

앉은 자세에서 방석센서를 이용한 요통환자 골반가동성 측정의 신뢰도와 타당도

정승화 · 박대성[†]

건양대학교 물리치료학과 일반대학원, ¹건양대학교 물리치료학과

Reliability and Validity of the Measurement of Pelvic Movement in Low Back Pain Patients using Cushion Sensor in Sitting Position

Seung-Hwa Jung, PT · Dae-Sung Park[†]

Department of Physical Therapy, The Graduate School of Medical Science, Konyang University

¹Department of Physical Therapy, Konyang University

Received: January 14, 2020 / Revised: January 16, 2020 / Accepted: February 14, 2020

© 2020 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: Postural and structural asymmetry due to muscle imbalances around the lower back and pelvis are the causes of back pain. Muscle imbalances in patients with chronic low back pain affect the pelvic tilt and movement, and it is necessary to assess the pelvic movement ability using the appropriate tools to determine the mediating effects of lower back pain. This paper reports the reliability and validity of the Sensbalance Therapy Cushion (STC) for pelvic movement and proprioception.

METHODS: In this study, the Wii balance board (WBB) was used as a golden standard for pelvic movement measurements. FABQ, KODI, Myovision, and Pelvic movement were

measured in 50 patients with chronic low back pain. The correlation between the lower-back muscle activity and pelvic movement was checked. The pelvic movement parameter was measured twice to determine the intra-rater reliability.

RESULTS: The STC showed high test-retest reliability in the pelvic tilt measurements (ICC = .672 - .809). The test-retest reliability of proprioception measurements (ICC = .588 - .859) and reaction time measurements (ICC = .542 - .836) were also high. The relationship between the WBB and STC showed a significant positive correlation with the pelvic tilt test ($p < .01$). The posterior pelvic tilt and lower-back muscle activity showed a significant negative correlation ($p < .01$). The pelvic left tilt and lower-back muscle activity showed a significant negative correlation ($p < .05$).

CONCLUSION: The results revealed the high reliability and validity of the STC. Therefore, the STC can be used as an objective measuring device for evaluating pelvic tilt, proprioception, and reaction time in low back pain patients.

Key Words: Low back pain, Pelvic movement, Proprioception

[†]Corresponding Author : Dae-Sung Park

daeric@konyang.ac.kr, <https://orcid.org/0000-0003-4258-0878>

This is an Open Access article distributed 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.

I. 서론

요통은 현대사회에서 가장 흔히 발생하는 대표적인 근골격계 질환이다[1,2]. 성인 인구 중 약 80%는 자신의 일생에서 요통을 경험하게 되며, 이들 중 5~15%는 만성 요통으로 이어지게 된다[3]. 최근 과도한 스마트폰의 사용과 컴퓨터 작업으로 인해 장시간 의자에 앉아 생활하는 시간이 늘어나면서 유연성이 감소되고 습관적인 나쁜 자세가 기능적 장애를 초래하게 되어 허리통증을 호소하는 사람들이 급격히 늘어나고 있다[4].

요통 환자는 허리와 골반 주변 근육 불균형으로 자세 및 구조적 비대칭이 흔하게 발생한다[5]. 구조적 비대칭으로는 수직축을 기준으로 엉덩뼈의 회전, 엉치엉덩관절의 기능장애, 좌·우 볼기뼈의 부정렬이 대표적이다[6]. 이러한 골반 비대칭을 보정하기 위해 다양한 신체 부위의 역할을 변형시켜 자연스러운 몸통의 움직임에 영향을 주며 근골격계 통증을 일으키게 되므로 요통을 치료하는 과정에서 골반 비대칭을 포함해야 한다[7,8].

허리통증의 주요 원인 중 하나는 중심 근육(Core muscle)의 약화이다. 중심 근육이 약화되면 척추의 분절적 움직임이 감소하며 통증 부위 쪽의 뭇갈래근(Multifidus) 두께가 감소한다[9]. 척추의 중심 근육이 약화됐을 경우 인체 중심의 동요로 인해 척추 주변 표면 근육의 활성도가 높아지고 정상적인 근육 동원순서가 유지될 수 없어 허리통증이 발생한다[10,11]. 만성 허리통증이 있는 환자는 골반의 가쪽 안정성 근육의 약화를 보이며 허리네모근의 대상작용을 유도하여 비정상적인 골반의 가쪽 기울임을 유발한다[12,13]. 만성 허리통증 환자는 배가로근(Transvers abdominis)의 약화가 동반되어 엉덩허리근이 짧거나 뻣뻣해져 골반의 앞쪽 기울어짐이 과도해지거나 허리 척추 펴를 유발하기도 한다. 이외에도 허리통증 환자에게서 큰엉덩이근 약화를 볼 수 있는데 이는 골반과 생체역학적인 사슬을 이루면서 골반 움직임을 변화시켜서 허리에 많은 영향을 준다[14]. 이렇듯 요통에 근육학적으로 접근하였을 때 만성 요통은 정상적인 골반 기울기와 움직임을 변화시키므로 요통 감소를 위한 중재효과를 알아보기 위해 적절한 도구를 사용하여 골반 움직임 능력을 평가하는

것이 필요하다.

