

# 디지털경사계를 사용한 체간재위치오류 검사의 신뢰도 분석

장우남<sup>1</sup>, 이경보<sup>2</sup>, 염준우<sup>3</sup>, 황병용<sup>4</sup>

<sup>1</sup>연세대학교 세브란스 재활병원 물리치료팀, <sup>2</sup>가톨릭대학교 성빈센트병원 물리치료실, <sup>3</sup>인제대학교 일산백병원 물리치료실, <sup>4</sup>용인대학교 대학원 물리치료학과

## Analysis of Intrarater and Interrater Reliability of Trunk Repositioning Error Test using a Portable Digital Inclinometer

Woo-Nam Chang<sup>1</sup>, Kyoung-Bo Lee<sup>2</sup>, Jun-Woo Yeom<sup>3</sup>, Byong-Yong Hwang<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Severance Rehabilitation Hospital, Yonsei University Health System, <sup>2</sup>Department of Physical Therapy, St Vincent Hospital, The Catholic University, <sup>3</sup>Department of Physical Therapy, Inje University Ilsan Paik Hospital, <sup>4</sup>Department of Physical Therapy, Graduate School, Yong In University

**Purpose:** A cost effective tool for the clinical measurement of trunk reposition sense is clearly needed. This study was to analyze intrarater and interrater Reliability of trunk repositioning error (TRE) test which assesses trunk position sense using a portable digital inclinometer.

**Methods:** Twenty four normal healthy subjects were recruited. TRE was measured using a portable digital inclinometer. A digital inclinometer (Acumar-ACU360; Lafayette Instrument) with precision to 1° was placed on skin over the spinous process from first to second thoracic vertebra (T1-T2) and secured with double-sided tape. TRE test during sitting forward and lateral flexion movement was assessed. When they reached a point approximately 50% of full trunk flexion range, the examiner instructed the subjects to stop and told them. This was the target position that they should try to reproduce exactly. Each subject performed six trials.

**Results:** ICC (2,1) for intrarater reliability (with-day and between-day) of TRE test in sagittal and frontal plane of movement was 0.75 and 0.78 (excellent reliability). Interrater reliability was 0.66 in sagittal and 0.64, frontal plane (fair to good reliability). However, there were poor correlations between an average of TRE test in sagittal and frontal plane.

**Conclusion:** TRE test using a portable digital inclinometer demonstrated good to excellent reliability. The device may be a cost effective clinical measurement for trunk reposition sense measurement.

**Key words:** Spinal position sense, Proprioception, Reliability, Digital inclinometer

### 1. 서론

고유수용성감각은 두 가지 요소로 구분한다. 공간 내에서 신체

분절의 위치 및 방향성을 갖도록 하는 위치감각과 동작 속도 및 가속도를 지각하는 운동감각으로 나눌 수 있다. 고유수용성감각은 인체동작 조절을 위한 필수적인 요소이며, 근육, 관절 및 피부수용기로부터 들어오는 구심성 정보를 통해 강화된다.<sup>2</sup> 이러한 감각수용기들은 관절가동범위에 따라 각각 다르게 활성화된다. 관절수용기는 관절가동범위의 마지막 범위에서 활성화되며, 근육수용기 즉, 근방추와 골지건기관은 정상적인 관절가동범위에 대한 구심성 감각정보를 제공한다.<sup>3</sup> 구심성 정보를 전달하는 기계수용기는 관절움직임에 대한

Received July 13, 2013 Revised August 11, 2013

Accepted August 12, 2013

Corresponding author Byong-Yong Hwang, bobathkorea@hanmail.net

Copyright © 2013 The Korea Society of Physical Therapy

This is an Open Access article distribute under the terms of the Creative Commons Attribution Non-commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

위치감각을 효과적으로 제공하기 위한 최적의 위치에 분포한다. 위치감각은 공간 내에서 신체분절의 위치 및 방향을 결정하는 중요한 정보라는 것은 분명하다.<sup>4</sup>

관절, 근육 및 피부수용기의 활성화를 통한 구심성 정보인 고유수용성감각은 정상적인 동작을 위하여 중요한 역할을 하는 것은 분명한 사실이며, 자세를 유지하고 동작을 수행하는 신체분절의 위치와 방향을 인식하기 위한 감각이다. 척추의 감각수용기는 극간인대(interspinous ligament), 극상인대(supraspinous ligament), 황색인대(flaval ligament), 흉요추부근막(thoracolumbar fascia), 척주근(paraspinal muscles), 요추간판(lumbar intervertebral discs), 경추후관절(cervical facet joints) 등으로 구분할 수 있다. 이러한 척추조직의 넓고 다양한 감각수용기의 분포는 기능적 동작 수행을 가능하게 하는 필수적인 고유수용성감각의 잠재적 요소라고 할 수 있다.<sup>5-6</sup>

