이중운동과제 훈련이 만성 뇌졸중 환자의 균형 및 보행에 미치는 효과

The Journal Korean Society of Physical Therapy

■조기훈, 이완희[1]
■삼육대학교 대학원 물리치료학과, [1]삼육대학교 물리치료학과

The Effects of Two Motor Dual Task Training on Balance and Gait in Patients with Chronic Stroke

Ki-Hun Cho, PT, MS; Wan-Hee Lee, PT, PhD[1]

Department of Physical Therapy, Graduate school of Sahmyook University; [1]Department of Physical Therapy, Sahmyook University

Purpose: The goal of this study was to investigate the effect of balance and gait ability through two motor dual task training in chronic stroke subjects.

Methods: A group of twenty-five subjects who were six months post stroke participated in this study, where they were designated into pretest-posttest control The subjects were randomly allocated into two groups: experimental (n=13) and control (n=12). Both groups received physical therapy for 5 session 30 minutes per week during 6 weeks. Experimental group practiced additional two motor dual task training programs for thirty minutes a day, three days a week during six weeks. Evaluation of results was obtained through analyzing static balance, dynamic balance and gait function.

Results: There was significant improvement among the group that practiced the additional two motor dual task training in that the postural sway area with open eye and close eye on the foam surface, the dynamic balance ($p<0.05$), and the gait function ($p<0.05$).

Conclusion: Two motor dual task training improved static balance on the foam, dynamic balance, gait function. These results suggest that two motor dual task training is a feasible and suitable treatment for individuals with chronic stroke.

Keywords: Balance, Gait, Rehabilitation, Stroke

논문접수일: 2010년 4월 23일
수정접수일: 2010년 7월 18일
게재승인일: 2010년 8월 8일
교신저자: 이완희, whlee@syu.ac.kr

I. 서론

뇌졸중이란 뇌의 혈액공급이 중단되거나 뇌 조직으로 출혈이 발생해 주로 운동신경과 감각신경을 지배하는 뇌의 기능이 상실됨을 의미한다.[1] 뇌졸중에 의한 편마비 환자는 기능 회복을 위해 사회적, 개인적으로 많은 비용과 노력을 투자하지만 장기간의 기능적, 신체적 장애가 남게 되어,[2] 가정과 지역사회로의 복귀 시 일상생활동작은 물론 독립적 보행수행에 있어 어려움을 보인다.[3] 또한 뇌졸중 후 대부분의 환자들은 균형조절에 어려움을 겪게 되는데,[4] 서있는 동안 자세동요가 증가하고,[5] 비마비측으로 체중부하가 증가하여 균형적인 체중분배가 어려워지며 안정적인 체중이동 능력이 감소하게 된다.[6] 이러한 균형의 문제는 일상생활동작의 회복을 지연하며 움직임을 감소시키고 낙상률을 증가시키는 한편,[7] 기립이나 보행을 방해하는 중요한 요인으로 작용한다.[8] 균형조절 능력을 위한 치료적 접근으로 힘판을 이용한 시청각 피드백 훈련,[9] 체간하부 안정성 강화운동,[10] 과제 중심 순환 훈련[11] 등의 체계적인 치료적 훈련 방법들에 대한 연구가 이루어져 왔고,[12] 최근에는 뇌졸중과 같은 신경학적 손상 환자의 운동조절력 회복의 이해와 관련해 운동과제(motor task)와 인지과제(cognitive task)를 동시에 수행하는 이중과제

(dual task) 훈련이 연구분야의 초점이 되었다.[13]

일반적인 상황에서 운동과제와 인지과제를 동시에 수행하는 것은 어려운 일이 아니지만,[14] 집중력이 저하된 노인이나 신경학적 손상을 당한 환자에게 운동과제를 수행하면서 동시에 인지과제를 수행하도록 한 종전의 이중과제 훈련은 낙상을 야기하거나,[15] 신체적, 인지적 기능력을 저하시키며,[16] 보행능력의 감소와 균형조절능력의 저하를 유발할 수 있다.[17] 또한 낙상의 경험이 있는 노인은 인지과제가 포함된 이중과제 훈련 시 인지과제 수행을 위한 집중으로 불안정성을 유발하여 오히려 운동실행능력이 감소된다는 연구 결과가 있으며,[18] 뇌졸중과 같은 신경학적 손상을 당한 사람들에게 이러한 현상은 더욱 두드러지게 나타난다고 하였다.[14] 이에 Yang 등[19]은 신경학적 손상을 당한 환자들에게 나타나는 다양한 인지과제로 인한 실질적인 보행능력의 감소를 지적하고 운동과제와 인지과제를 동시에 수행하는 이중과제가 아닌 두 가지의 운동과제를 동시에 수행하는 이중운동과제의 중요성을 강조하였다.

