

관절 테이핑과 근육 테이핑이 만성 뇌졸중 환자의 동적 균형과 보행에 미치는 영향

주민철¹ · 이양진² · 황준현³ · 김성렬^{4*}

¹새롬요양병원 물리치료사, ²경북전문대학교 물리치료과 교수,

³푸른요양병원 물리치료사, ^{4*}경남대학교 물리치료학과 교수

The Effect of Joint Taping and Muscle Taping on Dynamic Balance and Gait in Patents with Chronic Stroke

Joo Mincheol, PT¹ · Lee Yangjin PT² · Hwang Junhyun, PT³ · Kim Seongryeol, PT, Ph.D^{4*}

¹Dept. of Physical Therapy, Saerom Medical Care Hospital, Physical Therapist

²Dept. of Physical Therapy, Kyungbuk College, Professor

³Dept. of Physical Therapy, Pureun Medical Care Hospital, Physical Therapist

^{4*}Dept. of Physical Therapy, Kyungnam University, Professor

Abstract

Purpose : Elastic taping is a therapeutic method, used for treatment of various musculoskeletal and neuromuscular deficits. However, there is limited evidence, of the effects of ankle elastic taping in neurologic patients. The purpose of this study, was to investigate the effect of elastic taping on gait, in the affected ankle area of chronic stroke patients.

Methods : Subjects were randomized to receive 30 chronic stroke patients, who were 6 months old from the date of onset according to screening criteria. Group I showed ankle joint taping, and Group II had ankle muscle taping. Dynamic balance and temporal and spatial gait, were measured before taping application, and after 30 minutes of taping application.

Results : Dynamic balance was measured using the Time up & Go test (TUG). There was statistically significant difference, between Group I and Group II ($p < .05$). There was no statistically significant difference, between Group I and Group II. Temporal and spatial gait were measured using GaitRite. In Group I, there was significant difference, before and after taping ($p < .05$). In Group II, there was no significant difference, before and after taping ($p > .05$). There was significant difference in Group I, between Group I and Group II ($p < .05$).

Conclusion : Results suggest that intervention using elastic taping, may have a positive effect, on rehabilitation diversity and function in stroke patients. Based on this, it can be used for rehabilitation of stroke patients. Various studies on the application method, and effect of the application site as well as application time, should be continued with stroke patients.

Key Words : chronic stroke, dynamic balance, gait, joint taping, muscle taping

*교신저자 : 김성렬, okpt75@kyungnam.ac.kr

논문접수일 : 2019년 3월 5일 | 수정일 : 2019년 3월 26일 | 게재승인일 : 2019년 5월 10일

I. 서론

균형과 보행 장애는 뇌졸중 환자의 재활에 있어 가장 중요한 목표이다(Roelker 등, 2019). 뇌졸중으로 인한 편마비 환자에게 나타나는 보행의 특징은 느린 보행속도와 분속수(cadence)의 감소, 마비측과 비마비측 걸음길이(step length) 감소와 디딤기와 흔들기의 비대칭성이다(Patterson 등, 2015). 보행을 할 때 필요한 요소는 발목의 안정성을 통한 자세조절 능력과 흔들기 바로 직전 동측 디딤기의 안정성, 속도, 관성을 이길 수 있는 능력, 디딤기를 형성하는 발목 신근 및 이에 관련된 발목 골격근의 원심성 길이 확보 능력, 흔들기 동작에 필요한 발목의 안정성이다(Fukuchi & Duarte, 2019). 이런 뇌졸중 환자의 보행의 어려움을 해결하기 위하여 연구적으로 검증되고 임상적으로 시도되고 있는 중재방법들 중 대표적인 방법으로는 마비측 발목근육, 무릎근육, 둔부근육의 근력강화(Weiss 등, 2000), 일반적인 지지면 과 부드러운 지지면의 변화를 통한 과제 훈련(Bayouk 등, 2006), 힘판(force platform)을 이용하여 시각적 피드백을 주어 마비측 체중부하와 자세조절 훈련(Cheng 등, 2001) 등이 있다. 그러나 이러한 중재방법들은 신체기능에 중점을 두는 방법들을 사용하여, 운동결손 그 자체를 치료하기보다는 운동결손을 보상하는 것에 중점을 두고 시행되어지고 있다(Matteo, 2003). 또한 재활 중재방법 중 단하지 보조기 및 테이핑을 이용한 방법도 있다. 하지만 단하지 보조기는 관절각도의 제한, 착용감의 불편함, 보행 시 고정되어진 발목으로 인한 주변근육의 약화와 같은 단점들이 있다(Bulley 등, 2011).

