

## 요통 환자와 정상인의 자세에 따른 체간 위치 오류 비교

육군창 · 한진태 · 신현숙<sup>1</sup> · 이호건<sup>2</sup> · 박래준<sup>3</sup>

대구대학교 대학원 재활과학과 물리치료전공,  
보강병원 물리치료실<sup>1</sup>, 대구우리들병원 척추건강치료실<sup>2</sup>,  
대구대학교 재활과학대학 물리치료학과<sup>3</sup>

### The Comparison of Trunk Repositioning Errors in Individuals with and without Low Back Pain at Different Postures

Goon-chang Yuk, P.T., M.S., Jin-tae Han, P.T., M.S., Hyun-suk Shin, P.T.<sup>1</sup>,  
Ho-geon Lee, P.T.<sup>2</sup>, Rea-joon Park, P.T., Ph.D.<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup>*Department of Physical Therapy, Bogang Hospital*

<sup>2</sup>*Department of Physical Therapy, Daegu Wooridul Spine Hospital*

<sup>3</sup>*Department of Physical Therapy, Collage of Rehabilitation Science, Daegu University*

#### <Abstract>

**Purpose** : The purpose of this study was to compare trunk repositioning errors between subjects with and without low back pain in sitting and standing.

**Methods** : Total 81 participants were recruited who consisted of 41 subjects with low back pain and 40 normal subjects. The subjects were instructed to replicate the predetermined target positions of the trunk toward upright and 30° flexion in sitting and standing. During each of movement, digital inclinometer was used to measure the angular movement of T<sub>12</sub> spinal process. Repositioning error was calculated as the absolute difference between the predetermined target positions and replicated target positions.

**Results** : In subjects with low back pain, upright repositioning error was 1.26°±0.14° in sitting and 1.55°±0.24° in standing, and 30° flexion repositioning error was 3.23°±0.33° in sitting and 5.50°±0.50° in standing. In subjects without low back pain, upright repositioning error was 1.38°±0.15° in sitting and 1.67°±0.18° in standing, and flexion repositioning error was 2.61°±0.28° in sitting and 3.70°±0.52° in standing. It was demonstrated that flexion repositioning error increased significantly in standing position. In subjects with low back pain, 30° flexion repositioning error was significantly higher in standing than in sitting.

**Conclusion** : The repositioning error of subjects with low back pain increased during flexion and it implies that some aspects of proprioception are decreased in subjects with low back pain. Therefore, it will be emphasis that a clinical trial to increase the trunk flexion stability of subjects with low back pain in standing.

**Key Words** : Reposition error, Trunk flexion, Proprioception

## I. 서 론

요통은 인간이 생애를 통해 가장 보편적으로 경험하게 되는 질환의 하나이며, 지난 수십 년 동안 많은 연구자들이 요통의 기전에 대해서 관심을 기울여 왔다. 근육, 관절, 피부의 수용기들로부터 전달되는 고유수용성감각 정보들은 신체의 움직임을 조절하기 위한 필수적 요소이다(Lephart와 Fu, 2000). 만성 요통 환자들의 고유수용성감각이 떨어진다는 가정 하에 고유수용성감각을 증진시키기 위한 척추 치료 프로그램들이 임상에서 널리 이용되고 있으며, 또한 요통 환자들의 신경근 조절 저하를 알아보기 위한 여러 가지 방법들도 제시되고 있다(Richardson 등, 1999).

고유수용성감각을 알아보기 위한 가장 일반적인 방법은 공간상에서 신체분절의 상태와 움직임을 인식하는 위치 감각(position sense)과 움직임 감각(movement sense)을 이용하는 것이며, 이를 이용한 일반적인 검사는 관절 각도나 위치를 재현하도록 해서 그 오류를 측정하는 위치 감각 검사이다(Newcomer 등, 2000a; Newcomer 등, 2000b). 이는 목표 위치(target position)를 설정한 후 그 위치를 재현하도록 해서 목표 위치와 대상자가 시도한 위치 간에 나타나는 차이를 통해 감각 이상의 유무를 알아보는 것이다(Allison과 Fukushima, 2003; Swinkels와 Dolan, 1998). 척추의 고유수용성감각을 측정하기 위해서는 전자측각계(Ng 등, 2001)와 비디오, 동작추적시스템을 이용하고 있다(Lehman, 2004). 물리 치료사들은 흔히 요통 환자의 요추 능동 관절가동범위를 측정한 후 이 범위와 환자의 장애 정도를 규명하려고 했으나 척추의 관절가동범위와 움직임에 대한 연구에서 관절가동범위와 척추 장애는 연관성이 낮은 것으로 나타났고 치료의 목표를 관절가동범위 증가에만 두는 것은 맞지 않다고 했다

(Sullivan 등, 2000). 따라서 척추 움직임의 양적인 평가 보다는 질적인 평가에 더 많은 관심을 보였으며, 특히 체간의 고유수용성감각을 알아보기 위해서 체간의 정확한 움직임 감지와 위치 유지를 위한 체간의 운동 조절에 대한 연구들이 많이 이루어지고 있다. 척추의 관절 위치 오류를 찾으려는 시도로 체간의 굴곡과 신전, 외측 굴곡을 이용하였으며(Feipel 등, 2003; Newcomer 등, 2000a; Newcomer 등, 2000b; Lam 등, 1999; Swinkels와 Dolan, 1998), 주로 요통 환자들의 체간 굴곡에서 관절 위치 오류의 유의한 차이를 볼 수 있었다. 그러나 체간 움직임은 척추 각 분절들의 움직임이 복합되어 이루어진 것이며, 또한 체간은 골반이나 하지와 연결되어 있기 때문에 이들로부터의 추가적인 감각 정보 입력을 배제하고 순수하게 체간만의 고유수용성감각 손상을 알아보는 것은 쉽지 않으며(Newcomer 등, 2000a), 측정 방법의 신뢰에 대한 의견이 일치하지 않고(Koumantakis 등, 2002; Lehman, 2004), 따라서 요통 환자들의 고유수용성감각에 대한 지식의 정도는 제한적인 편이다.

