

근에너지 기법과 스트레칭 기법의 발목관절 적용이 발등굽힘 제한이 있는 만성 뇌졸중 환자의 발목 관절가동범위, 균형 능력, 보행 능력에 미치는 영향 비교

허태현 · 김선엽[†]

대전대학교 보건의료대학원 물리치료학과, ¹대전대학교 보건의료과대학 물리치료학과

Comparison of the Effects of Applying Muscle Energy Techniques Versus Stretching Techniques to the Ankle Joint on Ankle Joint Range of Motion, Balance Ability and Gait Ability of Chronic Stroke Patients with Limited Ankle Dorsiflexion

Tae-hyeon Heo, PT · Sunh-yeop Kim, PT, PhD[†]

Department of Physical Therapy, Graduate School of Health and Medicine, Daejeon University

¹Department of Physical Therapy, College of Health and Medical Science, Daejeon University

Received: November 10 2023 / Revised: November 23 2023 / Accepted: December 1 2023

© 2024 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study compared the effect of the muscle energy technique (MET) and stretching technique on ankle dorsiflexion passive range of motion, balance, and gait ability of stroke patients with limited ankle dorsiflexion.

METHODS: Forty-four post-stroke patients participated. The participants were randomized into the MET group (METG; n = 22) and the stretching group (STG; n = 22). The METG was subjected to the MET to relax the dorsiflexion, while the STG was subjected to the dorsiflexion stretching technique. Both groups completed standard neurological physical therapy for 30 min per session. The intervention was

conducted five times a week over 3 weeks for a total of 15 times. All participants underwent ankle dorsiflexion passive range of motion measurement and Berg Balance Scale score determination and completed a 10-m walking test and the timed up and go test before and after the intervention.

RESULTS: After the 3-week intervention, both groups showed significant improvement after the intervention ($p < .05$). METG participants showed greater improvements in ankle dorsiflexion passive range of motion and 10-m walking test results compared to STG participants ($p < .05$).

CONCLUSION: Both interventions improved ankle dorsiflexion passive range of motion, balance, and gait ability in stroke patients with limited ankle dorsiflexion. Moreover, the MET was superior to ankle dorsiflexion passive range of motion on the 10-m walking test.

[†]Corresponding Author : Sunh-yeop Kim
kimsy@dju.kr, <http://orcid.org/0000-0002-0558-7125>

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.

Key Words: Ankle dorsiflexion, Balance, Muscle energy technique, Range of motion, Stretching, Stroke

I. 서론

뇌졸중(stroke)은 뇌혈관의 질환, 심장질환 또는 뇌조직 출혈로 인한 뇌혈관의 혈류가 막히거나 파열되어 발생하는 장애를 동반하는 질환으로 손상부위에 따라 운동기능, 인지기능, 감각기능, 언어기능 등의 기능장애를 보여 일상생활동작을 수행하는데 어려움을 주는 질환이다[1,2,3]. 뇌졸중 환자는 운동기능장애로 인해 비정상적인 근긴장도와 경직, 길항근의 동시수축, 자세 및 평형장애와 같은 임상적인 특징이 나타난다고 보고되고 있다[4,5].

적절한 균형 유지를 위해서는 신경학적 요소와 근골격계 요소의 상호작용이 필요한데, 그 중 발목관절 조절능력은 외부에 대항해서 가장 먼저 요구되는 요소 중 하나이다[6]. 경직성 발목은 보행의 질에 영향을 미치고 일상생활 활동을 제한 시킨다[7,8]. 또한 발목관절의 관절가동범위 제한은 관절의 가동범위를 줄여들게 하며 발등굽힘근(dorsiflexor)의 근력 약화, 발바닥굽힘근의 경직으로 발목의 처짐 또는 변형을 만들어 낸다[9]. 이러한 변형은 장딴지근과 가자미근의 근 다발의 길이를 짧아지게 한다[10]. 뇌졸중 환자의 발목 문제는 양측 다리에 적절한 체중부하를 하지 못하게 만들고, 균형능력의 저하 및 자세의 불안정성을 가져온다고 하였다[11]. 발목관절의 관절가동범위 증가는 보행 속도와 보폭에 중요한 영향을 미치고, 발의 체중 이동을 증가시켜 균형에 영향을 미친다고 하였고[12], 뇌졸중 환자의 제한된 발목관절 발등굽힘은 균형과 보행능력에 영향을 미쳐 낙상의 위험을 높이는 원인이 된다[13,14].

뇌졸중 환자의 발목관절 가동범위 증진을 위한 임상 중재로는 스트레칭, 기능적 전기자극훈련, 근력강화운동 등이 많이 사용되고 있다[15]. 또한 발목의 가동범위를 증가시켜 고유수용감각 저하로 인한 기능적 문제들을 보완하게 되고, 발목 관절가동범위에 적절한 운동 각도가 필요하다고 하였다[16].

스트레칭(stretching) 기법은 근육의 길이를 증가시키는 목적으로 사용되는 중재 방법이며, 조직의 점탄성을 변화시키거나, 근육의 수행 능력을 변화시킨다고 하였

다[17,18]. 또한, 근육 토크와 역치를 증가시켜 진통효과를 나타낸다[19]. 연부 조직에 가동범위를 향상시키기 위한 스트레칭 운동은 수행하는 방법에 따라 수동적 스트레칭과 능동적 스트레칭 운동으로 구분된다[20]. Wu 등[21]에 의하면 뇌졸중 환자에게 발목관절 스트레칭 운동을 사용하였을 때 발목 경직 및 보행 기능이 개선되었다고 하였다. 또한 뇌졸중 환자에게 경사판(wedge board) 위에 서서 자가 스트레칭 운동을 15분간 지속적으로 실시하였을 때 장딴지근의 근긴장도 감소와 발등굽힘 관절가동범위에서 긍정적인 효과가 있었다고 하였으며[22], 스트레칭 보드를 이용한 수동적 발목 스트레칭 운동이 뇌졸중 환자의 능동적, 수동적 발목 관절가동범위를 향상시키고 균형 및 보행 기능을 향상시킬 수 있다고 하였다[23].