복잡한 기능적 과제들을 효과적으로 수행하기 위한 인간의 움직임은 한 가지 이상의 움직임을 동시에 해결하는 특징이 있고, 커피를 들고 산책하다가 벤치에 앉는 것처럼 많은 일상생활 동작들이 한 가지 이상의 운동과제를 동시에 수행하도록 구성된 이중운동과제를 포함하고 있으며,[20] 이러한 이중운동과제를 평가의 지표로 구성한다면 신경손상 환자의 지역사회 복귀를 돕는 역할을 할 수 있을 것이다.[21]

그러나 이중운동과제 훈련이 일상생활동작을 강화하는 데 효과적이며 고위수준의 움직임이 발생하는 동안 이차적으로 나타나는 협력적 근 활동을 촉진한다고 보고한 Canning[21]의 연구는 파킨슨 환자를 대상으로 보행능력의 변화만을 분석한 결과였으며, 지역사회에 거주하고 있는 뇌졸중 환자 13명에게 4주간 공을 이용한 이중운동과제 훈련을 실시한 연구도 대상자의 보행능력의 변화만을 분석하여 공간적 균형지수를 제외한 모든 항목에서 유의한 향상을 나타내었다고 보고한 결과였다.[22]

편마비 환자의 마비측 하지 서기 균형능력은 보행이나 이동능력과 밀접한 연관성이 있으며, 일상 활동을 수행할 수 있는 독립적 기능회복 수준을 가늠할 수 있는 척도이다.[23] 이렇듯 뇌졸중 환자의 서기 균형과 보행은 아주 긴밀한 상관성을 가지고 있음에도 불구하고[24] 선행된 연구에서는 두 가지 운동과제를 동시에 수행하는 이중운동과제 훈련에 대한 연구 결과로 보행 적측면만을 고려하였다. 따라서 본 연구에서는 이중운동과제 훈련을 만성 뇌졸중 환자에게 적용하여 보행 뿐만 아니라 보행과 긴밀한 상관성을 지닌 정적, 동적 균형능력에 미치는 효과를 입증함으로써 뇌졸중 환자의 독립적인 일상생활과 운동성 증진을 위한 새로운 치료적 방향을 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 서울특별시 북부노인병원 재활의학과 물리치료실에서 뇌졸중으로 진단을 받고 입원해 운동치료를 받고 있는 환자 중 본 연구의 내용을 이해하고 실험에 참여하기로 동의한 자로 자연회복 가소성 배제를 위해 발병 후 6개월이 경과된 자, 한글판 약식정신상태검사(MMES-K)에서 21점 이상으로 의사소통과 이해가 가능한 자, 시각적 장애 및 시야결손이 없는 자, 양 하지에 정형외과적 질환이 없는 자, 독립적으로 20 m 보행이 가능한 자, 비마비측 상지를 독립적으로 사용할 수 있는 자로 하였다.

2. 연구설계 및 절차

본 연구는 사전-사후 통제 집단 설계(pretest-posttest control group design)로 구성하였다. 연구 집단은 제비 뽑기를 통하여 무작위로 이중운동과제 훈련군과 대조군으로 구분하였고, 처치에 들어가기에 앞서 사전검사를 실시하고 처치 이후 사후검사를 실시하였다. 이중운동과제 훈련군과 대조군은 공통적으로 물리치료사에 의해 일대일로 관절가동범위 훈련 10분, 기능적 매트 훈련 10분, 보행 훈련 10분, 총 30분의 물리치료를 6주간 주 5회로 환자의 수준에 맞게 난이도를 조절하여 실시하였고, 이중운동과제 훈련군은 추가적으로 6주간 주 3회, 회당 30분의 이중운동과제 훈련을 실시하였다.

전체 대상자 30명 중 시야결손이 있는 1명과 정형외과적 질환을 가진 2명을 제외한 후 27명을 선정하고, 이중운동과제 훈련군 14명과 대조군 13명으로 나누었으며, 실험 전 의사의 진료를 통하여 유병기간, 마비측, 성별, 나이, 체중, 신장 등의 일반적 특성을 기록하였다. 연구 진행 중 이중운동과제 훈련군에서 환자의 의학적 상태변화로 인해 1명이 탈락하였고, 대조군에서 퇴원으로 인해 1명이 탈락하여 최종적으로 이중운동과제 훈련군 13명, 대조군 12명이 실험에 참여하였다.

3. 이중운동과제 훈련방법

이중운동과제 훈련은 Yang 등[22]의 이중운동과제 훈련을 수정, 보완하여 적용하였으며 훈련 중 대상자가 피로를 느끼지 않도록 각 단계 사이에 휴식을 취하였다.