특정 위치로 머리를 돌린 후 중립위로 원위치 시켰을 때 보여지는 위치 감각의 차이를 이용하여 경추의 고유수용성감각 저하를 확인하는 연구가 이루어졌으며(Revel 등, 1991), 요추에서도 이와 유사한 방식으로 요통(Brumagne 등, 2000; Lam 등, 1999; Newcomer 등, 2000a; O'Sullivan 등, 2003), 자세(Gill과 Callaghan, 1998), 체간 움직임 각도(Feipel 등, 2003; Swinkels와 Dolan, 2000), 골반 경사(Descarreaux 등, 2005; Fontana 등, 2005)에 따른 고유수용성감각의 차이를 찾는 연구들이 시도되었다. 여러 연구들에서 만성 요통 환자들의 위치 감각과 자세 조절도 손상되어 있음을 볼 수 있었다(Leinonen 등, 2002; Radebold 등, 2001). 그러나 또 다른 연구에서는 관절 위치 오류의 유의한 차이가 없다고 했다(Newcomer 등,

2000a). 또한 추간판 탈출 때문에 수술을 받은 환자들은 대상으로 체간의 위치 감각과 부척추근의 기능을 연구해 보았을 때, 환자들은 정상인에 비해 자세 조절과 요추 인식 능력이 현저하게 떨어져 있었지만(Leinonen 등, 2003), 중증도 이하의 강직성 척추염 환자들의 위치 감각은 손상되지 않은 것으로 알려졌으며(Swinkels와 Dolan, 2004a; Swinkels와 Dolan, 2004b), 남녀의 성별도 체간의 위치 감각에 영향을 미치지 않았다고 보고되었다(김재현과 배성수, 2003; Newcomer 등, 2000b). 근피로(Taimela 등, 1999), 진동(Brumagne 등, 1999; Fontana 등, 2005), 그리고 보조기(McNair와 Heine, 1999; Newcomer 등, 2001)가 요추의 고유수용성감각에 영향을 미치는가에 대한 연구도 이루어졌다. 척추 위치 감각이 척추 움직임 범위의 크고 작음에는 영향을 받지 않는다고 했지만(Swinkels와 Dolan, 2000), 하지의 상태에 따라 체간의 위치 감각 정확성이 달라진다고 했다(Allison과 Fukushima, 2003). 요통 환자와 정상인을 대상으로 굴곡과 신전, 외측굴곡을 할 때 보여진 체간 근육의 동원 패턴에 대한 연구에서 요통 환자들의 체간 근육 동원 전략은 정상인과 차이를 보이고 있었다(van Dieen 등, 2003). 또한 시각적 정보를 차단한 균형 비교에서도 요통 환자들의 운동 조절 기능은 정상인과 차이를 보였다(Mientjes와 Frank, 1999; Popa 등, 2007).

선 자세와 앉은 자세는 일상생활에서 기능적인 활동을 위해 자주 취하는 자세들이다. 앉은 자세에서는 체간과 전정기관 위주의 감각정보로 자세를 유지하지만, 선 자세에서는 자세 유지나 움직임에 가지기 위해서 체간과 전정기관으로부터의 감각정보 뿐만 아니라 하지로부터의 체성감각정보도 필요로 함으로써 좀 더 복잡한 자세 조절을 필요로 할 것이다. 기존의 연구들에서 척추의 고유수용성감각 손상 유무를 알아보기 위해 여러 자세에서 척추의 관절 위치를 이용한 시도들이 있었지만 동일한 대상자를 상대로 선 자세와 앉은 자세 간의 관절 위치 오류를 비교한 연구는 없었다.

따라서 본 연구의 목적은 다음과 같다. 첫째, 앉거나 선 자세에 따라 보여 지는 체간 정위(upright)와 굴곡의 위치 오류 차이를 알아본다. 둘째, 요통

유무에 따른 체간 정위와 굴곡의 위치 오류 차이를 알아본다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상 및 기간

대상자는 아래의 선정기준에 해당하고 본 연구의 취지를 이해하고 참여하겠다고 동의한 다양한 연령대의 최근 3개월 사이 요통을 경험하고 있는 환자 41명과 최근 6개월 동안 요통을 경험하지 않은 대상자 40명이었으며 총 81명을 대상으로 실시하였다.

실험에 참여한 환자들은 MRI와 근전도 검사를 통해 척추전문의들로부터 추간판 탈출 및 퇴행 질환을 진단받은 이들로 선정하였다. 참가자의 나이, 성별, 체중, 신장, 척추질환 진단명과 기타 의학적 병력은 설문지와 환자 진료기록지를 통해 제공받았다. 척추 구조의 불안정성이나 변형을 보이는 자, 외과적 척추 수술을 받은 이들과 전정기관과 신경학적 손상을 보이는 환자들, 그리고 통증이 심하여 측정 각까지 움직이는데 어려움이 있는 환자들은 실험에서 제외하였다.

### 2. 실험 방법

#### 1) 실험 도구

(1) 요통 환자들의 통증 정도를 측정하기 위해 시각적 상사 척도(visual pain scale, VAS)를 이용하였다.

(2) 통증으로 인한 실제 생활에서의 불편함을 자료화하기 위해 Oswestry 장애 지수(Oswestry disability index) 2.0 한국어판 설문지를 작성하도록 했다(Kim 등, 2005).

(3) 체간의 위치 감각을 검사하기 위해 흉추 12번(T<sub>12</sub>) 극돌기에 표시를 한 후 앉은 자세와 선 자세에서 정위와 30° 체간 굴곡을 측정하였으며, 이를 위해 1° 단위로 각도 측정이 가능한 디지털 측각계(Saunders digital inclinometer)를 사용하였다.

#### 2) 실험 절차

본 연구에서는 요통 환자들과 정상인들을 대상으로 체간의 위치 오류를 측정하기 위해 앉은 자세와 선 자세에서 정위와 30° 체간 굴곡을 목표 각으로 설정한 후 각각 3회씩 반복 재현하여 그 오차를 알아보았다.

측정-재측정 간의 일관성을 유지하기 위해 물리치료사 한 명이 측정에 임하였다(Billis 등, 2003). 의복으로 인한 감각 자극을 최소화하기 위해 가급적 대상자의 복장은 간소하게 갖추도록 했으며, 대상자의 양쪽 장골능 상부를 연결한 선을 L4-5 요추 극돌기의 기점으로 삼아 축진으로 T12 극돌기를 찾아 펜으로 표시를 했다. 측정은 앉은 자세와 선 자세에서 실시하였다.

