

# 아급성기 뇌졸중 환자에서 지각-운동 과제를 통한 내잠 학습의 효과



The Journal Korean Society of Physical Therapy

- 이미영, 박래준<sup>1</sup>, 남기석<sup>2</sup>
- 대구대학교 대학원 재활과학과, <sup>1</sup>대구대학교 재활과학대학 물리치료학과, <sup>2</sup>강릉영동대학 물리치료과

The Effect of Implicit Motor Sequence Learning Through Perceptual-Motor Task in Patients with Subacute Stroke

Mi-Young Lee, PT, MS; Rae-Joon Park, PT, PhD<sup>1</sup>; Ki-Seok Nam, PT, MS<sup>2</sup>

Department of Rehabilitation Science, Graduate School, Daegu University; <sup>1</sup>Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Daegu University; <sup>2</sup>Department of Physical Therapy, Gangneung Yeongdong College

**Purpose:** Implicit motor learning is the capacity to acquire skill through physical practice without conscious awareness of what elements of performance improved. This study investigated whether subacute stroke patients can implicitly learn a perceptual-motor task.

**Methods:** We recruited 12 patients with subacute stroke and 12 age-matched controls. All participants performed a perceptual-motor task that involved pressing a button corresponding with colored circles (blue, green, yellow, red) on a computer screen. The task consists of 7 blocks composed of 10 repetitions for a repeating 12-element sequence (total 120 responses).

**Results:** Both groups demonstrated significant improvement in acquisition performance. Reaction times decreased in both groups at similar rate within the sequential block trials (2-5 blocks), and reaction times increased at a similar rate when the task paradigm was transferred from the sequential block trial to the random block trial (5-6-7 blocks).

**Conclusion:** The results of this study suggest that patients with sub-acute stroke can implicitly learn a perceptual motor skill. Although explicit instructions should be used to focus the learner's attention rather than provide information about the task, the application of implicit motor learning strategies in the rehabilitation setting may be beneficial.

**Key Words:** Implicit sequence-motor learning, Serial reaction time task, Stroke

논문접수일: 2008년 6월 28일

수정접수일: 2008년 9월 15일

게재승인일: 2008년 10월 1일

교신저자: 박래준, rjpark@daegu.ac.kr

## 1. 서론

운동 학습은 특정 행동의 숙련도를 증가시키고, 영속적인 변화를 유도하는 신체 연습과 경험에 관련된 일련의 과정을 의미한다(Shumway-cook과 Woollacott, 2001). 이것은 감각 처리과정, 운동 조절, 운동의 숙련성 습득, 다양한 상황에서 숙련된 행동을 수행하는 능력과 습득된 숙련도의 파지 또는 기억을 포

함한다(Leonard, 1997). 일반적으로 새로운 기술에 대한 습득은 수행에 있어 인지적 조절의 필요성이 감소되고, 동작의 수행에 자동화가 일어나게 된다(Poldrack 등, 2005). 이처럼 향상된 수행 요인에 대한 의식적인 인식 없이 추상적인 지식을 바탕으로 숙련도를 획득하는 능력을 내잠(implicit) 운동 학습이라 한다(Green과 Shanks, 1993; Nissen과 Bullemer, 1987).

내잠 학습 체계의 기능은 다양한 행동에 기여하는데, 순차

적 학습과 같은 기술의 숙련도와 고전적 조건화와 조작적 조건화의 연합 학습, 습관화와 같은 비연합 학습을 포함한다 (Squire, 1987). 또한 Green과 Shanks(1993)는 내잠 학습의 효과에 대해서 대부분 학습자는 과제의 목표에 대한 구두적인 설명을 정보로 하여 외현적(explicit) 학습을 수행하지만, 내잠 학습은 목표에 대해 설명 없이 학습자가 과제를 수행하면서 스스로 추상적인 정보를 획득하여 숙련도를 증가시키게 된다. 또한 운동 기술의 학습 동안 수행 실수의 감소효과가 크고, 스트레스를 받는 상황에서의 수행저하도 적다는 점이 확인되었다 (Maxwell 등, 2001).

