

로봇을 이용한 왼손의 능동 보조 운동이 뇌졸중 환자의 편측무시에 미치는 효과: 단일대상연구

박진혁*

*연세대학교 대학원 작업치료학과

국문초록

목적 : 본 연구의 목적은 로봇(Amadeo®)을 이용한 왼손의 능동 보조 운동이 뇌졸중 환자의 편측무시에 미치는 영향을 알아보는 것이다.

연구방법 : 본 연구는 만성 뇌졸중 환자 3명을 대상으로 하였으며, 다중 기초선 개별실험연구 설계를 사용하였다. 연구기간 동안 대상자별 실험설계는, 대상자 1은 기초선 3회, 중재기 12회, 대상자 2는 기초선 5회, 중재기 10회, 대상자 3은 기초선 7회, 중재기 8회로, 대상자간 기초선과 중재기 회기 수는 다르나 총 회기 수는 15회로 일정하였다. 각 중재기간 동안 로봇을 이용하여 회기 당 30분씩 왼손의 능동보조 운동을 시행하였다. 기초선과 중재기간에는 편측무시 평가를 위해 선 나누기 검사(Line Bisection Test; LBT)와 알버트 검사(Albert's Test)를 시행하였고 일상생활에서의 편측무시 정도를 평가하기 위해 중재 전, 후에 Catherine Bergego Scale (CBS)을 사용하였다.

결과 : 중재 전과 비교하여 모든 대상자에서 로봇보조치료 후에 선 나누기 검사, 알버트 검사, CBS 점수가 향상되었다.

결론 : 본 연구 결과, 로봇을 이용한 왼손의 능동 보조 운동은 뇌졸중 환자의 편측무시 감소에 비교적 긍정적인 영향을 준 것으로 확인되었다.

주제어 : 뇌졸중, 로봇보조치료, 편측무시

I. 서 론

편측무시는 뇌졸중 환자에게 흔히 나타나는 증상이며, 뇌 손상 반대 측 공간의 자극을 인식하거나 반응하지 못하는 것을 말한다(van Kessel, van Nes, Brouwer, Geurts, & Fasotti, 2010). 편측무시는 좌반구와 우반구 손상 시 모두 나타날 수 있으나, 우반구 손상 이후 좌측 편마비가 있는 뇌졸중 환자에서 흔히 나타난다(Ringman, Saver,

Woolson, Claeke, & Adams, 2004). 좌측에 대한 편측무시를 보이는 환자들은 치료기간이 늘어나게 되고 독립적인 일상생활 활동에 어려움을 보인다(Chen Sea, Henderson, & Cermak, 1993). 이는 좌측 편측무시 환자들의 경우 식사할 때 오른쪽에 있는 음식만 먹는거나 옷을 오른쪽만 입는 등의 행동을 일상생활에서 보이기 때문이다(Bowen, Hazelton, Pollock, & Lincoln, 2013).

이처럼 재활에 부정적인 영향을 미치는 편측무시 중재

ORCID: Park, Jin-Hyuck, <http://orcid.org/0000-0002-0222-8901>

Corresponding author: Park, Jin-Hyuck (roophy@naver.com/ Dept. of Occupational therapy, Graduate School, Yonsei University)

Received 30 January 2015; Revised version received 25 February 2015; Accepted 1 June 2015

를 위해 강제유도운동치료, 시야 가리기, 프리즘 적용, 진동 자극 등의 다양한 접근 방법들이 이용되고 있었다(Pitteri, Arcara, Passarini, Meneghello, & Priftis, 2013; Redding & Wallace, 2006; Van der Lee et al., 2000; Walker, 1996). 이 외에도 일부 연구에서 뇌졸중 환자의 편측무시 증재를 위해 사지활성화 중재 방법을 사용한 연구도 있었다(Priftis, Passarini, Pilosio, Meneghello, & Pitteri, 2013).

그 중 사지활성화 중재 방법은 다른 치료 방법들에 비해 장기적 치료효과를 보고하고 있는데, 과거 연구를 보면 사지활성화 중재 이후 향상된 사지 기능은 좌측 공간에 지속적인 집중을 가능하게 하여 퇴원 후에도 편측무시에 대한 치료효과가 유지된다고 설명하고 있다(Robertson, 1992). 최근에는 사지활성화 중재에 대한 많은 연구가 진행되고 있는데, 중재 방법으로는 주로 대상자의 신체적 기능 상태에 따라 수동 및 능동 운동 방법을 선택하여 적용하고 있었다(Frassinetti, Rossi & Ladavas, 2001; Robertson & North, 1993; Pitteri et al., 2013; Priftis et al., 2013). Pitteri 등(2013)은 Limb Activation Treatment-Device (LAT-D)라고 불리는 불빛이 발생하는 도구를 이용하여 불빛이 나타날 때마다 환자가 왼손을 능동적으로 사용하여 버저를 최대한 빨리 눌러 불빛을 끄는 훈련을 통해 뇌졸중 환자의 편측무시 감소를 보고하였다. 또한 Priftis 등(2013)의 연구에서도 Pitteri 등(2013)이 사용했던 비슷한 원리를 적용하여 왼손의 능동적 훈련을 한 결과, 뇌졸중 환자의 편측무시가 감소됨을 보고하였다.