(1) 앉은 자세에서의 체간 굴곡 각 측정

대상자에게 높낮이가 조정된 등받이가 없는 의자에 앉아 두 발을 어깨 넓이로 벌리도록 한 후 시각적 정보를 차단하기 위해 안대를 착용시켰다. 허리를 편하게 펴서 정위를 유지하도록 하여 T<sub>12</sub> 극돌기의 각을 측정하여 정위 목표 각으로 설정했다. 또한 통증이 발생하지 않는 범위 내에서 체간을 30°로 굴곡하도록 한 후 이 각을 체간 굴곡 목표 각으로 설정했다. 선 자세에서 정위 목표 각과 30° 굴곡 각을 각각 5초간 기억하도록 한 후 편안한 속도로 이 각들을 3회 반복하도록 하여 그 각들을 디지털 측각기로 측정하였다.

(2) 선 자세에서의 체간 굴곡 각 측정

대상자에게 편안하게 허리를 바르게 펴고 두 발을 어깨 넓이로 벌리도록 했고, 시각적 정보를 차단하기 위해 대상자에게 안대를 착용 시켰다. 두 손은 가슴위로 포개어서 체간에 고정시켰다. 선 자세에서 정위를 유지하도록 한 후 T<sub>12</sub> 극돌기의 각을 측정하여 그 각을 정위 목표 각으로 설정했다. 또한 통증이 발생하지 않는 범위 내에서 슬관절 신전을 유지

하며 체간을 30°로 굴곡하도록 한 후 이 각을 굴곡 목표 각으로 설정했다. 선 자세에서 정위 목표 각과 30° 굴곡 각을 각각 5초간 기억하도록 한 후 편안한 속도로 이 각들을 3회 반복하도록 하여 그 각들을 디지털 측각기로 측정하였다.

(3) 반복 순서와 측정 각

학습 또는 순서에 따른 영향을 배제하기 위해 자세의 순서는 무작위로 하여 일부는 앉은 자세부터 측정을 실시했고, 나머지는 선 자세부터 측정을 실시했다. 그리고 자세를 변경할 때는 측정 사이에 5분간의 휴식을 두어 학습효과를 줄였다. 각 자세에서 정위 목표 각과 굴곡 목표 각을 기준으로 편안한 속도로 3회씩 동작을 반복하도록 하여 측정하였다. 목표 각과 3회 반복 측정된 평균 각, 그리고 목표 각과 3회 반복 측정된 오차 각들의 절대 값 평균을 산출하여 통계에 활용하였다.

3. 분석 방법

수집된 자료는 SPSS(version 12.0)를 이용하여 통계 처리하였다. 성별 및 연령, 신장과 체중에 대한 집단 간의 유의성 차이 검정은 독립표본 t-검정을 실시하였다. 집단 내의 위치별 오류를 비교하기 위해 대응비교 t-검정을 실시하였고, 집단 간의 위치별 오류의 차이를 비교하기 위해 독립표본 t-검정을 실시하였다. 통계학적 유의수준 p는 0.05로 하였다.

III. 결 과

1. 연구 대상자들의 일반적인 특징

본 실험에 참여한 대상자는 총 81명이었고, 요통군은 41명이었으며 대조군은 40명이였다. 대상자의

Table 1. Characteristics of low back pain group and control group, mean and SE

	LBP group (n=41)	Control group (n=40)	p
Sex(male/female)	26 / 15	19 / 21	.10
Age(yr)	39.42±2.05	36.28±2.32	.28
Height(cm)	166.81±1.41	167.83±1.40	.80
Weight(kg)	66.63±1.50	62.68±1.58	.81

요통 환자와 정상인의 자세에 따른 체간 위치 오류 비교

Table 2. VAS and Oswestry disability index, mean and SE

	Mean	SE
VAS	4.93	±0.31
Oswestry disability index (%)	24.01	±1.75

성별은 남성 45명, 여성 36명이였다. 평균 연령과 표준오차는 요통군이 39.42±2.05세로 범위는 20~67세까지였으며, 대조군은 36.28±2.32세로 범위는 20~66세의 분포를 보였다. 대상자들의 평균 신장은 요통군이 166.81±1.41cm, 대조군이 167.83±1.40cm 이였다. 대상자들의 평균 체중은 요통군이 66.63±1.50kg, 대조군은 62.68±1.58kg이였다(Table 1).

요통군의 시각적 상사 척도 평균은 4.93±0.31이었고, Oswestry 장애 지수 평균은 10.81점으로 24.01±1.75%이였다(Table 2).

## 2. 앉은 자세와 선 자세에서의 목표 각, 평균 각, 위치 오류 각

앉은 자세와 선 자세에서 요통군과 대조군의 목표 각, 평균 각, 재위치 오류 각의 평균과 표준오차는 다음과 같다.

요통군의 앉은 자세에서의 정위 목표 각은 -5.73°±0.63°이었고, 굴곡 목표 각은 30°이였다. 그리고 선 자세의 정위 목표 각은 -11.56°±0.76°이었고, 굴곡 목표 각은 30°이였다. 대조군의 앉은 자세에서의 정위 목표 각은 -7.20°±0.67°이었고, 굴곡 목표 각은 30°이였다. 그리고 선 자세의 정위 목표 각은 -12.53°±0.93°이었고, 굴곡 목표 각은 30°이였다(Table 3).

요통군과 대조군이 3회 반복 실시하여 측정된 각의 평균과 표준오차는 다음과 같다. 요통군의 앉은 자세에서의 정위 각 평균은 -5.95°±0.61°이었고, 30°굴곡 각 평균은 30.69°±0.57°이였다. 그리고 선 자세에서의 정위 각 평균은 -11.60°±0.79°이었고, 30°굴곡 각 평균은 33.19°±0.84°이였다. 대조군의 앉은 자세에서의 정위 각 평균은 -7.26°±0.69°이었고, 30°굴곡 각 평균은 30.63°±0.48°이였다. 그리고 선 자세에서의 정위 각 평균은 -13.04°±0.96°이었고, 30°굴곡 각 평균은 31.85°±0.61°이였다(Table 4).

