Inter-rater Reliability of Cervical Proprioception, Dynamic Balance and Dorsiflexion Range of Motion Using STARmat®

Ji-Won Park, Seol Park

Department of Physical Therapy, College of Health Science, Catholic University of Daegu, Gyeongsan, Korea

Purpose: This study examined the inter-rater reliability of cervical proprioception, dynamic balance ability, and ankle dorsiflexion range of motion using STARmat®, which is a practical clinical tool that can provide practitioners and patients with quantitative and qualitative results.

Methods: Thirty healthy young subjects were enrolled in this study, and two well-trained physical therapists participated as a tester. Two testers measured the cervical joint position error at the starting position after neck flexion, extension, side bending, and rotation; three dynamic balance tests, including anterior excursion, anterior reaching with single leg balance, and posterior diagonal excursion; and ankle dorsiflexion range of motion using STARmat®. The intra-class correlation coefficient (ICC) was used to determine the inter-rater reliability of the tests.

Results: The inter-rater reliability for the cervical proprioception ranged from moderate to good (0.66 to 0.83), particularly for flexion (0.82), extension (0.70), right side bending (0.73), left side bending (0.71), right rotation (0.83), and left rotation (0.66). For the dynamic balance, the inter-rater reliability ranged from good to excellent (0.87 to 0.91), particularly for anterior excursion (0.86), posterior diagonal excursion (0.87 to 0.89), and anterior reaching with a single leg balance (0.90 to 0.91). In addition, for the ankle dorsiflexion range of motion, the ICC for the inter-rater reliability ranged from 0.95 to 0.96.

Conclusion: STARmat® is a reliable tool for measuring cervical proprioception, dynamic balance tests, and ankle dorsiflexion range of motion in healthy young adults.

Keywords: Proprioception, Postural balance, Range of motion, Reproducibility of results

서론

치료사에 의해 수행되는 임상적 평가는 환자의 병리 상태를 확인하고, 검사 결과를 반영하여 적절한 치료를 선택하며, 재평가를 통해 치료 전략을 수정하고, 최종적으로 치료의 효과를 검증하는 일련의 과정에서 임상 의사결정을 위한 근거로 사용된다. 하지만 바쁜 임상 환경에서 신뢰도와 타당도가 입증된 평가 도구를 사용하는 것은 무엇보다 중요하다고 할 수 있다. 가령 고유수용성 감각이나 균형평가를 위해 컴퓨터를 이용한 힘판과 같은 고비용 장비를 사용할 수 있지만 임상에서 저비용의 실용적 도구는 치료사의 임상 의사결정에 효율적일 수 있다.

임상에서 간편하게 사용하는 동적 균형능력 평가로는 Star Excursion Balance Test (SEBT)가 많이 사용되는데, 바닥에 8가지 방향으로

테이프를 붙이고 한 다리로 중심에 서서 반대쪽 다리를 1.5시, 3시, 4.5시, 6시, 7.5시, 9시, 10.5시, 12시 방향으로 얼마만큼 뻗을 수 있는지를 측정함으로써 균형 능력을 평가하는 방법이다. 따라서 지지하는 다리의 안정성 뿐만 아니라 관절가동범위, 근력, 고유수용성 감각 조절 능력, 신경근육 조절 능력 또한 필수적이다.^{1,2} 이는 발목 불안정성 등 하지 질환 환자의 신체 수행능력을 평가하기 위해 사용되며, 하지 손상의 위험성을 예측하거나 치료 중재의 효과를 검사하는 데에도 쓰이고 있다.^{3,4} 하지만 8가지 방향에서 모두 수행하기에 많은 시간이 소요되며 각 방향 사이에서 중복된 패턴을 보여 현재에는 8가지 방향을 대표할 수 있는 3가지 방향, 즉 앞쪽(12시), 뒀쪽(왼쪽 발로 설 경우 4.5시), 뒀쪽(왼쪽 발로 설 경우 7.5시) 방향에서 주로 SEBT 평가가 이루어지고 있다.⁵

Y-Balance Test Kit™ (FunctionalMovement.com, Danville, VA) 또한

Received Mar 5, 2020 Revised Apr 8, 2020

Accepted Apr 13, 2020

Corresponding author Seol Park

E-mail parksul85@hanmail.net

Copyright ©2020 The Korean Society of Physical Therapy

This is an Open Access article distribute under the terms of the Creative Commons Attribution Non-commercial License (<https://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.

