고, 그중 3-4번째 허리뼈 사이에서 가장 높은 양(+) 상관관계를 나타내었다. 허리뼈 뒤쪽 사이 거리에서는 상관관계를 확인할 수 없었다. 이러한 결과에 의해 허리뼈 몸통 앞쪽 사이 거리가 증가한 반면 뒤쪽은 변화가 없어 허리뼈 사이 각도를 크게 만들었을 것으로 여겨진다.

본 연구의 제한점으로는 연구대상자가 20-50대 정상 성인이었기 때문에 본 연구의 결과를 허리 통증을 가진 환자에게 일반화시키기에는 부족함이 있다. 허리 통증을 가진 환자에게 후방-전방 관절가동술 적용 시 분절

움직임과 인접 분절 움직임을 확인하기 위해서는 다양 한 연령과 허리 통증으로 인하여 관절가동범위 제한이 있는 환자를 대상으로 연구가 필요할 것이며 연령에 따 른 결과 비교가 추후에 필요할 것으로 생각된다. 또한 후방-전방 관절가동술을 1회 실시하여 분절 움직임을 확인하였기 때문에 분절 움직임과 인접 분절 움직임으 로 인해 치료효과를 언급하기에 한계가 있는 것으로 생 각된다.

결론

본 연구의 결과는 3번째 허리뼈의 후방-전방 관절가 동술 적용 시 분절 움직임을 만들어 낼 때 허리뼈의 운 동학적 움직임을 확인 할 수 있었고 이를 통해 후방-전 방 관절가동술 적용이 직접적으로 힘이 가해진 분절뿐 만 아니라 인접한 분절의 운동학적 움직임을 유발하여 연쇄적으로 분절 움직임을 보여주고 있다. 이러한 연구 결과를 바탕으로 허리 통증을 가진 환자에게 관절가동 술을 치료적 중재로 시행할 때 간접적 접근을 통한 분 절 움직임이 치료적 효과를 유도하는데 중요한 역할을 할 수 있음을 시사한다.

Acknowledgement

본 논문은 2023년 경성대학교 오강오 박사학위논문 일부를 발췌된 연구임

참고문헌

1. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and insyability hypothesis. *J Spinal Disord.* 1992;5(4):390-397.
2. Hlaing SS, Puntumetakul R, Wanpen S, Boucaut R. Balance control in patients with subacute non-specific low back pain, with and without lumbar instability: a cross-sectional study. *Journal of pain research.* 2020;13:795.
3. Yang JM. The effect of thoracic joint mobilization on pain, disability, spine curvature, static balance, range of motion and proprioception in back pain patients with thoracic hypomobility. Dept. of Physical Therapy Graduate School, Daejeon University. 2016.
4. Sullivan MS, Shoaf LD, Riddle DL. The relation-ship of lumbar flexion to disability in patients with low back pain. *Physical therapy.* 2000;80(3):240-250.
5. Kaltenborn FM. *Manual Mobilization of the Joints: The Kaltenborn Method of Joint Examination and Treatment: Traction-Manipulation of the Extremities and Spine: Basic Thrust Techniques.* Norli. 2008.
6. Chiradejnant A, Maher CG, Latimer J. Objective manual assessment of lumbar posteroanterior stiffness is now possible. *Journal of manipulative and physiological therapeutics.* 2003;26(1):34-39.
7. Godges JJ, Mattson-Bell M, Thorpe D, Shah D. The immediate effects of soft tissue mobilization with proprioceptive neuromuscular facilitation on glenohumeral external rotation and overhead reach. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* 2003;33(12):713-718.
8. Loew M, Heichel TO, Lehner B. Intraarticular lesions in primary frozen shoulder after manipulation under general anesthesia. *Journal of shoulder and elbow surgery.* 2005;14(1):16-21.
9. Twomey LT. A rationale for the treatment of back pain and joint pain by manual therapy. *Physical Therapy.* 1992;72(12):885-892.
10. Maitland GD. *Vertebral manipulation.* 5th ed. Oxford: Butterworth-Heinemann. 1986.
11. Maitland GD. *Maitland's peripheral manipulation.* Butterworth-Heinemann. 2005.
12. Gross JM, Fetto J, Rosen E. *Musculoskeletal Examination,* 3rd Edition. John Wiley & Sons. 2015.
13. Mulligan BR. *Manual therapy. "nags", "Snags", "MWMs", etc* 4th edition. 2010:44-45.
14. Kulig K, Landel RF, Powers CM. Assessment of lumbar spine kinematics using dynamic MRI: a proposed mechanism of sagittal plane motion induced by manual posterior-to-anterior mobilization. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* 2004;34(2):57-64.
15. Yaver J. *Maitland's Peripheral Manipulation,* ed 4. *Physical Therapy.* 2007;87(1):118-119.
16. Lederman E. *Fundamentals of manual therapy: physiology, neurology, and psychology.* Churchill Livingstone. 1997.
17. Jaumard NV, Welch WC, Winkelstein BA. Spinal facet joint biomechanics and mechanotransduction in normal, injury and degenerative conditions.

- Journal of biomechanical engineering. 2011;133(7).
18. Sato SI, Oguma H, Murakami G, Noriyasu S. Morphometrical study of the joint surface and capsule of the lumbar zygapophysial joint with special reference to their laterality. *Okajimas folia anatomica Japonica*. 2002;79(1):43-53.
 19. Yamashita T, Minaki Y, Özaktay AC, Cavanaugh JM, King AI. A morphological study of the fibrous capsule of the human lumbar facet joint. *Spine*. 1996;21(5):538-543.
 20. Fujiwara A, Lim T-H, An HS, Tanaka N, Jeon C-H, Andersson GB, et al. The effect of disc degeneration and facet joint osteoarthritis on the segmental flexibility of the lumbar spine. *Spine*. 2000;25(30):36-44.
 21. Kim GJ. The effects of manual traction technique on pain, function and disc height of patients with chronic low back pain. Department of Rehabilitation Science Graduate School, Daegu University. 2018.
 22. Kim DS, Kim YM, Choi ES, Shon HC, Park KJ, Park GK, et al. Shape and Motion of Each Lumbar Segment in Normal Korean Adults. *Journal of the Korean orthopedic association*. 2008;43(5):595-600.
 23. Goodsell M, Lee M, Latimer J. Short-term effects of lumbar posteroanterior mobilization in individuals with low-back pain. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2000;23(5):332-342.
 24. Shum GL, Tsung BY, Lee RY. The immediate effect of posteroanterior mobilization on reducing back pain and the stiffness of the lumbar spine. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2013;94(4):673-679.
 25. Kim KT, Park S W, Kim Y B. Disc height and segmental motion as risk factors for recurrent lumbar disc herniation. *Spine*. 2009;34(24):2674-2678.