요통군과 대조군이 앉은 자세와 선 자세에서 각각 3회씩 반복 실시한 각들과 목표 각의 오차들을 절대 값으로 바꾼 후 얻은 재위치 오류 각의 평균과 표준오차는 다음과 같다. 요통군의 앉은 자세에서의 정위 오류 각 평균은 1.26°±0.14°이었고, 30°굴곡 오류 각 평균은 3.23°±0.33°이였다. 그리고 선

Table 3. Target angle in sitting and standing, mean and SE

Unit: °

	Sitting		Standing	
	Upright	Flexion	Upright	Flexion
LBP group	-5.73±0.63	30.00	-11.56±0.76	30.00
Control group	-7.20±0.67	30.00	-12.53±0.93	30.00

Table 4. Upright and 30° flexion in sitting and standing, mean and SE

Unit: °

	Sitting		Standing	
	Upright	Flexion	Upright	Flexion
LBP group	-5.95±0.61	30.69±0.57	-11.60±0.79	33.19±0.84
Control group	-7.26±0.69	30.63±0.48	-13.04±0.96	31.85±0.61

Table 5. Repositioning errors in sitting and standing, mean and SE

Unit: °

	Sitting		Standing	
	Upright	Flexion	Upright	Flexion
LBP group	1.26±0.14	3.23±0.33	1.55±0.24	5.50±0.50
Control group	1.38±0.15	2.61±0.28	1.67±0.18	3.70±0.42

자세에서의 정위 오류 각 평균은  $1.55^\circ \pm 0.24^\circ$ 이었고,  $30^\circ$  굴곡 오류 각 평균은  $5.50^\circ \pm 0.50^\circ$ 이었다. 대조군의 앉은 자세에서의 정위 오류 각 평균은  $1.38^\circ \pm 0.15^\circ$ 이었고,  $30^\circ$  굴곡 오류 각 평균은  $2.61^\circ \pm 0.28^\circ$ 이었다. 그리고 선 자세에서의 정위 오류 각 평균은  $1.67^\circ \pm 0.18^\circ$ 이었고,  $30^\circ$  굴곡 오류 각 평균은  $3.70^\circ \pm 0.42^\circ$ 이었다(Table 5).

### 3. 요통군과 대조군 내의 앉은 자세와 선 자세 간의 위치별 오류 비교

요통군과 대조군 내의 앉은 자세와 선 자세에 따른 각 위치별 오류 비교는 다음과 같았다(Table 6). 요통군의 앉은 자세와 선 자세 간의 정위 위치 오류를 비교했을 때 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ). 그러나 요통군의 앉은 자세와 선 자세 간의 굴곡 위치 오류는 통계학적으로 매우 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 대조군의 앉은 자세와 선 자세 간의 정위 위치 오류를 비교했을 때 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ).

그러나 대조군의 앉은 자세와 선 자세 간의 굴곡 위치 오류는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 따라서 두 군 모두 앉은 자세에 비해 선 자세에서 더 많은 굴곡 오류를 보였다.

### 4. 요통군과 대조군 간의 위치별 오류 비교

요통군과 대조군 간에 앉은 자세와 선 자세에 따른 위치별 오류 비교는 다음과 같았다(Table 7). 앉은 자세에서의 정위 오류는 요통군이  $1.26^\circ \pm 0.14^\circ$ , 대조군이  $1.38^\circ \pm 0.15^\circ$ 로 통계학적으로 유의한 차이가 없었다( $p > 0.05$ ). 앉은 자세에서의  $30^\circ$  굴곡 오류는 요통군이  $3.23^\circ \pm 0.33^\circ$ , 대조군이  $2.61^\circ \pm 0.28^\circ$ 로 통계학적으로 유의한 차이가 없었다( $p > 0.05$ ). 선 자세에서의 정위 오류는 요통군이  $1.55^\circ \pm 0.24^\circ$ , 대조군이  $1.67^\circ \pm 0.18^\circ$ 로 통계학적으로 유의한 차이가 없었다( $p > 0.05$ ). 선 자세에서의  $30^\circ$  굴곡 오류는 요통군이  $5.50^\circ \pm 0.50^\circ$ , 대조군이  $3.70^\circ \pm 0.42^\circ$ 로 통계학적으로 매우 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 따라서 요통군이 대조군에 비해 선 자세에서 더 많은 굴곡 오류

Table 6. The comparison of repositioning errors between sitting and standing in LBP group and control group, mean and SE

		Mean	SE	p
LBP group	SiN - StN	0.29	0.26	.28
	SiF - StF	2.27	0.58	.000**
Control group	SiN - StN	0.29	0.26	.27
	SiF - StF	1.09	0.49	.03*

Unit: °

SiN: Upright error in sitting  
SiF: 30° flexion error in sitting  
qStN: Upright error in standing  
StF: 30° flexion error in standing

\*:  $p < 0.05$  \*\*:  $p < 0.01$

Table 7. The comparison of each repositioning errors between LBP group and control group, mean and SE

	LBP group	Control group	p
SiN	$1.26 \pm 0.14$	$1.38 \pm 0.15$	.57
SiF	$3.23 \pm 0.33$	$2.61 \pm 0.28$	.15
StN	$1.55 \pm 1.54$	$1.67 \pm 0.18$	.69
StF	$5.50 \pm 0.50$	$3.70 \pm 0.42$	.007**

Unit: °

SiN: Upright error in sitting  
SiF: 30° flexion error in sitting  
StN: Upright error in standing  
StF: 30° flexion error in standing

\*:  $p < 0.05$  \*\*:  $p < 0.01$

를 보였다.

#### IV. 고 찰

본 연구에서는 41명의 요통 환자와 40명의 정상인을 대상으로 앉은 자세와 선 자세에서의 정위 오류 각과 체간 굴곡 오류 각을 비교하였고, 요통유무와 자세에 따라 나타난 체간 위치 오류 각의 차이를 통해 체간의 고유수용성감각을 알아보았다. 요통 환자들의 통증 수준과 통증으로 인한 일상생활 동작에서 불편함을 수치화하기 위해 시각적 상사 척도와 Oswestry 장애 지수 설문지를 이용했으며, 체간 움직임에 따른 오류 각을 측정하기 위해 디지털 측각계를 이용하였다. 앉은 자세와 선 자세에서  $T_{12}$ 의 정위와 체간 위치 오류의 차이를 더 명확히 보기 위해 내적 범위에 속하는  $30^\circ$  체간 굴곡을 목표 각으로 지정한 후 각각의 움직임을 선 자세와 앉은 자세에서 3회씩 반복하여 절대 오차각의 평균값을 비교 분석하여 다음과 같은 결과가 나왔다.

