

# Effects of Ankle Invertor and Plantar Flexor Stretching on Balance and Walking Ability of Stroke Patients

Ji Yoon Song<sup>1</sup>, Joong Hwi Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Graduate School, Daegu Catholic University, Gyeongsan, Republic of Korea; <sup>2</sup>Department of Physical Therapy, Daegu Catholic University, Gyeongsan, Republic of Korea

**Purpose:** This study was to applied to stretching plantar flexor and invertor at the same time to observe the effect of balance and walking ability.

**Methods:** Subjects were instructed patients with ankle limited of motion, 6 months after stroke. We classified 20 subjects into two groups (experimental group: stretching plantar flexor and invertor at the same time, control group: only stretching plantar flexor). each group included 10 subjects and applied ankle stretcher for 20 minutes, 5 times/week during 4 weeks (total 20 times).

**Results:** Both experimental group and control group showed significant increases in static balance, however, the significantly increases in step length and gait speed was observed only in the experimental group. There was no significant increases in step length and gait speed in the control group.

**Conclusion:** Simultaneous stretching of ankle invertor and plantar flexion is effective in improving balance and walking ability in chronic stroke patients.

**Keywords:** Stroke, Ankle stretching, Balance, Walking ability

## 서론

뇌졸중은 암, 심장질환, 폐렴에 이어 우리나라 사망원인 중 네 번째로 높으며, 사망률 순위에서 점차 낮아지고 있지만 뇌졸중 발병 시 개인 뿐 아니라 사회적, 경제적으로도 큰 문제들을 야기한다.<sup>1</sup>

뇌졸중으로 인한 편마비 환자는 중추신경계의 조절능력이 소실되어 비정상적인 근긴장도가 나타나며 마비쪽 사지에 대한 주동근과 대항근의 부조화를 보이고 고유수용성감각 및 균형능력의 소실을 보이게 된다.<sup>2</sup> 균형유지를 위해서 신경감각 요소와 근골격계적 요소의 상호작용이 필요한데, 특히 근골격계 요소 중 발목관절의 조절능력은 외부동요에 대하여 가장 먼저 요구되기 때문에 매우 중요한 요소 중 하나이다.<sup>3</sup> 발목관절 주변 근육의 약화와 운동조절능력의 감소, 관절운동범위 제한 등은 발등굽힘과 발바닥굽힘의 움직임 감소에 따른 균형능력의 문제를 야기한다.<sup>4</sup> 이러한 균형능력의 저하는 활동적인 움직임을 감소시켜 근력의 약화를 가져오고 일상생활 동작의 회복을 지연시키며, 선 자세에서의 활동이나 보행을 방해하는 요인이 된다.

정상보행에서의 발과 발목관절은 자세조절, 적응 및 진행에 관여하며, 이때 시상면에서의 발등굽힘과 발바닥굽힘 그리고 관상면에서의 안쪽번짐과 가쪽번짐 동작들이 역동적으로 일어난다.<sup>5</sup> 뇌졸중 환자의 보행 시 경련성이나 구축된 장딴지근과 가자미근으로 인해 발바닥굽힘을 유발하는 침착이 나타나거나, 경련성의 앞·뒤정강근, 긴엄지굽힘근, 가자미근으로 인해 안쪽번짐을 유발하는 내반족이 나타난다.<sup>6</sup> 이러한 뇌졸중 환자의 불안정한 발목은 보행동작을 어렵게 하며, 뇌졸중 환자의 보행 중 발목 조절을 안정적으로 수행할 수 있도록 치료하고 훈련하는 뇌졸중 재활에 있어서 매우 중요한 접근법이다.