일반적으로 고유수용성감각의 지각력을 평가하기 위해서 신체분절의 위치감각을 측정한다. 사지관절의 경우는 반대측 동일한 관절을 기준위치로 설정하거나 동측의 동일한 관절의 기준위치 재현을 통해 위치감각을 평가한다.<sup>4,7-8</sup> 기준위치를 재현할 때, 기준위치에 미달되거나 초과되는 값을 절대오류(absolute error) 또는 불변오류(constant error)로 표현할 수 있다. 하지만, 체간의 경우 특정 관절이나 신체분절의 위치감각을 측정하는 것은 어렵다. 체간의 위치감각은 의식적 위치인식력의 수준을 검사하기 위한 체간재위치오류(trunk repositioning error) 검사로 측정한다. 체간재위치오류 검사는 고유수용성 체간위치감각을 알아보기 위한 가장 일반적인 검사방법으로 기준위치를 설정한 후 그 위치를 재현하도록 해서 기준위치와 대상자가 시도한 위치의 차이를 통해 감각인식 수준을 알아보는 것이다.<sup>9</sup> 체간재위치오류 검사를 위해 사용되는 장비는 주로 전자기파 위치추적시스템으로 3차원 공간 내에 좌표를 정확히 인식하여 척추의 위치와 가동성에 대한 자료를 수신기를 통해 수집한다. 체간재위치오류 검사의 황금기준으로 사용되는 장비는 3-Space Fastrak (Polhemus, Inc., Colchester, VT, USA), MotionStar (Ascension Technology Corp., Burlington, VT, USA)와 Flock of Birds (Ascension Technology Corp., Burlington, VT, USA) 등으로 추적감지기를 신체의 특정 부위에 부착하며, 감지기로부터 입력된 신호를 컴퓨터를 사용하여 분석한다. 이 장비들은 5 mm 이내의 회전에 대한 오류를 수집할 수 있어 체간재위치오류 검사의 정확성과 높은 신뢰도를 나타낸다.<sup>9-12</sup> 하지만 이와 같은 장비는 임상적인

평가도구로 사용하기에는 고가이며, 측정을 위한 소요시간이 길다는 단점이 있다. 그 외에 임상에서 보다 쉽게 경추와 요추의 가동범위를 측정할 수 있는 Zebris WinSpine (Noraxon Inc., USA)<sup>13</sup>와 Biodex (Biodex Inc., Shirley, NY, USA)<sup>14</sup>를 사용하여 검사한다.

Petersen 등<sup>15</sup>은 체간위치감각 측정을 위해 임상에서 효율적이고 경제적으로 사용할 수 있는 새로운 장비를 적용하였다. 장비의 구조는 좌고계와 같은 형태로 높이를 측정할 수 있는 Y축의 측정자와 경추 7번 위치를 측정할 수 있는 X축의 측정자로 구성되었다. 이 새로운 장비와 Skill Technologies 6D (ST6D) 동작분석 장비를 사용하여 체간재위치오류 검사의 타당도와 신뢰도를 분석하였다. Goldberg 등<sup>16</sup>은 휴대용 디지털경사계(PRO-360; Irvan-Smith, Concord, NC)를 사용하였다. 이 측정도구는 물리치료실에서 사지 관절범위와 체간 및 경추의 동작범위를 측정하는데 주로 사용한다. 디지털경사계를 사용한 연구는 흉추 4번 극돌기 위에 고정하여 측정하였다. 검사대상자는 시각정보의 변화와 지면환경변화 등의 다양한 조건하에 흉요추굴곡 30°를 목표지점으로 설정하고, 목표지점을 재현 하도록 하여 측정하였다.

신뢰도 평가를 위해 사용되는 방법은 여러 가지가 있으나, 주로 급간내 상관계수(Intraclass correlation coefficients; ICCs)를 사용한다. 일반적으로 상관계수는 0.40 미만을 낮은 등급(poor reliability), 0.40~0.75를 중간 등급(fair to good reliability), 0.75 이상을 높은 등급 (excellent reliability)으로 분류한다. Flock of Birds장비를 사용한 Ryerson 등<sup>12</sup>의 연구에서 시상면 검사에서 급간 상관계수 0.94, 관상면 0.88, 횡단면에서 0.72로 높은 검사-재검사 신뢰도를 분석하였다. 좌고계 형태의 장비를 적용한 체간재위치오류 검사 신뢰도를 분석한 Petersen 등<sup>15</sup>은 건강한 대상자 50명의 검사-재검사 신뢰도를 분석하기 위해 앉은 자세에서 체간굴곡을 반복 측정하여 측정자내 신뢰도를 분석하였다. 분석된 급간 상관계수는 0.38로 낮은 등급으로 나타났다. 신뢰도에 영향을 미치는 요소들로는 측정부위와 측정간격이 있다. 측정하는 부위를 표시하여 측정부위를 동일하게 하거나, 또는 하루에 한번 혹은 반복 측정하거나, 일주일 혹은 그 이상의 간격을 가지고 측정했을 때 좋은 측정자간, 측정자내 신뢰도를 보인다.