본 연구에서는 앉은 자세에서 요통군의 정위 오류 각과 굴곡 오류 각은  $1.26^\circ \pm 0.14^\circ$ 와  $3.23^\circ \pm 0.33^\circ$ 로 나왔으며, 대조군의 정위 오류 각과 굴곡 오류 각은  $1.38^\circ \pm 0.15^\circ$ 와  $2.61^\circ \pm 0.28^\circ$ 로 나왔다. 그리고 선 자세에서 요통군의 정위 오류 각과 굴곡 오류 각은  $1.54^\circ \pm 1.54^\circ$ 와  $5.50^\circ \pm 0.50^\circ$ 로 나왔으며, 대조군의 정위 오류 각과 굴곡 오류 각은  $1.67^\circ \pm 0.18^\circ$ 와  $3.70^\circ \pm 2.66^\circ$ 로 나왔다.

본 연구에서 체간 굴곡 오류는 체간 정위 오류보다 높게 나타났고, 앉은 자세보다는 선 자세에서 유의하게 높았다. 그리고 요통 환자와 정상인들의 체간 정위 오류는 선 자세와 앉은 자세에서 별다른 차이를 보이지 않았지만, 요통 환자와 정상인들의 체간 굴곡 오류는 선 자세에서 앉은 자세보다 더 큰 차이를 보였다. 선 자세에서 앉은 자세보다 더 높은 굴곡 오류가 보이는 것은 아마도 선 자세가 앉은 자세보다 더 높은 수준의 균형과 운동 조절을 요하기 때문인 것으로 생각되어 진다. 특히 요통 환자들이 선 자세에서 더 높은 수준의 체간 굴곡 오류를 보였는데, 통증 자체의 직접적인 영향 보다는 체간 위치 감지력 저하나 근육 안정화가 충분치 않

기 때문인 것으로 보여 진다. 또한 요통 환자와 정상인의 평균 전체 측정 범위가 앉은 자세에서는  $-5.95^\circ \sim 30.69^\circ$ 와  $-7.26^\circ \sim 30.63^\circ$ 이었고, 선 자세에서는  $-11.32^\circ \sim 33.19^\circ$ 와  $-13.04^\circ \sim 31.85^\circ$ 로 통계학적으로 유의한 정도는 아니었지만 전반적으로 요통 환자들의 측정 범위가 정상인에 비해 전방으로 약간 굴곡 된 경향을 보였으며, 이는 요통 환자들의 자세 조절이 정상인과 차이를 보인다고 볼 수 있다. 그리고 일부 요통 환자들의 경우에 있어서는 오히려 정상인보다 더 정확한 수준의 위치 감각과 조절을 보이기도 했는데 아마도 이는 개개인의 운동 조절 능력에 의한 영향인 것으로 추정된다.

자세 조절을 위해서는 시각, 전정, 체성감각 정보를 필요로 하며, 요통 환자들의 균형 능력이 정상인들에 비해 떨어진다는 연구 보고들이 있었다. Mientjes와 Frank(1999)는 시각과 전정기관, 체성감각의 제공을 다르게 한 연구에서 선 자세에서 시각적 정보를 차단한 체간 전방 움직임시 정상인과 요통 환자들 간에 균형 능력에 차이가 보인다고 했다. 그리고 Popa 등(2007)의 연구에서는 선 자세에서 요통 환자와 정상인의 신체 움직임에 따른 자세 안정성 조절을 비교하였는데, 요통 환자들은 자세를 유지하기 위해 정상인들과는 다른 운동 조절 전략을 사용할 수 있었으며, 이는 아마도 감각 통합 과정의 정확성이 떨어지기 때문인 것이라 했다. 시각적 정보를 차단한 본 연구에서도 선 자세에서 요통 환자들의 전방 굴곡 오류가 높게 나타났으며, 이는 난이도가 있는 과제 수행 시에 요통 환자들이 안정적인 자세 조절에 어려움을 가지는 것으로 볼 수도 있다.

Swinkes와 Dolan(1998)의 연구는 정상인을 대상으로 선 자세에서 최대 범위의 굴곡과 외측 굴곡을 실시 한 후 그 각의 50%와 정위를 재현하도록 하여  $T_1$ ,  $T_7$ ,  $L_1$ ,  $S_2$ 의 각을 측정하였다. 시상면 상에서 네 지점의 평균 정위 오류 각들의 평균은  $3.79^\circ$ , 굴곡 오류 각들의 평균은  $5.27^\circ$ 로 나왔으며, 2주 후에 반복 실시한 측정에서도 비슷하게 나왔다. 특히 시상면 상에서  $L_1$ 의 평균 정위 오류 각은  $2.25^\circ$ , 평균 굴곡 오류는  $4.57^\circ$ 이었다. 같은 연구자의 다른 연구(Swinkels와 Dolan, 2000)에서도 최대 범위 1/3

지점(33.25°)의 L<sub>1</sub> 평균 정위와 굴곡 오류 각이 1.86°와 3.31°로 T<sub>12</sub>의 굴곡 오류를 비교한 본 연구와 유사한 결과가 나왔다.

고유수용성각이 손상되면 관절 면에 비정상적인 부하가 가해지고 퇴행성 질환이 발생하게 되는 것은 이미 잘 알려져 있다. 심지어 아주 작은 위치 감각의 오류에 의해서도 척추 조직에 반복적인 과부하와 손상이 올 수도 있다(Richardson 등, 1999). Newcomer 등(2000a, 2000b, 2001)의 연구에서는 다양한 증상의 요통을 따로 분류하지 않고 포괄적인 비특이성 만성 요통 환자들을 대상으로 하였기에 그 결과가 제한적인 수밖에 없었다. 따라서 본 연구에서는 대상자를 추간판 질환을 진단받은 자로 제한하였고 요추관절이 불안정한 대상자들은 제외하였다. 선 자세에서 요통 환자와 정상인들의 평균 굴곡 오류 각은 5.50°와 3.70°으로 두 집단 간에 유의한 차이를 보였지만, 앉은 자세에서 요통 환자와 정상인의 평균 굴곡 오류 각은 3.23°과 2.61°로 두 집단 간의 굴곡 오류는 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 척추관절이 불안정한 환자와 정상인을 대상으로 한 O'Sullivan 등(2003)의 연구에서 척추관절이 불안정한 환자들의 굴곡 오류가 앉은 자세에서 유의하게 높게 나왔다. 이들은 그 원인을 관절의 퇴행과 더불어 관절을 안정시켜 주는 근육들의 운동 조절 결핍으로 인한 것으로 추정했으며, 이 결과를 통해 요추 관절이 불안정한 환자들을 위한 척추의 고유수용성각 재훈련이 필요하다고 주장했다.

