

상지과제 보행훈련이 뇌졸중 환자의 균형과 보행에 미치는 영향

김보경, PT, MS¹, 이상호, PT, PhD², 장우남, PT, PhD^{*3}

¹수원 베데스다 재활병원, ²선문대학교 물리치료학과, ^{*3}용인대학교 보건복지과학대학 물리치료학과

Effects of Gait Training with Upper Limb Task on Balance and Gait in Patients with Stroke

Bo-Kyeong Kim, PT, MS¹, Sang-Ho Lee, PT, PhD², Woo-Nam Chang, PT, PhD^{*3}

¹Dept. of Physical Therapy, Suwon Bethesda Rehabilitation Hospital, Republic of Korea

²Dept. of Physical Therapy, Sunmoon University, Republic of Korea

^{*3}Dept. of Physical Therapy, College of Health & Welfare Science, Yong In University, Republic of Korea

Purpose This study aimed to investigate the effects of gait training with upper limb task on balance and gait in stroke patients. **Methods** The participants were allocated to the study or control group 15 each by block randomization. Training with Upper Limb Task was applied to the study group, while regular gait training was applied to the control group. The training consisted of three 30-minute sessions per week for a total of eight weeks. To measure the dependent variables according to the study intervention, postural stability, balance, and gait were assessed. A balance gear was used to measure postural sway for postural stability. The measurements included hard surface, foam surface, and other tests in standing position. The Berg balance scale(BBS) and Timed up and go test(TUG) were used to measure balance. Moreover, a gait analyzer(Kinesis Gait) was used for gait assessment. **Results** Both groups showed significant improvements, with the study group exhibiting greater reductions in sway angles and rotational angles. Balance parameters indicated significant increases in both static and dynamic balance for both groups, with the study group showing superior improvements in dynamic balance and TUG times. Gait parameters improved significantly in both groups, with the study group demonstrating greater gains in gait speed, cadence, step lengths, and a more pronounced decrease in the symmetry index. **Conclusion** The gait training with upper limb task proposed in this study is confirmed as an effective approach in physical therapy for stroke patients.

Key words Balance, Gait, Postural control, Stroke, Upper limb task

Corresponding author Woo-Nam Chang (wnchang@yongin.ac.kr)

Received date 01 October

Revised date 11 October

Accept date 16 October

1. 서론

뇌졸중은 허혈이나 출혈로 중추신경계에 신경결손을 동반한 질환으로, 세계적으로 사망과 장애의 주요원인이다.¹⁾ 뇌졸중의 사망률은 감소하고 있지만 고령화의 증가로 후유 장애를 가진 뇌졸중 환자는 증가하고 있다.²⁾ 감각과 운동기능 장애로 인한 자세조절 문제는 이동능력과 일상생활 활동에 일시적 또는 영구적인 장애를 초래할 수 있다.^{3,4)} 따라서 자세조절을 개선하는 것은 뇌졸중 환자의 독립성과 사회적 참여에 필수적이다.⁵⁾

상지의 기능적 사용과 몸통근 활성화는 자세안정성에 중요한

요소이다.⁶⁾ 팔과 손의 기능적 사용은 일상생활동작에서 몸통의 균형과 협응을 촉진하는 데 중요한 역할을 하고, 물건을 들어 올리거나 팔 뻗기 동작에서 상지 동작은 몸통근의 협응과 조절을 요구한다.⁷⁾ 이 과정에서 몸통안정성은 상지의 효율적이고 조절된 움직임을 가능하게 하여 자세 흔들림을 제어하는 역할을 한다.⁸⁾ 따라서 상지의 효과적인 사용과 몸통의 안정성은 서로 상호작용한다.^{3,8)}

뇌졸중으로 인한 근 손실이나 균형감각 저하가 있는 경우, 일어서고 걷는 과정을 통해 다시 신체의 조화를 회복하게 된다.^{9,10)} 이를 통해 환자는 단순히 움직임을 되찾는 것뿐만 아니라, 일상적인 활동을 자립적으로 수행할 수 있게 된다.¹¹⁾ 특히, 상지와 관련된 과제수행이 동반될 경우, 환자는 더 나은 자세조절과 기능적 과제수행을 위한 안정성을 확보할 수 있

<http://dx.doi.org/10.17817/JCMSH.2024.28.3.2>

다.¹²⁾ 예를 들어, 일어서며 한 손으로 과제를 하거나 양손으로 균형을 유지하면서 팔을 움직이는 훈련을 병행할 때, 상지의 사용은 균형감각을 더욱 향상하고 하지근 강화에도 긍정적인 영향을 미친다.¹³⁾ 이러한 복합적인 운동은 신체의 여러 부분이 동시에 협력하도록 함으로써 전반적인 기능회복을 촉진하며, 궁극적으로 일상생활에서의 자립성을 더욱 강화할 수 있다.¹⁴⁾ 따라서 뇌졸중 환자의 물리치료에서 상지와 하지동작을 동시에 포함한 포괄적인 접근이 필요하다.^{14,15)}