본 연구에서는 균형능력 증진과 보행능력 증진을 위한 두 단계의 이중운동과제 훈련을 실시하였다. 균형능력 증진을 위한 훈련은 불안정한 지지면에서 균형을 유지하며 컵 옮기기와 불안정한 지지면에서 균형을 유지하며 상지와 몸통의 가동범위를 이용하여 홀라후프를 따라 원형 그리기로 구성하였으며, 대

상자에게 불안정한 지지면을 제공하기 위해 가로 59 cm, 세로 59 cm, 높이 10 cm의 Health airboard를 사용하였다. 불안정한 지지면에서 균형을 유지하며 컵 옮기기는 높이 10.5 cm, 지름 6 cm의 컵 20개를 대상자의 흉쇄돌기 높이에서 마비측에서 비마비측으로, 비마비측에서 마비측으로 옮기는 과제로서 총 7분간 실시하였고, 불안정한 지지면에서 균형을 유지하며 훌라후프를 따라 원형 그리기는 지름 1m의 훌라후프를 마비측과 비마비측 어깨관절 높이에서 몸통과 상지의 가동범위를 이용하여 원형을 그리는 훈련으로 총 7분간 실시하였다. 대상자와 컵, 훌라후프와의 거리는 1~2주차에 상지길이의 90%, 3~4주차에 100%, 5~6주차에 110%로 순차적으로 늘려 과제의 난이도를 조절하였다.

보행능력 증진을 위한 훈련은 공을 비마비측 무릎으로 차며 목표물을 걸어 돌아오기와 공을 마비측 발로 차며 목표물을 돌아 걸어오기로 구성하였다. 공을 비마비측 무릎으로 차며 목표물을 걸어 돌아오기는 지름 18 cm의 스티로폼 공을 비마비측 무릎으로 차며 10 m를 걸어 목표물을 돌아 다시 10m를 되돌아오는 훈련으로 총 7분간 실시하였고, 공을 마비측 발로 차며 목표물을 돌아 걸어오기는 지름 18 cm의 스티로폼 공을 마비측 발로 차며 10 m를 걸어 목표물을 돌아 다시 10 m를 되돌아오는 훈련으로 총 7분간 실시하였다. 공은 치료사가 대상자 옆에서 무릎관절 높이와 발목관절 높이로 들어주었으며, 각 단계는 1~2주차에 직선코스, 3~4주차에 S자코스, 5~6주차에 장애물코스로 실시하여 과제의 난이도를 조절하였다(Figure 1). 직선코스와 S자 코스는 10 m 거리를 직선과 S모양으로 붉은색선을 표시해 왕복하게 하였으며, 장애물코스는 10 m 거리 안에 높이 20 cm의 볼링핀 4개를 일정한 거리로 두고 피하며 왕복하게 하였다.

Figure 1. Two motor dual task training program

4. 연구도구 및 측정방법

1) 정적 균형능력 측정

정적 균형능력 측정을 위해 Good Balance System (Metitur Ltd, 핀란드)을 사용하여 대상자의 자세동요면적을 측정하였다. 이 장비는 노인과 신경학적 손상 환자의 균형을 측정하고 훈련할 수 있는 목적으로 상용화되어 널리 사용되는 장비로,[25] 삼각형으로 구성된 힘 판과 3-채널의 직류 증폭기에 연결되어 있으며 증폭기의 신호는 12-바이트 변환기로 사용되고, 근거리 무선 통신의 기능을 사용하고 있다. 대상자는 힘 판 위에 선 자세에서 눈을 뜬 상태(EO)로 어깨넓이 정도로 다리를 벌린 후 전방 모니터에 나타나는 숫자를 주시하며 30초간 유지하도록 하여 3회, 눈을 감은 상태(EC)에서 30초간 유지하도록 하여 3회의 자세동요면적을 측정하고, 힘 판 위에 Foam을 놓고 같은 방식으로 눈을 뜬 상태(EO/F)와 눈을 감은 상태(EC/F)의 자세동요면적을 각각 3회 측정한 뒤 결과 값의 평균값을 구하여 mm^2/S로 표시하였다.

2) 동적 균형능력 측정

동적 균형능력을 측정하기 위해 일어나 걸어가기 검사와 버그 균형 척도를 사용하였다.

(1) 일어나 걸어가기 검사(Timed Up and Go, TUG)

이 검사는 기본적인 운동성과 균형을 빠르게 측정할 수 있는 검사법으로 평편한 바닥에 팔걸이가 있는 높이 46 cm의 의자를 놓고 앉은 다음에 '시작'이라는 구령에 따라 의자에서 일어나 3 m 지점까지 보행한 후 돌아와 다시 의자에 앉기까지의 시간을 3회 측정하여 평균값을 구하였다. 이때 자신이 평상시 착용하던 신발을 신었으며 보조 도구는 사용할 수 있으나 타인의 도움을 받지 않았다. 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 한 이 검사의 측정자 내 신뢰도는 r=0.97로 신뢰할 만한 도구이다.[26]

(2) 버그 균형 척도(Berg Balance Scale, BBS)

버그 균형 척도는 낙상의 위험이 높은 노인과 신경계 환자의 균형능력을 평가하기 위한 목적으로 사용되며 자세유지, 수의적 운동에 의한 자세조절, 외부동요에 대한 반응 등 3가지 측면을 고려한 기능적 균형검사 방법이다. 모두 14개 항목을 수행하는데 0점-4점까지 5점 척도로 구성되어 있으며 총 56점 만점이다.[27]