본 연구에서 앉은 자세와 선 자세에서의 정위 오류 각은 요통군이 1.26°과 1.55°이었고, 대조군은 1.38°과 1.67°이었다. 통계학적으로 유의한 정도는 아니지만 정위에서는 정상인들의 오류가 오히려 더 크게 나타났다. 이는 요통 환자와 정상인을 대상으로 한 Newcomer 등(2000b)의 연구 결과와 일치했으며, 이들은 요통 환자들의 신전 오류가 오히려 낮게 나타난 것에 대해 그 이유를 쉽게 설명하지는 못하였지만 아마도 척추후 관절의 기계적 수용기들의 활성 때문으로 간주했었다.

Gill 등(1998)은 1년 이상 된 만성 요통 환자와 정상인들의 요추 위치 감각을 비교하였는데, 이들은 주변 관절로부터의 감각 정보 제공을 최소화하고

요추 위주의 위치 감각을 알아보기 위해 네발 기기 자세와 선 자세에서 요추 20° 굴곡을 10회 반복한 후 위치 오류를 관찰하였다. 굴곡 오류 평균이 네발 기기 자세에서는 요통 환자는 8.07°, 정상인은 5.64°이었고, 선 자세에서는 요통 환자가 6.71°, 정상인이 4.45°로 요통 환자들의 오류 평균 값이 정상인에 비해 유의하게 차이를 보였다. 그리고 두 자세 차이에 의한 오류는 통계적으로 유의한 정도는 아니었지만 정상인이 요통 환자들에 비해 좀 더 정확함을 보여주었고, 네발기기 자세보다는 선 자세에서 정확성이 약간 높게 나타났다. 이는 선 자세에서는 요추뿐만 아니라 발바닥과 고관절의 고유수용성 정보, 그리고 전정기로부터의 정보가 추가적으로 제공되기 때문인 듯하다.

Newcomer 등(2000a)은 최대 가동범위의 50%를 목표 각으로 설정한 후 선 자세에서 체간 굴곡, 신전, 외측 굴곡과 회전의 오류 각을 알아보았으나 유의한 차이를 찾지 못했다. 그러나 골반과 다리를 고정시키고 실시한 다른 연구(Newcomer 등, 2000b)에서 체간의 굴곡에서만 유의한 차이를 발견할 수 있었다. Newcomer 등(2001)은 요추 지지대를 2시간 착용한 후 실시한 측정에서 요통 환자들의 굴곡과 신전, 우측 굴곡 재위치 오류가 낮아짐을 볼 수 있었다. 이들은 요추 지지대가 요통 환자들에게만 임상적으로 유용할 것으로 보았으며, 체간 근육의 활성을 저하시킬 수 있으므로 장기적인 사용은 권유하지 않았다.

체간의 움직임 범위 정도와 위치 감각의 정확성을 비교한 연구들이 있었다. Allison과 Fukushima(2003)는 체간의 위치 감지 정확성이 전체 가동범위 중에서 외적 범위보다 내적 범위에서 더 떨어진다고 했다. 그리고 체간 움직임 시 슬관절을 굴곡하게 되면 신전한 상태보다 하지로부터의 감각정보들이 더 많이 제공됨으로 인해 정확성이 높아진다고 했다. 반면에 Swinkels와 Dolan(2000)은 정상인을 대상으로 척추 전체의 움직임을 3개의 영역으로 나눈 후 선 자세에서 시상면과 관상면 상에서 영역에 따른 정위와 굴곡 위치 감각 오류를 비교하였을 때 최대 범위의 1/3 영역에서는 정위 오류가 2.70°, 굴곡 오류는 4.30°이었고, 2/3 영역에서는 각각 3.33°



와 4.75°로 관절 움직임 범위와 관절 위치 오류 간에는 통계학적으로 유의한 차이는 없었다고 했다. 본 연구에서는 정위와 30° 굴곡만을 측정하였기 때문에 체간의 움직임 범위 증가에 따른 오류 차이는 비교 할 수 없었다.

Descarreaux 등(2005)은 하지와 골반을 고정한 선 자세에서 굴곡 15°, 30°, 60°, 신전 15° 각도에 따른 정확성과 움직임의 운동 조절적 측면을 알아보기 위해 시각적 피드백회로를 통해 정확한 5회의 반복이 이루어지면 추가적으로 10회를 반복하도록 하여 그 속도와 정확성을 측정하였다. 이들의 연구에서는 각도가 증가함에 따라 오류의 폭도 증가하였다. 그리고 반복이 6회를 넘어서면 학습효과가 나타났으며, 충분한 학습이 주어지자 만성 요통 환자들도 대조군과 비슷한 정확성을 보였다. 따라서 본 연구에서는 이러한 운동 학습적인 요소를 배제하기 위해 시각적 정보를 차단한 상태로 각 동작별로 3회의 반복만을 허용함으로써 체간의 위치 감각 위주의 측정이 이루어졌다.

통증 자체가 관절 위치 감각에 직접적으로 영향을 주지는 않지만 부척추근의 과활성과 보호 움직임이 통증에 대한 두려움과 연관이 있다는 사실은 이미 알려져 있기 때문에 본 연구에서는 통증에 의한 이런 영향들을 최소화하기 위해 통증이 심하여 체간 움직임을 가지기 힘든 환자들은 실험에서 제외하였다.