뇌졸중 환자의 발목관절 가동범위 증가와 체성감각 자극을 위해 발바닥굽힘근에 대한 신장운동(스트레칭)을 임상적으로 많이 사용하고 있다. 발목관절의 신장을 통하여 기능적 개선을 알아보고자 했던 선행연구로는 Youn과 Park<sup>7</sup>의 연구에서 뇌졸중 환자에게 고정형 경사판(wedge board) 위에 서서 15분간 지속적인 신장운동을 실시하였을 때 장딴지근의 근긴장도 감소와 발등굽힘 관절가동범위의 증가에서 유의한 효과가 있었으며, 같은 방법으로 6주간의 지속적인 신장운동을 적용했던 다른 연구에서는 보행속도가 증가하는 결과를 보

Received Aug 18, 2022 Revised Aug 25, 2022

Accepted Aug 31, 2022

Corresponding author Joong Hwi Kim

E-mail [charmpt@gmail.com](mailto:charmpt@gmail.com)

Copyright ©2022 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.

였다.<sup>8</sup> 또 다른 연구에서는 뇌졸중 환자에게 신장기기를 얹은 자세에서 사용하여 발목의 신장운동을 반복적으로 시행한 후에 관절 가동 범위의 증가를 보였고, 초음파를 통해 아킬레스힘줄의 길이의 증가를 확인할 수 있었다.<sup>9</sup> 또한 정상성인에게 15-25°로 설정된 스트레치보드(stretch board)에서 5분간 발바닥굽힘근의 정적 신장운동을 한 결과 정적균형능력이 향상되었으며,<sup>10</sup> 일반적인 발목관절 신장운동 방법인 수건으로 발목 잡아당기기로도 발등굽힘의 가동범위 증가가 나타났다.<sup>11</sup>

이러한 발목관절의 신장운동에 관한 선행연구들의 결과는 경직의 감소, 관절가동범위 증가, 균형과 보행능력의 증가 등을 보여주고 있다. 그러나, 뇌졸중 환자들을 대상으로한 발목 신장운동에 관한 기존의 선행연구들은 시상면에서 발바닥굽힘근의 신장에만 초점이 맞추어져 있을 뿐 뇌졸중 환자에게서 관상면에서 발목관절의 안쪽돌림을 유발하는 안쪽번짐근의 신장운동에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 발바닥굽힘근과 발목의 안쪽번짐근의 동시 신장운동을 뇌졸중 환자에게 적용하여 균형과 보행능력에 미치는 효과를 알아보는 데 있다.

## 연구 방법

### 1. 연구대상

본 연구의 대상자는 대구시에 위치한 D병원에 뇌졸중으로 인한 편마비로 입원하여 재활치료 중인 20명의 환자를 대상으로 하였다. 총 20명의 대상자를 무작위로 동시 신장운동 집단(발바닥굽힘근+안쪽번짐근)과 단독 신장운동 집단(발바닥 굽힘근)으로 나누어 집단당 10명씩 배치하였고, 연구기간 중 퇴원한 환자 1명과 컨디션 저하로 중도에 포기한 환자 1명을 제외한 18명을 최종대상자로 하였다. 평가 전 대상자들에게 실험방법과 목적에 대해 이해하기 쉽게 설명하였고 연구 참여에 자발적으로 동의를 얻은 후 실시하였다. 대상자 선정 조건은 다음과 같다. 1) 뇌졸중으로 진단을 받고 6개월 이상 경과된 자, 2) 근 긴장검사(modified Ashworth scale, MAS) 1-3등급으로 발등굽힘에 제한이 있는 자, 3) 보행 시 보조 장비 사용 여부에 관계없이 독립적인 보행이 14m 이상 가능한 자, 4) 양하지의 정형 외과적 수술이나 장애로 인하여 보행에 문제가 없는 환자, 5) 본 연구의 참여에 동의한 자.

