

# 발목 시지각-되먹임 훈련이 편마비 환자의 균형과 보행 기능에 미치는 영향



The Journal Korean Society of Physical Therapy

- 서동권, 오덕원<sup>1</sup> 이상호
- 건양대학교병원 물리치료실, <sup>1</sup>대전대학교 보건스포츠타학원 물리치료학과

Effectiveness of Ankle Visuoperceptual-Feedback Training on Balance and Gait Functions in Hemiparetic Patients

Dong-Kwon Seo, PT; Duck-Won Oh, PT, PhD<sup>1</sup>; Sang-Ho Lee, PT

Department of Physical Therapy, Konyang University Hospital; <sup>1</sup>Department of Physical Therapy, College of Health and Sports Science, Daejeon University

**Purpose:** This study aimed to determine the effects of sensory feedback training of the ankle with visuoperceptual stimulation on static balance and gait functions in patients with chronic post-stroke hemiparesis.

**Methods:** This study included 16 patients with chronic post-stroke hemiparesis. The subjects were randomly assigned together the experimental group (EG) or the control group (CG), with 8 subjects in each group. All the subjects received a routine physical therapy. The EG subjects received a 30-min sensory feedback training for the foot and ankle with visuoperceptual stimulation by using Tetrax Portable Multiple System. This training was conducted 3 times a week for 4 weeks. The scores of balance ability, timed up and go (TUG), and dynamic gait index (DGI) were assessed before and after the intervention.

**Results:** In the EG, the scores of static balance, TUG, and DGI obtained after the intervention significantly differed from those obtained before the intervention ( $p < 0.05$ ). Further, in the EG, a significant difference was noted in the rate of change of all the variables when compared with those of the CG ( $p < 0.05$ ). However, in the CG, post-intervention score were only significantly different for DGI.

**Conclusion:** Our findings indicate that the sensory feedback training with visuoperceptual stimulation improves balance and gait functions of patients with chronic post-stroke hemiparesis. Further studies are needed to generalize the results of this study.

**Keywords:** Ankle, Sensory feedback, Chronic stroke, Balance, Gait

논문접수일: 2010년 3월 15일

수정접수일: 2010년 6월 4일

게재승인일: 2010년 6월 16일

교신저자: 오덕원, duckwono@dju.kr

## 1. 서론

뇌졸중 환자들은 균형 및 자세조절에 어려움을 지니고 있으며, 비대칭적인 자세, 비정상적인 신체의 균형, 체중이동 능력이 감소하고 섬세한 기능을 수행하는 특정 운동요소의 상실 등으로 기립과 보행에 장애를 받는다.<sup>1-3</sup>

균형(balance)이란 기립 자세 및 좌위 자세를 유지하기 위한 운동의 계획 및 수행과정이며, 인식과 감각정보화라는 복잡

한 과정으로 자세의 항상성을 유지하는 것이다.<sup>4</sup> 또한 균형조절은 주어진 환경에서 인체의 중력 중심축(center of gravity)이 체중 지지 기저면(base of support) 위에 일치하도록 조절하는 능력으로 신체를 평형상태로 유지시켜 일상생활의 모든 동작 수행에 중요한 역할을 한다.<sup>5-7</sup> 또한 균형유지를 위해서는 시각, 고유수용성감각, 전정기관이 필요하며, 상호 협력을 하게 된다.<sup>8</sup> 뇌졸중 환자들은 고유수용성 감각 손상으로 인해 자세 동요가 증가되어 비대칭적인 체중 분배, 체중이동능력의 상실과 함께

기립능력의 저하가 초래된다. 이는 일상생활의 독립성과 보행 능력에 큰 영향을 주기 때문에 고유수용성감각 회복, 안정성 및 대칭성 향상은 뇌졸중 환자의 중요한 치료목표가 된다.<sup>7-10</sup>