탄력 테이프는 Dr. Kenzo Kase에 의해 개발된 면으로 제작된 접착식 테이프로서 얇고 원래길이의 120~140% 까지 늘어난다(Fu 등, 2008). Kim과 Kang(2014)은 뇌졸중 환자에게 앞정강근과 장딴지근에 탄력 테이핑을 발목관절에 팔자테이핑을 적용하여 단하지 보조기 같은 안정성을 제공하는 지지역할을 수행하는데 만족도를 얻었다고 하였다. 그러나 기존의 탄력 테이핑 연구에서는 근육의 조절과 고유수용성감각의 향상에 중점을 두는 연구가 많았으며, 탄력 테이프로 관절의 안정성을 주는 연구는 부족한 실정이다. 또한 근육의 조절과 관절을 안정성

중 어느 것이 효과적인지 구분한 연구는 없었다. 이에 본 연구의 목적은 관절 테이핑과 근육 테이핑을 통한 관절 안정화 및 근육의 조절이 만성 뇌졸중 환자의 동적 균형과 시간적, 공간적 보행에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 실시하였다. 대상자들은 H군에 위치한 S요양병원에 입원중인 뇌졸중 환자들을 대상으로 약 한 달의 기간 동안 병원 게시판을 통하여 모집하였다. 총 32명의 뇌졸중 환자들이 모집되었으며, 대상자 선정 기준 및 제외기준에 따라 최종 30명이 선정 되었다. 선정 기준은 1) 뇌졸중 발병 후 6개월 이상 경과한 자, 2) 한국형 간이 정신 상태 판별 검사(Korean version of Mini-Mentel State Examination)의 점수가 24점 이상인자, 3) 하지에 정형외과적 질환이 없는 자, 4) 보조도구 사용여부와 상관없이 10m 보행이 가능한 자, 5) 다른 신경학적 질환이나 심혈관 대사장애가 없는 자, 6) 환자와 보호자의 연구 참여를 동의한 자 등이었으며, 제외 기준은 과거 테이핑이나 파스 알리지 유경험자, 피부 질환자, 6개월 이내에 하지의 보톡스 주사를 맞은 자 등은 제외하였다. 본 연구에 참여한 대상자들의 일반적 및 의학적인 특징은 Table 1과 같다.

2. 연구 절차

본 연구에서는 선별된 30명의 대상자들을 무작위로 Group I(n=15) 또는 Group II(n=15) 중 하나로 배정하였다. 모든 참가자들은 중재를 적용하기 전에 동적 균형과 보행 능력을 평가하였으며, 평가 이후 무작위 배정은 연구 보조원에 의해 참가자들 이름에 숫자를 지정한 후 난수표(table of random number)를 이용하여 뽑는 순서대로 무작위 배정하였다. Group I에는 관절 테이핑을, Group II에는 근육 테이핑을 적용 후 30분의 적응 시간

Table 1. General and medical characteristic of subjects (n=30)

	Group I (n=15)	Group II (n=15)	p
Age (years)	63.08±6.356	65.58±7.950	.661
Sex (male/female)	6/9	7/8	.745
Height (cm)	155.5±5.436	157.37±4.207	.524
Weight (kg)	61.42±7.525	59.42±8.073	.368
Time from stroke (months)	32.79±36	33.58±25	.654
Stroke type (infarction/hemorrhage)	6/9	7/8	.636
Hemiparesis (R/L)	9/6	11/4	.189
K-MMSE (score)	25.36±2.20	26.08±1.02	.487

K-MMSE; Korean version of Mini-Mental State Examination, R/L; R=Right, L=Left

을 두었다. 중재 후 모든 참가자들에게 동적 균형과 보행 능력을 재평가하였다.