최근 기술 발전과 더불어 많은 수의 로봇이 개발되면서, 손상 측 사지에 정확하고 반복적인 움직임을 제공할 수 있다는 로봇의 장점을 활용하여 주로 뇌졸중 환자의 상지 기능 향상을 목적으로 많이 사용되어왔다(Norouzi-Gheidari, Archambault, & Fung, 2012; Sale et al., 2014). 하지만 로봇은 모니터를 통해 시각적인 피드백을 제공하여 기존의 편측무시 증재를 위한 사지활성화 연구에서 사용하였던 LAT-D와 유사한 기능을 수행할 수 있음에도 현재 로봇보조치료 연구는 뇌졸중 환자의 상지 기능 향상에 관한 것이 대부분이었다(Varalta et al., 2014). 최근에 Varalta 등(2014)은 시각적 피드백을 제공하는 로봇을 이용하여 편측무시 증재를 위한 사지활성화 중재 방법

을 적용하였는데, 3명의 뇌졸중 환자에게 로봇을 이용하여 숫자세기, 손가락 맞섬, 주먹 쥐었다 펴기와 같은 왼손의 수동 운동을 한 결과, 3명의 환자 모두 편측무시 감소를 보고하여 편측무시 증재를 위한 사지활성화 중재 방법의 도구로써 로봇의 사용 가능성을 시사했다.

로봇은 운동 기능 손상이 심한 환자들을 위한 수동 운동뿐만 아니라 능동 보조 운동, 능동 운동을 제공하고 있지만(Sale et al., 2014) 편측무시 증재를 위한 로봇보조 치료의 운동 방법으로는 주로 수동 운동으로만 연구되었고 다른 운동 방법에 대한 효과는 명확히 밝혀지지 않았다(Varalta et al., 2014). 따라서 본 연구에서는 사지활성화 중재 방법의 도구로 로봇을 이용한 왼손의 능동 보조 운동이 뇌졸중 환자의 편측무시에 미치는 효과를 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 뇌졸중 이후 좌측 편마비로 재활병원에서 입원 치료를 받고 있는 3명의 환자를 대상으로 실시하였다. 자연회복으로 인한 치료 효과를 최소화하기 위해 뇌졸중 발병 후 6개월 지난 자를 대상으로 선정하였다(Gillen, 2010). 연구 전 연구 대상자에게 연구 목적과 방법에 대해 충분히 설명을 하고 동의를 얻은 후에 연구를 실시하였다.

1) 선정 기준

- (1) 전문의에 의해 뇌졸중 진단을 받은 자
- (2) 유병 기간이 6개월 이상인 자
- (3) 한국판 간이 정신상태 검사(Korean version of Mini-Mental State Examination; MMSE-K) 점수가 24점 이상인자
- (4) Motor-Free Visual Perception Test (MVPT)에서 편측무시를 보이는 자
- (5) 감각 이상이 없는 자
- (6) 시력과 청력에 이상이 없는 자

본 연구에 참여한 대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Demographic and Clinical Characteristic of Patients

Characteristics	Subject 1	Subject 2	Subject 3
Age (yr)	64	68	57
Gender	Female	Male	Male
Onset time (mo)	7	8	7
Dominant hand	Right	Right	Right
Etiology	Hemorrhage	Hemorrhage	Infarction
MVPT (score)	20	18	21
MMSE-K (score)	27	24	24

MMSE-K: Korean version of Mini-Mental State Examination, MVPT: Motor-Free Visual Perception Test

2. 연구 설계

본 연구는 단일대상연구 방법 중 다중 기초선 연구로 회기 당 30분씩 하루 1회, 주 5회, 총 15회기로 실험은 기초선 과정, 치료과정으로 나누어 진행하였다. 연구기간 동안 대상자별 실험설계는 대상자 1은 기초선 3회, 중재기 12회, 대상자 2는 기초선 5회, 중재기 10회, 그리고 대상자 3은 기초선 7회, 중재기 8회로, 대상자간 기초선과 중재기 회기는 다르지만 총 회기 수는 15회로 동일하였다. 대상자들은 각 중재기간 동안 로봇을 사용하여 왼손의 능동보조 운동을 30분씩 실시하였다. Catherine Bergego Scale (CBS)은 치료기간 전, 후에 각각 측정하였다. 편측무시를 평가하기 위하여 선 나누기 검사(Line Bisection Test), 알버트 검사(Albert's Test)를 무작위 순서로 치료 직후에 시행하였다. 모든 검사는 연구자가 아닌 경력 5년 이상의 치료사 1인에 의해 진행되었다.