3) 보행 능력 측정

보행능력은 보행 분석기(GAITrite, CIR system Inc, 미국)를

이용하여 대상자의 시공간적 보행능력을 측정하였다. 보행 분석기는 길이 5 m, 폭 61 cm, 높이 0.6 cm인 전자식 보행판으로, 직경 1 cm의 센서 16,128개가 1.27 cm마다 보행판을 따라 수직으로 배열되어 시간적, 공간적 변수에 대한 정보를 수집한다. 수집된 정보는 GAITrite GOLD, version 3.2b (CIR system Inc, 미국) 소프트웨어로 처리하였다.[28] 실험 진행은 대상자를 보행판 전방에 서 있도록 한 다음 검사자의 구두신호에 의하여 가장 편안한 보행 속도로 걸어서 보행판 밖으로 나오게 하여 보행속도, 분속수, 마비측 보장, 마비측 활보장을 컴퓨터화된 분석을 통해 기록하였다.

5. 자료분석

본 연구의 모든 작업과 통계는SPSS ver. 12.0을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였다. 전체 대상자는 정규성 검증을 하였으며, 결과 모든 변수가 정규분포 하였다. 대상자의 일반적 특성과 종속변수의 동질성 검정을 위해 x2-test와 Independent t-test를 사용하였고, 각 집단 간 이중운동과제 훈련 적용 전·후를 비교하기 위해 Paired t-test를 실시하였으며, 각 집단 간 차이를 알아보기 위해 Independent t-test를 실시하였다. 자료의 모든 통계적 유의수준은 0.05 이하로 하였다.

III. 결과

1. 대상자의 일반적 특성 및 종속변수에 대한 동질성 검정

본 연구의 일반적 특성인 성별, 마비부위, 연령, 신장, 체중, MMSE-K, 유병기간에 대한 동질성 여부를 검정하기 위해 x2-test와 Independent t-test로 분석한 결과 두 집단 간에는 유의한 차이가 없었고(Table 1), 종속변수인 정적균형, 동적균형, 보행능력에 대한 동질성 여부를 검정하기 위해 Independent t-test로 분석한 결과 두 집단 간에 유의한 차이가 없었다(Table 2).

2. 정적, 동적 균형능력의 변화

집단별 훈련 전후에서 자세동요면적으로 측정한 정적 균형능력과 버그 균형 척도와 일어나 걸어가기 검사로 측정한 동적 균형능력의 변화는 다음과 같다(Table 3).

안정지지면 위에서 눈을 뜬 상태와 눈은 감은 상태에서의 자세동요면적에서 이중운동과제 훈련군과 대조군 모두 감소하였으나 유의한 차이는 아니었으며, 훈련 방법에 따른 그룹 간의 변화량 차이는 모두 유의한 차이를 보이지 않았다. 불안정지지면 위에서 눈을 뜬 상태에서의 자세동요면적에서 두 군 모두 감소하였으나, 이중운동과제 훈련군에서만 유의한 차이를 나타내었으며

Table 1. Homogeneity test for general characteristics

	T.D (n=13)	Control (n=12)	X^2/t
Gender			
Male	10	6	1.96
Female	3	6	
Paretic side			
Right	2	4	1.10
Left	11	8	
Age (yrs)	65.15±6.43	61.67±6.08	1.39
Height (cm)	164.23±6.58	164.75±7.91	-0.18
Weight (kg)	63.26±9.41	61.38±7.64	0.41
MMSE-K(score)	25.23±2.68	26.50±3.00	-1.12
Duration(month)	16.76±2.62	16.58±3.39	0.15

T.D: Two motor dual task training group

Table 2. Homogeneity test for static balance, dynamic balance and gait ability

	T.D (n=13)	Control (n=12)	t
Static balance			
EO (mm^2/s)	25.51±7.89	24.85±5.38	0.24
EC (mm^2/s)	36.35±7.56	35.14±7.05	0.41
EO/F (mm^2/s)	65.06±7.32	63.15±6.44	0.69
EC/F (mm^2/s)	215.46±51.26	211.45±39.90	0.22
Dynamic balalnce			
BBS (score)	40.76±5.29	43.75±3.91	-1.59
TUG (sec)	22.53±3.23	19.60±4.54	1.87
Gait ability			
Velocity (cm/s)	46.07±17.45	52.32±18.38	-0.87
Cadence (step/min)	75.71±26.08	78.50±17.76	-0.31
Paretic side step length (cm)	37.60±7.54	41.07±6.64	-1.22
Paretic side stride length (cm)	69.52±15.88	78.31±14.10	-1.46

T.D: Two motor dual task training group
EO: Eye open on the flat surface
EC: Eye close on the flat surface
EO/F: Eye open on the foam surface
EC/F: Eye close on the foam surface
BBS: Berg balance scale
TUG: Timed up and go test

