

편마비 환자의 손목 관절 고유수용감각 훈련에 있어 ‘결과 지식’ 피드백의 효과²⁾

남궁영*, 정보인**, 조상현**, 허혜경***

*한림대학교 성심병원 작업치료실

**연세대학교 보건과학대학 재활학과

***연세대학교 원주의과대학 간호학과

Abstract

The Use of the ‘Knowledge of Results’ for Wrist Proprioceptive Training in Patients With Hemiplegia.

Nam, gung-Young*, M.S., K.O.T.R., Jung, Bo-In**, Ph.D.,
Cho, Sang-Hyun**, M.D., Ph.D., Hur, Hye-Kyung***, Ph.D., Nurse.

*Dept. of occupational therapy Hallym Univ. Sacred heart hospital

**Dept. of Rehabilitation, Collage of Health Science, Yonsei Univ.

***Dept. of the Science of Nursing, Collage of Wonju Medicine, Yonsei Univ.

The purpose of this study was to investigate the effect of ‘knowledge of results’ on wrist proprioceptive training in three persons with poststroke hemiplegia who had no unilateral spatial neglect on MVPT and had adequate cognition on MMSE-K.

A single subject design with multiple baseline across individuals was employed. Each subject participated daily in the 10-15 minutes’ wrist proprioceptive training for the affected wrist with ‘knowledge of results’ which informed the subjects of their wrist position verbally or visually as feedback.

The proprioception was measured as average frequency and percentage of the correct responses on the wrist proprioceptive test in the affected side using

apparatus of researcher's own design and SoloSystem. The measurements were repeated three times: baseline, immediately, and 30 minutes after the training.

The results were as follow:

1. During the baseline period, the number of average correct responses in three subjects were: S1 7.20(36.00%), S2 7.25(36.25%), and S3 10.58(52.92%) respectively.
2. Immediately after the training, the number of average correct responses in three subjects were: S1 14.07(69.67%), S2 12.83(64.17%), and S3 15.63(78.13%) respectively.
3. Thirty minutes after the training, the number of average correct responses in three subjects were: S1 15.53(77.67%), S2 14.25(71.25%), S3 6.38(81.88%) respectively.
4. All the three subjects showed more correct responses in wrist proprioceptive tests at wrist flexion 60° and extension 60° during both the baseline and the training period. They also showed the highest improvement of correct response at neutral wrist position.

These results indicated that 'knowledge of results' had positive effects on improving and maintaining the wrist proprioception of affected wrists in persons with poststroke hemiplegia. Effect of such improvement on the functional aspect of stroke-affected upper extremity remains to be evaluated in the later study.

Key Words : Stroke, Proprioception, Sensory re training, Knowledge of results

I. 서론

고유수용감각(proprioception)은 관절의 자세와 움직임에 대한 무의식적인 정보를 말하는데, 고유수용감각을 해석하는 대뇌피질은 근육, 관절, 인대, 뼈의 수용체로부터 정보를 얻는다(Ayers, 1972). 고유수용감각은 균형(equilibrium)과 진동 감각(vestibular sense)의 기초 정보로 활용되어 관절의 움직임과 전체적인 신체 및 신체 일부의 위치를 인지하도록 함으로써 움직임을 보다 효율적으로 만든다. 또한 고유수용감각은 피드백(feedback) 또는 피드포워드 조절 기전(feedforward control mechanism)의 기본이 되어 신체 각 부분의 움직임과 위치에 대한 정보를 제공함으로써 올바른 자세를 만들고 유지하도록 하며, 매 순간마다 팔다리, 몸통, 머리의 움직임이 적절하게 이루어지도록 돕는다

(Ghez, 1991). 상지의 고유수용감각은 촉각(tactile sensation), 입체인지(stereognosis)와 더불어 시각에 의존하지 않고서도 자연스러운 움직임이 이루어지도록 하기 때문에 연필을 보지 않고도 글씨를 쓰고, 자판을 보지 않고도 타이프를 치며, 옷의 뒷단추를 채울 수 있도록 돕는 등 일상생활에 없어서는 안될 중요한 요소이다(Pedretti, 1996).

뇌졸중과 외상성 뇌손상을 포함한 대부분의 중추신경계 손상 환자는 감각 결손을 갖게 된다. 감각 결손은 올바른 움직임을 방해하고 감각 입력(sensory input)이나 피드백에 기초한 움직임을 급격히 감소시킨다. 감각 결손이 있는 환자들은 움직임을 피하게 되며, 움직인다 하여도 그 움직임이 둔하고 조화롭지 못하다. 그 중에서도 고유수용감각과 촉각의 손실은 수동적 움직임에 대한 인지, 질감 구별(tactile discrimination), 그리고 입체인지

등과 같이 주어진 감각 경험의 지각(perception)과 구별(discrimination)을 어렵게 한다(Mauguiere 등, 1983). 특히 손의 고유수용감각 손실은 신체 각 부분의 위치를 지각하지 못하도록 하여 안정성, 손으로 탐색되는 물체에 대한 인지, 손의 움직임 조절, 운동 기능의 재활에 부정적인 영향을 끼친다(Jeannerod, 1988; Kusoffsky, Wadell과 Nilsson, 1982; Loo 등, 1983; McClatchie, 1980). 뇌졸중 환자의 대부분은 마비와 더불어 손목 관절의 고유수용감각을 상실함으로써 쥐기와 놓기 등 손의 기본적인 사용마저도 어렵게 되고 이로 인해 일상생활 동작 수행에 심각한 어려움을 갖게 된다(Carey, 1995). 따라서 뇌졸중 환자의 손의 움직임을 질적으로 향상시키고 일상생활 동작 수행을 원활하게 하기 위해서는 손목 관절의 고유수용감각 재훈련이 우선적으로 필요하다.

현재까지는 중추신경 손상에 의한 감각 결손 치료를 위해 보상적 방법과 감각재교육 방법이 사용되어 왔다. 보상적 방법은 감각 회복을 기대하지 않은 상황에서 안전을 확보하기 위해 결손된 감각대신 시각이나 의식적 주의력 또는 보조 도구(adaptive device)에 의존하는 방법이고, 감각 재교육 방법은 어느 정도의 감각 회복을 기대할 수 있을 때 사용하는 것이다. 뇌졸중 이후 감각 재교육의 목적은 일상생활 동작 수행에 반드시 필요한 감각 피드백을 받아들이는 대뇌피질 영역을 최대화시키는 것인데, 이를 위한 감각 재훈련 방법에는 환자가 충분히 느낄 수 있는 정도의 자극을 반복하는 방법과 주어진 감각에 집중하도록 함으로써 감각을 의식적인 수준으로 끌어올리는 방법 등이 있다(Dannenbaum과 Dakeys, 1988; Pedretti, 1996). Egger(1984)는 감각 재교육의 초기에는 시각 및 청각적 정보를 체감각 정보와 함께 제공하면서 점차로 시각과 청각을 차단하고 주어진 감각에 집중하도록 하는 방법을 제안하였다. 고유수용감각의 경우 Simmons 등(1998)에 의해 생체피드백을 이용한 균형 훈련 방

법이 연구되었지만 상지의 고유수용감각 재교육을 위한 방법은 거의 소개되지 않고 있다.

