

## 편마비환자의 환측하지 체중부하율 향상을 위한 효과적인 외적 되먹임 빈도

노미혜  
연세대학교 보건과학대학 재활학과  
이충휘, 조상현  
연세대학교 보건과학대학 재활학과 및 보건과학연구소  
김태우  
연세대학교 보건과학대학 임상병리학과 및 보건과학연구소

### Abstract

### Effective Frequency of External Feedback for Increasing the Percentage of Body Weight Loading on the Affected Leg of Hemiplegic Patients

**Noh Mi-he, M.P.H., R.P.T.**

Dept. of Rehabilitation, College of Health Science, Yonsei University

**Cho Sang-hyun, Ph.D., M.D.**

**Yi Chung-hwi, Ph.D., R.P.T.**

Dept. of Rehabilitation, College of Health Science, Yonsei University  
Institute of Health Science, Yonsei University

**Kim Tae-ue, Ph.D.**

Dept. of Medical Pathology, College of Health Science, Yonsei University  
Institute of Health Science, Yonsei University

In motor learning, the relative frequency of external feedback is the proportion of external feedback presentations divided by the total number of practice trials. In earlier studies, increasing the percentage of body weight loading on the affected leg of hemiplegic patients, external feedback was continuously produced as the patient attempted to perform a movement. This feedback was produced to enhance the learning effect. However, recent studies in nondisabled populations have suggested that compared with 100% relative frequency conditions, practice with lower relative frequencies is more effective. My study compared the effect of 100% relative frequency conditions with 67% relative frequency conditions to determine what effect they exerted on motor learning for increasing the percentage of body weight loading on the affected lower limbs of patients with hemiplegia. Twenty-four hemiplegic patients were randomly assigned to one of two experimental groups. Each group practiced weight transfer motor learning on a machine.

During practice, visual feedback was offered to all subjects. The experiment was carried out with full visual feedback for patients in group one but only 67% visual feedback for patients in group two. The percentage of loading on the affected leg was recorded four times: before learning (baseline value), immediately after learning, 30 minutes after learning, 24 hours after learning. The results were as follows: 1. In the 100% visual feedback group, the percentage of loading on the affected leg increased significantly in all three testing modes over the baseline value. 2. In the 67% visual feedback group, the percentage of loading on the affected leg increased significantly in all three measurements. 3. Immediately after learning, the learning effect was not significantly different between the two groups, but was significantly greater after both the 30 minutes delay and the 24 hours period. These results suggest that the 33% reduction in the provision of visual feedback may enhance the learning effect of increasing the percentage of body weight loading on the affected leg in patients with hemiplegia.

**Key Words:** Body weight loading; Hemiplegia; Motor learning; Relative frequency.

## I. 서론

일반적으로 편마비환자는 서 있을 때 환측 하지에 전체 체중의 50% 미만을 부하하는 것으로 알려져 있다(권혁철, 1987; 김종만, 1995; 안덕현, 1994; Bohannon과 Larkin, 1985; Dettmann 등, 1987; Dickstein 등, 1984; Hocherman 등, 1984; Shumway-Cook 등, 1988; Wannstedt와 Herman, 1978). 편마비환자의 이러한 비대칭적인 하지 체중부하를 분포는 서기자세의 유지와 정상적인 운동 패턴의 확립을 방해하고, 기능적인 활동을 제한하며, 넘어짐(falling)의 최대 원인이 된다. 특히 이러한 비대칭성은 편마비 물리치료의 중요한 목표인 보행과 높은 관계성을 나타내며, 보행회복에도 영향을 미치는 것으로 알려졌다(김종만, 1995; Bobath, 1978; Dettmann 등, 1987; Dickstein 등, 1984; Di Fabio와 Badke, 1990). 따라서 편마비환자의 환측하지 체중부하율을 향상시키는 것은 편마비 물리치료의 중요한 목표가 되었고 이에 대한 연구가 지속적으로 이루어졌다. 이러한 연구들이 사용한 치료방법은 크게 두 가지로 분류할 수 있는데 시각 및 청각의 외적 되먹임을 사용하는 운동학습 방법과 치료사의 신체적,

구두적 안내, 목적있는 운동 등을 사용하는 운동학습 방법이었다(김명진, 1997; 김종만, 1995; Dickstein 등, 1984; Hocherman 등, 1984; Wannstedt와 Herman, 1978; Winstein 등, 1989). 두 치료방법 중에 가장 대표적인 방법은 외적 되먹임을 사용하는 운동학습 방법이었다고 Shumway-Cook 등(1988)은 외적 되먹임을 사용하는 운동학습 방법이 외적 되먹임을 사용하지 않는 경우보다 더 효과적이었음을 증명하였다