일반적으로, 뇌졸중 환자의 운동 학습에 대한 연구는 외현 학습으로 학습자가 주어진 설명에 중점을 두고 이루어졌다. 즉 대상자들은 무엇을 학습하고 있는가에 대한 설명을 듣고 수행하기 때문에 운동의 숙련도가 외현적 수준에서 학습되어지게 되었다. 그렇기 때문에 뇌졸중 환자에서 운동 기술이 내잠적으로 학습되었는지는 알 수가 없었다(Hanlon, 1996; Platz 등, 1994; Pohl과 Winstein, 1999; Winstein 등, 1999). 그 후 뇌졸중 환자에게 있어 내잠 학습은 다양한 연구방법을 통해 이루어졌는데, Pohl 등(2001)은 발병 후 6개월이 지난 환자를 대상으로 표적 불빛을 따라 버튼을 누르게 하는 과제를 수행하게 하였는데, 그 결과 뇌졸중 환자에서도 외현적 설명 없이 지각-운동 과제에 대해 학습할 수 있다고 보고하였다. 또한 Boyd 등(2007)도 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 4가지색의 불빛에 따라 컴퓨터 키보드를 누르도록 과제를 구성하여 심각 정도에 따른 내잠 학습의 효과를 알아보았다.

내잠 학습에 대한 연구에 사용되는 가장 일반적인 패러다임의 하나는 연속반응시간과제(serial reaction time task)이다. 이것은 지각과 운동학습요인이 모두 성취되며, 대상자들은 불빛과 같은 자극에 반응하여 이에 대응되는 운동 반응이 요구되어진다. 이런 패러다임에서 반응시간과 정확성에서 보여지는 이 점은 순차적인 자극과 그에 따른 순차적인 반응과 관련되어질 수 있다(Nissen과 Bullemer, 1987). 권용현 등(2007)은 50명

의 정상인을 대상으로 연속반응시간과제를 훈련방법으로 정신 훈련이 미치는 영향에 대해 알아보는 연구를 시행하였다. 마찬가지로 Kennedy와 Raz (2005)의 연구에서도 지각-운동과제의 습득에 대해 연속반응시간과제를 통하여 나이, 성별과 특정 뇌의 부피가 미치는 영향에 대해 알아보았다. 그러나 뇌졸중 환자를 대상으로 한 내잠 학습에 대한 연구가 이루어지지 않았으며, 뇌졸중 환자의 내잠 학습이 정상인과의 차이가 있는지에 대해서 연구가 이루어지지 않았다.

따라서, 본 연구의 목적은 아급성기에 있는 뇌졸중 환자에서 지각-운동 과제를 통하여 내잠 운동학습에 대해 알아보고, 학습 양상을 정상인과 비교해 보고자 하였다. 또한 내잠 운동 학습이 뇌졸중의 기능 회복에 미치는 영향에 대해 알아보하고자 하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 대구 소재 OO대학병원에서 뇌졸중으로 진단. 입원 치료 중인 환자들 중 연구 조건에 만족하는 자로 무선적으로 12명을 선정하였고, 신경학적 손상이 없고, 환자군의 나이와 통계학적으로 차이가 없는 정상인 12명을 대상으로 하였다 ( $p>0.05$ ). 모든 대상자는 오른손을 우성으로 사용하였으며, 이를 위해 Edinburgh Handedness Inventory를 사용하여 검사하였다(Oldfield, 1971). 또한 연구 목적과 방법에 대한 충분한 설명을 듣고 연구에 자발적인 동의를 얻은 후 참가하였다.