### 2. 실험방법

#### 1) 실험도구

(1) 발목 신장기(Ankle stretcher, DooOne tech, Deagu, Republic of Korea)

본 연구에 사용된 발목 신장기는 전동모터가 내장되어 컴퓨터로 다양한 발목각도 제어가 가능한 재활의료기기로서, 사용자의 체중이

부하된 상태에서 발목을 발등굽힘과 가쪽번짐 동작을 시켜 종아리 안쪽 및 뒤쪽의 근육과 아킬레스힘줄을 신장시킨다. 사용자의 상태에 따라 발등굽힘 0-50°, 가쪽번짐 0-25°까지 각도조절이 가능하며 신장속도와 유지시간, 휴식시간의 조절이 가능하다. 중재 시 경사발판의 각도는 0-25°범위 내에서 대상자가 통증이나 불편함을 느끼지 않는 각도로 정하였으며 조직손상을 피하기 위해 신장운동 중 대상자가 불편함을 호소하면 각도를 조정하였다.

#### 2) 측정 도구

##### (1) 10m 보행 검사(10 meter walking test, 10MWT)

연구대상자의 보행속도를 측정하기 위한 척도로 10m 보행 검사를 이용하였다. 측정방법은 총 14m의 거리를 대상자에게 편안한 속도로 걸으라는 지시와 함께 시작과 끝의 가속과 감속을 위한 거리 2m씩을 제외하고 10m 구간에 대한 보행시간을 초시계로 측정한다. 3회를 반복 측정하여 평균속도를 계산해 평균값을 자료분석에 이용하였으며 측정 시 연구대상자의 낙상예방을 위하여 치료사가 뒤에서 따라 걷도록 하였다.

##### (2) 보행분석시스템(Gait analyzer)

연구대상자들의 보행요소를 측정하기 위해 보행분석시스템(Gait analyzer, Tech Storm, Daejeon, Republic of Korea)을 사용하였다. 보행분석시스템은 넓이 540mm, 길이 1,200mm의 전자식 보행 매트이다. 이 장비는 보행 시 발바닥 압력분포와 걸음속도, 걸음길이, 걸음넓이 등 보행요소에 대한 정보를 수집할 수 있다. 측정 방법은 총 14m 거리의 보행구간의 중간에 장비를 위치하여 대상자에게 정해진 구간을 걷도록 지시하였으며 3회를 반복 측정하여 평균값을 자료분석에 이용하였다.

##### (3) Biorescue

연구대상자들의 균형능력을 측정하기 위해 Biorescue (RM Ingenierie, Rodez, France)를 사용하였다. Biorescue는 정적, 동적균형을 측정, 분석 및 훈련할 수 있는 기능을 갖췄으며 본 연구에서는 정적균형인 눈뜨기(eyes open)와 눈감기(eyes closed) 모드를 사용해 측정하였다. 측정방법은 바로 선 자세로 30°정도 다리를 벌리고 전방을 주시하며 눈을 뜬 상태로 30초, 눈을 감은 채로 30초간 몸의 중심을 잡도록 한다. 측정 중 압력중심의 총 이동면적을 가지고 균형능력을 분석하였다.

### 3. 실험 절차

선정된 20명의 대상자를 발바닥굽힘근과 발목관절 안쪽번짐근의 동시 신장운동을 적용할 실험군 10명과 발바닥굽힘근 단독 신장운동

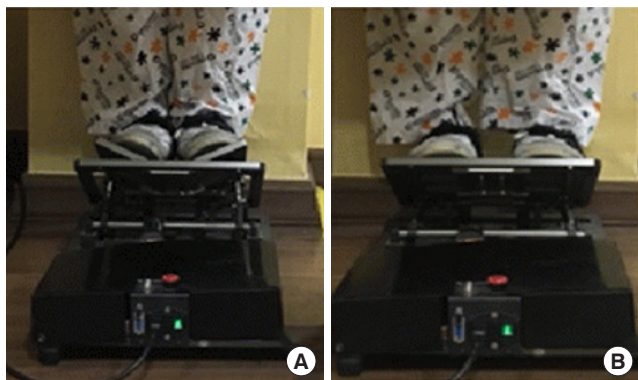


Figure 1. (A) Ankle invertor and plantar flexor stretching, (B) Ankle plantar flexor stretching.

을 적용할 대조군 10명으로 무작위로 나누었다.