뇌졸중 환자들의 경우 자세조절능력의 문제보다는 환측 하지의 문제점으로 인해 균형과 보행 기능이 감소되며, 환측 하지의 기능 회복과 건측의 대상작용의 상호보완을 통해 균형 조절 능력을 회복해 나간다.<sup>11</sup> 하지에서 발목은 균형회복에 있어 중요한 역할을 한다. 발목은 체중부하 과정에서 하지 근육의 기능과 협력작용을 통해 신체를 지지해주고, 발바닥 촉각을 통해 신체의 자세에 대한 감각 정보를 제공해 주며, 신체의 자세유지에 대한 감각되먹임을 촉진한다.<sup>12</sup> 이러한 기전에 의해 발목은 신체의 작은 흔들림을 조절해주는 역할을 하며, 이는 균형조절 능력의 회복과 관계된다.<sup>13</sup>

또한 뇌졸중 환자는 발목의 고유수용성 감각이 손상되어 전후, 좌우방향 모두에서 자세 동요가 더욱 커지게 되며, 이 때문에 균형과 보행에 좋지 않은 영향을 준다.<sup>14,15</sup> 균형능력은 환측의 회복과 건측의 대상작용을 통해 회복되므로 임상적인 훈련 방법은 각각의 치료가 아닌 양쪽 발목의 통합적인 조절능력을 회복할 수 있는 치료전략과 운동프로그램이 필요하다.<sup>16</sup> 임상적으로 뇌졸중 환자의 균형과 보행 능력 회복을 위해 발목의 운동 프로그램으로 발과 발목의 유연성 및 근력 증진 운동, 발바닥 감각향상, 발목의 배측 굴곡근의 자세반사 촉진, 고유수용성 조절 훈련, 족저압 이동훈련 등이 시행되고 있다.<sup>12,17-20</sup>

감각 되먹임 훈련은 시·지각을 많이 이용하는 데 시·지각을 이용한 운동학습은 자신이 수행한 결과 또는 결과의 원인이 되는 정보를 시각, 전정감각, 체성감각 등으로 자극을 되받아 과제수행의 오류를 수정하는 방법으로 정확한 동작을 학습시키는 데 이용되고 있다.<sup>21</sup> 지금까지 환측 하지에 체중부하율을 향상시키고 기립자세의 안정성을 증가시키기 위한 다양한 방법들이 시도되어 왔지만 최근에는 많은 연구들에서 시·지각을 이용한 훈련 방법이 더 효과적이라고 보고하였다.<sup>22-24</sup>

일반적으로 시각되먹임 훈련은 힘판을 이용한 생체 되먹임을 이용한 방법으로 기립자세에서 전후, 좌우방향으로 체중이동 훈련을 실시하여 하지의 전체적인 통합 조절능력을 향상시키는 방법이다. 이는 양쪽 고관절과 무릎관절 그리고 발목관절의 통합적인 조절능력을 향상시키는 것으로 균형능력 회복에 좋은 결과를 가져왔다.<sup>23,24</sup> 이는 하지의 통합적인 조절을 통해 하지의 회복을 보는 것으로 시·지각을 이용한 발목을 집중적으로 훈련하는 프로그램은 부족한 실정이며, 이에 대한 임상적인 치료 지침 또한 마련되어 있지 않다. 그러므로 본 연구는 이전 연구의 기립상태에서 실시한 시·지각을 이용한 훈련방법에서 벗어나 발목을 집중적으로 훈련할 수 있는 시·지각을 이용한 발목의 감각되먹임 운동프로그램을 실시할 것이며, 이 운동프

로그램을 통해 발목이 균형과 보행에 어떤 영향을 미치는지 알아보고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구의 대상자는 뇌졸중으로 인한 편마비로 진단받은 20명을 대상으로 하였다. 실험군과 대조군은 10명씩 동전 던지기 방법을 이용하여 무작위로 배정하였으며, 대상자 선정조건은 다음과 같다.

- 가. 본 연구의 실험과정에 동의한 환자
- 나. 뇌졸중 진단 후 6개월이 지난 만성 뇌졸중 환자
- 다. 시각에 문제가 없는 환자
- 라. 정형외과적 문제가 없는 환자
- 마. 인지 장애가 없는 환자(MMSE-K >24점)<sup>25</sup>
- 바. 보조도구 없이 10 m 이상 보행이 가능한 환자

연구과정에서 최초 실험군 10명, 대조군 10명으로 시작하였으나 연구도중 실험군과 대조군 각각 2명씩 탈락했다. 실험군 중 한 명은 정형외과적 문제, 실험군 한 명과 대조군 두 명은 연구과정을 완료하지 못했다. 그래서 결과측정은 실험군 8명과 대조군 8명으로 이뤄졌다.