외적 되먹임은 신체의 변화를 신체외부에서 감지하여 나타내는 정보로서, 이는 건강인의 운동학습을 위해 광범위하게 사용되었고 운동학습의 효과를 높이는 가장 강력한 운동학습 변수로 알려졌다(Rose, 1997; Schmidt, 1991; Winstein, 1991). 초기 운동학습 연구자들은 외적 되먹임의 기능을 최대화하여 운동학습의 효과를 더욱 높이기 위해서는 학습자에게 외적 되먹임을 많이 제공하여야 한다고 생각하였다. 따라서 연구자들은 운동학습에 있어 전체 연습횟수에 대한 외적 되먹임을 제공한 연습횟수의 백분율을 외적 되먹임의 "상대적 빈도"라 정의하고 100%와 이보다 낮은 67% 등의 상대적 빈도의 효과를 비교하였다. 그런데 예상과는 달리, 대부분의 연구에

서 100% 보다는 67% 등으로 상대적 빈도를 낮추는 것이 운동학습의 효과를 더 효율적으로 지속시킨다는 결과를 얻었다. 따라서 “외적 되먹임의 상대적 빈도를 낮추는 것이 운동학습에 유익하다”는 새로운 운동학습 이론이 성립되었다(Rose, 1997; Salmoni 등, 1984; Schmidt, 1991; Sparrow와 Summers, 1992; Winstein과 Schmidt, 1990; Winstein, 1991; Winstein 등, 1994; Wulf와 Schmidt, 1989).

운동학습 연구자들은 건강인을 대상으로 증명된 새로운 운동학습 이론이 환자의 운동학습 치료에 적용되는가를 연구하여야 한다고 강조하였다. 연구자들은 건강인의 운동학습에서와 같이 환자의 운동학습에 있어서 외적 되먹임은 중요한 운동학습 변수이며, 일시적 효과보다는 지속적 효과가 더 중요하고, 지속적 효과를 높이기 위해 “되먹임을 얼마나 자주 제공하여야 하는가?” 는 반드시 고려하여야 할 중요한 문제라고 하였다. 또한 연구자들은 일반적으로 환자를 치료하는 임상에서는 외적 되먹임을 많이 제공할수록 효과가 높을 것이라는 의견을 가지고 있는데 이것은 환자를 대상으로한 임상 실험연구를 통해 검증되어야 한다고 하였다(Schmidt, 1991; Winstein, 1991).

편마비환자의 환측하지 체중부하율을 향상시켰던 연구들에서 외적 되먹임을 사용하는 운동학습 방법은 가장 대표적인 치료방법이었으나 대부분 운동학습 직후의 일시적인 효과만을 측정하였을 뿐 지속적인 효과는 연구되지 않았다. 또한 운동학습 동안 제공한 외적 되먹임의 상대적 빈도도 모두 100% 였을 뿐 다양한 상대적 빈도를 적용한 후 학습효과를 비교한 연구는 시행되지 않았다.

따라서 본 연구자는 편마비환자를 대상으로 환측하지 체중부하율을 향상시키기 위한 운동학습을 실시하였다. 운동학습시에는 시각 되먹임을 실험군 1과 실험군 2에 각각 100%와 67%로 제공하였다. 편마비환자의 환측하지 체중부하율을 종속변수로 하여 운동학습 전과 운동학습 직후, 30분 후, 1일 후에 각각

측정하였고 각 실험군의 운동학습 효과가 얼마나 지속되는가를 알아보았다. 그리고 두 실험군간의 운동학습 효과를 비교함으로써 편마비환자의 환측하지 체중부하율을 효과적으로 향상시킬 수 있는 외적 되먹임의 빈도를 알아보았다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 두 실험군의 운동학습 효과를 비교하는 연구이므로 연구 대상자의 선정조건을 정하는 데 있어 기존연구들의 공통적인 선정조건과 함께 두 실험군 대상자들의 운동학습 능력에 영향을 미칠 수 있는 연령, 유병기간, 운동학습 전 환측하지 체중부하율 등의 범위를 제한하였다. 연구 대상자의 선정조건은 다음과 같았다.

