

Original article

Open Access

협응적 이동 훈련 프로그램 적용이 편마비 환자의 균형과 보행능력에 미치는 효과

고효은[†] · 전보선¹ · 송현승²

¹수완재활요양병원 재활센터, ²첨단우암병원 재활센터

Effects of Coordinative Locomotor Training Program on Balance and Gait of Stroke Patients

Hyo-Eun Ko[†] · Bo-Seon Jeon¹ · Hyun-Seung Song²

¹Rehabilitative Center, Suwan Medical Center

²Rehabilitative Center, Cheom-dan Woo-am hospital

Received: June 30, 2017 / Revised: October 12, 2017 / Accepted: October 16, 2017

© 2017 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

| Abstract |

Purpose: This study sought to examine the effect of coordinative locomotor training (CLT) program on the balance and gait of stroke patients and to develop effective programs and training methods to improve the functions of such patients.

Methods: Subjects included 29 patients with hemiplegia caused by stroke. The subjects were randomly divided into an experimental group (n=14) that participated in CLT program and a control group (n=15) that participated in general exercise therapy. The experimental group underwent CLT program, while the control group underwent general exercise therapy, for 30 minutes, 3 days per week for a 6-week period. timed up and go test (TUG), four square step test (FSST), figure-of-8-walk test (F8WT), and 10m walking test (10MWT) were conducted to evaluate changes in balance and gait.

Results: After the intervention, significant differences ($p < 0.05$) were seen in the TUG, FSST, F8WT, and 10MWT in both groups. The experimental group showed more significant improvement than the control group ($p < 0.05$).

Conclusion: The results from this study indicate that a CLT program is extremely effective for improving the balance and gait in stroke patients.

Key Words: Stroke, Coordinative locomotor training, Balance, Gait

[†]Corresponding Author : Hyo-Eun Ko (kick1005@gmail.com)

I. 서론

뇌졸중 환자는 손상 정도와 위치에 따라 편측 마비, 반맹증, 편측무시, 구음장애, 감각 저하 등이 나타나고 (Radomski & Latham, 2014), 마비측 근육의 약화와 감각 저하로 인해 몸통조절이 어렵고 불안정하여 보행 능력의 저하 등과 같은 운동기능 장애가 발생한다 (Verheyden et al., 2006). 뇌졸중 환자의 마비 측 다리에 부하의 감소에 따른 균형의 손상은 선 자세에서 흔들림이 증가할 뿐만 아니라, 평형 반응이 감소하여 신체의 안정성이 떨어진다(Dickstein & Abulaffio, 2000). 보행능력의 감소는 뇌졸중 환자의 장애 중 가장 중요한 증상으로 나타나게 되며(McFadyen et al., 2009), 특히, 보행 시 비마비측 발목관절이 배측굽힘의 제한과 내반첨족이 나타나고 무릎관절이 과다하게 펴지고 굽힘이 제한된다. 이로 인해 뇌졸중 환자의 보행형태는 디딤기 때 뒤꿈치보다는 발의 앞면이나 발바닥 전체가 지면에 먼저 닿아(Perry & Burnfield, 2010), 보행속도가 감소되고 비마비측의 디딤기는 짧아지고, 상대적으로 흔들기는 길어진다(Mauritz, 2002).

뇌졸중 이후 균형과 보행능력의 저하는 낙상에 대한 위험을 증가시켜 이동성을 제한시키고 일상생활활동의 어려움을 초래하여 삶의 질을 떨어뜨리기 때문에 뇌졸중 후에 균형의 회복과 보행능력의 향상은 일상생활을 영위하는데 중요한 요소이다(Cho et al., 2012).

정상 성인의 보행은 중력의 영향을 받는 상황에서 이동 중 체간의 안정성을 위하여 다리이음뼈(pelvic girdle)와 어깨뼈이음(scapular girdle) 사이의 협응이 효율적으로 일어나는 특성이 있는 움직임이기 때문에 (Dedieu & Zanone, 2012), 보행훈련은 생역학적인 특성들이 실제 상황과 유사한 상황에서 전체 사지 움직임들의 결합과 함께 훈련이 이루어져야 한다. 또한 보행 훈련은 다양한 상황에서 균형 조절 능력을 바탕으로 이루어지는 복잡한 운동 기술이기 때문에 상황과 그 목적에 맞게 적용할 수 있도록 하여 뇌와 신체 간의 상호 작용이 이뤄져야 한다(Capaday, 2002).