상지의 수의적인 동작 시, 신경계는 일련의 기전을 통해 자세안정성을 준비하게 된다.¹⁶⁾ 선행성자세조정은 예상되는 자세의 변화에 대비하여 신체의 중심을 미리 조절하는 기전으로, 신체가 앞으로의 움직임에 대비하여 사전균형을 잡을 수 있게 한다.¹⁷⁾ 반면 보상적자세조정은 예기치 못한 자세 흔들림이나 외부의 불균형 유발요인에 대응하여 즉각적으로 신체 균형을 잡아주는 기전이다.^{18,19)} 이러한 기전들이 통합적으로 작용함으로써, 우리는 다양한 상지 동작을 안정적으로 수행할 수 있게 된다.²⁰⁾ 상지와 하지운동의 동시성은 신경근 협응을 촉진하며, 더욱 효율적인 운동패턴을 형성하는 데 기여할 수 있다.^{21,22)} 선행 연구에서 뇌졸중 환자에게 상지 동작이 전체적인 자세안정성에 중요한 영향을 미친다는 점을 강조하지만, 상지과제를 결합한 보행훈련이 뇌졸중 환자의 균형과 보행에 미치는 영향을 체계적으로 분석한 연구는 부족하다. 따라서 본 연구는 뇌졸중 환자들에게 상지과제를 결합한 보행훈련을 실시하여 그 효과를 평가함으로써 상지와 하지, 수의동작과 자세안정성 기전을 촉진하는 통합적인 물리치료 방법을 제시하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상 및 기간

본 연구는 용인대학교 기관생명윤리위원회의 승인을 받고(승인번호: 2306-HR-308-2), 2023년 10월 16일부터 12월 8일

까지 경기도 수원시 B병원에 입원하고 있는 뇌졸중 환자 중 대상자 조건에 부합하는 자를 모집하였다. 연구에 대해 충분히 설명한 후 연구 참여에 자발적 동의한 32명을 블록 무작위 방법으로 분류하였고, 연구기간 중 2명이 탈락하여 연구군 15명, 대조군 15명으로 총 30명의 대상자로 진행하였다. 연구대상자 선정 기준은 뇌졸중으로 진단받은 자, 보행훈련을 위해 관찰 하에 6분 이상 독립보행이 가능한 자, 상지과제를 위해 미바비쪽 어깨 관절가동범위의 제한이 없는 자, 뇌졸중 이외에 신경학적, 정형외과적 질환이 없는 자, 연구에 동의하고 지시내용을 이해할 수 있는 자(MMSE-K 24점 이상)이다.

2. 연구절차 및 중재방법

본 연구에 참여한 30명의 연구대상자는 사전평가 후 8주간 중재를 실시하였고 사후평가를 실시하여 중재 전·후 차이를 비교하였다. 연구군은 상지과제 보행훈련, 대조군은 과제가 없는 일반적 보행훈련을 진행하였다. 중재는 주 3회, 회당 30분으로 8주 동안 실시하였다. 상지과제 보행훈련은 Row 등²³⁾과 Chen 등²⁴⁾이 제안한 연구를 참고하여 뇌졸중 환자에게 적용될 수 있도록 수정 및 보완하였다. 자세조절을 위해 상지과제는 마찰력을 줄이고 최대한 가볍게 잡도록 하였다.²⁵⁾ 30m의 거리에 반환점을 두고 상지과제를 위한 가이드라인을 설치한다(Figure 1).

연구군은 10분 동안 앉은 자세에서 서기, 선 자세에서 앉기, 선 자세에서 균형운동을 진행하고, 20분 동안 다음과 같은 상지과제 보행훈련을 진행하였다.

- ① 등받이가 있는 의자에 앉은 자세에서 시작한다.
- ② 앉은 자세에서 일어나며 미바비쪽 어깨 굽힘 120° 높이의 가이드라인에 있는 과제를 잡는다.
- ③ 가이드라인을 따라 과제를 이동하며 30m를 걷는다.
- ④ 반환점을 돌아 30m를 반복하여 걷는다.