3. 검사 도구

1) 대상자 선정 도구

(1) 한국판 간이 정신상태 검사

(Korean version of Mini-Mental State Examination: MMSE-K)

이 검사는 본 연구에서 대상자 선정 시 과제 수행 및 지시사항 이해에 필요한 인지 능력을 평가하기 위해 사용하였다. MMSE-K는 간편하게 인지 수준을 평가하는 도구로써 검사자간 신뢰도는 .99로 신뢰할 만한 검사로 인정받고 있다(Kwon & Park, 1989).

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

MVPT는 대상자의 시야결손 또는 편측무시를 평가하기 위하여 사용하는 도구로 전경배경, 시각적 구분, 시각 기억력, 시각적 완성, 공간관계로 구성된 총 5가지 영역의 36문항으로 구성되어 있다. 검사 재검사 신뢰도는 .77~.83이다(Bouska & Kwanty, 1983).

2) 편측무시 측정 도구

(1) Catherine Bergego Scale (CBS)

CBS는 Bergego 등(1995)에 의해 개발된 검사도구로 일상생활활동에서 나타나는 행동적 편측무시의 유무와 정도를 평가하기 위해서 개발되었다. 이 검사는 개인위생, 옷 입기, 먹기, 입 닦기, 시각적 인식, 신체부위 인식, 청각적 주의, 이동시 충돌, 공간적 인식, 개인 소지품 찾기와 같은 일상생활활동에서 나타나는 10가지 항목으로 구성되어 있으며, 각 항목의 0점은 공간에 대한 편측무시가 전혀 관찰되지 않았다는 것을 뜻하며, 3점은 공간에 대한 완전한 편측무시가 있음을 뜻한다. 총점을 기준으로 0점은 편측무시 없음, 1~10점은 경한 편측무시, 11~20점은 중등도 편측무시, 21~30점은 심한 편측무시로 해석한다. 또한 CBS는 편측무시 평가에 사용된 동일한 10가지 항목을 사용하여 질병인식장애의 정도를 평가할 수 있다. 환자에게 각 항목의 어려움 정도를 스스로 평가하도록 하여 평가자가 기록한 점수와 환자 스스로 평가한 점수의 차이를 계산하여 질병인식 장애 정도를 알아볼 수도 있다. 검사자간 신뢰도는 .96이다(Azouvi et al., 2003).

(2) 선 나누기 검사(Line Bisection Test; LBT)

LBT는 편측무시를 평가하기 위한 도구이다. 이 검사는

다양한 길이의 20개의 선들이 A4규격의 용지에 왼쪽, 중앙, 오른쪽에 각각 6개씩 배열되어 있다. 검사방법은 대상자의 중앙에 검사용지를 위치시키고 연필이나 펜을 이용해 각 선의 중앙점을 표시하도록 한다. 점수는 대상자가 표시한 선의 중앙점과 실제 선의 중앙점 사이의 거리를 측정해 모두 더한 뒤 총 선의 개수로 나누어 구한다. 결과 해석은 중앙에서 벗어난 길이가 6.3mm 미만인 경우 정상, 6.3mm 이상인 경우 경한 편측무시, 12.5mm 이상인 경우 심한 편측무시로 판정한다. 검사자간 신뢰도는 .82로 신뢰할 만하다 (Schenkenberg & Bradford, 1980; Zoltan, 1996).

(3) 알버트 검사(Albert's Test)

알버트 검사는 선택적 집중과 편측무시 여부를 평가하기 위한 도구이다. 가로 21.5cm, 세로 28cm 규격의 A4용지 크기 검사지에 40개의 흩어져 있는 짧은 선들이 무작위로 배열되어 있다. 검사 방법은 선을 모두 찾아 선 위에 표시하는 것으로 본 연구에서는 대상자가 전체 찾지 못한 선의 총 개수를 값으로 사용하였으며, 검사-재검사간 신뢰도는 .99이다(Fullerton, McSherry, & Stout, 1986). 본 연구에서는 대상자가 찾지 못한 선의 개수를 측정하여 점수화 하였다.

4. 중재 방법

연구에서 사용한 로봇은 Amadeo[®]이다. Amadeo[®]는 컴퓨터, 모니터, Grip software, 손가락의 굽힘과 신전 운동이 가능하도록 하는 다양한 장치로 구성되어 있으며,

엄지와 나머지 손가락의 굽힘, 신전을 도와주는 2개의 자유도를 가진 엔드 이펙터 로봇이다(Figure 1). 각 대상자는 의자에 앉아 컴퓨터 모니터를 바라보며, 아래팔과 손목은 Amadeo[®]의 지지대에 올려 가죽 끈으로 고정하고 손가락 끝부분은 테이프를 부착하여 대상자의 손가락과 손가락에 해당하는 로봇 장치를 고정한다. 각 프로그램 특성과 치료 목적에 따라 대상자는 반복적으로 손가락의 굴곡, 신전 움직임을 훈련한다(Figure 2). Windows 기반의 Grip software는 간단한 방법으로 로봇의 설정이 가능하다. 모니터에는 대상자가 자신 손가락의 움직임을 볼 수 있도록 하여 시각적인 피드백을 제공하며, 스피커로는 청각적인 피드백을 제공한다. 또한 부호화된 손가락의 움직임은 자동으로 컴퓨터에 저장되고 훈련 후 인출이 가능하다(Park, 2013). 본 연구에서 사용한 Amadeo[®] 프로그램은 Assistive therapy로, 대상자는 능동적 손가락 운동을 하게 되고 각 대상자의 기능에 맞는 과제를 수행하게 된다. 이때 대상자가 과제를 완벽히 수행하지 못하면 로봇이 수동적으로 움직임을 도와주어 과제를 수행할 수 있도록 하는 능동보조 운동 프로그램이다. 이때 모니터에는 각 대상자가 자신의 손의 움직임을 확인할 수 있도록 하는 시각적인 피드백을 제공한다. 각 대상자는 회기 당 30분씩 Amadeo[®]의 Assistive therapy 프로그램을 이용하여 왼손의 능동보조 운동을 하였다.

