The Journal of Korean Society of Physical Therapy
Dec. 2007, 19(6) : 37 ~ 41

고유수용성 조절과 시각적 피드백이 만성 편마비 환자의 안정성 한계에 미치는 영향

황병용
용인대학교 자연과학대학 물리치료학과

The Effects of the Proprioceptive Control and Visual Feedback for the Limits of Stability in Patients with Chronic Hemiplegia

Byong-Yong Hwang, PT, PhD
Department of Physical Therapy, College of Natural Science Yong In University

Purpose: Hemiplegic patients usually present with difficulties in maintaining their balance. Balance retraining is a major component of a rehabilitation program for patients with neurological impairments. This study compared the effects of prorpioceptive exercise and visual feedback program on the limits of stability (LOS) in chronic hemiplegia patients.

Methods: Thirty subjects (mean age 57.0±9.8) were recruited. The subjects were divided into a proprioceptive group and a visual group. The subjects for the proprioceptive group participated in the proprioceptive exercise program for 4 weeks, and the visual group were treated with visual feedback training using a Balance Master.

Results: At the 4 week follow-up test, the LOS in the proprioceptive group improved significantly in all directions ($p<0.05$). However, improvement was only observed in the forward direction in the visual feedback group. Therefore, the proprioceptive control approach improves the LOS in chronic hemiplegia patients.

Conclusion: These results suggest that compared with physical therapy alone using a proprioceptive control approach to hemiplegia, there was no additional benefit of visual feedback training, such as Balance Master,when administrated in combination with other physical therapy interventions.

Key Words: Chronic hemiplegia, limits of stability, proprioceptive control, visual feedback training.

논문접수일: 2007년 9월 15일
수정접수일: 2007년 10월 14일
게재승인일: 2007년 11월 18일
교신저자: 황병용, bhwang@yongin.ac.kr

Ⅰ. 서 론

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(pertubation)에 적절하게 반응하여 자세를 유지하는 복합적인 과정이며(Berg 등, 1992), 이러한 신체의 균형조절에는 전정계, 시각, 및 체감각 등이 중요하게 작용한다(Cheng 등, 2001).

대부분의 편마비 환자는 균형조절 능력이 감소하며 (Bohannon, 1987), 같은 나이의 정상인에 비해 선 자세에서의 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 손상환자의 재활에서 가장 중요한 항목 중 하나이다 (Shumway-Cook 등, 1988).

편마비환자의 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; Liston과 Brouwer, 1996) 및 청각적 피드백 훈련(Cheng 등, 2001) 등이 있다. 편마비환자에 시각적 피드백 훈련이 전통적인 물리치료 방법보다 대칭적인 보행과 일상생활 동작에 효과적이었다는 연구 결과(Sackley와 Lincoln, 1997; Winstein 등, 1989)와, 접촉 자극과 음성자극보다 선 자세의 대칭성을 증가시켰지만 신체요동에는 차이가 없었다는 보고도 있었다(Shumway-Cook 등, 1988). 이에 반하여 고유수용성 치료프로그램이 시각적 피드백 훈련보다 동적균형 조절 능력에 효과적이었다는 결과도 있었다(황병용, 2004).

편마비환자의 균형능력 저하는 체감각 및 근 긴장도 저하가 주된 원인으로 알려져 있으나(Lynch, 1991), 최근 편마비 환자를 위한 균형 조절 치료 방법에 대한 연구가 시청각 방법이 주를 이루고 있어 논란의 여지가 많고, 객관적인 치료 방법에 대한 자료도 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 편마비 환자의 안정성 한계 증진을 위한 체감각을 이용한 고유수용성 조절법과 시각적 피드백치료 방법과 비교하여 보다 효율적인 물리치료 방법을 제시하는 데 연구의 목적을 두었다.

