발등굽힘근 촉진 다이내믹 테이핑이 발 처짐이 있는 뇌졸중 환자의 정적, 동적 균형과 보행 속도에 미치는 즉각적 효과

임진구¹, 김선엽²¹대전대학교 대학원 물리치료학과, ²대전대학교 보건의료과학대학 물리치료학과

Immediate Effects of Ankle Dorsiflexor Facilitation Dynamic Taping on Static and Dynamic Balance and Gait Speed in Stroke Patients With Foot Drop

Jin-gu Im¹, PT, BHSc, Suhn-yeop Kim², PT, PhD¹Department of Physical Therapy, Graduate School, Daejeon University, ²Department of Physical Therapy, College of Health and Medical Science, Daejeon University, Daejeon, Korea

Article Info

Received October 12, 2021

Revised October 20, 2021

Accepted November 1, 2021

Corresponding Author

Suhn-yeop Kim

E-mail: kimsy@dju.kr

<https://orcid.org/0000-0002-0558-7125>

Key Words

Ankle dorsiflexor

Balance

Dynamic taping

Foot drop

Gait speed

Stroke

Background: Foot drop is a common symptom in stroke patients. Tape applications are widely used to manage foot drop symptoms. Previous studies have evaluated the effects of static and dynamic balance and gait on foot drop using kinesiology tape; however, only few studies have used dynamic tape application in stroke patients with foot drop.

Objects: The purpose of this study was to investigate the immediate effects of dynamic taping, which facilitates the dorsiflexor muscle, on static and dynamic balance and gait speed in stroke patients with foot drop.

Methods: The study included 34 voluntary patients (17 men, 17 women) with stroke. The patients were randomly assigned to the experimental group (n = 17), wherein dynamic taping was used to facilitate the dorsiflexor muscle, or the control group (n = 17), wherein kinesiology taping was used. Before the taping application, velocity average, path-length average, Berg balance scale, and timed up and go test (TUG) were recorded to measure static and dynamic balance, whereas the 10-meter walk test (10MWT) was used to measure gait speed. After the taping application, these parameters were re-evaluated in both groups. Repeated measure analysis of variance was used. Statistical significance levels were set to $\alpha = 0.05$.

Results: Except for the 10MWT scores in the control group, significant differences were noted in all the parameters measured for static and dynamic balance and gait speed between the pre and post-test ($p < 0.05$). However, the parameters showed significant interaction effects between group and time in the TUG and 10MWT ($p < 0.01$).

Conclusion: These results indicate that compared with kinesiology taping, dynamic taping used in chronic stroke patients with foot drop had a more significant effect on dynamic balance and gait speed.

INTRODUCTION

뇌졸중은 내뇌출혈, 지주막하출혈, 뇌경색과 같은 혈관 질환에 의해 중추신경계에 급성 국소 손상이 발생하는 신경학적인 결함으로 알려져 있으며, 전 세계적으로 장애와 사망을 유발하는 가장 대표적인 질병이다[1]. 발병 후 대부분의 뇌졸중 환자들은 삶의 질, 사회활동 참여, 일상 활동에 어느 정도 부정적인 영향을 끼치는 운동 기능장애를 보인다[2].

뇌졸중 환자들은 근육 약화 또는 근육 불균형, 자세 유지 조절능력 감소, 근육 경직, 약화된 의식적 조절능력, 몸의 부정렬이라는 종합적인 문제를 보인다[3]. 결국 몸의 비대칭적인 자세, 기능적인 움직임의 부족은 결과적으로 균형의 감소를 보인다[4].

발목의 역할은 발바닥 촉각을 이용해 현재 자세에 대한 감각정보를 뇌에 제공하며, 체중 부하가 가해지는 순간 하지 근육들의 협력 작용을 통해 신체에 가해지는 흔들림을 조절하는 역할을 한다[5]. 뇌졸중 환자

의 발 처짐(foot drop)은 약 20%에서 발생할 수 있다[6]. 발 처짐 증상은 보행 시에 뒤꿈치 닿기(heel contact)를 어렵게 만들며, 발이 끌리는 현상을 만들어 비정상적 보행 패턴인 휘돌림 걸음(circumduction gait)과 과도한 엉덩관절 굽힘을 환자들에게서 관찰되게 한다[7]. 이는 보행 속도를 감소시키고 발 처짐에 의한 낙상 위험을 높이거나 보행 중 발등 굽힘 장애를 보이며, 보행에 문제를 일으킨다[8].

현재 많이 쓰이는 발 처짐의 증재로는 발목-발 보조기(ankle foot orthosis)와 기능적 전기 자극(functional electrical stimulation)이 있다[9,10]. 뇌졸중 환자들은 발 처짐 증상을 치료하기 위해 보행 유각기(swing phase)와 초기 입각기(initial contact) 동안 발등 굽힘을 유지해주는 자신의 체형에 맞춘 발목-발 보조기를 착용할 수 있다. 보조기를 사용하는 것은 쓰고 사용하기 쉬우며, 지속적인 보조를 제공할 수 있다. 그러나 보조기는 발목의 움직임을 비정상 범위만큼만 제공하며, 이는 활동적 발등 굽힘의 회복을 늦추고 경우에 따라서 무릎의 불안정성을 야기한다[11]. 기능적 전기 자극은 발 처짐 증상이 있는 뇌졸중 환자에게 보행의 질을 향상시킬 수 있다[12]. 그러나 기능적 전기 자극은 비싸고 휴대가 불편하며, 외관적으로 보기에 좋지 않다[13].