자세 또는 움직임에 대한 인식은 피질하 수준(subcortical level)에서 이루어지기 때문에 정상인의 경우에는 의식적인 노력이 필요하지 않다. 그러나 환자의 자세 또는 움직임을 평가하고 재교육하는 과정에서는 환자가 적절한 반응을 할 수 있도록 감각을 의식적인 수준으로 끌어올리는 과정이 필요하다. Carey 등(1993)은 8명의 뇌졸중으로 인한 편마비 환자를 대상으로 촉각과 손목 관절의 고유수용감각구별 훈련을 실시하였는데, 감각구별 훈련을 위해 단계별 자극, 집중적인 감각 탐색, 시각 차단, 양적 피드백(quantitative feedback), 요약 피드백(summary feedback) 등을 적용한 연구에서 피드백 제공이 손목 관절의 고유수용감각 향상에 효과가 있었다고 보고하였다.

작업치료에서는 운동학습이 주로 독립적인 일상생활에 필요한 과제(activities)들을 익히도록 하기 위해 사용되어 왔다(Pool, 1991). Schmidt(1988)는 운동학습을 “반응하는 능력을 영구적으로 변화시킬 수 있도록 연습하고 경험하는 과정”이라고 정의하였다. 운동학습은 학습의 단계, 과제의 형태, 피드백, 연습에 의해 영향을 받고 있는데, 이 중 피드백과 연습은 운동학습 훈련에서 중추적 역할을 하고 있다(Schmidt, 1988). 피드백은 내적 피드백과 외적 피드백으로 나뉘는데, 내적 피드백은 움직임을 수행하는 동안 대상자 스스로 느끼는 시각, 청각, 고유수용감각 등을 말한다. 외적 피드백은 내적 피드백이 기능적으로 이루어지지 않을 때 치료사나 교사 또는 바이오 피드백 등의 기계 장치를 통해 대상자에게 피드백을 주는 것으로 움직임에 관한 정보의 출처가 외부에 기인하는 것을 말한다. 결과 지식(knowledge of results)은 외적 피드백의 하나로 대상자가 운동 수행을 마치고 난 후 연구자가 대상자에게 목표한 운동 결과와 대상자가 실행한 운동 결과 사이의 차이점, 그리고 오류가 생기게 된 원인

을 요약하여 설명함으로써 대상자에게 오류에 관한 정보를 제공하여 다음 시도에서 대상자 스스로 움직임을 수정하도록 하는 방법이다. 시각적 피드백과 청각적 피드백은 기술의 습득과정에서 많이 사용되고 있는데, 특히 시각적 피드백은 움직임을 조절하고 정확도를 높이는데 중요한 역할을 하는 것으로 알려졌다(Keele, 1968; Zelanznik 등, 1983). 결과 지식 피드백의 장점은 대상자의 반응 결과에 대한 오류를 교정하고, 동기를 유발시키며, 강화제로 작용하여 기술학습을 증진시키는데 있다. 작업치료 영역에서 고유수용감각 재훈련의 전략으로 결과 지식 피드백을 이용했던 연구는 아직 보고되지 않았다. 그러나 결과 지식 피드백은 구체적인 체계적인 감각집중을 제공하기 때문에 고유수용감각 재교육 전략으로 제시할 만하다고 생각된다.

본 연구에서는 고유수용감각 결손이 있는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자에 있어서 ‘결과 지식(knowledge of results)’ 피드백을 이용한 감각 재교육 방법이 손목 관절 고유수용감각 향상에 효과가 있는지 조사하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 한림대학교 성심병원에서 입원 및 외래 치료를 받는 환자로서 뇌졸중으로 인한 편마비로 진단 받은 3명을 대상으로 하였으며, 실험은 2000년 3월부터 2개월간 실시되었다. 본 연구에 참여하는 대상자는 고유수용감각의 훈련에 영향을 줄 수 있는 편측무시 등과 같은 의학적 소견이 없는 자로서, 연구자의 지시를 이해하고 지시대로 행동할 수 있는 사람으로 정하였다. 또한 대상자 선정 조건으로 손목 관절의 움직임에 대한 방향 감각은 있되 정반응 비율이 60% 이하일 것을 정했는데, 이러한 선정 조건은 뇌졸중 환자 감각 재교육 효과가 손상된 대뇌

피질의 특정 영역과 범위에 따라 달라질 수 있기 때문이다. 즉 체성감각을 받아들이는 대뇌피질의 특정 영역 전체가 손상되면 감각 재교육 자체가 이루어질 수 없으므로 감각 재교육을 위해서는 신경원의 일부가 손상되지 않았다는 것이 전제될 필요가 있다(Dannenbaum과 Dakeys, 1988).

본 연구에 참여한 대상자의 선정 조건을 요약하면 다음과 같다.

- 1) 뇌졸중의 마지막 발병이 최소 3개월 이상 경과한 환자
- 2) 의학적으로 안정된 환자(당뇨 및 혈압이 안정된 환자)
- 3) 마비측 손목 관절에 아탈구, 구축, 가동범위의 제한 및 말초신경 장애가 없는 환자
- 4) 마비측 손목 관절의 고유수용감각을 20회 평가하였을 때 움직임에 대한 방향감각은 있으나 정반응이 14회(60%) 이하인 환자
- 5) MVPT(Motor-Free Visual Perception Test) 지각 검사 결과 편측무시가 없는 것으로 판명된 환자
- 6) 한국판 간이 정신기능 검사(MMSE-K)에서 24점 이상 득점하여 인지 손상이 없는 것으로 판명된 환자

대상자는 모두 실험기간 중 기존의 포괄적 재활치료를 계속 받았는데, 대상자가 받는 재활치료 중 손목 관절과 관련된 재활 프로그램은 제외시켰다.