실험군과 대조군 모두 발목 신장기(ankle stretcher)를 사용하여 신장운동 20분을 실시하였으며 4주간 주 5회씩 총 20회 실시하였다. 두 집단 모두 중재 전 균형, 보행능력을 측정하였으며 4주간의 실험 후 재평가를 실시하였다.

4. 실험 방법

실험군, 대조군 모두 전동 발목 신장기(ankle stretcher, DooOne tech)를 사용하여 신장운동을 실시하였다. 대상자는 치료사의 보조하에 발목 신장기의 플랫폼위에 발을 맞춰 바로 선 자세로 대기한다. 치료사는 대상자의 발이 플랫폼에서 뜨지 않도록 기기에 부착된 스트랩으로 단단히 고정한 후 발목 신장기와 연결된 Tablet PC를 통해 각도와 속도, 유지시간, 휴식시간, 반복횟수 등 설정 항목을 확인하고 실행한다. 설정항목은 대상자의 개별적인 특성에 맞추어 통증이나 불편함을 느끼지 않는 각도와 속도, 유지시간으로 정하였으며 조직손상을 피하기 위해 신장운동 중 대상자가 불편함을 호소하면 각도를 조정하였다. 실험군은 0-30°사이의 발등굽힘과 0-25°사이의 발목관절 가쪽번짐 동작을 함께 시행하였으며 대조군은 0-30°사이의 발등굽힘 동작만 시행하였다(Figure 1).

5. 자료 분석

실험에서 얻어진 자료값은 Window용 SPSS version 23.0을 이용하여 분석하였다. 집단 간 대상자들의 일반적인 특성에 대한 동질성 검증은 독립 t-검정(in-dependent t-test)을 사용하였다. 집단 내 중재효과에 대한 비교는 대응표본 t 검정(paired t-test)을 사용하였고, 집단 간 중재효과에 대한 비교는 독립표본 t 검정(independent t-test)을 사용하여 분석하였다. 통계학적 유의수준 α는 0.05로 설정하였다.

Table 1. General characteristics of subjects

|                       | Experimental group (n=9) | Control group (n=9) | p    |
|-----------------------|--------------------------|---------------------|------|
| Age (yr)              | 74.2±11.0                | 68.7±13.7           | 0.35 |
| Gender (Male/Female)  | 4/5                      | 5/4                 |      |
| Affected side (Rt/Lt) | 6/3                      | 5/4                 |      |
| Height (cm)           | 159.6±10.5               | 163.9±8.4           | 0.34 |
| Weight (kg)           | 56.7±8.2                 | 56.9±7.5            | 0.95 |
| Onset (month)         | 25.8±14.3                | 26.2±14.6           | 0.94 |

Rt: Right, Lt: Left.

Table 2. Comparison of static balance between experimental and control group (Unit: mm<sup>2</sup>)

|                                   | Experimental group | Control group | p    |
|-----------------------------------|--------------------|---------------|------|
| Static balance (mm <sup>2</sup> ) |                    |               |      |
| Eyes open                         |                    |               |      |
| Pre                               | 264.22±194.91      | 192.66±157.52 |      |
| Post                              | 106.11±63.38       | 100.88±113.95 |      |
| Change                            | 158.11±168.80      | 91.77±70.45   | 0.29 |
| p                                 | 0.02*              | 0.004*        |      |
| Eyes closed                       |                    |               |      |
| Pre                               | 293.55±218.35      | 221.77±140.55 |      |
| Post                              | 174.44±137.62      | 123.22±95.60  |      |
| Change                            | 86.22±165.38       | 98.55±55.56   | 0.83 |
| p                                 | 0.03*              | 0.001*        |      |

Mean±SD.

\*p<0.05.

결 과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구는 뇌졸중으로 인해 재활 과정에 있는 편마비 환자 18명을 대상으로 하였다. 연구 대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같으며 각 집단 간 유의한 차이는 없었다(p>0.05)(Table 1). 또한 운동 중재 전 실험군과 대조군의 동질성 검사에서 균형과 보행능력의 모든 항목에서 집단 간 유의한 차이는 없었다(p>0.05).