실험군과 대조군의 연령( $z=-0.04, p=0.96$ ), 신장( $z=-0.53, p=0.60$ ), 체중( $z=-0.24, p=0.81$ ), 발병기간( $z=-0.48, p=0.67$ ) 등은 유의한 차이가 없었다(Table 1).

**Table 1.** General characteristics of the training and control groups (N=16)

	Training group (N <sub>1</sub> =8)	Control group (N <sub>2</sub> =8)
Age (year)	53.51±8.75	55.66±14.12
Sex (Male / Female)	4 / 4	5 / 3
Height ( cm)	162.12±7.88	163.44±9.39
Weight (kg)	62.62±11.24	62.55±9.20
Occur periods (months)	55.37±33.40	47.44±30.62
Lesion type (Hemorrhage / Infarction)	4 / 4	4 / 4
Lesion side (Left / Right)	2 / 6	4 / 4

## 2. 측정방법

### 1) 정적 균형 도구

뇌졸중 환자의 정적 균형능력을 측정하는 장비로서 Tetrax Portable Multiple System (Tetrax Ltd, 56 Miryam Ramat Gan, Sunlight, 이스라엘)를 사용하였다(Figure 1). Tetrax Portable Multiple System(이하 Tetrax)은 이동식 힘 판(force platform) (각각, 12 × 30 cm)이 양쪽에 위치하며, 4개의 점(2 발가락, 2 뒤꿈치)에 실리는 체중의 변화(34 Hz의 표집률)로 자세 동요를 평가하고, 이를 통해 정적 균형 상태를 의미하는 안정성 지수(stability test index)을 산출하였다. 각 검사별 측정시간은 선 자세에서 30초가 소요되고 각 자세별 20초의 휴식시간을 주었다.<sup>26</sup> 정적 균형 검사는 안정 표면과 불안정 표면에서 눈을 뜨고, 눈을 감는 상태에서 시행되었다. 측정은 변동 폭을 기준으로 하였고, 안정성 지수 점수(stability test index, STI)는 정상적인 체중을 이용하여 힘 판에 부하되는 좌, 우측 발과 발뒤꿈치의 수직 압력이 전달하는 흔들림 선을 통해 네 개의 압력 변화기가 이를 조합하며, 중력 중심과 힘 판의 전, 후로 내려오는 압력중심의 속도의 변동을 계산하여 산출되었다. 정적 균형에 대한 점수는 안정성지수로 수치화하여 평가되며, 수치가 높을수록 자세 동요가 많으며, 수치가 낮을수록 자세 동요가 적음을 의미한다.<sup>27</sup>



Figure 1. Tetrax portable multiple system.

### 2) 보행평가 도구

#### (1) Timed up and go (TUG) 검사

기능적인 운동성과 이동능력, 그리고 균형을 측정할 수 있는 검사로 팔걸이가 있는 의자에 앉은 상태에서 출발 신호와 함께 일어나 가능한 빠르고 안정적인 속도로 3 m 거리를 걸어갔다가 되돌아와서 다시 출발자세로 앉는 시간을 측정하는 방법이다.<sup>28</sup> Shumway-Cook 등<sup>29</sup>은 실행 시간이 13.5초이거나 더 오래 걸리면 90%의 전반적 교정이 필요하다고 하였으며, 측정자 내 신

뢰도  $r=0.99$ 이고 측정자 간 신뢰도  $r=0.99$ 라고 보고하였다.