테이핑 기법은 많은 물리치료사들이 뇌졸중 환자의 발목에 적용시키는 치료적 증재 중 하나이다. 테이핑은 탄력성의 유무에 따라 탄력 테이프(elastic tape)와 비탄력 테이프(non-elastic tape)로 나뉜다. 본 연구에서는 탄력 테이프를 사용하였는데, 물리치료사에게 사용되는 가장 일반적인 탄력 테이프의 종류에는 키네지오 테이프(Kinesiology tape)와 다이내믹 테이프(Dynamic tape)가 있다. 키네지오 테이프는 1973년 일본에 Kenzo Kase에 의해 개발한 테이프로 피부와 유사한 탄력성을 제공하도록 고안된 탄력성 테이프이다. 원래 길이의 140%까지 늘어날 수 있어 기존 테이프보다 기계적인 구속력이 적고 이동성 제약이 적다는 특성이 있다. 키네지오 테이프의 목적은 통증의 감소와 근육 움직임의 보조, 혈액과 림프의 순환 증진 등의 이점을 보인다고 한다[14]. 그러나 기존의 키네지오 테이프는 테이프 길이의 약 140% 정도까지 2-방향으로만 신장되는 특성 때문에 끝 범위에서는 움직임을 제한할 수 있다[15].

다이내믹 테이프는 2009년 물리치료사 Ryan Kendrick이 만들었으며, 나일론(nylon)과 라이크라(Lycra) 혼합으로 이루어져 길이 방향(2-방향)으로만 신장력을 보이는 키네지오 테이프와 달리 4-방향으로 신장력을 보인다. 또한 각 방향으로 강한 탄성 복원력과 200% 이상의 신장력을 가지고 있다. 다이내믹 테이프의 목적은 조직에 가해지는 부하를 흡수, 운동학적 기능의 향상, 3차원적 움직임의 동작 수행을 방해하지 않으면서 기계적인 보조와 속도의 조절을 제공하며, 관절 내 움직임을 보조하는 것이다. 신장 자세(lengthened position)에서 적용하는 키네지오 테이핑과 다르게 다이내믹 테이핑은 가동범위의 단축 자세(shortened position)에서 테이핑을 실시하며, 움직임 시 테이프가 늘어나며 저항력이 생기고, 이렇게 생성된 저항력은 탄성 복원력을 만들어 테이프가 줄어들면서 움직임을 유발하게 해준다. 또한 이 저항력은 동작의 속도를 감속시켜 조직에 가해지는 부하를 흡수한다. 이때 생성

된 저항력과 탄성 복원력은 관절가동범위의 끝부분에서만 제공되는 것이 아닌, 관절가동범위 전체에서 제공된다[15].

테이핑 기법은 환자의 균형과 보행 기능을 향상시키기 위해 많이 쓰여왔다. Shin 등[13]의 연구에 따르면 키네지오 테이핑을 이용해 뇌졸중 환자의 보행 능력을 향상시켰다. 또한 Bae 등[16]은 발 처짐을 가진 뇌졸중 환자에게 키네지오 테이핑을 적용하여 정적 균형의 향상을 보여주었다. 그러나 뇌졸중 환자에게 적용된 키네지오 테이프 연구는 많은 반면, 다이내믹 테이프의 연구는 거의 없었다.

따라서 본 연구의 목적은 발 처짐 증상을 가진 뇌졸중 환자에게 발등 굽힘근을 촉진하는 다이내믹 테이핑 적용이 환자의 정적과 동적 균형, 보행 속도에 미치는 즉각적인 효과를 알아보고자 한다. 연구의 가설은 다음과 같다. 첫째, 다이내믹 테이프 적용군(실험군)과 키네지오 테이프 적용군(대조군)의 간에 증재 전후의 정적 균형과 동적 균형은 유의한 차이가 있을 것이다. 둘째, 실험군과 대조군 간에 증재 전후의 보행 속도는 유의한 차이가 있을 것이다.

MATERIALS AND METHODS

1. 연구대상자

이 연구의 대상자 수는 Cohen의 표본추출 공식에 따른 표본 수 계산 프로그램인 G*Power 3.1.9.4 프로그램(University of Kiel, Kiel, Germany)을 이용하여 산출하였다. 본 연구에서 실험군과 대조군의 증재 전후에 결과를 비교하기 위해 개체 간 요인이 있는 반복측정 분산분석을 이용하였으며, 효과 크기는 0.25, 유의수준 0.05, 검정력 0.8로 설정한 후 표본 크기를 산출하였다. 그 결과 필요한 최소 표본 크기는 34명이었으며, 실제 탈락률을 10%로 감안하여 총 38명을 모집하였다. 대상자 선정 과정 중 4명이 탈락하여 최종 34명이 연구를 진행하였다.