- 가. 뇌졸중으로 인한 편마비환자
- 나. 뇌졸중 재발병력이 없는 환자
- 다. 연령이 30세에서 65세 사이인 환자
- 라. 유병기간이 24개월 이하인 환자
- 마. 양측하지에 정형외과적 질환이 없는 환자
- 바. 시지각 검사도구인 성인용 MVPT(Motor Free Visual Perception Test)로 평가했을 때, 편측성 시각 무시증(unilateral visual neglect syndrome)이 없으며 시지각 능력이 정상범주에 속한 환자
- 사. 환측하지 체중부하율이 30% 이상에서 50% 미만인 환자

- 아. 본 연구의 실험과정을 끝까지 마친 환자
- 자. 본 연구참여에 동의한 환자

연구 대상자는 원주 기독교병원에서 물리 치료를 받고 있는 24명의 편마비환자였다. 연구 대상자들은 체비뿔기를 통해 실험군 1(상대적 빈도 100% 군)과 실험군 2(상대적 빈도 67% 군)에 각각 12명씩 무작위로 배정되었다.

본 연구는 1997년 12월 9일부터 1998년 1월 7일까지 위의 연구 대상자 선정조건에 합당한 10명의 편마비환자를 대상으로 예비실

험을 실시한 후 1998년 1월 22일부터 1998년 3월 25일까지 본 실험을 시행하였다.

## 2. 실험 기기

실험 기기는 개인용 컴퓨터시스템과 압력 감지 발판 2개로 구성된 Limloader(LLD-2000 Ver1.2)<sup>1)</sup>였다. Limloader는 균형능력을 향상시키기 위한 네 가지 운동 프로그램과 체중측정 프로그램 소프트웨어를 소장하고 있다. 본 연구는 편마비환자의 환측하지 체중 부하율을 향상시키는 운동학습을 위해 운동 프로그램 3을 사용하였고 운동학습 전후의 환측하지 체중부하율을 측정하기 위해 체중 측정 프로그램을 사용하였다. 운동 프로그램 3은 환자가 신체의 무게를 양측하지에 싣고 중심을 잡는 정도를 컴퓨터 화면에 시각 되먹임으로 나타내며 체중측정 프로그램은 양측하지에 각각 실리는 체중량과 전체 체중량을 컴퓨터 화면에 kg 단위로 표기한다.

## 3. 실험 과정

### 가. 환측하지 체중부하율 측정

연구자는 환측하지 체중부하율을 측정하기 위해 대상자를 발모양이 그려진 측정도구의 두 발판 위에 세우고, 시선을 눈 높이로 조정된 정면의 원표시에 둔 채, 어깨를 펴고 바로 선 자세를 10초간 유지하게 하였다. 대상자가 측정자세를 10초간 유지하는 동안, 연구자는 비디오 카메라로 컴퓨터 화면에 나타나는 체중량 변화상태를 녹화하였고 대상자가 10초의 시간을 알 수 있도록 녹화 화면에 나타나는 초시계를 보며 “하나”부터 “열”까지 구령을 불렀다. 녹화를 마친 후 연구자는 녹화내용을 재생하여 1초 이상 유지되는 체중량 중 가장 오래 유지되는 값을 기록지에 기록하였다.

### 나. 환측하지 체중부하율 향상을 위한 운동 학습

본 연구는 편마비환자의 환측하지 체중 부하율을 향상시키기 위해 김종만(1995)의 연구에서 사용한 운동학습 방법을 사용하되 체중을 환측하지로 이동하고 유지하는 시간을 10초로 연장하였다. 구체적인 운동 학습 방법은 다음과 같았다(그림 1).

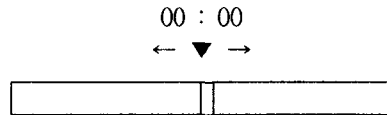


그림 1. 운동학습의 시각 되먹임 화면.

- 1) Limloader의 두 발판 위에 그려진 발바닥 그림에 발을 맞추어 선채로 어깨를 편다.
- 2) 몸의 무게를 두 다리에 똑같이 놓아 시각 되먹임 화면의 화살표가 수평막대의 정중선에 놓이게 한다.
- 3) 몸의 무게를 건측하지로 옮겨서 화살표가 수평막대의 같은 쪽 끝에 닿도록 한다.
- 4) 몸의 무게를 환측하지로 옮겨서 화살표가 수평막대의 같은 쪽 끝에 닿도록 하는 자세를 10초간 지속한다. 이때 연구자는 대상자가 초시계를 보지 않고 시각 되먹임만을 보도록 지시하였고 대상자가 10초의 시간을 알 수 있도록 시각 되먹임 화면의 초시계를 보며 1초 간격으로 “하나”부터 “열”까지 구령을 불렀다.
- 5) 몸의 무게를 다시 두 다리에 똑같이 놓아 시각 되먹임 화면의 화살표가 수평막대의 정중선에 놓이게 하는 자세를 10초간 지속한다. 이때 대상자가 10초의 시간을 확인하는 방법은 4)와 같았다.