2. 연구 설계

본 연구에서는 개별실험 연구방법(single subject experimental research design) 중에서 실험 대상자간 다중 기초선을 이용한 연구 설계(multiple baseline across individuals design)를 사용하였다. 본 연구의 실험은 기초선

시기와 훈련 시기로 나누어 실시하였다. 기초선 시기에는 결과 지식 피드백을 주지 않고 손목 관절의 고유수용감각을 측정하였고, 훈련 시기에는 결과 지식 피드백을 이용하여 감각 재교육을 실시한 후, 훈련 직후와 훈련 30분 경과 후에 손목 관절의 고유수용감각을 측정하였다. 이 때의 측정값은 정반응 한 횟수로 하였다.

3. 실험 기기

1) 대상자 선정을 위한 평가 도구

(1) MVPT(Motor-Free Visual Perception Test)

MVPT는 대상자의 편측무시 여부를 판정하기 위하여 사용하였다. 이 검사는 Bouska와 Kwanty (1983)에 의해 표준화되었고, 검사 재검사간 신뢰도의 범위가 0.77~0.83으로서 신뢰도가 합당한 것으로 평가되었다. 편측무시의 판정은 정답 수에 관계없이 오른쪽과 왼쪽에 답한 문항 수로 계산하는데, 대상자가 답한 문항이 정상적인 범위를 벗어나 한쪽으로 심한 불균형을 이루면 편측무시로 판정한다. 검사결과에서 대상자가 편측무시로 판정된 경우 본

연구의 대상에서 제외하였다.

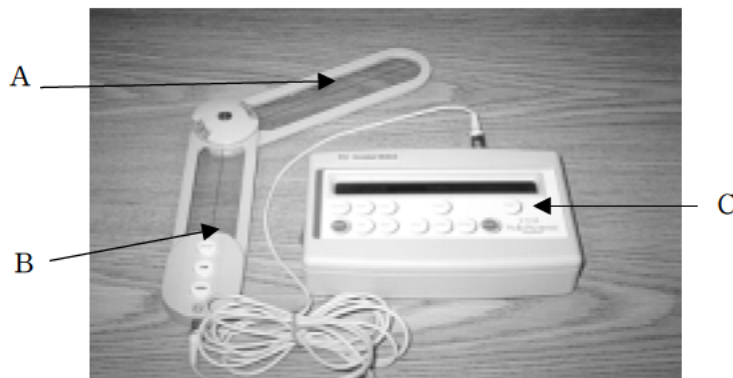
(2) 한국판 간이 정신기능 검사(MMSE-K: Mini-Mental Status Evaluation-Korean Version)

MMSE는 Folstein 등(1975)이 개발하고, 권용철과 박용한(1989)에 의해 한글로 번역된 간이 정신기능 검사로 임상에서 간편하게 뇌손상 환자의 인지 수준을 평가하는 도구로 널리 사용되고 있다. 본 연구에서는 대상자가 검사자의 지시를 잘 따를 수 있는가를 판단하기 위한 인지능력 평가 목적으로 사용하였다. 검사 결과 총 30점 중 24점 이하를 득점한 대상자는 인지 손상이 있는 것으로 간주하여 본 연구에서 제외하였다. 이 검사도구의 검사자간 신뢰도는 0.99(권용철과 박용한, 1989)로서 신뢰할 만한 검사로 평가되었다.

2) 측정 기기

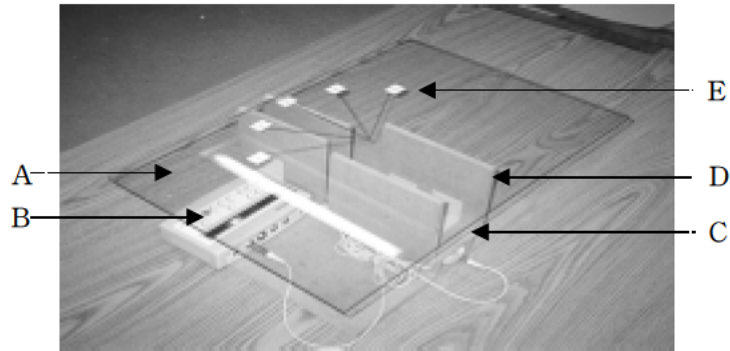
(1) EVAL SoloSystem™의 팔관절각도기 (upper extremity goniometer)

이 검사 도구는 Greenleaf Medical System에서 손과 팔의 관절가동범위 및 근력을 객관적으로



A: 이동팔 B: 고정팔 C: 본체

그림 1. EVAL SoloSystem의 팔관절각도기



A: 유리판 B: SoloSystem 본체 C: 고정팔 고정대
D: 아래팔 고정대 E: 번호표

그림 2 손목 관절 고유수용감각 측정 및 훈련 도구

평가하고, 평가 결과를 저장하기 위해 만든 도구로서 컴퓨터화 되어 있다(Greenleaf Medical System, 1994). EVAL SoloSystem의 팔 관절 각도기는 1% 이내의 오차를 갖는다. 본 연구에서는 EVAL SoloSystem의 팔 관절각도기에 대상자의 아래팔과 손을 고정하여 연구자가 대상자의 손목 관절을 움직일 때 사용하였다(그림 1).

(2) 손목 관절 고유수용감각 측정 및 훈련 도구

이 검사 도구는 대상자의 기초선 시기와 훈련 시기의 손목 관절 고유수용감각의 평가 및 훈련을 위해 연구자가 설계하여 제작하였다. 이 검사 도구는 SoloSystem의 팔관절각도기와 본체, 밀판(42cm×36cm), 팔관절각도기 고정대(6cm×18cm×3cm), 아래팔 고정대(10cm×18cm×10cm), 손가락 고정대(4cm×10cm×10cm), 투명한 유리판(60cm×40cm), 마닐라지(54cm×39cm), 가리개(54cm×39cm)로 구성되어 있다. 이 검사 도구의 제작방법은 아래와 같다.

- ① SoloSystem의 팔관절각도기(upper extremity goniometer)의 고정팔(stationary arm)을 검사도구의 밀판에 부착된 팔관절각도

기 고정대에 고정하였다.

- ② 팔관절각도기 고정팔 위에는 아래팔 고정대를, 팔관절각도기의 이동팔(movable arm)에는 손가락 고정대를 부착하였다.
- ③ 아래팔 고정대 위에 투명한 유리판을 덮고, 대상자가 대상자의 손목 움직임 및 연구자의 측정도구 조작을 볼 수 없도록 유리판을 비치지 않는 종이(마닐라지)로 덮었다.
- ④ 대상자가 연구자의 조작을 볼 수 없도록 직각의 가리개를 설치하였다.
- ⑤ 마닐라지 위에 30°, 60°, 90°, 120°, 150°를 직선으로 표시하고, 여기에 연구자와 대상자 간의 의사소통 편의를 위해 1-5의 번호를 붙였다(그림 2).