척추가 중립 자세를 유지할 때 인대나 관절낭으로부터 전달되는 구심성 정보는 최소화 되므로 주로 근육의 구심성 정보에 의존하여 자세를 유지하게 된다. 그러나 체간 근육의 기능부전으로 인해 이러한 근육들로부터의 정상적인 구심성 정보 입력이 달라질 수도 있다. Taimela 등(1999)은 만성 요통 환자와 정상인에게 25° 굴곡과 5° 신전 범위 내에서 지칠 때까지 반복적인 저항을 주어 척추 근육의 피로를 유발시켰다. 그리고 피로를 느끼기 전과 후의 요추 위치 감각을 비교하였을 때 피로를 느끼고 난 후 오류가 높게 나타남을 볼 수 있었다. 또한 요통 환자들이 요추 위치 감지력이 정상인에 비해 저하되어 있었고 심지어 피로를 느끼지 않았을 때에도 그러했던 것으로 나타났다. 전통적으로 관절

위치 감각은 관절낭 내에 위치한 관절 수용기들이 주로 관여하는 것으로 여겨졌었으나(McLain과 Pickar, 1998), 이 결과를 통해 근육 내에 위치한 근육 수용기들도 체간의 고유수용성감각에 상당히 기여함을 유추할 수 있다. 또한 Brumagne 등(1999)의 연구에서 정상인을 대상으로 앉은 자세에서 요천추부에 진동을 가하였다. 진동이 가해진 이후 부척추근의 길이 연장에 대한 환상으로 인해 목표 위치에 못 미치는 범위에서 움직임을 멈추는 경향을 보였다. 요통 환자와 정상인을 비교한 동일한 연구자의 다른 연구(Brumagne 등, 2000)에서도 요통 환자들의 재위치 정확성이 떨어지는 것으로 보고되었다. 이는 부척추근의 근방추들이 앉은 자세에서 요천추부와 골반의 정확한 자세유지에 중요한 역할을 하는 것을 의미한다.

복부와 척추 심부의 근육들이 여러 자세나 다양한 과제를 수행할 때 척추 본질 안정화에 기여를 하며, 또한 다른 척추 심부 근육들과 복부 근육들의 동시적인 상호수축을 통해 동적인 환경 속에서도 척추의 안정성을 유지할 수 있다(Richardson 등, 1999). Hodges와 Richardson(1998)은 요통 환자와 정상인들의 하지 움직임에 대한 체간근의 반응 비교에서 요통 환자들의 복횡근 수축이 정상인에 비해 지연되어 있었고, 척추기립근들과 다른 복부근육들도 특정 움직임 방향에 따라 반응시간이 지연됨을 보고했다. 또 다른 연구에서 Hodges 등(1999)은 다양한 상지의 움직임에 앞서 특히 다른 근육들에 앞서 복부의 심부근이 선행적으로 수축함으로써 갑작스런 부하나 움직임 동안 체간을 지지할 수 있게 한다고 했다.

운동 조절을 발달시키기 위한 가장 보편적 방법으로는 반복 운동이 있다(Descarreaux 등, 2005). 이때 자세, 움직임의 속도, 움직임 패턴 등을 다양하게 변화 시키면서 운동을 실시한다. 다양한 환경으로 운동을 실시하는 이유는 환자가 접하는 일상생활이나 스포츠 활동 동안 새로 배운 체간 조절을 지속적으로 유지할 수 있도록 하기 위함이다. 만성 요통 환자들의 근력이나 지구력, 유연성, 기능적 활동을 증진시키기 위한 다양한 훈련 프로그램들의 유용성은 이미 알려져 있다(Kofotolis와 Kellis, 2006;

Mannion 등, 2001). 특히 요추안정화운동 프로그램의 핵심은 체간 안정을 위한 근 수축이다(Liebenson, 1996; Richardson 등, 1999). 다양한 활동에서 안정화를 위한 수축을 병행함으로써 체간 안정성이 강화되고, 나아가 무의식 상태에서도 안정적 체간 조절이 이루어지게 된다. 그리고 단순한 근육 강화만을 목적으로 하는 것이 아니라 관절 주변 조직의 고유수용성 감각 재훈련이라는 측면으로 접근함으로써 지속적인 체간 보호를 이룬다. 환자들 개개인의 허리 병인뿐만 아니라 개개인의 운동기술(motor skill)에도 차이가 있다. 때문에 동시에 새로운 척추 안정을 위한 기술을 습득하더라도 조절정도나 속도에서 개인적 차이를 보인다. 환자의 상태나 학습정도를 주의 깊게 살펴보면서 점진적인 적절한 운동 프로그램을 적용해야 한다.

고유수용성감각은 복잡하고 다양한 구심성 수용기를 통해 전달되기 때문에 특정 구심성 정보의 결합을 개별적으로 측정하는 것은 어렵다. 그리고 상지나 하지는 한 쪽의 움직임만을 분리해서 비교할 수 있지만 체간의 고유수용성감각 측정은 좌우측이 동시에 움직임을 가지기 때문에 감별해서 비교하는 것이 어렵다. 또한 체간이 골반과 하지에 연결되어 기능적으로 동시에 움직이기 때문에 체간만의 고유수용성감각만을 감별하기는 쉽지 않다. 따라서 본 연구에서는 체간 고유수용성감각의 한 측면을 간접적인 방법으로 측정하였고, 체간의 위치 감각에 대한 중요한 배경 정보를 제공한다고 믿는다.

## V. 결 론

본 연구는 요통 환자와 정상인들을 대상으로 자세와 체간 위치에 따른 체간 위치 오류의 차이가 있는지를 알아보았으며 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

두 군 모두 앉은 자세와 선 자세 간의 정위 오류는 군 내에서 유의한 차이를 보이지 않았지만, 굴곡 오류는 군 내에서 자세 간에 유의한 차이를 보였다. 특히 요통군의 굴곡 오류는 선 자세에서 앉은 자세에 비해 매우 유의한 차이를 보였다. 이는 앉은 자세보다 선 자세에서 더 높은 수준의 조절력을 필요