이 세 방향에서의 균형능력을 SEBT 방식으로 평가할 수 있도록 개발되었으며, 시간이 적게 들고 프로토콜이 정형화되어 있을 뿐만 아니라 쉽게 이동시킬 수 있어 현재 임상에서나 연구실에서 많이 사용되고 있다.^{4,6} 하지만 바닥에 테이프를 붙여 측정할 수 있는 테이프 부착식 SEBT와는 달리, Y-Balance Test는 일정한 높이의 플랫폼 위에서 측정하는 방식이며, 두 검사 사이에 시상면에서의 엉덩관절, 무릎관절, 발목관절의 운동형상학적 차이가 보고되었으므로 같은 검사라 할 수 없다.⁶ 따라서 두 검사가 같은 방향에서 수행된다고 할 지라도 서로 대체해서 사용해서는 안된다.⁶

바닥에 테이프를 붙여 측정하는 방식의 SEBT는 간편하지만 cm로 표현되는 정량적인 결과를 직관적으로 제공할 수 없고 이동의 어려움이 존재하며, Y-Balance Test Kit™는 이동은 용이하지만 일정한 높이의 플랫폼 위에서 측정해야 하는 단점을 가진다. 이를 보완한 STARmat® (Advanced Physical Therapy Education Institute, Ontario, Canada)는 편평한 바닥에서 SEBT 평가를 수행할 수 있는 매트로, 이동이 용이하며 cm가 표시되어 있어 검사 결과를 직관적으로 쉽게 확인할 수 있다. 또한 STARpole™을 사용하여 도달거리를 측정하므로, 바닥에 놓인 줄자를 통해 수치를 확인하는 것보다 더 정확하게 측정할 수 있다.

STARmat®를 통해 SEBT뿐만 아니라 관절가동범위도 측정할 수 있는데, 그 중 발등굽힘 관절가동범위는 런지 동작을 하는 동안 이 매트와 STARpole™을 사용하여 측정한다. 체중 부하 상태에서 발등굽힘 관절가동범위를 측정하는 방법은 빠르고 쉬우며 신뢰도가 검증된 방법이다.⁷ 이와 유사하게 개발된 STARmat® Wall은 벽에 매트를 붙여둔 채로 레이저를 사용해 목의 고유수용성 감각을 측정할 수 있는 장비이다. 목 부위는 자세 조절과 안정성에 영향을 미치며, 감각 운동 조절능력, 머리와 눈의 위치, 안뜰계와 시각계와도 밀접한 관련이 있다.⁸ 특히, 노화, 목 근육의 피로, 채찍질손상으로 인한 목의 통증은 균형능력을 감소시키고 자세 조절을 변화시키는데, 이는 목 근육의 고유수용성 체계를 동원하는 능력이 감소되기 때문이다.⁹⁻¹¹ 따라서 목 부위의 고유수용성 감각이나 통증과 관련하여 균형능력을 평가하는 것은 의미가 있다.

STARmat®를 이용한 도구들은 기존에 수행되어 오던 검사들을 쉽고 정확하게 할 수 있도록 도와줌으로써 검사의 용이성과 객관성을 높여줄 수 있다. 특히, 이 장비를 활용한 여러 다른 평가들과, 이를 운동방법으로 활용할 수 있는 가이드라인이 제공되어 있는데, 그 중 한 발로 서서 앞으로 손 뻗기(Anterior reaching with single leg balance, AR)의 경우 높은 수준의 균형능력, 운동성, 근력을 평가할 수 있는 좋은 방법이지만, 아직 이 평가방법에 대한 신뢰도 검증이 이루어지지 않은 상태이다. SEBT의 경우 그 자체에 대한 신뢰도 연구가 이미 많이 이루어져 있으나 본 매트를 사용한 SEBT에 대한 신뢰도 연구는 아직

없으며, 상기 신뢰도 평가가 이루어지지 않은 평가에 대한 신뢰도 검증 또한 필요하다.

