

고유수용성 조절이 만성 편마비 환자의 균형에 미치는 영향

황병용
용인대학교 자연과학대학 물리치료학과

Abstract

Effects of Proprioceptive Control on the Balance in Patients With Chronic Hemiplegia

Hwang Byong-yong, Ph.D., P.T.

Dept. of Physical Therapy, College of Natural Science, Yong-In University

Hemiplegic patients usually present with difficulty maintaining balance. Balance retraining is the major component of rehabilitation program for patients with neurological impairment. The purpose of this study was to investigate the effects of proprioceptive exercise program on the improvement of balance in the patients with chronic hemiplegia. Thirty subjects (mean age 57.0±9.8) were recruited and the subjects were divided into a proprioceptive group and a visual group. The subjects for the proprioceptive group were participated in the proprioceptive exercise program for 4 weeks, and the visual group were treated visual feedback training using Balance Master. At 4 week follow-up test, Berg Balance Scale significantly improved 1.1 points ($p<.01$), Timed Up & Go test improved 4.2 second ($p<.01$), and weight distribution during sit to stand also improved 5.0% ($p<.01$). As a result of this study, the proprioceptive control approach improved dynamic balance in the patients with chronic hemiplegia. It is suggested that there was no benefit of visual feedback training like as Balance Master when administrated in combination with other physical therapy interventions, compared with physical therapy alone using proprioceptive control approach to hemiplegia.

Key Words: Balance; Chronic hemiplegia; Proprioceptive control; Visual feedback training.

I. 서론

균형은 기저면(base of support) 내에 무게중심을 유지하고, 신체의 이동 시 평형을 지속적으로 유지할 수 있는 능력으로 정의된다(Nasher, 1990). 이러한 균형은 수의동작 시 자세를 조절하면서, 외부 요동(perturbation)에 적절하게 반응하여 자세를 유지하는 복합적인 과정이며(Berg 등, 1992), 이러한 신체의 균형조절에는 전정계, 시각, 및 체성감각 등이 중요하게 작용한다(Cheng 등, 2001).

대부분의 편마비 환자는 균형조절 능력이 감소하며(Bohannon, 1987), 같은 나이의 정상인에 비해 선 자세

에서의 자세 요동(postural sway)이 두 배 정도로 커지며(Nicholas, 1997), 안정성 한계(limit of stability)도 감소한다(Geiger 등, 2001). 이러한 균형능력의 감소는 보행과 기능적인 동작을 어렵게 하여 일상생활능력에 제한을 주게 된다. 따라서 균형 재훈련은 편마비와 같은 신경학적 손상 환자의 재활에서 가장 중요한 항목 중 하나이다(Shumway-Cook 등, 1988).

편마비 환자의 균형회복을 위한 재활프로그램은 측방 체중 이동(lateral weight shifting) (Davies, 1985), 공을 이용한 방법(Edwards, 1996), 발판에 발을 올리는 방법(Bohannon과 Larkin, 1985), 시각적 피드백 훈련(visual feedback training) (Shumway-Cook 등, 1988)

및 청각적 피드백 훈련(Cheng 등, 2001) 등이 있다. 편마비 환자에 시각적 피드백 훈련이 전통적인 물리치료 방법보다 대칭적인 보행과 일상생활 동작에 효과적이었는 연구 결과(Sackley와 Lincoln, 1997; Winstein 등, 1989)와, 접촉 자극과 음성 자극보다 선 자세의 대칭성을 증가시켰지만 신체요동에는 차이가 없었다는 보고도 있었다(Shumway-Cook 등, 1988).

편마비 환자의 자연적인 기능 회복은 대부분 발병으로부터 6개월 이내에 이루어지는 것으로 알려져 있다(Bach-y-Rita, 1987). 그러나 대부분의 기존 연구는 발병 후 6개월 이전의 환자를 대상으로 이루어져 이 기간에 이루어지는 자연적인 회복 가능성을 배제하지 못하였다. 또한 편마비 환자의 균형능력 저하는 체감각 및 근 긴장도 저하가 주된 원인으로 알려져 있으나(Lynch, 1991), 치료가 시청각적 방법으로 이루어져 근본적인 문제와 부합되지 않은 것을 알 수 있다.