환자가 힘들어할 때마다 충분히 쉴 수 있도록 하였다. 대조군은 10분 동안 앉은 자세에서 서기, 선 자세에서 앉

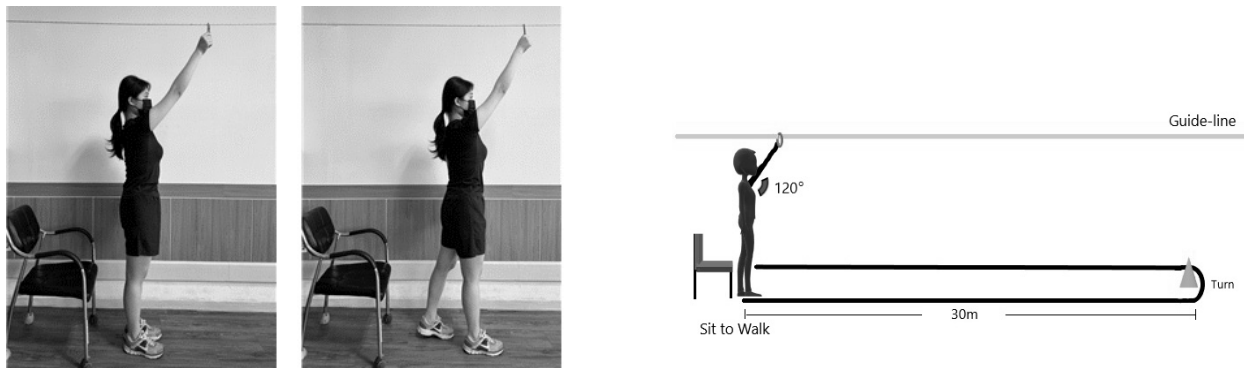


Figure 1. Gait training with upper limb task

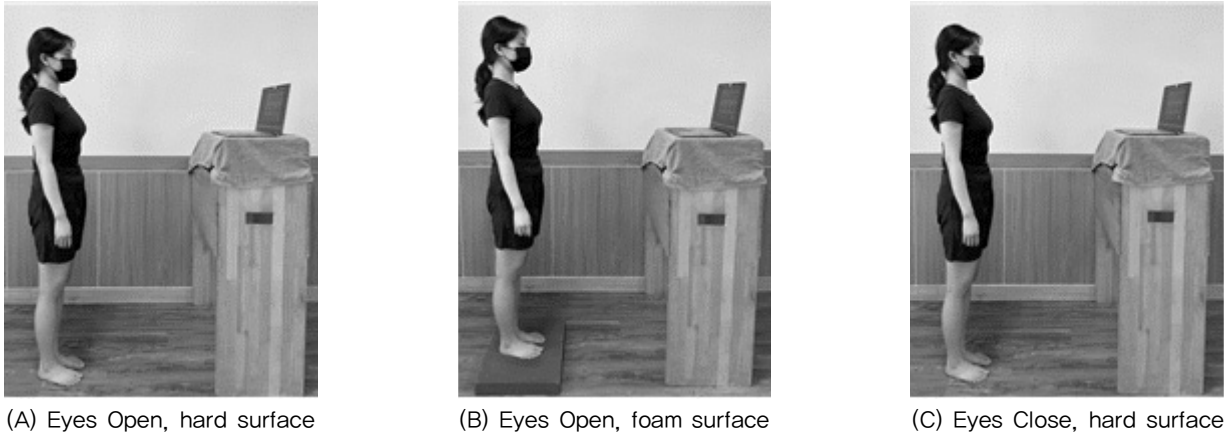


Figure 2. Balance gear

기, 선 자세에서 균형운동을 진행하고, 20분 동안 과제가 없는 30m를 걷고, 반환점을 돌아 반복하여 걷는다. 충분한 휴식을 주며 일반적 보행훈련을 진행하였다.

3. 측정도구 및 방법

1) 발란스기어(Balance gear)

자세안정성의 측정을 위해 대상자는 선자세에서 L3~L5 위치에 탄력성 밴드가 있는 무선 웨어러블 장비(Balance gear, ALDA, Taiwan)를 사용하였다. 측정환경에 따라 선자세를 유지할 때 좌우흔들림각, 전후흔들림각, 회전각에 대한 자료를 획득할 수 있다. 측정방법은 대상자는 단단한지면, 폼지면, 시각을 차단한 단단한지면에서 10초간 선자세를 유지하며 자세안정성을 측정하였다(Figure 2). 측정환경이 변할 때마다 30초간 휴식을 제공했다. 측정 전 대상자에게 설명과 시범을 보인 후 연구를 진행하였다. 3번 반복 후 평균값을 사용하였다.

2) 버그균형척도(Berg balance scale, BBS)

버그균형척도는 일상생활에서 수행하는 균형을 평가하는 검사로, 총 14개의 항목으로 균형능력을 평가할 때 사용된다. 각 항목은 0에서 4점으로 총 56점 만점으로 되어있다. 0~20점은 휠체어에 의존하는 낙상 고위험군, 21~40점은 보조도구를 사용하거나 도움으로 보행이 가능한 낙상 중등도 위험군, 41~56점은 독립보행이 가능한 낙상 저 위험군으로 분류한다.²⁶⁾ 본 연구에서는 앉은 자세 균형, 선 자세 정적균형, 동적균형 세 가지로 분류하여 균형을 측정하였다.

3) 일어서서걷기검사(Timed up and go test, TUG)

일어서서걷기검사는 대상자의 동적균형능력과 기능적 이동성을 측정하는 검사로, 팔걸이가 있는 등받이 의자에 앉은 자세

에서 측정자의 출발 신호와 함께 일어나 3m 거리를 걷고 반환점을 돌아서 다시 의자에 앉는 시간을 측정한다.²⁷⁾ 본 연구에서는 3회 측정 후 평균값을 사용하였다.

4) 키네시스게이트(Kinesis gait)

보행 측정을 위해 6분 걷기검사 진행하는 동안 무선 보행분석 장비(Kinesis gait, Linus Health, USA)를 사용하였다(Figure 3). 보행하는 동안 웨어러블 센서로 측정된 정보는 Bluetooth로 연결된 태블릿 PC로 확인한다. 측정방법은 등받이 의자에 앉은 자세에서 센서 주머니가 앞을 향하도록 정강이뼈의 중간지점에 스트랩으로 고정하고 센서의 UP이 표시된 부분이 위로 향하도록 빨간색 센서는 오른쪽 스트랩, 파란색 센서는 왼쪽 스트랩 주머니에 넣는다. 착용을 완료하고 대상자는 앉은 자세에서 일어나 측정자의 '이동하세요' 구호에 맞춰 6분 걷기검사를 진행한다. 미국흉부학회(American Thoracic Society, ATS)에 의해 개발된 6분걷기검사는 30m를 기준으로 반환점을 돌아 6분 동안 유산소 능력과 보행 지구력을 평가하는데 사용된다.²⁸⁾ 보행하는 동안 환자의 요구에 따라 휴식시간을 제공하며 측정되었다.