본 연구에서는 이 장비들을 사용하여 목의 고유수용성 감각, 동적 균형능력 및 발목관절 발등굽힘 관절가동범위에 대한 검사자 간 신뢰도를 측정하고자 하였다. 그 중 동적 균형능력 검사는 SEBT 중 가장 대표적인 두 가지 방향에 대한 평가로 앞으로 발 뻗기(Anterior Excursion [AE] - 즉, 앞쪽 방향의 SEBT), 뒤쪽 대각선으로 발 뻗기(Posterior diagonal Excursion [PE] - 즉, 뒤편쪽 방향의 SEBT), 그리고 아직 신뢰도 평가가 이루어지지 않은 평가방법인 AR에 대한 검사자 간 신뢰도를 측정하고자 하였다.

연구방법

1. 연구대상

본 연구는 경북 D대학 물리치료학과에 재학중인 학생 30명을 대상으로 진행하였다. 실험 전 피험자들에게 본 연구의 목적 및 위험성에 대해 사전에 충분히 설명하였으며, 본 연구에 대해 동의한 경우, 목 관절 움직임과 한발서기 동작을 수행하는데 있어 통증이 없는 경우에만 피험자로 선별하였다. 본 실험에 참여한 검사자는 서울 소재의 근골격계 종합병원에 근무하는 2명의 물리치료사로, STARmat®를 사용법이 익숙한 전문가들로 구성되었다.

2. 실험방법

실험 전 피험자들의 나이, 성별, 키를 기록하였다(Table 1). 두 명의 검사자는 대상자를 무작위로 선별하여 실험을 진행하였다. 한 번의 검사 후 환자가 느끼기에 충분한 휴식시간을 취한 뒤 다른 검사자가 다시 검사를 하였다. 검사자는 서로가 측정한 값에 대해 전혀 알지 못하게 하였다.

1) STARmat®

STARmat®는 균형능력, 관절가동범위 등 기능적 검사를 실시하기 위한 용도로 사용되는 매트로, 바닥에 각도와 길이를 측정할 수 있도록 선이 그려져 있으며, 한 가운데에 줄자가 달려 있는 막대인 STARpole™과 함께 구성되어 있다. 그리고 바닥에 발자국이 그려져 있어 표식으로 사용 가능하며, 검사의 필요에 따라 피험자의 발의 위치를 발자국 위에 둘 수 있다. 또한 STARpole™을 이용할 경우 높이를 측정할 수 있으므로 가로, 세로, 높이의 길이를 모두 측정할 수 있다. 이 장비를

Table 1. General characteristics of subjects

Age (yr)	Height (cm)	Gender (male/female)
23.46±1.1	167.93±9.59	12/18

통해 균형 검사, 하지와 몸통의 운동성 검사, 근력 검사, 관절가동범위 검사 및 기능적 검사 등 다양한 검사들이 가능하다.

STARmat® Wall은 벽에 붙여둔 채로 레이저를 사용해 목의 고유수용성 감각을 측정할 수 있는 장비이다. 매트에는 중심에서 방사형으로 멀어지는 선과, 중심에서부터의 거리를 나타내는 눈금이 그려져 있어 고유수용성 감각 측정 시 특정 움직임 후에 재위치를 찾을 때 중심에서 얼마나 떨어져 있는지를 cm로 측정할 수 있다. 이러한 장비는 기존에 수행되어 오던 검사들을 보다 쉽고 정확하게 할 수 있도록 도와준다.

2) 목의 고유수용성 감각 측정

목의 고유수용성 감각을 측정하기 위해 관절 위치 오차(joint position error)를 측정하였다. 실험 대상자는 레이저가 부착된 밴드를 머리에 쓰고 바닥에 놓인 STARmat®의 발자국 표시가 있는 중앙 지점에 편안한 자세로 서도록 하였다. 그리고 벽에 붙인 STARmat® Wall의 과녁(Wall target) 중앙에 레이저의 초점을 맞춘 후, 눈을 감게 하고 특정 동작을 수행하였다. 그 후 자신이 시작점이라고 생각하는 지점으로 다시 돌아와 레이저를 비추게 하였다(Figure 1A). 수행한 특정 동작은 목 굽힘(cervical flexion), 펴기(extension), 오른쪽 굽힘(right side bending),

Figure 1. The pictures of the tests using STARmat®. (A) Measurement of cervical proprioception, (B) Anterior excursion for dynamic balance test, (C) Posterior diagonal excursion for dynamic balance test, (D) Anterior reaching with single leg balance for dynamic balance test, (E) Measurement of ankle dorsiflexion range of motion, asterisk: STARpole™, arrow: Red base.

