

The Effect of Ankle Balance Taping on Gait and Balance in Stroke Patients

Kyoung-Won Kim^a, Ki Bum Jung^a, Dong-Ho Kim^a and Yongwoo Lee^{a*}

^aDepartment of Physical Therapy, College of Health and Welfare, Sahmyook University, Seoul, Republic of Korea

Objective: Kinesio tape has been applied to the ankle to improve balance and gait. Stroke patients show abnormal gait patterns due to foot drop. This study aimed to determine the effects of ankle balance taping which to support the ankle joint on balance and gait in patients with chronic stroke.

Design: A randomized controlled trial.

Methods: Twenty-four chronic stroke patients were selected and randomized into experimental group (n = 12) and control group (n = 12). The experimental group applied kinesio taping three times a week for three weeks, and the control group applied placebo taping for the same amount of time. To evaluate the effectiveness of the treatment, the subjects' walking ability, static balance, and dynamic balance were assessed before and after the experiment. Gait speed and spatiotemporal gait ability were measured to examine walking ability, postural sway velocity and velocity moment for static balance, and Timed-Up and Go test and Berg Balance Scale were conducted to check dynamic balance.

Results: The experimental group showed a significant increase in walking ability, static balance, and dynamic balance in the within-group pre-post difference ($p < 0.05$). In the between-group comparison, the experimental group had a significant difference in walking ability than the control group ($p < 0.05$).

Conclusions: Ankle balance taping can help improve gait, and this study can be used as a basis for future studies of ankle balance taping.

Key Words: Stroke, Ankle, Kinesio Tape, Postural Balance, Gait

서론

뇌졸중은 전 세계적으로 사망과 장애를 유발하는 가장 대표적 질병으로 뇌경색, 지주막하출혈, 내뇌출혈과 같은 혈관 손상으로 인해 발생한다[1]. 뇌 손상 부위와 정도에 따라 감각 장애, 운동 장애, 시각 저하 등의 신체적 손상을 초래한다[2]. 신체적 손상 중에서는 하지 장애가 가장 흔하며, 그 중 발처짐(foot drop)이 대표적이다. 발처짐은 발바닥 굽힘근의 경직 및 발등 굽힘근의 약화로 발생하며, 보행 시 기능저하를 유발한다[3, 4].

발처짐이 나타나는 뇌졸중 환자들은 보행단계 중 흔들기 시 발목관절의 끌림 현상과 디딤기 시 뒤꿈치 닿기의 어려움이 관찰되며, 발목 끌림 현상을 피하기 위해

휘돌림 걸음, 과도한 엉덩관절 굽힘, 계상보행 등 비정상적인 보행 패턴의 모습을 보인다[5]. 이러한 보행패턴은 보행주기, 보행속도, 환측의 보장과 활보장의 감소를 유발하고, 균형의 감소를 초래하며, 이차적으로 낙상의 위험을 증가시킨다[6-8]. 선행 연구에 따르면 뇌졸중 환자의 낙상률은 23~50%이며, 그 중 28%는 상해를 입었다고 보고하였다[9]. 따라서 보행패턴을 향상시키기 위해 발처짐을 개선할 수 있는 중재가 필요하다.

비정상적인 보행패턴이 나타나는 뇌졸중 환자의 보행을 보조하기 위한 방법으로 단하지 보조기, 로봇치료, 키네시오 테이핑 등이 활용된다. 하지만 단하지 보조기의 경우, 보행 동안 발등 굽힘을 유지하는데 효과적이지만, 고정된 발목 관절로 인해 근육은 근력 약화를 초래

Received: Jun 13, 2023 Revised: Jun 22, 2023 Accepted: Jun 22, 2023

Corresponding author: Yongwoo Lee

Department of Physical Therapy, College of Health and Welfare, Sahmyook University

815 Hwarang-ro, Nowon-gu, Seoul, Republic of Korea

Tel: +82-2-3399-1636 Fax: +82-2-3399-1638 E-mail: yongwo2@syu.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://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.

Copyright © 2023 Korean Academy of Physical Therapy Rehabilitation Science

할 수 있고[10], 보행 로봇의 경우, 심혈관 기능 증진에 는 효과가 있지만, 실질적인 지면 보행에서의 기능향상 까지는 한계가 있다고 보고되고 있다[11, 12].