#### (2) 동적 보행 지수(dynamic gait index, DGI)

DGI는 평탄한 바닥에서 걷기, 속도를 변경하여 걷기, 머리를 수직이나 수평방향으로 돌려 걷기, 장애물 통과나 장애물 주변으로 걷기, 계단에서 걷기 등이 포함된 8가지 다른 보행과제로 이루어져 있으며 수행력 정도에 따라 0~3까지의 등급이 있다. 점수는 0~24점까지이며, 24점을 만점으로 했다.<sup>30</sup> 평가도구로서 중추신경계 손상 환자에서 DGI에 대한 신뢰도는  $r=0.95\sim 0.98$ 이었다.<sup>31,32</sup>

## 3. 중재방법

실험군과 대조군은 일상생활의 독립성을 최대화시키고 기능을 향상시키기 위하여 일상적으로 시행되는 자세조절훈련, 보행훈련, 근력운동 등이 포함된 물리치료와 작업치료를 받았다. 실험군의 대상자를 위하여 시·지각 자극을 통한 발목의 감각되먹임 훈련이 추가로 30분 시행되었다. 시·지각을 통한 발목의 감각되먹임 훈련은 Tetrax 장비의 모니터를 마주보고 발목에 집중될 수 있도록 앉은 상태로 시행되었다.

시각되먹임 훈련 프로그램은 팔걸이 의자에 앉아서 Tetrax의 힘판 위에 양쪽 발을 올려놓고, 모니터 화면을 보면서 화면에 나오는 시각적 정보에 맞게 힘판 위의 양쪽 발을 따라서 움직이는 것으로 양쪽 발의 압력변화를 통해 과제가 수행된다. 건측 발목만이 아닌 양쪽 발목을 함께 이용하도록 지도하였다. 또한 최대한 발목만을 이용하도록 하였으며, 체간의 과도한 보상 작용이나 손을 사용하는 경우 치료사의 구두지시를 통해 이를 제한하였다. 훈련은 좌·우 훈련, 전·후 훈련, 목표점 훈련 3가지 프로그램으로 구성되었다. 좌·우 훈련은 힘판 위의 발목을 좌·우로 움직여 화면의 글러브를 움직임으로써 내려오는 공을 받는 훈련이고 전·후 훈련은 힘판 위의 발과 발목을 전·후로 움직여 화면의 농구골대를 움직임으로써 공을 받는 훈련이며, 목표점 일치 훈련은 화면에 무작위로 네 지점에 고정된 도형 중 불이 켜지는 곳으로 힘판 위의 발목을 움직여 목표물을 일치시키는 훈련으로 전·후 좌·우 대각선 방향 등의 자유로운 움직임이 포함된다. 치료는 4주간 주 3회씩 총 12회기 동안 실시하였다.

## 4. 자료 분석

본 연구에서 수집된 자료들은 윈도우용 SPSS 12.0을 이용하여 통계처리하였다. 각 조건에서 평가된 정적균형, 보행평가는 평균값과 표준편차로 표시되었다. 본 연구를 통해 수집된 자료는 비모수 통계 검정 방법을 이용하여 분석되었다. 실험군과 대조군 사이에 일반적인 특성인 나이, 키, 몸무게, 발병기간 차이를 비교하기 위하여 맨-휘트니U검정(Mann-Whitney U Test)을

**Table 2.** Comparison of STI between the training and control groups (N=16)

Variable	Training group (N1=8)	Control group (N2=8)	z
Stable surface (STI)			
Eyes open			
Pre	25.91(14.59-69.02)	21.30(12.30-38.56)	-1.26
Post	20.82(13.21-34.37)	22.49(11.32-43.36)	-0.63
z	-2.10*	-1.68	
Change Rate (%)	-22.17	6.06	-2.41*
Eyes close			
Pre	27.40(16.68-92.65)	25.23(14.22-44.28)	-0.84
Post	23.25(11.03-35.32)	29.17(14.99-45.82)	-1.05
z	-2.10*	-1.82	
Change Rate (%)	-26.29	8.55	-2.73*
Unstable surface (STI)			
Eyes open			
Pre	31.97(17.84-57.98)	33.73(15.85-41.31)	-0.31
Post	22.17(13.57-33.61)	32.54(15.18-41.28)	-1.68
z	-2.52*	-0.98	
Change Rate (%)	-33.16	-4.79	-2.83*
Eyes close			
Pre	35.59(18.54-59.97)	29.92(13.03-42.93)	-1.26
Post	28.21(10.15-38.54)	27.10(13.15-40.59)	-0.10
z	-2.52*	-1.40	
Change Rate (%)	-30.08	-6.10	-2.83*

\*p<0.05

STI: Stability test index

시행하였다. 각 군의 측정(정적균형, 보행평가인 TUG, DGI) 전, 후 효과를 비교하기 위하여 윌콕슨(Wilcoxon) 부호 순위 검정을 사용하였고, 각 군간 비교를 위해 맨-휘트니 U 검정을 이용하여 분석하였다. 통계학적 유의수준은 p=0.05로 하였다.