왼쪽 굽힘(left side bending), 오른쪽 돌림(right rotation), 왼쪽 돌림(left rotation)으로, 총 6가지 동작으로 구성하였다. 검사자는 레이저가 정지한 지점에 점을 찍고 중앙과 점 사이의 거리를 cm로 측정하였다. 각 동작마다 3번씩 측정하여 평균값을 사용하였다.

3) 동적 균형능력 측정

(1) 앞으로 발 뻗기(Anterior excursion)

대상자는 STARmat®의 뒤쪽에 있는 검은 발자국(Back black footprints) 표시 위에 서서 한쪽다리를 앞으로 뻗을 수 있을 만큼 최대한 뻗은 후 STARpole™의 밑부분에 있는 빨간 점(Red base)에 발가락 끝을 대고 2초간 유지하였다(Figure 1B). 이 빨간 점이 위치하는 눈금의 값을 사용하며, 양쪽 다리 모두 시행하였다. 그 값이 클수록 균형능력과 관절의 가동 능력이 우수하다는 것을 의미하며, 양쪽이 4 cm 이상 차이가 나거나 무릎이 과도하게 모음(valgus) 된다면 임상적으로 유의한 것으로 간주될 수 있다.

(2) 뒤쪽 대각선으로 발 뻗기(Posterior diagonal excursion)

대상자는 STARmat®의 앞쪽에 있는 검은 발자국(Front black footprints) 표시 위에 서서 한쪽 다리를 뒤쪽 대각선 방향의 눈금 쪽으로 뻗은 후 STARpole™ 밑부분에 있는 빨간 점에 발가락 끝을 대고 2초간 유지하였다. 이때 피험자의 상체 자세는 파라오 자세이며 발 끝이 땅에 닿지 않도록 주의하였다. 그런 다음 빨간 점이 위치하는 눈금의 숫자를 측정하였다(Figure 1C). 빨간 점이 위치하는 숫자가 클수록 균형능력과 관절의 가동 능력이 우수하다는 것을 의미하며, 양쪽이 6 cm 이상 차이가 날 경우 임상적으로 유의한 것으로 간주될 수 있다.

(3) 한발로 서서 앞으로 손 뻗기(Anterior reaching with single leg balance)

대상자는 STARmat®의 뒤쪽에 있는 검은 발자국 표시 위에 한발로 서서 지면에 접촉하고 있는 다리 반대쪽의 팔을 앞으로 뻗을 수 있을 만큼 최대한 뻗은 후 STARpole™ 밑부분에 있는 빨간 점에 손가락 끝을 대고 2초간 유지하였다(Figure 1D). 빨간 점이 위치하는 눈금의 값을 사용하며, 양쪽 다리 모두 시행하였다. 그 값이 클수록 균형 능

력이 우수하다는 것을 의미하며, 양쪽이 10 cm 이상 차이가 날 경우 임상적으로 유의한 것으로 간주될 수 있다.

4) 발등굽힘 관절가동범위 측정

대상자는 앞발(측정하는 발)의 엄지발가락을 STARmat®의 중심 원(Center circle) 테두리에 일치시키고 뒷발(측정하지 않는 반대의 발)을 편안하게 뒤로 뻗은 상태로 두었다. 앞발의 뒤꿈치가 떨어지지 않는 범위 내에서 앞발의 무릎을 굽히면, 연구자는 STARpole™을 무릎에 접촉시켜 이 STARpole™과 엄지발가락 사이의 거리를 측정하였다(Figure 1E). 양쪽 다리 모두 시행하였다. 빨간 점이 위치하는 숫자가 클수록 관절의 가동 능력이 우수하다는 것을 의미한다. 이 거리가 7 cm 이하일 경우 이 매트를 사용하여 발등굽힘 관절가동범위를 측정하기에 부적합하며, 양쪽 다리의 차이가 2 cm를 초과할 경우 임상적으로 유의한 것으로 간주될 수 있다.

3. 자료분석

동일한 대상자를 대상으로 2명의 물리치료사가 고유수용성 감각 측정을 위해 각 동작마다 3회 측정하였고, 발등굽힘 관절가동범위와 균형능력 측정을 위해서는 각 동작마다 1회 측정된 값을 급간 내 상관관계수(intra-class correlation coefficient, ICC)를 이용하여 검사자 간 신뢰도를 구하였다. 신뢰도는 통계 프로그램은 IBM SPSS version 19를 사용하였다.