근에너지기법(muscle energy technique; MET)은 수축되거나 단축된 근육의 길이를 유용하게 증가시키고 관절의 가동범위를 증가시키며, 분절에 가동성을 회복하고, 전체적인 움직임 패턴을 재훈련 시키고, 조직 부종의 감소, 근육 경련에 경감, 분절간 연결된 근육의 안정화 기능을 재훈련 시킨다고 알려져 있다[24,25]. 또한 근육의 수축을 통한 운동 조절 및 고유수용성 피드백 그리고 근육에 가해지는 힘을 스스로 조절할 수 있게 한다[26]. 그리고 등장성 또는 등척성 수축을 사용하여 환자의 단축된 근육을 이완시키거나 관절의 제한된 움직임을 가동시키는데 사용되고 있다. MET은 수축 후 이완(post isometric relaxation, PIR) 기법과 상호억제(reciprocal inhibition, RI)의 두가지 기법이 기본적으로 행해지고 있다. PIR기법은 근육의 긴장도가 등척성 수축(최대하 수축력에 10-20% 수준) 후에 감소되어 현상을 이용하는 효과이며, RI기법은 근육의 길항근에 등척성 수축을 사용할 때 발생하는 상호억제 기전을 통해 발생하는 생리학적 반응을 이용하여 근육의 긴장도가 감소시키게 된다. 이 두 기법은 근육에 존재하는 근방추와 골지건에 영향을 주어 근육을 이완시킨다[25]. MET기법은 경직되고 단축된 근육의 길이를 늘리기 위해 임상에서 많이 사용되고 있으며, 가동성이 제한된 관절의 가동성을 증진시키고, 직간접적으로 근육의 움직임을 수의적으로 이용하기 때문에 관련된 관절의 움

직업에도 영향을 미친다고 하였다[27]. 뇌졸중 환자를 대상으로 상지에 MET를 적용하였을 때, 독립적인 이동성, 통증 완화, 균형 및 안정성 향상, 기능장애 및 완화 및 삶의 질을 증진시킨다고 하였다[28].

임상에서 환자 치료 시 여러가지 장점이 있음에도 불구하고, 아직 MET기법과 스트레칭 기법의 효과를 비교한 연구가 아직 부족한 실정이다. 따라서 이에 본 연구는 발등굽힘 제한을 가진 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 장딴지근과 가자미근에 MET기법과 스트레칭 기법을 적용하여 발목 관절가동범위와 균형 능력, 보행 능력에 미치는 영향을 비교해 보고자 한다.

이 연구의 구체적인 가설은 다음과 같다. 첫째, 근에너지기법군과 스트레칭기법군 모두 중재 전후에 균형 능력과 발목 관절 가동범위, 보행 능력은 유의한 차이가 있을 것이다. 둘째, 두 군 간에 중재 전후에 균형과 발목 관절 가동범위, 보행 능력의 차이는 유의한 차이가 있을 것이다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 D시에 위치한 W병원에서 뇌졸중 진단을 받고 입원 또는 외래로 물리치료를 받는 환자들 중 본 연구의 대상자 기준에 부합하는 환자들을 대상으로 실시하였다. 모든 연구대상자는 실험에 참여하기 전에 이 연구의 실험방법과 목적에 대해 설명을 충분히 듣고 참여에 자발적으로 동의한 자에 한하여 참여하도록 하였다.

연구대상자의 선정조건은 다음과 같다. 1) 출혈성 또는 허혈성 뇌졸중으로 진단을 받고 6개월 이상 경과한 자, 2) 마비측 발목의 관절가동범위가 20도 미만인 자, 3) 마비측 발목관절의 경직 정도가 수정된 애쉬워스(Ashworth) 척도 2등급 이하인 자, 4) 한글판 간이 정신상태 검사가 24점 이상인 자를 대상으로 하였으며, 제외조건으로는 1) 연구에 중재와 평가에 영향을 미칠 수 있는 신경학적 또는 정형외과적 문제가 있는 자, 2) 하지에 체중부하 자세를 취하는데 어려움이 있는 자로 하였다.

본 연구의 대상자 수 설정은 G*power 프로그램(version 3.1.9.7, University of Kiel, Kiel, Germany)을 이용하여 산출하였다. 사용된 통계 방법은 독립 t-검정을 이용하였고, 유의 수준(α)은 .05, 검정력은 .80, 효과 크기는 .80로 설정하였다. 그 결과 전체 대상자 수의 크기는 42명이었고, 탈락률 10%를 고려하여 총 46명을 모집하였다. 모집 절차를 통해 46명을 모집하였고, 이중 제외 조건에 해당되는 2명이 제외되어 최종 44명의 자료를 분석에 이용하였다.

2. 연구절차

모집된 연구대상자들에게 사전에 준비한 설문지를 통하여 일반적인 특성을 조사하였고, 발목 발등굽힘 관절가동범위와 버그(Berg) 균형척도, 10m보행 검사, 일어서 걷기 검사를 평가하였다. 대상자를 두 군에 무작위 배정을 위해 인터넷에 무작위 배정 사이트(<http://www.randomizer.org>)를 이용하여 결정하였다. MET 군과 스트레칭군에게 중재 전과 중재 후에 각각 발목 발등굽힘 관절가동범위와 균형 능력, 보행 능력 평가를 실시하였고, 각 평가 사이에 휴식시간은 1분 이상을 제공하였으며, 총 평가 시간은 30분 정도로 소요되었다. 실험에 참여한 모든 대상 중재 기간 중 진료를 받고 있는 기관에서 적용하는 뇌졸중 환자를 위한 일반적 물리치료 방법인 중추신경계발달 치료 및 보행 훈련을 1일 2회 제공받았다. 중재는 주 5회 시행하였고, 3주간 총 15번의 중재를 적용하였다. 연구의 전체적인 진행 절차를 Fig. 1에 제시하였다. 본 연구는 연구의 계획 단계에서 대전대학교 기관생명윤리위원회로부터 사전 승인을 받고 진행하였다(IRB No. 1040647-202304-HR-011-03).