로 하기 때문으로 생각된다. 그리고 군간 비교에서 요통군이 대조군에 비해 선 자세에서의 굴곡 오류가 매우 유의한 차이를 보였던 것은 요통 환자들의 체간 굴곡 조절 능력이 정상인에 비해 저하되어 있음을 의미하는 것이다. 따라서 선 자세에서 요통 환자들의 체간 굴곡 안정성을 높이기 위한 시도들이 임상적으로 강조되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 김재현, 배성수. 20대 정상 성인 남녀의 요추 원위 치 돌아오기 오류의 비교. 대한물리치료학회지, 2003;15(4):901-6.
- Allison, GT, Fukushima S. Estimating three-dimensional spinal repositioning error: the impact of range, posture, and number of trials. Spine. 2003;28(22):2510-16.
- Billis EV, Foster NE, Wright CC. Reproducibility and repeatability: errors of three groups of physiotherapists in locating spinal levels by palpation. Man Ther. 2003;8:223-32.
- Brumagne S, Lysens, R, Swinnen S et al. Effect of paraspinal muscle vibration on position sense of the lumbosacral spine. Spine. 1999;24:1328-31.
- Brumagne S, Cordo P, Lysens R et al. The role of paraspinal muscle spindles in lumbosacral position sense in individuals with and without low back pain. Spine. 2000;25:989-94.
- Descarreux M, Blouin JS, Teasdale N. Repositioning accuracy and movement parameters in low back pain subjects and healthy control subjects. Eur Spine J. 2005;14:185-91.
- Feipel V, Parent C, Dugailly PM et al. Development of kinematics tests for the evaluation of lumbar proprioception and equilibration. Clin Biomech. 2003;18:612-18.
- Fontana TL, Richardson CA, Stanton WR. The effect of weight-bearing exercise with low frequency, whole body vibration on lumbosacral proprioception: a pilot study on normal subjects. Aust J Physiother.

- 2005;51:259-63.
- Gill KP, Callaghan MJ. The measurement of lumbar proprioception in individuals with and without low back pain. *Spine*. 1998;23:371-7.
- Kofotolis N, Kellis E. Effects of two 4-week proprioceptive neuromuscular facilitation programs on muscle endurance, flexibility, and functional performance in women with chronic low back pain. *Phys Ther*. 2006;86:1001-12.
- Koumantakis GA, Winstanley J, Oldham JA. Thoracolumbar proprioception in individuals with and without low back pain: intratester reliability, clinical applicability, and validity. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2002;32:327-35.
- Lam SS, Jull G, Treleaven J. Lumbar spine kinesthesia in patients with low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1999;29:294-9.
- Lehman GJ. Biomechanical assessments of lumbar spinal function. How low back pain sufferers differ from normals. Implications for outcome measures research. Part I: kinematic assessments of lumbar function. *J Manipulative Physiol Ther*. 2004;27:57-62.
- Leinonen V, Maatta S, Taimela S et al. Impaired lumbar movement perception in association with postural stability and motor- and somatosensory-evoked potentials in lumbar spinal stenosis. *Spine* 2002;27:975-83.
- Leinonen V, Kankaanpaa M, Luukkonen M et al. Lumbar paraspinal muscle function, perception of lumbar position, and postural control in disc herniation-related back pain. *Spine*. 2003;28:842-8.
- Lephart SM, Fu FH. Proprioception and neuromuscular control in joint stability. *Human Kinetics*. 2000.
- Mannion AF, Taimela S, Muntener M. et al. Active therapy for chronic low back pain part 1. Effects on back muscle activation, fatigability, and strength. *Spine*. 2001;26:897-908.
- McLain RF, Pickar JG. Mechanoreceptor endings in human thoracic and lumbar facet joints. *Spine*. 1998;23:168-73.
- McNair PJ, Heine PJ. Trunk proprioception: enhancement through lumbar bracing. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999;80:96-9.
- Mientjes MI, Frank JS. Balance in chronic low back pain patients compared to healthy people under various conditions in upright standing. *Clin Biomech*. 1999;14:710-6.
- Newcomer K, Laskowski ER, Yu B et al. Repositioning error in low back pain. Comparing trunk repositioning error in subjects with chronic low back pain and control subjects. *Spine*. 2000; 25:245-50.
- Newcomer K, Laskowski ER, Yu B et al. Differences in repositioning error among patients with low back pain compared with control subjects. *Spine*. 2000;25:2488-93.
- Newcomer K, Laskowski ER, Yu B et al. The effects of a lumbar support on repositioning error in subjects with low back pain. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82:906-10.
- Ng JK, Kippers V, Richardson CA et al. Range of motion and lordosis of the lumbar spine: reliability of measurement and normative values. *Spine*. 2001;26:53-60.
- O'Sullivan PB, Burnett A, Floyd A et al. Lumbar repositioning deficit in a specific low back pain population. *Spine*. 2003;28:1074-79.
- Popa T, Bonifazi M, Della VR et al. Adaptive changes in postural strategy selection in chronic low back pain. *Exp Brain Res* 2007;177:411-8
- Radebold A, Cholewicki J, Polzhofer GK et al. Impaired postural control of the lumbar spine is associated with delayed muscle response times in patients with chronic idiopathic low back pain. *Spine*. 2001;26:724-30.
- Revel M, Andre-Deshays C, Minguet M. Cervico-cephalic kinesthetic sensibility in patients with cervical pain. *Arch Phys Med Rehabil*. 1991; 72:288-91.

- Richardson C, Jull G, Hodges P et al. Therapeutic Exercise for Spinal Segmental Stabilization in Low Back Pain: Scientific Basis and Clinical Approach. London : Churchill Livingstone. 1999.
- Sullivan MS, Shoaf LD, Riddle DL. The relationship of lumbar flexion to disability in patients with low back pain. *Phys Ther.* 2000;80:240-50.
- Swinkels A, Dolan P. Regional assessment of joint position sense in the spine. *Spine.* 1998;23:590-7.
- Swinkels A, Dolan P. Spinal position sense is independent of the magnitude of movement. *Spine.* 2000;25:98-104.
- Swinkels A, Dolan P. Spinal position sense and disease progression in ankylosing spondylitis: a longitudinal study. *Spine.* 2004;29:1240-45.
- Swinkels A, Dolan P. Spinal position sense in ankylosing spondylitis. *Spine.* 2004;29:413-20.
- Taimela S, Kankaanpaa M, Luoto S. The effect of lumbar fatigue on the ability to sense a change in lumbar position. A controlled study. *Spine.* 1999;24:1322-7.
- van Dieen JH, Cholewicki J, Radebold A. Trunk muscle recruitment patterns in patients with low back pain enhance the stability of the lumbar spine. *Spine.* 2003;28:834-41.