2. 중재방법에 따른 정적균형능력 변화 비교

실험군과 대조군 모두 실험 전, 후 정적균형능력의 변화에서 유의한 차이가 있었다(p<0.05)(Table 2). 실험 전, 후 변화량 차이를 통한 집단 간 비교에서는 실험군과 대조군 사이에 유의한 차이가 없었다(p>0.05).

3. 중재방법에 따른 보행속도 변화 비교

실험군은 실험 전, 후 보행속도의 변화에서 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 대조군은 보행속도 변화에서 수치는 감소하였지만 유의한

**Table 3.** Comparison of gait speed between experimental and control group (Unit: m/sec)

|               | Experimental group | Control group | p     |
|---------------|--------------------|---------------|-------|
| 10MWT (m/sec) |                    |               |       |
| Pre           | 3.24±2.22          | 3.57±1.89     |       |
| Post          | 2.13±1.12          | 3.39±1.62     |       |
| Change        | 1.24±1.36          | 0.18±0.43     | 0.04* |
| p             | 0.03*              | 0.16          |       |

Mean±SD.  
\*p<0.05.

차이는 없었다(p>0.05). 실험 전, 후 변화량 차이를 통한 집단 간 비교에서는 대조군에 비해 실험군이 유의한 차이가 있었다(p<0.05)(Table 3).

#### 4. 중재방법에 따른 보행능력 변화 비교

##### 1) 걸음길이(step length)

실험 전, 후 실험군의 마비쪽 걸음길리와 비마비쪽 걸음길이 양쪽 모두 증가하였으며 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 대조군의 마비쪽 걸음길리와 비마비쪽 걸음길리는 양쪽 모두 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다(p>0.05). 실험 전, 후 변화량 차이를 통한 집단 간 비교에서는 대조군에 비해 실험군이 양쪽 모두 유의한 차이가 있었다(p<0.05)(Table 4).

##### 2) 걸음너비(step width)

실험 전, 후 실험군과 대조군 모두 마비쪽 걸음너비와 비마비쪽 걸음너비는 양쪽 모두 감소하였지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다(p>0.05). 실험 전, 후 변화량 차이를 통한 집단 간 비교에서도 실험군과 대조군 사이에 유의한 차이가 없었다(p>0.05)(Table 4).

## 고찰

본 연구에서는 환자의 특성에 맞추어 다양하게 각도조절이 가능한 자동화된 발목 신장기(ankle stretcher)를 사용하여 뇌졸중 환자들을 대상으로 발목관절의 발바닥굽힘근 단독 신장운동과 발바닥굽힘근과 안쪽변집근의 동시 신장운동을 중재로 제공하여 뇌졸중 환자의 균형과 보행능력 변화를 알아보고자 하였다.

본 연구에서 실험군(발바닥굽힘근과 안쪽변집근 동시 신장운동)과 대조군(발바닥굽힘근 단독 신장운동)이 다른 방법으로 신장운동을 한 결과 실험군과 대조군 모두 정적균형능력이 유의하게 향상되었다. 균형에 관한 선행연구들에서 발목관절이 특히 많은 기여를 하는 것으로 알려져 있다.<sup>12</sup> Muscolino와 Cipriani<sup>13</sup>는 발목주위 근육인 앞정강근과 안쪽장판지근의 근력과 발목관절의 가동범위가 발목관