체간위치감각 평가를 위한 다양한 시도가 있었지만, 측정 장비의 제약, 자료 분석 소요시간 및 적은 연구로 인해 임상연구나 평가가 보편화되지 못하고 있다. 특히 체간의 고유수용성감각은 자세와 동작을 연구하거나 치료적 접근을 하는 분야에서는 간과할 수 없는 핵심적인 평가기준임은 분

명한 사실이다. 따라서 본 연구는 휴대용 디지털경사계를 사용하여 체간재위치오류 검사를 측정하고, 그 결과 값을 통해 측정자간, 측정자내 신뢰도를 분석하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

연구를 시작하기 전에 본 연구의 목적과 방법에 대한 충분한 설명을 듣고 연구 참여에 자발적으로 동의를 한 Y대학교병원 직원 중 건강한 성인 남자 16명과 여자 8명, 총 24명을 대상으로 연구를 실시하였다. 대상자 중 신경계, 근골격계 손상 및 질환, 선천적인 기형, 지난 6개월 동안 척추와 관련된 외상 및 통증을 경험했던 대상자는 제외시켰다.

연구 대상자의 평균 연령은 26.5세였고, 평균 신장은 171.1 cm, 평균 체중은 66 kg이었다(Table 1).

측정자는 Y대학교병원에 근무하는 2명의 물리치료사가 참여하였다. 물리치료사의 임상경력력은 각각 17년과 3년이었다.

Table 1. General characteristics of subjects (N=24)

	Mean ± SD	Range
Age (year)	26.50 ± 1.79	24- 30
Height ( cm )	171.1 ± 6.93	158-181
Weight ( kg )	66.04 ± 13.15	47-103

### 2. 실험방법

#### 1) 측정도구

휴대용 디지털 경사계는 물리치료실에서 사지의 관절범위와 경추, 흉추, 요추의 범위를 측정하는데 주로 사용하며, 척추의 굴곡범위 및 자세평가에 있어 높은 신뢰도로 보고되었다.<sup>17</sup> 본 연구에서는 체간위치감각 평가를 위해 휴대용 디지털경사계를 사용하여 체간재위치오류 검사를 시행하였다.<sup>18</sup> 휴대용 디지털경사계는 Lafayette Instrument (USA)사의 Acumar-ACU360으로 액정화면을 통해 측정된 값을 실시간으로 읽거나, 고정시켜 쉽게 확인할 수 있다. 측정범위는 360°로 +180°와 -180°로 나타낼 수 있으며, 1°까지 측정이 가능하다. 측정은 수직으로 작용하는 중력선과 임의로 설정한 위치를 기준위치로 하여 측정이 가능하다. 이것은 체간 위치감각 평가 시 시작지점을 대상자의 기준에 따라 정하고, 반복 측정 시에

도 시작지점의 일관성을 유지할 수 있다. 본 연구에서는 흉추 1번과 2번 사이에 디지털경사계 한 개를 고정시킨 상태에서 체간재위치오류 검사를 시행하였다.

#### 2) 연구절차

두 명의 측정자가 24명의 대상자를 각각 체간재위치오류 검사를 시행하였다. 측정자들은 측정하기 전 디지털경사계의 조작방법, 부착부위, 측정순서와 대상자에게 지시할 때 사용하는 명령어에 대해 교육받았다. 검사 시 발생할 수 있는 오류를 최소화할 수 있도록 연구에 참여하지 않는 3명의 대상자를 통해 사전검사를 시행하였다. 검사는 소음이 적으며, 심리적 안정을 가질 수 있는 개별 공간 두 곳에서 진행하였다. 검사순서는 대상자중 12명은 측정자 1이 먼저 검사 한 후, 측정자 2가 검사하였다. 나머지 12명은 반대 순서로 시행하였다. 측정자는 측정값에 대해 대상자에게 알리지 않았으며, 측정자 간에 측정결과를 공유하지 않았다. 검사 횟수는 측정자 1이 대상자 1에 대하여 시상면과 관상면에서 각각 두 번씩 측정하고 5분간의 휴식 후, 장소를 옮겨 측정자 2가 같은 방법으로 검사를 시행하였다. 재검사는 1일 후, 동일 시간대에 진행하였으며, 첫 번째 검사 때와 같은 순서로 시행하였다.