각 대상자는 실험 전 충분한 휴식을 취하고 피로감이 없는 상태에서 실험에 참여하였다.



Figure 1. Amadeo[®] Robot



Figure 2. Active-Assistive Exercise Using Amadeo[®]

5. 분석 방법

기초선 A와 중재기 B의 회기별 측정값은 시각적 그래프와 기술통계(평균과 표준편차)를 통해 분석하였다. 편측무시 중재효과를 확인하기 위해 2표준편차 범위를 기준으로 분석하였다. 기초선 A시기의 평균±2표준편차를 기준으로, 중재기 B의 각 회기별 측정값들 중에서 기준보다 높은 값이 연속해서 2회기 이상 나타나면 유의한 변화가 있는 것으로 해석한다(Noubakhsh & Ottenbacher, 1994).

Ⅲ. 연구 결과

1. 일상생활에서의 편측무시 사전, 사후 비교

대상자의 일상생활에서의 편측무시를 CBS로 실험 전, 후로 측정하여 비교한 결과, 실험 후, 관찰 평가에서 대상자 1은 8점 감소, 대상자 2는 6점 감소, 대상자 3은 7점 감소되었다. 또한 인터뷰를 통한 대상자 평가에서도 대상자 1은 6점 감소, 대상자 2는 6점 감소, 대상자 3은 8점이 감소되었다. 대상자 모두 일상생활에서의 편측무시가 감소되었다(Table 2).

2. 편측무시의 변화

1) LBT 점수의 변화

대상자 1의 평균오차는 기초선 A(11.82mm)에서 중재기 B(11.17mm)로 0.65mm 감소되었다. 대상자 2의 평균오차는 기초선 A(12.30mm)에서 중재기 B(11.78mm)로 0.52mm 감소되었다. 대상자 3의 평균오차는 기초선 A(11.51mm)에서 중재기 B(10.98mm)로 0.53mm 감소되었다. 대상자 모두 중재기 B에서 기초선 A의 평균과 2표준편차 밴드 이상인 값들이 두 번 이상 연속으로 나타나므로 통계적으로 유의한 변화가 나타났다(Table 3) (Figure 3).

2) 알버트 검사의 점수의 변화

대상자 1의 평균점수는 기초선 A(9.00개)보다 중재기 B(7.25개)로 감소되었다. 대상자 2의 평균점수는 기초선 A(10.20개)보다 중재기 B(8.40개)로 감소되었다. 대상자 3의 평균점수는 기초선 A(9.29개)보다 중재기 B(7.38개)로 감소되었다. 대상자 모두 중재기 B에서 기초선 A의 평균과 2표준편차 밴드 이상인 값들이 두 번 이상 연속으로 나타나므로 통계적으로 유의한 변화가 나타났다(Table 4) (Figure 4).

Table 2. Changes of CBS Score Between Pre and Post Test

Subject	Pre-test		Post-test	
	Observation	Interview	Observation	Interview
1	22	20	14	14
2	24	22	18	16
3	24	24	17	16

Table 3. Change LBT Score in Baseline A to Intervention B

Subject	Baseline A	Intervention B
	<i>M</i> ± <i>SD</i>	<i>M</i> ± <i>SD</i>
1	11.82 ± 0.06	11.17 ± 0.43
2	12.30 ± 0.12	11.78 ± 0.36
3	11.51 ± 0.03	10.98 ± 0.28

Table 4. Change Albert's Test Score in Baseline A to Intervention B

Subject	Baseline A	Intervention B
	$M \pm SD$	$M \pm SD$
1	9.00 ± 1.00	6.58 ± 1.16
2	10.20 ± 0.84	8.00 ± 1.56
3	9.29 ± 0.76	6.88 ± 0.64