**Table 4.** Comparison of step length and width between experimental and control group (Unit: mm)

|                   | Experimental group | Control group | p     |
|-------------------|--------------------|---------------|-------|
| Step length (mm)  |                    |               |       |
| Affected side     |                    |               |       |
| Pre               | 321.33±97.28       | 330.44±84.99  |       |
| Post              | 401.55±42.98       | 353.11±69.70  |       |
| Change            | 80.22±61.09        | 22.66±34.08   | 0.02* |
| p                 | 0.004*             | 0.081         |       |
| Non-affected side |                    |               |       |
| Pre               | 301.22±78.32       | 283.44±84.87  |       |
| Post              | 394.44±84.87       | 311.22±85.25  |       |
| Change            | 93.22±72.83        | 27.77±49.05   | 0.04* |
| p                 | 0.005*             | 0.128         |       |
| Step width (mm)   |                    |               |       |
| Affected side     |                    |               |       |
| Pre               | 158.55±111.67      | 243.00±126.04 |       |
| Post              | 122.88±52.19       | 214.66±89.36  |       |
| Change            | -35.66±132.73      | -28.33±47.12  | 0.87  |
| p                 | 0.44               | 0.1           |       |
| Non-affected side |                    |               |       |
| Pre               | 130.66±55.02       | 143.22±76.55  |       |
| Post              | 107.00±59.14       | 123.22±48.07  |       |
| Change            | -23.66±51.89       | -20.00±71.38  | 0.91  |
| p                 | 0.2                | 0.42          |       |

Mean±SD.  
\*p<0.05.

절 전략의 사용과 정적 및 동적균형 유지에 매우 밀접하게 작용한다고 하였다. Tsai 등<sup>14</sup>은 기립경사대를 사용하여 뇌졸중 환자의 경직이 있는 발목관절에 수동신장을 30분간 1회 적용한 결과 발목관절의 수동 관절가동범위가 증가하고 종아리 근육의 운동유린 흥분성이 유의하게 감소되었다는 것을 보여주었으며, Kim 등<sup>15</sup>의 연구에서는 편마비 환자의 안쪽장판지근의 근긴장도가 높아질수록 정상쪽과 마비쪽 간의 차이는 높아지고 균형능력은 낮아지는 상관관계가 있다고 보고하였다. 선행연구들의 결과로 봤을 때 본연구에서 실시한 4주간의 신장운동으로 종아리 근육의 경직이 감소하고 발목관절의 가동범위가 증가하여 균형능력이 향상된 것으로 사료된다.

뇌졸중 환자에서 보이는 비정상적인 보행은 디딤기 때의 마비쪽 하지에 대한 불충분한 체중부하와 느린 보행 속도, 마비쪽과 비마비쪽의 비대칭성 등의 특성을 보인다.<sup>16</sup> 뇌졸중 환자의 보행에서 걸음길이(step length)는 마비쪽 평균 330mm, 비마비쪽 평균 270mm로 정상인의 평균 걸음길이 720mm의 절반 정도 수준이다. 일반적으로 비마비쪽의 걸음길이가 마비쪽 걸음길이보다 더 짧은 이유는 환자가 마비쪽 다리의 디딤기(stance phase) 시 체중지지 불안정하여 빨리 비마비쪽으로 체중을 옮기고자 하기 때문에 마비쪽은 비마비쪽에 비해 디딤기가 감소되며 상대적으로 긴흔들기(swing phase)가 나타나기

때문이다. 보행주기에서 발목의 움직임은 운동형상학적으로 볼 때 발꿈치닿기(heel strike) 직후에, 발꿈치뼈의 빠른 가쪽들림(eversion)이 시작되고 중간디딤기까지 계속되는데, 이때 약 2°의 최대 가쪽들림 위치에 이르게 된다. 목발밑관절의 가쪽들림은 가로발목뼈를 포함한 발중간부(midfoot) 영역의 유연성을 증가시키며 다리 부하의 충격을 완화시켜주고 발이 지면과 접촉하기 위한 유연성과 적절한 구조를 제공해 준다.<sup>17</sup> Hopkins 등<sup>18</sup>은 발목 가쪽변짐근의 근육 활성화는 보행 주기에 입각기 초기와 발가락 떼기(toe-off)에서 20-40%정도 더 나타난다고 하였다. 본 연구의 결과에서 실험군의 걸음길이 대조군에 비해 유의한 증가를 보였으며 실험군의 비마비쪽 걸음길이 마비쪽 걸음길이보다 더 높은 수치의 증가를 보였다. 이는 마비쪽이 발꿈치닿기 직후부터 중간디딤기(mid stance)까지의 목발밑관절의 가쪽들림이 증가되어 마비쪽 디딤기 시 체중부하를 용이하게 하고 안정성이 증가되어 마비쪽 디딤기와 비마비쪽 흔들기가 길어지므로 비마비쪽의 걸음길이 길어졌다고 사료된다. 마비쪽 걸음길이도 유의하게 증가하였는데 이는 비마비쪽 발목 또한 가쪽변짐이 증가되어 디딤기 시 안정성이 높아지고 발가락 떼기를 더 활성화시켜 마비쪽 다리가 전방으로 더 나아가는 추진력을 제공하였다고 사료된다.