본 연구의 대상자는 대전광역시에 위치한 다빈치 재활병원에 입원 중인 환자 중 발 처짐 증상을 가지고 있는 만성 뇌졸중 환자 34명을 대상으로 실시하였다. 모든 대상자들에게 이 연구의 절차와 목적에 대해 사전에 구두로 설명을 진행하였으며, 대상자들은 자발적인 동의와 동의서를 받은 후 실험에 참가하였다. 대상자의 선정 조건은 다음과 같다. 첫째, 뇌졸중이 발병한 지 6개월 이상 된 자, 둘째, 발목 발 보조기를 제외한 보조도구 사용 또는 독립적으로 10미터 이상을 걸을 수 있는 자, 셋째, 하지의 수정된 애쉬워스 척도(Modified Ashworth scale) 2점 미만인 자, 넷째, 환자에게 발등 굽힘을 요구하였을 때 발목의 중립위치까지 발등 굽힘을 수행하지 못하는 자[17], 다섯째, 시각, 청각, 전정 기관에 장애가 없는 자, 여섯째, 발목에 골절과 같은 정형외과 질환 경험이 없는 자, 일곱째, 한국형 간이 정신 상태 판별 검사(Korean version of mini-mental state examination)의 점수가 30점 만점에 24점 이상인 자를 대상으로 하였다[18]. 다음으로 대상자의 제외 조건은 다음과 같다. 첫째, 과거 테이핑으로 인한 피부 알러지를 경험했던 자, 둘째, 의사로부터 피부에 테이핑을 할 수 없는 피부 질환 진단을 받은 자, 셋째, 6개월 이내에 하지 근육에 보톡스 주사를 맞은 자, 넷째,

균형과 보행에 영향을 끼칠 수 있는 또 다른 신경학적 진단이나 문제를 가진 자, 다섯째, 보행 평가 시에 하지에 통증으로 인해 움직임에 제한이 있는 자로 하였다.

2. 연구절차

본 연구의 설계법은 두 그룹 사전사후 검사 설계(two-group pre-test-posttest design)로서 실험군과 대조군에게 발목 발등굽힘근 촉진을 위한 테이핑을 적용하여 효과를 비교하였다. 선정조건과 제외조건을 충족시킨 환자 34명을 대상으로 실시하였으며, 다이나믹 테이프를 적용한 실험군과 키네지오 테이프를 적용한 대조군에 17명씩 무작위로 배정하였다. 무작위 배정은 무작위 배정 사이트(<https://www.randomizer.org>) 프로그램을 이용하여, 실험군과 대조군으로 연구 대상자를 무작위 배정하였다. 실험군과 대조군의 중재 효과를 비교하기 위하여 중재 전 Wii 발란스 보드, 버그 균형 척도, 일어나서 걷기 검사, 10미터 걷기 검사를 평가하였다. 중재 후에도 같은 평가를 진행하였다(Figure 1). 본 연구는 설계 단계에 대전대학교 기관생명윤리위원회로부터 승인을 받았다(Approval number: 1040647-202104-HR-003-01).

3. 중재방법

대상자에게 테이핑의 적용은 다이나믹 테이프 레벨1 국제 세미나 과정을 이수한 한 명의 물리치료사가 환자에게 직접 테이핑을 적용하

였다. 본 연구에서 이용된 다이나믹 테이핑 기법은 직접기법(direct techniques)이다. 이는 근육 및 힘줄의 모양을 따라 부착하는 테크닉으로 일반적으로 근육힘줄 단위의 활동을 두 배로 증가시킬 수 있다[15]. 테이핑 기법을 적용하기 전 환자들의 피부 알러지 반응을 알아보기 위해 길이 10 cm의 다이나믹 테이프와 키네지오 테이프를 각각 위팔 내측 피부에 부착하여 20분 후 피부의 비정상적 반응을 확인하였다[19]. 실험군과 대조군 모두 테이프 부착 전 대상자의 피부에 면도 및 세정을 하였다.

1) 기본적 물리치료 중재

모든 대상자들은 스트레칭, 관절가동범위 운동, 근력 강화 운동, 균형 운동, 보행 운동으로 구성된 신경계 물리치료를 1일 30분씩 2회, 총 60분 제공받았으며, 발 처짐을 위한 기능적 전기자극 치료도 앞정강근(tibialis anterior)과 종아리근(peroneal muscle)에 1일 20분씩 2회, 총 40분 받았다.

2) 테이핑 중재

(1) 실험군: 발등굽힘근 촉진을 위한 다이나믹 테이핑 기법 적용

첫 번째로 앞정강근을 단축 자세 상태로 만들고 이는 점인 정강뼈가 쪽관절융기와 뼈사이막의 몸쪽에서 시작하여 테이프 길이를 기준으로 30%의 장력[20]을 적용해 닿는 점인 첫째 발허리뼈 밑부분과 안쪽 뼈끼리 발바닥면 쪽에 부착한다. 두 번째는 종아리근을 단축된 자세로 만

Figure 1. Study design.

들고 긴 종아리근의 이는 점인 종아리뼈 머리 부위의 외측면에서 시작하여 가쪽복사 지점에서 테이프를 두 갈래로 나누어 한쪽은 긴 종아리근 닿는 점인 첫째 발허리뼈 바닥에 부착하며, 다른 한쪽은 짧은 종아리근 닿는 점인 다섯 번째 발가락 발 허리뼈 바닥의 거친 면에 테이프 길이의 30% 장력을 적용해 부착한다. 같은 테이핑 과정을 한 번 더 반복하여 테이핑 두 장을 겹쳐 적용하였다(Figure 2). 사용하는 테이프는 폭이 5 cm인 다이내믹 테이프(Dynamic Tape Ltd, Bristol, UK)이다.