Table 3. Changes of static and dynamic balance abilities

		T.D (n=13)	Control (n=12)	t
EO (mm^2/s)	pre	25.51±7.89	24.85±5.38	
	post	24.27±7.38	23.86±5.67	
	change	1.23±2.06	0.98±2.09	0.31
	t	2.17	1.63	
EC (mm^2/s)	pre	36.35±7.56	35.14±7.05	
	post	35.18±6.64	34.47±8.71	
	change	1.16±1.96	0.66±3.88	-0.41
	t	2.14	0.59	
EO/F (mm^2/s)	pre	65.06±7.32	63.15±6.44	
	post	60.36±6.28	62.10±6.44	
	change	4.70±5.17	1.05±2.55	-2.20*
	t	3.28*	1.44	
EC/F (mm^2/s)	pre	215.46±51.26	211.45±39.90	
	post	210.04±51.55	209.14±41.35	
	change	5.42±6.78	2.30±5.09	-1.29
	t	2.88*	1.57	
BBS (score)	pre	40.76±5.29	43.75±3.91	
	post	43.07±4.38	44.91±3.62	
	change	2.30±1.54	1.16±0.71	2.33*
	t	-5.37*	-5.63*	
TUG (sec)	pre	22.53±3.23	19.60±4.54	
	post	20.13±2.99	18.94±4.44	
	change	-2.40±0.86	-0.66±0.88	-4.96*
	t	10.02*	2.59*	

T.D: Two motor dual task training group
EO: Eye open on the flat surface
EC: Eye close on the flat surface
EO/F: Eye open on the foam surface
EC/F: Eye close on the foam surface
BBS: Berg balance scale
TUG: Timed up and go test
*p<0.05

(p<0.05), 불안정지지면 위에서 눈을 감은 상태에서의 자세동요면적에서도 두 군 모두 감소하였으나, 이중운동과제 훈련군에서만 유의한 차이를 나타내었다(p<0.05). 훈련 방법에 따른 그룹 간의 변화량 차이는 불안정지지면 위에서 눈을 뜬 상태에서 이중운동과제 훈련군이 유의한 차이를 보였다(p<0.05). 버그 균형 척도에서 이중운동과제 훈련군과 대조군 모두 유의한 증가를 보였고(p<0.05), 훈련 방법에 따른 그룹 간의 변화량 차이는 이중운동과제 훈련군이 유의한 차이를 보였다(p<0.05). 일어나 걸어가기 검사에서 이중운동과제 훈련군과 대조군 모두 유의한 감소를 보였고(p<0.05), 훈련 방법에 따른 그룹 간의 변화량 차이는 이중운동과제 훈련군이 유의한 차이를 보였다(p<0.05).

3. 보행 능력의 변화

집단별 훈련 전후에서 보행속도, 분속수, 마비측 보장, 마비측 활보장을 측정한 보행능력의 변화는 다음과 같다(Table 4).

보행속도, 분속수, 마비측 보장, 마비측 활보장에서 이중운동과제 훈련군과 대조군 모두 유의한 차이의 향상을 보였으며(p<0.05), 훈련 방법에 따른 그룹 간의 변화량 차이는 모든 항목에서 이중운동과제 훈련군이 유의한 차이를 보였다(p<0.05).

Table 4. Changes of gait abilities

		T.D (n=13)	Control (n=12)	t
Velocity (cm/s)	pre	46.07±17.45	52.32±18.38	
	post	61.79±24.64	58.07±17.75	
	change	15.71±8.88	5.75±5.51	3.34*
	t	-6.38*	-3.61*	
Cadence (step/min)	pre	75.71±26.08	78.50±17.76	
	post	88.82±22.84	83.37±17.08	
	change	13.10±10.18	4.87±6.46	2.39*
	t	-4.64*	-2.61*	
Paretic side step length (cm)	pre	37.60±7.54	41.07±6.64	
	post	43.19±7.99	43.36±7.30	
	change	5.58±4.63	2.28±3.02	2.09*
	t	-4.35*	-2.61*	
Paretic side stride length (cm)	pre	69.52±15.88	78.31±14.10	
	post	83.73±18.74	81.27±14.87	
	change	14.21±10.65	2.95±4.07	3.43*
	t	-4.81*	-2.51*	

T.D: Two motor dual task training group
*p<0.05

IV. 고찰

본 연구에서는 두 가지 운동과제로 구성된 이중운동과제를 이용하여 6주간(주 3회, 회당 30분)의 집중적인 훈련을 통한 정적 균형능력의 훈련 전후 변화를 알아보기 위해 대상자의 자세동요면적을 측정하였다.