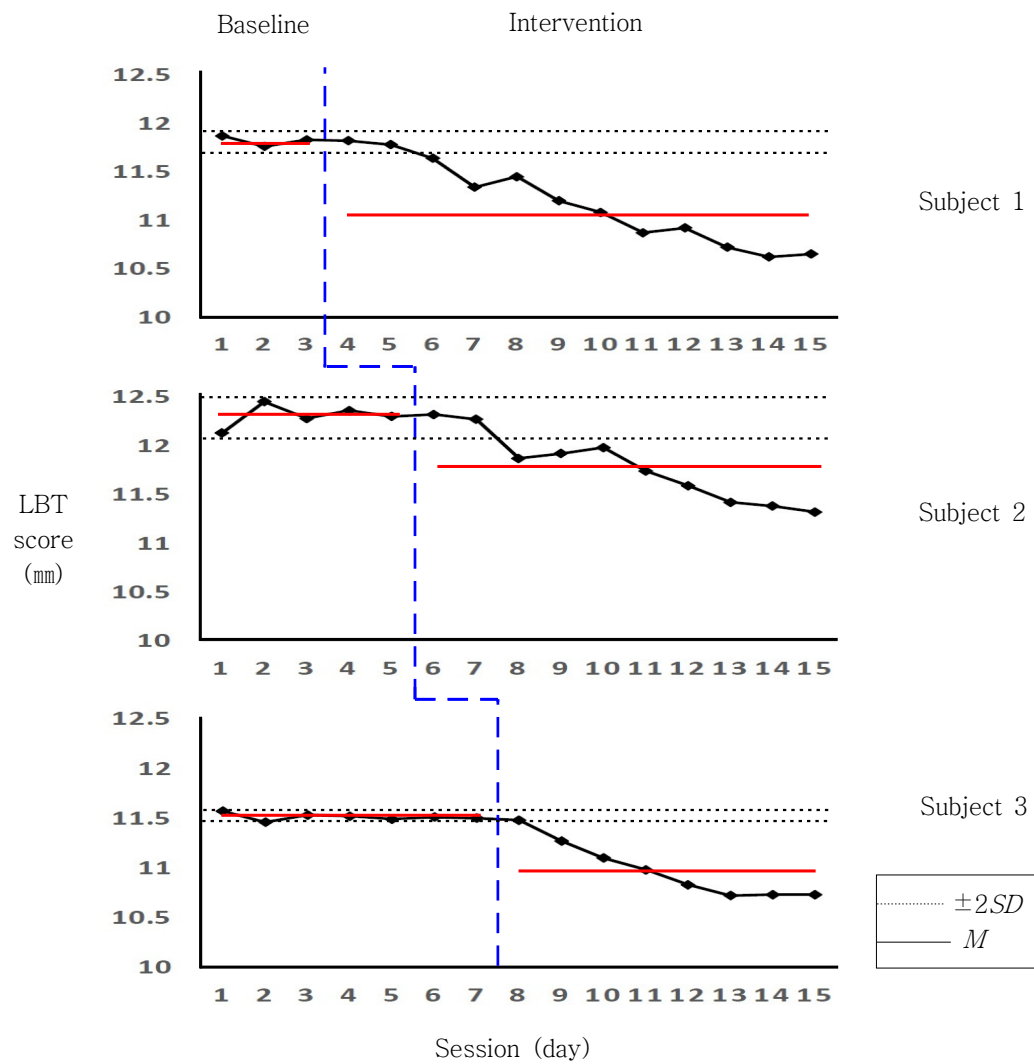


Figure 3. Changes in the LBT Score

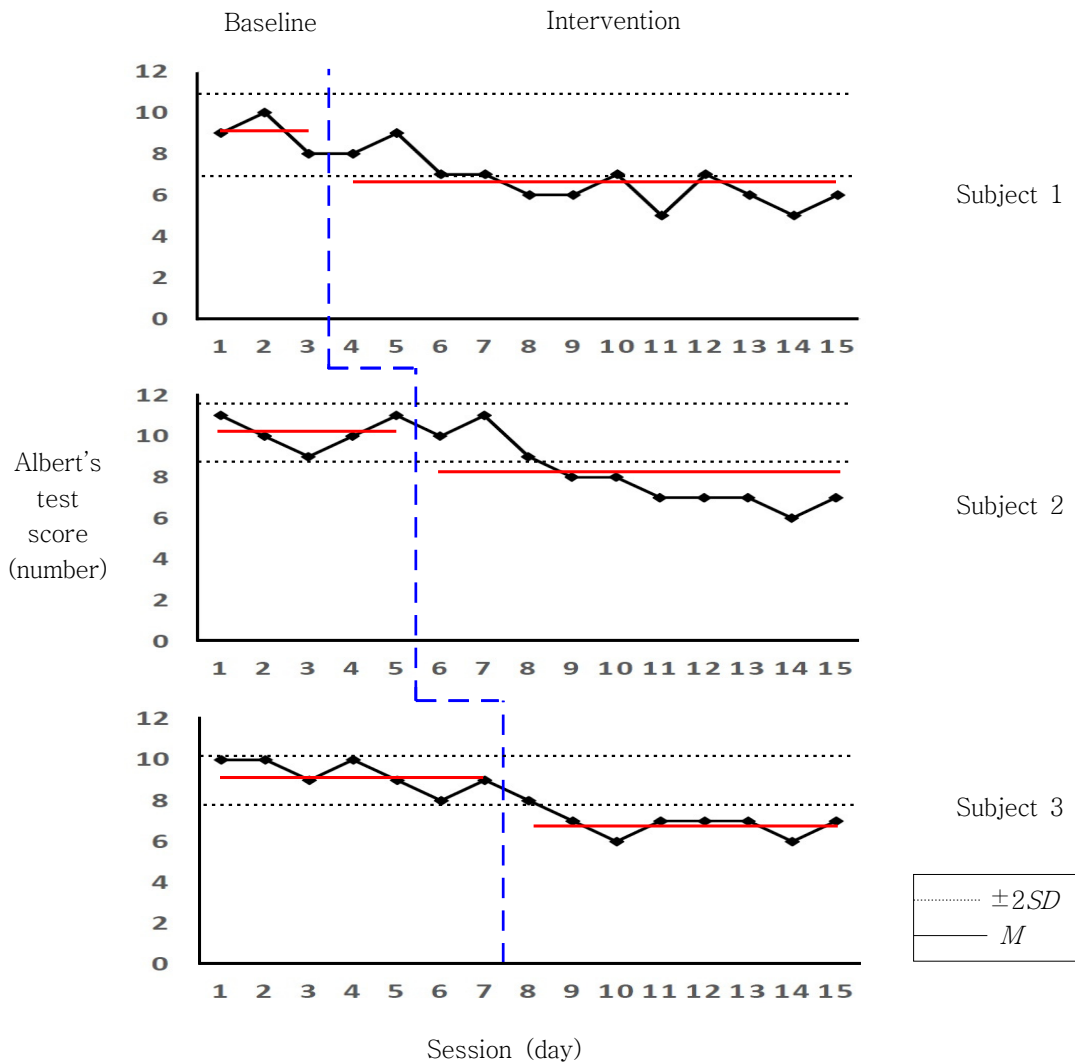


Figure 4. Changes in the Albert's Test Score

IV. 고 찰

본 연구는 Amadeo[®] 로봇을 이용한 왼손의 능동 보조 운동이 뇌졸중 환자의 편측무시에 미치는 영향을 알아보 고자, 중재 전, 후에 CBS를 시행하였고, 기초선과 중재기 동안 LBT, 알버트 검사를 시행하였다. 연구 결과, 기초 선과 비교하여 로봇보조치료를 적용한 후 모든 대상자에 서 편측무시의 유의한 감소를 확인하였다. 또한 본 연구 에서는 지필평가와 더불어 일상생활에서의 편측무시를 확인할 수 있는 CBS를 사용하였는데, 이는 지필 평가를 정상적으로 수행하여도 일상생활을 할 때 임상적으로 편

측무시를 보이는 경우를 보고하였기 때문이다(Halligan & Marshall, 1992). Azouvi 등(2002)는 지필 평가만 을 사용하는 것보다 행동적 평가가 같이 이루어져야 보 다 민감도 높은 평가가 가능하다고 하였는데, 본 연구에 서의 CBS의 관찰 결과를 살펴보면, 대상자 1은 8점 향 상, 대상자 2는 6점 향상, 대상자 3은 7점 향상되어 대상 자 모두 일상생활에서의 편측무시가 향상되었음을 알 수 있었다. 그리고 인터뷰를 통한 평가 결과, 3명의 대상자 모두 스스로 일상생활에서의 편측무시가 감소되었다고 보고하였음을 알 수 있다.

본 연구 결과 로봇을 이용한 반복적 왼손 능동 보조 운동