(2) 대조군: 발등굽힘근 축진을 위한 키네지오 테이핑 기법 적용

첫 번째로 앞정강근을 신장 자세 상태로 만들고 이는 점인 정강뼈 가쪽관절융기와 뼈사이막의 몸쪽에서 시작하여 테이프 길이를 기준으로 30%의 장력으로 닿는 점인 첫째 발허리뼈 밑부분과 안쪽 췌기뼈 발바닥면 쪽에 부착한다. 두 번째는 종아리근을 신장 자세로 만들고 긴 종아리근의 이는 점인 종아리뼈 머리 부위의 외측면에서 시작하여 가쪽복사 지점에서 테이프를 두 갈래로 나누어 한쪽은 긴 종아리근 닿는 점인 첫째 발허리뼈 바닥에 부착하며, 다른 한쪽은 짧은 종아리근 닿는 점인 다섯 번째 발가락 발 허리뼈 바닥의 거친 면에 테이프 길이의 30% 장력을 적용해 부착한다[21]. 같은 테이핑 과정을 한 번 더 반복

하여 테이핑 두 장을 겹쳐 적용하였다(Figure 3). 사용하는 테이프는 폭이 5 cm인 키네지오 테이프(Benefact: Nippon Sigmax Co. Ltd, Tokyo, Japan)이다.

4. 측정도구 및 평가방법

1) 정적 균형 수준 평가

대상자의 정적 균형 수준을 평가하기 위해 Wii 발란스 보드(Wii balance board; Nintendo, Kyoto, Japan)와 Balancia 프로그램(ver. 2.0; Mintosys, Seoul, Korea)을 사용하였다. 이 평가도구는 사각형 판의 각 모서리에 압력센서가 부착되어 있어 몸무게와 압력 중심(center of pressure)을 측정할 수 있는 비교적 저렴한 휴대용 게임기이다[22]. Wii 발란스 보드는 선 자세 균형 검사 중에 압력 중심 값을 평가할 때, 평가실에서 보통 쓰이는 힘판에 필적하는 데이터를 제공하며 정상인을 대상으로 실시한 측정-재측정 신뢰도는 intraclass correlation coefficient (ICC) = 0.66–0.94를 보여 높은 신뢰도를 가진다[23]. 또한 주관적인 데이터를 대신하여 Wii 발란스 보드는 육안 평가만으로는 식별할 수 없는 부가적인 균형 정보를 다양한 의료 분야와 사용방법을 교육받은 사람에게 쉽고 객관적으로 제공할 수 있다[23].

Figure 2. Dynamic tape (Dynamic Tape Ltd, Bristol, UK) application. (A) Shortened position. (B) Application of tape.

Figure 3. Kinesiology tape (Nippon Sigmax Co. Ltd, Tokyo, Japan) application. (A) Lengthened position. (B) Application of tape.

또한 Wii 발란스 보드는 측정자 내 신뢰도에서 ICC = 0.92–0.98이라는 높은 신뢰도를 보인다[24]. 대상자는 보드 위에 올라가 자세가 안정된 후 30초 정적 균형을 측정하였으며, 총 3회를 평가하고 도출된 동요 속도(velocity average; VA)와 동요 거리(path-length average; PLA)에 대한 결과 값의 평균을 측정하였다[25–27].

2) 동적 균형 수준 평가

(1) 버그 균형 척도

버그 균형 척도(Berg balance scale; BBS)는 뇌졸중 환자들의 정적, 동적 균형 능력을 평가하는 표준 임상 평가 도구이며, 성인의 일상적인 운동 활동들과 유사한 14가지의 기능적인 과제들로 구성되어 있다. 평가 점수는 총 56점 만점으로 구성되어 있으며, 56점에 가까울수록 낮은 낙상위험도를 가진다[28,29]. BBS의 측정자 내 신뢰도와 측정자 간 신뢰도는 모두 $r = 0.98$ 을 보이며 타당도 수준 또한 높게 나타난다[30].

(2) 일어나서 걷기 검사

일어나서 걷기 검사(timed up and go test; TUG)는 Mathias 등[31]이 고령의 사람들을 위한 임상적인 평가로서 처음 개발되었고, 후에는 Podsiadlo와 Richardson [32]이 공동체 지역사회에 적합한 노인들의 기본적인 이동 능력을 평가하기 위한 간단한 검사로 수정하였다. 이 검사는 높이가 45 cm인 팔걸이가 있는 의자에 앉아있는 상태로 시작하는 검사이며, 환자가 의자에서 일어나 3미터 앞을 걸어간 후 되돌아와 의자에 앉는 순간까지의 시간을 측정하는 동적 균형 평가 도구다. 측정자 내 신뢰도와 측정자 간 신뢰도는 각각 $r = 0.98$, $r = 0.99$ 를 나타내고 높은 타당도를 보인다[32].

3) 보행 능력 평가

10미터 걷기 검사(10-meter walk test; 10MWT)는 뇌졸중 환자의 보행 능력을 평가할 수 있는 도구이며, 측정된 시간을 바탕으로 속도뿐만 아니라 한발짝물과 한걸음 길이 등 여러 보행 항목을 분석할 수 있다[33,34]. 측정된 시간은 환자가 평상시 보행 속도로 걷는 동안 걸린 시간을 기록한 값이다[34]. 가속과 감속의 영향을 피하기 위해 시작 지점과 도착 지점으로부터 2미터씩 거리를 각각 더 지정하여 총 14미터 거리를 보행하며, 10미터 측정 구간 거리를 보행한 시간만 기록한다

[35]. 10MWT의 측정자 내 신뢰도는 $r = 0.95$, 측정자 간 신뢰도는 $r = 0.93$ 을 나타내고 높은 타당도를 보였다[34,36].

5. 분석 방법

수집된 모든 자료의 통계처리는 윈도우용 SPSS version 21.0 프로그램(IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하였다. 피험자의 일반적 특성은 기술통계를 이용하여 분석하였고, 측정된 모든 변수의 평균과 표준편차를 산출하였다. 측정된 변수들의 정규성 검정을 위하여 샤피로-윌크 검정(Shapiro-Wilk test)을 시행하였다. 실험군과 대조군 간에 테이핑 적용 전후 측정된 변수들의 차이를 비교하기 위해 개체 간 요인이 있는 반복측정 분산분석(repeated analysis of variance)을 시행하였다. 모든 통계 분석의 유의성을 검증하기 위해 유의 수준은 0.05로 정하였다.