Shin과 Song[29]은 뇌졸중 환자 42명을 대상으로 가상현실을 이용한 재활훈련을 실시한 결과 가상현실군에서 자세동요로 측정한 정적 균형능력의 변화 차이는 유의하지 않았으며, Kim[30]의 뇌졸중 환자를 대상으로 Balance Performance Master를 사용하여 정적 서기자세의 자세동요를 측정한 연구에서도 감소가 있기는 하였으나 대조군과 비교해 유의한 차이는 아니었다. 본 연구에서도 이중운동과제 훈련을 실시한 후 안정지지면 위에서 눈을 뜬 상태와 눈을 감은 상태에서의 자세동요면적이 감소하였으나 모두 유의한 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 균형능력의 검사를 위해 임상에서는 자세동요를 측정하지만 자세동요의 감소가 반드시 기능의 향상을 의미하지는 않으며,[31] 노인의 경우 가만히 서있는 자세에서도 자세동요의 크기가 증가하는 현상이 나타나기도 하고, 자세동요의 증가가 실제 낙상과 필수적인 관계를 갖는 것은 아니라[32]는 선행 연구의 주장을 밑받침 한다고 사료된다. 이중운동과제 훈련 중 균형능력의 향상을 목적으로 한 훈련이 정지된 상태에서 자세를 유지하는 훈련이기 보다 움직임이 포함된 균형 훈련 방법으로 구성되었으므로 안정된 힘 판 위에서의 정적 균형능력의 향상에는 큰 영향을 미치지 못한 것으로 사료된다. 또한 뇌졸중 환자의 정적 균형은 경직에 의한 영향을 받기 때문에 기능적 움직임으로 정적 균형능력의 효과를 나타내기는 어려울 수 있다.[33] 하지만 본 연구에서는 대상자들의 경직에 관한 조사가 없었기 때문에 추후 연구에서는 경직의 평가를 추가해 좀 더 정확한 이중운동과제의 효과를 알아보고, 대상자의 특징에 대한 해석의 일반화에 도움을 주어야 할 것이라고 생각한다.

불안정성이 가미된 정적 균형능력을 알아보기 위해 Foam 위에서의 자세동요면적을 측정하였다. Foam은 대상자에게 불안정성을 제공해 균형 조절을 힘들게 하고 정확한 감각입력 정보의 제공을 어렵게 하며,[34] 고유수용성 감각의 입력을 감소시켜 균형을 유지하는데 시각이나 전정계를 더 많이 사용하도록 하는 보상작용을 유발한다.[35] Smania 등[36]은 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 안정된 지지면에서 2주, 불안정한 지지면에서 2주, 총 4주간의 균형 훈련을 실시한 뒤 감각통합균형검사(Sensory Organization Balance Test)를 실시한 결과 안정된 지지면에서의 감각조합검사 항목에는 변화가 없었으나 불안정한 지지면에서는 유의한 향상이 나타났고, 이러한 향상은 대상자들이 서기 자세를 유지하는 동안 변화하는 감각 입력을 조절하는 능력이 향상되었기에 가능했을 것이라고 하였다. 본 연구에서도 선행 연구와 일치하는 결과로 이중운동과제 훈련을 실시한 후 불안정지지면 위에서 눈을 뜬 상태와 눈을 감은 상태에서의 자세동요면적에 모두 유의한 감소가 나타났다. 이러한 결과는 불안정지지면 위에서의 균형능력 증진을 위한 훈련이 고유수용성 감각 입력을 자극하여 대상자들의 자세 조절능력 향상에 도움을 준 결과라 사료된다.

본 연구에서의 동적 균형능력은 버그 균형 척도와 일어나 걸어가기 검사를 통하여 측정하였다. 버그 균형 척도에서 이중운동과제 훈련군은 훈련 전 40.76점에서 훈련 후 43.07점으로 유의한 증가를 나타내었으며, 이는 Walker 등[4]의 뇌졸중 환자를 대상으로 균형 훈련을 병행한 보존적 물리치료군, Balance Master를 이용한 바이오피드백 훈련군, 균형 훈련을 실시하지 않고 보존적 물리치료만을 실시한 대조군으로 나누어 버그 균형 척도를 측정한 연구와 Geiger 등[37]의 Balance Master를 이용하여 균형훈련을 실시한 연구와 일치하는 결과로 컵 옮기기와 훌라후프를 따라 원형 그리기 과제를 수행할 때 대상자로부터 컵과 훌라후프의 거리를 점차적으로 늘여줌으로써 대상자의 체중이동을 유도한 결과가 버그 균형 척도의 선 자세에서 앞으로 팔을 뻗쳐 내밀기 항목 향상에 영향을 주었을 것이라 사료된다. 그러나 선행 연구에 비해 본 연구에서의 개선 효과는 미비하게 나타났고 이는 선행 연구의 대상자는 발병 기간이 3~4개월인 반면, 본 연구의 대상자는 발병기간이 평균 16개월인 만성 뇌졸중 환자이기 때문으로 생각되며, Leroux 등[38]의 과제지향 훈련에 관한 연구의 2.9점 향상과 일치하는 결과이다. 또한 본 연구에서의 일어나 걸어가기 검사는 훈련 후 2.40초의 유의한 감소가 나타났으며($p<0.05$), 이는 선행연구의 8.47초 감소[37]처럼 큰 변화는 아니지만 집중력과 효율적 동작의 움직임을 요하는 동적 균형능력의 향상에 있어 의미 있는 결과라 사료된다.