협응적 이동 훈련(coordination locomotor training,

CLT)은 Dietz (2009)에 의해 소개된 운동프로그램으로 인체에서 나타나는 운동패턴들을 달리는 사람(sprinter)과 스케이트 타는 사람(skater)의 두 형태로 통합하여 인간의 움직임을 형상화하고 단순화시켰다. CLT는 패턴의 결합을 이용한 운동프로그램으로 체간의 안정성을 향상시키고 팔다리의 고유수용성 감각을 증진시킨다. 또한, CLT는 열린 운동사슬과 닫힌 운동사슬의 중재가 가능하여 어떤 자세에서든 복잡적이고 통합적인 운동을 기능적으로 할 수 있고, 두 개의 단순하고 통합된 동작으로 누구나 손쉽게 따라할 수 있는 이점을 가지고 있다.

이에 본 연구에서는 편마비 환자의 균형과 보행능력 향상을 위해 어떤 자세에서든 기능적으로 복잡적이고 통합적인 운동을 할 수 있는 CLT 프로그램을 적용하여 균형능력과 보행능력의 향상 정도를 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

본 연구는 G광역시 소재 S재활병원에서 무작위로 선발된 실험군(n=14)과 대조군(n=15) 총 29명을 대상

Table 1. General characteristics of subjects (n=29)

General characteristics		Experimental group (n=14)	Control group (n=15)
Sex	Male	6(42.9%)	6(40%)
	Female	8(57.1%)	9(60%)
Age (year)		65.21±9.46	62.53±13.50
Height		161.49±7.08	161.73±7.28
Weight		64.56±8.90	62.09±8.68
Stroke type	Infarction	6(42.9%)	4(26.7%)
	Hemorrhage	8(57.1%)	11(73.3%)
Affected side	Right	8(57.1%)	4(26.7%)
	Left	6(42.9%)	11(73.3%)
Onset time after stroke (month)		8.21±1.37	9.27±2.63

으로 실시하였다. 대상자 선정 기준은 뇌졸중 진단을 받고, 6개월 이상 15개월 미만 경과한 자로 연구자 지시에 따를 수 있고 최소 10m 이상 독립 보행이 가능하며 연구 목적에 대한 설명을 듣고 동의하여 자발적으로 참여한 자로 하였다. 연구대상자의 일반적인 특성은 Table 1과 같다.

2. 연구 방법

1) 협응적 이동 훈련 (coordinative locomotor training, CLT) 프로그램

CLT 프로그램은 supine, sitting, half standing 자세에서 벽 또는 바닥에 발을 댄 닫힌 시슬 상태에서 스프린터 동작과 스케이터 동작을 한 세트당 10회로 하여 각 자세에서 한 세트씩 총 3세트를 실시하였다. 각 회당 스프린터 동작과 스케이터 동작 각각 10초 유지 후 10초간의 휴식을 취하였고 스프린터와 스케이터 동작을 교대적으로 시행하였다. 세트 사이에는 5분간의 휴식시간을 주면서 자세변화를 하였다. 한 주에 3회씩, 6주 간 시행하였다(Fig. 1).

2) 일반적 운동치료 프로그램

대조군은 일반적 운동치료를 적용하였으며, 구체적인 운동방법은 (1) 앉은 자세에서 깍지 끼고 손 뺀기 (2) 다양한 높이의 의자에 앉아서 일어나기 (3) 마비측 다리의 근력 강화를 목적으로 다양한 높이의 블록에서 앞, 뒤, 옆으로 발 딛기 (4) 선 자세에서 뒤꿈치 들기 (5) 평형하게 서기와 일자로 서기 (6) 의자에 앉은 상태에서 일어나서 일정 거리를 걷고 다시 되돌아와

앉기 (7) 계단 오르기 운동들 중 환자수준에 맞게 운동 강도를 조절하여 실시하였다. 일반적인 체중 지지훈련과 보행훈련에 초점을 두었고, 회당 30분, 주 3회, 6주 간 시행하였다.