4. 측정 방법

손목 관절 고유수용감각은 기초선 시기에는 1일 1회, 훈련 시기에는 1일 2회(훈련 직후와 훈련 30분 경과 후) 측정하였다. 훈련 직후 손목 관절 고유수용감각을 평가한 후 30분 동안은 손목 관절의 움직임이 필요하지 않은 하지의 기능 훈련을 실시하였

다. 측정의 매 회기에 5개의 다른 각도를 무작위로 4회 선정하여 각 각도별로 4회 반복하여 고유수용감각을 총 20회 측정하였다. 1회기의 측정 시간으로는 5~10분 소요되었다.

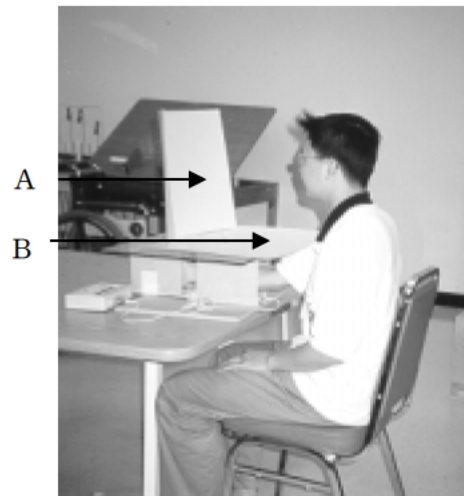
1) 측정 자세

- ① 대상자는 등받이가 있고 팔걸이는 없는 책상용 의자에 엉덩이가 관절, 무릎 관절, 발목 관절이 90°가 되도록 하여 앞뒤 발바닥을 땅에 붙이도록 하였다. 발바닥이 땅에 닿지 않는 경우에는 받침대를 사용하였다.
- ② 발은 어깨 넓이로 벌리도록 하였다.
- ③ 대상자에게 측정 도구를 적용시켰을 때, 어깨 관절은 자연스럽게 내리고 팔꿈치 관절은 90°굽힌 자세가 되도록 책상의 높이를 조절하였다.
- ④ 아래팔이 회외 또는 회내하지 않도록 벨크로를 이용하여 아래팔을 고정대에 고정하였다.
- ⑤ 손가락의 관절들이 움직이지 않도록 스티로폼으로 만든 썬기를 사용하여 손가락 고정대에 손가락을 고정하였다. 이 때 손허리손가락 관절(metacarpophalangeal joint)의 움직임이 일어나지 않고, 손목 관절의 움직임은 제한받지 않도록 주의하였다.
- ⑥ 측정 및 훈련 시기에 연구자는 SoloSystem의 팔관절각도기의 이동팔을 움직여 대상자의 손목 관절 굴곡 각도를 조성하였다(그림 3).

2) 손목 관절 고유수용감각 측정

본 연구에서는 대상자의 고유수용감각을 평가하기 위한 손목 관절의 굴곡 각도를 굴곡 60°, 굴곡 30°, 굴곡 0°, 신전 30°, 신전 60°로 정하였다. Carey 등 (1996)이 정상인 50명, 뇌졸중 환자 50명을 대상으로 손목 관절의 고유수용감각을 평가한 연구에서는 대상자가 느끼는 손목 관절의 위치와 실제 손목 관절의 위치 사이에 11°이상의 오류가 있

으면 손목 관절 고유수용감각에 이상이 있는 것으로 정의되고 있는데, 정상인과 뇌졸중 환자의 90% 이상이 30°이하의 오류를 범하였다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 손목 관절의 고유수용감각 판별 각도의 간격을 30°로 하였다. 본 연구에서는 연구자와 대상자의 의사소통에 혼동이 없도록 하기 위해 전술한 각도에 차례로 1-5의 번호를 붙여 사용하였다. 대상자의 손목 관절 고유수용감각 정반응은 대상자가 지정한 번호에 해당하는 각도와 SoloSystem의 화면에 표시된 각도의 일치로 정하고, 연구자가 대상자 반응의 일치/불일치를 기록하였다. 따라서 손목 관절 고유수용감각 정반응의 검사자간 신뢰도는 제시되지 않았다. 손목 관절 고유수용감각의 측정 방법은 다음과 같다.



A: 가리개

B: 마닐라지

그림 3. 손목 관절 고유수용감각 측정 자세

- ① 연구자는 1-5의 제비를 만들고, 이 중 하나를 무작위로 뽑아 번호대로 대상자의 손목을 움직였다.
- ② 연구자가 대상자의 손목 관절을 움직인 상태에

서 5초간 유지시켰다.

- ③ 대상자는 마닐라지 위에 그려진 1-5까지의 번호 중에서 자신의 손 위치에 해당한다고 생각 되는 번호를 지적하도록 하였다.
- ④ 1-5의 굴곡 각도를 무작위 순서로 4회 반복하여 측정하였다.

5. 결과 지식 피드백을 이용한 고유수용 감각 훈련 과정

결과 지식 피드백은 청각적 피드백과 시각적 피드백을 이용하여 제공하였는데, 청각적 피드백은 연구자가 대상자의 반응 결과를 요약하여 알려주는 형태로 제공하였고, 시각적 피드백은 대상자가 마닐라지를 걷고 자신의 손목 관절 굴곡 각도를 직접 확인하는 형태로 제공하였다. 손목 관절 고유수용감각 훈련은 1일 1회 실시하였는데, 1회 훈련에 소요되는 시간은 10~15분이었다. 손목 관절의 고유수용감각 훈련 각도로는 굴곡 60°, 굴곡 30°, 굴곡 0°, 신전 30°, 신전 60°를 적용하였고, 연구자와 대상자 간의 의사소통에 혼동이 없도록 하기 위해 전술한 각도에 차례로 1-5의 번호를 붙여 사용하였다.

손목 관절의 고유수용감각 훈련은 대상자가 감각 집중을 잘 할 수 있도록 조용한 치료실에서 실시하였다. 구체적인 손목 관절 고유수용감각 훈련 과정은 다음과 같다.

- ① 연구자는 숫자 1-5의 제비를 5개 만들고, 이중 하나를 무작위로 뽑아 각 번호에 해당하는 각도대로 대상자의 손목을 움직였다.
- ② 연구자는 대상자의 각도에 맞추어 손목 관절을 움직인 후 5초 유지시켰다.
- ③ 대상자는 마닐라지 위에 그려진 1-5까지의 번호 중에서 자신의 손 위치에 해당한다고 생각 되는 번호를 지적하도록 하였다.
- ④ 연구자는 대상자에게 실제 손의 위치에 해당하

는 번호를 알려줌으로써 대상자의 오류에 관한 정보를 제공하였다.