운동학습을 위한 전체 연습 횟수는 36회였으며, 1회의 연습시간이 약 30초, 12회

1) SAKAI Inc., JAPAN.

후마다의 1분간 휴식시간을 포함하여 전체 운동학습 시간은 약 20분이었다. 운동학습 동안 실험군 1은 시각 되먹임이 36회 제공되었고 실험군 2는 24회 제공되어 두 실험군의 외적 되먹임 상대적 빈도는 각각 100%(36/36×100=100), 67%(24/36×100=67)였다. 특히 실험군 2에게 시각 되먹임을 67% 상대적 빈도로 제공하는 방법은 Wulf와 Schmidt(1989)의 연구에서와 같이 되먹임 제공을 점차로 줄여 나가는 방법을 사용하였다(그림 2). 되먹임을 제공하지 않을 때는 시각 되먹임 화면을 준비된 가리개로 가렸다.

1	2	3	4	5	×
7	8	9	10	11	×
13	14	15	16	×	×
19	20	21	22	×	×
25	26	27	×	×	×
31	32	33	×	×	×

그림 2. 상대적 빈도 67% 군의 되먹임 제공시기  
×: 되먹임을 제공하지 않는 연습시기

#### 4) 분석 방법

본 연구에서는 측정값이 정규분포하지 않았으므로 비모수 검정방법을 사용하였다. 각 실험군내에서의 운동학습 효과를 알아보기 위해서는 Wilcoxon signed ranks test를 하였다. 그리고 두 실험군간의 운동학습 효과를 비교하기 위해서는 운동학습 후의 환측하지 체중부하율에서 운동학습 전의 환측하지 체중부하율을 뺀 변화량을 종속변수로 택하여 Mann-Whitney U test를 하였다. 통계적 유의성을 검정하기 위해서 유의수준  $\alpha=0.05$ 로 하였다.

### Ⅲ. 결과

#### 1. 연구 대상자의 일반적 특성과 의학적 특성

상대적 빈도 100% 군은 남자가 6명(50%), 여자가 6명(50%)으로 전체 12명이었다. 연령의 평균값은 54세였으며 체중의 평균값은 65 kg이었고 유병기간의 평균값은 13개월이었다. 환측은 우측이 9명(75%), 좌측이 3명(25%)이었다(표 1). 상대적 빈도 67% 군은 남자가 7명(58%), 여자가 5명(42%)으로 전체 12명이었다. 연령의 평균값은 49세였으며 체중의 평균값은 67 kg이었고 유병기간의 평균값은 14개월이었다. 환측은 우측이 8명(67%), 좌측이 4명(33%)이었다(표 1).

표 1. 연구 대상자의 일반적 특성과 의학적 특성

(N=24)

일반적 특성	구분	상대적 빈도 100% 군(n <sub>1</sub> =12)	상대적 빈도 67% 군(n <sub>2</sub> =12)
성	남	6 (50%)	7 (58%)
	여	6 (50%)	5 (42%)
연령(세)		54.0±9.1*	49.0±13.0
체중(kg)		65.0±9.8	67.0±7.5
유병기간(개월)		13.3±3.9	14.2±3.8
환측(명)	우측	9 (75%)	8 (67%)
	좌측	3 (25%)	4 (33%)

\* 평균±표준편차

**2. 상대적 빈도 100% 군의 환측하지 체중 부하율**

상대적 빈도 100% 군의 환측하지 체중부하율은 운동학습 전, 직후, 30분 후, 1일 후의 평균값이 각각 39.8%, 44.5%, 42.8%, 40.8%였다(표 2).

**3. 상대적 빈도 67% 군의 환측하지 체중 부하율**

상대적 빈도 67% 군의 환측하지 체중부하율은 운동학습 전, 직후, 30분 후, 1일 후의

평균값이 각각 39.3%, 44.3%, 43.9%, 43.1%였다(표 3).