Ⅱ. 연구방법

인제대학교 일산백병원 재활의학과 외래로 통원 치료중인 편마비 환자 중 자연회복 가능성을 최소화하기 위해 발병 후 6개월 이상이면서, Brunnström이 분류한 편마비 환자 회복기에서 4등급 이상인 남자 환자를 대상으로 하였다(Winstein 등, 1989). 또한 15m 이상 독립보행이 가능하고, 치료효과에 영향을 줄 수 있는 당뇨병과 같은 내과질환과 정형외과적 문제가 없으면서 의사소통이 가능한 대상자 중 연구에 자발적으로 참여한 30명을 무작위로 고유수용성 운동조절군과 시각적 피드백 운동조절군으로 나누어 4주간 각각의 치료프로그램을 시행하였다.

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 선자세로 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 저측굴근의 원심성 수축을 유도하였다(Paeth Rohlfs, 1999). 이때 마비측에 연합반응이 나타나지 않도록 하였으며, 마지막으로 양쪽 고관절 외전근과 신근 외측부를 잡은 상태에서 보행을 시켜 치료 내용이 최대의 이월효과를 이루어질 수 있도록 하였다. 일회 치료는 30분씩 하였고, 주 3회씩 총 4주간 실시하였다.

Balance Master(NeuroCom Co., USA, version 7.0.6 2000)를 이용한 시각적 피드백 치료는 연구 대상자가 먼저 두 개의 힘판(각각 23×46cm) 위에 두 발을 대칭으로 놓고 선다. 이때 전방에 위치한 모니터 상에 대상자의 무게중심 위치가 막대그래프로 표시되며, 이에 따라 대상자는 마비측으로 체중을 이동시키면서 실시간으로 변하는 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.

1. 안정성 한계 검사

Balance Master의 모니터 상에서 전후, 좌우 방향으로 4개의 목표물을 표시하고 중심에 피검사자의 압력중심이 나타나도록 하였다. 신체의 무게중심이 화면 가운데 위치한 원안에 놓여지면 시작 버튼을 누르고 전후좌우 중 표시된 한 방향으로 10초간 피검사자가 자신의 무게중심을 이동하도록 한다. 이때 두 발이 지면에서 떨어지지 않도록 하며, 떨어졌을 경우에는 다시 시작하도록 하였다. 이를 통하여 각 방향의 목표물에 대하여 반응시간, 이동속도, 최대이동거리 등을 측정하였다. 반응시간은 모니터 상에 움직이라는 지시신호가 떨어진 순간부터 피검사자가 처음 움직일 때까지의 시간을 초(sec)로 나타내고, 이동속도는 신체의 압력중심이 중심부에서 목표물까지 도달하는 데 걸리는 시간을 초당 각속도(deg/sec)로 나타냈으며, 이동거리(end point & maximal excursions)는 신체의 압력중심의 주행경로가 중심에서 목표물을 향하여 처음 움직일 때

의 거리(end point excursion)와 목표물에 도달하는 데 소요된 최대거리(maximal excursion)를 백분율(%)로 표시하였다. 또한 방향조절력(directional control)은 신체의 압력중심이 중심부에서 목표물까지 일직선으로 도달하는데 동요된 정도를 백분율(%)로 나타낸다.

또한 고유수용성군과 시각적 피드백군을 대상으로 4주 동안 운동조절 프로그램을 실시한 후 균형 조절 능력의 변화를 알아보기 위해 짝비교 t-검정을, 고유수용성군과 시각적 피드백군의 균형 조절 능력에 차이가 있는지를 알아보기 위하여 t-검정을 하였다. 모든 통계처리의 유의수준은 =0.05로 하였다.

Table 1. Characteristics of the subjects

Characteristics \ Group	Proprioceptive	Visual
Age	53.5±11.7	55.7±10.6
Months poststroke	19.5±11.4	22.1± 8.8
Type of stroke		
Hemorrhage	7	5
Infarction	8	10
Spasticity		
0~1+	14	12
above 2	1	3
Brunnstrōm stage		
4	4	5
5	10	8
6	1	2
Paretic side		
Left	6	11
Right	9	4
Sensory		
Intact	5	7
Impairment	10	8

Ⅲ. 결 과

1. 연구 대상자의 특성

대상자의 평균 연령은 고유수용성군이 53.5세, 시각적 피드백군이 55.7세이었고, 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. 편마비부위는 오른쪽 13명 왼쪽이 17명이었다. 또한 하지의 감각 손상 유무 등에서도 두 집단 간의 유의한 차이가 없었다(Table 1).