은 뇌졸중 환자의 편측무시 감소에 비교적 효과적이었음을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 과거의 단순, 반복적인 운동만을 적용했던 사지활성화 중재 방법의 결과와 일치할 뿐만 아니라 시각적 피드백을 접목한 LAT-D를 적용한 중재 방법의 결과와도 일치하여, 로봇을 이용한 왼손의 능동 보조 운동이 기존의 편측무시 감소를 위한 사지활성화 중재 방법과 유사한 치료적 효과성을 갖고 있음을 확인할 수 있었다(Eskes & Butler, 2006; Frassinetti et al., 2001; Gainotti, Perri, & Cappa, 2002; Pitteri et al., 2014; Priftis et al., 2013; Robertson, Hogg, & McMillan, 1998).

정확하고 반복적인 운동과 동시에 청각, 시각적 피드백을 제공할 수 있는 로봇은, 뇌졸중 환자의 운동 기능 향상뿐만 아니라 편측무시 감소를 목적으로 한 사지활성화 중재 방법으로 많이 활용되고 있다. Varalta 등(2014)은 모니터에 나오는 가상의 자신의 손을 볼 수 있도록 하는 Lycra® glove 로봇을 이용하여 사지활성화 중재를 시행 후, 3명의 뇌졸중 환자들의 편측무시 감소를 보고하여 본 연구의 결과를 뒷받침하고 있다. 본 연구에서 사용한 Amadeo®도 왼손의 움직임에 따라 시각적 피드백을 제공하였다. 자신의 움직임을 확인할 수 있는 시각적인 피드백은 외부 환경에 대한 지각을 더욱 활성화 할 수 있을 뿐만 아니라 주의집중력 향상에 영향을 미쳤을 가능성이 있다고 생각된다(Varalta et al., 2014). 그러나 시각 단서 제공이나 시각적 피드백만으로는 사지활성화 중재만큼 편측무시 감소의 효과를 나타내지 않아 편측무시 감소에 있어서 사지활성화 중재법의 필요성을 강조하고 있었다(Frassinetti et al., 2001).