Group I에 적용한 관절 테이핑의 방법은 Kase가 고안한 방법을 적용하였다. 첫 번째로 탄력 테이프의 적용은 대상자를 바로누운 자세(supine position)를 취하게 한 후 대상자의 발목을 최대 발등굽힘을 시킨 상태에서 발등에서 시작하여 하퇴 1/2 지점까지 테이프를 120% 신장시켜 부착한다. 두 번째로 발목을 최대 가쪽굽힘을 시킨 상태에서 안쪽복사(medial malleolus)에서 시작하여 발바닥과 가쪽복사(lateral malleolus)를 지나 하퇴 1/2 지점까지 120% 신장시켜 부착한다. 마지막으로 가쪽복사(lateral malleolus)에 부착하여 발목의 전면과 후면을 지나 다시 가쪽복사(lateral malleolus)에 부착한다(Kase 등, 2003)(Fig 1). 그리고 Group II에 적용한 발목 근육 테이핑은 첫 번째로 앞정강근(tibialis anterior)을 신장시킨 상태로 기저부인 정강뼈의 가쪽관절융기와 골간막에서 시작하여 테이프를 늘어나지 않게 하여 정지부인 제1발허리뼈 기저부와 안쪽뼈까지 부착한다. 두 번째로 종아리근(peroneal muscle)을 신장시킨 상태로 긴종아리근 기저부인 종아리뼈 외측면 상부에서 시작하여 가쪽복사 위에서 둘로 나누어 한쪽은 긴종아리근 정지부인 제1발허리뼈 저부에 부착하고 나머지 한쪽은 짧은종아리근 정지부인 제5발허리뼈 기저부에 테이프를 늘리지 않고 부착한다(Fig 2).



Fig 1. Ankle joint taping



Fig 2. Ankle muscle taping

3. 측정 도구

1) 동적 균형

동적 균형을 평가하기 위하여 일어서서 걷기 검사(Timed up and go test)를 사용하였다. 일어서서 걷기검사는 기능적인 운동성, 이동 능력, 동적 균형을 빠르게 측정할 수 있는 검사로 팔걸이가 있는 46 cm 높이의 의자에 앉아 검사자의 출발 신호와 함께 의자에서 일어나 3 m 거리를 걸어서 다시 되돌아와 의자에 앉는 시간을 측정하는 것이다. 본 연구에서는 3회 측정된 값의 평균값을 사용하였다. 측정자내 신뢰도는 r=.99이고, 측정자간 신뢰도는 r=.98로 신뢰할 만한 도구이다(Morris 등, 2001).

2) 보행

보행 평가는 GaitRite(GaitRite, CIR system Inc, USA)를 이용하여 검사하였다. 환자가 카펫 위를 걷게 되면 시스템은 압력을 감지하는 센서를 통하여 발자국을 감지한다. 주로 시간적 공간적 보행을 검사하는 장비로 대상자를 GaitRite 전방에 위치시킨 후, 검사자의 구두 신호에 의하여, 전방을 주시하면서 가장 편안한 보행속도로 길이 461 cm 폭 88 cm의 GaitRite를 걸어서 밖으로 나오게 하여 검사하였다. 이 검사 장비의 검사-재검사는 ICC=.91로 매우 높은 신뢰도를 갖고 있다(Van Uden & Besser, 2004). 본 연구에서는 3회 측정된 값의 평균값을 사용하였다.

4. 분석 방법

본 연구의 통계적 분석은 SPSS 24.0 for window를 사용하여 통계처리를 실시하였다. 연구대상자의 일반적인 특성을 평균과 표준편차, 백분을 통하여 알아보고, 관절 테이핑을 적용한 환자군 과 근육 테이핑을 적용한 환자군 두 집단 간의 유의성 검정은 독립표본 t-검정을 실시하고, 그룹 내 실험 전·후 검정을 위한 유의성 검정은 대응표본 t-검정을 실시하였다. 통계학적 유의수준(p)은 .05로 설정하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 동적 균형의 변화

Group I의 중재 전 일어서서 걷기검사(TUG)는 24.45 sec 이었고 중재 후 일어서서 걷기검사(TUG)는 22.04 sec 으로 2.41 sec 감소된 것으로 나타났다. 전·후 비교에서도 유의한 차이를 보였다(p<.05). Group II의 중재 전 일어서서 걷기검사(TUG)는 23.54 sec 이었고 중재 후 일어서서 걷기검사(TUG)는 21.59 sec로 1.95 sec 감소된 것으로 나타났다. 전·후 비교에서도 유의한 차이를 보였다(p<.05). 두 Group 간의 비교에서는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(p>.05)(Table 2).