검사에 앞서 의복으로 인한 감각자극을 최소화하기 위해 가급적 대상자의 복장은 간소하게 갖추도록 하였다. 남자 대상자는 상의를 탈의하였으며, 여자 대상자는 민소매 옷을 입도록 하였다. 대상자를 똑바로 앉게 하고 디지털경사계를 대상자의 흉추 1번과 흉추 2번 사이에 양면테이프를 사용하여 피부에 직접 부착하였다(Figure 1).

디지털경사계를 부착할 때, 부착부위와 피부의 당김 현상을 최소화하기 위해 대상자의 체간을 약간 구부린 자세에서 부착하였다. Allison과 Fukushima<sup>9</sup>의 연구와 Ryerson 등<sup>12</sup>의 연구에서 흉추 1번을 체간재위치오류를 측정하기 위한 대표적인 위치로 사용하였으며, 이 부위는 정확도와 신뢰도 높은 자료를 얻을 수 있었다. 대상자는 높이 18 cm로 고정된 치료대에 앉도록 하고 양팔은 팔짱을 끼도록 하였다. 양쪽 무릎이 전방을 향하도록 유지하고,<sup>19</sup> 양발은 발뒤꿈치까지 바닥에 접촉하도록 하였다.

본 연구의 절차는 Ryerson 등<sup>12</sup>의 체간재위치오류측정 절차를 바탕으로 시행하였다. 모든 측정은 눈가리개를 사용하여 눈을 가린 상태에서 진행하였다. 체간재위치오류 검사의 기준위치 설정 전에, 체간의 최대굴곡 범위를 디지털경사계로 측정하였다. 최대굴곡 범위 값을 바탕으로 전체범위의 백분율로 기준위치를 결정하였다. 대상자에게 검사방법의

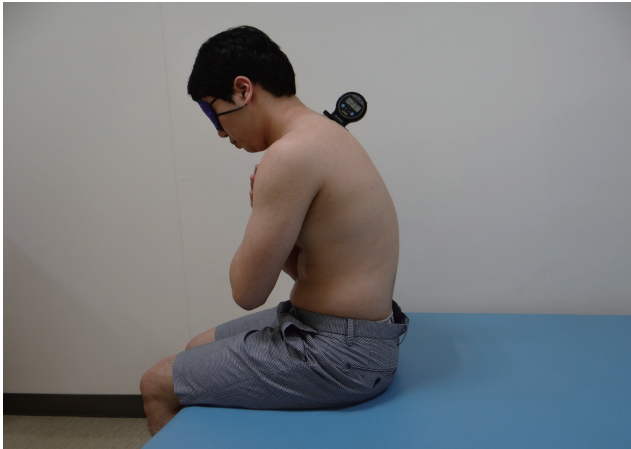


Figure 1. Trunk Repositioning Error Test

이해를 돕고, 학습효과를 최소화하기 위하여 시상면과 관상면 측정을 각각 한 번씩만 시행하였다. 측정자는 대상자에서 체간굴곡 전범위의 약 25%지점을 기준 위치로 하여 굴곡 하도록 지시하였다. 대상자가 25%지점에 도달하면 “멈추세요”라고 지시하였고, 대상자에게 현 위치가 기준위치임을 알려주었다. 대상자는 3초 동안 굴곡자세를 유지한 후, 똑바로 앉은 자세로 돌아오도록 하였다. 측정자는 대상자에게 이전에 멈추었던 기준위치를 재현하도록 지시하였다. 검사는 시상면과 관상면을 각각 측정하였으며, 시상면은 체간신근의 길이변화에 따른 위치감각을 측정하기 위하여 고관절 굴곡에 의한 전방 체중이동이 발생되지 않도록 하였다. 관상면 측정은 똑바로 앉은 자세에서 좌우 외측굴곡을 각각 측정 하였다.

본 검사는 눈가리개를 착용시킨 후 시행하였다. 대상자 본인의 속도로 체간전방굴곡을 하도록 하였다. 대상자가 최대굴곡의 50%지점에 도달하였을 때, 측정자는 멈추라고 지시하여 기준위치를 설정하였다. 그리고 기준위치와 체간을 정확하게 일치시킨 후, 3초 동안 유지할 것을 지시하였다. 검사 대상자들은 눈을 가리고 측정하기 때문에 체간동요로 인한 전정기관의 자극과 근육의 과도한 신장반사 등의 체간 위치감각의 정확성을 저해할 수 있다. 따라서 기준위치를 설정 할 때, 체간 최대범위의 50%지점은 안정적으로 자세 조절을 할 수 있는 범위로 가장 정확한 체간위치감각을 측정할 수 있다.<sup>9-10</sup> 대상자는 설정된 기준위치에 체간굴곡범위를 일치시키는 동작을 여섯 번 반복 시행하며, 이것의 평균값을 체간재위치오류 측정값으로 기록하였다. 한 면에 대한 체간 재위치오류 검사를 여섯 번 반복 측정하는 것은 통계적으로 안정된 값을 얻을 수 있는 횟수이다.<sup>9</sup>

