

휴대용 디바이스를 이용한 완곡추적 안구운동이 만성 편측무시에 미치는 영향: 예비연구

신재용*

*목동현대병원 작업치료실

국문초록

목적 : 본 연구의 목적은 만성 편측무시 환자에게 휴대용 디바이스를 이용한 완곡추적 안구운동을 30분간 적용하였을 때 편측무시에 미치는 효과를 알아보는 것이다.

연구방법 : 만성적으로 편측무시를 보이는 한 명의 환자를 대상으로 8.4인치 화면의 휴대용 디바이스를 이용하여 완곡추적 안구운동을 실시하였다. 실험기간은 총 4주로 1주간의 기초선 측정과 2주간의 완곡추적 안구운동 중재, 1주간의 기초선 측정으로 이루어졌으며, 중재는 2주 동안 1일 1회, 주 5회, 회기당 30분씩 적용하였다. 편측무시는 선이분검사와 별지우기검사를 통해 매 회기 측정하였다.

완곡추적 안구운동은 시각적으로 영향을 줄 수 있는 주변의 환경을 줄이고 바른 자세로 앉아 정면에 있는 8.4인치 태블릿pc의 영상을 바라보는 것이다. 영상은 완곡추적 안구운동을 유발하기 위한 영상으로 24개의 노란색 직사각형이 끊임없이 화면 오른쪽에서 왼쪽으로 움직이는 영상이며, 영상을 보는 동안 고개의 움직임 없이 도형을 따라 안구운동을 하도록 하였다.

결과 : 2주 동안의 시운동자극 적용 결과 기초선A와 비교하여 편측무시가 감소되는 경향을 보였지만, 중재기 이후 기초선A'에서 편측무시 양상이 다시 증가하는 결과를 보였다.

결론 : 본 연구를 통해 휴대용 디바이스를 이용한 30분간의 완곡 추적 안구운동이 만성편측무시를 감소시키는데 효과가 있는 것으로 확인되었다.

주제어 : 뇌졸중, 완곡추적 안구운동, 만성 편측무시, 시운동자극, 휴대용 디바이스

I. 서론

편측무시(unilateral neglect)는 뇌졸중 환자에서 나타나는 지각손상 중 하나로, 적절한 감각운동 능력이 있음에도 불구하고 뇌손상 후 손상된 대뇌반구의 반대쪽 공간에 주어지는 의미 있는 자극에 대해 감지를 못하거나 적절하게 반응하지 못하는 것을 말한다

(Heilman, Valenstein, & Watson, 2000). 손상시 편측무시를 유발하는 길질 영역은 위 및 중간 관자이랑의 뒤쪽 부분(posterior part of superior & middle temporal gyrus), 관자-뒤통수 이음부(temporooccipital junction), 아래마루엽(inferior parietal lobe), 그리고 고가쪽 앞이마 길질(lateral prefrontal cortex) 등을 포함한다(Karnath, & Rorden, 2012;2011; Karnath,

Rennig, Johannsen, & Rorden, 2011).

편측무시는 초기 수개월에 걸쳐 자연적으로 회복되지만 3분의 1 정도는 뇌졸중 발병 1년 후에도 만성적인 편측무시와 함께 집중력과 지각력에 주된 손상을 보이게 되며 (Karnath et al., 2011; Rengachary, He, Shulman, & Corbetta, 2011), 신체움직임에 대한 인식불능, 무시측 공간으로의 눈 움직임의 감소로 신체상에 대한 손상이 관찰되기도 한다(Braun, Desjardins, Gaudelet, & Guimond, 2007; Tsirlin, Dupierrix, Chokron, Coquillart, & Ohlmann, 2009). 그 결과 일상생활활동에서의 회복 및 기능적 수행을 저해하고 성공적인 재활을 방해하기 때문에, 편측무시를 감소시키는 것은 재활치료에 있어 일상생활활동의 수행을 증진시키는데 중요한 요소가 된다 (Saevarsson, Kristjansson, & Hjaltason, 2009).

Quintana(2007)는 편측무시 증상은 주의력을 담당하는 신경 회로의 손상에 기인하기 때문에 특히 시각적 주의력을 향상시키는 치료가 중요하다고 하였다. 시각적 주의력을 향상시킴으로써 편측무시를 감소시키는 중재방법은 시각주사훈련(visual scanning training), 시운동자극(optokinetic stimulation)(Kerkhoff, Keller, Ritter, & Marquardt, 2006; Schröder, Wist, & Hömberg, 2008), 시운동 피드백(Harvey, Hood, North, & Robertson, 2003), 불빛자극(Lee, 2012) 등이 있으며, 이 중 반복적인 시운동자극은 반대측 반쪽 공간으로 능동적인 완곡 추적 안구운동(smooth pursuit eye movement; SPEM)을 유발하여 시공간 편측무시의 유의미하고 지속적인 향상으로 이어진다고 보고하고 있다(Keller, Lefin-Rank, Lösch, & Kerkhoff, 2009; Kerkhoff et al., 2006; Thimm et al., 2009).

시운동자극은 편측무시를 감소시킬 뿐만 아니라 위치감각 결손(position sense deficit) (Vallar, Antonucci, Guariglia, & Pizzamiglio, 1993; Vallar, Guariglia, Magnotti, & Pizzamiglio, 1995), 촉각소거(tactile extinction) (Nico, 1999), 단어누락(word omission) (Reinhart, Schindler, & Kerkhoff, 2011), 청각적 무시(auditory neglect) (Kerkhoff et al.,

2012), 자세의 비대칭(postural asymmetry) (Bonan, Leblong, Leplaideur, Laviolle, Ponche, & Yelnik, 2016), 일상생활수행능력(Kerkhoff et al., 2014) 등에 대해 장·단기적인 개선 효과를 보였다.