- ⑤ 연구자는 마닐라지를 걷어 대상자가 자신의 손목의 위치와 EVAL Solo-System의 화면에 나타나는 손목 굴곡 각도를 직접 확인하도록 하였다.
- ⑥ 1-5의 굴곡 각도를 무작위 순서로 4회 반복하여 측정하였다.

6. 분석 방법

마비측 손목 관절 고유수용감각의 향상 여부를 분석하기 위해 기술통계량인 평균값과 시각적 그래프를 통해 훈련 전·후의 값을 비교하였다. 그리고 훈련의 유지 효과를 조사하기 위해 훈련 직후와 훈련 30분 경과 후의 값을 비교하였다.

III. 연구 결과

1. 대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자의 일반적 특성과 대상자 선정 시 실시한 검사 결과를 표 1과 표 2에 제시하였다. 대상자의 연령은 대상자 1이 40세, 대상자 2가 43세, 대상자 3이 42세였고, 성별은 대상자 1과 2가 남자, 대상자 3이 여자였다. 3인의 대상자 모두 진단명이 출혈성 뇌졸중이었으며, 대상자 1과 대상자 2는 마비측이 우측이었고, 대상자 3은 마비측이 좌측이었다. 유병 기간은 대상자 1이 6개월, 대상자 2가 4개월, 대상자 3이 10개월이었다.

대상자 모두 MVPT를 이용한 시지각 검사와 MMSE-K를 이용한 인지 검사에서 정상으로 판정되었다. 손목 관절의 고유수용감각 평가에서는 대상자 모두 방향감각은 있으나 60% 이하의 정반응을 보였는데, 손목 관절 고유수용감각 측정시 정반응 횟수는 대상자 1이 7.20회(36.00%), 대상자 2가

7.25회(36.25%)였으며, 대상자 3이 10.58회(52.92%)로 마비측 손목 관절 고유수용감각 정반응 횟수가 가장 높았다.

2. 마비측 손목 관절 고유수용감각의 변화

기초선 시기와 훈련 시기의 마비측 손목 관절 고유

표 1. 대상자의 일반적 특성

대상자	나이(세)	성별	진단명	마비측	유병기간(개월)
1	40	남	출혈성 뇌졸중	우측	6
2	43	남	출혈성 뇌졸중	우측	4
3	42	여	출혈성 뇌졸중	좌측	10

표 2. 대상자의 인지, 시지각, 기초선, 경직 검사 결과

대상자	MVPT1) (정답/문항수)	MMSE-K ²⁾ (정답/문항수)	손목 관절의 고유수용감각 ³⁾	근긴장도(MAS ⁴⁾)	
				손목굽힘근	손목펴짐근
1	36/36	30/30	7.20(36.00)	1	0
2	36/36	30/30	7.25(36.25)	1+	1+
3	36/36	30/30	10.58(52.92)	1	1

1) MVPT: Motor-Free Visual Perception Test

2) MMSE-K: Mini-Mental Status Evaluation -Korean Version

3) 손목 관절의 고유수용감각: 손목 관절 고유수용감각 평가에서의 정반응 횟수(%)

4) MAS: Modified Ashworth Scale

표 3. 기초선과 훈련 시기의 손목 관절 고유수용감각 정반응 횟수 및 비율

대상자		기초선	훈련 직후	훈련 30분 경과 후
		평균±표준편차(범위)	평균±표준편차(범위)	평균±표준편차(범위)
1	횟수	7.20± 0.45 (7- 8)	14.07± 2.37 (10-17)	15.53± 3.07 (9-100)
	비율(%)	36.00± 2.24 (35-40)	69.67±11.25 (50-85)	77.67±15.34 (45-100)
2	횟수	7.25± 0.46 (7- 8)	12.83± 2.17 (9-16)	14.25± 2.93 (10- 20)
	비율(%)	36.25± 2.31 (35-40)	64.17±10.84 (45-80)	71.25±14.64 (50-100)
3	횟수	10.58± 1.16 (8-12)	15.63± 2.20 (12-18)	16.38± 2.26 (13- 19)
	비율(%)	52.92± 5.82 (40-60)	78.13±11.00 (60-90)	81.88±11.32 (65- 95)