**4. 상대적 빈도 100% 군의 운동학습 효과**

상대적 빈도 100% 군의 환측하지 체중부하율은 운동학습 직후, 30분 후, 1일 후 모두에서 유의하게 향상되었다( $p < 0.05$ )(표 4).

**5. 상대적 빈도 67% 군의 운동학습 효과**

상대적 빈도 67% 군의 환측하지 체중부하율은 운동학습 직후, 30분 후, 1일 후 모두에서 유의하게 향상되었다( $p < 0.05$ )(표 5).

표 2. 상대적 빈도 100% 군의 환측하지 체중부하율 (단위: %)

	운동학습 전	직후	30분 후	1일 후
환측하지 체중부하율	39.8±4.55*	44.5±4.56	42.8±4.06	40.8±4.09

\* 평균±표준편차

표 3. 상대적 빈도 67% 군의 환측하지 체중부하율 (단위: %)

	운동학습 전	직후	30분 후	1일 후
환측하지 체중부하율	39.3±4.35*	44.3±5.19	43.9±5.18	43.1±4.19

\* 평균±표준편차

표 4. 상대적 빈도 100% 군의 운동학습 효과 (단위: %)

	운동학습 전	직후	30분 후	1일 후
환측하지 체중부하율	39.8±4.55*	44.5±4.56	42.8±4.06	40.8±4.09
T**		-8.82	-9.86	-3.63
p		0.00	0.00	0.04

\* 평균±표준편차

\*\* Wilcoxon signed ranks test

표 5. 상대적 빈도 67% 군의 운동학습 효과 (단위: %)

	운동학습 전	직후	30분 후	1일 후
환측하지 체중부하율	39.3±4.35*	44.3±5.19	43.9±5.18	43.1±4.99
T**		11.73	8.41	9.93
p		0.00	0.00	0.00

\* 평균±표준편차

\*\* Wilcoxon signed ranks test

표 6. 상대적 빈도 100% 군과 67% 군간의 체중부하 변화량 비교 (단위: %)

	상대적 빈도 100% 군	상대적 빈도 67% 군	U**	p
운동학습 직후	4.75±1.86*	5.00±1.48	63.50	0.60
30분 후	2.92±1.38	4.67±1.92	33.50	0.02
1일 후	1.00±0.95	3.83±1.34	5.50	0.00

\* 평균±표준편차

\*\* Mann-Whitney U test

## 6. 상대적 빈도 100% 군과 67% 군간의 운동학습 효과 비교

상대적 빈도 100% 군과 67% 군의 환측하지 체중부하율의 변화량을 비교한 결과 운동학습 직후간에는 유의한 차이가 없었으나 운동학습 후 30분간, 1일간에는 67% 군이 유의하게 높았다( $p < 0.05$ )(표 6).

## IV. 고찰

편마비환자는 환측하지의 기능손상을 건측하지가 보상하게 되어 전체 체중에 대한 환측하지 체중부하율이 감소하게 되는데 여러 연구자들이 측정된 편마비환자의 환측하지 체중부하율은 28%, 30%, 38.4%, 40.7% 등으로 건측하지에 비해 낮은 부하율을 나타냈으며 환측하지 체중부하율이 30% 미만인 경우에 이를 향상시키기 위한 운동학습의 효과가 30% 이상인 경우보다 낮은 것으로 나타났다(권혁철, 1987; 김종만, 1995; Bohannon과 Larkin, 1985; Wannstedt와 Herman, 1978; Winstein 등, 1989).

본 연구는 연구 대상자의 선정조건에서 환측하지 체중부하율을 50% 미만으로 하되 30% 이상으로 제한한 이유는 두가지가 있었다. 첫째는 운동학습의 효과를 높이기 위함이었으며, 둘째는 두 실험군의 운동학습 효과를 비교하는데 있어 운동학습 전 환측하지 체중부하율이 혼란변수로 작용하는 것을 막기 위

함이었다. 따라서 두 실험군의 운동학습 전 환측하지 체중부하율은 각각 39.8%, 39.3%로 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

본 연구는 편마비환자의 환측하지 체중부하율을 측정하기 위해 Limloader 기기를 사용하였는데 이는 최근 연구들에서 사용되었고 두 측정자간의 신뢰도가 높게 나타났기 때문이었다(김명진, 1997; 김종만, 1995; 안덕현, 1994). 그러나 Limloader 기기는 대상자의 자세변화에 따라 컴퓨터 화면에 기록되는 체중량이 민감하게 변화하여 정확히 안정된 측정값을 선택하는 데 어려움이 있었다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구자는 체중량이 기록되는 컴퓨터 화면을 비디오 카메라로 녹화한 후 이를 재생하여 측정값을 선택하였는데 이보다는 측정 기기 자체가 정해진 시간 동안 변화하는 체중량들의 평균값을 구하거나 가장 안정된 체중량을 자동적으로 선택하는 기능이 갖추어져야 한다고 생각한다.