최근에는 시운동자극 중재에 능동적인 완곡추적 안구운동(SPEM)을 적용하여 실시하고 있는 추세이다 (Keller et al., 2009; Kerkhoff et al., 2014; Machner, Könemund, Sprenger, Gablentz, & Helmchen, 2014). 추적안구운동은 눈동자가 $100^{\circ}/s$ 이하의 속도로 움직이는 안구운동을 말하며, 망막의 중심와에 상(image)을 고정하기 위해 사용되는 움직임이다 (Notle 2009). 이와 같은 추적안구운동은 집중력의 조절과 관련되어 있기도 하다(Barnes, 2008; Chen, Holzman, & Nakayama, 2002; Van Donkelaar, & Drew, 2002).

Pizzamiglio(2004)등의 연구에 의하면 시운동자극은 큰 화면을 이용하여 빠른 속도의 움직임으로 실시하는 것 보다 작은 화면을 이용하여 느린 속도의 움직임($10^{\circ}/s$ 이하)을 사용하는 것이 더 효과적이라고 하였다. 이와 같은 결과는 시운동자극의 추세가 초기 대형화면(약 154 inch)과 빠른 움직임($45\sim 60. /s$)을 사용하던 방법(Vallar et al., 1993; Nico 1999)에서 작은 화면(14~17 inch)과 느린 움직임($2.6\sim 12.6^{\circ}/s$)을 사용하는 방법(Kerkhoff et al., 2013; Kerkhoff et al., 2014; Schröder et al., 2008)으로 바뀌도록 하는데 영향을 준 것으로 보인다.

최근 스마트폰과 태블릿pc 등 휴대용 디바이스와 이와 같은 기기들에서 사용할 수 있는 소프트웨어를 이용한 다양한 중재에 대한 연구들이 보고되고 있다 (Charters, Gillett, & Simpson, 2015; Kerkhof, Graff, Bergsma, Vocht, Hilde & Dröes, 2016; Wang, Ding, Teodorski, Mahajan, & Cooper, 2016). 휴대용 디바이스의 장점은 기존 데스크탑(또는 노트북)pc에 비해 조작과 휴대가 간편하여 기기 조작의 어려움과 같은 문제나, 시간적, 공간적 제약을 덜 받는다는 것이다.

앞서 언급한 바와 같이 Pizzamiglio(2004) 등은 시운동자극 중재 적용시 대형 화면보다는 작은 화면을

사용하는 것이 더 효과적이라고 하였다. 태블릿 pc는 스마트 기기의 장점을 가지고 있으면서도 스마트폰에 비해 큰 화면을 가지고 있어 화면에 대한 시야각을 확보하면 스마트폰에 비해 눈에 피로감을 주지 않고 안구운동을 적용할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 만성적으로 편측무시를 나타내는 한 명의 환자를 대상으로 8.4 inch 태블릿pc를 이용하여 30분간 완곡추적 안구운동을 적용했을 때 편측무시가 감소하는지를 알아보고 휴대용 디바이스를 이용한 완곡추적 안구운동의 효용성에 대해 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상 및 연구기간

본 연구는 2016년 7월 18일부터 8월 12일 까지 총 4주간 뇌졸중 이후 좌측 편마비로 재활병원에서 입원 치료를 받고 있는 한 명의 만성 편측무시 환자를 대상으로 실시하였다. 자연적인 회복으로 인한 증상의 감소효과를 최소화하기 위해 뇌졸중 발병 후 24개월 이상 지난 만성환자를 대상으로 선정하였으며, 실험에 대해 이해하고 과정에 참여할 수 있는 지적 능력을 가진 자를 대상으로 선정하였다. 연구 전 연구 대상자에게 연구 목적과 방법에 대한 설명을 하고 동의를 얻은 후에 연구를 실시하였다.

1) 선정기준

본 연구의 대상자 선정기준은 다음과 같다.

- (1) 전문의에 의해 뇌졸중 진단을 받고 발병 후 24개월 이상 지난 자.
- (2) 두 개의 선별검사에서 편측무시를 보이는 자.
- (3) 한국판 간이 정신상태 검사 (MMSE-K) 점수가 24점 이상인 자.
- (4) 시력에 이상이 없는 자.

Table 1. General characteristic of the subject.

	Subject
Age / gender	54/M
Length of onset	24 month
Education	8 years
MMSE-K	24
LBT	11.8 mm
SCT	11.2
Care giver	joint nursing

*LBT - line bisection test, *SCT - star cancellation test

본 연구에 참여한 대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

2. 연구설계

본 연구는 단일대상연구 방법 중 ABA 디자인으로 휴대용 디바이스를 이용해 30분간 적용한 완곡추적 안구운동 중재효과를 알아보고자 하였다. 중재는 한 회기당 30분씩 1일 1회, 주 5회 실시하였고 총 10회기 실시하였다.

실험은 기초선 측정 1주, 완곡추적 안구운동 중재 2주, 2차 기초선 측정 1주로 총 4주에 걸쳐 진행하였다. 대상자는 개인적 사정으로 인해 실험 약 2주 전부터 재활치료를 받지 못하는 상황이었으며, 중재는 매일 13시 30분부터 14시 00분에 진행되었다.

대상자는 정면의 8.4 inch 휴대용 디바이스의 화면을 바라보면서 완곡추적 안구운동을 할 것을 요청받았으며, 중재시 주변 환경으로부터의 시각적 자극을 최소화하기 위해 치료실내 환경을 단순화 하는 작업을 실시하였다(figure 1).