균형 능력과 골반 가동성을 측정하기 위해 Wii Balance Board (WBB), Sensbalance Therapy Cushion (STC)을 사용할 수 있다. WBB는 체중과 신체압력중심을 측정할 수 있는 장비로서 높은 측정자 내 신뢰도를 가지고 있으며 함께 사용되는 발란시아 프로그램 또한 높은 신뢰도와 타당도가 검증된 유용한 평가도구이다[15,16]. STC는 원형 쿠션 형태의 장비로서 평가 및 교육에 사용할 수 있으며 저렴하게 구매할 수 있고 운반이 쉽다는 장점이 있지만 아직까지 측정에 대한 신뢰도와 타당도에 관련된 연구는 이루어지지 않았다.

앞서 언급하였듯이 일상생활 중 평소 앉아서 생활하는 시간이 늘어나게 되면 통증 발생률이 증가되기 때문에 자연스럽게 앉은 자세에서 몸통조절 능력과 바른 자세가 강조된다. 지금까지 요통 환자를 대상으로 여러 가지 평가 장비를 사용하여 선 자세에서의 균형능력을 평가한 연구들이 활발히 이루어져 왔으나 앉은 자세에서의 몸통조절 능력과 골반 가동성을 평가한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 요통 환자를 대상으로 STC를 사용하여 앉은 자세에서의 골반 가동성 및 고유수용감각 능력 측정에 대한 신뢰도와 타당도를 조사하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 대전 소재의 P한방병원에서 요통으로 인해 물리치료를 받는 외래 환자 50명을 대상으로 2019년 10월부터 3개월 동안 실시되었다. 연구 대상은 허리통증이 3개월 이상 지속된 자, 현재 허리 통증에 대한 QVAS (Quadruple visual analogue scale)에서 40점 이상 기록된 자, 허리 통증을 제외한 방사통을 느끼지 않는 대상자 중 연구내용을 이해하고 연구에 자발적으로 동의한 자로 선정하였다. 척추 관절, 엉덩관절에 골절 경험이나 외과적 수술 경험이 있는 자 또는 현재 골절 상태인 자는 제외하였다.

2. 연구절차

본 연구는 단면 연구(Cross-sectional study)로서 피험자의 일반적 특성(성별, 나이, 신장, 체중)은 의무 기록지를 참조하였다. 피험자의 허리 통증 수준을 파악하기 위해 4항목 시각적 상사척도(Quadruple Visual Analogue Scale; QVAS)를 이용하였다. 피험자의 심리사회적수준을 검사하기 위해 공포-회피 반응 수준 검사(Fear Avoidance Beliefs Questionnaire; FABQ)를 이용하였고, 요통 기능 장애 수준을 검사하기 위해 한국어판 공포회피반응 설문지(Korean version of Oswestry Disability index; KODI)를 이용하여 설문지에 응답하도록 하였다. 대상자의 현재 요부 근 활성도를 기록하기 위해 Myovision을 사용하여 3번째, 5번째 허리 척추세움근의 정적 근 활성도를 측정하였다. 골반 가동성을 평가하기 위해 수평이 유지되는 단단한 의자위에 WBB를 놓고 그 위로 중심을 맞추어 STC를 놓았다. 그 위에 피험자는 편하게 앉은 상태에서 치료사의 지시에 따라 측정을 실시하였다. 사전검사 실시 후 15분간 편안한 속도록 트레드밀을 걷도록 지시하였고 사후검사로 골반가동성 측정을 사전검사와 동일하게 실시하였다. 실험 전 모든 대상자는 본 연구의 내용을 충분히 이해하고 연구동의를서를 작성하였고, 건양대학교 기관 생명윤리위원회의 심의(IRB:KYU-2019-334-01)를 받고 실시하였다.

3. 측정 및 평가방법

1) 4항목 시각적상사척도

4항목 시각적상사척도(QVAS)는 통증에 대한 주관적인 지각정도를 평가하기 위한 빠르고 간편한 방법으로 총 4항목의 질문으로 구성되어 있다[17]. 각 세부사항은 현재의 통증수준, 평균적인 통증수준, 가장 경미한 통증수준, 가장 심할 때의 통증수준으로 구분되어진다. 각 질문마다 10 cm 수평선 왼쪽 끝에 숫자 0, 오른쪽 끝에 숫자 10을 표기하였고 그 위에 “V”표식을 하게 하였다. 0은 전혀 통증이 없음, 10은 통증이 가장 심함으로 나타냈다. 1 cm마다 1점으로 점수화하였고 4개의 질문의 점수를 합산하여 평균을 낸 뒤 10을 곱하여 총 점수를 산출하였다. 이 검사는 측정자 내 신뢰도

가 $r = .76 - .84$ 로 보고되었다[18]. QVAS의 점수가 높을수록 통증이 심각함을 의미한다.