또한 정적인 자세에서의 근 활동 패턴은 역동적인 특정 동작에서의 근 활동 패턴과 다르기 때문에, 자세 조절 치료방법도 보다 동적인 형태로 이루어져야 만이 기능적인 동작으로 이월효과(carry-over effect)를 기대할 수 있다(Ma 등, 1999; Patla 등, 1990). 그러나 이제까지 균형 증진을 위한 대부분의 연구는 청각이나 시각을 이용하여 앉은 자세나 선 자세와 같은 정적인 방법으로만 이루어져 실제 기능적인 활동으로 그 효과를 연결시키는데 어려움이 있었다.

국외에서 편마비 환자를 위한 균형조절 치료방법에 대한 연구가 많이 이루어지고 있으나, 시청각 방법이 주를 이루고 있어 논란의 여지가 많고, 객관적인 치료 방법에 대한 자료도 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 편마비 환자를 위한 균형조절을 위해 체감각을 이용한 고유수용성 조절 방법을 제시하고, 그 효과를 시각적 피드백 치료방법과 비교하여 보다 효율적인 물리치료 방법을 제시하는데 연구의 목적을 두었다.

II. 연구방법

1. 연구대상

인제대학교 일산백병원 재활의학과 외래로 통원 치료 중인 편마비 환자 중 자연회복 가능성을 최소화하기 위해 발병 후 6개월 이상인면서, Brunnström이 분류한

편마비 환자 회복기에서 4등급 이상인 남자 환자를 대상으로 하였다(Winstein 등, 1989). 또한 15 m 이상 독립보행이 가능하고, 치료효과에 영향을 줄 수 있는 당뇨병과 같은 내과질환과 정형외과적 문제가 없으면서 의사소통이 가능한 대상자 중 연구에 자발적으로 참여한 대상을 무작위로 고유수용성 운동조절군과 시각적 피드백 운동조절군으로 나누어 2001년 12월 15일부터 2002년 4월 10일까지 4주간 각각의 치료프로그램을 시행하였다.

2. 실험방법

연구에 참여한 물리치료사는 면허를 취득한지 2~5년 되는 4명의 치료사로(평균 3.5년), 환자에게 적용할 고유수용성 운동조절 접근법과 시각적 피드백 운동조절 접근법을 사전에 연습하고, 운동을 적용시킬 경우 생길 수 있는 문제점에 대해 충분히 토의하고, 숙지하였다.

Lynch(1991)는 자세조절이나 기능적인 동작 시 항중력근의 효율적인 활동을 위해서는 골반과 대퇴부, 그리고 대퇴부와 발 사이의 정상적인 배열이 선행되어야 한다고 했다. 본 연구에 사용된 고유수용성 운동조절 접근법은 Lynch(1991)와 Paeth Rohlfs(1999)가 제안한 내용을 참고하여 본 연구자가 수정 보완한 것으로, 먼저 앉은 자세에서 마비측 발과 발목의 위치를 최적화한 다음 골반과 하지의 정렬 상태를 조절하였다. 그 다음 선 자세로 유도한 다음 마비측 발이 앞에 위치하게 하면서 양측 고관절 외전근과 신근 외측 부위를 잡고 체중을 조금씩 전·후로 이동하게 하였다. 체중이동이 충분하게 이루어지면 비마비측 발을 치료사 발 위에 위치하게 하여 치료사 발의 움직임으로 비마비측 하지의 동작에 따라 마비측 하지의 고관절 외전과 족관절 저축굴근의 원심성 수축을 유도하였다(Paeth Rohlfs, 1999). 이때 마비측에 연합반응이 나타나지 않도록 하였으며, 마지막으로 양측 고관절 외전근과 신근 외측부를 잡은 상태에서 보행을 시켜 치료 내용이 최대의 이월효과를 이루어 질 수 있도록 하였다. 일회 치료는 30분씩 하였고, 주 3회씩 총 4주간 실시하였다.