3. 중재 방법

1) 근에너지기법(MET)

(1) 장딴지근(Gastrocnemius)

본 연구에서 MET 군의 장딴지근에 적용하기 위해 대상자는 무릎을 곧게 펴고 바로 누운 자세를 시행하였다. 검사자는 한쪽 손으로 엄지와 발바닥을 감싸듯이 잡고 다른 한 손으로 발뒤꿈치를 잡은 후 움직임 장벽

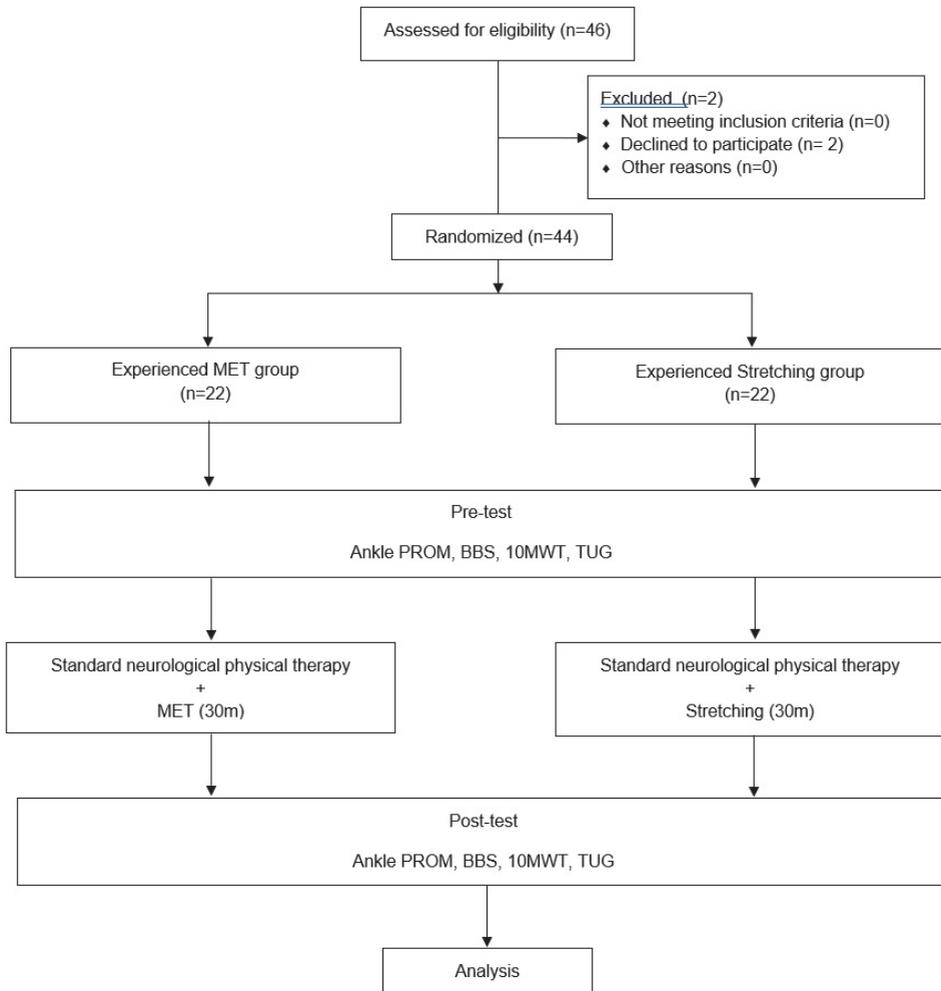


Fig. 1. Study flow chart. MET: muscle energy technique, DF-PROM: dorsiflexion passive range of motion, BBS: Berg balance scale, 10MWT: 10 meter walk test, TUG: timed up and go test.

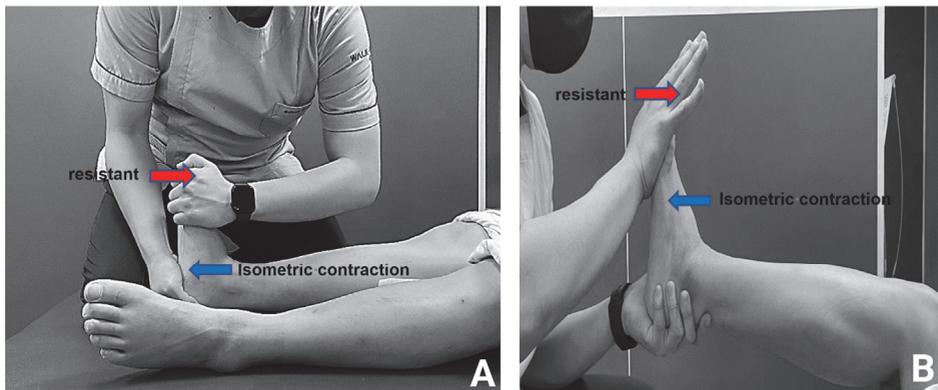


Fig. 2. Muscle energy technique intervention (A) Gastrocnemius muscle (B) Soleus muscle.

(barrier)을 평가하였다. 환자는 연구자가 가해 주는 저항에 대하여 발바닥굽힘근 쪽으로 최대 힘의 20%를 주도록 하였고[25], 새로운 장벽을 넘어 통증이 없는 범위 내에서 실시하였다. 대상자의 장벽을 재평가하고 제한 장벽에서 멀어지는 방향으로 가동범위에 중간 범위의 편안한 위치를 찾도록 하였다. MET기법의 적용 시간은 1회 20초간, 수축 10초후 이완을 반복하였고, 6회씩 총 5세트를 실시하였다. 세트간 휴식시간은 1분으로 하였다(Fig. 2). 이러한 중재를 주 5회로 3주간 실시하였다.