### III. 결과

#### 1. 실험 전, 후 측정된 안정성 지수비교

안정 표면과 불안정 표면에서 눈을 뜬 상태와 감은 상태의 안정성 지수는 실험군에서 실험 전, 후 값의 차이가 통계적으로

**Table 3.** Comparison of DGI and TUG between the training and control groups (N=16)

Variable	Training group (N1=8)	Control group (N2=8)	z
DGI (Score)			
Pre	17.50(9.00-21.00)	20.00(9.00-22.00)	-1.85
Post	21.50(10.00-24.00)	21.00(10.00-24.00)	-0.31
z	-2.52*	-2.46*	
Change Rate (%)	23.88	6.29	-3.26*
TUG (Second)			
Pre	17.28(9.86-32.61)	16.27(12.20-28.27)	0.00
Post	10.96(7.86-32.49)	15.52(12.43-28.44)	-1.68
z	-2.52*	-0.56	
Change Rate (%)	-25.97	-1.28	-2.94*

\*p<0.05

DGI: Dynamic gait index, TUG: Timed up and go test

유의하였다( $p < 0.05$ ). 그러나 대조군에서는 통계적으로 유의하지 않았다( $p > 0.05$ ). 실험 전, 후의 변화율에서는 실험군과 대조군 사이에 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ )(Table 2).

## 2. 실험 전, 후 측정된 보행지수 비교

### 1) 동적 보행 지수(Dynamic gait index, DGI)

실험군과 대조군 모두에서 실험 전, 후의 값의 차이는 통계적으로 유의하였다( $p < 0.05$ ). 실험 전, 후 변화율은 실험군과 대조군 사이에 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ )(Table 3).

### 2) Timed up and go (TUG) 검사

실험군에서 실험 전, 후 값의 차이는 통계적으로 유의하였다( $p < 0.05$ )(Table 3). 그러나 대조군은 통계적으로 유의하지 않았다( $p > 0.05$ ). 실험 전, 후 변화율에서는 실험군과 대조군 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ )(Table 3).

## IV. 고찰

뇌졸중 환자의 65%는 일반적으로 촉각과 보호반응 그리고 고유수용성 감각의 상실로 인해 외부 요동에 대처하는 균형능력이 저하되고, 이로 인해 보행능력에 문제가 초래된다.<sup>33</sup> 또한 발목관절의 감각손상으로 인해 자세 동요가 증가하여 균형과 보행능력 감소된다.<sup>9,34</sup> 그러므로 뇌졸중 환자에게 발목의 감각 회복훈련은 균형과 보행능력을 향상시키는 데 있어 중요한 역할을 한다.<sup>35</sup> 본 연구에서는 발목관절을 이용하여 균형과 보행에 미치는 영향을 알아보기 위해 앉은 상태에서 발목으로 이용하여 시·지각 자극을 이용하여 감각되먹임 훈련을 실시하였다.

뇌졸중 발병 후 3개월 이내인 초기 환자는 시각되먹임의 효율성이 크게 나타나지 않으므로<sup>24</sup> 본 연구에서는 발병 후 6개월 이상의 만성 뇌졸중 환자들을 대상으로 하여 연구를 진행하였다. 본 연구에서는 감각되먹임 훈련의 객관적인 평가를 위해 정적균형과 보행에 대하여 평가하였다. 정적 균형평가를 위하여 시각과 평형감각, 고유수용성감각과 균형능력과의 관계를 각각 측정할 수 있는 장비인 Tetrax를 이용하였다. Tetrax는 Runge 등<sup>36</sup>에 의해 타당성이 입증된 장비로서 양 발 뒤꿈치와 발가락에 부착되는 체중의 변화를 통해 자세 균형을 산출해 내고 자세 동요를 쉽게 알아낼 수 있는 이점이 있어 본 연구에 이용되었다. 또한 보행평가를 위해 TUG와 DGI를 이용하여 균형능력의 향상에 따른 보행능력의 향상을 평가하였다. TUG와 DGI는 동적 균형 능력과 기능적 보행을 정량화하고 시간 경과에 따른 임상적 변화를 측정하는 데 신뢰도와 타당도가 입증되었다.<sup>31,32,37</sup>