Table 2. Comparison of changes in dynamic balance (n=30)

		Group I (n=15)	Group II (n=15)	p
TUG (sec)	Pre	24.45 ± 7.85	23.54 ± 6.65	
	Post	22.04 ± 8.67	21.59 ± 7.54	
	Post-Pre	2.41 ± 2.34	1.95 ± 3.87	.213
	p	.006	.009	

TUG; Time up and go

2. 보행의 변화

1) 보행 속도의 변화

Group I의 실험 전 보행속도는 41.41 cm/s에서 실험 후 18.98 cm/s 증가한 60.39 cm/s로 나타났고, Group II는 실험 전 55.80 cm/s에서 실험 후 1.97 cm/s 증가한 57.77

cm/s로 나타났다. 실험 후 보행속도의 변화는 Group I 에서 통계적으로 유의하게 증가하였으나($p < .05$), Group II 에서는 실험 전·후의 차이가 유의하지 않았다($p > .05$). 실험 방법에 따른 두 Group 간의 비교에서는 유의한 차이를 보였다($p < .05$)(Table 3).

2) 마비측 걸음길이의 변화

Group I 의 실험 전 마비측의 걸음길이는 34.47 cm에서 실험 후 8.78 cm 증가한 43.25 cm로 나타났고 Group II 는 실험 전 35.92 cm에서 실험 후 1.25 cm 증가한 37.17 cm로 나타났다. 실험 후 마비측의 걸음길이의 변화는 Group I 에서 통계적으로 유의하게 증가하였고($p < .05$), Group II 에서 통계적으로 유의하지 않았다($p > .05$). 실험

방법에 따른 두 Group 간의 비교에서는 유의한 차이를 보였다($p < .05$)(Table 3).

3) 비마비측 걸음길이의 변화

Group I 의 실험 전 비마비측의 걸음길이는 32.58 cm에서 실험 후 10.54 cm 증가한 43.12 cm로 나타났고, Group II 는 실험 전 36.91 cm에서 실험 후 1.58 cm 증가한 38.49 cm로 나타났다. 실험 후 비마비측의 걸음길이의 변화는 Group I 에서 통계적으로 유의하게 증가하였으나($p < .05$), Group II 에서는 실험 전·후의 차이가 유의하지 않았다($p > .05$). 실험 방법에 따른 두 Group 간의 비교에서는 유의한 차이를 보였다($p < .05$)(Table 3).

Table 3. Comparison of changes in gait (n=30)

		Group I (n=15)	Group II (n=15)	<i>p</i>
Velocity (cm/s)	Pre	41.41 ± 14.90	55.80 ± 22.33	
	Post	60.39 ± 21.43	57.77 ± 22.46	
	Post-Pre	18.98 ± 16.78	1.97 ± 1.83	.013
	<i>p</i>	.009	.058	
Affected step length (cm)	Pre	34.47 ± 6.62	35.92 ± 10.24	
	Post	43.25 ± 8.67	37.17 ± 11.69	
	Post-Pre	8.78 ± 6.14	1.25 ± 3.87	.018
	<i>p</i>	.005	.061	
Less affected step length (cm)	Pre	32.58 ± 8.44	36.91 ± 9.22	
	Post	43.12 ± 10.38	38.49 ± 10.41	
	Post-Pre	10.54 ± 3.34	-1.58 ± 3.12	.015
	<i>p</i>	.004	.141	

IV. 고찰

본 연구는 만성 뇌졸중 환자의 발목관절에 관절 테이핑과 근육 테이핑의 적용이 동적 균형과 시간적·공간적 보행에 어떻게 영향을 미치는지에 대해 알아보기 위해 시행하였고, 이를 통해 탄력 테이핑이 마비측 발목관절의 감각입력과 외적 지지력이 보행능력에 미치는 영향

에 대한 이해를 높이기 위함이었다. 테이핑에 충분히 적응할 시간을 제공하기 위해 30분간의 적응시간을 제공하였으며, 동적 균형 분석을 위해 일어서서 걷기 검사(TUG)를 측정하였고, 시간적·공간적 보행 분석을 위해 보행속도, 마비측 및 비마비측 걸음길이(step length)를 측정하였다. 시간적·공간적 보행 능력은 관절 테이핑과 근육 테이핑에 따라 차이를 보였다.