구체적인 환자군의 선정 대상 기준은 첫째, 뇌 단층 촬영(CT) 또는 자기공명영상(MRI)에서 뇌졸중으로 진단받고, 발병 후 3개월 미만인 자, 둘째, 지시하는 내용을 이해하고 따를 수 있는 자로 한국형 간이정신상태 판별검사(MMSE-K)에서 연령과 교육 수준을 고려한 점수가 24점 이상인 자. 셋째, 편측 무시와 동측성 반맹증이 없는 자로 선정하였다.

본 연구에 참여한 대상자들의 일반적인 특성은 Table 1과

Table 1. General features of the studied subjects

character		subject group	control group
sex	male	7	7
	female	5	5
age		61.50±12.18	54.83±6.32
tested hand	right	7	7
	left	5	5
lesion type	infarct	9	
	hemorrhage	3	
time since stroke (M±SD)		1.92±0.22	
MMSE-K score		26.67±0.44	

같다.

## 2. 실험 방법

### 1) 측정 도구 및 과정

지각-운동 과제에 대한 패러다임으로는 Superlab Pro ver. 2.04(Cedrus, USA)를 이용하여 연속반응시간과제를 구성하였다. 대상자는 눈높이에 위치한 컴퓨터 모니터를 응시하도록 하고, 네 개의 반응 버튼을 사용할 수 있는 반응 패드(RB-830, Cedrus, USA) 위에 검사할 손을 엄지에서 약지까지 차례대로 올려놓는다. 환자군은 비마비측으로 과제를 수행하며, 정상군에서는 무작위로 나누어 환자군의 과제를 수행한 손과 동일하도록 하였다. 연속반응시간과제는 모니터 상에서 검은색 바탕에 동일한 크기의 4가지 색(파랑색, 노란색, 빨강색, 녹색)의 원이 한 번에 하나씩 나타나며, 원의 색과 일치하는 반응 패드의 버튼을 누른다. 일치하는 색의 버튼을 누른 경우에만 다음 색의 원이 나타나게 되며, 그렇지 않은 경우에는 다음 원의 과제로 넘어가지 않도록 설정되어 있으며, 이것을 주어진 횟수만큼 반복하여 수행하였다. 대상자들은 ‘시작’이라는 신호와 함께 ‘최대한 정확하고 빨리’ 수행하도록 지시받았다.

과제의 구성은 총 일곱 개의 블록으로 구성되는데, 각 블록에서 동일한 색을 누르는 과제를 120회씩 수행하도록 설정되었고, 각 블록사이에는 1분간의 휴식시간이 주어진다. 각 블록의 특징으로 블록 1과 블록 6은 4가지의 색이 무선 설계로, 블록 2에서 블록 5 그리고 마지막 블록에서는 12개 순서(노란색-녹색-녹색-빨강색-노란색-파랑색-녹색-파랑색-노란색-빨강색-녹색-노란색)의 분단 설계로 구성되어 10회 반복하게 된다. 또한 대상자들은 반복되는 순서가 있다는 것과 그 순서에 대해서는 알려주지 않았다.

무선 설계된 블록1은 대상자들의 지각-운동에 대한 과제를 연습하고, 적응하기 위해 구성되었고, 블록 6은 이전의 블록에서의 순차적인 반복 수행으로 규칙적인 순서에 대한 내잡 학습이 이루어졌는지 알아보기 위해 설계되었다.

### 2) 측정 방법

연속반응시간과제에서는 주어진 자극 후에 버튼을 누르는데 걸리는 반응 시간과 정확성에 대해 SuperLap Pro ver. 2.04에서 얻을 수 있다. 각 블록에서 120회의 자극에 대해 정확하게 반

응한 모든 시간의 평균값을 ms로 계산하였다.