(2) 가자미근(Soleus)

MET 군의 가자미근에 MET 기법을 적용하기 위해 대상자는 바로 누운 자세에서 무릎을 90도 구부린 자세를 취하도록 하였다. 검사자는 한쪽 손으로 발바닥 위쪽 부분을 손으로 받치고, 다른 한 손으로 발뒤꿈치를 잡은 후 움직임에 장벽을 평가하였다. 환자는 연구자가 가해 주는 저항에 대하여 발바닥굽힘근 쪽으로 최대 힘의 20%를 주도록 하였고[25], 새로운 장벽을 넘어 통증이 없는 범위 내에서 실시하였다. 대상자의 새로운 장벽을 재평가하고 제한 장벽에서 멀어지는 방향으로 가동범위에 중간 범위의 편안한 위치를 찾도록 하였다. MET기법의 적용 시간은 1회 20초간, 수축 10초후 이완을 반복하였고, 6회씩 총 5세트를 실시하였다. 세트간 휴식시간은 1분으로 하였다(Fig. 2). 이러한 중재를 주 5회로 3주간 실시하였다.

2) 스트레칭 기법(Stretching technique)

(1) 경사대를 이용한 발바닥굽힘근 스트레칭

대상자는 먼저 경사대(inclined board)에 올라서서 편안한 자세로 있을 수 있는 각도를 찾기 위해 발목의 발등굽힘 각도 수준을 조절하고, 경사대에 올라가 발뒤꿈치 부위가 경사대와 벽에 붙이는 자세를 취하게 하였다. 이 연구에서 사용된 경사대는 총 6단으로 되어있다. 1단은 15도이고 단이 올라갈수록 경사는 10도씩 올라가게 되어 있다. 발목관절에 경사 정도는 경사대 1단으로 시작해서 대상자의 발목관절에 상태에 맞추어 발뒤꿈치 부위가 경사대에서 떨어지지 않는 수준에서 시작해서 자신의 근육이 늘어나는 것을 느끼는 범위의 경사대 단계에서 스트레칭을 실시하였다[29]. 스트레칭기법 적용 시간은 1세트 5분으로 경사대에 4분간 서있게 하고, 1분간 휴식을 취하게 하여 총 3세트 실시하였다. 이러한 중재를 주 5회로 3주간 실시하였다.

(2) 발목 발바닥굽힘근 스트레칭 운동

대상자는 비손상측 다리를 앞에 두고 양 손을 벽에 짚게 하고, 비손상측 다리를 천천히 구부리면서 벽을 향해 체중을 이동시킨다. 이때 손상측 다리는 최대한 편상태에서 발뒤꿈치가 바닥에서 떨어지지 않는 수준까지 무릎을 앞으로 가게 한다[30]. 적용시간은 1회당 20초간 유지한 후 10초 휴식하는 과정을 6회씩 5세트를 실시하였다. 이러한 중재를 주 5회로 3주간 실시하였다.

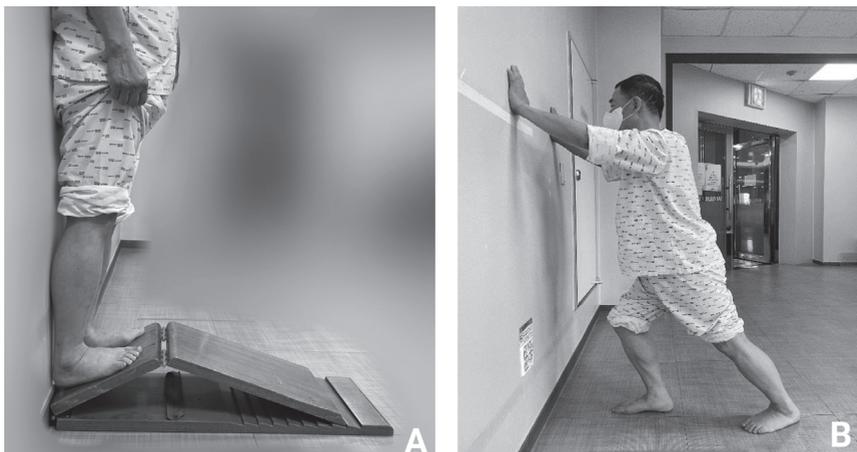


Fig. 3. Stretching intervention (A) Inclined board (B) Static stretching.

4. 평가 방법

1) 발목관절 발등굽힘의 수동적 관절가동범위 (passive range of motion for ankle dorsiflexion; DF-PROM) 평가

이 연구에서 DF-PROM은 임상경력 5년 이상의 물리치료사 2명에 의해 측정되었다. 측정은 측각기(Goniometer, Preston, USA)를 이용하여 DF-PROM을 측정하였다. 측정방법은 대상자를 평평한 매트에 눕히고 무릎을 편 상태에서 측정할 발목관절 쪽에 측각기의 고정팔을 종아리뼈 머리와 평행하게 놓았고, 운동팔은 5번째 발허리뼈 머리와 평행이 되도록 하였다. 중심측은 복사뼈의 외측을 기준으로 한 상태에서 발목의 위치를 중립으로 시작하여 수동적으로 발등굽힘을 하고 그 때 관절가동범위를 측정하였다[31]. 모든 측정은 3회 반복 후 그것의 평균값을 분석에 이용하였다.