여러 연구자들은 편마비환자의 환측하지 체중부하율을 향상시키기 위해 다양한 외적 되먹임을 사용하였는데 편마비환자의 환측하지 신발 바닥에 청각 되먹임 기구를 설치하여 환측하지의 체중부하율이 전체 체중의 50%에서 벗어날수록 주파수 소리(frequency sound)가 점점 커지게 하며 정확히 50%이면 주파수 소리가 완전히 없어지도록 하였고, Postural Sway Biofeedback 시각 되먹임 기기를 사용하여 편마비환자가 컴퓨터 화면으로 자신의 신체 중심이 안정구역안에 있는지를 확인할 수 있게 하였으며, Standing Feedback Trainer 시각 되먹임 기기를 통해 편마

비환자가 컴퓨터 화면의 그림을 보며 대칭적인 서기자세를 취할 수 있도록 하였고, Limloader 기기의 시각 및 청각 되먹임을 사용하여 체중이동 운동학습을 도왔다(김종만, 1995; Wannstedt와 Herman, 1978; Shumway-Cook 등, 1988; Winstein 등, 1989).

본 연구는 김종만(1995)의 연구에서 사용했던 Limloader 기기를 사용하여 편마비환자들을 대상으로 시각 되먹임을 제공하는 단기 체중이동 운동학습을 실시하였는데 운동학습 직후, 몇 초 후의 일시적 효과보다는 운동학습 후 30분, 1일 후의 지속적 효과를 알아보려고 하였다. 연구결과 편마비환자의 환측하지 체중부하율이 실험군 1은 운동학습 전 39.8%에서 운동학습 직후 44.5%, 30분 후 42.8%, 1일 후 40.8%로 향상되었고 실험군 2는 운동학습 전 39.3%에서 운동학습 직후 44.3%, 30분 후 43.9%, 1일 후 43.0%로 향상되었다. 이는 본 연구에서 실시한 운동학습 효과가 1일 후까지도 지속되었음을 나타내는 것이다.

편마비환자의 환측하지 체중부하율을 향상시킨 연구들에서 연구자들은 운동학습의 효과를 높이기 위해 환자에게 외적 되먹임을 운동학습의 매 연습시도마다 제공하였다. 그러나 건강인의 운동학습 이론인 유도가설(guidance hypothesis)은 이러한 제공방법이 운동학습에 유해함을 설명하였다(Schmidt, 1991). 유도가설에서 외적 되먹임은 운동학습에 있어 긍정적 기능뿐 아니라 부정적 기능도 가지고 있다. 긍정적 기능은 외적 되먹임이 목표한 움직임에 익숙지 않은 학습자에게 움직임의 오류에 대한 정보를 제공함으로써 학습자가 목표한 움직임을 정확히 이룰 수 있도록 돕는다는 것이다. 부정적 기능은 외적 되먹임이 학습자에게 너무 많이 제공되어지면 학습자가 외적 되먹임에 지나치게 의존하게 되어 학습내용을 기억하고 회상하기 위해 학습자 내부에서 일어나는 내적 되먹임 작용을 억제함으로써 학습 후 되먹임이 제공되지 않는 환경에서는 학습효과가 빠르게 감소한

다는 것이다. 따라서 운동학습의 초기에는 학습자에게 외적 되먹임을 많이 제공하여 학습자가 자신의 움직임 오차를 줄여 목표한 움직임을 이룰 수 있도록 도와주고 점차적으로 되먹임 제공을 줄임으로써 학습자가 되먹임에 지나치게 의존하는 것을 방지할 수 있다. 그 결과 학습효과를 오래 지속시키는 것이 외적 되먹임의 두 가지 상반되는 기능을 효율적으로 사용하여 운동학습의 효과를 극대화하는 방법이다.