Balance Master¹⁾를 이용한 시각적 피드백 치료는 연구 대상자가 먼저 두개의 힘판(각각 23×46 cm) 위에 두 발을 대칭으로 놓고 선다. 이때 전방에 위치한 모니터 상에 대상자의 무게중심 위치가 막대그래프로 표시되며, 이에 따라 대상자는 마비측으로 체중을 이동시키

1) NeuroCom Co., USA.

면서 실시간으로 변화는 막대그래프를 통해 체중지지율을 균등하게 하는 능력을 훈련하게 된다. 그 다음 정상 안정성 한계의 30%를 설정하여(Walker 등, 2000) 모니터 상에 나타나는 표적물의 이동에 자신의 무게중심을 따라가게 한다. 이 방법에 익숙해지면 안정성 한계를 점차 증가시키면서 표적의 이동 속도 또한 높여 나간다. 표적의 이동 방향은 먼저 좌우로 하고, 그 다음 전후로 하였다(Walker 등, 2000). 일회 치료 시간은 30분으로 하였고, 주 3회씩 4주간 실시하였다. 균형 능력은 버그 균형검사(Berg 등, 1992), Timed Up & Go 검사(TUG; Podsladio, 1991)와 Balance Master를 이용하여 앉은 자세에서의 일어서기 시 좌우 체중 지지율을 평가하였다.

3. 분석방법

고유수용성군과 시각적 피드백군을 대상으로 4주 동안 운동조절 프로그램을 실시한 후 균형조절 능력의 변화를 알아보기 위해 짝비교 t-검정(paired t-test)을 하였다. 운동치료를 실시한 후에 고유수용성군과 시각적 피드백군의 균형조절 능력에 차이가 있는지를 알아보기 위하여 t-검정을 하였다. 모든 통계처리의 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

III. 결과

1. 연구대상자

대상자의 평균 연령은 고유수용성군이 53.5 세, 시각적 피드백군이 55.7 세 이었고, 발병 후로부터 연구에 참여한 시점까지의 기간에서는 고유수용성군이 19.5개월, 시각적 피드백군이 22.1개월로 두 집단간의 유의한 차이는 없었다.

질환별 특성을 보면 뇌졸중 종류에서는 뇌출혈이 12명, 뇌경색이 18명이었으며, 마비측 족관절 족저굴근의 경직은 4명을 제외하고 모두 경미한 정도였고, 회복기는 18명이 5단계이었고 그 다음 4단계와 6단계 순이었다. 편마비 부위는 오른쪽 13명 왼쪽이 17명이었다. 또한 하지의 감각 손상 유무 등에서도 두 집단 간의 유의한 차이가 없었다(표 1).

2. 치료 전·후 균형능력 비교

버그 균형척도를 이용한 동적 균형능력에서 고유수

표 1. 연구대상자의 일반적 특성

	고유수용성군	시각피드백군	t	χ^2
나이	53.5±11.7	55.7±10.6	-.59	
뇌졸중 이후 개월	19.5±11.4	22.1± 8.8	-.49	
뇌졸중유형				
뇌출혈	7	5		.456
뇌경색	8	10		
경직				
0~1+	14	12		.554
2 이상	1	3		
Brunnstrom 단계				
4	4	5		.324
5	10	8		
6	1	2		
마비측				
왼쪽	6	11		.404
오른쪽	9	4		
감각손상				
무	5	7		.456
유	10	8		

용성군에서는 49.5점에서 50.6점으로 증가하여 치료 전·후 유의한 차이를 보였으며($p<0.01$), 48.9점에서 49.2점으로 증가한 시각적 피드백군과 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p<0.05$).