2) 심리사회적수준 검사

연구 대상자의 심리사회적수준을 평가하기 위해 이용한 공포-회피 반응 수준 검사(FABQ)는 자기기입식 설문지로 요통과 기능장애 수준 간에 관련성을 평가하기 위한 도구이다. 본 연구에서는 한국어로 번안된 공포회피반응 설문지를 이용하였다[19]. FABQ의 세부항목은 신체적 활동과 관련된 5문항과 일과 관련된 11항목 총 16문항 7점 척도로 구성되어 있다. 이 평가의 점수에서 0점은 전혀 동의하지 않음, 6점은 완벽하게 동의함을 의미하였고 총점 66점으로 계산한다. 점수가 높을수록 환자가 갖는 공포회피반응의 정도가 더 강한 것을 의미한다. 이 검사는 검사 재검사 신뢰도가 $r = .95$ 로 보고되었다[19].

3) 요통기능장애수준 검사

연구 대상자의 요통으로 인한 기능장애 정도를 평가하기 위해 이용한 한국어판 오스웨스트리 장애지수(KODI)는 자기기입식 설문지로 통증수준, 개인위생, 물건 들기, 보행, 앉아있기, 서있기, 잠자기, 성생활, 사회활동, 그리고 여행 및 이동 등의 10개 항목이 포함되어 있다. 점수 범위는 0에서 5점이며 환자의 평가점수를 총점으로 나눈 뒤 백분율로 환산하여 표시하였다. KODI의 검사-재검사 신뢰도는 $r = .92$ 로 높은 수준이다. 점수가 클수록 요통으로 인한 기능수행 수준정도가 낮은 것으로 판단할 수 있다[20].

4) 정적 근 활성도 평가

정적 근 활성도 평가를 위해 4채널 표면근전도(Myovision 3G WireFree, Myovision Inc, USA) 시스템을 사용하였다. 본 연구에서 사용한 정적 표면 근전도는 전선이 없는 장비로 지름 1 cm의 원형도자를 중심으로 동일한 거리에 4개의 표면전극이 부착되어 있는 비침습 스틱형 전극(Stick-on electrodes)이다. 마이크로 볼트 단위로 측정되고 측정 시간 동안 근육 활동량의 진폭을 나타내어 모니터에 출력되어진다[21]. 측정 기준점은



Fig. 1. L3, L5 surface muscle activity using myovision.



Fig. 2. Wii balance board.

허리뼈 4번째(L4 level) 외측 2 cm 지점으로 선정하였으며, 기준점을 중심으로 위와 아래 수준의 척주세움근 근 활성도를 측정하였다(Fig. 1). 측정 결과에 영향을 미칠 수 있는 피부 이물질을 제거하기 위해 알코올을 이용하여 깨끗이 소독 후 측정하였다. 도자 접촉 후 3회 연속 측정을 한 세트로 하여 평균값을 기록하였다. Myovision의 측정자 내 검사-재검사 신뢰도는 $r = .81 - .86$ 으로 높은 수준이다[22].

5) Wii Balance Board

골반 가동성 측정의 Golden standard 장비로 Wii balance board (Nintendo, Kyoto, Japan)와 발란시아 프로그램(Balancia software ver. 2.0, Mintosys, Seoul, Korea)을 이용하여 측정 하였다(Fig. 2). WBB 4개의 모서리에 위치한 로드셀을 통해 환자의 신체압력중심정보가 연속적으로 수집되며 무선으로 연결되어 컴퓨터 장치에 정보를 제공한다. 발란시아 프로그램은 WBB로부터 수집된 데이터를 분석하는데 사용하였다. 신체압력중심의 X, Y축에 대한 이동거리 및 속도 정보를 보여주며, 모든 데이터는 50 Hz로 샘플링하여 추출하였다. 골반 가동성 측정 시 편평한 의자 위에 수평을 유지하여 놓은 채 사용되었다. WBB의 측정자내 신뢰도는 $r = .92 - .98$ 로 높고[12], 발란시아 프로그램은 측정자간 신뢰도는 $r = .79 - .96$, 타당도는 $r = .85 - .96$ 로 높은 수준이다[16].

6) Sensbalance Therapy Cushion

골반 가동성 및 고유수용감각을 평가하기 위해 STC를 사용하였다(Sensbalance Therapy Cushion, Sensamove



Fig. 3. Sensbalance therapy cushion.