## 3. 분석방법

본 연구에서는 SPSS for version 12.0을 이용하여 통계처리 하였다. 통계 분석은 종속 변수인 반응시간에 대한 집단 내 차이의 검정과 반응 시간의 차이에 대한 집단 간 비교를 반복측정 변량분석(repeated measure ANOVA)을 이용하여 학습 능력의 차이를 검증하고자 하였다. 반복 측정요인들 중에서 반복적인 순서로 구성된 블록 2에서 블록 5까지의 반응시간 변화를 비교하여 내잡적 및 외현적 정보를 잘 활용하고 있는지 알아보고, 블록 5에서 마지막 블록의 반응시간의 차이를 알아보아 내잡적 학습에 여부를 알아보려고 하였다. 또한 외현적 지식의 습득에 대한 집단 간 차이는 카이스퀘어 검정(Chi-Square Test)을 이용하였다. 통계적 유의 수준  $\alpha$  는 0.05로 하였다.

## III. 결과

### 1. 전반적인 블록간의 반응 시간 변화

전반적으로 환자군과 대조군에서 블록의 구성 특징에 따라 평균 반응시간의 차이를 보였다. 분단 설계된 블록 2에서 블록 5까지에서의 반응시간은 점차적인 감소를 보였으며, 무선 설계된 블록 6에서는 반응 시간이 증가되었으며, 다시 그 이전과 동일한 순서로 분단 설계된 블록 7에서는 감소를 보였다(Table 2, Figure 1).

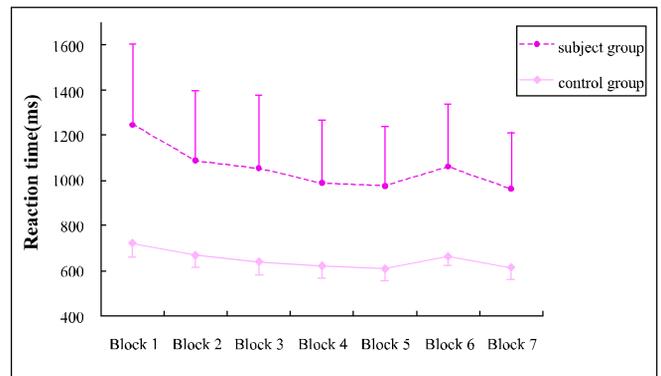


Figure 1. Changes of the reaction time

Table 2. Reaction time on each block

	block 1	block 2	block 3	block 4	block 5	block 6	block 7
subject	1252.33	1094.60	1059.44	994.38	980.37	1066.98	967.59
(M±SD)	(±362.56)	(±308.98)	(±324.22)	(±278.78)	(±267.02)	(±278.55)	(±250.05)
control	726.80	673.01	643.19	627.64	612.67	668.66	621.22
(M±SD)	(±62.10)	(±60.01)	(±57.97)	(±56.04)	(±54.40)	(±53.49)	(±63.36)

(ms)

**Table 3.** Result of repeated measure ANOVA for block 2~block 5

	Type III SS	df	MS	F	P
block	112874.7	3	87624.891	8.288	0.000*
group	927021.4	1	927021.4	22.110	0.000*
block x group	16130.180	3	5376.727	1.184	0.322

\*p<0.05

**Table 4.** Result of repeated measure ANOVA for implicit learning

	Type III SS	df	MS	F	P
block	83818.850	2	41909.290	25.697	0.000*
group	824937.8	1	824937.8	23.051	0.000*
block x group	8183.119	2	4091.559	2.509	0.093

\*p<0.05

**2. 분단 설계된 블록에서 지각-운동과제의 반응시간 변화 (블록2~블록5)**

분단 설계된 블록을 수행할수록 두 집단 모두에서 반응시간의 감소를 보였는데, 블록 2에서 블록 5까지의 수행으로 환자군에서는 평균반응시간이 114 ms, 정상군에서는 60 ms 감소되었다. 반복측정에 대한 비교 분석으로 집단 내 효과에 대한 검정에서 블록이 반복될수록 반응 시간은 유의한 차이가 있었고 (F=8.288, p=0.000), 집단 간 효과에 대한 검정에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(F=22.110, p=0.000). 반복되는 블록과 집단간의 상호작용에서는 유의한 차이가 없었기 때문에, 두 집단은 유사한 비율로 수행이 이루어짐을 알 수 있다 (F=1.184, p=0.322)(Table 3).