본 연구의 결과는 정적 균형에서 실험군은 실험 전, 후 유의한 차이를 보인 반면 대조군은 유의한 차이를 얻지 못했다. 또한 변화율에서도 실험군은 대조군보다 유의하게 감소하여 정적균형에서 실험군이 더 효과적이었다. 이는 Srivastava 등<sup>23</sup>이 만성 뇌졸중 환자 45명을 대상으로 실시한 시·지각을 이용한 감각되먹임 훈련의 결과와 일치하는 것으로 시·지각을 통한 감각되먹임 훈련이 균형능력 회복에 있어 효과적이라는 것을 의미한다. 시·지각을 통한 자세조절 훈련은 일반적으로 실시하는 전통적인 물리치료 방법인 기립훈련, 치료사의 구두지시 그리고 촉각을 통한 자세훈련보다 대칭적 기립을 얻는 데 더 효과적이라고 보고되었다.<sup>7,22</sup> 또한 기립자세에서의 자세조절능력이 향상되어 균형능력과 보행능력이 좋아졌고 지금까지 많은 시·지각을 이용한 훈련방법이 연구되고 있다.<sup>23,24</sup> 일반적으로 시·지각을 통한 자세조절 훈련은 기립자세에서 전후, 좌우방향으로 체중이동을 하는 것으로 하지 전체의 통합적인 조절을 통해 균형조절능력 회복에 도움이 되는 것으로 알려져 있다.<sup>11,16,23</sup> 본 연구에서 TUG 결과는 실험군에서 실험 전과 후의 값은 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 특히 실험 후의 측정값 중 위수는 10.96초로 신경학적 손상이 없는 정상인 수준에 근접하였으며,<sup>28</sup> 대조군의 경우 15.52초로 전반적인 치료가 필요한 수준으로 나타났다.<sup>29</sup> 또한 TUG 변화율에서도 실험군이 대조군보다 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 시·지각 자극을 이용한 감각되먹임을 통해 균형능력이 향상됨에 따라 기립과 보행의 안정성과 보행 능력이 향상된 것으로 생각할 수 있다. 이는 시·지각을 이용한 훈련이 하지 근력 운동보다 TUG에서 향상을 가져왔다는 Kim<sup>38</sup>의 연구결과와 일치한다. DGI의 결과는 실험 전과 후에 실험군뿐만 아니라 대조군에서도 모두 유의한 차이가 있는 것으로 나타났는데, 이는 일상적으로 시행되는 물리치료의 효과로 이해될 수 있을 것이다. 그러나 실험 전, 후의 변화율의 비교에서는 실험군이 대조군에 비해 더 많이 향상된 것으로 나타났다. 이는 시·지각 자극을 이용한 발목 감각되먹임 훈련의 효율성을 설명하는 것이다. 이것은 Park<sup>39</sup>이 연구한 발목 관절의 감각되먹임 훈련 프로그램을 통해 뇌졸중 환자에게 균형과 보행 능력을 향상시키는 데 효과가 있다고 한 연구와 일치한다. 또한 족부 운동 재학습 프로그램과 관련된 Baek<sup>40</sup>의 연구에서도 균형과 보행능력 회복에 대한 발목 운동의 효과성을 보고하고 있으며, 이러한 효과가 발목의 감각되먹임을 통한 발목 조절 능력 회복으로 인하여 나타나는 것으로 설명하고 있다. 이런 연구의 결과들은 본 연구의 결과를 지지한다.