Inc, Netherlands). 이 장비는 균형 검사, 균형 훈련, 균형 제어 메커니즘의 요소를 평가 할 수 있는 쿠션형태의 장비이다(Fig. 3). 컴퓨터와 유선으로 연결이 되며 데이터 저장 및 처리는 컴퓨터의 Pedalo-Sensamove-Balance-Test Pro 소프트웨어를 통해 저장하였다. 이 장비를 통해 압력 중심점을 기준으로 골반 가동범위, 고유수용감각 및 반응시간을 평가하였다. 본 연구에서는 평평한 테이블에 WBB를 먼저 놓고 그 위 정중앙에 STC를 올려놓았다. 대상자에게 편하게 앉도록 지시하였고 다리가 90° 굽힘 될 수 있도록 발바닥에 알맞은 높이의 나무박스를 놓도록 하였다(Fig. 4). 측정은 골반 가동범위, 고유수용감각, 반응시간 순서로 진행되었다. 골반 가동범위 측정에서는 최대한 골반을 이용하여 앞 기울임, 뒤 기울임, 좌·우 기울임을 지시하였고 시각적 피드백을 차단하기 위해 모니터를 가린 상태에서 진행되었다. 고유수용감각 평가에서는 모니터에 출력되는 압



Fig. 4. Setting for measuring the pelvic movement and proprioception.

력중심점을 대상자가 직접 확인하며 진행하였다. 고유 수용감각 평가 첫 번째 시도에서는 모니터상 목표점과 현재 압력중심점이 출력되어 직접 추적하도록 하는 것이고 곧 바로 이어지는 두 번째 시도에서는 같은 목표점이 출력되지만 압력중심점이 사라져 골반 부위 고유수용감각으로 과제를 수행하도록 하였다. 목표지점과 압력중심점의 차이를 기록하였다. 마지막으로 반응시간을 평가하였다. 반응시간 평가에서는 모니터에 압력중심점이 출력되고 4초 이후 목표지점이 출력된다. 목표지점이 출력된 후 움직이는 반응시간과 도달하는데 까지 소요되는 추적시간을 기록하였다.

4. 통계방법

본 연구는 SPSS 20.0 통계 프로그램을 이용하여 수집된 자료를 분석하였다. STC의 측정자 내 신뢰도를 알아보기 위해 급내상관계수(Intraclass correlation coefficients, ICC)와 95% 신뢰구간을 구하였다. ICC값이 .80 이상이면 매우 신뢰할만하다, .60~.79는 신뢰할만하다, .40~.59는 중간 정도 신뢰할만 하다, .40 미만이면 약한 수준의 신뢰도로 간주하였다[23]. STC와 WBB간의 골반 가동성에 대한 동시타당도를 알아보기 위해 측정 변수들간의 선형적인 연관성을 알아보았고 피어슨 상관계수(Pearson correlation coefficient)를 통해 나타내었다. 모든 통계적 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 하였다.

III. 연구결과

본 연구에 참여한 대상자는 총 50명(남자 32명, 여자 18명)이며, 평균 연령은 33.68 ± 8.08 세, 평균 신장은 171.03 ± 8.38 cm, 평균 체중은 68.05 ± 10.19 kg, 평균 QVAS는 57.08 ± 6.27 점, 평균 FABQ는 31.4 ± 9.23 점, 평균 KODI는 $38.76 \pm 11.8\%$ 이다. 왼쪽과 오른쪽 허리 정적 표면근전도 수치는 각각 14.06 ± 6.73 mV, 16.18 ± 4.82 mV 이었다. 우세 손 특성으로 오른손잡이 48명, 왼손잡이 2명이었다. 또한 요통을 경험한지 평균 8.1 ± 8.12 개월이었다.

같은 검사자가 STC를 이용하여 측정한 대상자의 골반 가동성 검사-재검사 결과는 <Table 1>과 같다. 전방경사에 대한 검사-재검사의 ICC는 .809, 후방경사에 대한 ICC는 .796, 좌측 측방경사에 대한 ICC는 .680, 우측 측방경사에 대한 ICC는 .672, 전방 고유수용감각에 대한 ICC는 .859, 후방 고유수용감각에 대한 ICC는 .672, 좌측 고유수용감각에 대한 ICC는 .656, 우측 고유수용감각에 대한 ICC는 .588, 전방 반응시간에 대한 ICC는 .611, 후방 반응시간에 대한 ICC는 .582, 좌측 반응시간에 대한 ICC는 .542, 우측 반응시간에 대한 ICC는 .836, 전방 추적시간에 대한 ICC는 .447, 후방 추적시간에 대한 ICC는 .258, 좌측 추적시간에 대한 ICC는 .482, 우측 추적시간에 대한 ICC는 .196로 나타났다.