유도가설에 근거하여 연구자들은 건강인의 운동학습에 있어 외적 되먹임을 100% 상대적 빈도로 제공하는 경우와 이보다 낮은 67%, 50%, 33% 등의 상대적 빈도로 제공하는 경우의 운동학습 효과를 비교하였다. 연구자들은 100% 상대적 빈도군에게는 외적 되먹임을 매 연습시도마다 제공하였고 낮은 상대적 빈도군에게는 유도가설이 제안한 바와 같이 운동학습 초기에는 외적 되먹임을 많이 제공하고 점차로 되먹임 제공을 줄여 나갔다(Winstein 등, 1994; Winstein과 Schmidt, 1990; Wulf와 Schmidt, 1989). 연구결과 운동학습 직후의 두 상대적 빈도의 효과간에는 유의한 차이가 나타나지 않았고 학습 후 10분, 20분 등에 측정된 단기 지속적 효과와 1일에 측정된 장기 지속적 효과는 낮은 상대적 빈도가 상대적으로 높은 효과를 나타냈는데 단기보다는 1일 후의 장기 지속적 효과의 차이가 더 크게 나타났다. 이는 유도가설을 뒷받침하는 결과로서 외적 되먹임의 상대적 빈도를 낮추는 것이 운동학습에 유익하다는 결과였다. 이러한 연구결과를 근거로 본 연구는 편마비환자의 환측하지 체중부하율을 향상시키기 위한 운동학습에서 시각 되먹임의 100% 상대적 빈도와 67% 상대적 빈도의 효과를 비교함으로써 편마비환자의 환측하지 체중부하율을 효과적으로 향상시킬 수 있는 외적 되먹임의 빈도에 대해 알아보려고 하였다. 연구방법에서는 100% 미만의 상대적 빈도로 기존 연구에서 사용한 67%, 50%, 33% 상대적 빈도들 중 가장 높은 67%를 사용하였



는데 이것은 편마비환자의 운동학습 능력이 건강인에 비해 낮을 것을 고려하였기 때문이었고, 67% 상대적 빈도를 제공하는 방법은 기존의 연구들과 같이 운동학습 초기에는 되먹임을 자주 제공하고 점차로 줄여 나가는 방법을 사용하였다(그림 2). 연구결과 운동학습 직후에 측정된 일시적 효과는 두 실험군간에 통계적으로 유의한 차이가 없었고, 운동학습 후 30분, 1일에 측정된 지속적 효과는 67% 상대적 빈도군이 100% 상대적 빈도군보다 높았는데 특히 1일 후에 측정된 장기 지속적 효과간의 차이가 더 크게 나타났다. 이는 건강인의 운동학습 연구와 일치하는 결과로 편마비환자의 운동학습에 있어서도 건강인의 운동학습에서와 같이 외적 되먹임의 상대적 빈도를 낮추는 것이 유의하다는 가능성을 제시한 것이다.

본 연구는 편마비환자를 구하는 데의 어려움과 실험기간의 제한성 등으로 인해 연구대상자의 수가 적었고 운동학습 기간이 짧았다는 제한점을 가진다. 앞으로의 연구에서는 이러한 제한점들을 보완하여 편마비환자의 환측하지 체중부하율을 향상시키기 위한 운동학습에 있어 67% 상대적 빈도보다 더 낮은 50%, 33% 등의 상대적 빈도와 100% 상대적 빈도간의 효과를 비교하여 볼 것을 제안한다.

## V. 결론

편마비환자 24명을 실험군 1과 실험군 2에 각각 12명씩 무작위 배정한 후, 시각 되먹임을 실험군 1은 100% 상대적 빈도로 제공하고 실험군 2는 67% 상대적 빈도로 제공하는 단기 체중이동 운동학습을 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 상대적 빈도 100% 군의 환측하지 체중부하율은 운동학습 전에 비해 운동학습 직후, 30분 후, 1일 후 모두에서 유의하게 향상되었다( $p < 0.05$ ).
2. 상대적 빈도 67%군의 환측하지 체중부

하율은 운동학습 전에 비해 운동학습 직후, 30분 후, 1일 후 모두에서 유의하게 향상되었다( $p < 0.05$ ).

3. 상대적 빈도 100% 군과 67% 군의 환측하지 체중부하율의 변화량을 비교한 결과 운동학습 직후간에는 유의한 차이가 없었으나 운동학습 후 30분간, 1일간에는 67% 군이 유의하게 높았다( $p < 0.05$ ).