본 연구는 결과를 해석하는 데 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 많은 수의 대상자를 포함시키지 못하였기 때문에 연구 결과를 일반화하기에는 제한이 따른다. 둘째, 연구가 4주 동안의 단기간에 시행되었기 때문에 이후의 장기적인 효과를 평가하지

못하였다. 셋째, 본 연구에서 주요 평가지표는 균형과 보행 능력이었기 때문에 발목 기능의 회복 정도를 정확히 파악할 수 없었으며, 이에 따라 감각의 향상 정도와 균형과 보행능력 간의 상관관계를 볼 수 없었다. 향후 연구에서는 발목의 감각에 대한 평가와 더불어 추적관찰 기간을 포함한 장기적인 연구가 지속되어야 할 것이며, 발목관절과 다른 관절의 비교 연구도 필요할 것이다.

## V. 결론

본 연구는 시·지각을 통한 발목의 감각되먹임 훈련이 정적 균형 및 보행능력을 향상시키는 데 효과적임을 알아보고자 시행되었다. 본 연구의 결과는 시·지각을 통한 발목 감각되먹임 훈련이 균형 및 보행능력을 회복하는 데 효과적인 것으로 나타났다. 이러한 결과는 시·지각을 이용한 발목의 감각되먹임 훈련을 일상적으로 시행되는 물리치료에 추가적으로 시행된다면 뇌졸중 환자의 치료효과는 더욱 높아질 수 있다는 것을 의미한다. 그러므로 시·지각을 이용한 발목의 감각되먹임 훈련은 임상 현장에서 뇌졸중 환자의 실제치료에 적극적으로 활용하여야 할 것이다. 앞으로 이와 관련된 연구들이 지속적으로 이어져야 할 것이다.

### Author Contributions

Research design: Seo DK, Oh DW

Acquisition of data: Seo DK, Lee SH

Analysis and interpretation of data: Seo DK, Oh DW

Drafting of the manuscript: Seo DK, Oh DW

Research supervision: Oh DW

### 참고문헌

1. Johannsen L, Broetz D, Karnath HO. Leg orientation as a clinical sign for pusher syndrome. *BMC Neurol*. 2006;6:30.
2. Patterson KK, Parafianowicz I, Danells CJ et al. Gait asymmetry in community-ambulating stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89(2):304-10.
3. Rode G, Tiliket C, Boisson D. Predominance of postural imbalance in left hemiparetic patients. *Scand J Rehabil Med*. 1997;29(1):11-6.
4. Berg KO, Maki BE, Williams JI et al. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil*. 1992;73(11):1073-80.

5. Nashner LM. Sensory, neuromuscular and biomechanical contributions to human balance. In: Duncan PM, eds, *Balance: proceedings of the American Physical Therapy Association forum*, Alexandria (VA), APTA, 1990:5-12.
6. Fong KN, Chan CC, Au DK. Relationship of motor and cognitive abilities to functional performance in stroke rehabilitation. *Brain Inj*. 2001;15(5):443-53.
7. Shumway-Cook A, Anson D, Haller S. Postural sway biofeedback: its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil*. 1988;69(6):395-400.
8. Patel M, Gomez S, Lush D et al. Adaptation and vision change the relationship between muscle activity of the lower limbs and body movement during human balance perturbations. *Clin Neurophysiol*. 2009;120(3):601-9.
9. Niam S, Cheung W, Sullivan PE et al. Balance and physical impairments after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999;80(10):1227-33.
10. Nichols DS. Balance retraining after stroke using force platform biofeedback. *Phys Ther*. 1997;77(5):553-8.
11. Genthon N, Rougier P, Gissot AS et al. Contribution of each lower limb to upright standing in stroke patients. *Stroke*. 2008;39(6):1793-9.
12. Menz HB, Morris ME, Lord SR. Foot and ankle characteristics associated with impaired balance and functional ability in older people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005;60(12):1546-52.
13. Runge CF, Shupent CL, Horak FB et al. Ankle and hip postural strategies defined by joint torques. *Gait Posture*. 1999;10(2):161-70.
14. Lincoln NB, Jackson JM, Adams SA. Reliability and revision of the Nottingham sensory assessment for stroke patients. *Physiotherapy*. 1998;84(8):358-65.
15. Lee MJ, Kilbreath SL, Refshauge KM. Movement detection at the ankle following stroke is poor. *Aust J Physiother*. 2005;51(1):19-24.
16. van Asseldonk EH, Buurke JH, Bloem BR et al. A disentangling the contribution of the paretic and non-paretic ankle to balance control in stroke patients. *Exp Neurol*. 2006;201(2):441-51.
17. Marigold DS, Eng JJ, Timothy Inglis J. Modulation of ankle muscle postural reflexes in stroke: influence of weight-bearing load. *Clin Neurophysiol*. 2004;115(12):2789-97.
18. Kim k, Seo SK, Yoon HJ et al. Correlations between muscle