골반 가동성을 평가하기 위한 STC의 타당도를 확인하기 위한 WBB 측정값과의 관계는 피어슨 상관계수로 분석하였고 그 결과는 <Table 2>와 같다. 각각의 움직임에서 모두 유의한 양의 상관관계를 보였다($r = .783$, $r = .563$, $r = .440$, $r = .688$).

골반 가동성과 요부 정적 근활성도 사이의 상관관계를 분석한 결과는 <Table 3>과 같다. 대상자의 좌측 요부 정적 근활성도와 골반 후방경사의 관계는 음의 상관관계를 보였으며 후방경사 측정값에서 통계적으로 유의하였다($r = -.360$). 우측 요부 정적 근활성도와 골반 가동성의 관계는 음의 상관관계를 보였으며 후방경사, 좌측 측방경사, 우측 측방경사 측정값에서 통계적으로 유의하였다($r = -.379$, $r = -.447$, $r = -.351$). 평균 요부 정적 근활성도와 골반 후방경사, 좌측 측방경사

Table 1. Intra-rater Reliability of the Sensbalance Therapy Cushion

	1 st (n = 50)	2 nd (n = 50)	Difference (95% CI ^a)	ICC ^b (95%CI)
Anterior Tilt (°)	12.22 ± 2.35 ^c	13.07 ± 2.71	-0.85 ± 2.03 (-1.50, -.20)	.809** (.640, .988)
Posterior Tilt (°)	8.94 ± 1.97	10.72 ± 2.31	-1.79 ± 1.77 (-2.35, -1.22)	.796** (.615, .892)
Lt Lateral Tilt (°)	11.19 ± 2.16	12.11 ± 3.19	-.92 ± 2.69 (-1.78, -.06)	.680** (.395, .831)
Rt Lateral Tilt (°)	11.61 ± 2.73	11.50 ± 3.61	.11 ± 3.19 (-.91, 1.13)	.672** (.380, .827)
Anterior Proprioception (°)	7.09 ± 5.15	8.02 ± 3.97	-.93 ± 3.24 (-1.97, .11)	.859** (.732, .925)
Posterior Proprioception (°)	6.91 ± 5.04	6.17 ± 4.37	.75 ± 4.69 (-.75, 2.25)	.672** (.380, .827)
Lt Proprioception (°)	6.62 ± 5.11	6.23 ± 5.17	.39 ± 5.21 (-1.28, 2.05)	.656** (.349, .818)
Rt Proprioception (°)	5.69 ± 4.78	5.99 ± 4.94	-.30 ± 5.26 (-1.98, 1.38)	.588** (.221, .782)
Anterior Reaction (s)	.88 ± .22	.85 ± .28	.03 ± .27 (-.05, .12)	.611** (.265, .794)
Posterior Reaction (s)	.89 ± .17	.86 ± .11	.03 ± .16 (-.02, .08)	.582** (.210, .779)
Lt Reaction (s)	.89 ± .25	.89 ± .28	.00 ± .30 (-.10, .09)	.542** (.135, .758)
Rt Reaction (s)	.84 ± .21	.85 ± .21	-.01 ± .16 (-.06, .05)	.836** (.689, .913)
Anterior Arrival (s)	.83 ± .18	.86 ± .15	-.04 ± .20 (-.10, .03)	.447* (-.045, .708)
Posterior Arrival (s)	.86 ± .11	1.36 ± .38	-.51 ± .38 (-.63, -.39)	.258 (-.403, .607)
Lt Arrival (s)	.89 ± .28	1.25 ± .36	-.36 ± .38 (-.48, -.24)	.482* (.021, .726)
Rt Arrival (s)	.85 ± .21	1.41 ± .43	-.56 ± .46 (-.71, -.42)	.196 (-.521, .575)

* p < .05, ** p < .01

^a Confidence Interval, ^b Intraclass Correlation Coefficient, ^c Values are Expressed as Mean ± SD

Table 2. Correlation of the Sensbalance Therapy Cushion and wii Balance Board

(n = 50)

Variable	STC ^b Anterior Tilt (°)	Posterior Tilt (°)	Left Lateral Tilt (°)	Right Lateral Tilt (°)
WBB ^a Anterior Tilt (cm)	.783**	-	-	-
Posterior Tilt (cm)	-	.563**	-	-
Left Lateral Tilt (cm)	-	-	.440**	-
Right Lateral Tilt (cm)	-	-	-	.688**

** p < .01

^a Wii Balance Board, ^b Sensbalance Therapy Cushion

Table 3. Correlation of Pelvic Movement and Surface Electromyography

(n = 50)

Variable	STC ^b Anterior Tilt (°)	Posterior Tilt (°)	Left Lateral Tilt (°)	Right Lateral Tilt (°)
sEMG ^a (Lt)(mV)	-.164	-.360*	-.221	-.068
Rt (mV)	-.287	-.379*	-.447**	-.351*
Average (mV)	-.241	-.412**	-.354*	-.209

* p < .05, ** p < .01

^a Surface Electromyography, ^b Sensbalance Therapy Cushion

측정값에서 통계적으로 유의한 음의 상관관계를 보였다($r = -.412$, $r = -.354$).