선나누기검사 (Line Bisection Test)와 별지우기검사 (Star Cancellation Test)는 매 회기 총 20회에 걸쳐 측정하였다.

3. 연구 도구

1) 대상자 선정 도구

(1) 한국판 간이 정신상태 검사 (Korean version of Mini-Mental State Examination; MMSE-K)

이 검사는 대상자 선정시 과제 수행 및 지시사항을 이해하는데 있어 필요한 인지 능력을 평가하기 위해 사용하였다. MMSE-K는 12문항에 총 30점 만점으로 되어 있고, 지남력, 기억등록, 집중력과 계산, 기억회상, 언어 및 공간구성으로 이루어져 있다. 무학인 경우 지남력에 1점, 주의 집중 및 계산에 2점, 언어기능에 1점씩 가산해 교정한다(Kwon, & Park, 1989).

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

LBT는 Schenkenberg(1980) 편측무시를 검사하기 위한 도구로, A4 용지에 다양한 길이의 선이 중앙, 오른쪽, 왼쪽에 각각 6개씩 배열되어 있다. 검사는 검사용지를 대상자의 정중앙에 위치하여 움직이지 않도록 테이프고 고정시키고, 각 선의 중앙지점을 펜을 이용하여 표시하도록 하여 진행한다. 각 선의 실제 중앙점과 대상자가 표시한 중앙점 사이의 거리를 측정하고 그 값들을 더하여 선의 개수로 나누어 측정한다. 검사 해석은 중앙에서 벗어난 거리가 평균 6.33mm 미만인 경우에는 정상, 6.33mm이상인 경우는 경한 무시, 12.5mm이상인 경우에는 심한 편측무시로 판정한다(Schenkenberg, Bradford, & Ajax, 1980). 검사자간 신뢰도는 .82이다 (Zoltan & Siev, 1996).

(3) 별 지우기 검사 (Star Cancellation Test;SCT)

SCT는 Wilson 등(1987)에 의해 고안된 검사로 A4 용지에 큰 별 52개와 13개의 일정하지 않게 위치한 문자들, 짧은 단어 10개, 여기저기 산재한 작은 별 56개가 그려진 편측 무시 검사지 이다. 검사는 선 이분 검사와 마찬가지로 검사지를 환자의 정중앙에 움직이지 않도록 고정한 후 종이에 있는 작은 별을 모두 찾아 지우라고 지시한다. 점수는 찾지 못한 별의 전체 숫자를 세어 기록한다. 총 별의 수는 54개로 좌우 각각 27개씩 있다. 검사자간 신뢰계수는 0.99 ($p < 0.001$)이

다 (Wilson, B., Cockburn, J., & Halligan, P., 1987).

2) 완곡추적 안구운동을 위한 휴대용 디바이스

본 연구에서 사용한 휴대용 디바이스는 삼성전자의 갤럭시 탭 프로 8.4 Wifi 32GB model (Samsung GALAXY Tab PRO 8.4 Wifi 32GB model)로 안드로이드OS에 기반한 태블릿pc이다. 본 연구를 위해 데스크탑에서 완곡추적 안구운동을 유발하기 위한 영상을 제작한 후 태블릿pc로 옮겨 스마트기기용 영상재생 소프트웨어인 MXplayer를 이용하여 재생하였다.

4. 중재방법

1) 완곡추적 안구운동

대상자는 바른 자세로 전방 40cm 거리에 있는 8.4 inch의 휴대용 디바이스의 화면을 바라보도록 의자에 앉는다. 화면의 위치는 대상자가 바라보기 편하고 한 높이로 하였다. 화면의 영상은 검은 배경에 24개의 직경 1.5cm 노란색 사각형이 화면 오른쪽에서 왼쪽으로 끊임없이 움직이는 영상이다 (figure 1). 다양한 속도의 완곡 추적 안구운동을 유도하기 위해 사각형들이 움직이는 속도를 4단계로 설정하였으며, 도형의 이동 속도는 2.8~10°/s까지 다양하다.

최초 시작시 대상자는 고개를 정면으로 한 상태에서 화면 우측에 있는 임의의 한 사각형을 응시하고 고개의 움직임 없이 왼쪽으로 이동하는 사각형을 따라 완곡 추적 안구운동을 할 것을 요구 받았다. 사각형이 화면의 왼쪽 끝으로 사라지면 즉시 오른쪽으로 돌아와 다른 사각형을 응시하도록 하였으며 시선의 움직임에 따라 고개가 움직일 경우 연구자가 고개를 움직이지 말 것을 주지하였다.

완곡추적 안구운동은 눈의 피로감을 피하기 위해 3분간 실시 후 1분의 휴식을 취하도록 하였으며, 3분 이되기 전에 피로감을 호소할 경우에는 완곡추적 안구운동을 중단하고 쉴 수 있도록 하였다.

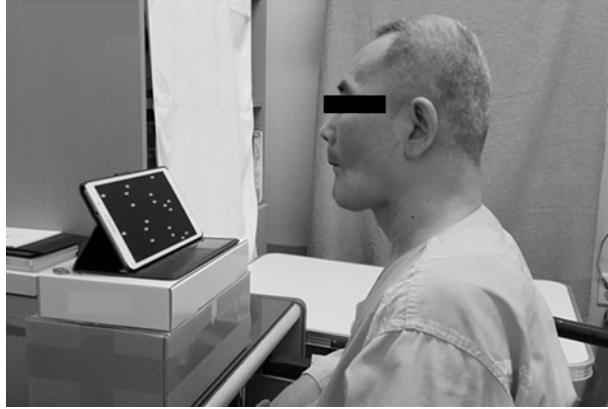


Figure1. Depicts smooth pursuit eye movement using portable device.