본 연구에서는 동적 균형 측정을 위해 일어서서 걷기

검사를 시행하였다. 일어서서 걷기검사에서 그룹 I 과 그룹 II 모두에서 유의한 개선을 나타내었다. 결과적으로 환측에 적용한 관절 테이핑은 환측의 체중지지 시에 관절의 정렬을 최적화 하고 근육조직의 활동을 조절하여 관절의 불안정을 감소시켜 동적 균형 능력의 향상을 보인 것으로 사료되며, 근육 테이핑은 앞정강근과 종아리근의 근육의 조절 능력을 향상시켜 건측으로 이동에 따라 발생하는 동요를 감소시켰기 때문이라고 생각된다. *Rojhani-Shirazi* 등(2015)의 연구를 통해 그 근거를 찾을 수 있는데 탄력 테이핑은 피부를 통하여 피부 수용기에 구심성 자극을 주어 근 활성화를 유도하여 근 긴장도를 정상화 시키며, 약화된 근육을 강화 시켜주며 관절 구조물의 고유수용기의 기능을 향상시키며 관절의 지지력과 적절한 자세 정렬 유지에 도움 주며 기능적 향상을 기대 할 수 있다고 하였다.

보행 중의 균형은 정적 자세에서의 균형과는 다르다. 정적 자세에서의 자세 제어는 기저면 내에서 신체의 중력 중심을 유지하는 것이 목표가 되지만 보행을 하는 과정에서 요구되는 균형은 불안정성을 제어하는 데 더 큰 목적을 갖는다(*Vlutters* 등, 2016). 뇌졸중 환자의 보행은 환측 하지의 디딤기 시간이 짧고 흔들기가 길기 때문에 환측과 건측의 걸음길이의 차이가 나타나며 보행주기와 보행속도가 느려지고 비효율적인 보행양상을 보이게 된다(*Wagenaar & Beek*, 1992). 보행에 영향을 미치는 보행 특성에 있어서는 정상인의 경우에 걸음길이(step length)는 약 72 cm이다. 그러나 편마비 환자의 경우 마비측과 비마비측 각각 27 cm, 33 cm 정도를 보여 상대적으로 짧은 걸음길이를 보이게 된다(*Neumann*, 2002).

본 연구에서는 테이핑 적용 방법에 따른 걸음길이는 그룹 II 인 근육 테이핑에서는 유의한 차이가 없었으며 ($p > .05$), 그룹 I 인 관절 테이핑에서는 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 또한 두 그룹 간 비교 에서는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < .05$). *Ergen*과 *Ulkar*(2008)은 탄력 테이핑이 관절의 과도한 움직임을 제한하고 안정성을 강화시켜주며 자세조절기능에 긍정적인 영향을 미친다고 하였는데 이는 본 연구 역시 테이핑을 통해 발목 관절에 안정성을 제공하여 보행이 개선되었음을 증명하였다. 그러므로 관절 테이핑이 불안정한 발목의 안정성을 증대시켜 선 자세에서의 발목과 발의 위치에 대

한 안정화를 통해 비대칭적인 신체 정렬을 바로 잡아 주어 보행능력의 개선에 긍정적인 효과를 주는 것으로 추측된다. *Callaghan* 등(2002)은 테이핑을 통해서 관절의 가동범위와 위치감각의 향상을 보고하였다. 또한 *Kim* 등(2004)의 연구에서는 탄력테이핑이 발목관절의 움직임이 과도해지는 것을 제한하여 발목 안정근육의 동원 시간을 단축시킨다고 하였다. 본 연구에서 관절 테이핑이 발목 안정근육의 동원시간을 단축시킴과 마비측의 발처짐 현상을 감소시켜 걸음길이에 효과적인 것으로 생각된다.