IV. 고 찰

본 연구에서 골반가동성은 앉은 자세에서 최대 골반 전방경사, 최대 골반 후방경사, 최대 골반 측방경사를 의미한다. 골반 가동성 감소는 몸통 중심근육의 뻣뻣함과 약화에 영향을 받아 동시에 허리통증을 유발할 수 있다[14]. 따라서 요통의 정도를 알아보고 중재의 효과를 보기 위해 신뢰도와 타당도가 입증된 측정 장비의 선택이 중요하다. 따라서 본 연구에서는 STC를 이용하여 앉은 자세에서 골반 가동성 데이터 수집을 통해 측정 장비의 신뢰도와 타당도를 입증하기 위해 시행되었다.

그 결과 STC를 통해 측정된 골반 가동범위, 골반 부위 고유수용성 감각 기능, 반응시간에서 중간 정도 이상의 신뢰도를 확인 할 수 있었고(ICC = .542 - .859) 후방, 우측 추척시간에서 약한 수준의 신뢰도를 보였으며(ICC = .196 - .258), 기존 균형능력을 평가하기 위해 널리 사용되고 있는 WBB와 STC의 골반 전, 후, 좌, 우 경사 평가 값과의 상관관계가 높은 수준으로 유의하였다(.783, .563, .440, .688). Laessoe 등[24]의 연구에서 만성 발목 불안정성을 가진 자를 대상으로 SensBalance Mini Board를 통해 수집되는 변수 중 전·후방 각도의 측정자 내 신뢰도 .70로 중등도의 신뢰도, 내·외측 각도의 측정자내 신뢰도가 .87로 높은 수준의 신뢰도를 보였고, Park 등[16]의 연구에서도 뇌졸중 환자에게 WBB와 발란시아 프로그램을 이용하여 측정된 변수 중 동요거리와 동요속도의 검사자내 신뢰도가 .939로 높은 수준의 신뢰도를 보였다. 이러한 결과가 나타난 이유는 평가에 사용된 도구들이 압력 센서를 기반으로 하고 있고 체중분포와 신체압력중심을 기준으로 측정하게 되는데[25,26], 본 연구에서 사용된 STC도 신체압력중심의 변화량을 측정하는 로드셀이 내장되어 있기 때문에 신뢰도 및 타당도가 높게 나타난 것이라 할 수 있다. 본 연구 결과 추척시간의 검사-재검사 신뢰도 값이 매우 낮은 상관관계를 보였다. 이는 Yeong 등[27]의 연구에서 요통환자들이 가족이나 다른 사람에게 의

존적이며 과제 수행 시 민첩하게 움직이는데 어려움을 갖는 특징이 있다고 주장한 연구 결과가 반영된 것이라고 생각된다. 종합하여 볼 때 STC를 이용하여 요통환자의 골반 움직임에 관련된 변수 중 가동범위, 고유수용성 감각, 반응시간을 측정하는데 신뢰성이 충분하다고 사료된다.

본 연구결과 골반 가동범위와 요부 정적 표면 근전도 값은 전체적으로 음의 상관관계를 보였다. 그 중 오른쪽 요부 정적표면 근전도 값에서 골반 전방경사를 제외한 모든 항목들과 유의한 결과를 보였다(-.379, -.447, .351). 이는 2명의 대상자를 제외한 나머지의 우세손이 오른손이었고 오른손잡이는 척주세움근의 활성화 및 피로도가 왼쪽에 비하여 오른쪽에서 더 높게 나타난다는 선행연구 결과가 반영되어 골반의 움직임과 더 깊은 상관관계를 보인 것이라고 생각된다[28,29]. 또한 골반 후방경사 결과 값과 왼쪽, 오른쪽과 평균 근전도 값 모두에서 유의한 음의 상관관계를 보였다(-.360, -.379, -.412). 선행연구에 따르면 요통 환자를 대상으로 휴식, 몸통 굽힘, 펌 시 허리뼈 4번, 5번 높이의 척주세움근 활성도를 연속적으로 측정하였을 때 건강한 성인과는 반대로 근육을 이완시키지 못해 모든 과정에서 근전도 값이 유의하게 높다는 결과가 반영된 것으로 골반 후방경사를 위한 요부 근육들의 적절한 이완을 이끌어내지 못해 모든 측정값에서 유의한 음의 상관관계가 나타난 것이라고 생각된다[30]. 이러한 결과를 바탕으로 골반가동성 평가를 통해 척주 세움근에서의 근활성도를 유추할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서 측정한 골반가동성, 고유수용성 감각, 반응시간을 평가하기 위한 변수는 측정 시간 동안 신체 압력중심의 움직임을 추적하여 결과를 산출한다. 결과의 해석에서 가동범위는 동요길이가 길수록, 고유수용성 감각은 범위 차이가 짧을수록, 반응 시간은 소요시간이 짧을수록 요골반부 기능적 움직임 능력이 좋음을 의미한다. 이러한 측정변수는 요통으로 인한 유연성의 감소, 근육기능저하, 통증, 골격과 인대의 손상으로 고유수용성 감각의 문제가 반영된 것으로 임상적으로 매우 중요한 지표가 될 수 있다[12,31]. 그러나 기존 동작분석기나 전자추적장비는 가격이 비싸기 때문에 접근성과 활용성이 떨어지는 단점이 있다[32]. 요골반부 회전각을