체간재위치오류 검사 값을 표시할 때는 기준위치를 지나쳤

을 때는 +로 표시하였고, 못 미쳤을 때는 -로 표시하였다. 완전히 일치한 경우는 표시하지 않았다. 체간재위치오류 검사는 시상면과 관상면으로 구분하여 측정하였다. 측정자 한명이 한명의 대상자에게 시상면과 관상면을 각각 두 번씩 검사하였으며, 매 검사마다 5분의 휴식시간을 제공하였다. 재검사는 다음 날 동일 시간대에 동일한 방법으로 시행하였다.

### 3) 분석방법

연구대상자의 일반적인 특성은 기술통계량을 사용하여 분석하였으며, 체간재위치오류 검사자료를 통해 측정자내 신뢰도를 분석하였다. 측정자 2명이 검사한 자료는 측정자간 신뢰도를 분석하기 위하여 임상적 일반화를 고려하여 이차원 변량모형(two way random model)의 절대동의(absolute agreement) 유형을 선택하여 급간내 상관 수ICC(2,1)를 구하였다. 시상면과 관상면 측정 오차 값의 상관성을 알아보기 위하여 피어슨 상관계수(Pearson correlation coefficient)를 사용하였으며, 유의도 수준은  $\alpha=0.05$ 로 하였다.

## III. 결과

### 1. 디지털경사계를 사용한 체간재위치오류 검사의 측정자내, 측정자간 신뢰도

측정자내와 측정자간 신뢰도를 구하기 위하여 시상면과 관상면 측정값에 대한 급간내 상관계수로 분석하였다. 체간재위치오류에 대한 측정자내 신뢰도는 시상면 0.75, 관상면 0.78로 나타났다. 첫날 시행한 측정자 내 검사에서 시상면  $3.81 \pm 1.67^\circ$ , 관상면  $4.24 \pm 2.30^\circ$ 의 값을 얻었고, 그 다음날은 시상면  $3.76 \pm 1.89^\circ$ , 관상면  $3.96 \pm 2.30^\circ$ 이었다. 측정자간 신뢰도는 시상면 0.66, 관상면 0.64로 나타났다. 측정자 1의 체간재위치오류 측정값은 시상면  $3.73 \pm 1.84^\circ$ , 관상면  $3.82 \pm 2.25^\circ$ 이었고, 측정자 2는 시상면  $3.85 \pm 1.92^\circ$ , 관상면  $4.13 \pm 2.16^\circ$ 이었다(Table 2).

### 2. 체간재위치오류 검사의 시상면과 관상면 측정값의 상관관계

시상면과 관상면 측정의 평균값에 대한 연관성을 알아보기 위하여 피어슨 상관분석을 시행하였다. 시상면과 오른쪽 관상면은 0.20이었으며, 관상면 오른쪽과 왼쪽은 0.28로 상관성이 낮은 것으로 나타났다( $p < 0.01$ ). 또한, 시상면과 관상면의 측정값은 양의 상관관계를 이루는 것으로 나타났다. 따라서 한 면의 체간위치감각 오류가 크면 클수록 다른 면에도 오류의 크기가 커질 수 있다는 것을 알 수 있었다. 시상면과 관상면

Table 2. Factors associated with forced vital capacity in cerebral palsy as results of multiple regression analysis.

Variables		Mean ± SD	ICC*	95% CI †	
Intrarater	Sagittal Plane	day	3.81 ± 1.67°	0.75	0.63-0.83
		after 1 day	3.76 ± 1.89°		
	Frontal Plane	day	4.24 ± 2.30°	0.78	0.51-0.90
		after 1 day	3.96 ± 2.30°		
Interrater	Sagittal Plane	rater 1	3.73 ± 1.84°	0.66	0.57-0.73
		rater 2	3.85 ± 1.92°		
	Frontal Plane	rater 1	3.82 ± 2.25°	0.64	0.18-0.84
		rater 2	4.13 ± 2.16°		

ICC\*: Intraclass Correlation Coefficient; CI † : Confidence Interval

사이의 측정값은 유의한 상관관계가 있었으나, 낮은 상관성을 보였다.