본 연구에서 시간적 보행능력은 보행속도를 통해 알아보았다. 보행속도는 그룹 I 인 관절 테이핑에서 유의하였으며 그룹 간 비교에서도 그룹 I 에서 유의한 결과를 보였다. *Silver* 등(2000)의 연구에서 편마비 환자의 보행속도는 전체적인 기능 상태에서 비정상적인 정도의 차이를 나타내는 중요한 지표가 된다고 하였으며, *Walker* 등(2000)의 연구에서 뇌졸중 초기의 0.41 m/sec에서 3개월 후 0.79 m/sec로 향상되었다고 하였고, 또한 *Brandstater* 등(1983)은 뇌졸중 환자의 편안한 보행속도는 45 m/min으로 정상인의 83 m/min에 비해 46 % 정도 낮은 것으로 보고하였다. 본 연구에서는 *GaitRite*를 통해 알아본 보행속도는 그룹 I 이 그룹 II 에 비해 보행속도의 유의한 증가가 관찰되었으며 이러한 결과는 관절 테이핑 적용이 발목관절의 안정성을 증가시켜 걸음길이의 증가로 보행속도가 증가한 것이라 생각된다. *Jonsdottir* 등(2010)은 편마비 환자를 대상으로 발목관절 최대 힘에 대한 상관관계를 설명하면서 발목근력 증가로 인해 보행속도가 향상되었다는 결과를 보고하였고, 이러한 결과는 보행속도는 보행 안정성과 관련이 있다는 것을 의미한다.

선행연구들과 마찬가지로 본 연구 역시 테이핑에 의한 기계적 자극 및 압박이 발목의 안정성을 증가시켜 뇌졸중 환자의 보행을 개선시켰음을 증명하였다. 그러므로 본 연구를 바탕으로 뇌졸중 환자들에게 관절 테이핑을 적용한다면 비대칭적인 신체 정렬을 개선을 통해 보행을 향상시킬 수 있을 것이라 생각된다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 발목 관절 테이핑의 효과를 규명하기 위해 H군에 위치한 S요양병원 입원 중인 30명의 뇌졸중 환자를 대상으로 하였다. 이는

모든 뇌졸중 환자에 대해 일반화하여 해석하기에 부족한 수로, 본 중재법의 효과를 더욱 분명히 규명하기 위해서는 추가적인 연구가 필요하다. 둘째, 적용 후 즉각적인 효과에 대한 결과 치료 이루어져 있어 장기간 착용과 테이핑을 적용 후 운동을 했을 때의 효과와 차이가 있을 것으로 사료된다. 따라서 다음 연구에서는 더 많은 수의 대상자들을 대상으로 테이핑의 적용기간과 지속시간과 따른 지속효과에 대한 다각적인 접근이 필요할 것으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 뇌졸중 환자의 환측 발목 관절에 탄력 테이핑을 적용하여 동적 균형과 시간적·공간적 보행의 변화에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였다. 실험 대상자에게 탄력 테이핑을 적용하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

첫째, 테이핑 적용 전 보다 적용 후에 동적 균형은 그룹 I 과 그룹 II 모두에서 유의하게 증가하였다.

둘째, 테이핑 적용 전 보다 적용 후에 시간적 보행은 그룹 I 에서 유의하게 증가하였지만, 그룹 II 에서는 유의한 증가가 없었다. 그룹 간 비교에서는 그룹 I 에서 유의한 증가가 나타났다.

셋째, 테이핑 적용 전 보다 적용 후에 공간적 보행은 그룹 I 에서 유의하게 증가하였지만, 그룹 II 에서는 유의한 증가가 없었다. 그룹 간 비교에서는 그룹 I 에서 유의한 증가가 나타났다.

본 연구의 결과 뇌졸중 환자의 환측 발목에 관절 테이핑을 통한 안정성 제공이 동적 균형과 시간적·공간적 보행에 긍정적인 영향을 미침을 확인할 수 있었다.

참고문헌

Bayouk J, Boucher P, Leroux A(2006). Balance training following stroke: effects of task-oriented exercises with and without altered sensory input. *Int J Rehabil Res*,

29(1), 51-59.

Brandstater ME, de Bruin H, Gowland C, et al(1983). Hemiplegic gait: Analysis of temporal variables. *Arch Phys Med Rehabil*, 64(12), 583-587.