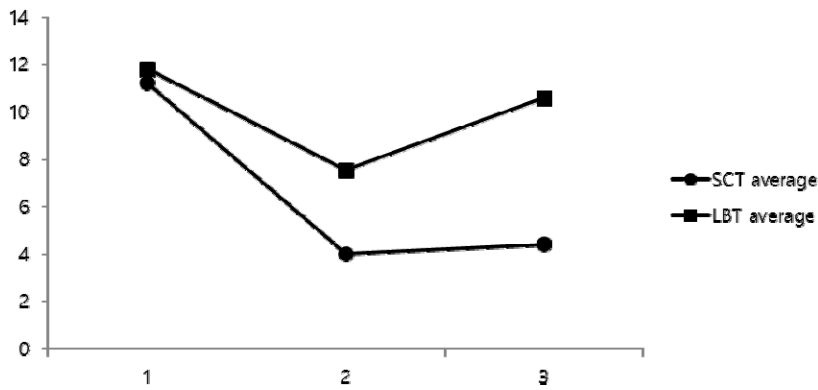


Figure 2. Average value of the LBT and the SCT for the subject

5. 분석방법

본 연구에서는 완곡추적 안구운동 중재후의 평가결과를 기록하고, 대상자의 매회기별 변화율을 2SD band를 이용한 시각적 그래프로 나타내었고, 기초선-중재기간-기초선 각각의 평균값의 변화율을 시각적 그래프로 나타내었다.

III. 결과

대상자의 기초선A에서의 LBT 평균값은 11.8mm

였고, SCT 평균값은 11.2개였다. 중재기인 B기간의 LBT와 SCT의 평균값은 각각 7.54mm와 4개로 기초선A에 비해 편측무시가 감소되는 경향을 보였다 (Figure 2). 마지막 기초선 A'에서의 평균값은 LBT 10.6mm, SCT 4.4개로 편측무시 증상이 다소 증가하였지만 여전히 기초선A 보다는 편측무시가 감소되어 있는 경향을 보여 휴대용 디바이스를 이용한 완곡추적 안구운동의 중재효과가 유지되고 있음을 보였다 (Figure 2).

중재 회기별 변화를 살펴보면 Figure 3에서와 같이 LBT 값은 중재기B 동안 대부분의 측정값들이 기초선A의 평균값 아래에 위치하고 있고, 10회기 중 3번이 2sd band의 아래에 위치하고 있어 휴대용 디바

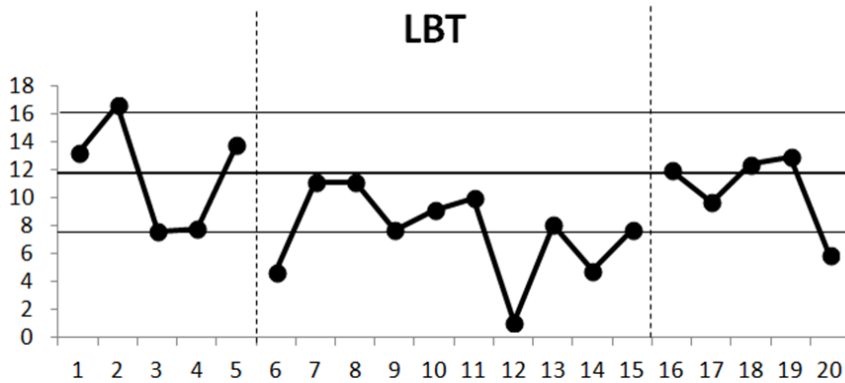


Figure 3A. Changes on the LBT of the subject

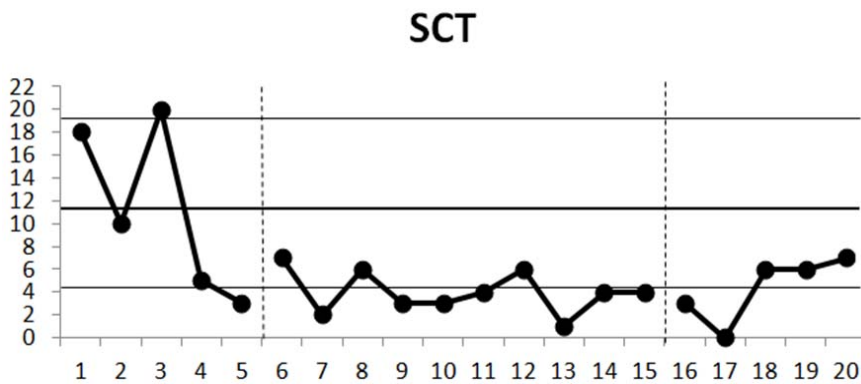


Figure 3B. Changes on the SCT of the subject.

이스를 이용한 완곡추적 안구운동이 중심선 지각능력을 회복하는데 효과가 있음을 확인할 수 있었다. 하지만 중재기 이후에는 편측무시가 다시 증가하는 경향을 보여 중재의 효과가 오래 유지되지 않음을 보였다. 이와 달리 SCT값은 10번의 중재기간 중 7번이 2sd band의 아래에 위치하고 있고, 중재기 이후 일주일까지도 기초선A의 평균 이하에 위치하고 있어 휴대용 디바이스를 이용한 완곡추적 안구운동이 가까운 신체 외부공간(near extrapersonal space)에 대한 편측무시 감소에 효과적임을 나타내었다(Figure 3A, 3B).