결 과

1. 검사자 간 신뢰도

목의 고유수용성감각 측정 항목에서 굽힘과 오른쪽 돌림은 0.8 이상의 높은 신뢰도를 보였고 펴, 오른쪽 굽힘, 왼쪽 굽힘, 오른쪽 돌림은 0.60-0.79 사이의 중등도의 검사자간 신뢰도를 보였다(Table 2). 동적 균형능력 및 발등굽힘 관절가동범위 항목에서 모든 동작의 검사자 간 신뢰도가 0.8 이상의 높은 신뢰도를 보였다(Table 3).

Table 2. Reliability for cervical proprioception

	Distance (cm)		ICC	95% CI
	Rater 1	Rater 2		
Flexion	4.00±2.06	4.09±1.48	0.823	0.63-0.92
Extension	4.18±2.44	4.23±2.02	0.701	0.37-0.86
Rt. side bending	3.79±2.14	4.22±1.89	0.730	0.43-0.87
Lt. side bending	4.11±1.70	4.23±2.12	0.711	0.39-0.86
Rt. rotation	3.99±1.75	4.26±1.83	0.831	0.64-0.92
Lt. rotation	4.03±1.56	4.48±1.89	0.659	0.28-0.84

Rt: Right, Lt: Left, ICC: Intraclass Correlation Coefficient, 95% CI: 95% Confidence Interval.

Table 3. Reliability for dynamic balance tests and ankle dorsiflexion range of motion

	Distance (cm)		ICC	95% CI
	Rater 1	Rater 2		
Rt. AE	64.80±6.14	63.17±4.84	0.867	0.72-0.94
Lt. AE	64.93±5.46	63.13±4.69	0.868	0.72-0.94
Rt. PE	77.87±9.34	75.80±10.00	0.873	0.73-0.94
Lt. PE	79.80±9.58	76.60±10.58	0.892	0.77-0.95
Rt. AR	78.43±7.34	75.17±7.86	0.901	0.79-0.95
Lt. AR	79.37±6.75	75.80±8.18	0.911	0.81-0.96
Rt. DF	49.87±4.97	50.00±4.83	0.961	0.92-0.98
Lt. DF	49.47±4.81	50.37±4.48	0.955	0.91-0.98

AE: Anterior Excursion, PE: Posterior excursion, AR: Anterior Reaching, DF: Dorsiflexion.

고 찰

본 연구는 STARmat®을 사용하여 목의 고유수용성 감각, 동적 균형 능력, 발등굽힘 관절가동범위를 측정하였으며, 2명의 검사자 간 신뢰도를 검증하였다. 그 결과 모든 항목에서 중등도 이상의 높은 신뢰도를 보였다.

본 연구에서 검사자 간 높은 신뢰도를 보여줄 수 있었던 것은 STARmat®를 사용하여 특정한 운동 수행능력을 측정함에 있어 사용이 간편하고 정확한 검사 결과를 얻을 수 있었기 때문인 것으로 생각된다. 또한 두 검사자가 주어진 프로토콜을 따라 정확히 측정하였으며, 해당 장비를 사용하는 데에 능숙했기 때문인 것으로 예상된다.

Juul 등¹²은 레이저를 사용하여 목의 관절 위치 오류를 측정하였으며, 중등도 이상의 신뢰도(ICC 0.50-0.75)를 보였다. 본 연구의 실험방법과 유사하게 중립 자세에서 위치를 기억하게 한 후 특정 동작을 시행했다가 중립 자세로 다시 돌아와 재위치 오차를 측정하였다. 특정 동작은 목 돌림, 굽힘, 펴를 수행하였다. 본 연구에서의 결과보다 신뢰도가 약간 낮게 나온 이유는 레이저를 머리에 부착한 후에 측정한 것이 아닌 피험자의 등 뒤에 위치했기 때문인 것으로 보이며, 같은 이유로 Jorgensen 등¹³의 연구에서는 낮은 수준의 신뢰도(ICC 0.02-0.52)를 보였다. 본 연구에서 사용한 STARmat®을 사용할 경우 머리에 레이저를 고정시킨 상태에서 수행하므로 측정 시 정확도를 높여줄 수 있었던 것으로 생각된다. Alahmari 등¹⁴은 목 통증이 있는 환자와 건강한 사람을 대상으로 경사계(inclinometer)를 사용하여 완전 펴 후 중립 자세에서 재위치 오차를 측정하였으며, 중등도의 신뢰도를 보여(ICC 0.74-0.79) 본 연구의 펴에 대한 결과와 유사한 수준을 보였다(ICC 0.701). 검사는 펴 동작에서만 수행되었다. 같은 연구에서 Alahmari 등¹⁴은 목 굽힘, 펴, 돌림을 시행한 후 중립자세로 돌아와 다시 해당 동작을 수행하여 관절 위치 오류를 검사하는 방법으로 목의 고유수용성 감각을 측정하였으며, 중등도 이상의 신뢰도를 보였다(ICC 0.62-0.84). 특정 동작 후 중립 위치에서 위치 오류를 측정한 본 연구와는