3. 연구 도구

1) 사분면 스텝 검사(four square step test, FSST)

FSST는 지면에 높이 2.5cm, 길이 90cm인 4개의 막대를 ‘+’와 같은 모양으로 90도로 놓고 넘어가며 실시하는 평가도구이다. 환자는 사각형의 한 면인 첫 번째 구역에서 있게 하고 시계방향으로 막대를 넘어 회전을 한 후 즉시, 반대 경로인 시계 반대방향으로 되돌아간다. 양 발이 한 분면에 함께 있어야 하며 지시는 “바닥에 있는 막대를 건드리지 말고 가장 안전한 범위에서 당신이 할 수 있는 최대한의 속도로 수행하십시오”라고 지시한 후 첫 번째에는 연습을 하게하고, 두 번째 시도에도 초시계를 이용하여 1/100초로 구분하여 시간을 측정하였다(Dite & Temple, 2002). 이때, 환자가 막대를 건드리거나 한 면에 양 발을 놓지 못하면 다시 실시하도록 하였다. 또한 환자의 안전을 위하여 치료사가 옆에 서서 측정을 하였으며, 3번 측정 후 평균값을 결과 값으로 사용하였다. FSST는 발을 들어올리면서 빠르게 방향을 바꾸는 능력을 측정하는 양적 검사로, 임상에서 쉽게 수행될 수 있으며, 자세 수행(postural performance)에 대한 신뢰성과 타당성 있는 측정 도구이다. 이는 0.99의 높은 검사자 간 신뢰도와 0.98의 검사 간 신뢰도를 보인다(Dite & Temple, 2002).



Fig. 1. Sprinter & skater pattern in supine, sitting and half standing.

2) 일어나 걷기 검사(timed up and go test, TUG)

일어나 걷기 검사(timed up and go test, TUG)는 동적 균형능력을 측정할 수 있는 검사방법으로, 이 검사 도구의 신뢰도는 측정자내 $r=0.99$, 측정자 간 $r=0.98$ 로 신뢰할만한 도구이다. TUG는 팔걸이 높이가 46cm인 의자에 편안하게 앉은 상태에서 의자에서 일어나 3m를 걸어가고 반환점을 마비측 방향으로 돌아 다시 의자로 돌아와 앉을 때까지 소요된 시간을 측정하는 방법으로 3회 실시하고 그 평균값을 결과 값으로 하였다 (Podisadle & Richardson, 1991).

3) 8자 모양 경로 보행 검사(figure-of-8-Walk test, F8WT)

이동 능력에 장애가 있는 노인들을 위하여 독립적인 일상생활에 필요한 보행 능력을 더 잘 검사하기 위하여 곡선 보행과 탐색하는 능력(navigation)을 결합한 검사 방법이다. F8WT는 대상자를 2개 원뿔의 주변을 8자 모양으로 걷게 하고, 한 바퀴를 도는 데 걸린 시간, 보폭 수, 정확도 그리고 자연스러움을 측정하였다. 자연스러움은 수행 중 멈춤, 수행 중 머뭇거림, 수행 중 속도 변화를 확인하여 어려움 있음은 0점, 어려움 없음은 1점으로 하여 각 항목에 대해 측정한다. 본 연구에서는 한 바퀴를 도는 데 소요되는 시간과 수행 중 보폭수를 측정하였다. F8WT의 검사자간 신뢰도는 0.90으로 높은 신뢰도와 타당도를 보이고 있다 (Brach, 2010).

4) 10미터 걷기 검사(10m walking test, 10MWT)

바닥에 줄자로 10m 지점을 측정 후 환자가 충분히 가속하고 감속할 수 있는 거리를 주기 위하여 10m의 앞부분에 2m 그리고 뒷부분에 2m를 더하여 테이프 로 표시하고 바닥에 10m에 해당하는 출발지점과 끝 지점을 표시하였다(Tilson et al., 2010). 측정은 대상자의 발이 출발지점을 지나가는 순간부터 끝 지점을 지나가는 순간까지의 시간을 1/100초로 기록하였다. 연구 대상자는 처음 한 번의 연습을 실시하였고, 3번 측정 후 평균값을 결과 값으로 사용하였다. 10m 걷기

검사(10m walking test, 10MWT)의 검사 간 신뢰도는 0.95, 검사자간 신뢰도는 0.90으로 매우 높은 신뢰도를 보이고 있다(Mehrholz et al., 2007).

4. 자료 분석

수집 된 자료는 SPSS ver 20.0을 이용하였고, 대상자의 일반적 특성은 빈도분석과 기술통계, 각 집단의 전후 차이 비교를 위하여 대응표본 t-검정을, 각 군의 차이를 알아보기 위하여 독립표본 t-검정을 실시하였다. 자료의 통계적 유의수준은 $p<0.05$ 로 설정하였다.