보행속도는 공간적 측정과 시간적 측정이 결합된 것으로, 주어진 시간 동안 걸어난 거리에 대한 정보를 제공해 준다. 보행속도는 주어진 거리 동안 걸린 시간 또는 한발짝틀(cadence)를 걸음길이(step length)에 곱함으로 계산될 수 있다. Lamontagne 등<sup>19</sup>은 뇌졸중 환자의 보행 시 발바닥굽힘 모멘트에 대한 수동적 경직(passive stiffness)은 뇌손상으로 결합이 발생한 근육 능동적 구성요소에 대한 적응으로 작용하여 디딤기 끝에서 발목의 발바닥밀기(push off)를 돕는 기전으로 작용하지만 신장반사(stretch reflex)가 강하게 나타나 디딤기 동안 발등굽힘에 제한이 생긴 경우에 효과적으로 작동하지 않는다고 하였다. 본 연구에서 발바닥굽힘근과 안쪽변짐근에 동시 신장운동을 적용한 집단에서 10m 보행 검사에서 실험군에서 10m 보행속도에 유의한 증가를 보였는데, 이는 두 근육의 신장에 대한 자극이 발등굽힘과 가쪽변짐으로의 가동성을 개선시켜 수동적 경직의 작용 기전을 향상시켰기 때문이라 사료된다.

뇌졸중 환자들의 비정상적인 보행과 현저하게 느린 보행속도는 환자들의 삶의 질을 저하시킨다. 대부분 뇌졸중 환자들의 가장 큰 목표는 보행기능을 개선하고 증진하는 데 있다.<sup>20</sup> 그러므로 걸음길이의 증가와 보행속도의 증가는 뇌졸중 환자들이 사회와 일상생활로 복귀 시기를 앞당기고 그들의 삶의 질을 높일 수 있다는 점에서 큰 의미가 있다. 본 연구에서 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 발바닥굽힘근과 안쪽변짐근을 동시에 신장운동을 제공하는 중재가 발바닥굽힘근만을 신장운동한 집단에 비해 정적균형능력, 걸음길이, 걸음속도 등에서 보다 효과적임을 밝혔으며, 이는 기존 선행 연구들에서 발바닥굽

힘근 만 신장운동을 하여 균형과 보행능력에 향상을 보인 많은 결과들 보다 발바닥굽힘근 신장운동과 더불어 안쪽변짐근의 신장운동을 병행하는 것이 뇌졸중 환자의 균형과 보행능력을 개선하는 데 더욱 효과적임을 제시한다.

본 연구의 제한점으로는 대상자의 수가 적어서 결과를 모든 뇌졸중 환자에게 일반화할 수 없으며 치료기간이 4주로 비교적 짧았고 치료 시간 이외의 환경을 통제할 수 없었다. 또한 비마비쪽 걸음길이의 증가를 바탕으로 마비쪽 발목의 가쪽변짐이 증가되었을 것이라고 추측만 했을 뿐 실제로 가쪽변짐이 증가되었는지는 알 수 없었다. 이러한 문제점들을 보완하여 향후 연구에서는 많은 대상자들을 포함시키고 장기간의 지속적인 신장운동을 적용하여 균형과 보행능력뿐만 아니라 족저압분석을 통한 가쪽변짐의 향상 확인과 경직감소의 측정 등 발목 신장기를 이용한 발바닥굽힘근과 발목 안쪽변짐근의 동시 신장운동의 효과에 대해 좀 더 정밀한 연구가 이루어져야 할 것이다.