보행의 측정변수는 보행속도(Gait velocity), 한발짝울(Cadence), 온걸음길이(Stride length), 마비쪽 한발짝길이(Paretic step length), 비마비쪽 한발짝길이(Non-paretic step length), 대칭성(Symmetry)이다.

$$\text{Symmetry Index} = 1 - \frac{\text{paretic step length(cm)}}{\text{non-paretic step length(cm)}}$$

대칭성 지수는 마비쪽 한발짝길이를 비마비쪽 한발짝길이를 나누어 1에서 뺀 값을 절대 값으로 계산하였다.²⁹⁾ 마비쪽과 비마비쪽의 비율 값이 작을수록 대칭성이 높다.



Figure 3. Kinesis gait

4. 분석방법

본 연구는 SPSS(ver. 18.0)를 사용하여 분석하였다. 연구대상자의 일반적 특성은 기술통계를 이용하여 평균과 표준편차를 분석하였고, 집단 간의 차이를 알아보기 위해 카이제곱검정, 독립검정을 실시하였다. 종속변수의 정규성 검정을 위해 샤피로윌크검정을 실시한 결과값이 정규성을 이루지 않아 비모수 검정을 실시하였다. 효과성 분석을 위한 각 집단 내 중재 전·후 차이는 윌콕슨부호순위검정을 사용하고 두 집단 간 차이 분석을 위해 중재 전·후의 변화량은 맨휘트니U검정을 실시하였다. 통계적 유의수준(α)은 .05로 하였다.

III. 결과

1. 대상자의 일반적 특성

본 연구는 32명의 연구대상자 중 중도탈락자 2명을 제외한 30명을 연구군 15명, 대조군 15명으로 분류하여 진행하였다. 연구군과 대조군의 일반적 특성은 Table 1과 같고, 중재 전 두 집단의 동질성 분석 결과 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p>.05$)(Table 1).

2. 자세안정성 변화

1) 단단한지면검사 변화 비교

연구군, 대조군 모두 중재 전·후 좌우흔들림각, 전후흔들림각, 회전각이 유의하게 감소하였다($p<.01$). 집단 간 비교에서 연구군이 대조군에 비해 좌우흔들림각, 전후흔들림각, 회전각이 유의하게 감소하였다($p<.05$)(Table 2-1).

2) 폼지면검사 변화 비교

연구군, 대조군 모두 중재 전·후 좌우흔들림각, 전후흔들림각, 회전각이 유의하게 감소하였다($p<.01$). 집단 간 비교에서 연구군이 대조군에 비해 전후흔들림각은 유의하게 감소하였고($p<.05$), 좌우흔들림각, 회전각은 유의한 차이가 없었다($p>.05$)(Table 2-2).

3) 시각차단 단단한지면검사 변화 비교

연구군, 대조군 모두 중재 전·후 좌우흔들림각, 전후흔들림각이 유의하게 감소하였다($p<.01$). 연구군에서 중재 전·후 회전각이 유의하게 감소하였고($p<.01$), 대조군에서 중재 전·후 회전각의 유의한 차이는 없었다($p>.05$). 집단 간 비교에서 좌우흔들림각, 전후흔들림각, 회전각의 유의한 차이는 없었다($p>.05$)(Table 2-3).

Table 1. General characteristics of the subjects

(N=30)

Variables	Study Group (n=15)	Control Group (n=15)	χ^2/t	p
Gender (M/F, %)	8/7(53.3/46.7)	8/7(53.3/46.7)	.000	1.000
Paretic side (R/L, %)	5/10(33.3/66.7)	5/10(33.3/66.7)	.000	1.000
Age (year)	52.80±12.17 ^a	53.07±11.10	.063	.950
Height (cm)	165.33±09.63	166.20±11.13	.228	.821
Weight (kg)	64.60±14.22	66.33±14.55	.330	.744
Duration(month)	13.07±04.43	10.40±03.35	1.858	.074
MMSE-K (score)	27.07±02.86	27.13±02.10	.073	.943

Note. MMSE-K: Mini-mental state examination-Korean version

^amean±standard deviation

Table 2-1. Comparison of postural displacement during eyes open, hard surface

(N=30)

Variables		Study Group (n=15)	Control Group (n=15)	<i>z</i>	<i>p</i>
PS-SS (°)	Pre	1.13±0.16 ^a	1.32±0.21		
	Post	0.96±0.15	1.21±0.24		
	Change	-0.17±0.02 ^b	-0.10±0.06	2.120 ^c	.033
	<i>z</i>	3.411	3.412		
	<i>p</i>	.001	.001		
PS-FB (°)	Pre	1.30±0.16	1.31±0.16		
	Post	1.04±0.14	1.11±0.15		
	Change	-0.26±0.14	-0.12±0.08	2.829	.004
	<i>z</i>	3.409	3.191		
	<i>p</i>	.001	.001		
RT-LR (°)	Pre	1.28±0.27	1.18±0.15		
	Post	1.02±0.17	0.98±0.20		
	Change	-0.25±0.15	-0.12±0.10	2.635	.008
	<i>z</i>	3.408	3.297		
	<i>p</i>	.001	.001		