III. 연구 결과

1. 집단 내 TUG, F8WT, FSST, 10MWT의 변화

6주의 중재 후 집단 내 TUG, FSST, F8WT(시간과 보폭수), 10MWT의 변화는 실험군과 대조군 모두에서 유의한 차이가 있었다($p<0.05$)(Table 2).

2. 집단 간 TUG, F8WT, FSST, 10MWT의 변화

6주의 중재 후 실험군과 대조군 간 TUG, FSST, F8WT(시간과 보폭수), 10MWT의 변화에서는 실험군이 대조군보다 더욱 더 효과적인 변화를 보였다 ($p<0.05$)(Table 2).

Table 2. The change in group and between group

	Experimental group (n=14)	Control group (n=15)	t
TUG			
Pre	24.71±13.64b	32.46±18.17	1.29
Post	15.26±7.88	28.97±17.32	2.71*
t	4.84**	9.47**	
FSST			
Pre	31.34±18.39	46.11±28.94	1.63
Post	22.04±15.53	39.59±26.37	2.16*
t	8.63**	7.04**	

F8WT (time)			
Pre	25.99±15.41	32.15±17.77	0.99
Post	14.63±9.16	27.85±16.74	2.22*
t	5.47**	7.02**	
F8WT (steps)			
Pre	26.64±11.35	34.13±11.95	1.73
Post	23.57±11.22	32.27±10.99	2.22*
t	2.98*	0.57	
10MWT			
Pre	21.73±11.25	31.57±22.42	1.48
Post	14.63±7.06	26.91±20.99	2.14*
t	4.08**	4.54**	

Experimental group: CLT program

Control group: general exercise

*p<0.05, **p<0.01

TUG: timed up and go test

FSST: four square step test

F8WT: figure of 8 walking test

10MWT: 10 meter walking test

IV. 고찰

뇌졸중 환자들은 보행 시 균형 능력의 저하로 신체의 각 부분에서 보상하는 움직임이 나타나고 (Campbell et al., 2001), 정상인과 비교하여 활보장과 분속수가 더 낮으며, 보행주기의 비율에서는 이중지지기와 비마비측의 디딤기가 더 큰 비중을 차지하고 있다(Ford et al., 2007).

이에 본 연구에서는 뇌졸중 환자들을 대상으로 CLT 프로그램을 적용하여 균형과 보행능력 향상 정도를 알아보고자 한 결과, 6주간의 훈련 후 균형능력과 보행능력이 대조군에 비해 유의하게 향상되었음을 알 수 있었다. 이는 CLT 프로그램의 구성인 스프린터와 스케이터 동작이 고유수용성신경근축진법의 몸통 패턴, 팔 패턴, 다리 패턴, 머리와 목 패턴들의 팔다리 간 협응적 구조를 이루면서 팔다리 내에서 그리고 팔다리 간에 조화로운 협응적 움직임을 형성하여 근육들 간의 부조화와 비대칭적인 체중부하를 경감시켰기 때문으로 사료된다.

이에 대한 선행 연구들을 살펴보면, Lim (2014)은 뇌졸중 환자를 대상으로 협응 패턴운동을 4주간 적용한 실험군이 대조군에 비해 균형과 보행능력에서 중재 전후와 집단 간 비교에서 모두 유의한 향상을 보였고, Hwang 등(2016) 또한 본 연구 대상자처럼 뇌졸중 환자를 대상으로 하진 않았지만, 불완전 척수 손상 환자를 대상으로 PNF 패턴을 결합한 협응적 이동 훈련을 적용하여 균형과 보행능력에 유의한 향상을 보였다. 위와 같은 운동들은 몸통과 팔다리가 근육 사슬로 연결되어 몸통을 중심으로 다리에서 팔까지 힘이 전달될 때 몸통의 근력이 증가되고 이에 따른 정적 그리고 동적 균형 향상되고 그에 따른 보행능력 또한 향상된 것으로 사료된다.