2) 균형 능력

대상자의 균형 능력을 평가하기 위해 버그 균형 척도 (Berg balance scale; BBS)를 이용하였다. BBS 항목은 크게 앉기, 서기 자세, 자세 변화 3개 영역으로 이루어져 있다. 최소 0점에서 최대 4점으로 14개 항목에 대한 총합은 56점이다. 점수가 높을수록 균형 능력이 좋은 것으로 평가한다. 모든 평가는 3회 반복 후 평균값을 기록하였다[32]. 선행 연구[33]에서 측정자내 신뢰도와 측정자간 신뢰도가 각각 $r = .99$ 와 $r = .98$ 로 높은 신뢰도와 내적 타당도를 가진 것으로 나타났다.

3) 보행 속도

보행 속도를 평가하기 위해 10m 보행 검사(10 Meters walking test; 10MWT)를 이용하였다. 이 검사는 대상자가 편안한 속도로 10m를 걷는 동안 시간을 측정하는 것으로 14m를 걷는 동안 가속과 감속을 고려하여 처음 2m와 마지막 2m를 측정에서 제외 후 10m 구간을 측정하는 방법이며[34], 보행 속도는 초시계로 측정하였다. 평가 과정 중 환자의 낙상의 위험을 대비하여 검사자 1명이 검사 중 계속 대상자의 옆에서 따라 걷도록 하였으며, 모든 측정은 3회 반복 측정하고 그 평균값을 사용하였다. 10m 보행속도 검사는 뇌졸중으로 진단받은 환

자들의 보행 속도를 평가하였을 때 검사와 재검사 시 높은 신뢰도($r = .95$)를 보였다[35].

4) 동적 균형

대상자의 동적 균형 능력을 평가하기 위해 일어서서 걷기 검사(timed up and go; TUG)를 실시하였다. 이 검사법은 대상자가 팔걸이가 있는 50cm 높이의 의자에서 일어나 편안한 보행 속도로 3m를 걷고 돌아서서 다시 원래 의자로 돌아와 앉는 시간을 기록하는 평가이다. 걸린 시간은 스톱워치를 사용하여 초단위로 측정하였다[36]. 모든 측정은 3회 반복 측정 후 그 평균값을 사용하였다. 선행 연구[37]에서 TUG 검사의 신뢰도는 높은 신뢰도 등급(ICC, .98)으로 보고되었다.

5. 분석방법

본 연구의 모든 통계학적 분석은 윈도우용 SPSS 통계 분석 프로그램(version 21.0, IBM Corp, Armonk, NY, USA)을 이용하였다. 연구대상자들의 일반적인 특성은 기술통계를 이용하여 평균과 표준편차, 빈도수로 나타내었다. 측정된 변수들의 정규성 검정을 하기 위하여 샤피로 윌크 검정(Shapiro-Wilk test)을 사용하였고, 정규분포함을 확인하였다. 두 군에 중재 전후의 측정치에 차이를 비교하기 위하여 대응표본 t-검정을 실시하였다. MET 군과 스트레칭기법군에 중재 전과 후, 전후 차이 값에 차이를 비교하기 위하여 독립표본 t-검정을 사용하였다. 본 연구의 모든 분석 시에 유의수준(α)은 .05로 정하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

연구대상자의 일반적인 특성은 Table 1에 제시하였다. MET 군($n = 22$)과 스트레칭기법 군($n = 22$) 간에 성별 분포와 평균 연령, 평균 신장, 평균 체중, 뇌졸중의 손상 종류, 마비측, 손상 시기는 두 군 간에 유의한 차이가 없었다. 두 군 간에 근긴장도 수준을 평가한 근긴장도 평가 (Modified Ashworth Scale) 수준도 유의한 차이가 없었다.

Table 1. General and clinical characteristics of the stroke patients

Variables (Unit)	MET (n = 22)	Stretching (n = 22)	p
Gender			
Male/Female	17/5 ^a	14/8	.195
Age (yrs)	62.59 ± 12.34 ^b	62.41 ± 16.24	.207
Height (cm)	167.79 ± 8.08	164.81 ± 7.49	.319
Weight (kg)	64.60 ± 11.39	64.73 ± 11.83	.805
Type of stroke			
Infarction/Hemorrhage	12/10	16/6	.210
Affected Side			
Right/Left	12/10	12/10	1.000
Onset (month)	13.73 ± 7.40	10.23 ± 4.08	.061
MAS (point)	1.55 ± 0.50	1.45 ± 0.59	.589

^anumbers, ^bmean ± standard deviation, MET: muscle energy technique, MAS: modified Ashworth scale

Table 2. Comparison of changes in measured variables before and after intervention between the two groups

Variables (Unit)	MET (n = 22)	Stretching (n = 22)	t	p	
DF-PROM (degree)	Pre	10.55 ± 2.48 ^a	9.95 ± 3.06	.703	.486
	Post	12.35 ± 1.92	10.59 ± 2.97	2.330	.026
	Change	1.80 ± 1.17	.64 ± 0.87	3.756	.001*
	t	-7.248	-3.422		
	p	.000*	.003*		
BBS (score)	Pre	22.71 ± 6.60	20.80 ± 7.26	.912	.367
	Post	24.55 ± 4.42	21.83 ± 6.54	1.611	.115
	Change	1.83 ± 3.72	1.03 ± 1.67	.923	.361
	t	-2.309	-2.892		
	p	.031*	.009*		
10MWT (sec)	Pre	25.22 ± 7.55	25.70 ± 8.91	-.192	.849
	Post	22.27 ± 5.83	24.37 ± 7.46	-1.043	.303
	Change	-2.95 ± 2.70	-1.32 ± 1.97	-2.287	.027*
	t	5.133	3.158		
	p	.000*	.005*		
TUG (sec)	Pre	27.87 ± 3.98	28.53 ± 4.55	-.516	.608
	Post	26.08 ± 3.85	27.32 ± 4.89	-.938	.354
	Change	-1.79 ± 1.73	-1.21 ± 1.17	-1.299	.202
	t	4.845	4.858		
	p	.000*	.000*		

* p < .05, ^amean ± standard deviation, MET: muscle energy technique, DF-PROM: dorsiflexion passive range of motion, BBS: berg balance scale, 10MWT: 10 meter walk test, TUG: timed up and go test

2. 발목 DF-PROM, BBS, 10MWT, TUG 검사 결과 비교

중재 전후에 두 군에 발목관절의 발등굽힘 각도(DF-PROM), 균형 능력(BBS), 보행 속도(10MWT), 동적 균형(TUG) 수준의 차이를 비교하였다(Table 2). 측정항 모든 변수들의 중재 전 수준은 두 군 간에 유의한 차이가 없었다.