IV. 고찰

본 연구는 만성 편측무시 환자를 대상으로 8.4 inch 화면의 휴대용 디바이스를 이용하여 30분 간의 완곡추적 안구운동이 만성 편측무시에 미치는 영향에 대해 확인하는 연구였다. 휴대용 디바이스를 이용한 2주간의 완곡추적 안구운동(SPEM) 적용결과 대상자의 편측무시가 감소되었고, 중재효과는 중재기간 이후에도 지속되는 것으로 확인되었다. 이와 같은 결과는 비슷한 중재방법을 적용한 이전의 연구와도 같은 결과이다 (Kerkhoff et al., 2013; 2014; Schröder et al., 2008; Shin, 2016; Thimm et al., 2009).

본 연구에서는 발병일이 24개월 지난 만성 환자를

대상으로 SPEM 중재를 적용하였다. 기존 SPEM을 동반하지 않은 시운동자극 연구에서 46개월이 지난 환자를 대상자에 포함시켜 진행한 연구가 있었지만 (Nico, 1999) 추적안구운동(pursuit eye movement; PEM)을 동반한 시운동자극의 연구는 대부분 1~12개월 사이의 대상자를 상대로 중재를 적용하였다. 본 연구에서 SPEM의 효과가 기존 연구들에 비해 적게 나타났지만 그 원인 중에는 대상자의 유병기간이 더 길었다는 것이 영향을 준 것으로 생각된다.

SPEM의 선행연구에서는 도형의 이동속도가 2.6~12.6°/s였고(Kerkhoff et al., 2013) PEM을 동반한 시운동자극의 연구는 5~50°/s까지 다양했다. 본 연구에서는 Pizzamiglio(2004)등이 제안한 10°/s이하인 2.8~10°/s의 속도를 사용함으로써 SPEM의 효과를 확실하게 하고자 하였다. PEM과 단속성 안구운동(saccadic eye movement; SEM)은 비슷한 신경학적 기전을 가지고 있는데(Rosano et al., 2002), van Wyk, Eksteen, 그리고 Rheeder(2014)는 그들의 연구에서 SEM을 사용하여 편측무시의 감소와 일상생활 능력을 향상시켰다고 보고하였다. 하지만 SEM은 SPEM에 비해 대상자의 집중력과 노력을 많이 요구하기 때문에 집중력 손상이 심하거나 급성기의 환자에게 적용하기에는 제한이 있다. 그렇기 때문에 편측무시의 재활에는 SEM보다는 적용범위가 넓고 환자가 따라 하기 쉬운 SPEM을 사용하는 것이 더 효율적일 것이다.

SPEM을 포함하는 시운동자극 선행연구에서의 중재시간은 20~60분까지 다양하고 중재회기도 5~30회까지 다양했다. Kerkhoff 등(2006)과 Keller 등(2009), 그리고 Machner(2014)등의 연구에서는 1회기 또는 5~7회기 만에 편측무시 감소에 유의한 효과를 얻은 것으로 보고하고 있다. Schröder(2008) 등은 20회기의 탐색훈련을 병행한 PEM 중재를 적용하면서 초반 10회기 안에 편측무시 감소에 유의한 증가가 있었음을 확인하였다. 이에 더해 후반 10회기에서도 추가적으로 유의한 향상이 있었기 때문에 추적안구운동의 지속적인 효과를 위해서는 20회기 이상을 실시할 것을 제안하였다. 본 연구에서는 30분간 10회

기의 SPEM을 적용하여 실시한 결과 편측무시가 감소되는 결과를 얻었다. 물론 Schröder(2008) 등의 연구와 같이 20회기 이상의 SPEM중재를 적용하였다면 편측무시의 감소와 중재효과의 지속기간이 더 늘어나는 결과를 얻을 수도 있었겠지만, 본 연구에서는 휴대용 디바이스를 사용하여 SPEM을 적용하는 것에 대한 유효성을 알아보는데 초점이 맞추어져 있고, 효용성에 대한 긍정적인 결과를 얻었기 때문에 연구의 목적을 달성했다고 할 수 있을 것이다.

본 연구와 기존 시운동자극 또는 SPEM중재의 가장 큰 차이는 화면의 크기라고 할 수 있다. 선행연구들에서 화면의 크기는 154inch의 대형화면이 아니면 14~19 inch로, 가장 많이 사용된 화면의 크기는 17 inch 화면이었다. 본 연구에서는 8.4 inch화면의 태블릿pc를 사용하였는데, SPEM은 화면의 크기만 중요한 것이 아니라 화면의 크기, 화면과 안구의 거리, 화면을 바라보는 시야각 등에 의해 조절되는 것이므로, 화면이 작아지면 화면과 안구의 거리를 줄이면 충분한 SPEM을 유발할 수 있을 것이라 생각하였다. 계산한대로 SPEM만 유발된다면 SPEM과 관련된 신경학적 영역이 활성화 될 것이고, 이는 곧 중재의 효과로 나타날 것이다.

SPEM과 관련된 신경학적 영역으로는 운동앞구역의 이마안구운동야(frontal eye field; FEF)과 보조안구운동야(supplementary eye field; SEF), 뒤쪽마루엽의 마루안구운동야(parietal eye field; PEF)와 마루엽속고랑(intraparietal sulcus), 췌기앞소엽(precuneus), 관자엽의 중간관자영역(middle temporal area; MT)과 안위쪽 관자영역(medial superior temporal area; MST), 앞쪽 및 뒤쪽 띠이랑(anterior & posterior cingulate gyrus), 그리고 걸질 밑 영역으로 내측시상(medial thalamus)과 소뇌(cerebellum) 등이 있다(Berman et al., 1999; Konen, Kleiser, Seitz, & Bremmer, 2005; Tanabe, Tregellas, Miller, Ross, & Freedman, 2002). 이 영역들은 주로 집중력의 프로세싱과 관련되어 있는 영역들이기도 하다(Bchel, Josephs, Rees, Turner, Frith, & Friston, 1998).