#### IV. 고찰

체간안정성은 일상생활 동작, 숙련도 높은 운동과제와 체육 활동 등의 필수요소이며, 사지의 기능적인 동작을 위한 안정성을 제공하는 역할을 한다. 사지의 효율적인 동작 수행을 위해 체간의 적절한 근력과 신경조절뿐만 아니라 정확한 위치감각능력이 필요하다. 이러한 요소 중 정확한 위치감각은 체간조절의 중요한 요소이기 때문에 위치감각의 오류가 있다면 체간의 안정성을 유지하는 것은 어려울 것이다.<sup>20-21</sup> 체간의 위치감각은 의식적 위치인식력의 수준을 검사하기 위하여 체간재위치오류로 측정한다. 본 연구는 체간위치감각을 평가하기 위하여 체간재위치오류 검사를 시행하였다. 검사를 위해 물리치료실에서 사지의 각 관절범위와 체간 및 경추의 동작범위를 측정하는 휴대용 디지털경사계를 사용하였다. 이 기기를 사용하여 측정한 결과값으로 측정자내, 측정자간 신뢰도를 비교 분석하였다.

본 연구에서 측정자내 반복성 검사의 급간내 상관계수는 시상면 0.75와 관상면 0.78로 높은 등급(excellent reliability)으로 나타났으며, 체간재위치오류의 첫날 측정값의 경우는 시상면 3.81±1.67°이었으며, 관상면은 4.24±2.30°를 보였다. 다음날 측정된 값은 시상면 3.76±1.89°이었고, 관상면은 3.96±2.30°를 나타내었다. Ryerson 등<sup>12</sup>이 정상인을 대상으로 전자기파 운동분석시스템(Flock of Birds, Ascension Technology Co., Burlington, VT)을 사용한 체간재위치 오류 검사의 급간내 상관계수는 시상면 0.94, 관상면 0.88로 높은

등급의 신뢰도를 보고하였으며, 측정값은 시상면 3.2±1.8, 관상면 1.4±1.4, 횡단면 1.0±0.6를 나타냈다고 보고하였다. 본 연구의 측정자내 신뢰도 결과와 Ryerson 등<sup>12</sup>의 결과값이 다소 차이가 있었지만, 두 연구에서 높은 등급의 신뢰도를 나타내었다. 하지만 측정된 평균값이 시상면을 제외하고 관상면 측정값에서 범위 차가 컸다는 것에 대해서는 측정방법에 대한 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다. Petersen 등<sup>15</sup>은 체간위치감각 측정을 위하여 임상에서 효율적이고 경제적으로 사용할 수 있는 새로운 장비를 적용하였다. 이 장비는 좌고계와 같은 형태로 높이를 측정할 수 있는 Y축의 측정자와 경추 7번 위치를 측정할 수 있는 X축의 측정자로 구성되었다. 이 측정 장비를 사용하여 체간재위치오류 검사를 시행하여 장비의 타당도와 신뢰도를 분석하였다. 건강한 대상자 50명을 대상으로 시행하였으며, 측정방법은 앉은 자세에서 체간전방굴곡 즉, 시상면의 체간재위치오류 측정값을 통하여 측정자내 신뢰도를 분석하였다. 측정결과 값에 대한 급간 상관계수는 0.38로 낮은 등급(poor reliability)으로 나타났다. Petersen 등<sup>15</sup>이 사용한 장비는 체간의 높이와 전방 이동거리에 대한 좌표를 측정하게 된다. 이와 같은 검사방법은 기저면 내에서 체중이동을 유발하게 되고, 체간신근 신장 보다는 골반전방경사와 엉덩이관절의 굴곡이 나타나게 된다. 체간재위치오류 검사는 시각정보를 차단한 상태에서 고유수용성감각에 의존하여 자세와 동작을 조절하는 능력을 검사하는 것으로 최소한의 생역학적 변화에서 측정하는 것이 안정된 측정값을 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서 사용된 디지털 경사계는 거리의 변화가 아닌 회전변화를 측정할 수 있어서 최소한의 생역학적 변화를 고려할 수 있을 것으로 생각된다.

측정자간 신뢰도의 급간내 상관계수는 시상면 0.66, 관상면 0.64로 중간등급을 나타내었다. 측정자 1의 측정값은 시상면  $3.73 \pm 1.84^\circ$ , 관상면  $3.82 \pm 2.25^\circ$ 이었으며, 측정자 2는 시상면  $3.85 \pm 1.92^\circ$ , 관상면  $4.13 \pm 2.16^\circ$ 이었다. 디지털 경사계를 사용하여 체간재위치오류 검사한 시행하여 측정자간 신뢰도를 연구문헌은 아직까지 없었다. 본 연구를 계기로 더 많은 연구가 이루어진다면, 물리치료실 내에서 측정되는 체간재위치오류 측정값을 객관적인 자료로 사용할 수 있을 것으로 생각된다. Vincent-Smith와 Gibbons<sup>22</sup>는 신뢰도는 재현성(reproducibility)을 나타내는 것이며, 검사에 대한 정확성을 측정하는 것은 아니라고 하였다. 검사 방법의 정확도를 나타내려면 신뢰도뿐만 아니라, 타당도, 특이성, 민감도에 대한 분석이 이루어져야 한다. 따라서 본 연구에서 사용한 장비와 방법의 정확도는 타당도와 특이성, 민감도에 대한 검증을 통해 판단하여야 한다.