2. 치료 전 · 후 고유수용성군과 시각적 피드백군 간의 안정성 한계의 차이 비교

전 · 후 및 좌 · 우 방향으로 무게중심을 이동할 수 있는 능력을 평가하는 안정성 한계 검사에서 전방으로는 시각적 피드백 군에서 치료 전 40.8%에서 치료 후 52.5%로 증가하여 유의한 차이를 보였으나($p<0.01$), 고유수용성 군에서는 차이를 볼 수 없었다. 이와 반대로 후방으로는 고유수용성 군에서 치료 전 35.5%에서 치료 후 42.5%로 유의한 증가를 보였으나($p<0.05$), 시각피드백 군에서는 유의한 차이가 없었다. 고유수용성 군에서 마비측과 비마비측의 측방으로 무게중심 이동 능력이 각각 8.5%와 7.2%가 증가하여 유의한 차이를 보였으나($p<0.05$), 시각적 피드백군에서는 각각 6.0%와 3.6%가 증가하여 유의한 차이를 볼 수 없었다. 또한 모든 방향으로의 안정성 한계는 고유수용성군과 시각적 피드백군 간에 유의한 차이를 볼 수 없었다(Table 2).

Table 2. Comparison of the limits of stability between initial and follow-up tests

Group / Variables	Proprioceptive (n=15)		t	Visual(n=15)		t	p†
	Initial	Follow-up		Initial	Follow-up		
LOS(%)							
Forward	46.2±18.4	48.9±16.2	-0.787	40.8±23.3	52.5±20.4	-3.014**	0.095
Backward	35.5±16.7	42.5±15.9	-2.780*	40.0±17.9	45.3±13.3	-1.254	0.219
Paretic	66.6±14.0	75.1±16.9	-2.208*	61.1±27.7	67.1±12.3	-1.061	0.697
Nonparetic	80.3± 9.5	87.5± 9.0	-2.451*	74.5±17.5	78.1±12.3	-1.223	0.415

Each value represents the mean±standard deviation.
* : $p<0.05$ ** : $p<0.01$
p† Level of significance between proprioceptive and visual groups
LOS: Limits of stability

Ⅳ. 고 찰

균형조절은 전정계, 시각 및 체성감각이 주된 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 뇌반구의 병변으로 인한 편마비 환자의 균형저하는 주로 마비측의 체성 감각과 근 긴장도 저하가 주된 원인으로 알려져 있다. 그러나 대부분의 연구는 시각이나 청각을 이용한 피드백 프로그램으로 구성되어 편마비 환자의 균형 조절 능력 감소의 주된 원인과는 거리가 있으므로 치료의 접근 방법에 제한점이 있다는 것을 시사한다.

또한 기존의 대부분 연구에서는 시각적 피드백 방법과 전통적인 물리치료방법 사이에 별다른 효과 차이를 볼 수 없었다고 하였다(Walker 등, 2000; Geiger 등, 2001; Steffen 등, 2002). 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.

본 연구의 결과에서도 고유수용성 군은 모든 방향에서 안정성 한계가 증진되었으나, 시각적 피드백 군은 전방에서만 향상된 것을 볼 수 있었다. 이는 선 자세에서 다른 자세로 전환 시 동측 방향의 하지의 중둔근과 신근 활동이 필수적인데, 시각적 피드백 훈련은 체중 이동 시 필요한 근활동 증진보다는 신체의 다른 부위의 보상적인 근 활동을 유발하여 모니터 상의 신체의 무게중심 위치만을 중심에 가져오게 하는 방법이다. 본 연구에 동원된 시각적 피드백 훈련군의 많은 수는 마비측 안정성 한계를 증진시키기 위해 정상패턴과는 다른 유형의 동작을 관찰할 수 있었는데, 모니터 상의 무게 중심을 이동시키기 위해 몸통 굴곡과 회전을 주로 이용하였다. 이와 같은 결과는 수치상으로 안정성 한계가 증진되었더라도 자세조절 유형은 정상패턴과는 분명히 다르다는 점을 인식해야 할 것이다.