RESULTS

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자의 일반적 특성은 Table 1에서 제시하였다. 평균 나이, 성별, 뇌졸중 분류, 마비측, 발병 시기, 신장, 체중, 체질량지수 모두 두 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$).

2. 측정 시점에 따른 두 군 간에 정적과 동적 균형 변화 양상 비교

측정 시점에 따른 두 군 간에 정적 균형과 동적 균형의 변화 양상을 Table 2에 제시하였다. 실험군과 대조군 모두 VA와 PLA는 중재 후에 유의하게 감소하였다($p < 0.01$). 그러나 VA와 PLA 모두 군과 측정시점 간에 유의한 상호작용은 없었다. 실험군($p < 0.01$)과 대조군($p < 0.05$) 모두 중재 후에 BBS 점수는 유의하게 증가하였다. 그러나 BBS 점수도 군과 측정시점 간에 유의한 상호작용은 없었다. TUG는 군과 측정시점 간에 유의한 상호작용이 있었다($p < 0.01$). 실험군의 TUG는 중재 후에 유의하게 감소하였다($p < 0.01$). 또한 대조군의 TUG도 중재 후에 유의하게 감소하였다($p < 0.05$).

3. 측정 시점에 따른 두 군 간에 보행 속도 변화 양상 비교

측정 시점에 따른 두 군 간에 보행 속도 변화 양상을 Table 3에 제시

Table 1. General characteristics of subjects

Variables	Experimental group (n = 17)	Control group (n = 17)	t/χ^2	p-value
Age (y)	62.76 ± 8.79	65.41 ± 11.01	-0.775	0.444
Gender (man/woman)	8/9	9/8	0.118	0.732
Type of stroke (hemorrhage/ischemic)	7/10	8/9	0.119	0.730
Paretic side (right/left)	10/7	6/11	1.889	0.169
Onset time (mo)	12.12 ± 3.94	10.82 ± 2.46	1.150	0.259
Height (cm)	162.65 ± 7.85	163.76 ± 9.37	-0.377	0.709
Weight (kg)	64.87 ± 8.20	64.39 ± 9.87	0.153	0.879
Body mass index (kg/m ²)	24.56 ± 3.05	23.93 ± 2.12	0.698	0.490

Values are presented as number only or mean ± standard deviation.

Table 2. Comparison of changes in static and dynamic balance between the groups at the time of measurement

Variables		Experimental group (n = 17)	Control group (n = 17)	t (p)	F (p)
Velocity average (cm/s)	Pre	2.91 ± 0.49	3.04 ± 0.47	-0.821 [0.418]	0.014 ^a [0.905]
	Post	2.71 ± 0.43	2.85 ± 0.43	-0.983 [0.333]	
	t (p)	3.324 [0.004]	3.656 [0.002]		
Path-length average (cm)	Pre	87.18 ± 14.73	91.25 ± 14.19	-0.821 [0.418]	0.014 [0.905]
	Post	81.29 ± 13.00	85.64 ± 12.82	-0.983 [0.333]	
	t (p)	3.324 [0.004]	3.656 [0.002]		
Berg balance scale (score)	Pre	40.71 ± 7.56	36.82 ± 8.55	1.403 [0.170]	0.088 [0.769]
	Post	41.59 ± 7.32	37.59 ± 8.56	1.464 [0.153]	
	t (p)	-2.985 [0.009]	-2.889 [0.011]		
Timed up and go test (s)	Pre	33.40 ± 13.52	29.52 ± 12.27	0.877 [0.387]	17.494 (< 0.001)
	Post	30.12 ± 11.94	28.74 ± 12.74	0.325 [0.747]	
	t (p)	6.154 (< 0.001)	2.853 [0.012]		

Values are presented as mean ± standard deviation. ^aGroup × time.

Table 3. Comparison of changes in gait speed between the groups at the time of measurement

Variables		Experimental group (n = 17)	Control group (n = 17)	t (p)	F (p)
10-meter walk test (m/s)	Pre	0.38 ± 0.19	0.47 ± 0.23	-1.244 [0.223]	11.942 ^a [0.002]
	Post	0.42 ± 0.23	0.47 ± 0.23	-0.626 [0.536]	
	t (p)	-4.214 [0.001]	-1.397 [0.182]		

Values are presented as mean ± standard deviation. ^aGroup × time.

하였다. 10MWT는 군과 측정시점 간에 유의한 상호작용이 있었다($p < 0.01$). 실험군은 중재 전과 비교해 중재 후에 10MWT에서 유의하게 증가하였다($p < 0.01$). 그러나 대조군은 중재 전과 비교해 중재 후에 10MWT에서 유의한 차이를 보이지 않았다.