체간재위치오류 검사를 사용한 임상연구에서 건강한 대상자가 체간재위치오류의 범위가 작게 나타났으며, 이것은 기준위치에 대한 일치도가 높다는 결과를 보인 것이다.<sup>23-28</sup> 하지만, 척추질환 대상자는 기준위치를 지나치는 경향이 있다는 결과를 얻었다.<sup>29-32</sup> 이와 같은 결과로 체간재위치오류가 작을수록 신체분절의 동요에 대한 효과적인 자세 반응이 나타나며, 더 정확한 동작수행을 할 것이라고 제안하였다.<sup>24-25,29,31</sup> Goldberg 등<sup>16</sup>은 균형저하가 있는 노인을 대상으로 수행한 연구에서 균형저하가 없는 대상자에 비해 체간재위치오류가 2배 높았다고 보고하였다. Ryerson 등<sup>12</sup>의 연구에서 뇌졸중으로 인한 편마비 환자는 정상인과 비교해 체간재위치오류의 유의한 차이를 나타내었다고 보고하였다. 편마비환자는 신체의 위치나 자세정렬에 대한 인식, 동작과 관련된 모든 정보를 중추신경계에 제공해 선택적으로 신체분절의 일부나 특정관절의 통제력을 높이고, 과제와 주어진 환경에 정확하게 반응하도록 하며, 신체분절간에 조화로운 조절을 할 수 있도록 한다.<sup>32</sup> 그러나 고유수용성 감각의 기능 저하나 손상은 운동수행능력의 저하를 나타내며, 일상생활 활동을 수행하는데 어려움을 겪게 만든다.<sup>12,33</sup> 본 연구를 통하여 여러가지 원인에 따른 임상 증상으로 물리치료실에서 치료를 받는 환자를 대상으로 체간고유수용성감각 능력을 보다 쉽고 효과적으로 검사할 수 있을 것으로 생각된다. 선행연구에서 척추질환자에 대한 체간 재위치오류 검사를 적용한 연구는 많았으나, 중추신경 손상환자에 대한 연구는 거의 없다는 것을 확인하였다. 특히 물리치료 대상 질환 중 가장 많은 부분을 차지하는 뇌졸중이나 척수

손상 환자의 기능적 손상에 대한 예측인자로 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점은 반복측정으로 인해 나타날 수 있는 체감각수용기의 민감도를 배제하지 못하였다. 또한 양면테이프를 사용하여 측정기기를 피부에 직접 부착시킴으로써 촉각 자극 정보가 변수로 작용할 수 있다는 사실과 반복측정으로 인한 체간재위치오류 검사에 대한 학습효과를 완전히 배제시키지 못하였다. 앞으로 다양한 임상증상과 회복에 대한 예측인자로 디지털 경사계를 사용한 체간재위치오류 검사에 대한 타당도 및 신뢰도 연구가 필요할 것이다.

## 참고문헌

1. Brooks VB. How posture and movements are governed. *Phys Ther.* 1983;63(5):664-73.
2. Gandevia SC, McCloskey DI, Burke D. Kinaesthetic signals and muscle contraction. *Trends Neurosci.* 1992;15(2):62-5.
3. Burgess PR, Wei JY, Clark FJ. Signaling of kinesthetic information by peripheral sensory receptors. *Annu Rev Neurosci.* 1992;5:171-88.
4. Newcomer K, Laskowski ER, Yu B et al. Comparing trunk repositioning error in subjects with chronic low back pain and control subjects. *Spine.* 2000;25(2):245-50.
5. Amonoo-Kuofi HS. The number and distribution of muscle spindles in human intrinsic postvertebral muscles. *J Anat.* 1982;135(3):585-99.
6. McLain RF, Raiszadeh K. Mechanoreceptor endings in the cervical, thoracic, and lumbar spine. *Iowa Orthop J.* 1995;15:147-55.
7. Yu-Min Ko, Mi-Suk Jung, Ji-Won Park. The relationship between strength balance and joint position sense related to ankle joint in healthy women. *J Kor Soc Phys Ther.* 2011;23(2):23-9.
8. Wan-Sung Hong, Gi-Won Kim. Reliability of the joint neutral position and measurement methods of the ankle joint complex range of motion. *J Kor Soc Phys Ther.* 2011;23(4):45-51.
9. Allison G, Fukushima S. Estimating three-dimensional spinal repositioning error: the impact of range, posture, and number of trials. *Spine.* 2003;28(22):2510-6.
10. Swinkels A, Dolan P. Regional assessment of joint position sense in the spine. *Spine.* 1998;23(5):590-7.
11. O'Sullivan PB, Burnett A, Floyd AN et al. Lumbar positioning deficit in a specific low back pain population. *Spine.* 2003;28(10):1074-9.
12. Ryerson S, Byl NN, Brown DA et al. Altered trunk position sense and its relation to balance functions in people post-stroke.