발목관절 DF-PROM수준은 두 군 모두 중재 전후에 각각 유의한 증가가 보였고($p < .01$), 중재 전후에 발목관절 DF-PROM의 차이값은 스트레칭군에 비해 MET군에서 유의하게 더 컸다($p < .01$). 10MWT 수준은 중재 후에 두 군 모두가 유의하게 감소하였고($p < .01$), 중재 전후에 10MWT의 차이값은 MET군이 스트레칭군에 비해 더 크게 감소하였다($p < .05$).

BBS와 TUG 수준은 두 군 모두 중재 전후에 유의한 차이를 보였으나, 각 측정변수의 중재 전후에 차이값은 두 군 간에 유의한 차이는 없었다.

IV. 고 찰

본 연구는 만성 뇌졸중 환자(MET 군 22명, 스트레칭 기법군 22명)를 대상으로 MET기법과 스트레칭기법을 중재하였을 때 발목관절의 가동범위와 균형 능력, 보행 속도에 미치는 영향에 차이가 있는가를 알아보자고 실시하였다. 두 군 모두 기본적인 신경계치료를 제공받았고, 중재 전후에 MET 군과 스트레칭군에 발목의 DF-PROM, 10MWT수준의 차이는 두 군 간에 유의한 차이가 있었고, BBS, TUG변수는 두 군 간에 유의한 차이는 없었다.

본 연구 결과에서 발목의 DF-PROM은 MET 군에서 중재 전 보다 중재 후 평균 1.80도 향상(17.06%)을 보였으며, 스트레칭기법군에서도 중재 전후에 평균 .64도의 향상(6.43%)을 보여 발목관절의 발등굽힘 각도를 늘리는데 MET기법이 스트레칭기법에 비해 더 효과적이었음을 알 수 있었다. 선행연구[38]에 의하면 종아리 근육에 MET기법을 적용하였을 때 발목의 DF-PROM에 유의한 증가를 보였으며, Chaitow[25]는 MET기법은 단축

된 근육이나 근육 수축을 연장시키고, 근육을 강화 시키며, 관절가동범위의 개선 등 다양한 목적에 효과가 있다고 하였다. Park 등[39]의 연구에는 종아리근에 스트레칭 운동이 발목의 DF-PROM을 개선시킨다고 하였으며, 고정형 경사판 위에서의 스트레칭 운동이 발목의 DF-PROM 증가를 확인한 Youn 등[22]와 동일한 결과를 보였다.

BBS 점수는 MET 군에서 중재 전후에 평균 1.83점 향상(8.10%)을 보였고, 스트레칭기법군에서도 중재 후에 1.03점의 향상(4.95%)을 보였다. Park 등[39]도 뇌졸중 환자의 균형 능력을 BBS평가법으로 하였으며, 경사대에서의 스트레칭이 실험 전후의 균형 능력에 유의한 차이가 보였다 하였고, 균형 능력이란 기저면 내에서 무게 중심을 유지하는 것을 말하며, 신체의 움직임에 대해 자세를 조절하고 지속적으로 평형을 유지하는 복합적인 과정을 말한다[33]. 따라서, 발목 발등굽힘 가동범위가 증가되면 발목관절 제한이 감소되고 안정성이 증가되어 균형 능력을 향상시킬 것으로 생각된다.

10MWT 평가 결과는 MET 군에서 중재 전후에 평균 2.95초의 감소(-11.70%)를 보였으며, 스트레칭기법군에서도 중재 후에 1.32초 감소(-5.18%)를 보여, MET기법이 스트레칭기법 보다 보행 속도의 개선에 더 효과적이었다는 것을 알 수 있었다. Kim 등[40]의 연구에서 발목관절의 가동범위 증가와 균형성 증가로 보행 속도의 증가가 나타났다고 하였다. 이러한 발목관절의 가동범위에 증가는 안정성과 균형성을 증진시켜 보행의 속도를 증가시킨 것으로 생각된다.

TUG 시간은 MET 군에서는 중재 후에 평균 1.79초 감소(-6.42%) 되었으며, 스트레칭기법군에서도 중재 후에 1.21초(-4.24%) 감소되었다. Wu 등[21]의 연구에서는 뇌졸중 환자 12명을 대상으로 선 자세에서 가자미근을 스트레칭 하였을 때 TUG 검사 결과에 유의한 감소를 보였다고 하였다.

본 연구의 결과는 중재 후 발목관절 발등굽힘의 수동적 관절가동범위, 균형 능력, 보행 능력이 증가하였고, 발목관절 발등굽힘의 수동적 관절가동범위와 보행속도는 근에너지기법 그룹과 스트레칭기법 사이에도 유의한 차이가 있었다. Lee 등[41]의 연구에서도 발목관절의 수동적 관절가동범위가 향상되어 보행속도가 좋아