키네시오 테이핑은 탄력성 테이프로 원래 길이의 140%까지 늘려서 사용하며, 약해진 발목 근육 및 관절 을 지지하는데 효과적이다[13]. 특히, 보행 시 발목의 움직임에 따라 테이핑의 탄성으로 발목의 중립위치를 빠르게 되돌려 관절의 안정성을 높이고[14, 15], 고유 수용성 감각을 촉진하여 균형 능력 향상에 보조적인 역할을 한다고 하였다[16]. Koseoglu 등 [17]에 따르면 키네 지오 테이핑을 앞 정강근에 적용 시 환측 하지의 균형 감각 및 발등 배측 굴곡근의 근력, 보행속도의 향상을 보고하였고, Park 등 [18]은 키네시오 테이핑 적용 시 발목 관절의 고유수용성 신경근을 촉진시켜 균형 능력이 유의하게 증가하는 것을 확인하였다.

최근 뇌졸중 환자의 발목 근육에 키네시오 테이핑을 적용한 연구가 증가하고 있다. 하지만 발목 관절의 지지를 주 목적으로 키네시오 테이핑을 적용한 연구는 부족하다. 따라서 본 연구는 키네시오 테이핑을 4단계에 걸쳐 발목에 부착한 발목 균형 테이핑을 적용하고, 뇌졸중 환자의 균형능력과 보행능력에 미치는 효과를 확인하고자 한다.

연구방법

연구의 대상

연구 대상자를 선정하기 위해서 광주광역시에 있는 W 병원에 뇌졸중으로 입원 중인 성인 남녀를 대상으로 선별 검사를 진행하였다. 선정기준은 뇌졸중 발병 6개월 이상 된 자, 독립적으로 10미터 이상 걸을 수 있는 자, 하지의 수정된 애쉬워드 척도(Modified Ashworth Scale; MAS) 2등급 미만인 자, 시각과 청각 및 전정 기관에 장애가 없는 자, 한국형 간이 정신 상태 판별 검사(Korean version of mini-mental state examination; K-MMSE)의 점수가 24점 이상인 대상자를 선정하였다[19]. 단, 발목에 골절과 같은 정형외과 질환에 경험이 있는 자, 또는 뇌졸중을 제외한 운동 장애를 유발하는 신경학적 문제가 있는 자[20], 테이프로 인한 피부 알러지가 있는 자는 제외하였다. 실험 전 연구에 참여한 대상자들에게 실험의 목적, 과정, 예상 효과에 대해 자세히 설명 하였으며, 실험 도중 불편함을 느끼거나 구토, 어지러움, 알러지 등이 일어난다면 언제든지 중지할 수 있다는 것을 알린 후 참여 동의서에 서명을 받아 진행하였다. 전 연구에 참여한 대상자들에게 실험내용을 충분히 설명하고, 참여 동의서에 서명을 받아 진행하였다. 본 연구는 삼육

대학교 생명연구윤리위원회의 승인(IRB 승인번호: SYU 2022-09-015-001)을 받은 후 실험을 진행하였다.

본 연구의 대상자 산출을 위해 선행연구[21]를 참고하여 효과 크기 1.23을 얻었다. 이 효과를 충족하기 위해 유의 수준 0.05, 검정력은 0.80로 설정한 후, G*Power 3.1(G*power Version 3.1.9.6, Heinrich Heine University, Germany)프로그램으로 계산한 결과 24명의 결과를 얻었으며 중도 탈락률 10%을 고려하여 26명을 대상자 수로 정하였다.