- J Neurol Phys Ther. 2008;32(1):14-20.
13. Yu-Min Ko, Seol Park, Yun-Jin Kim et al. Effects of lumbar position sense on swing chair in healthy adults. *J Korean Soc Phys Ther*. 2012;24(3):235-9.
  14. Ji-Won Park, Yu-Min Ko, Seol Park. The effect of proprioceptive position sense by fatigue of low back muscles. *J Korean Soc Phys Ther*. 2012;24(6):414-8.
  15. Petersen CM, Zimmermann CL, Cope S et al. A new measurement method for spine reposition sense. *J Neuroeng Rehabil*. 2008;5(9):1-11.
  16. Goldberg A, Hernandez M, Alexander N. Trunk repositioning errors are increased in balance-impaired older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005;60(10):1310-4.
  17. Van Blommestein AS, Lewis JS, Morrissey MC et al. Reliability of measuring thoracic kyphosis angle, lumbar lordosis angle and straight leg raise with an inclinometer. *Open Orthop J*. 2012;4:10-5.
  18. Jin-Hwa Jung, Jae-Ho Yu. The effects of hippotherapy over 8 weeks on trunk proprioception, stability and posture in cerebral palsy patients. *J Kor Soc Phys Ther*. 2010;22(5):63-70.
  19. Seo JK, Kim SY. The relationship between hip abductor muscle strength and lumbar instability in patients with chronic low back pain. *J Korean Soc Phys Ther*. 2011;23(4):15-22.
  20. Ebenbichler G, Oddsson L. Sensory-motor control of the lower back: implications for rehabilitation. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(11):1889-98.
  21. Hodges P, Richardson C. Relationship between limb movement speed and associated contraction of the trunk muscles. *Ergonomics*. 1997;40(11):1220-30.
  22. Vincent-Smith B, Gibbons P. Inter-examiner and intra-examiner reliability of the standing flexion test. *Man Ther*. 1999;4(2):87-93.
  22. Gill KP, Callaghan MJ. The measurement of lumbar proprioception in individuals with and without low back pain. *Spine*. 1998;23(3):371-7.
  23. Loudon JK, Ruhl M, Field E. Ability to reproduce head position after whiplash injury. *Spine*. 1997;22(8):865-8.
  24. Parkhurst TM, Burnett CN. Injury and proprioception in the lower back. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1994;19(5):282-95.
  25. Revel M, Deshays AC, Minguet M. Cervicocephalic kinesthetic sensibility in patients with cervical pain. *Arch Phys Med Rehabil*. 1991;72(5):288-91.
  26. Revel M, Minguet M, Gergoy P et al. Changes in cervicocephalic kinesthesia after a proprioceptive rehabilitation program in patients with neck pain: A randomized controlled study. *Arch Phys Med Rehabil*. 1994;75(8):895-9.
  27. Rogers RG. The effects of spinal manipulation on cervical kinaesthesia in patients with chronic neck pain: A pilot study. *J Manipulative Physiol Ther*. 1997;20(2):80-5.
  28. Ashton-Miller JA, McGlashen KM, Schultz AB. Trunk positioning accuracy in children 7-18 years old. *J Orthop Res*. 1992;10(2):217-25.
  29. Kara B, GenCA, Yildirim Y et al. Use of tape measure in people with or without back pain in assessment of reposition error. *Turk Neurosurg* 2011;21(3):290-5.
  30. Jakobs T, Miller JAA, Schultz AB. Trunk position sense in the frontal plane. *Exp Neurol*. 1985;90(1):129-38.
  31. Bo-Kyung Song. Effect of somatosensory stimulation on upper limb in sensory, hand function, postural control and ADLs within sensorimotor deficits after stroke. *J Kor Soc Phys Ther*. 2012;24(5):291-9.
  32. Docherty CL, Arnold BL, Zinder SM et al. Relationship between two proprioceptive measures and stiffness at the ankle. *J Electromyogr Kinesiol*. 2004;14(3):317-24.