## REFERENCES

1. Shin HY, Kim J, Lee SM et al. Cause-of-death statistics in 2018 in the Republic of Korea. *J Korean Med Assoc.* 2020;63(5):286-97.
2. Kerrigan DC, Karvosky ME, Riley PO. Spastic paretic stiff-legged gait: joint kinetics. *Am J Phys Med Rehabil.* 2001;80(4):244-9.
3. Tyson SF, Hanley M, Chillala J et al. Balance disability after stroke. *Phys Ther.* 2006;86(1):30-8.
4. Park J. Effect of cryotherapy on muscle strength and balance on the ankle joint in patients with stroke. *J Kor Phys Ther.* 2021;33(2):91-6.
5. Burnfield M. Gait analysis: normal and pathological function. *J Sports Sci Med.* 2010;9(2):353.
6. 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.
7. Youn PS, Park SJ. Immediate effect of sustained stretching exercises with far infrared on the ankle range of motion and muscle tone in patients with stroke. *J Kor Phys Ther.* 2019;31(1):56-61.
8. Lee JH, Lee JH, Kwon WA et al. The effect of ankle joint muscle strengthening training and static muscle stretching training on stroke patients' plantar pressure and gait. *KAIS.* 2012;13(3):1153-60.
9. Gao F, Ren Y, Roth EJ et al. Effects of repeated ankle stretching on calf muscle-tendon and ankle biomechanical properties in stroke survivors. *Clin Biomech.* 2011;26(5):516-22.
10. Yoon SH, Lee JW, Lee D et al. Immediately effects of static stretching of the ankle plantar flexor for 5 minutes on balance control and muscle activity in healthy young adults. *J Kor Phys Ther.* 2021;33(6):272-7.
11. Park S, Kim JY. Comparison of the effect of the fascial distortion model, foam rolling and self-stretching on the ankle dorsiflexion range of motion. *J Kor Phys Ther.* 2020;32(4):238-44.
12. Vedula S, Kearney RE, Wagner R et al. Decoupling of stretch reflex and background muscle activity during anticipatory postural adjustments in humans. *Exp Brain Res.* 2010;205(2):205-13.
13. Muscolino JE, Cipriani S. Pilates and the "powerhouse"-II. *J Bodywork*

- Movement Ther. 2004;8(2):122-30.
14. Tsai KH, Yeh C, Chang HY et al. Effects of a single session of prolonged muscle stretch on spastic muscle of stroke patients. *Proc Natl Sci Council Repub China*. 2001;25(2):76-81.
  15. Kim TG, Bae SH, Kim KY. The effect of muscle activity on muscle architectural of medial gastrocnemius in chronic stroke patient based on ankle joint degree. *KAIS*. 2012;13(9):3991-8.
  16. Verheyden G, Nieuwboer A, De Wit L et al. Time course of trunk, arm, leg, and functional recovery after ischemic stroke. *Neurorehabil Neural Repair*. 2008;22(2):173-9.
  17. Neumann DA. *Kinesiology of the musculoskeletal system-e-book: foundations for rehabilitation*. 3rd ed. Amsterdam, Elsevier Health Sciences, 2016:656-705.
  18. Hopkins JT, Coglianese M, Glasgow P et al. Alterations in evor/inver muscle activation and center of pressure trajectory in participants with functional ankle instability. *J Electromyogr Kinesiol*. 2012;22(2):280-5.
  19. Lamontagne A, Malouin F, Richards CL. Contribution of passive stiffness to ankle plantar flexor moment during gait after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000;81(3):351-8.
  20. Bohannon RW, Larkin PA. Lower extremity weight bearing under various standing conditions in independently ambulatory patients with hemiparesis. *Phys Ther*. 1985;65(9):1323-5.