반대로, 특정 동작에서 위치 오류를 측정하였으므로 본 연구와 정확히 비교할 수 없으나, 목 통증이 있는 환자와의 비교에서 특정 동작에 따른 차이를 발견할 수 있었다는 점에서, 본 연구에서 실시한 것처럼 모든 동작에서 고유수용성 감각을 측정할 필요가 있다는 것을 알 수 있다.

동적 균형능력을 평가하는 방법은 다양하며, 현재 균형능력은 다양한 분야에서 연구되고 있다.¹⁵⁻¹⁸ 그 중 SEBT는 동적 균형능력을 측정하기 위한 평가방법 중 하나로, 많은 선행 연구에서 검사자 간 신뢰도가 증명되었다.^{2,19} 하지만 검사를 8가지 방향에서 모두 수행하기에는 시간이 많이 소요되며 중복되는 측면이 있어 8가지 방향을 대표할 수 있는 3가지 방향, 즉, 앞쪽, 뒤안쪽, 뒤가쪽 방향에서 흔히 측정되고 있다.^{5,19} 그 중 가장 대표적인 방향은 뒤안쪽으로, 본 연구에서 실시한 뒤쪽 대각선으로 발 뻗기 동작이 이 방향의 SEBT에 해당한다.⁵ 앞쪽 방향으로의 SEBT는 본 연구의 앞으로 발 뻗기 동작에 해당한다. 본 연구에서는 SEBT의 8가지 방향을 가장 잘 대표할 수 있는 두 방향으로의 동작을 STARmat®를 사용하여 정확히 측정이 가능한지를 알아보기 위해 검사자간 신뢰도 측정을 하였으며, 그 외에도 해당 매트를 사용하여 높은 수준의 균형능력, 운동성 및 근력을 평가할 수 있는 ‘한 발로 서서 앞으로 손 뻗기’ 동작을 실시하였다. 그 결과 모두 높은 신뢰도를 보여 STARmat® 위에서 해당 동작을 수행할 경우 검사자 간 일치된 결과를 얻을 수 있을 것으로 보인다.

체중 부하 상태에서 발등굽힘 관절가동범위를 측정하는 방법은 빠르고 쉬우며 신뢰도가 검증된 방법이다.⁷ 본 연구에서는 STARmat®와 STARpole™을 사용하여 런지 동작을 하는 동안 발등굽힘 관절가동범위를 측정하였다. 그 결과 검사자 간 높은 신뢰도를 보였으며, 해당 장비를 사용하여 쉽고 간편하게 발등굽힘 관절가동범위를 측정할 수 있을 뿐만 아니라, 장비를 사용한 검사결과와 정확도, 검사자 간 결과 일치도 또한 증명되었다고 볼 수 있다.

본 연구에서 사용된 STARmat®는 동적 균형능력을 측정하기 위한 SEBT 외에도 다양한 검사가 가능한 장비이다. 동적 균형능력을 측정

하기 위한 장비들은 고가이며 측정 시 숙련도가 필요한 반면, STARmat®의 경우 저렴하면서 측정도 간편하다는 장점이 있다. 이 매트에 눈금이 표시되어 있어 검사 결과를 직관적으로 파악할 수 있으며, 본 연구 결과에서와 같이 검사자간 신뢰도 또한 모든 영역에서 높은 수준인 것으로 나타났다. 따라서 임상에서 STARmat®를 통한 고유수용성 감각, 동적 균형능력 및 발등굽힘 관절가동범위 측정 시 간편하면서도 정확도 높은 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다. 또한 목의 고유수용성 감각이 동적 균형능력에 미치는 영향에 관한 연구 등 STARmat®를 사용한 연구가 이루어질 경우 본 연구 결과가 이들 연구의 신뢰도를 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구의 제한점은 환자가 아닌 건강한 대학생 30명을 대상으로 실험이 이루어졌다는 것이다. SEBT는 발목관절 불안정성, 앞십자인대 파열, 무릎넙다리 통증 등을 가진 환자를 대상으로 동적 균형능력을 측정하는 데에 사용되고 있으므로, STARmat®를 사용한 평가가 필요할 것이다. 또한 Bouillon과 Baker²⁰에 따르면 연령대가 SEBT에 유의한 영향을 미친다고 보고하였으므로, 다양한 연령대에서 평가가 이루어져야 할 것이다.