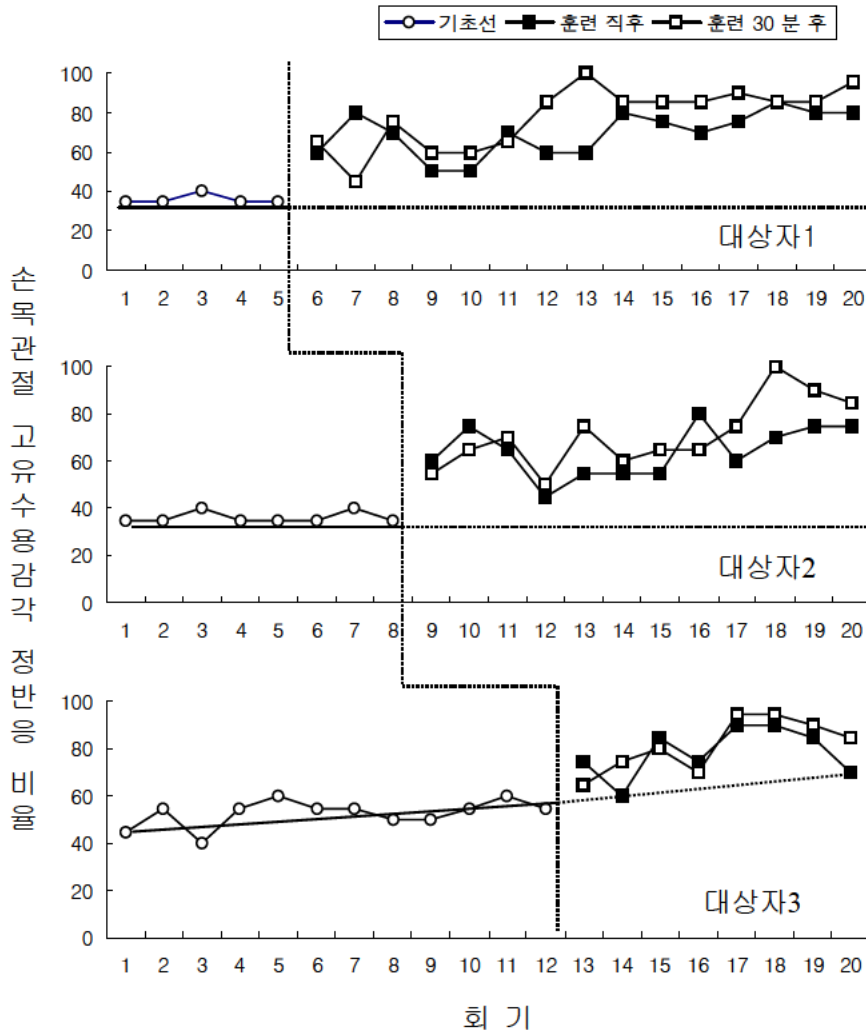


그림 4. 손목 관절 고유수용감각 정반응 비율

수용감각의 변화는 표 3과 그림 4에 제시하였다. 대상자 모두 마비측 손목 관절 고유수용감각 정반응 횟수가 기초선 시기보다 훈련 직후와 훈련 30분 경과 후에서 모두 증가하였다. 마비측 손목 관절 고유수용감각 평가에서 최대 20회를 기준으로 기초선 시기에는 대상자 1, 2, 3의 정반응 횟수가 평균 7.20회 (36.00%), 7.25회(36.25%), 10.58회(52.92%)였으나, 훈련 직후에는 평균 14.07회(69.67%),

12.83회(64.17%), 15.63회(78.13%)로 대상자 모두 정반응 횟수가 기초선 시기보다 증가하였다. 훈련 30분 경과 후에는 정반응 횟수가 평균 15.53회 (77.67%), 14.25회(71.25%), 16.38회(81.88%)로 훈련 직후와 마찬가지로 기초선 시기보다 높았는데 훈련 직후와 훈련 30분 경과 후의 정반응 횟수 비교에서는 대상자 모두 훈련 30분 경과 후가 더 높은 것으로 나타났다.

3. 손목 관절의 굴곡 각도에 따른 대상자의 고유수용감각

기초선 시기와 훈련 시기의 손목 관절 굴곡 각도에 따른 대상자의 고유수용감각 정반응 비율은 표 4에 제시하였다. 대상자마다 기초선 시기와 훈련 시기의 손목 관절 고유수용감각의 측정 회기가 다르다. 그러므로 손목 관절 굴곡 각도에 따른 대상자의 고유수용감각 정반응 비율을 조사하기 위해 각 시기에 해당 손목 관절 굴곡 각도를 측정한 전체 개수 중

정반응을 보인 개수를 백분율로 나타냈다. 또한 해당 각도에서 보인 오반응의 비율을 조사하기 위해 각 시기에서 나타난 오반응의 전체 개수 중 해당 손목 관절 굴곡 각도에서 오반응을 보인 개수를 백분율로 나타냈다. 대상자 1과 3은 신전 60°에서의 정반응 비율이 가장 높았는데, 기초선 시기에 대상자 1이 75.0%, 대상자 3이 64.0%였던 손목 관절 고유수용감각 정반응 비율이 훈련 직후에는 91.7%, 93.7%로 증가하였다. 또한 훈련 30분 경과 후에도 90.0%, 93.7%로 높은 정반응 비율을 유지하였다. 대상자 2는 기초선 시기에는 굴곡 60°에서 정반응

표 4. 손목 관절 굴곡 각도에 따른 고유수용감각

(단위: %)

대상자	손목 관절 굴곡 각도	기초선		훈련 직후		훈련 30분 경과	
		맞은 횟수/ 측정 횟수1)	해당 오류/ 전체 오류2)	맞은 횟수 / 측정 횟수	해당 오류/ 전체 오류	맞은 횟수/ 측정 횟수	해당 오류/ 전체 오류
1	굴곡 60°	60.0	12.5	91.7	5.7	91.7	7.8
	굴곡 30°	20.0	25.0	51.7	33.3	75.0	23.4
	굴곡 0°	10.0	28.1	73.3	18.4	83.3	15.6
	신전 30°	15.0	26.6	50.0	36.8	53.3	43.8
	신전 60°	75.0	7.8	91.7	5.7	90.0	9.4
2	굴곡 60°	53.1	15.4	85.4	8.9	89.6	7.3
	굴곡 30°	37.5	20.3	45.8	30.9	50.0	35.0
	굴곡 0°	28.1	23.5	60.4	20.7	72.9	18.3
	신전 30°	31.2	21.6	40.7	33.1	50.0	34.7
	신전 60°	40.7	19.2	87.5	6.4	93.7	4.7
3	굴곡 60°	58.3	17.7	87.5	12.4	90.6	10.8
	굴곡 30°	45.8	23.4	59.4	38.2	71.9	31.8
	굴곡 0°	58.3	17.4	81.2	16.9	84.4	17.5
	신전 30°	37.5	26.6	68.7	34.7	68.7	34.2
	신전 60°	64.0	14.2	93.7	7.8	93.7	5.7

비율이 53.1%로 가장 높았다. 그러나 신전 60°에서 기초선 시기에 40.7%였던 정반응 비율이 훈련 직후에 87.5%, 훈련 30분 후에 93.7%로 증가하여 정반응 비율의 높은 상승을 보였다. 모든 대상자에서 굴곡 0°에서의 손목 관절 고유수용감각의 정반응 비율이 가장 많이 증가하였는데, 기초선 시기에 대상자 1이 10%, 대상자 2가 28.1%, 대상자 3이 58.3%였던 손목 관절 고유수용감각 정반응 비율이 훈련 직후에는 73.3%, 60.4%, 81.7%로 증가하였다. 또한 훈련 30분 후에도 83.3%, 72.9%, 84.4%로 높은 정반응 비율을 유지하였다.

- 1) 맞은 개수/측정 개수: 각 시기의 해당 손목 관절 각도에서 정반응을 보인 개수/(4×각 시기의 회기 수)
- 2) 해당 오류/전체 오류: 각 시기의 해당 손목 관절 각도에서 오반응을 보인 개수/각 시기에서 보인 오반응 전체 개수

IV. 고 찰

본 연구에서는 감각 재교육 훈련 방법의 하나인 ‘결과 지식(knowledge of results)’ 피드백을 이용하여 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 손목 관절 고유수용감각 훈련을 실시하였는데, 결과 지식 피드백이 편마비 환자의 고유수용감각을 향상시키는데 큰 효과가 있는 것으로 나타났다.