측정하기 위한 또 다른 도구로 경사계(A-100, AcuAngle®, Taiwan)가 부착된 요골반부 회전각 측정기(Manufacture, Semyung, Korea)를 사용할 수 있다. 이 측정 도구는 저렴 하면서 크기가 작아 휴대가 가능한 장점이 있지만 수동적인 아날로그 방식이고 육안으로 눈금을 읽어야하기 때문에 오차가 발생할 가능성이 높다[33].

본 연구에서 사용한 장비는 위와 같은 제한점을 보완하는 내부 압력센서를 이용한 객관적인 측정이 가능한 장비이며 요통환자의 기능적 골반 움직임 평가에 높은 신뢰도와 타당도를 입증하였다. 이러한 장비를 활용하여 골반 움직임 기능을 평가하도록 연구함으로써 요통환자들의 평가와 중재효과를 알아보는 것에 접근성과 활용성을 증가시키는 효과를 기대할 수 있을 것이다. 더 나아가 향후 연구에서는 임상적 평가도구로서 연구 활용뿐만 아니라 소프트웨어에 포함된 가상현실기반의 게임 프로그램을 통해 요골반부 유연성 증진을 위한 중재 도구로서의 연구들이 이루어진다면 가정에서도 쉽게 접할 수 있는 활용도 높은 장비로 자리 잡을 수 있을 것이다.

V. 결 론

본 연구는 STC를 이용하여 요통 환자의 골반 가동성과 고유수용감각을 평가하는데 있어 신뢰도와 타당도를 알아보기 위하여 실시하였으며 그 결과 후방 추적시간과 우측 추적시간에서는 약한 수준의 신뢰도를 보였지만 전반적으로 중간 정도 이상 신뢰할만한 수준의 측정자 내 신뢰도를 확인 할 수 있었다. 특히 골반 전방 경사, 전방 고유수용감각, 우측 반응시간 측정에 있어서 매우 신뢰할만한 측정자 내 신뢰도를 보였다. WBB와 정적 표면근전도 결과값과의 상관관계에서도 유의한 결과를 보여 골반 가동성 측정 장비로서의 타당도를 확인하였으며 허리 근 긴장도를 예측할 수 있는 장비로서 가능성을 확인할 수 있었다. 이러한 결과를 통해 임상에서 또는 가정에서도 편하게 접근할 수 있는 객관적인 평가도구로서 유용성을 확인할 수 있었다.

References

- [1] O'Sullivan PB. Lumbar segmental 'instability': clinical presentation and specific stabilizing exercise management. *Man Ther.* 2000;5(1):2-12
- [2] Punnett L, Pruss-Utun A, Nelson DI, et al. Estimating the global burden of low back pain attributable to combined occupational exposures. *Am J Ind Med.* 2005;48(6):459-69.
- [3] Ferreira PH, Ferreira ML, Maher CG, et al. Specific stabilisation exercise for spinal and pelvic pain: A systematic review. *Aust J Physiother.* 2006;52(2):79-88.
- [4] Kim DA. The effect of hip joint angle and height of cushion on the pressure distribution over buttock during sitting. Master's Degree. Yonsei University. 2004
- [5] Al-Eisa E, Egan D, Fenety A. Association between lateral pelvic tilt and asymmetry in sitting pressure distribution. *Journal of Manual & Manipulative Therapy.* 2004;12(3):133-42.
- [6] Egan D, Cole J, Twomey L. The standing forward flexion test: an inaccurate determinant of sacroiliac joint dysfunction. *Physiotherapy.* 1996;82(4):236-42.
- [7] Egan DA, Al-Eisa E. Pelvic skeletal asymmetry, postural control, and the association with low back pain: a review of the evidence. *Critical Reviews™ in Physical and Rehabilitation Medicine.* 1999;11(3&4).
- [8] Al-Eisa E, Egan D, Deluzio K, et al. Effects of pelvic asymmetry and low back pain on trunk kinematics during sitting: a comparison with standing. *Spine.* 2006;31(1):E135-43.
- [9] Hides J, Stanton W, McMahon S, et al. Effect of stabilization training on multifidus muscle cross-sectional area among young elite cricketers with low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* 2008;38(3):101-8.
- [10] Imai A, Kaneoka K, Okubo Y, et al. Trunk muscle activity during lumbar stabilization exercises on both a stable and unstable surface. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(6):369-75.
- [11] Reeves NP, Cholewicki J, Milner TE. Muscle reflex