중재 방법

뇌졸중 환자 26명 중 알리지 반응이 있는 대상자 2명을 제외하였고, 총24명을 선정하였다. 최종 선정된 24명의 대상자는 발목 균형 테이핑 그룹(n=12)과 발목 플라시보 테이핑 그룹(n=12)으로 무작위 구분하였다. 무작위 배정은 무작위 배정 사이트(<https://www.randomizer.org>) 프로그램을 이용하였다. 발목 균형 테이핑은 키네시오 테이핑을 30~40% 신장된 상태로 4단계에 걸쳐 부착한 것을 의미한다. 첫 번째 발목을 약간 배측 굴곡을 유지하면서 뒤쪽에서 앞쪽으로 거골에서 종골까지 감았다. 두 번째 내측 복사뼈 위 5 cm에서 외측 종골을 지나 발등의 바깥쪽으로 적용하였으며, 세 번째 가쪽 복사뼈 위 5 cm에서 내측 종골을 지나 발등 안쪽으로 적용하였다. 네 번째 발목에 대한 지지를 강화하기 위해 발목이 약간 배측 굴곡된 상태에서 거골에서 종골까지 감았으며, 첫 번째 테이프 영역에 덮어 적용하였다(Figure 1). 플라시보 테이핑은 편안하게 앉은 상태에서 테이프를 신장시키지 않고 테이핑을 적용하였으며, 2단계로 수행하였다. 첫 번째 테이프는 외측 종골 아래에서 하지 외측 영역의 절반까지 적용하였다. 두 번째 테이프는 내측 복사뼈 아래에서 하지 내측 영역의 1/2까지 적용하였다[22](Figure 2). 임상 경력 6년차 물리치료사가 직접 테이핑을 부착하였으며, 신경계 물리치료 중재를 함께 적용하였다. 테이핑은 일 10시간, 3주간, 주 3회 테이핑을 부착하였다. 신경계 물리치료는 스트레칭, 관절가동범위 운동, 근력 강화 운동, 균형 운동, 보행 운동으로 구성하고, 주 5일 일, 30분, 2회 수행되었다.

측정 도구와 자료 수집 과정

보행

환자의 보행 유형에 대한 자료를 수집하기 위하여 보행 분석 측정 장비인 Gait Rite(GAITRite, CIR system Inc, USA)를 이용하여 보행속도, 보장, 활보장을 측정하였다. 수집된 정보는 GAITRite GOLD(Version 3.2b,

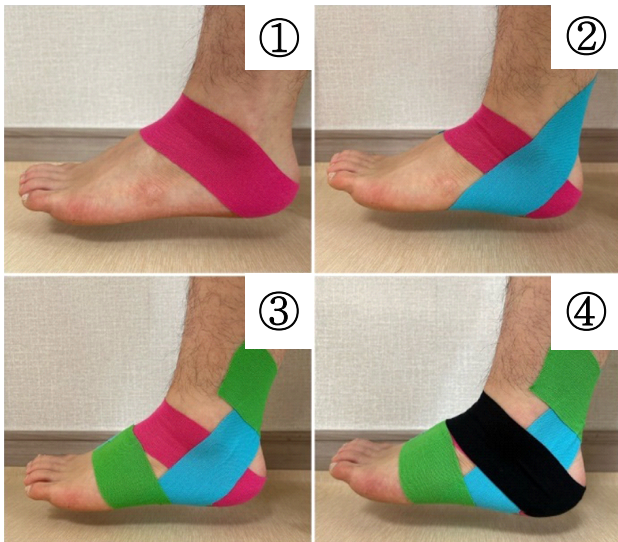


Figure 1. Ankle balance taping method (4 steps)

CIR system Inc, USA) 소프트웨어로 처리를 하였다. 측정
은 2회 진행하였고, 측정 간 5분의 휴식 시간을 주어
근 피로에 대한 영향을 최소화하였다. 측정자 내 신뢰도
는 $r=0.72 \sim 0.94$ 이다[23].

정적 균형 검사

본 연구에서는 정적 균형 능력을 측정하기 위해 균형
측정 장비인 Good Balance(Good Balance System, Metitur
Ltd., Finland)를 사용하여 좌우, 전후 동요 속도를 측정
하였다. 측정을 위해 뇌졸중 환자에게 적합한 위치에 발
을 편하게 하고 눈을 뜬 상태에서 의식하지 않고 30초
동안 측정하는 방법을 사용하였다. 모든 측정은 환자가
시작과 종료를 인식하지 못한 상태에서 진행되었다. 측
정은 2회 진행하였고, 측정 간 5분의 휴식 시간을 주어
근 피로에 대한 영향을 최소화하였다. 측정자 내 신뢰도
는 $r=0.83$ 이다[24].