편측무시 감소를 위한 사지활성화 중재를 시행할 때는 수동 운동보다는 능동 운동이 효과적이다(Robertson & North, 1993). 하지만 본 연구에서는 사지활성화 중재를 위해 로봇을 이용한 왼손의 능동 보조 운동을 이용하였는데, 이는 Amadeo®의 능동 운동 프로그램 난이도가 너무 높아 본 대상자들에게 적합하지 않았기 때문이다. 추후 연구에서는 로봇의 능동 운동을 이용한 사지활성화 중재를 시행하여 뇌졸중 환자의 편측무시에 미치는 영향을 알아보아야 할 것이다.

본 연구의 제한점은 대상자가 적어 연구의 결과를 다양한 증상을 가진 뇌졸중 환자에게 일반화시키기에 제한

점이 있다는 것이다. 하지만 기능 수준이 다른 3명의 대상을 통해 제한적이거나 편측무시 중재를 위한 로봇보조치료의 효과를 확인하였다는데 본 연구의 의의가 있다.

V. 결 론

본 연구에서 로봇을 이용한 왼손 훈련이 뇌졸중 환자의 편측무시에 미치는 영향을 알아보았다. 연구 결과, 로봇을 이용한 왼손 훈련을 한 대상자 3명 모두 편측무시 감소를 보였고 로봇을 이용한 왼손 훈련은 뇌졸중 환자의 편측무시 감소에 비교적 긍정적인 영향을 준 것으로 확인되었다.

References

- Azouvi, P., Oliver, S., de Montety, G., Samuel, C., Louis-Dreyfus, A., & Tesio, L. (2003). Behavioral assessment of unilateral neglect: Study of the psychometric properties of the Catherine Bergego Scale. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84(1), 51–57. doi:10.1053/apmr.2003.50062
- Bergego, C., Azouvi, P., Samuel, C., Marchal, F., Louis-Dreyfus, A., Jokic, C., ... Deloche, G. (1995). Functional consequences of unilateral neglect: Validation of an evaluation scale, the CB scale. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 38, 183–189. doi:10.1016/0168-6054(96)89317-2
- Bouska, M. J., & Kwanty, E. (1983). *Manual for the application of the Motor-Free Visual Perception Test to the adult population*. Philadelphia, PA: Temple University Rehabilitation Research and Training Center.
- Bowen, A., Hazelton, C., Pollock, A., & Lincoln, N. B. (2013). Cognitive rehabilitation for spatial neglect following stroke. *Cochrane Database of*

- Systematic Review*. doi:10.1002/14651858.CD003586.pub3
- Chen Sea, M. J., Henderson, A., & Cermak, S. A. (1993). Patterns of visual spatial inattention and their functional significance in stroke patients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74, 355–360.
- Eskes, G. A., & Butler, B. (2006). Using limb movements to improve spatial neglect: The role of functional electrical stimulation. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 24, 385–398.
- Frassinetti, F., Rossi, M., & Ladavas, E. (2001). Passive limb movement improve visual neglect. *Neuropsychologia*, 39, 725–733. doi:10.1016/S0028-3932(00)00156-1
- Fullerton, K. J., McSherry, D., & Stout, R. W. (1986). Albert's test: A neglected test of perceptual neglect. *Lancet*, 327, 430–432. doi:10.1016/S0140-6736(86)92381-0
- Gainotti, G., Perri, R., & Cappa, A. (2002). Left hand movements and right hemisphere activation in unilateral spatial neglect: A test of the interhemispheric imbalance hypothesis. *Neuropsychologia*, 40, 1350–1355. doi:10.1016/S0028-3932(01)00211-1
- Gillen, G. (2010). *Stroke rehabilitation: A function-based approach* (3rd ed.). St. Louis, MO: Mosby.
- Halligan, P. W., & Marshall, J. C. (1992). Left visuo-spatial neglect: A meaningless entity? *Cortex*, 28, 525–535. doi:10.1016/S0010-9452(13)80225-0
- Kwon, Y. C., & Park, J. H. (1989). Korean version of Mini-Mental State Examination (MMSE-K) part I: Development of the test for the elderly. *Korean Neuropsychiatric Association*, 28(1), 125–135.
- Norouzi-Gheidari, N., Archambault, P. S., & Fung, J. (2012). Effects of robot-assisted therapy on stroke rehabilitation in upper limbs: Systematic review and meta-analysis of the literature. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 49, 479–496. doi:10.1682/JRRD.2010.10.0210
- Nourbakhsh, M. R., & Ottenbacher, K. J. (1994). The statistical analysis of single-subject data: A comparative examination. *Physical Therapy*, 74, 768–776.
- Park, J. H. (2013). Effect of robot-assisted hand rehabilitation on hand function in chronic stroke patients. *Journal of Korea Robotic Society*, 8, 273–282. doi:10.7746/jkros.2013.8.4.273
- Pitteri, M., Arcara, G., Passarini, L., Meneghello, F., & Priftis, K. (2013). Is two better than one? Limb activation treatment combined with contralesional arm vibration to ameliorate signs of left neglect. *Frontier in Human Neuroscience*, 7. doi:10.3389/fnhum.2013.00460
- Priftis, K., Passarini, L., Pilosio, C., Meneghello, F., & Pitteri, M. (2013). Visual scanning training, limb activation treatment, and prism adaptation for rehabilitating left neglect: Who is the winner? *Frontier in Human Neuroscience*, 7, 360. doi:10.3389/fnhum.2013.00360
- Redding, G., & Wallace, B. (2006). Prism adaptation unilateral neglect: Review and analysis. *Neuropsychologia*, 44(1), 1–20. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2005.04.009
- Ringman, J. M., Saver, J. L., Woolson, R. F., Claeke, W. R., & Adams, H. P. (2004). Frequency, risk factors, anatomy, and course of unilateral neglect in an acute stroke cohort. *Neurology*, 63, 468–474. doi:10.1212/01.WNL.0000133011.10689.CE
- Robertson, I. H. (1992). Cognitive rehabilitation: Attention and neglect. *Trends in Cognitive Science*, 3, 885–893. doi:10.1016/S1364-6613(99)01378-9
- Robertson, I. H., Hogg, K., & McMillan, T. M. (1998). Rehabilitation of unilateral neglect:

- Improving function by contralesional limb activation. *Neuropsychological Rehabilitation*, 8(1), 19–29. doi:10.1080/713755556
- Robertson, I. H., & North, N. (1993). Active and passive activation of left limbs: Influence on visual and sensory neglect. *Neuropsychologia*, 31, 293–300. doi:10.1016/0028-3932(93)90093-F
- Sale, P., Franceschini, M., Mazzoleni, S., Palma, E., Agosti M., & Posteraro, F. (2014). Effects of upper limb robot-assisted therapy on motor recovery in subacute stroke patients. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 11(1), 104–111. doi:10.1186/1743-0003-11-104
- Schenkenberg, T., & Bradford, D. C. (1980). Line bisection and unilateral visual neglect in patients with neurologic impairment. *Neurology*, 30, 509–517. doi:10.1212/WNL.30.5.509
- Van der Lee, J., Waggnar, R. C., Lankhorst, G. J., Vegelaar, T. W., Deville W. L., & Bouter, L. M. (1999). Forced use of the upper extremity in chronic stroke patient: Result from a single-blind randomized clinical trial. *Stroke*, 30, 2369–2375. doi:10.1161/01.STR.30.11.2369
- van Kessel, M. E., van Nes, I. J., Brouwer, W. H., Geurts, A. C., & Fasotti, L. (2010). Visuospatial asymmetry and non-spatial attention in subacute stroke patients with and without neglect. *Cortex*, 46, 602–612. doi:10.1016/j.cortex.2009.06.004
- Varalta, V., Picelli, A., Fonte, C., Montemezzi, G., La Marchina, E., & Smania, N. (2014). Effects of contralesional robot-assisted hand training in patients with unilateral spatial neglect following stroke: A case series study. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 11, 160. doi:10.1186/1743-0003-11-160
- Walker, R. (1996). Eye patching and the rehabilitation of visual neglect. *Neuropsychological Rehabilitation*, 6, 219–232. doi:10.1080/713755508
- Zoltan, B. (1996). *Vision, perception, and cognition: A manual for the evaluation and treatment of the neurologically impaired adult* (3rd ed.). New Jersey, NJ: Slack.

Abstract

Effect of Robot-Assisted Left Hand Training on Unilateral Neglect in Patients With Stroke

Park, Jin-Hyuck, M.P.H., O.T.

Dept. of Occupational therapy, Graduate School, Yonsei University

Objective : The purpose of this study was to investigate the effects of robot-assisted left-hand training on the unilateral neglect in patients after a stroke.

Methods : This study used a single-subject experimental design with multiple baselines across individuals. Three subjects who have suffered unilateral neglect following a stroke were trained using a robot (Amadeo[®]) for 30 minutes per session. A total of 15 sessions were conducted. A Line Bisection Test and Albert's Test were used to assess the unilateral neglect of each subject during each session, and the Catherine Bergego Scale was used to evaluate the degree of unilateral neglect in daily life pre-and post-test. The results were analyzed through a visual analysis and comparison of the pre-post tests.

Results : All of the subjects showed significant improvements in the Line Bisection Test and Albert's Test scores. The Catherine Bergego Scale (CBS) scores improved post-test.

Conclusion : These findings provided evidence that robot-assisted left hand training is an effective approach to unilateral neglect recovery after a stroke.

Key words : Robot-assisted therapy, Stroke, Unilateral neglect