**3. 지각-운동 과제의 내잠 학습에서 반응 시간 변화 (블록 5에서 블록7)**

무선 설계로 구성된 블록 6에서 두 집단 모두 반응시간에 변화를 보였는데, 무선 설계된 블록 6의 수행에서 환자군은 블록 5에 비해 87 ms가 증가되고, 블록 7에서는 99 ms가 감소되었으며, 정상군에서는 블록 5에 비해 56 ms가 증가되고, 블록 7에서는 47 ms의 감소를 보였다. 반복측정에 대한 비교 분석으로 집단 내 효과에 대한 검정에서 블록이 반복될수록 반응 시간은 유의한 차이가 있었고(F=25.697, p=0.000), 집단 간 효과에 대한 검정에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 (F=23.051, p=0.000). 반복되는 블록과 집단 간의 상호작용에서는 유의한 차이가 없었기 때문에, 두 집단은 유사한 비율로 수행이 이루어짐을 알 수 있다(F=2.509, p=0.093)(Table 4). 따라서 규칙적인 순서에 대한 내잠 학습이 정상군에서와 마찬가지로 환자군에서도 일어남을 볼 수 있다.

**4. 외현적 지식의 습득 여부**

실험 후, 반복된 순서 여부에 대한 질문을 했을 때, 순서가 있음을 파악한 대상자는 환자군에서 33.3%, 정상군에서는 58.3%였다(Table 5). 하지만, 그 순서에 대해 정확하게 나열하는 대상자는 한 명도 없었다. 또한 카이스케어 검정에서도 두 집단간 지식 습득에는 통계적으로 유의하지 않았다(p>0.05). 따라서 분단 설계된 블록에 대한 수행이 명시적인 지식을 바탕으로 이루어진 것보다 내잠 학습이 이루어짐을 알 수 있다.

**Table 5.** Aquisition of the explicit knowledge

	subject group (%)	control group (%)
yes	4 (33.3)	8 (66.7)
no	7 (58.3)	5 (41.7)

**IV. 고찰**

본 연구의 목적은 발병후 3개월 이내의 아급성기에 있는 뇌졸중 환자 12명을 대상으로 내잠 학습을 유도할 수 있는 연속반응시간과제를 통해 지각-운동 기술의 습득 양상을 정상인과 비교하여 보았다. 또한 내잠 학습 전략이 뇌졸중 환자에서 초기 기능 회복에 있어 어떤 의미를 가지는 지에 대해 알아보고자 하였다.

일반적으로 학습과 기억에는 크게 외현과 내잠의 두 가지 형태로 나누어진다. 외재적 기억에서는 사실, 사건, 에피소드 등의 정보를 다루며 그 정보에 노출되었을 때 매우 빠르게 기억해내거나 의식적으로 회상해 낼 수 있다(Squire, 1987). 내재적 기억은 신체적 훈련을 통한 지각-운동성 기술을 필요로 하며 사실이나 데이터처럼 의식적으로 기억해 낼 수 없다. 내재

적 지각-운동성 기술의 발달은 훈련을 통하여 시간이 경과하면서 이루어진다(Seger, 1994).