일어나서 걷기 검사

본 연구에서는 걷기 능력, 균형과 이동성을 평가하기
위해 일어나서 걷기 검사를 진행하였다. 피험자는 등받
이 의자에 앉은 상태에서 시작과 동시에 의자에서 일어
나서 3 m를 편안한 속도로 걷고 돌아온 후, 다시 의자
에 앉는 소요된 시간을 측정한다[25]. 각 측정은 3회 반
복 측정을 하였으며 측정 간 5분의 휴식 시간을 주어
근 피로에 대한 영향을 최소화하였다. 측정자 내 신뢰도
는 $r=0.99$ 이고, 측정자 간 신뢰도는 $r=0.98$ 이다[26].

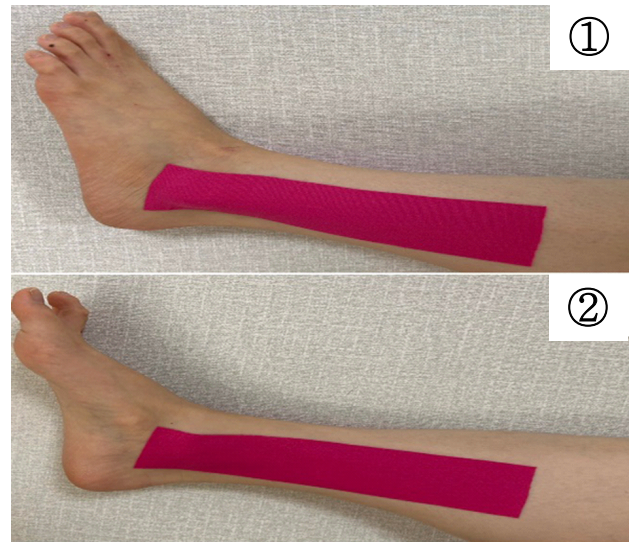


Figure 2. Placebo taping method (2 steps)

버그 균형 척도

본 연구에서는 과제 수행 시 균형을 평가하기 위해
버그 균형 척도를 사용하였다. 검사를 진행하였다. 이 척
도는 14개 항목으로 각 항목 당 최소 0점, 최고 4점의 5
점 척도이며, 총점은 56점이다. 56점 중 45점 이하는 낙
상 위험군으로 분류한다. 버그 균형 척도는 뇌졸중 환자
를 대상으로 측정자 간 신뢰도 $r=0.92 \sim 0.98$, 측정자
내 신뢰도 $r=0.97$ 이다[27].

자료분석

본 연구의 모든 통계학적 분석은 IBM SPSS statistics
(IBM SPSS statistics Ver. 19.0, IBM Corp., USA)을
사용하여 분석하였다. Shapiro-Wilk로 정규성 검정을 하
였고 정규 분포함을 확인하였다. 집단 간의 동질성을 확
인하기 위해 카이제곱 검정, 독립표본 t-검정을 시행하
였다. 각 집단 내 중재 방법에 따른 전·후 효과 차이를
비교하기 위해 대응표본 t-검정을 이용하였고, 집단 간
의 전·후 변화량 차이를 비교하기 위해 독립표본 t-검
정을 시행하였다. 모든 자료의 통계학적 유의수준은
0.05로 하였다.

연구결과

연구 대상자의 일반적 특성은 다음과 같다(Table 1).
중재 전·후 측정 결과는 다음과 같이 요약하였다(Table 2).
정적 균형에서 좌우, 전후 동요 속도는 실험군과 대
조군 모두 중재 전보다 중재 후 유의하게 감소하였다

Table 1. General Characteristics of Subject

	Experimental group (n=12)	Control group (n=12)	$x^2/t(p)$
Sex (male/female)	9 / 3	9 / 3	0.000(1.000) ^b
Type of onset (cerebral hemorrhage, cerebral infarction)	3 / 9	6 / 6	1.600(0.206)
MAS (0, 1, 1+)	3 / 3 / 6	2 / 3 / 7	-0.667(0.414)
Areas of paralysis (right, left)	7 / 5	5 / 7	-0.667(0.414)
Age (year)	59.08 ± 11.88 ^a	57.91 ± 11.88	-0.248(0.806) ^c
Height (cm)	166.50 ± 9.02	163.58 ± 6.37	-0.854(0.402)
Weight (kg)	67.08 ± 11.71	62.58 ± 6.63	-1.093(0.286)
BMI	24.07 ± 3.19	23.36 ± 1.82	-0.05(0.506)
Onset date (months)	35.42 ± 37.78	29.17 ± 1.86	-0.480(0.636)
MMSE-K (score)	26.41 ± 2.06	26.25 ± 1.86	-0.480(0.636)

Note. ^aMeans±standard deviation; ^bChi-square test; ^cIndependent samples t-test.