보행속도의 향상은 재활훈련의 마지막 단계로서, 보행능력의 향상은 뇌졸중 환자들이 지역사회로 복귀해 적극적으로 사회활동에 참여할 수 있는 기회를 제공하며, 뇌졸중 환자의 보행속도와 일상생활능력에 관한 상관연구의 결과에 의하면 40 cm/s 이하는 집에서만 생활이 가능한 수준, 58~80 cm/s는 제한적으로 사회활동에 참여할 수 있는 수준, 80 cm/s 이상은 사회생활이 가능한 수준이라고 하였다.[39] 보행능력에 관한 선행 연구를 살펴보면 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 4주간 공을 이용한 이중운동과제 훈련 7가지를 실시한 후 보행능력을 측정한 결과 보행속도가 85.62 cm/s에서 115.35 cm/s로 향상되었고, 분속수는 95.76 step/min에서 110.69 step/min으로 향상되었으며, 활보장은 107.45 cm에서 125.53 cm로 향상되었다고 하였다.[22] 또한 가상현실을 이용한 재활훈련 후 보장이 32.02 cm에서 36.76 cm로 증가하였고, 활보장이 63.53 cm에서 69.59 cm로 증가하였다.[29] 본 연구에서도 이중

운동과제 훈련 후 보행속도, 분속수, 마비측 보장, 마비측 활보장에서 유의한 향상을 나타내었다. 보행능력 증진을 위한 과제 수행 시 일정한 거리를 치료사가 조절하는 공을 목표로 따라가며 공을 찬 것이 보장과 활보장의 향상을 유도했고, 최종적으로 보행속도와 분속수의 향상을 유도했을 것이라 사료된다. 특히 이중운동과제 훈련군의 보행속도는 46.07 cm/s에서 61.79 cm/s로 향상되었는데($p<0.05$), 이러한 결과는 Lord 등[39]에 의해 보고 되어진 제한적으로 사회활동에 참여할 수 있는 58~80 cm/s 안에 포함되는 보행속도로 뇌졸중 환자들이 지역사회로 복귀하여 생활하는데 도움을 줄 수 있는 의미 있는 결과라 생각된다.

본 연구의 결과를 통하여 이중운동과제 훈련이 뇌졸중 환자의 균형능력과 보행능력을 향상시킴으로써 기능적 활동을 증진시키는 데 효과적인 운동방법으로, 임상에서 물리치료에 더해 적극적으로 활용할 수 있을 것이라 생각된다.

V. 결론

본 연구는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 두 가지 운동과제로 구성된 이중운동과제 훈련이 균형능력과 보행능력에 미치는 효과를 입증하고자 실시하였다. 연구결과 불안정지지면 위에서의 정적 균형능력과 동적 균형능력, 보행능력에서 유의한 향상이 나타났으며, 안정지지면 위에서의 정적 균형능력의 변화는 유의하지 않았다. 연구의 결과를 통하여 이중운동과제 훈련이 임상에서 물리치료에 더해 적극적으로 활용될 수 있을 것이라 생각되며, 앞으로는 뇌졸중 환자뿐만 아니라 다양한 질환의 환자를 위한 재활목적에 맞는 이중운동과제의 개발이 필요하다고 생각한다.

Author Contributions

Research design: Cho KH
Acquisition of data: Cho KH
Analysis and interpretation of data: Cho KH
Drafting of the manuscript: Cho KH
Research supervision: Lee WH

Acknowledgements

본 논문은 조기훈의 석사학위 논문으로 수행되었음.

참고문헌

1. 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.
2. Duncan PW, Goldstein LB, Horner RD et al. Similar motor recovery of upper and lower extremities after stroke. Stroke. 1994;25(6):1181-8.
3. Eich HJ, Mach H, Werner C et al. Aerobic treadmill plus bobath walking training improves walking in subacute stroke: a randomized controlled trial. Clin Rehabil. 2004;18(6):640-51.
4. Walker C, Brouwer BJ, Culham EG. Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. Phys Ther. 2000;80(9):886-95.
5. Shumway-Cook A, Anson D, Haller S. Postural sway biofeedback: Its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. Arch Phys Med Rehabil. 1988;69(6):395-400.
6. Goldie PA, Matyas TA, Evans OM et al. Maximum voluntary weight-bearing by the affected and unaffected legs in standing following stroke. Clin Biomech (Bristol, Avon). 1996;11(6):333-42.
7. Tyson SF, Hanley M, Chillala J et al. Balance disability after stroke. Phys Ther. 2006;86(1):30-8.
8. Carr JH, Shepherd RB, Nordholm L et al. Investigation of a new motor assessment scale for stroke patients. Phys Ther. 1985;65(2):175-80.
9. Yavuzer G, Eser F, Karakus D et al. The effects of balance training on gait late after stroke: a randomized controlled trial. Clin Rehabil. 2006;20(11):960-9.
10. Kim EJ, Hwang BY, Kim JH. The effect of core strength exercises on balance and walking in patients with stroke. J Kor Soc Phys Ther. 2009;21(4):17-22.
11. Lee HS, Kim MC. The effect of balance task-related circuit training on chronic stroke patients. J Kor Soc Phys Ther. 2009;21(4):23-30.
12. de Seze M, Wiart L, Bon-Saint-Come A et al. Rehabilitation of postural disturbances of hemiplegic patients by using trunk control retraining during exploratory exercises. Arch Phys Med Rehabil. 2001;82(6):793-800.
13. Plummer-D'Amato P, Altmann LJ, Saracino D et al. Interactions between cognitive tasks and gait after stroke: a dual task study. Gait Posture. 2008;27(4):683-8.
14. Brauer SG, Woollacott M, Shumway-Cook A. The influence of a concurrent cognitive task on the compensatory stepping response to a perturbation in balance-impaired and healthy elders. Gait Posture. 2002;15(1):83-93.
15. Beauchet O, Annweiler C, Allali G et al. Recurrent falls