운동학습과정에 있어 이러한 내잠적 기억을 통해 습득한 운동 기술은 좀 더 자동적이고, 습관화된 동작과 관련이 있으며 그 효과에 대해서도 긍정적인 면을 가진다. 이에 윤기운(2004)은 골프의 퍼팅 기술 습득에 대해 내잠적 학습 전략의 효과를 기존의 외현 학습 방법과 비교 분석한 결과, 습득 단계에서 외현학습과 마찬가지로 효과가 있었고, 내잠 전략 집단의 학습자들은 비록 퍼팅 동작에 대한 상세한 지식이 없어서 표현되는 내용이 부족해도 정확한 동작을 스스로 발견하려는 기회를 가지려 하기 때문에 실제 퍼팅동작을 잘 수행하게 된다는 결과를 보여주었다. 그리고 이정은 등(2006)의 연구에서는 골프퍼팅 중에 노래부르기라는 이차적 과제를 주어 외현적 기억없이 내잠 학습이 이루어졌는지 알아보았고, 또한 외현 학습에 의해 이루어진 결과보다 지속성이 더 유지됨을 보이면서 내잠 학습의 효과에 대해 연구하였다.

본 연구 방법에서 적용한 것과 같이 지각-운동 학습시 대체적으로 적용되는 연속반응시간과제는 대상자들이 4개 또는 그 이상의 자극 배열에 주의를 하고, 불빛의 자극에 따라 적합한 반응을 가능한 빨리 수행하는 것이다. 불빛의 자극은 두 가지 조건에 의해 구성되는데, 하나는 무작위 순서에 의한 무선 설계로 구성되고, 다른 하나는 자극이 일련의 패턴으로 반복되는 분단 설계로 이루어지는데, 이런 구성의 특징에 대해서는 설명을 듣지 않고 수행하게 된다. 대상자들이 수행을 하면서 분단 설계로 구성된 블록에서는 반응시간이 점차로 감소되고, 다음에 무선 설계로 구성된 블록의 수행 시 반응시간이 증가되었다면, 분단 설계에 대한 패턴에 대해 인식하지 못하거나, 하였더라도 그 패턴을 설명하지 못하였다면, 내잠 학습이 이루어졌다고 볼 수 있다(Pohl 등, 2001; Willingham, 1999). 연속반응시간과제는 이 개념을 바탕으로 다양한 대상자들에서 여러 과제로 구성하여 내잠 학습에 대한 연구가 이루어지고 있다. 박지원 등(2004)도 역시 동일한 과제를 사용하여 정상인에 있어 나이에 따른 내잠 학습의 특징에 대한 연구를 하였다. 그 결과, 20대가 노년군에 비해 내잠적 정보를 이용한 운동 학습 능력이 뛰어나며, 노년군에서는 노화에 의한 시공간 주의력의 감소 또는 운동 반응 능력의 저하를 보여 과제에 대한 느린 반응 시간을 나타낸다고 언급하였다.

한편 지각-운동 과제를 수행함에 있어 본 연구에서는 편측 병변 부위와 동측인 손으로 반응하도록 하였는데 이것은 Boyd와 Winstein(2001)이 편측 뇌손상 환자에게 순차적 운동에 대한 내잠적 학습시 외현적 설명이 수행에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 알아본 선행 연구와 동일한 수행 방법을 적용하였다. 또한 편마비 환자에서 건측 역시 다양한 과제를 통해 운동 손

상이 존재에 대해 여러 연구에서 입증되고 있다(Debaere 등, 2001; Kim 등, 2003).

이에 본 연구의 실험 결과는 과제의 구성 특성에 맞게 반응 시간에서 변화를 보였는데, 분단설계된 블록 2에서 블록 5에까지는 환자군에서는 평균반응시간이 114 ms, 정상군에서는 60 ms가 감소하였다. 이것은 블록의 반복에 따라 대상자들이 반복되는 일부 패턴에 대한 인식과 색깔에 대해 지각하고 일치하는 색깔 버튼을 누르는 손의 움직임이 숙련화되었음을 의미한다. 또한 블록 6에서 환자군과 정상군에서 각각 87 ms, 56 ms가 증가되었고, 블록7에서 99 ms, 47 ms가 감소하였다. 무선 설계된 블록 6에서 수행에 대한 반응시간은 분단 설계된 블록과 비교하여 증가를 보였다. 다시 분단 설계된 블록 7에서는 반응시간이 감소되었는데, 이 반응시간의 변화에서 알 수 있듯이 두 집단 모두에서 분단 설계의 구성 패턴에 대해 내잠 학습이 일어났음으로 추정할 수 있다.