또한 이 연구에 참여하는 대부분의 대상자는 발병 후 평균 20개월 이상이 경과하였음에도 불구하고 균형 능력이 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 적극적이고 효율적인 치료 접근법의 필요성을 입증하는 것이다.

이 연구의 결과는 편마비 환자의 균형 능력 증진을 위해서는 체성 감각을 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 해석하는 데 어려움이 있겠다.

Ⅴ. 결 론

본 연구는 발병기간이 6개월 이상인 30명의 편마비 환자를 대상으로 4주 동안 시행한 고유수용성 및 시각피드백 조절 프로그램이 편마비 환자의 안정성 한계에 미치는 효과를 알아보았다. Balance Master를 통한 안정성 한계에서 고유수용성군에서는 모든 방향에서 치료 전·후 유의한 차이가 있었으나($p<0.05$), 시각적 피드백군에서는 전방에서만 유의한 차이를 볼 수 있어서 고유수용성군이 안정성 한계 증진에 효과적임을 알 수 있었다. 따라서 이러한 고유수용성 운동조절 접근법을 바탕으로 임상에서 편마비 환자의 균형 및 동작조절 능력을 증진시키는 노력이 필요할 것으로 생각된다. 또한 이와 같은 연구 결과를 바탕으로 편마비 환자의 균형 능력 회복을 위한 보다 더 효과적인 운동치료 프로그램을 개발, 보급하여야 할 것으로 생각한다.

참고문헌

황병용. 고유수용성 조절이 만성 편마비환자의 균형에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 2004;11:69-74.

Ashburn A. Physical recovery following stroke. Physiotherapy. 1997;83:480-90.

Bach-y-Rita P. Brain plasticity as a basis of the development of rehabilitation procedures for hemiplegia. Scan J Rehab Med. 1981;13(2-3):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(11):1073-80.

Bohannon RW, Larkin PA. Lower extremity weight bearing under various standing conditions in independently ambulatory patients with hemiparesis. Phys Ther. 1985;65(9):1323-5.

Bohannon RW. Gait performance of hemiparetic stroke patients: selected variables. Arch Phys Med Rehabil. 1987;68(11):777-81.

Cheng PT, Wu SH, Liau MY et al. Symmetrical body-weight distribution training in stroke patients and its effect on fall prevention. Arch Phys Med Rehabil. 2001;82(12):1650-4.

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(4):995-1005.

Lehmann JF, DeLateur BJ, Fowler RS Jr et al. Stroke: does rehabilitation affect outcome? Arch Phys Med Rehabil. 1975;56(9):375-82.

Liston RA, Brouwer BJ. Reliability and validity of measures obtained from stroke patients using the Balance Master. Arch Phys Med Rehabil. 1996;77(5):425-30.

Lynch M, Grisgono V. Strokes and head injuries. London, John Murray, 1991.

Nasher LM. Sensory, neuromuscular, and biomechanical contributions to human balance. In: Duncan PM, editor. Balance proceedings of the American Physical Therapy Association forum. Alexandria, APTA, 1990;5-12.

Nicholas DS. Balance retraining after stroke using force platform biofeedback. Phys Ther. 1997;77(5):553-8.

Paeth Rohlfs B. Erfahrungen mit dem Bobath-Konzept. Stuttgart, Thieme, 1999.

Sackley CM, Lincoln NB. Single blind randomized controlled trial of visual feedback after stroke: effects on stance symmetry and function. Disabil Rehabil. 1997;19(12):536-46.

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(6):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(2):128-37.

Wade DT, Langton Hewer R. Functional abilities after stroke: measurement, natural history and prognosis. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1987;50(2):177-82.

Walker C, Brouwer BJ, Culham EG. Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. Phys Ther. 2000;80(9):886-95.

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(10):755-62.