- strength of the ankle and balance and walking in the elderly. *J Kor Soc Phys Ther.* 2008;20(1):33-40.
19. Chang JS, Lee SY, Lee MH et al. The correlations between gait speed and muscle activation or foot pressure in stroke patients. *J Kor Soc Phys Ther.* 2009;21(3):47-52.
  20. Hwang BY. The effects of the proprioceptive control and visual feedback for the limits of stability in patients with chronic hemiplegia. *J Kor Soc Phys Ther.* 2007;19(6):37-41.
  21. Kim JM, Yi CH, Goo YR. A study on the effects of weight-transfer training upon the gait patterns of hemiplegic patients through visual and auditory feedback. *KAUPT.* 1995;2(2):9-23.
  22. Winstein CJ, Gardner ER, McNeal DR et al. Standing balance training: effect on balance and locomotion in hemiparetic adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 1989;70(10):755-62.
  23. Srivastava A, Taly AB, Gupta A et al. Post-stroke balance training: role of force platform with visual feedback technique. *J Neurol Sci.* 2009;287(1-2):89-93.
  24. Walker C, Brouwer BJ, Culham EG. Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. *Phys Ther.* 2000;80(9):886-95.
  25. Park JH, Kwon YC. Standardization of Korean version of the Mini-Mental State Examination (MMSE-K) for use in the elderly. Part II. Diagnostic validity. *J Korean Neuropsychiatr Assoc.* 1989;28(3):508-13.
  26. Laufer Y, Sivan D, Schwarzmann R et al. Standing balance and functional recovery of patients with right and left hemiparesis in the early stages of rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair.* 2003;17(4):207-13.
  27. Karlsson A, Frykberg G. Correlations between force plate measure for assessment of balance. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2000;15(5):365-9.
  28. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up and Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39(2):142-8
  29. Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the timed up and go test. *Phys Ther.* 2000;80(9):896-903.
  30. Shumway-Cook A, Gruber W, Baldwin M et al. The effect of multidimensional exercises on balance, mobility, and fall risk in community-dwelling older adults. *Phys Ther.* 1997;77(1):46-57.
  31. Cattaneo D, Regola A, Meotti M. Validity of six balance disorders scales in persons with multiple sclerosis. *Disabil Rehabil.* 2006;28(12):789-95.
  32. Wrisley DM, Walker ML, Echternach J et al. Reliability of the dynamic gait index in people with vestibular disorders. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003;84(10):1528-33.
  33. Rothwell JC. Control of human voluntary movement. 2nd ed. London, Chapman and Hall, 1994:68-86.
  34. Lin PY, Yang YR, Cheng SJ et al. The relation between ankle impairments and gait velocity and symmetry in people with stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87(4):562-8.
  35. Lee SY, Bae SS. The studies on the foot stability and kinesiology by direction of carry a load during gait. *J Kor Soc Phys Ther.* 2009;21(2):97-101.
  36. Runge M, Rehfeld G, Resniecek E. Balance training and exercise in geriatric patients. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2000;1(1):61-5.
  37. Ng SS, Hui-Chan CW. The timed up and go test: its reliability and association with lower-limb impairments and locomotor capacities in people with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(8):1641-7.
  38. Kim KH. Effects of weight transfer training using visual perception on balance in hemiplegic patients. Dankook University. Dissertation of Master's Degree. 2009.
  39. Park YH. The effects of ankle proprioceptive control program on the balance and walking in the persons with stroke. Sahmyook University. Dissertation of Master's Degree. 2009.
  40. Baek MY. Effect of ankle motor relearning on plantar center of pressure and dynamic balance in patients with hemiplegia. Eulji University. Dissertation of Master's Degree. 2005.