의자에서 일어나 3 m를 왕복하는 Timed Up & Go 검사에서도 버그 균형검사와 유사한 결과가 나왔는데, 고유수용성군에서는 4.2초가 빨라져 치료 전·후에 유의한 차이가 있었으며, 1.5초가 감소한 시각적 피드백군과의 비교에서도 유의한 차이를 보였다($p<0.05$).

또한 앉은 자세에서 일어서는 동작 시 고유수용성군에서는 비마비측에 체중부하가 13.3%가 더 많았던 것이 8.3%로 감소한 반면, 시각적 피드백군에서는 오히려 10.7%에서 11.6%로 증가하여 두 군간에 유의한 차이가 있었다($p<0.05$)(표 2).

IV. 고찰

균형조절은 전정계, 시각 및 체성감각이 주된 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 뇌반구의 병변으로 인한 편

표 2. 치료 전·후 균형능력 비교

(N=30)

	고유수용성군(n=15)		t	시각피드백군(n=15)		t	p
	치료 전	치료 후		치료 전	치료 후		
BBS(점수)	49.5±4.4 ^a	50.6±3.9	-4.000**	48.9±6.2	49.2±5.6	-.773	.007
TUG(sec)	18.7±8.9	14.5±5.3	3.641**	18.0±12.1	16.5±11.3	2.030	.037
WD(%)	13.3±8.1	8.3±7.7	3.364**	10.7±12.7	11.6±11.8	-.402	.033

^a평균±표준편차

* p<.05 ** p<.01

BBS: Berg balance scale

TUG: Timed Up & Go test

WD: Weight distribution during sit to stand

마비 환자의 균형저하는 주로 마비측의 체성감각과 근긴장도 저하가 주된 원인으로 알려져 있다. 그러나 대부분의 연구는 시각이나 청각을 이용한 피드백 프로그램으로 구성되어 편마비 환자의 균형조절 능력 감소의 주된 원인과는 거리가 있으므로 치료의 접근 방법에 제한점이 있다는 것을 시사한다.

또한 기존의 대부분 연구에서는 시각적 피드백 방법과 전통적인 물리치료 방법 사이에 별다른 효과 차이를 볼 수 없었다고 하였다(Geiger 등, 2001; Walker 등, 2000). 대다수의 뇌졸중 환자는 발병 후 3개월에서 6개월 이내에 대부분의 자연회복이 일어난다(Ashburn, 1997; Lehmann 등, 1975). 그러나 이들 연구의 대상자 대부분은 발병 후 3~4개월 이내의 환자들이었기 때문에 자연회복이 정점이 되는 시점에 이루어져 부가적인 치료 효과를 검증하기에는 부적절한 대상이었다고 할 수 있다.

60대 정상 남성의 TUG는 연구자와 대상에 따라 다르나, 평균 8~13.1초로 알려져 있다(Steffen 등, 2002). 대부분의 선행연구에서 보행속도가 빨라지며 TUG도 빨라지는 것으로 나타났으며, 버그 균형척도가 높을수록 보행속도와 TUG가 빨라져 밀접한 상관관계가 있는 것으로 나타났다. Walker 등(2000)의 편마비 환자를 대상으로 한 연구에서도 발병초기에 50.9초였으나 3개월 후 24.9초로 빨라졌다고 하였으며, Geiger 등(2001)은 발병 후 평균 4개월이 경과한 13명의 편마비 환자를 대상으로 Balance Master를 이용하여 추가적으로 15분을 치료한 그룹과 그렇지 않은 그룹으로 나누어 연구한 결과 TUG는 23.08초에서 14.62초로 빨라졌으나, 두 군간

의 유의성은 없는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 고유수용성군에서 18.7초에서 14.5초로, 시각피드백군에서는 18.0초에서 16.5초로 빨라진 것을 볼 수 있었다.