Thimm(2009) 등은 PEM을 동반한 시운동자극은 공간집중력과 관련된 영역인 중간이마이랑(middle frontal gyrus)과 췌기앞구역(precuneus)을 활성화시키고, 왼쪽뇌(left hemisphere)의 띠이랑(cyngulate gyrus), 각회(angula gyrus), 중간관자이랑(middle temporal gyrus) 및 뒤통수엽의 겉질영역(cortical area of occipital lobe)을 활성화시킴으로써 집중력의 향상과 함께 편측무시를 감소시킨다고 보고하였다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 단일대상연구이기 때문에 실험결과를 모든 만성 편측무시 환자에 적용하기에는 무리가 있다는 것이며, 편측무시의 감소가 평가도구의 학습효과와 관련이 있는지에 대해서도 확인이 필요하다는 것이다.

중재기 전인 기초선A에서 대상자는 선이분검사와 별지우기검사의 수치가 안정적이지 않은 모습을 보였다. 특히 별지우기 검사의 경우 기초선A의 4,5회기가 중재기B의 평균수준과 비슷한 정도로 측정되어 이미 완곡추적 안구운동을 적용하기 전에 편측무시가 감소된 것처럼 보였다. 하지만 3회기 만에 평가에 대한 학습이 이루어졌다고 하기에는 무리가 있으며, 이후 중재기인 B기간의 모든 회기와 중재기 이후 기초선A'에서도 무시의 감소가 유지되고 있어 완곡추적 안구운동이 편측무시를 감소시켰다고 볼 수 있다.

둘째, 대상자의 시력과 안구운동 조절능력과 관련된 평가가 부족하였다. 완곡추적 안구운동은 일정거리 앞에 있는 화면을 바라보고 지속적인 안구운동을 해야 하는 중재방법이다. 정면에 있는 화면을 정확히 볼 수 있는 시력이 확보되어 있는지, 움직이는 도형을 따라 추적운동을 할 수 있는 안구조절능력이 중요한 요소가 될 것이다. Kerkhoff 등(2013)의 연구에서는 시력0.7 이상을 대상으로 선정하였으며, Karnath(1996)는 정면에 거울을 설치하여 안구운동을 관찰하기도 하였다. 하지만 본 저자는 거울을 설치하는 것이 오히려 시각적인 자극이 되어 화면에 충분히 집중할 수 없도록 만드는 요소라고 생각되어 거울의 설치는 배제하였다. 이와 같은 제한점은 안구추적기(eye tracker)를 설치함으로써 해결할 수 있을 것이다.

셋째, 시각적인 자극을 줄이기 위해 실험실 환경을

단순화 시켰다고는 하지만 주변에서 들어오는 시각적인 자극을 완전히 차단하지 못했다. 공간 안에서 정면에 있는 8.4inch의 화면만을 바라보고 있는 것은 집중력이나 각성상태가 손상되어 있는 편측무시 환자에게 어려운 과제일 수 있다(Husain & Rorden, 2003). 특히 편측무시는 좌우 대뇌반구의 불균형에 의해 우측 반쪽 공간에 대해 과집중하게 되는데(Heilman, & Abell, 1980), 시운동자극의 선행연구에서는 실험실 안의 불을 끄고 어둡게 함으로써 이와 같은 문제점을 줄이고자 하였다. 하지만 본 연구에서는 대상자가 완곡추적 안구운동을 하고 있는지 확인해야 했기 때문에 불을 끈 상태에서는 실험을 진행하기가 어려웠다. Kim(2015) 등은 증강(또는 가상)현실에서 사용하는 head mount display를 사용함으로써 주변 환경으로부터 오는 시각적 자극을 완전히 차단하였다. 하지만 head mount display는 별도의 장비가 필요하고 이 역시 완곡추적 안구운동을 하고 있는지 확인하기 어렵기 때문에 사용이 제한된다.

넷째, 본 연구를 통해 휴대용 디바이스를 사용한 완곡추적 안구운동이 만성 편측무시를 감소시킨다는 것을 확인하였지만, 편측무시 환자의 일상생활 수행에 미치는 영향에 대해서는 확인하지 못하였다. 편측무시는 일상생활에 심각한 손상을 주는 요인이기 때문에(Katz, Hartman-Maeir, Ring, & Soroker, 1999) 편측무시의 감소가 일상생활의 수행능력에 미치는 영향에 대해서도 평가가 필요하다. 캐서린 버치고 척도(Catherine Bergego Scale; CBS)(Azouvi, Olivier, Montety, Samuel, Louis-Dreyfus, & Tesio, 2003)는 일상생활에서 나타나는 편측무시의 정도를 평가할 수 있으며, A-ONE(rnad ttir, 1990)과 같은 도구를 통해 편측무시가 일상생활의 수행에 미치는 영향을 평가할 수 있다.

따라서 휴대용 디바이스를 이용한 완곡추적 안구운동의 향후 연구에서는 무작위 대조군, 대상자의 시운동기능에 대한 정확한 평가, 안구 추적기의 사용, CBS나 A-ONE과 같은 도구를 통한 일상생활에서 편측무시의 평가를 통해 보다 객관적이고 모집단에 일반화시킬 수 있는 연구가 필요하다.