졌다고 보고하였다. BBS와 TUG에서는 두 그룹 간 유의한 차이를 보이지 않았다. 두 평가의 공통점은 균형이다. 발목의 스트레칭만으로는 균형 부분에서 두 그룹간 차이를 만들어 내지 못했다고 생각된다. Chaitow[25]의 근에너지 기법 적용시간과 다르게 대상자가 만성적인 상태로 적용 시간을 더 길게 적용하는 차이점을 두었지만 현재까지는 뇌졸중 환자에게 근에너지기법을 적용한 연구 결과가 미미하여 본 연구의 결과와 직접적으로 비교할 수는 없었다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 있었다. 첫째, 기본신경계치료만 실시한 군이 없어 보다 정확한 증재의 효과를 확인할 수 없었다. 둘째, 짧은 증재 기간으로 도출된 연구 결과를 일반화하기에는 다소 한계가 있다. 셋째, 본 연구는 근육에 대한 증재만을 적용하여 관절의 움직임에 집중하는 증재법을 함께 한다면 더 나은 결과를 기대할 수 있을 것이라 생각된다. 넷째, 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 한 근골격계 관련 문제의 치료에 관련한 연구가 부족하여 비교 고찰할 선행연구 논문과 자료를 찾는데 어려움이 있었다. 향후 증재 기간을 증가되고, 발목관절의 발등굽힘의 개선을 위한 관절 중심의 증재가 추가한 연구들이 이어질 필요하다고 생각한다.

V. 결론

본 연구는 발목관절에 발등굽힘 운동 제한이 있는 만성 뇌졸중 환자 44명으로 대상으로 근에너지기법군(22명)과 스트레칭기법군(22명)으로 무작위로 배정하였고, 각 증재를 주 5회 3주간 실시하였다. 증재 전후에 두 군에 발목관절에 발등굽힘 각도(DF-PROM), 균형 능력(BBS), 보행 속도(10MWT), 동적 균형 능력(TUG)을 평가하여 증재에 의한 효과를 비교하였다.

근에너지기법과 스트레칭기법 증재 후에 발목의 DF-PROM, BBS, 10MWT, TUG 평가 결과는 두 군 모두 증재 후에 유의한 개선을 보였고, 두 군 간에 증재 전후의 차이에 유의한 차이를 보인 변수는 발목관절에 발등굽힘 각도와 보행 속도 변수였다. 근에너지기법이 스트레칭기법 보다 발등굽힘 각도와 보행 속도에 더 큰 개선을 보였다.

이 연구를 통해 발목관절 발등굽힘의 수동적 관절가동범위에 제한이 있는 만성 뇌졸중 환자에게 근에너지 기법이 스트레칭기법 보다 발목의 발등굽힘 각도와 보행 속도 개선에 더 우월한 결과를 보여 준다는 것을 알 수 있었다.

References

- [1] Kim SL, Lee BH. The effects of posterior talar glide and dorsiflexion of the ankle plus mobilization with movement on balance and gait function in patient with chronic stroke: a randomized controlled trial. *J Neurosci Rural Pract.* 2018;9(1):61-7.
- [2] Geiger RA, Allen JB, Hicks R. R., et al. Balance and mobility following stroke: effects of physical therapy interventions with and without biofeedback/forceplate training. *Phys Ther.* 2001;81(4):995-1005.
- [3] Mirbagheri MM, Ladouceur M, Barbeau H, et al. The effects of long-term fcs-assisted walking on intrinsic and reflex dynamic stiffness in spastic spinal-cord-injured subjects. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng.* 2002; 10(4):280-9.
- [4] Geiger RA, Allen JB, et al. Balance and mobility following stroke: effects of physical therapy interventions with and without biofeedback/forceplate training. *Phys Ther.* 2001;81(4):995-1005.
- [5] Sharp SA, Brouwer BJ. Isokinetic strength training of the hemiparetic knee: effects on function and spasticity. *Arch Phys Med Rehabil.* 1997;78(11):1231-6.
- [6] Tyson SF, Hanley M, Chillala J, et al. Balance disability after stroke. *Phys Ther.* 2006;86(1):30-8.
- [7] Bressel E, McNair PJ. The effect of prolonged static and cyclic stretching on ankle joint stiffness, torque relaxation, and gait in people with stroke. *Phys Ther.* 2002;82(9):880-7.
- [8] Vattanasilp W, Ada L, Crosbie J. Contribution of thixotropy, spasticity, and contracture to ankle stiffness