또한 두 집단 모두 과제를 수행 한 후 과제의 패턴이 있는지에 대한 질문을 하였을 때, 환자군에서는 33.3%, 정상군에서는 58.3%가 순서의 패턴이 있음을 인식하나, 그 순서에 대해 정확하게 표현하는 대상자는 없었다. 이 결과 두 집단은 외현적인 지식을 이용하지 않고, 순수한 내잠 학습이 이루어짐으로 생각된다. Gomez 등(1999)의 연구에서 전전두엽(prefrontal) 병변을 가진 환자에서 연속반응시간과제를 실시한 후에 순서에 대한 외현적 지식 습득을 평가하였을 때, 환자군에서는 10개의 순서 중에 3개 이상을 기억해 낸 대상자는 없었으며, 정상군에서도 순서의 25%를 정확하게 재현하는 대상자는 없었기 때문에 외현적 지식 습득은 제한되었음을 본 연구와 일치하는 결과를 보였다.

한편, 뇌졸중으로 인해 인지 손상은 언어, 지남력, 주의집중과 기억 부분에서 일어날 수 있다(Hochstenbach 등, 1998; Tatemichi 등, 1994). 전형적으로 현재의 재할은 인지와 운동과제를 동시에 수행하도록 이루어진다. 하지만 기억이나 주의집중이 저하된 인지 손상이 있는 환자들은 정보처리 속도가 감소되어 있기 때문에 치료사들에 의해 주어진 많은 설명들로 혼란스러워 할 수 있다. 그렇기 때문에 재할 동안에 인지과제를 수반한 운동 기술의 학습을 수행하기가 매우 어려울 수 있다. 그러므로 학습이나 재학습 전략에 있어 인지적 과제를 최소화하여 운동 기술을 습득하는 내잠 운동 학습이 재할에서 중요하다(Orrrell 등, 2006). 따라서 연구의 결과에서 알 수 있듯이 아급성기의 뇌졸중 환자에서도 내잠 기억이 잘 보존되어 있기 때문에, 설명에 의한 외현 학습이 어려운 환자에게도 일상생활 동작 등의 기능 회복을 위한 치료적 접근이 가능하다고 생각된다.

그러나, 본 연구의 문제점은 운동 학습의 이론에서 설명하고 있는 것처럼 습득된 운동 기술에 대한 파지 검사(retention

test)로 영속성을 확인하는 과정이 없이 단순히 수행력 향상이 내잠적으로 일어나는 지에만 초점을 두어 이루어진 것이다. 앞으로의 연구에서는 내잠적으로 일어난 운동의 수행력이 장기간 동안 유지되고 있는지에 대해 검사하는 과정이 필요할 것이다.

## V. 결론

본 연구에서는 뇌졸중 후 재활의 중요한 회복 시기에 있는 발병 3개월 이내의 편마비 환자들에서 지각-운동 과제를 통해 순차적인 내잠 학습이 잘 보존되어 있음을 정상인과의 비교로써 확인하였다. 일반적으로 재활 중재 과정에서는 치료 목표를 충족하기 위해 외현적인 설명에 많이 의존하였으나, 이 연구를 통해 동적 또는 정적 균형 유지하기, 몸통 조절 등 기능 회복을 위한 치료에 있어 반복적인 수행과 내재적 피드백으로 스스로 방법을 터득하고 오류를 수정하는 내잠 학습이 중요할 것이다.

## 참고문헌

권용현, 장중성, 홍지현 등. 시열반응과제를 통한 정신 훈련과 실제 훈련의 효과. 대한작업치료학회지. 2007;15(1):59-67.

박지원, 홍철표, 김종만 등. 연속 반응시간 과제를 이용한 내재적 운동학습의 특성 연구. 한국전문물리치료학회지. 2004;11(2):1-8.