SPEM 증재는 고가의 특별한 장비가 필요하지 않고 SPEM을 유발할 수 있는 영상과 이를 재생할 수 있는 디바이스만 있으면 간단하게 적용할 수 있기 때문에 저비용으로 편측무시를 감소시킬 수 있다는 장점이 있다. 더욱이 태블릿pc와 같은 휴대용 디바이스를 통해 실시한다면 시간적, 공간적 제약을 덜 받기 때문에 치료시간 외에 자가활동 프로그램이나 퇴원 후 재가활동 프로그램으로 개발할 수 있다. 또한 SPEM은 편측무시를 감소시키기 위한 증재방법 중 감각자극에 기반한 상향식(bottom-up) 증재이기 때문에 목진동자극(neck muscle vibration; NMV)이나 기능적 전기자극치료(Functional electric stimulation; FES), 그리고 음악(music therapy)과 같은 다른 감각자극 양식의 증재와 병행하여 사용하는데 용이하다는 장점이 있다(Luauté, Halligan, Rode, Rossetti, & Boisson, 2006).

결론적으로 휴대용 디바이스를 이용한 30분간의 완곡추적 안구운동은 만성 편측무시를 감소시키는데 저비용으로 간단히 적용할 수 있는 효과적인 방법이라 할 수 있다.

V. 결론

저비용으로 시각적, 공간적 제약을 덜 받고 적용할 수 있는 휴대용 디바이스를 이용한 완곡추적 안구운동은 만성 편측무시를 감소시키는데 효과적인 방법이며, 자가활동 프로그램이나 퇴원 후 재가활동 프로그램으로 쉽게 적용할 수 있는 증재방법이라고 할 수 있다.

References

Arnad ttir, G. (1990). *The brain and behavior: assessing cortical dysfunction through activities of daily living (ADL)*. Mosby Incorporated.

Azouvi, P., Olivier, 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.

Barnes, G. R. (2008). Cognitive processes involved in smooth pursuit eye movements. *Brain and cognition, 68*(3), 309-326.

Berman, R. A., Colby, C. L., Genovese, C. R., Voyvodic, J. T., Luna, B., Thulborn, K. R., & Sweeney, J. A. (1999). Cortical networks subserving pursuit and saccadic eye movements in humans: an fMRI study. *Human brain mapping, 8*(4), 209-225.

Bonan, I. V., Leblong, E., Leplaideur, S., Laviolle, B., Ponche, S. T., & Yelnik, A. P. (2016). The effect of optokinetic and galvanic vestibular stimulations in reducing post-stroke postural asymmetry. *Clinical Neurophysiology, 127*(1), 842-847.

Braun, C. M. J., Desjardins, S., Gaudelet, S., & Guimond, A. (2007). Psychic tonus, body schema and the parietal lobes: A multiple lesion case analysis. *Behavioural neurology, 18*(2), 65-80.

Bchel, C., Josephs, O., Rees, G., Turner, R., Frith, C. D., & Friston, K. J. (1998). The functional anatomy of attention to visual motion. A functional MRI study. *Brain, 121*(7), 1281-1294.

Charters, E., Gillett, L., & Simpson, G. K. (2015). Efficacy of electronic portable assistive devices for people with acquired brain injury: A systematic review. *Neuropsychological Rehabilitation, 25*(1), 82-121. doi:10.1080/09602011.2014.942672

Chen, Y., Holzman, P. S., & Nakayama, K. (2002).

- Visual and cognitive control of attention in smooth pursuit. *Progress in Brain Research*, 140, 255–265.
- Harvey, M., Hood, B., North, A., & Robertson, I. H. (2003). The effects of visuomotor feedback training on the recovery of hemispatial neglect symptoms: assessment of a 2-week and follow-up intervention. *Neuropsychologia*, 41(8), 886–893.
- Heilman, K. M., Valenstein, E., & Watson, R. T. (2000). Neglect and related disorders. In *Seminars in neurology* (Vol. 20, No. 04, pp. 463–470). Copyright 2000 by Thieme Medical Publishers, Inc., 333 Seventh Avenue, New York, NY 10001, USA. Tel.: + 1 (212) 584–4662.
- Heilman, K. M., & Van Den Abell, T. (1980). Right hemisphere dominance for attention: The mechanism underlying hemispheric asymmetries of inattention (neglect). *Neurology*, 30(3), 327–327.
- Husain, M., & Rorden, C. (2003). Non-spatially lateralized mechanisms in hemispatial neglect. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(1), 26–36.
- Karnath, H. O. (1996). Optokinetic stimulation influences the disturbed perception of body orientation in spatial neglect. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 60(2), 217–220.
- Karnath, H. O., & Rorden, C. (2012). The anatomy of spatial neglect. *Neuropsychologia*, 50(6), 1010–1017. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2011.06.027
- Karnath, H. O., Rennig, J., Johannsen, L., & Rorden, C. (2011). The anatomy underlying acute versus chronic spatial neglect: A longitudinal study. *Brain: A Journal of Neurology*, 134(Pt 3), 903–912. doi:10.1093/brain/awq355
- Katz, N., Hartman-Maeir, A., Ring, H., & Soroker, N. (1999). Functional disability and rehabilitation outcome in right hemisphere damaged patients with and without unilateral spatial neglect. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80(4), 379–384. doi:10.1016/S0003-9993(99)90273-3
- Keller, I., Lefin-Rank, G., Löscher, J., & Kerkhoff, G. (2009). Combination of pursuit eye movement training with prism adaptation and arm movements in neglect therapy: a pilot study. *Neurorehabilitation and neural repair*, 23(1), 58–66.
- Kerkhoff, G., Keller, I., Ritter, V., & Marquardt, C. (2006). Repetitive optokinetic stimulation induces lasting recovery from visual neglect. *Restorative neurology and neuroscience*, 24(4–6), 357–369.
- Kerkhoff, G., Keller, I., Artinger, F., Hildebrandt, H., Marquardt, C., Reinhart, S., & Ziegler, W. (2011). Recovery from auditory and visual neglect after optokinetic stimulation with pursuit eye movements—transient modulation and enduring treatment effects. *Neuropsychologia*, 50(6), 1164–1177. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2011.09.032
- Kerkhoff, G., Reinhart, S., Ziegler, W., Artinger, F., Marquardt, C., & Keller, I. (2013). Smooth Pursuit Eye Movement Training Promotes Recovery From Auditory and Visual Neglect: A Randomized Controlled Study. *Neurorehabilitation and neural repair*, 27(9), 789–798.
- Kerkhof, Y. J. F., Graff, M. J. L., Bergsma, A., de Vocht, H. M., & Dres, R. (2016). Better self-management and meaningful activities thanks to tablets? development of a person-centered program to support people with mild dementia and their carers through use of hand-held touch screen devices.