결과 지식 피드백 훈련 후 고유수용감각의 향상은 대상자 모두에게서 훈련 시기 이후 꾸준히 나타났다. 이 중 대상자 1은 기초선 시기에 손목 관절 고유수용감각의 평균 정반응 횟수가 7.20회(36.00%)로 대상자 3인 중 가장 낮았지만, 훈련 직후 평균 14.07회(69.67%), 훈련 30분 경과 후 평균 15.53회(77.67%)로 증가하여 대상자 3인 중 훈련 효과가 가장 높게 나타났다. 이것은 대상자 1의 손목굽힘근의 근긴장도(grade 1)와 손목펴짐근의 근긴장

도(grade 0)가 대상자 3인 중 비교적 낮아 근육과 인대, 그리고 건의 고유수용감각 수용체로부터 정보를 가장 정확하게 받아들이는데 도움이 된 것으로 판단된다(Werner, 1980). 대상자 3의 경우에는 기초선 시기에 10.58회(52.92%)로 기초선 시기의 손목 관절 고유수용감각 정반응 평균 횟수가 대상자 3인중 가장 높았으나 훈련 직후 15.63회(78.13%), 훈련 30분 경과 후 16.38회(81.88%)로 훈련 효과가 대상자 3인 중 가장 낮게 나타났다. Johansson과 Grabowski(1994)은 뇌졸중 발병 후 초기 1-2개월 동안 신경학적 회복이 가장 빠르고 높게 나타나며, 시간이 경과할수록 회복의 속도가 느려지면서 정도가 감소한다고 하였다. 따라서 대상자 3의 훈련 효과가 가장 낮게 나타난 것은 유병기간이 10개월로 대상자 3인 중 가장 길어 이미 어느 정도의 감각 회복이 이루어진 상태이고, 대뇌의 적응 능력(brain plasticity)이 감소되었기 때문으로 판단된다. 대상자 각각의 최대 정반응은 모두 훈련 30분 경과 후에 높게 유지되었는데 대상자 1은 훈련을 8회 실시하였을 때, 대상자 2는 훈련을 10회 실시하였을 때 100%의 정반응을 보였고, 대상자 3은 훈련을 5회 실시하였을 때 95%의 정반응을 보였다. Schmidt(1988)는 즉각적인 피드백이 과도한 정보를 제공함으로써 대상자가 정보에 지나치게 의존적으로 반응하게 되어 대상자의 수행 능력이 감소된다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 즉각적인 피드백의 훈련 효과인 정반응 횟수가 훈련 직후보다 훈련 30분 경과 후에 더 많이 증가한 것으로 볼 때 Schmidt(1988)가 염려한 대상자의 정보 의존도는 근거가 희박한 것으로 보인다.

손목 관절 굴곡 각도에 따른 대상자의 고유수용감각은 기초선 시기와 훈련 시기에서 대상자 모두 굴곡 60°와 신전 60°에서 정반응 비율이 높았고, 훈련을 통해서는 굴곡 0°에서 정반응 비율이 가장 많이 증가하였다. 굴곡 0°의 경우 기초선 시기에 대상자 1이 10%, 대상자 2가 28.1%, 대상자 3이

58.3%였던 손목 관절 고유수용감각 정반응 비율이 훈련 직후에는 73.3%, 60.4%, 81.7%로 증가하였고, 이 훈련 효과는 훈련 30분 후에도 83.3%, 72.9%, 84.4%의 높은 정반응 비율로 유지되었다. 상대적으로 굴곡 30°와 신전 30°에서의 정반응 비율이 떨어진 것은 굴곡 60°를 측정할 후 신전 30°를 측정하거나, 신전 60°를 측정할 후 굴곡 30°를 측정할 경우 거의 대부분 신전 60°나 굴곡 60°로 반응하였기 때문이다. 이것은 고유수용감각을 받아들이는 수용체인 근방추(muscle spindle)와 골지 건 기관(Golgi tendon organ)이 근육의 장력이나 길이에 의해 반응하게 되는데, 대상자 모두 손목굴힘근과 손목펴짐근에 경직이 있어 근육의 장력 또는 길이 변화에 과도하게 반응하였기 때문이라고 판단된다(Werner, 1980).

Carey 등(1993)은 8명의 뇌졸중 환자를 대상으로 한 촉각구별 훈련과 손목 관절의 고유수용감각 구별 훈련에서 시각적 정보를 제거한 상태에서 감각을 탐색하는 연구를 실시하였다. 연구자가 대상자의 오류 정도를 불빛으로 확인시켜 대상자의 반응과 수행 결과에 대한 양적인 피드백을 주는 방법이었는데 이 방법은 손목 관절 고유수용감각의 구별 능력을 향상시키는데 효과적이었다고 보고되었다. 이 연구 결과는 결과 지식 피드백을 통해 손목 관절의 고유수용감각을 크게 향상시킨 본 연구의 결과와 일치한다. 이상의 결과로 보아 결과 지식 피드백은 대상자의 반응 결과에 대한 오류를 교정하고, 동기를 유발시키며, 강화제로 작용하여 기술학습을 증진시킴으로써 뇌졸중 환자의 감각 재훈련에 효과적인 전략으로 사용될 수 있으리라 기대된다.

본 연구는 편마비 쪽에 고유수용감각 결손이 있는 뇌졸중 환자의 손목 관절의 고유수용감각을 향상시키기 위한 감각 재교육 방법으로 결과 지식 피드백의 효용도를 규명하였다. 그러나 결과 지식 피드백을 통한 손목 관절 고유수용감각 향상이 손의 실제적인 기능 향상으로 전이되는지에 대한 조사를 못한

것이 아쉬운 점으로 남아있다. 앞으로의 연구에서는 고유수용감각 향상과 운동 기능 향상과의 관계, 가장 적절한 결과 지식의 제공 시기와 빈도, 그리고 피드백 형태에 관해 심도있는 연구가 수행되어 재활 치료에서 결과 지식 피드백 제공 방법의 효용성이 규명되길 기대한다.

V. 결 론

본 연구에서는 감각 재교육 방법으로서 ‘결과 지식(knowledge of results)’ 피드백을 이용하였을 때 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 손목 관절 고유수용감각이 향상되는지 조사하였다. 본 연구의 대상은 뇌졸중으로 인한 편마비로 진단 받은 3명의 환자였으며, 연구는 2000년 3월부터 2개월 간 실시하였다.