Geiger 등(2001)의 연구에서 버그 균형점수는 45.69점에서 치료 후 51.54점으로 증가하였으나, 두 군간의 유의한 차이는 없었다. 그러나 본 연구에서는 고유수용성군에서 49.5점에서 50.6점으로, 시각피드백군에서는 48.9점에서 49.2점으로 향상되어, 두 군간에 유의한 차이가 있었다.

이와 같은 결과를 종합해 볼 때, 동적 균형능력에서는 두 군 사이에 뚜렷한 차이를 알 수 있었으며, 편마비 환자의 균형이나 보행능력 증진을 위한 치료는 동적이면서 실제 기능과 밀접한 상황으로 구성되어야 한다는 기존의 연구 결과들(Cheng 등, 2001; Pai 등, 1994)과 일치한다. 따라서 선자세와 보행 시 마비측 중둔근의 기능이 최대화할 수 있는 고유수용성 조절접근법이 만성 편마비 환자의 동적 균형 및 보행능력을 증진시킬 수 있음을 확인할 수 있었으며, 편마비 환자의 균형능력 증진을 위해서는 마비측 하지의 중둔근을 포함한 항중력근의 근긴장도 증진이 필수적임을 알 수 있겠다.

또한 이 연구에 참여하는 대부분의 대상자는 발병 후 평균 20개월 이상이 경과하였음에도 불구하고 균형능력이 뚜렷하게 향상된 것을 볼 수 있었다. 이는 치료의 질과 형태에 따라서 환자 회복의 정도는 달라진다는 최근 연구들(Bach-y-Rita, 1981; Wade 등, 1987)의 결과와도 일치하는 것으로, 발병 초기에서부터 적극적으로 효율적인 치료 접근법의 필요성을 입증하는 것이다.

이 연구의 결과는 편마비 환자의 균형능력 증진을 위해서는 체성감각을 이용한 고유수용성 조절 접근법이 시각적 피드백 접근법보다 효과적임을 알 수 있었고, 경우에 따라서 시각피드백 훈련을 하더라도 고유수용성 접근법을 병행하는 것이 더 효과적이라는 것을 시사한다.

본 연구의 제한점은 치료시간 이외의 환경을 통제할 수 없었던 점과, 이 연구에 참여한 대상자 수가 30명인 관계로 통계학적으로 제2종 오류(type II error)의 발생 가능성을 배제할 수 없다는 점이다. 또한 인제대학교 일산백병원의 외래환자 중 본 연구조건을 충족하는 일부분의 환자만을 대상으로 연구가 진행되었다. 따라서 본 연구결과를 모든 편마비 환자에게 일반화하여 해석하는데 어려움이 있겠다.

V. 결론

본 연구는 발병기간이 6개월 이상인 편마비 환자를 대상으로 고유수용성군 15명과 시각적 피드백군 15명으로 선정하여 4주 동안의 고유수용성 및 시각피드백 조절프로그램이 편마비 환자의 균형능력 증진에 효과가 있는지 알아보았다. 버그 균형검사를 통한 동적 균형능력에서 고유수용성군에서는 치료 전·후 유의한 차이가 있었으나($p < .01$), 시각적 피드백군에서는 유의한 차이를 볼 수 없어 고유수용성군이 기능적인 동작을 위한 동적 균형능력에 효과적임을 알 수 있었다. 따라서 이러한 고유수용성 운동조절 접근법을 바탕으로 임상에서 편마비 환자의 균형 및 동작 조절능력을 증진시키는 노력이 필요할 것으로 생각된다. 또한 이와 같은 연구 결과를 바탕으로 편마비 환자의 균형능력 회복을 위한 보다 더 효과적인 운동치료 프로그램을 개발, 보급하여야 할 것으로 생각한다.