Note. PS-SS: Postural Sway from Side to Side, PS-FB: Postural Sway in Forward or Backward, RT-LR: Rotation of Trunk to the Left or Right
^amean±standard deviation, ^bWilcoxon signed-rank test, ^cMann-Whitney U test

Table 2-2. Comparison of postural displacement during eyes open, foam surface

(N=30)

Variables		Study Group (n=15)	Control Group (n=15)	<i>z</i>	<i>p</i>
PS-SS (°)	Pre	1.09±0.18 ^a	1.31±0.16		
	Post	0.94±0.16	1.18±0.17		
	Change	-0.14±0.08 ^b	-0.12±0.07	1.020 ^c	.325
	<i>z</i>	3.412	3.413		
	<i>p</i>	.001	.001		
PS-FB (°)	Pre	1.20±0.17	1.26±0.17		
	Post	0.98±0.17	1.15±0.15		
	Change	-0.22±0.14	-0.10±0.06	2.037	.041
	<i>z</i>	3.412	3.413		
	<i>p</i>	.001	.001		
RT-LR (°)	Pre	1.28±0.15	1.36±0.18		
	Post	1.10±0.18	1.20±0.13		
	Change	-0.17±0.11	-0.11±0.09	1.391	.174
	<i>z</i>	3.409	3.411		
	<i>p</i>	.001	.001		

Note. PS-SS: Postural Sway from Side to Side, PS-FB: Postural Sway in Forward or Backward, RT-LR: Rotation of Trunk to the Left or Right
^amean±standard deviation, ^bWilcoxon signed-rank test, ^cMann-Whitney U test

Table 2-3. Comparison of postural displacement during eyes close, hard surface (N=30)

Variables		Study Group (n=15)		Control Group (n=15)		z	p
PS-SS (°)	Pre	0.99±0.20 ^a		1.18±0.15			
	Post	0.87±0.15		1.06±0.12			
	Change	-0.25±0.15 ^b		-0.10±0.04			
	z	3.410		3.413			
	p	.001		.001			
PS-FB (°)	Pre	1.24±0.22		1.18±0.24		1.225	.233
	Post	1.02±0.18		1.06±0.21			
	Change	-0.21±0.13		-0.16±0.11			
	z	3.409		3.413			
	p	.001		.001			
RT-LR (°)	Pre	1.23±0.17		1.26±0.20		1.308	.202
	Post	1.14±0.16		1.22±0.25			
	Change	-0.09±0.05		-0.04±0.36			
	z	3.300		1.761			
	p	.001		.078			

Note. PS-SS: Postural Sway from Side to Side, PS-FB: Postural Sway in Forward or Backward, RT-LR: Rotation of Trunk to the Left or Right
^amean±standard deviation, ^bWilcoxon signed-rank test, ^cMann-Whitney U test

3. 균형 변화

BBS는 연구군, 대조군 모두 중재 전·후 유의하게 증가하였다 ($p < .01$). 중재 전·후 앉은 자세 균형은 연구군, 대조군의 유의한 차이가 없었고 ($p > .05$), 선 자세 정적균형, 동적균형은 연구군, 대조군 모두 유의하게 증가하였다 ($p < .01$). 집단 간 비교에서 연구군이 대조군에 비해 BBS, 선 자세 동적균형이 유의하게 증가하였고 ($p < .05$), 앉은 자세, 선 자세 정적균형은 유의한 차이가 없었다 ($p > .05$).

TUG는 연구군, 대조군 모두 중재 전·후 유의하게 감소하였다 ($p < .01$). 집단 간 비교에서 연구군이 대조군에 비해 유의하게 감소하였다 ($p < .05$) (Table 3).

4. 보행 변화

연구군, 대조군 모두 중재 전·후 보행속도, 한발짝을, 온걸음 길이, 마비쪽 한발짝길이, 비마비쪽 한발짝길이 유의하게 증가하였다 ($p < .05$). 집단 간 비교에서 연구군이 대조군에 비해

Table 3. Comparison of balance during functional movement (N=30)

Variables	Study Group (n=15)			Control Group (n=15)			z	p
	Pre	Post	Change (post-pre)	Pre	Post	Change (post-pre)		
BBS (score)	39.13±10.50 ^a	43.33±9.54	4.20±1.85 ^b	36.27±10.34	38.80±10.07	2.53±1.76 ^c	2.184 ^c	.029
SB	3.80± 0.41	4.00±0.00	0.20±0.41	3.80± 0.41	3.93± 0.25	0.13±0.35	.482	.775
STB	21.00± 6.75	23.07±6.10	2.06±1.38 ^c	19.33± 5.91	20.73± 6.05	1.40±1.35 ^c	1.337	.202
DB	14.33± 3.57	16.13±3.68	1.80±0.94 ^c	13.20± 4.36	14.07± 4.26	0.86±0.74 ^c	2.612	.011
TUG (sec)	31.33± 9.13	29.53±8.61	-1.80±0.94 ^c	27.87± 7.49	26.93± 7.37	-0.93±0.45 ^c	2.816	.010