DISCUSSION

테이핑 기법은 물리치료사들이 신경계 환자에게 근육의 촉진과 억제, 움직임의 보조, 관절의 고정을 위해 쓰는 중재 방법 중 하나이다. 뇌의 급성 국소 손상으로 인해 발생한 중추신경계 결함으로 근육을 비정상적으로 사용하여 나타난 발 처짐을 가진 뇌졸중 환자들에게 키네지오 테이핑을 적용하였을 때 정적 균형과 동적 균형에 미치는 영향을 보고한 연구들이 있다[16,37]. 또한 발 처짐을 가진 뇌졸중 환자들에게 키네지오 테이핑을 이용한 근육 테이핑 적용 시 보행에 미치는 영향을 비교해 보고한 연구가 있었다[21]. 그러나 과거에서부터 키네지오 테이프를 많이 사용해 왔지만, 그 효과에 대한 논쟁은 끊이지 않았다. 이에 기존 탄력 테이프의 단점을 보완하여 운동학적 기능을 향상시켜 주고 움직임 시 생겨나는 부하의 기계적인 보조와 속도의 조절을 제공하는 다이내믹 테이핑을 이용해 통증과 기능장애를 가진 근골격계 환자들에게 적용하여 연구하는 물리치료사들이 늘어나고 있다[38,39]. 그러나 아직 신경계 환자에게 다이내믹 테이프를 적용한 연구는 거의 존재하지 않는다.

이 연구의 목적은 만성 뇌졸중 환자의 발 처짐 부위에 다이내믹 테이프와 키네지오 테이프를 이용한 발등굽힘근 촉진 테이핑 적용이 정적 및 동적 균형, 보행 속도에 미치는 변화를 알아보고자 하였다. 연구자

의 가설은 다이내믹 테이프의 적용이 키네지오 테이프를 적용하는 것보다 발 처짐을 가진 뇌졸중 환자의 균형과 보행 속도에 더 나은 영향을 보일 것이라고 제시하였다. 연구의 결과에 따르면 뇌졸중 환자의 발 처짐 부위에 적용한 다이내믹 테이프는 키네지오 테이프와 비교하여 정적 균형에서는 유의한 차이를 보이지 않았지만, 동적 균형과 보행 속도에 대하여 유의한 개선을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

VA, PLA는 신경계 환자에 대한 정적균형능력을 평가하는 데 자주 사용되는 도구 중 하나이다. 본 연구 결과, 두 군 모두 측정시점에 따라 VA, PLA가 유의한 차이를 보였다. 그러나 실험군과 대조군의 측정시점별 VA, PLA의 변화 양상은 상호작용이 없었다. 탄력 테이핑은 생리학적인 기전으로 테이프의 접촉이 피부에 존재하는 수용기에 자극을 주고 고유수용성 감각을 증진시키는 효과를 나타내고[40] 이를 통해 균형 능력 향상에 도움을 준 것으로 생각된다. 또한 다이내믹 테이프는 탄성 복원력, 움직임의 보조와 같은 효과가 주목적이지만 정적인 균형을 측정할 때는 근육의 긴장이 크게 나타나지 않아 생리학적인 효과를 통해 키네지오 테이핑과 같은 효과를 보일 수 있어 두 군의 측정시점별 상호작용이 없었다고 보인다.

뇌졸중 환자들은 심각한 결과를 불러올 수 있는 낙상 위험에 잠재적으로 항상 노출되어 있다[41]. 이에 균형을 측정하여 낙상 위험도를 예상하는 BBS는 뇌졸중 환자에게 자주 사용되고 있다. Bae 등[16]의 연구에 의하면 발 처짐을 가진 뇌졸중 환자에게 키네지오 테이핑 중재를 적용했을 때 BBS의 결과에서 유의한 변화를 보였다. 본 연구에서는 두 군 모두 중재 후에 BBS의 점수가 유의하게 증가하여, 선행연구와 유사한 결과를 보였다. 그러나 본 연구에서 군과 측정시점별 BBS의 변화 양상에서는 상호작용을 보이지 않았다. 이는 위치의 변화가 있는 보행과

달리 같은 자리에서 정적인 동작 및 다양한 기능적 움직임을 수행하는 BBS의 특성상 제한적인 움직임에 다이내믹 테이핑의 인체역학적인 이점이 충분히 사용되지 않아 상호작용을 보이지 않았다고 생각한다.

Choi 등[42]의 연구에 따르면 뇌졸중 환자의 환측 발목에 키네지오 테이핑 중재를 적용하였을 때 TUG 결과에서 유의한 효과를 보였다. Farias [43]의 연구에서는 다이내믹 테이프 중재를 뇌졸중 환자의 환측 발목에 적용하였을 때 TUG의 시간이 감소한다고 보고하였다. 본 연구에서는 두 군 모두 측정시점에 따라 TUG의 유의한 차이를 보였다. 또한 실험군과 대조군의 측정시점별 TUG의 변화 양상에서도 상호작용을 보였다. McNeill과 Pedersen [14]의 연구에 따르면 다이내믹 테이핑은 키네지오 테이핑과 달리 수직뿐만 아니라 수평으로도 늘어나는 성질을 가지고 있다고 보고하였다. 이러한 성질 때문에 보행과 같은 3차원적 움직임의 동작을 수행 중 발목의 움직임을 보조해 줌으로써 발목의 안정성을 잡아줬기 때문에 TUG와 같은 동적 균형 평가 시 두 군의 변화 양상에서 상호작용을 보였다고 생각한다.