- classification of low-back pain. *J Electromyogr Kinesiol.* 2005;15(1):53-60.
- [12] Arab AM, Nourbakhsh MR. The relationship between hip abductor muscle strength and iliotibial band tightness in individuals with low back pain. *Chiropr Osteopat.* 2010;18(1):1.
- [13] Comerford MJ, Mottram SL. Movement and stability dysfunction-contemporary developments. *Man Ther.* 2001;6(1):15-26.
- [14] Neumann DA. *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Physical Rehabilitation.* St Louis-Mosby. Elsevier. 2002.
- [15] Holmes JD, Jenkins ME, Johnson AM, et al. Validity of the Nintendo Wii® balance board for the assessment of standing balance in parkinson's disease. *Clinical Rehabilitation.* 2013;27(4):361-6.
- [16] Park DS, Lee DY, Choi SJ, et al. Reliability and validity of the balancia using wii balance board for assessment of balance with stroke patients. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society.* 2013;14(6): 2767-72.
- [17] Yang JH. A study of pain, depression and self-efficacy according to the classifications of pain among chronic pain patients. *J Korean Acad Adult Nurs.* 2004;16(2):202.
- [18] Boonstra MC, Malefijt MDW, Verdonchot N. How to quantify knee function after total knee arthroplasty?. *The Knee.* 2008;15(5):390-5.
- [19] Joo MK, Kim TY, Kim JT, et al. Reliability and validity of the Korean version of the fear-avoidance beliefs questionnaire. *Physical Therapy Korea.* 2009;16(2):24-30.
- [20] Kim DY, Lee SH, Lee HY, et al. Validation of the Korean version of the oswestry disability index. *Spine.* 2005; 30(5):E123-7.
- [21] Lesimple C, Fureix C, Biquand V, et al. Comparison of clinical examinations of back disorders and humans' evaluation of back pain in riding school horses. *BMC Veterinary Research.* 2013;9(1):209.
- [22] Kim GE, Yun DU, An YJ, et al. Reliability and validity of new evaluation methods using static surface electromyography in persons with neck pain. *Physical Therapy Rehabilitation Science.* 2019;8(1):1-7.
- [23] Richman J, Makrides L, Prince B. Research methodology and applied statistics, part 3: measurement procedures in research. *Phys.* 1980;32(4):253-7.
- [24] Laessoe U, Svendsen AW, Christensen MN, et al. Evaluation of functional ankle instability assessed by an instrumented wobble board. *Physical Therapy in Sport.* 2019;35:133-8.
- [25] Clark RA, Bryant AL, Pua Y, et al. Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. *Gait & Posture.* 2010;31(3):307-10.
- [26] Palmieri RM, Ingersoll CD, Stone MB, et al. Center-of-pressure parameters used in the assessment of postural control. *Journal of Sport Rehabilitation.* 2002;11(1):51-66.
- [27] Yeong JW, Yun LG, Hwan PK. Study of sequale of low back pain in traffic accident patients. *Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society.* 2003;20(6): 36-44.
- [28] Kim K. Effect of diaphragmatic breathing exercise on activation of lumbar paraspinal muscles of healthy people. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine.* 2006;1(1):59-66.
- [29] Shin HJ, Kim JY. The cumulative trunk muscle fatigue depending on the length of recovery time. *Journal of Korean Institute of Industrial Engineers.* 2007;33(1):44-51.
- [30] Kim TH. The changes of range of motion of lumbar region and muscle activities of lumbar extensor during trunk motions between subjects with low back pain and healthy subjects. *Physical Therapy Korea.* 2006;13(2): 61-9.
- [31] Ko TS, Jung HB, Kim JA. The effects of thoracic mobilization on pain, disability index and spinal mobility in chronic low back pain patients. *J Special Edu Rehabil Sci.* 2009;48(2):115-37.
- [32] Shih CH, Shih CT, Chiang MS. A new standing posture detector to enable people with multiple disabilities to control environmental stimulation by changing their standing posture through a commercial Wii Balance Board. *Research in Developmental Disabilities.* 2010;31(1):281-6.
- [33] Ahn JH, Kim HH, Youn WS, et al. Test-retest reliability and intratest repeatability of measuring lumbar range of motion using inertial measurement unit. *The Acupuncture.* 2014;31(1):61-73.