Note. BBS: Burg Balance Scale, SB: Sitting Balance, STB: Standing Balance, DB: Dynamic Balance, TUG: Timed Up and Go test
^amean±standard deviation, ^bWilcoxon signed-rank test, ^cMann-Whitney U test
 $p < 0.01$, $p < 0.001$ "

Table 4. Comparison of gait

(N=30)

Variables	Study Group (n=15)			Control Group (n=15)			z	p
	Pre	Post	Change (post-pre)	Pre	Post	Change (post-pre)		
Velocity (m/s)	0.65± 0.32 ^a	0.73± 0.35	0.08±0.63 ^{ab}	0.67± 0.30	0.70± 0.31	0.02±0.04 ⁱ	2.998 ^c	.002
Cadence (steps/min)	85.57±22.22	91.68±24.22	6.11±4.84 ⁱⁱ	84.58±20.90	86.28±21.28	1.69±5.70 ⁱ	2.883	.003
Stride length (cm)	83.85±30.58	89.26±29.38	5.41±6.65 ⁱ	88.43±28.80	91.76±28.70	3.32±6.02 ⁱ	1.472	.148
Step length (cm)	38.61±14.04	44.58±13.75	4.23±3.06 ⁱⁱⁱ	40.92±14.44	42.75±14.12	6.32±4.46 ⁱⁱⁱ	3.547	.000
paretic	42.84±12.89	47.94±13.53	3.35±3.55 ⁱⁱⁱ	47.25±12.71	49.06±13.10	6.30±4.52 ⁱⁱⁱ	3.256	.001
non-paretic	0.11± 0.09	0.07± 0.07	-0.03±0.06 ⁱ	0.14± 0.11	0.13± 0.11	-0.01±0.41	1.128	.267
symmetry								

Note. ^amean±standard deviation, ^bWilcoxon signed-rank test, ^cMann-Whitney U test
ⁱp<0.01", ⁱⁱp<0.001"

보행속도, 한발짝을, 마비쪽 한발짝길이, 비마비쪽 한발짝길이
 가 유의하게 증가하였고($p<.01$), 온걸음길이는 유의한 차이가
 없었다($p>.05$). 한발짝길이 대칭성지수는 연구군에서 중재
 전·후 유의하게 감소하였고($p<.05$), 대조군에서는 중재 전·후
 유의한 차이가 없었다($p>.05$). 집단 간 비교에서 유의한 차이
 는 없었다($p>.05$)(Table 4).

IV. 고찰

본 연구에서는 뇌졸중 환자의 균형과 보행능력 향상을 위해
 상지과제를 결합한 보행훈련의 효과를 분석하였다. 뇌졸중 환
 자는 마비된 팔, 몸통, 하지 근육의 약화, 경직으로 인해 보행
 에 어려움을 겪는다.⁴⁾ 과제를 향한 팔 뻗기는 자세조절을 향
 상시키고, 자세안정성을 증가시켜 균형을 유지하는데 도움이
 된다.³⁰⁾ 또한, 상지와 하지의 결합운동은 보행을 향상에 중요
 한 역할을 한다.³¹⁾ 따라서 뇌졸중 환자의 기능적 활동 향상을
 위한 몸통조절 강화는 중요한 치료적 목적이 된다.³²⁾ 시각, 몸
 통감각 등을 사용하여 자세 및 동작에 통합적 접근을 통해 감
 각, 운동 및 기능과제수행에 변화를 줄 수 있어야 한다.³³⁾ 본
 연구에서도 상지과제 보행훈련을 적용한 연구군의 단단한지면
 검사, 폼지면검사, 시각차단 단단한지면검사서 좌우흔들림
 각, 전후흔들림각, 회전각이 모두 유의하게 감소하였고, 집단
 간 연구에서는 연구군이 대조군에 비해 단단한지면검사의 좌
 우흔들림각, 전후흔들림각, 회전각과 폼지면검사의 전후흔들림
 각에서 유의한 차이가 있었다. 따라서 본 연구의 상지과제 보
 행훈련은 뇌졸중 환자의 자세안정성 향상에 효과적인 중재방
 법이라 생각된다.

상향으로 팔을 뻗는 과제를 수행할 때 몸통의 안정성이 무
 계중심 이동 및 하지에 영향을 미치며, 몸통의 직립자세에 중
 요하게 작용해 동적균형 회복에 긍정적인 영향을 미친다.^{23,34)}
 본 연구에서 상지과제 보행훈련을 실시한 연구군은 중재 후
 BBS에서 선 자세 정적균형, 동적균형이 증가하였고, 집단 간
 연구에서는 연구군이 대조군에 비해 동적균형에서 유의한 차
 이가 있었다. 6분걸기가 독립적으로 가능한 대상자들이 일반
 적 보행훈련보다 위쪽의 상지과제를 결합한 보행훈련 방법은
 몸통의 무게중심이 위로 이동하며 동적균형을 향상에 더 효과
 적이라고 생각되며,²³⁾ 이는 선행연구의 결과와 같이 균형능력
 에 효과적이라고 생각한다.