이상의 결과로 볼 때 편마비환자의 환측하지 체중부하율을 향상시키기 위한 단기 체중이동 운동학습에 있어 외적 되먹임의 상대적 빈도를 100%로 높이는 것보다 67% 등으로 낮추는 것이 효과적임을 알 수 있었다. 그러나 본 연구는 연구 대상자의 수가 적었고 운동학습 기간이 짧았다는 제한점을 가지고 있다. 앞으로의 연구에서는 이러한 제한점을 보완하여 편마비환자의 환측하지 체중부하율을 향상시키기 위한 운동학습에 있어 67% 상대적 빈도보다 더 낮은 50%, 33% 등의 상대적 빈도와 100% 상대적 빈도간의 효과를 비교하여 볼 것을 제안한다.

## 인용문헌

- 권혁철. 독립보행이 가능한 편마비환자의 하지 체중지지 특성에 관한 고찰. 연세대학교 보건대학원, 석사학위 논문, 1987.
- 김명진. 목적있는 운동훈련이 편마비환자의 좌우 대칭적 서기자세에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 1997;4(1):63-69.
- 김종만. 시각 및 청각 되먹임을 통한 하지 체중이동훈련이 편마비환자 보행특성에 미치는 효과에 대한 연구. 연세대학교 보건대학원, 석사학위 논문, 1995.
- 안덕현. 편마비 환자의 기립시 하지체중지지 특성에 대한 연구. 연세대학교 보건대학원, 석사학위 논문, 1994.
- Bobath B. Adult Hemiplegia: Evaluation and treatment. 2nd ed. London, Heinemann Medical Books, 1978.

- Bohannon RW, Larkin PA. Lower extremity weight bearing under various standing conditions in independently ambulatory patients with hemiparesis. *Phys Ther.* 1985;65(9):1323-1325.
- Dettmann MA, Linder MT, Sepic SB. Relationships among walking performance, postural stability, and functional assessments of the hemiplegic patient. *Am J Phys Med.* 1987;66(2):77-90.
- Dickstein R, Nissan M, Pillar T, et al. Foot ground pressure pattern of standing hemiplegic patients. *Phys Ther.* 1984;64:19-23.
- Di Fabio RP, Badke MB. Extraneous movement associated with hemiplegic postural sway during dynamic goal-directed weight redistribution. *Arch Phys Med Rehabil.* 1990;71:365-371.
- Hocherman S, Dickstein R, Pillar T. Platform training and postural stability in hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil.* 1984;65:588-592.
- Rose DJ. *A Multilevel Approach to the Study of Motor Control and Learning.* Allyn and Bacon, 1997.
- Salmoni AW, Schmidt RA, Walter CB. Knowledge of results and motor learning: A review and critical reappraisal. *Psychol Bull (Washington).* 1984;95:355-386.
- Schmidt RA. Motor learning principles for physical therapy. In: Lister MJ, ed. *Contemporary Management of Motor Control Problems: Proceeding of the II STEP Conference.* Alexandria, VA APTA, 1991.
- Shumway-Cook A, Anson D, Haller S. Postural sway feedback: Its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 1988;69:395-400.
- Sparrow WA, Summers JJ. Performance on trials without knowledge of result (KR) in reduced relative frequency presentations of KR. *J Mot Behav.* 1992;24:197-209.
- Wannstedt GT, Herman RM. Use of augmented sensory feedback to achieve symmetrical standing. *Phys Ther.* 1978;58:553-592.
- Winstein CJ. Designing practice for motor learning: Clinical implications. In: Lister MJ, ed. *Contemporary Management of Motor Control Problems: Proceeding of the II STEP Conference.* Alexandria, VA APTA, 1991.
- Winstein CJ. Knowledge of results and motor learning: Implications for physical therapy. *Phys Ther.* 1991;71:140-164.
- Winstein CJ, Gardner ER, McNeal DR, et al. Standing balance training: Effect on balance and locomotion in hemiparetic adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 1989;70:755-762.
- Winstein CJ, Pohl PS, Lewthwaite R. Effect of physical guidance and knowledge of results on motor learning: Support for the guidance hypothesis. *Research Quarterly.* 1994;65:316-323.
- Winstein CJ, Schmidt RA. Reduced frequency of knowledge of results enhances motor skill learning. *J Exp Psychol.* 1990;16:677-691.
- Wulf G, Schmidt RA. The learning of generalized motor programs: Reducing the relative frequency of knowledge of results enhances memory. *J Exp Psychol.* 1989;15(4):748-757.