and dual task-related decrease in walking speed: is there a relationship? J Am Geriatr Soc. 2008;56(7):1265-9.
16. Coppin AK, Shumway-Cook A, Saczynski JS et al. Association of executive function and performance of dual-task physical tests among older adults: analyses from the inchianti study. Age Ageing. 2006;35(6):619-24.
17. Bowen A, Wenman R, Mickelborough J et al. Dual-task effects of talking while walking on velocity and balance following a stroke. Age Ageing. 2001;30(4):319-23.
18. Springer S, Giladi N, Peretz C et al. Dual-tasking effects on gait variability: The role of aging, falls, and executive function. Mov Disord. 2006;21(7):950-7.
19. Yang YR, Chen YC, Lee CS et al. Dual-task-related gait changes in individuals with stroke. Gait Posture. 2007;25(2):185-90.
20. Yang YR, Wang RY, Chen YC et al. Dual-task exercise improves walking ability in chronic stroke: a randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil. 2007;88(10):1236-40.
21. Canning CG. The effect of directing attention during walking under dual-task conditions in parkinson's disease. Parkinsonism Relat Disord. 2005;11(2):95-9.
22. Lord SE, Rochester L. Measurement of community ambulation after stroke: current status and future developments. Stroke. 2005;36(7):1457-61.
23. Michael KM, Allen JK, Macko RF. Reduced ambulatory activity after stroke: The role of balance, gait, and cardiovascular fitness. Arch Phys Med Rehabil. 2005;86(8):1552-6.
24. Bohannon RW, Walsh S. Nature, reliability, and predictive value of muscle performance measures in patients with hemiparesis following stroke. Arch Phys Med Rehabil. 1992;73(8):721-5.
25. Era P, Sainio P, Koskinen S et al. Postural balance in a random sample of 7,979 subjects aged 30 years and over. Gerontology. 2006;52(4):204-13.
26. Ng SS, Hui-Chan CW. The timed up & go test: its reliability and association with lower-limb impairments and locomotor capacities in people with chronic stroke. Arch Phys Med Rehabil. 2005;86(8):1641-7.
27. Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI. The Balance Scale: reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. Scand J Rehabil Med. 1995;27(1):27-36.
28. McDonough AL, Batavia M, Chen FC et al. The validity and reliability of the gaitrite system's measurements: A preliminary evaluation. Arch Phys Med Rehabil. 2001;82(3): 419-25.
29. Shin WS, Song CH. Effects of virtual reality-based exercise on static balance and gait abilities in chronic stroke. J Kor Soc Phys Ther. 2009;21(3):33-40.
30. Kim JH. Effects of virtual reality program on balance, gait and brain activation patterns in stroke patients. Daegu University. Dissertation of Doctorate Degree. 2005.
31. Horak FB, Henry SM, Shumway-Cook A. Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. Phys Ther. 1997;77(5):517-33.
32. Horak FB. Clinicalmeasurement of postural control in adults. Phys Ther. 1987;67(12):1881-5.
33. Rietdyk S, Patla AE, Winter DA et al. NACOB presentation CSB new investigator award. balance recovery from medio-lateral perturbations of the upper body during standing. North American Congress on Biomechanics. J Biomech. 1999;32(11):1149-58.
34. Bayouk JF, Boucher JP, Leroux A. Balance training following stroke: effects of task-oriented exercises with and without altered sensory input. Int J Rehabil Res. 2006;29(1):51-9.
35. Rogind H, Christensen J, Danneskiold-Samsoe B et al. Posturographic description of the regaining of postural stability following stroke. Clin Physiol Funct Imaging. 2005;25(1):1-9.
36. Smania N, Picelli A, Gandolfi M et al. Rehabilitation of sensorimotor integration deficits in balance impairment of patients with stroke hemiparesis: a before/after pilot study. Neurol Sci. 2008;29(5):313-9.
37. Geiger RA, Allen JB, O'Keefe J 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.
38. Leroux A, Pinet H, Nadeau S. Task-oriented intervention in chronic stroke: changes in clinical and laboratory measures of balance and mobility. Am J Phys Med Rehabil. 2006;85(10):820-30.
39. Lord SE, McPherson K, McNaughton HK et al. Community ambulation after stroke: how important and obtainable is it and what measures appear predictive? Arch Phys Med Rehabil. 2004;85(2):234-9.