MMSE-K: Mini Mental State Examination-korea, MAS: Modified Ashworth Scale, BMI: Body Mass Index

Table 2. Result of the study

		Experimental group (n = 12)	Control group (n = 12)	t(p)
ML sway velocity (mm/s)	Pre	8.32 ± 2.66 ^a	8.29 ± 4.98	-0.351(0.729) ^b
	Post	6.35 ± 2.42	6.66 ± 3.72	
	Pre-Post	1.97 ± 2.42	1.62 ± 2.45	
	t(p)	2.824(0.017) [*]	2.289(0.043) [*]	
AP sway velocity (mm/s)	Pre	13.36 ± 4.68 ^a	12.21 ± 7.05	0.467(0.645)
	Post	9.71 ± 3.78	7.90 ± 5.09	
	Pre-Post	3.65 ± 2.69	4.31 ± 4.14	
	t(p)	3.691(0.001) [*]	3.606(0.004) [*]	
TUG (sec)	Pre	34.2 ± 10.75 ^a	36.18 ± 14.24	-2.282(0.040) [*]
	Post	28.31 ± 10.42	34.21 ± 13.43	
	Pre-Post	5.93 ± 5.74	1.97 ± 1.76	
	t(p)	3.579(0.004) [*]	3.874(0.003) [*]	
BBS(score)	Pre	39.83 ± 12.22 ^a	41.66 ± 14.21	0.000(1.000)
	Post	40.25 ± 11.80	42.08 ± 13.70	
	Pre-Post	-0.41 ± 0.66	-0.41 ± 0.79	
	t(p)	-2.159(0.054)	-1.820(0.096)	
Velocity (cm/sec)	Pre	35.74 ± 22.46 ^a	37.52 ± 27.97	2.330(0.029) [*]
	Post	44.87 ± 30.40	39.06 ± 28.81	
	Pre-Post	-9.13 ± 9.43	-0.92 ± 7.74	
	t(p)	-3.353(0.006) [*]	-0.414(0.687)	
AS step length (cm)	Pre	34.14 ± 9.54 ^a	33.95 ± 10.70	2.122(0.045) [*]
	Post	38.88 ± 11.23	34.38 ± 13.09	
	Pre-Post	-4.74 ± 3.87	-0.42 ± 5.89	
	t(p)	-4.239(0.001) [*]	-0.250(0.807)	

Table 2. (Continued)

	Experimental group (n=12)	Control group (n=12)	t(p)	
AS stride length (cm)	Pre	60.29 ± 25.23 ^a	63.60 ± 21.09	
	Post	67.69 ± 28.57	62.99 ± 26.51	
	Pre-Post	-7.40 ± 7.73	0.61 ± 8.67	2.390(0.026)*
	t(p)	-3.312(0.007)*	0.247(0.809)	

Note. ^aMeans±standard deviation; ^bIndependent samples t-test.

ML: mediolateral, AP: anteroposterior, TUG: Timed Up and Go Test, BBS: berg balance scale, AS: affected side

*p<0.05.

(p<0.05). 하지만 집단 간 전·후 변화량 차이에서는 유의한 차이가 없었다. 일어나서 걷기 검사에서 실험군과 대조군 모두 중재 전보다 중재 후 유의하게 감소하였고(p<0.05), 실험군이 대조군보다 유의한 감소가 있었다(p<0.05). 버그 균형 척도에서 실험군과 대조군 모두 중재 전보다 중재 후에 점수가 증가하였지만 유의한 차이가 없었고, 집단 간 전·후 변화량 차이도 유의하지 않았다. 보행 속도는 실험군에서 유의하게 증가하였고, 전·후 변화량에 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 환측 보장, 활보장에서 실험군과 대조군 모두 중재 후 유의하게 감소하였으며(p<0.05), 실험군이 대조군보다 유의한 증가가 있었다(p<0.05).