Bulley C, Shiels J, Wilkie K, et al(2011). User experiences, preferences and choices relating to functional electrical stimulation and ankle foot orthoses for foot-drop after stroke. *Physiotherapy*, 97(3), 226-233.

Callaghan MJ, Selfe J, Bagley PJ(2002). The effects of patellar taping on knee joint proprioception. *J Athl Train*, 37(1), 19-24.

Cheng PT, Wu SH, Li MY, et al(2001). Symmetrical body-weight distribution training in stroke patients and its effect on fall prevention. *Arch Phys Med Rehabil*, 82(12), 1650-1654.

Ergen E, Ulkar B(2008). Proprioception and ankle injuries in soccer. *Clin Sports Med*, 27(1), 195-217.

Fukuchi CA, Duarte M(2019). Gait profile score in able-bodied and post-stroke individuals adjusted for the effect of gait speed. *Gait Posture*, 69, 40-45.

Fu TC, Wong AM, Pei YC, et al(2008). Effect of kinesio taping on muscle strength in athletes a pilot study. *J Sci Med Sport*, 11(2), 198-201.

Jonsdottir J, Cattaneo D, Recalcati M, et al(2010). Task-oriented biofeedback to improve gait in individuals with chronic stroke: motor learning approach. *Neurorehabil Neural Repair*, 24(5), 478-485.

Kase K, Wallis J, Kase T(2003). *Clinical therapeutic applications of the kinesio taping method*. 2nd ed, Tokyo, Ken Ikai Co. Ltd. pp.165-167.

Kim H, Kang H(2014). Effects of kinesio taping for one week on proprioception of the ankle. *Asian J Kinesiol*, 16(4), 93-99.

Kim MH, Lee JH, Kim CK(2004). The change in postural balance index by kinesio taping and muscle strength exercises on ankle joint. *J Kor Phys Ther*, 21(3), 69-74.

Morris S, Morris ME, Ianssek R(2001). Reliability of measurements obtained with the Timed "Up & Go" test

- in people with Parkinson disease. *Phys Ther*, 81(2), 810-818.
- Neumann DA(2002). *Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for physical rehabilitation*. 1st ed, Mosby, Elsevier, pp.528-529.
- Paci M(2003). Physiotherapy based on the Bobath concept for adults with post-stroke hemiplegia: A review of effectiveness studies. *J Rehabil Med*, 35(1), 2-7.
- Patterson KK, Mansfield A, Biasin L, et al(2015). Longitudinal changes in poststroke spatiotemporal gait asymmetry over inpatient rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair*, 29(2), 153-162.
- Roelker SA, Bowden MG, Kautz SA, et al(2019). Paretic propulsion and a measure of walking performance and functional motor recovery post-stroke: A review. *Gait Posture*, 68, 6-14.
- Rojhani-Shirazi Z, Amirian S, Meftahi N(2015). Effects of ankle kinesio taping on postural control in stroke patients. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 24(11), 2565-2571.
- Silver KH, Macko RF, Forrester LW, et al(2000). Effects of aerobic treadmill training on gait velocity, cadence, and gait symmetry in chronic hemiparetic stroke: a preliminary report. *Neurorehabil Neural Repair*, 14(1), 65-71.
- Van Uden CJ, Besser MP(2004). Test-retest reliability of temporal and spatial gait characteristics measured with an instrumented walkway system (GAITRite). *BMC Musculoskeletal Disord*, 5(1), 13.
- Vlutters M, van Asseldonk EH, van der Kooij H(2016). Center of mass velocity-based predictions in balance recovery following pelvis perturbations during human walking. *J Exp Biol*, 219(Pt 10), 1514-1523.
- Wagenaar RC, Beek WJ(1992). Hemiplegic gait: a kinematic analysis using walking speed as a basis. *J Biomech*, 25(9), 1007-1015.
- Walker C, Brouwer B, Culham EG(2000). Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. *Phys Ther*, 80(9), 886-895.
- Weiss A, Suzuki T, Bean J, et al(2000). High intensity strength training improves strength and functional performance after stroke. *Am J Phys Med Rehabil*, 79(4), 369-376.