앉은 자세에서 일어서서걸기는 자세조절과 균형이 필요한
 기능적 과제이다.³⁵⁾ 하지근은 일어서서걸기와 회전하는 보행
 시간, 균형에 중요한 요소이며 발목관절 각도에 따른 무게이
 동은 자세조절에 효과적이다.²⁴⁾ 따라서 목표지향적 고유감각
 훈련은 균형, 일상생활활동 향상, 보행능력에 영향을 미친
 다.³⁶⁾ 본 연구의 TUG는 연구군과 대조군 모두 유의하게 감
 소하였고, 집단 간 연구에서는 연구군이 대조군에 비해 유의
 한 차이를 보였다. 앉아서일어서기 훈련, TUG와 동일한 환경
 에서 반복으로 진행한 보행훈련이 일어서서걸기 및 회전하는
 시간의 감소에 더 유의한 효과가 있는 것으로 나타났다.

공간적, 시간적 보행의 비대칭은 정적균형보다 동적균형과
 더 밀접한 관련이 있고, 이는 뇌졸중 환자의 낙상과 관련이
 있다.³⁷⁾ 뇌졸중 환자의 이중과제 보행훈련 시 다양한 방향으
 로의 보행을 시행할 때 공간적, 시간적 보행변수가 개선된다
 고 하였다.³⁸⁾ 보행속도와 보폭의 비대칭은 추진력과 관련이
 있고, 보행속도의 향상은 보폭의 비대칭을 개선하고 에너지
 소비를 감소시켜 지구력을 향상시킬 수 있다.³⁹⁾ 본 연구의 상

지과제 보행훈련을 한 연구군과 일반적 보행훈련을 한 대조군 모두 보행속도, 한발짝을, 온걸음길이, 마비쪽 한발짝길이, 비마비쪽 한발짝길이 유의하게 증가하였고, 연구군에서만 대칭성지수에서 유의하게 감소하였다. 집단 간 연구에서는 연구군이 대조군에 비해 보행속도, 한발짝을, 마비쪽 한발짝길이, 비마비쪽 한발짝길이에서 유의한 차이가 있었다. 이는 일상생활에서 다양한 과제를 수행하며 반복할 때 보행이 개선될 수 있음을 의미한다. 또한 상지과제 보행훈련 중재 전·후 마비쪽 한발짝길이의 향상은 비마비쪽 한발짝길이와 대칭성이 향상되었음을 의미하며 전반적인 동적균형과 보행능력에 중요한 요소로 작용하여 낙상 예방에도 영향이 있음을 알 수 있었다. 따라서 상지과제 보행훈련이 뇌졸중 환자를 대상으로 과제 지향적인 신경물리치료로 적용 가능성이 있음을 알 수 있었고, 뇌졸중 환자가 과제를 수행하는 일상생활 향상에 효과적인 방법이 될 수 있을 것이라 판단된다.

본 연구의 제한점으로는 대상자가 적어 모든 뇌졸중 환자에게 일반화하기 어렵고, 상지과제 보행훈련 시 자세의 무게 중심의 변수를 수치화 할 수 없었다. 이와 같은 제한점을 보완하여 추후 연구에서는 많은 대상자와 향후 지속가능성을 확인할 수 있는 연구기간을 가지고 연구의 결과를 일반화할 수 있도록, 상지과제를 결합한 보행훈련의 다양한 연구와 방법으로 보다 효과적이고 질적인 연구들이 제시되기를 기대한다.

References

- Murphy SJ, Werring DJ. Stroke: causes and clinical features. *Medicine*. 2020;48(9):561-6.
- Feigin VL, Stark BA, Johnson CO, et al. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990–2019: A systematic analysis for the global burden of disease study 2019. *The Lancet Neurology*. 2021;20(10):795-820.
- Hak L, Houdijk H, Van Der Wurff P, et al. Stepping strategies used by post-stroke individuals to maintain margins of stability during walking. *Clinical Biomechanics*. 2013;28(9-10):1041-8.
- Li S, Francisco GE, Zhou P. Post-stroke hemiplegic gait: New perspective and insights. *Frontiers in Physiology*. 2018;9:1-8.
- Desrosiers J, Noreau L, Rochette A, et al. Predictors of handicap situations following post-stroke rehabilitation. *Disability and Rehabilitation*. 2002;24(15):774-85.
- Santos MJ, Kanekar N, Aruin AS. The role of anticipatory postural adjustments in compensatory control of posture: 1. Electromyographic analysis. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2010;20(3):388-97.
- Shiratori T, Aruin A. Modulation of anticipatory postural adjustments associated with unloading perturbation: Effect of characteristics of a motor action. *Experimental Brain Research*. 2007;178:206-15.
- Saito H, Yamanaka M, Kasahara S, et al. Relationship between improvements in motor performance and changes in anticipatory postural adjustments during whole-body reaching training. *Human Movement Science*. 2014;37:69-86.
- Proske U, Gandevia SC. The proprioceptive senses: Their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiological Reviews*. 2012;92:1651-97.
- Mentiplay BF, Clark RA, Bower KJ, et al. Five times sit-to-stand following stroke: Relationship with strength and balance. *Gait & Posture*. 2020;78:35-9.
- Vive S, af Geijerstam JL, Kuhn HG, et al. Enriched, task-specific therapy in the chronic phase after stroke: An exploratory study. *Journal of Neurologic Physical Therapy*. 2020;44(2):145-55.
- Aruin AS, Kanekar N, Lee YJ, et al. Enhancement of anticipatory postural adjustments in older adults as a result of a single session of ball throwing exercise. *Experimental Brain Research*. 2015;233:649-55.
- Carr JH, Gentile AM. The effect of arm movement on the biomechanics of standing up. *Human Movement Science*, 1994;13(2):175-93.
- Arya KN, Pandian S. Interlimb neural coupling: Implications for poststroke hemiparesis. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2014;57(9-10):696-713.
- Zehr EP, Barss TS, Dragert K, et al. Neuromechanical interactions between the limbs during human locomotion: An evolutionary perspective with translation to rehabilitation. *Experimental Brain Research*. 2016;234:3059-81.
- Takakusaki K. Functional neuroanatomy for posture and gait control. *Journal of Movement Disorders*. 2017;10(1):1.
- Massion J. Movement, posture and equilibrium: Interaction and coordination. *Progress in Neurobiology*. 1992;38(1):35-56.
- Park S, Horak FB, Kuo AD. Postural feedback responses scale with biomechanical constraints in human standing. *Experimental Brain Research*. 2004;154:417-27.