논의

본 연구는 발목 균형 테이핑이 뇌졸중 환자의 균형과 보행능력에 미치는 효과를 알아보려고 하였다. 연구 결과 실험군이 대조군보다 일어나서 걷기 검사, 보행속도, 환측 보장 및 활보장에서 유의한 효과가 있었다(p<0.05).

선행 연구에 따르면 뇌졸중 환자에게 발목 균형 테이핑을 적용하였을 때 발처짐 현상을 감소시켜 보행 속도 및 보폭이 유의하게 향상되었다고 보고하였고[28], 또 다른 선행연구에서는 만성 뇌졸중 환자에게 발목 균형 테이핑을 적용하였을 때 보행 입각기에서 발목 관절의 발등 굽힘을 향상시켜 보장 및 활보장에서 유의한 향상이 있다고 보고하였다[29]. 또한 키네지오 테이핑은 신체감각 피드백을 제공하여 자세조절에 효과적이며, 발목의 기계적 지지를 보조하고, 고유수용성 감각 향상시켜 보행능력에 효과적이라고 하였다[8, 30-33]. 이는 본 연구에서 실험군이 대조군보다 보행 속도 및 보폭이 유의하게 향상된 결과와 일치한다.

본 연구에서 발목 균형 테이핑은 뇌졸중 환자의 발처

짐 현상을 개선 시킴으로써 보행속도와 보장 및 활보장을 증가시켰고, 보행능력이 향상되었다. 이는 발목 균형 테이핑을 활용했을 때, 고유수용성 감각을 향상시키고, 관절 구조를 지지하며, 근육의 긴장감을 조절해 수의적이고 강한 움직임이 나타날 시 근육 간에 균형을 유지 시킴으로써 보행의 변화에 긍정적으로 작용했을 것으로 사료된다. 따라서 발목 균형 테이핑은 보행 능력에 도움이 될 수 있는 효과적인 재활치료의 방법으로 제안할 수 있다.

본 연구에서 좌우 동요 속도, 전후 동요 속도에서 발목 균형 테이핑군과 발목 플라시보 테이핑군 모두 유의하게 감소하였으며(p<0.05), 집단 간 전·후 변화량에서는 유의한 차이가 없었다. 이는 키네지오 테이핑이 피부 수용기와 고유수용기를 자극하여 근 긴장도를 유지 및 증가시킴으로써 정적 균형 능력에 영향을 미친 것으로 사료되며, 신장력을 주지 않고 적용한 플라시보 테이핑에서도 테이프의 피부 접촉을 통한 감각 반응으로 근육의 지속적 수축과 혈액 및 림프액의 순환을 증가시켜 근육의 운동기능을 향상시키는 역할을 한 것으로 사료된다[34]. 선행연구에 따르면 만성 뇌졸중 환자에게 발목 균형 테이핑을 적용하였을 때 균형능력에 유의한 효과는 있었지만, 적은 대상자와 짧은 중재기간으로 인해 집단 간 차이에서는 유의한 차이가 없었다고 보고하였다[35]. 따라서 추후 연구에서는 충분한 대상자 및 중재기간이 필요하다고 생각한다.

버그 균형 척도에서 실험군과 대조군 모두 중재 전보다 중재 후에 점수가 증가하였지만 유의한 차이가 없었고, 집단 간 전·후 변화량 차이도 유의하지 않았다. 좌우 동요 속도, 전후 동요 속도에서 키네지오 테이핑이 피부 수용기와 고유수용기를 자극하여 근육 내 감마 운동신경원인 민감도를 높여 근 긴장도를 유지 및 증가시켜 정적 균형, 동적 균형 능력에 영향을 미칠 수 있음에도 불구하고[36], 버그 균형 척도에서는 만점에 가깝고 점수가 높은 환자일수록 천장효과로 인해 변별력이 감소

된 것으로 사료된다.