본 연구 결과, 실험군은 측정시점에 따라 10MWT의 유의한 차이를 보였다. 그러나 대조군은 측정시점에 따라 10MWT의 유의한 차이를 보이지 않았다. Joo 등[21]의 연구에 의하면 키네지오 테이핑을 사용한 근육 테이핑은 보행에 효과가 없다고 보고하였으며, 이는 본 연구 결과와 일치하였다. 위 연구의 결과에서 두 군의 측정시점별 10MWT의 변화 양상은 상호작용을 보였다. Huang과 Kim [19]은 다이내믹 테이핑의 탄성복원력을 이용해 어깨 충돌증후군이 있는 환자들이 어깨 별립 운동 시 기계적 부하를 감소시켜 줄 수 있을 것이라 제안하였다. 또한 Robinson 등[20]의 연구에 따르면, 다리에 적용된 다이내믹 테이프가 동적인 엉덩관절 모음 움직임을 보조해주고 힘줄에 가해지는 압력을 감소시키는 인체역학적인 이점을 가져다주어 보행에 효과가 있다고 보고하였다. 이와 같은 사례처럼 다이내믹 테이핑은 근육이 단축된 상태에서 테이핑을 부착하는 다이내믹 테이핑의 특성상 본 연구와 같이 보행 시 근육의 길이가 늘어나게 되면 강한 탄성 복원력의 강점이 발목의 움직임을 발목 굽힘 방향으로 이끌어주어 환자의 보행을 수월하게 수행한 것으로 생각된다.

본 연구에는 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 첫째, 테이프 중재의 즉각적인 효과만 확인하여 장시간을 적용했을 때 어떠한 결과를 보일지 알 수 없었다. 둘째, 균형과 보행에 필요한 신체 부위는 발목을 제외하더라도 무릎과 엉덩관절 등 다른 관절이 더 존재하지만, 다른 부위에는 테이프를 적용하여 연구를 진행하지 못했다. 셋째, 발병 6개월 이상의 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 한 연구로서, 뇌졸중 발병 6개월 이전 환자의 경우에는 다른 결과가 나올 수도 있을 것이라 예상한다. 추후 본 이러한 제한점들을 보완한 지속적인 연구들이 진행될 필요하다고 판단된다.

CONCLUSIONS

본 연구는 발 처짐을 가진 만성 뇌졸중 환자 34명을 대상으로 발목에

다이내믹 테이프를 이용하여 발목굽힘근 촉진 테이핑을 적용한 실험군(n = 17)과 같은 목적의 키네지오 테이핑을 적용한 대조군(n = 17)으로 무작위 배정하여 중재 전후에 정적, 동적 균형 수준과 보행 속도의 변화양상을 비교하였다.

연구의 결과를 기초로 다음의 결론을 얻었다. 발목굽힘근 촉진을 위한 다이내믹 테이핑을 적용한 실험군이 대조군(키네지오 테이핑 적용)에 비해 정적 균형에서는 유의한 차이를 보이지 않았지만, 동적 균형과 보행 속도에서 유의한 차이를 보였다. 이러한 결과를 통해 발 처짐이 있는 뇌졸중 환자의 발목굽힘근 촉진을 위해 적용한 다이내믹 테이핑 기법이 키네지오 테이핑 기법에 비해 동적 균형과 보행 속도에 더 큰 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

CONFLICTS OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization: JI, SK. Data curation: JI. Formal analysis: JI, SK. Investigation: JI. Methodology: JI, SK. Project administration: JI. Resources: JI. Supervision: SK. Validation: JI, SK. Visualization: JI. Writing - original draft: JI. Writing - review & editing: SK.

ORCID

Jin-gu Im, <https://orcid.org/0000-0001-5807-9573>

REFERENCES

1. Sacco RL, Kasner SE, Broderick JP, Caplan LR, Connors JJ, Culebras A, et al.; American Heart Association Stroke Council, Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia; Council on Cardiovascular Radiology and Intervention; Council on Cardiovascular and Stroke Nursing; Council on Epidemiology and Prevention; Council on Peripheral Vascular Disease; Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism. 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(7):2064-89.
2. Dobkin BH. Clinical practice. Rehabilitation after stroke. *N Engl J Med* 2005;352(16):1677-84.