ACKNOWLEDGEMENTS

이 결과물은 2017년도 대구가톨릭대학교 학술연구비 지원에 의한 것임.

REFERENCES

- Olmsted LC, Carcia CR, Hertel J et al. Efficacy of the star excursion balance tests in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. *J Athl Train*. 2002;37(4):501-6.
- Hertel J. Functional instability following lateral ankle sprain. *Sports Med*. 2000;29(5):361-71.
- Gribble PA, Hertel J, Denegar CR. Chronic ankle instability and fatigue create proximal joint alterations during performance of the star excursion balance test. *Int J Sports Med*. 2007;28(3):236-42.
- Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ et al. The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *N Am J Sports Phys Ther*. 2009;4(2):92-9.
- Hertel J, Braham RA, Hale SA et al. Simplifying the star excursion balance test: Analyses of subjects with and without chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2006;36(3):131-7.
- Ko J. Comparison kinematic patterns between the star excursion balance test and y-balance test in elite athletes. *Korean Journal of Sport Biomechanics*. 2017;27:165-9.
- Bennell KL, Talbot RC, Wajswelner H et al. Intra-rater and inter-rater reliability of a weight-bearing lunge measure of ankle dorsiflexion. *Aust J Physiother*. 1998;44(3):175-80.
- Treleaven J. Sensorimotor disturbances in neck disorders affecting postural stability, head and eye movement control. *Man Ther*. 2008;13(1):2-11.
- Quek J, Brauer SG, Clark R et al. New insights into neck-pain-related postural control using measures of signal frequency and complexity in older adults. *Gait Posture*. 2014;39(4):1069-73.
- Schieppati M, Nardone A, Schmid M. Neck muscle fatigue affects postural control in man. *Neuroscience*. 2003;121(2):277-85.
- Field S, Treleaven J, Jull G. Standing balance: a comparison between idiopathic and whiplash-induced neck pain. *Man Ther*. 2008;13(3):183-91.
- Juul T, Langberg H, Enoch F et al. The intra- and inter-rater reliability of five clinical muscle performance tests in patients with and without neck pain. *BMC Musculoskelet Disord*. 2013;14:339.
- Jørgensen R, Ris I, Falla D et al. Reliability, construct and discriminative validity of clinical testing in subjects with and without chronic neck pain. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014;15:408.
- Alahmari K, Reddy RS, Silvian P et al. Intra- and inter-rater reliability of neutral head position and target head position tests in patients with and without neck pain. *Braz J Phys Ther*. 2017;21(4):259-67.
- Lee DK, Hwang TY. Effects of aquatic proprioceptive neuromuscular facilitation pattern exercise on balance, gait ability and depression in patients with chronic stroke. *J Kor Phys Ther*. 2019;31(4):236-41.
- Lee JH, Chang JS. The effect of calf stiffness on gait, foot pressure and balance in adults. *J Kor Phys Ther*. 2019;31(6):346-50.
- Shin YJ, Yoon TL. The short term effects of ankle strengthening emphasis with jumping on strength, mechanical properties, and balance with and without wearing high heel in ankle instability. *J Kor Phys Ther*. 2019;31(4):176-83.
- Yang HK, Lim HW. Effects of trunk control rehabilitation robot training on dynamic balance, lower extremity strength, gait ability and pain in bipolar hemiarthroplasty. *J Kor Phys Ther*. 2019;31(2):94-102.
- Gribble PA, Kelly SE, Refshauge KM et al. Interrater reliability of the star excursion balance test. *J Athl Train*. 2013;48(5):621-6.
- Bouillon LE, Baker JL. Dynamic balance differences as measured by the star excursion balance test between adult-aged and middle-aged women. *Sports Health*. 2011;3(5):466-9.