윤기운. 퍼팅기술 습득에 유사학습을 통한 암묵적 운동학습의 효과 검증. 한국스포츠심리학회지. 2004;15(4):65-84.

이정은, 육동원, 황성우. 암묵적 학습과 명시적 학습이 골프퍼팅기술에 미치는 영향. 체육연구논문집. 2006;13(1):25-36.

Boyd LA, Quaney BM, Pohl PS et al. Learning implicitly: effects of task and severity after stroke. *Neurorehabil Neural Repair*. 2007;21(5):444-54.

Boyd LA, Winstein CJ. Implicit motor-sequence learning in humans following unilateral stroke: the impact of practice and explicit knowledge. *Neurosci Lett*. 2001;298(1):65-9.

Debaere F, Van Assche D, Kiekens C et al. Coordination of upper and lower limb segments: deficits on the ipsilesional side after unilateral stroke. *Exp Brain Res*. 2001;141(4):519-29.

Gómez Beldarrain M, Grafman J, Pascual-Leone A et al. Procedural learning is impaired in patients with prefrontal lesions. *Neurology*. 1999;52(9):1853-60.

Green RE, Shanks DR. On the existence of independent explicit and implicit learning systems: an examination of

some evidence. *Mem Cognit*. 1993;21(3):304-17.

Hanlon RE. Motor learning following unilateral stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 1996;77(8):811-5.

Hochstenbach J, Mulder T, van Limbeek J et al. Cognitive decline following stroke: a comprehensive study of cognitive decline following stroke. *J Clin Exp Neuropsychol*. 1998;20(4):503-17.

Kennedy KM, Raz N. Age, sex and regional brain volumes predict perceptual-motor skill acquisition. *Cortex*. 2005;41(4):560-9.

Kim SH, Pohl PS, Luchies CW et al. Ipsilateral deficits of targeted movements after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003;84(5):719-24.

Leonard CT. *The Neuroscience of human movement*. St. Louis, Mosby, 1997.

Maxwell JP, Masters RS, Kerr E et al. The implicit benefit of learning without errors. *Q J Exp Psychol A*. 2001;54(4):1049-68.

Nissen MJ, Bullemer P. Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures. *Cognit Psychol*. 1987;19(1):1-32.

Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*. 1971;9(1):97-113.

Orrell AJ, Eves FF, Masters RS. Motor learning of a dynamic balancing task after stroke: implicit implications for stroke rehabilitation. *Phys Ther*. 2006;86(3):369-80.

Platz T, Denzler P, Kaden B et al. Motor learning after recovery from hemiparesis. *Neuropsychologia*. 1994;32(10):1209-23.

Pohl PS, McDowd JM, Filion DL et al. Implicit learning of a perceptual-motor skill after stroke. *Phys Ther*. 2001;81(11):1780-9.

Pohl PS, Winstein CJ. Practice effects on the less-affected upper extremity after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999;80(6):668-75.

Poldrack RA, Sabb FW, Foerde K et al. The neural correlates of motor skill automaticity. *J Neurosci*. 2005;25(22):5356-64.

Seiger CA. *Implicit learning*. *Psychol Bull*. 1994;115(2):163-96.

Shumway-cook A, Woollacott MH. *Motor control*. 2nd ed. Philadelphia, lippincott williams & wilkins, 2001.

Squire LR. Memory and Brain. New York, Oxford University Press, 1987.

Tatemichi TK, Desmond DW, Stern Y et al. Cognitive impairment after stroke: frequency, patterns, and relationship to functional abilities. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1994;57(2):202-7.

Willingham DB. Implicit motor sequence learning is not purely perceptual. Mem Cognit. 1999;27(3):561-72.

Winstein CJ, Merians AS, Sullivan KJ. Motor learning after unilateral brain damage. Neuropsychologia. 1999;37(8):975-87.