19. Alexandrov AV, Frolov AA, Horak FB, et al. Feedback equilibrium control during human standing. *Biological Cybernetics*. 2005;93:309-22.
20. Cavallari P, Bolzoni F, Bruttini C, et al. The organization and control of intra-limb anticipatory postural adjustments and their role in movement performance. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2016;10:1-14.
21. Zehr EP, Barss TS, Dragert K, et al. Neuromechanical interactions between the limbs during human locomotion: an evolutionary perspective with translation to rehabilitation. *Experimental Brain Research*. 2016;234:3059-81.
22. Kaupp C, Pearcey GE, Klarner T, et al. Rhythmic arm cycling training improves walking and neurophysiological integrity in chronic stroke: the arms can give legs a helping hand in rehabilitation. *Journal of Neurophysiology*. 2018;119(3):1095-112.
23. Row BS, Cavanagh PR. Reaching upward is more challenging to dynamic balance than reaching forward. *Clinical Biomechanics*. 2007;22(2):155-64.
24. Chen T, Chou LS. Effects of muscle strength and balance control on sit-to-walk and turn durations in the timed up and go test. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2017;98(12):2471-6.
25. Chen FC, Tsai CL. The mechanisms of the effect of light finger touch on postural control. *Neuroscience Letters*, 2015;605:69-73.
26. Berg K, Wood-Dauphine S, Williams JI, et al. Measuring balance in the elderly: Preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada*. 1989;41(6):304-11.
27. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*. 1991;39(2):142-8.
28. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: Guidelines for the six-minute walk test. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2002;166:111-7.
29. Hsu AL, Tang PF, Jan MH. Analysis of impairments influencing gait velocity and asymmetry of hemiplegic patients after mild to moderate stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2003;84(8):1185-93.
30. Arya KN, Pandian S, Sharma A, et al. Interlimb coupling in poststroke rehabilitation: A pilot randomized controlled trial. *Topics in Stroke Rehabilitation*. 2020;27(4):272-89.
31. Curuk E, Lee Y, Aruin AS. Individuals with stroke improve anticipatory postural adjustments after a single session of targeted exercises. *Human Movement Science*. 2020;69:1-9.
32. Chang WN, Kim JH, Hwang BY. Effects of trunk facilitation based on the Bobath concept on trunk alignment and weight distribution in patients with stroke. *The Journal of Korean Society for Neurotherapy*. 2017;21(3):18
33. Jeong JW, Song BK. A Comparative Study of Sensory, Upper Limb Function and Daily Living Activities on Proprioceptive Feedback with Action Observation Training in Chronic Stroke Patients. *Journal of Korea Society for Neurotherapy*. 2021;25(2):61-7.
34. Khallaf ME. Effect of task-specific training on trunk control and balance in patients with subacute stroke. *Neurology Research International*. 2020;(1):1-8.
35. Kerr A, Clark A, Cooke EV, et al. Functional strength training and movement performance therapy produce analogous improvement in sit-to-stand early after stroke: Early-phase randomised controlled trial. *Physiotherapy*. 2017;103(3):259-65.
36. Chiaramonte R, D'Amico S, Caramma S, et al. The effectiveness of goal-oriented dual task proprioceptive training in subacute stroke: A retrospective observational study. *Annals of Rehabilitation Medicine*. 2024;48(1):31-41.
37. Lewek MD, Bradley CE, Wutzke CJ, et al. The relationship between spatiotemporal gait asymmetry and balance in individuals with chronic stroke. *Journal of Applied Biomechanics*. 2014;30(1):31-6.
38. Iqbal M, Arsh A, Hammad SM, et al. Comparison of dual task specific training and conventional physical therapy in ambulation of hemiplegic stroke patients: A randomized controlled trial. *The Journal of the Pakistan Medical Association*. 2020;70(1):7-10.
39. Awad LN, Palmer JA, Pohlig RT, et al. Walking speed and step length asymmetry modify the energy cost of walking after stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2015;29(5):416-23.