CLT는 어떤 자세에서든 통합적인 운동을 기능적으로 할 수 있고, 두 개의 스프린터, 스케이터 동작으로 구성되어 있어 누구나 손쉽게 따라할 수 있는 이점을 가지고 있다. 이는 환자들에게 동영상 자료를 제공하고 손쉽게 따라하게 할 수도 있으며, 한 명이 아닌 그룹으로 시행하여 동질감 또는 경쟁심을 유도할 수 있고, 또한 음악과 함께 즐거움과 동기부여를 줄 수 있어 좀 더 많은 참여를 유도할 수 있다. 이에 추후 연구에서는 음악을 통해 즐거움과 동기부여를 제공하거나 짝을 지어 그룹으로 시행함으로써 동질감 또는 경쟁심을 유도할 수 있는 프로그램으로 진행된 연구가 진행된다면 좀 더 나은 결과를 얻을 수 있으리라 사료된다.

이와 같이 팔다리 협응 패턴 운동인 CLT 프로그램은 무게중심의 변화와 비마비측을 과하게 사용하는 것을 막아 실제적인 정적/동적 균형능력과 보행능력에 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

IV. 결론

본 연구는 뇌졸중 환자들을 대상으로 CLT 프로그램을 적용하여 균형과 보행능력에 미치는 효과를 알아보았다. 연구 결과 균형과 보행능력에서 유의한 향

상을 보였다. 이에 CLT 프로그램은 무게중심의 변화와 균형과 보행능력을 위한 효과적인 운동프로그램으로 활용될 수 있음을 확인할 수 있었다.

References

- Brach JS, Hess RJ, Piva SR, et al. Walking skill can be assessed in older adults: validity of the figure-of-8 walk test. *Physical Therapy*. 2010;90(1):89-99.
- Campbell FM, Ashburn AM, Pickering RM, et al. Head and pelvic movements during a dynamic reaching task in sitting: Implications for physical therapists. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2001;82(12):1655-1660.
- Capaday C. The special nature of human walking and its neural control. *Trends in Neurosciences*. 2002;25(7):370-376.
- Cho KH, Lee KJ, Song CH. Virtual-reality balance training with a video-game system improves dynamic balance in chronic stroke patients. *The Tohoku journal of experimental medicine*. 2012;228(1):69-74.
- Dedieu P, Zanone PG. Effects of gait pattern and arm swing on intergirdle coordination. *Human Movement Science*. 2012;31(3):660-671.
- Dickstein R, Abulaffio N. Postural sway of the affected and nonaffected pelvis and leg in stance of hemiparetic patients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2000;81(3):364-367.
- Dietz B. Let's sprint, let's skate: innovationen im PNF-Konzept. Heidelberg. Springer. 2009.
- Dite W, Temple VA. A clinical test of stepping and change of direction to identify multiple falling older adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2002;83(11):1566-1571.
- Ford MP, Wagenaar RC, Newell KM. Arm constraint and walking in healthy adults. *Gait & Posture*. 2007;26(1):135-141.
- Hwang SS, Maeng GC, Kim JI, Jung CW. The effects of coordinative locomotion training using the pnf pattern on walking in patients with spinal cord injury. *Journal of the Korean Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*. 2016;14(2):67-74.
- Lim CG. The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation (pnf) pattern exercise using the sprinter and the skater on balance and gait function in the stroke patients. *The Journal of Korean Physical Therapy*. 2014;26(4):249-256.
- Mauritz KH. Gait training in hemiplegia. *European Journal of Neurology*. 2002;9(1):53-61.
- McFadyen BJ, Hegeman J, Duysens J. Dual task effects for asymmetric stepping on a split-belt treadmill. *Gait & Posture*. 2009;30(3):340-344.
- Mehrholz J, Wagner K, Rutte K, et al. Predictive validity and responsiveness of the functional ambulation category in hemiparetic patients after stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2007;88(10):1314-1319.
- Perry J, Burnfield JM. Gait analysis: normal and pathological function. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2010;9(2):353.
- Podsiadlo D, Richardson S. The timed "up & go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of American Geriatrics Society*. 1991;39(2):142-148.
- Radomski MV, Latham CAT. Occupational therapy for physical dysfunction. Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins. 2014.
- Tilson JK, Sullivan KJ, Cen SY, et al. Meaningful gait speed improvement during the first 60 days poststroke: Minimal clinically important difference. *Physical Therapy*. 2010;90(2):196-208.
- Verheyden G, Vereeck L, Truijen S, et al. Trunk performance after stroke and the relationship with balance, gait and functional ability. *Clinical Rehabilitation*. 2006;20(5):451-458.