3. Jaraczewska E, Long C. Kinesio taping in stroke: improving functional use of the upper extremity in hemiplegia. *Top Stroke Rehabil* 2006;13(3):31-42.
4. Dickstein R, Nissan M, Pillar T, Scheer D. Foot-ground pressure pattern of standing hemiplegic patients. Major characteristics and patterns of improvement. *Phys Ther* 1984;64(1):19-23.
5. Runge CF, Shupert CL, Horak FB, Zajac FE. Ankle and hip postural strategies defined by joint torques. *Gait Posture* 1999;10(2):161-70.
6. Laufer Y, Hausdorff JM, Ring H. Effects of a foot drop neuro-prosthesis on functional abilities, social participation, and gait velocity. *Am J Phys Med Rehabil* 2009;88(1):14-20.
7. 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(9):949-52.
8. Dunning K, O'Dell MW, Kluding P, McBride K. Peroneal stimulation for foot drop after stroke: a systematic review. *Am J Phys Med Rehabil* 2015;94(8):649-64.
9. Sheffler LR, Hennessey MT, Naples GG, Chae J. Peroneal nerve stimulation versus an ankle foot orthosis for correction of footdrop in stroke: impact on functional ambulation. *Neuro-rehabil Neural Repair* 2006;20(3):355-60.
10. Voigt M, Sinkjaer T. Kinematic and kinetic analysis of the walking pattern in hemiplegic patients with foot-drop using a peroneal nerve stimulator. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2000;15(5):340-51.
11. Karniel N, Raveh E, Schwartz I, Portnoy S. Functional electrical stimulation compared with ankle-foot orthosis in subacute post stroke patients with foot drop: a pilot study. *Assist Technol* 2021;33(1):9-16.
12. Shendkar CV, Lenka PK, Biswas A, Kumar R, Mahadevappa M. Therapeutic effects of functional electrical stimulation on gait, motor recovery, and motor cortex in stroke survivors. *Hong Kong Physiother J* 2015;33(1):10-20.
13. 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(3):671-7.
14. McNeill W, Pedersen C. Dynamic tape. Is it all about controlling load? *J Bodyw Mov Ther* 2016;20(1):179-88.
15. Park SY, Kim SM, Kendrick R. Dynamic taping. Seoul: PAN-MUNEDU; 2020.
16. Bae YH, Kim HG, Min KS, Lee SM. Effects of lower-leg kinesiology taping on balance ability in stroke patients with foot drop. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2015;2015:125629.
17. Yeung LF, Ockenfeld C, Pang MK, Wai HW, Soo OY, Li SW, et al. Randomized controlled trial of robot-assisted gait training with dorsiflexion assistance on chronic stroke patients wearing ankle-foot-orthosis. *J Neuroeng Rehabil* 2018;15(1):51.
18. Kim EJ, Lee KB. The effects of kinesio taping applying to foot and ankle joints on foot pressure and gait in patients with chronic stroke. *J Korean Soc Neurother* 2019;23(2):1-6.
19. Huang T, Kim S. The effectiveness of upper limb offload dynamic taping technique on scapular muscles activation during elevation in healthy subjects. *Phys Ther Korea* 2020; 27(2):93-101.
20. Robinson NA, Spratford W, Welvaert M, Gaida J, Fearon AM. Does dynamic tape change the walking biomechanics of women with greater trochanteric pain syndrome? A blinded randomised controlled crossover trial. *Gait Posture* 2019;70: 275-83.
21. Joo M, Lee Y, Hwang J, Kim S. The effect of joint taping and muscle taping on dynamic balance and gait in patients with chronic stroke. *J Korean Soc Integr Med* 2019;7(2):77-84.
22. Yang S, Oh Y, Jeon Y, Park D. Test-retest reliability of sit-to-stand and gait assessment using the Wii Balance Board. *Phys Ther Korea* 2016;23(3):40-7.
23. Clark RA, Bryant AL, Pua Y, McCrory P, Bennell K, Hunt M. Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. *Gait Posture* 2010;31(3):307-10.
24. Holmes JD, Jenkins ME, Johnson AM, Hunt MA, Clark RA. Validity of the Nintendo Wii® balance board for the assessment of standing balance in Parkinson's disease. *Clin Rehabil* 2013;27(4):361-6.
25. Mazaheri M, Salavati M, Negahban H, Sanjari MA, Parnianpour M. Postural sway in low back pain: effects of dual tasks. *Gait Posture* 2010;31(1):116-21.
26. Park DS, Lee G. Validity and reliability of balance assessment software using the Nintendo Wii balance board: usability and validation. *J Neuroeng Rehabil* 2014;11:99.
27. Shiravi Z, Talebian Moghadam S, Hadian MR, Olyaei G. Effect of cognitive task on postural control of the patients with chronic ankle instability during single and double leg standing. *J Bodyw Mov Ther* 2017;21(1):58-62.
28. Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JL. The Balance Scale: reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Scand J Rehabil Med* 1995;27(1):27-36.
29. Bogle Thorbahn LD, Newton RA. Use of the Berg Balance Test

- to predict falls in elderly persons. *Phys Ther* 1996;76(6):576-83; discussion 584-5.
30. Berg KO, Maki BE, Williams JI, Holliday PJ, Wood-Dauphinee SL. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil* 1992;73(11):1073-80.
 31. Mathias S, Nayak US, Isaacs B. Balance in elderly patients: the "get-up and go" test. *Arch Phys Med Rehabil* 1986;67(6):387-9.
 32. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991;39(2):142-8.
 33. Fritz S, Lusardi M. White paper: "walking speed: the sixth vital sign". *J Geriatr Phys Ther* 2009;32(2):46-9.
 34. Watson MJ. Refining the ten-metre walking test for use with neurologically impaired people. *Physiotherapy* 2002;88(7):386-97.
 35. Dean CM, Richards CL, Malouin F. Task-related circuit training improves performance of locomotor tasks in chronic stroke: a randomized, controlled pilot trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81(4):409-17.
 36. Rossier P, Wade DT. Validity and reliability comparison of 4 mobility measures in patients presenting with neurologic impairment. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82(1):9-13.
 37. 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.
 38. Park SJ, Kim SY. The effect of scapular Dynamic Taping on pain, disability, upper body posture and range of motion in the postoperative shoulder. *J Korean Soc Phys Med* 2018;13(4):149-62.
 39. Alahmari KA, Rengaramanujam K, Reddy RS, Samuel PS, Tedla JS, Kakaraparthi VN, et al. The immediate and short-term effects of dynamic taping on pain, endurance, disability, mobility and kinesiophobia in individuals with chronic non-specific low back pain: a randomized controlled trial. *PLoS One* 2020;15:e0239505.
 40. Simoneau GG, Degner RM, Kramper CA, Kittleson KH. Changes in ankle joint proprioception resulting from strips of athletic tape applied over the skin. *J Athl Train* 1997;32(2):141-7.
 41. Goh HT, Nadarajah M, Hamzah NB, Varadan P, Tan MP. Falls and fear of falling after stroke: a case-control study. *PM R* 2016;8(12):1173-80.
 42. 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(2):23-9.
 43. Farias BB. Os efeitos da aplicação de dynamic tape no membro inferior de um paciente com sequelas de acidente vascular encefálico – estudo de caso. Porto, Universidade Fernando Pessoa, Bachelor's thesis. 2015. Portuguese.