제한점으로는 첫째, 단일 의료기관에 입원한 환자를 대상으로 진행하였기에 연구 결과 값을 일반화하기 어렵다. 둘째, 발병 6개월 이상의 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 진행하였기에, 급성 뇌졸중 환자의 연구 결과는 달라질 수 있다. 셋째, 중재 프로그램 외에 생활 습관, 환자의 개인적인 운동을 통제하지 못해 연구 결과 값에 영향을 미칠 수 있다. 넷째, 대상자들을 선정 당시 나이에 제한을 두지 않았기 때문에 환자 개인의 활동량과 회복 속도에 대한 차이가 있을 수 있다. 다섯째, 한 명의 물리치료사가 테이핑을 부착하고 제거하였기 때문에 테이핑 부착 시간과 제거 시간이 약간의 차이가 있을 수 있다. 이러한 제한점들을 보완하여 추후 연구에서 발목 균형 테이핑이 만성 뇌졸중 환자의 균형 및 보행 능력에 효과적인지 규명할 필요가 있다고 생각된다.

결론

본 연구는 24명의 만성 뇌졸중 환자에게 발목 균형 테이핑이 균형 및 보행 능력에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 발목 균형 테이핑 보행 속도, 보장 및 활보장, 일어나서 걷기 검사에서 유의한 효과가 있었다. 이는 발목 균형 테이핑이 보행 속도에 효과가 있음을 확인할 수 있었고, 향후 발목 균형 테이핑 연구에 기초적인 도움을 제공할 수 있을 것으로 생각한다.

참고문헌

- Sacco RL, Kasner SE, Broderick JP, Caplan LR, Connors J, Culebras A, et al. An updated definition of stroke for the 21st century: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2013;44:2064-89.
- Kelley RE, Borazanci AP. Stroke rehabilitation. *Neurol Res*. 2009;31:832-40.
- Little VL, McGuirk TE, Patten C. Impaired limb shortening following stroke: what's in a name? *PLoS One*. 2014;9:e110140.
- Laufer Y, Hausdorff JM, Ring H. Effects of a foot drop neuroprosthesis on functional abilities, social participation, and gait velocity. *Am J Phys Med Rehabil*. 2009;88:14-20.
- Simonsen EB, Moesby LM, Hansen LD, Comins J, Alkjaer T. Redistribution of joint moments during walking in patients with drop-foot. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2010;25:949-52.
- Gracies J-M, Marosszeky JE, Renton R, Sandanam J, Gandevia SC, Burke D. Short-term effects of dynamic lycra splints on upper limb in hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000;81:1547-55.
- Karthikbabu S, John M S, Manikandan N, Bhamini K R, Chakrapani M, Akshatha N. Role of trunk rehabilitation on trunk control, balance and gait in patients with chronic stroke: a pre-post design. *Neurosci Med*. 2011;2011.
- Beninato M, Portney LG, Sullivan PE. Using the International Classification of Functioning, Disability and Health as a framework to examine the association between falls and clinical assessment tools in people with stroke. *Phys Ther*. 2009;89:816-25.
- Byun Y. The Effect of Otago Exercise Program on Physical Function and Fall Prevention in Disabled Elderly. *JKAIS*. 2020;21:345-52.
- Bulley C, Shiels J, Wilkie K, Salisbury L. User experiences, preferences and choices relating to functional electrical stimulation and ankle foot orthoses for foot-drop after stroke. *Physiotherapy*. 2011;97:226-33.
- Luft AR, Macko RF, Forrester LW, Villagra F, Ivey F, Sorkin JD, et al. Treadmill exercise activates subcortical neural networks and improves walking after stroke: a randomized controlled trial. *Stroke*. 2008;39:3341-50.
- Schmidt H, Werner C, Bernhardt R, Hesse S, Krüer J. Gait rehabilitation machines based on programmable footplates. *J Neuroeng Rehabil*. 2007;4:1-7.
- Halseth T, McChesney JW, Debeliso M, Vaughn R, Lien J. The effects of kinesio™ taping on proprioception at the ankle. *J Sports Sci Med*. 2004;3:1-7.
- Lee S-M, Lee J-H. The immediate effects of ankle balance taping with kinesiology tape on ankle active range of motion and performance in the Balance Error Scoring System. *Phys Ther Sport*. 2017;25:99-105.
- Lee B-G, Lee J-H. Immediate effects of ankle balance taping with kinesiology tape on the dynamic balance of young players with functional ankle instability. *Technol Health Care*. 2015;23:333-41.
- Jaraczewska E, Long C. Kinesio® taping in stroke:

- improving functional use of the upper extremity in hemiplegia. *Top Stroke Rehabil.* 2006;13:31-42.
17. Koseoglu BF, Dogan A, Tatli HU, Ozcan DS, Polat CS. Can kinesio tape be used as an ankle training method in the rehabilitation of the stroke patients? *Complement Ther Clin Pract.* 2017;27:46-51.
 18. Park D, Bae Y. Proprioceptive neuromuscular facilitation kinesio taping improves range of motion of ankle dorsiflexion and balance ability in chronic stroke patients. *Healthcare*; 2021.
 19. Sheng Y, Kan S, Wen Z, Chen W, Qi Q, Qu Q, et al. Effect of Kinesio Taping on the Walking Ability of Patients with Foot Drop after Stroke. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2019;2019:2459852.
 20. Chang K-W, Lin C-M, Yen C-W, Yang C-C, Tanaka T, Guo L-Y. The effect of walking backward on a treadmill on balance, speed of walking and cardiopulmonary fitness for patients with chronic stroke: a pilot study. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18:2376.
 21. Park D, Kang T, Lee K. Effects of ankle mobilization with movement taping on ankle range of motion and gait functions in patients with chronic stroke with limited ankle dorsiflexion. *Kor J Neuromuscul Rehabil.* 2020;10:48-56.
 22. Kim B-J, Lee J-H, Han J-T. The immediate effect of ankle balance taping using kinesiology tape on the weight-bearing ankle dorsiflexion range of motion and the dynamic balance in asymptomatic subjects. *J Korean Soc Phys Med.* 2014;9:263-70.
 23. Kuys SS, Brauer SG, Ada L. Test-retest reliability of the GAITRite system in people with stroke undergoing rehabilitation. *Disabil Rehabil.* 2011;33:1848-53.
 24. Sihvonen SE, Sipilä, Era PA. Changes in postural balance in frail elderly women during a 4-week visual feedback training: a randomized controlled trial. *Gerontology.* 2004;50:87-95.
 25. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39:142-8.
 26. Jonsdottir J, Cattaneo D. Reliability and validity of the dynamic gait index in persons with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88:1410-5.
 27. Blum L, Korner-Bitensky N. Usefulness of the Berg Balance Scale in stroke rehabilitation: a systematic review. *Phys Ther.* 2008;88:559-66.
 28. Shin YJ, Lee JH, Choe YW, Kim MK. Immediate effects of ankle eversion taping on gait ability of chronic stroke patients. *J Bodyw Mov Ther.* 2019;23:671-7.
 29. Park D, Lee J-H, Kang T-W, Cynn H-S. Immediate effects of talus-stabilizing taping on balance and gait parameters in patients with chronic stroke: A cross-sectional study. *Top Stroke Rehabil.* 2018;25:417-23.
 30. Richardson D. Physical therapy in spasticity. *Eur J Neurol.* 2002;9:17-22.
 31. Ergen E, Ulkar B. Proprioception and Ankle Injuries in Soccer. *Clin Sports Med.* 2008;27:195-217.
 32. Bruce V, Green PR, Georgeson MA. Visual perception: Physiology, psychology, & ecology: Psychology Press; 2003.
 33. Refshauge KM, Kilbreath SL, Raymond J. The effect of recurrent ankle inversion sprain and taping on proprioception at the ankle. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32:10-5.
 34. Perrin DH, McLeod I. Athletic Taping, Bracing, and Casting, 4E: Human Kinetics; 2018.
 35. Kim S-H, Jeon S-y. The effect of kinesio taping and transcutaneous electrical nerve stimulation on balance and gait function and quality of life in stroke patients. *Journal of Digital Convergence.* 2019;17:247-55.
 36. Choi Y, Kim D, Lee I, Cho H. Effect of paretic ankle kinesio-taping on balance and gait in patients with stroke. *J Korea Soc Neurother.* 2020;24:23-9.