- after stroke. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2000;69(1):34-9.
- [9] Manca M, Ferraresi G, Cosma M, et al. Gait patterns in hemiplegic patients with equinus foot deformity. *Biomed Res Int*. 2014;2014(939316):1-7. Available from: <http://www.hindawi.com/journals/bmri/2014/939316/>
- [10] Kwah LK, Herbert RD, Harvey LA, et al. Passive mechanical properties of gastrocnemius muscles of people with ankle contracture after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2012;93(7):1185-90. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2012.02.009>
- [11] Andrews AW, Bohannon RW. Short-term recovery of limb muscle strength after acute stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003;84(1):125-30.
- [12] Ryu BH, Choi TS, Lee SB. Comparison of physical therapy interventions on the improvement of ankle joint range of motion with stroke patients. *J Converg Inf Technol*. 2019;9(12):184-9.
- [13] Langhorne P, Coupar F, Pollock A. Motor recovery after stroke: a systematic review. *Lancet Neurol*. 2009;8(8):741-54. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422\(09\)70150-4](http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422(09)70150-4)
- [14] Divani AA, Vazquez G, Barrett AM, et al. Risk factors associated with injury attributable to falling among elderly population with history of stroke. *Stroke*. 2009;40(10):3286-92.
- [15] Hwang DY, Lee HJ, Lee GC, et al. Treadmill training with tilt sensor functional electrical stimulation for improving balance, gait, and muscle architecture of tibialis anterior of survivors with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Technol Heal Care*. 2015;23(4):443-52.
- [16] Vaillant J, Vuillerme N, Janvey A, et al. Effect of manipulation of the feet and ankles on postural control in elderly adults. *Brain Res Bull*. 2008;75(1):18-22. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0361923007002183>
- [17] Klein DA, Stone WJ, Phillips WT, et al. PNF training and physical function in assisted-living older adults. *J Aging Phys Act*. 2002;10(4):476-88.
- [18] Zhao H, Wu YN, Hwang M, et al. Changes of calf muscle-tendon biomechanical properties induced by passive-stretching and active-movement training in children with cerebral palsy. *J Appl Physiol*. 2011;111(2):435-42.
- [19] Jeong HM, JH S, Suh HR. The passive stretching, massage, and muscle energy technique effects on range of motion, strength, and pressure pain threshold in musculoskeletal neck pain of young adults. *Phys Ther Rehabil Sci*. 2017;6(4):196-201. Available from: <http://www.jptrs.org/journal/view.html?doi=10.14474/jptrs.2017.6.4.196>
- [20] Kim TH, Yoon JS, Lee JH. The effect of ankle joint muscle strengthening training and static muscle stretching training on stroke patients' c.o.p sway amplitude. *J Phys Ther Sci*. 2013;25(12):1613-6.
- [21] Wu CL, Huang MH, Lee CL, et al. Effect on spasticity after performance of dynamic-repeated-passive ankle joint motion exercise in chronic stroke patients. *Kaohsiung J Med Sci*. 2006;22(12):610-7.
- [22] 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 Korean Phys Ther*. 2019;31(1):56-61.
- [23] Bohannon RW, Larkin PA. Passive ankle dorsiflexion increases in patients after a regimen of tilt table-wedge board standing. a clinical report. *Phys Ther*. 1985;65(11):1676-8.
- [24] Tanwar R, Moitra M, Goyal M. Effect of muscle energy technique to improve flexibility of gastro-soleus complex in plantar fasciitis: a randomised clinical, prospective study design. *Indian J Physiother Occup Ther - An Int J*. 2014;8(4).
- [25] Chaitow L. *Muscle energy techniques*. Edinburgh: Churchill Livingstone. 2nd ed. 2001.
- [26] Fryer G. Muscle energy technique: An evidence-informed approach. *Int J Osteopath Med*. 2011;14(1):3-9.
- [27] Vani V, Pavithra S. Effectiveness of muscle energy technique versus stretching in subjects with piriformis

- syndrome. *Int J Physiother Res.* 2019;7(5):3252-6. Available from: <https://www.ijmhr.org/IntJPhysiotherRes/IJPR.2019.163>
- [28] Wang J, Wang S, Wu H, et al. Muscle energy technique plus neurac method in stroke patients with hemiplegia complicated by diabetes mellitus and assessment of quality of life. *Dis Markers.* 2022;2022:1-8. Available from: <https://www.hindawi.com/journals/dm/2022/6318721/>
- [29] Ryu BH, Hong HP. The comparison of the effects of joint mobilization, incline board and pnf stretching to increase the dorsiflexion of the ankle joint on ankle dosiflexion and the muscle tone of the plantar flexor the ankle in subjects with stroke. *J Korean Orthop Man Phys Ther.* 2020;26(1):55-63. Available from: www.kaomt.or.kr
- [30] Jang HJ, Kim SY, Jang HJ. Comparison of the duration of maintained calf muscle flexibility after static stretching, eccentric training on stable surface, and eccentric training on unstable surfaces in young adults with calf muscle tightness. *Phys Ther Korea.* 2014;21(2):57-66.
- [31] Jang WS, Choi SH. The immediate effect of soft tissue mobilization before mobilization with movement on the ankle range of motion, muscle tissue, balance in stroke patients. *J Korean Acad Orthop Man Phys Ther.* 2020; 26(1):37-46. Available from: <https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO202023356649880.page%0Ahttps://www.koreascience.or.kr/article/JAKO202023356649880.pdf>
- [32] Blum L, Korner-Bitensky N. Usefulness of the Berg Balance Scale in stroke rehabilitation: a systematic review. *Phys Ther.* 2008;88(5):559-66.
- [33] Berg Ko, Wood-Dauphinee SL, Williams JT, et al. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Public Heal.* 1992;83(2):S7-11.
- [34] Dobkin BH. Short-distance walking speed and timed walking distance: Redundant measures for clinical trials? *Neurology.* 2006;66(4):584-6.
- [35] Kim WI, Choi YK, Lee JH, et al. The effect of muscle facilitation using kinesio taping on walking and balance of stroke patients. *J Phys Ther Sci.* 2014;26(11):1831-4.
- [36] Park D, Lee KS. Effects of talus stabilization taping versus ankle kinesio taping in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial. *J Exerc Rehabil.* 2019; 15(6):775-80.
- [37] Alghadir AH, Al-Eisa ES, Anwer S, et al. Reliability, validity, and responsiveness of three scales for measuring balance in patients with chronic stroke. *BMC Neurol.* 2018;18(1):1-7.
- [38] Ruparelia H, Patel S. Immediate effect of muscle energy technique (met) and positional release therapy (prt) on slr 90⁰-90⁰, ankle dorsiflexion range and y-balance test-an experimental study. *Int J Heal Sci Res.* 2019;9(9):53. Available from: www.ijhsr.org
- [39] Park D, Lee JH, Kang TW, et al. Four-week training involving ankle mobilization with movement versus static muscle stretching in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Top Stroke Rehabil.* 2019; 26(2):81-6. Available from: <https://doi.org/10.1080/10749357.2018.1550614>
- [40] Kim SM, Park JH. The effect of ankle joint mobilization with movement weight bearing training on rom, balance ability and gait velocity in hemiplegic patients. *Korean Soc Med Ther Sci.* 2019;11(2):13-9. Available from: <https://scholar.kyobobook.co.kr/article/detail/4010027497266>
- [41] Lee JY, Sim HP, Choi YJ. The effect of muscle energy technique and instrument assisted soft tissue mobilization in adults with shortened hamstring on the range of motion, muscle strength and muscle thickness. *J Korean Orthop Man Phys Ther.* 2021;27(1):21-30. Available from: www.kaomt.or.kr