이 연구에서는 개별실험 연구 방법(single subject experimental research design) 중에서 실험 대상자간 다중 기초선을 이용한 연구 설계(multiple baseline across individuals design)를 사용하였다. 손목 관절 고유수용감각 훈련은 청각적 피드백과 시각적 피드백을 이용하여 대상자의 수행에 대한 결과 지식을 제공하는 방법으로 시행하였다. 결과의 측정을 위해서는 연구자가 설계한 검사와 훈련도구 및 SoloSystem을 사용하여 마비측 손목 관절 고유수용감각을 측정하였다. 손목 관절 고유수용감각 측정은 기초선 시기와 훈련 직후, 훈련 30분 경과 후의 총 3회 실시하였고, 결과는 분석을 위해 시각적인 그래프로 표시하였다.

이 실험의 결과는 다음과 같다.

1. 기초선 시기의 마비측 손목 관절의 고유수용감각 평가에서 대상자 1, 2, 3의 평균 정반응 횟수는 각각 7.20회(36.00%), 7.25회(36.25%), 10.58회(52.92%)였다.
2. 훈련 직후 마비측 손목 관절의 고유수용감각의 평가에서 대상자 1, 2, 3의 평균 정반응 횟수는 각각 14.07회(69.67%), 12.83회(64.17%),

15.63회(78.13%)로 대상자 모두 기초선 시 기보다 훈련 직후의 마비측 손목 관절 고유수용감각의 정반응 횟수가 증가하였다. 3. 훈련 30분 경과 후 마비측 손목 관절의 고유수용감각의 평가에서 대상자 1, 2, 3의 평균 정반응 횟수는 각각 15.53회(77.67%), 14.25회(71.25%), 16.38회(81.88%)로 대상자 모두 기초선 시기와 훈련 직후 보다 큰 값을 획득하였다. 4. 손목 관절의 굴곡 각도에 따른 고유수용감각의 정반응 비율은 기초선 시기와 훈련 시기에서 대상자 1, 2, 3 모두 굴곡 60°와 신전 60°에서 높았다. 또한 모든 대상자는 굴곡 0°에서 손목 관절 고유수용감각 정반응 비율이 가장 많이 증가하였다.

위의 결과들을 종합하면 편마비 환자의 손목 관절 고유수용감각의 훈련에 있어 '결과 지식' 피드백이 효과적이었고, 이 훈련 효과는 훈련 30분 경과 후에도 높은 수준으로 유지되었다.

앞으로는 손목 관절 고유수용감각 훈련 후 마비측의 고유수용감각 향상이 훈련받은 손의 실제적 사용 능력에까지 긍정적인 영향을 주는지에 대한 연구가 필요하겠다.

참 고 문 헌

- AOTA. Uniform terminology of occupational therapy. 1989.
- Ayers AJ. Sensory integration and learning disorders. Los Angeles, Western Psychological Services. 1972.
- Bentzel K. Remediating sensory impairment: In Trombly CA. Occupational therapy for physical dysfunction(4th ed.). Boston, Williams & Wilkins. 1997;423-432.
- Carey LM. Somatosensory loss after stroke. Crit Rev Phys Rehabil. 1995;7:51-71.
- Carey LM, Matyas TA, Oke LE. Sensory loss in stroke patients: Effective training of tactile and proprioceptive discrimination. Arch Phys Med Rehabil. 1993;74:602-611.
- Carey LM, Oke LE, Matyas TA. Impaired limb position sense after stroke: A quantitative test for clinical use. Arch Phys Med Rehabil. 1996;77:1271-1278.
- Dannenbaum R, Dakeys R. Sensory loss in the hand after sensory stroke: Therapeutic rationale. Arch Phys Med Rehabil. 1988;69:833-839.
- Eggers O. Occupational therapy in the treatment of adult hemiplegia. Rockville, MD, Aspen Systems. 1984.
- Ghez C. The Control of movement. In: Kandel ER, Schwarz JH, Jessel TM. Principle of Neural Science. New York, Elsevier Science Publishing. 1991.
- Greenleaf Medical System. EVAL SoloSystem & PC SoloPort user's guide. 1994.
- Jeannerod M. The Neural and behavioral organization of goal-directed movements. Oxford, Clarendon, 1988; 171-208. (Oxford psychology series; no 15).
- Johansson BB, Grabowski M. Functional recovery after brain infarction: plasticity and neural transplantation. Brain Pathol. 1994;4:85-95.
- Keele SW, Posner MI. Processing of visual

- feedback in rapid movements. *J Exper Psychol*. 1968;77:155-158.
- Kusoffsky A, Wadell I, Nilsson BY. The relationship between sensory impairment and motor recovery in patients with hemiplegia. *Scand J Rehabil Med*. 1982;14:27-32.
- Loo CK, Hall LA, McCloskey DI, Rowe MJ. Proprioceptive contributions to tactile identification of figures: Dependence on figure size. *Behav Brain Res*. 1983;7:383-386.
- Mauguiere F, Desmedt JE, Courjon J. Astereognosis and dissociated loss frontal or parietal components of somatosensory evoked potentials in hemiparetic lesions. *Brain*. 1983;106:271-311.
- McClatchie G. Survey of the rehabilitation outcome of strokes. *Med J Aust*. 1980;June:649-651.
- Ottenbacher KJ. Advanced single system design: In Ottenbacher KJ. *Evaluating clinical change: Strategies for occupational and physical therapist*. Baltimore, Williams & Wilkins. 1986.
- Pedretti LW. Evaluation of Sensation and Treatment of Sensory Dysfunction. In: Pedretti LW. *Occupational therapy: Practice skills for physical dysfunction*(4th ed.). St. Louis, Mosby-Year Book, Inc. 1996.
- Pool JL. Application of motor learning principles in occupational therapy. *Am J Occup Ther*. 1991;45:531-537.
- Pool JL. Learning. In: Trombly CA. *Occupational therapy for physical dysfunction*(4th ed.). Boston, Williams & Wilkins. 1997;265-276.
- Simmons RW, Smith K, Erez E, et al. Balance retraining in a hemiparetic patient using center of gravity biofeedback: a single-case study. *Percept Mot Skills*. 1988;87: 603-609.
- Schmidt RA. Motor control and learning: A behavioral emphasis. Champaign, IL. Human Kinetics. 1988.
- Trombly CA, Scott AD. Evaluation and Treatment of Somatosensory Sensation. In: Trombly CA. *Occupational therapy for physical dysfunction*(3th ed.). Boston, Williams & Wilkins. 1989.
- Werner JK. Neuroscience: A clinical perspective. Philadelphia. WB Saunders. 1980.
- Zelanznik HN, Hawkins B, Kisselburgh I. Rapid visual feedback processing in single-aiming movements. *J Mot Behav*. 1983;18:353-372.