인용문헌

- Ashburn A. Physical recovery following stroke. *Physiotherapy*. 1997;83:480-490.
- Bach-y-Rita P. Brain plasticity as a basis of the development of rehabilitation procedures for hemiplegia. *Scan J Rehab Med*. 1981;13:73-83.
- Bach-y-Rita P. Process of recovery from stroke. In: Brandstater ME, Basmajian JV, eds. *Stroke Rehabilitation*. Baltimore, William & Wilkins, 1987.
- Berg KO, Maki BE, Williams JI, et al. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil*. 1992;73:1073-1080.
- Bohannon RW, Larkin PA. Lower extremity weight bearing under various standing conditions in independently ambulatory patients with hemiparesis. *Phys Ther*. 1985;65:1323-1325.
- Bohannon RW. Gait performance of hemiparetic stroke patients: Selected variables. *Arch Phys Med Rehabil*. 1987;68:777-781.
- Cheng PT, Wu SH, Liao MY, et al. Symmetrical body-weight distribution training in stroke patients and its effect on fall prevention. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82:1650-1654.
- Davies PM. *Steps to Follows: A Guide to the Treatment of Adult Hemiplegia*. Berlin, Springer-Verlag, 1985.
- Edwards S. *Neurological Physiotherapy, A Problem Solving Approach*. London, Churchill Livingstone, 1996.
- Geiger RA, Allen JB, O'Keefe J, et al. Balance and mobility following stroke: Effects of physical therapy intervention with and without biofeedback/forceplate training. *Phys Ther*. 2001;81:995-1005.
- Lehmann JF, DeLateur BJ, Fowler RS Jr, et al. Stroke: Does rehabilitation affect outcome? *Arch Phys Med Rehabil*. 1975;56:375-382.
- Liston RA, Brouwer BJ. Reliability and validity of measures obtained from stroke patients using the Balance Master. *Arch Phys Med Rehabil*. 1996;77:425-430.
- Lynch M, Grisgono V. *Strokes and Head Injuries*. John Murray, London, 1991.
- Ma HI, Trombley CA, Robinson-Podolski C. The effects of context on skill acquisition and transfer. *Am J Occup Ther*. 1999;53:138-144.

- Nasher LM. Sensory, neuromuscular, and bio-mechanical contributions to human balance. In: Duncan PM, editor. Balance Proceedings of the American Physical Therapy Association forum. Alexandria(VA), APTA. 1990:5-12.
- Nicholas DS. Balance retraining after stroke using force platform biofeedback. *Phys Ther.* 1997;77:553-558.
- Pai YC, Rogers MW, Hedman LD, et al. Alterations in weight-transfer capabilities in adults with hemiparesis. *Phys Ther.* 1994;74:647-659.
- Paeth Rohlfs B. Erfahrungen mit dem Bobath-Konzept. Thieme, Stuttgart, 1999.
- Patla AE, Frank JS, Winter DA. Assessment of balance control in the elderly: Major issues. *Physiotherapy Canada.* 1990;42:89-97.
- Sackley CM, Lincoln NB. Single blind randomized controlled trial of visual feedback after stroke: Effects on stance symmetry and function. *Disabil Rehabil.* 1997;19:536-546.
- Schmidt RA. Motor Control and Learning. 2nd ed. Champaign, Human Kinetics, 1988.
- Shumway-Cook A, Anson D, Haller S. Postural sway biofeedback: Its effect on re-establishing stance stability in hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 1988;69:395-400.
- Steffen TM, Hacker TA, Mollinger L. Age and gender related test performance in community dwelling elderly people: Six-Minute Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and gait speeds. *Phys Ther.* 2002;82:128-137.
- Swanson LR, Sandford JA. Motor learning concepts applied to rehabilitation. In: Pickles B, Compton A, Cott C, et al, eds. *Physiotherapy with Older People.* London, WB Saunders, 1995.
- Wade DT, Langton Hewer R. Functional abilities after stroke: Measurement, natural history and prognosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1987;50:177-182.
- Winstein CJ, Cardner ER, McNeil DR, et al. Standing balance training: Effect on balance and locomotion in hemiparetic adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 1989;70:755-762.