- International Psychogeriatrics*, 28(11), 1917–1929. doi:10.1017/S1041610216001071
- Kerkhoff, G., Bucher, L., Brasse, M., Leonhart, E., Holzgraefe, M., Völzke, V., ... & Reinhart, S. (2014). Smooth Pursuit “Bedside” Training Reduces Disability and Unawareness During the Activities of Daily Living in Neglect A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabilitation and neural repair*, 1545968313517757.
- Kim, J. H., Lee, B. H., Go, S. M., Seo, S. W., Heilman, K. M., & Na, D. L. (2015). Improvement of hemispatial neglect by a see-through head-mounted display: a preliminary study. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 12(1), 1.
- Konen, C. S., Kleiser, R., Seitz, R. J., & Bremmer, F. (2005). An fMRI study of optokinetic nystagmus and smooth-pursuit eye movements in humans. *Experimental Brain Research*, 165(2), 203–216.
- 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. *Journal of Korean Neuropsychiatric Association*, 28(1), 125–135.
- Lee, H. S. (2012). The effect of light stimulation on the reduction of unilateral neglect of stroke patients: Single subject research design. *The journal of Korean Society of Community Based Occupational Therapy*, 2(2) 61–69.
- Luautė, J., Halligan, P., Rode, G., Rossetti, Y., & Boisson, D. (2006). Visuo-spatial neglect: A systematic review of current interventions and their effectiveness. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 30(7), 961–982. doi:10.1016/j.neubiorev.2006.03.001
- Machner, B., Könemund, I., Sprenger, A., von der Gablentz, J., & Helmchen, C. (2014). Randomized controlled trial on hemifield eye patching and optokinetic stimulation in acute spatial neglect. *Stroke*, 45(8), 2465–2468.
- Nico, D. (1999). Effectiveness of sensory stimulation on tactile extinction. *Experimental Brain Research*, 127(1), 75–82.
- Nolte, J. (2009). *The human brain: an introduction to its functional anatomy*. Philadelphia, PA: Mosby.
- Quintana, L. A. (2007). Assessment abilities and capacities: Vision, visual perception, and praxis. In M. V. Radomski, & C. A. Trombly (Eds.), *Occupational therapy for physical dysfunction* (6th ed., pp.234–259). Baltimore: Lippincott, Williams, & Wilkins.
- Reinhart, S., Schindler, I., & Kerkhoff, G. (2011). Optokinetic stimulation affects word omissions but not stimulus-centered reading errors in paragraph reading in neglect dyslexia. *Neuropsychologia*, 49(9), 2728–2735.
- Rengachary, J., He, B. J., Shulman, G. L., & Corbetta, M. (2011). A behavioral analysis of spatial neglect and its recovery after stroke. *Frontiers in Human Neuroscience*, 5, 29. doi: 10.3389/fnhum.2011.00029
- Rosano, C., Krisky, C. M., Welling, J. S., Eddy, W. F., Luna, B., Thulborn, K. R., & Sweeney, J. A. (2002). Pursuit and saccadic eye movement subregions in human frontal eye field: a high-resolution fMRI investigation. *Cerebral Cortex*, 12(2), 107–115.
- Saevarsson, S., Kristjansson, A., & Hjaltason, H. (2009). [Unilateral neglect: a review of causes, anatomical localization, theories and interventions]. *Laeknabladid*, 95(1), 27–33.
- Schenkenberg, T., Bradford, D. C., & Ajax, E. T. (1980). Line bisection and unilateral visual neglect in patients with neurologic impairment.

- Neurology, 30(5), 509–509.
- Schröder, A., Wist, E. R., & Hömberg, V. (2008). TENS and optokinetic stimulation in neglect therapy after cerebrovascular accident: a randomized controlled study. *European Journal of Neurology*, 15(9), 922–927.
- Shin J. Y., & Yoo E. Y., (2016). The Effect of Optokinetic Stimulation with Smooth Pursuit Eye Movement to Chronic Hemispatial Neglect: A Pilot Study. *Therapeutic Science for Neurorehabilitation*, 5(2), 81–92.
- Tanabe, J., Tregellas, J., Miller, D., Ross, R. G., & Freedman, R. (2002). Brain activation during smooth-pursuit eye movements. *Neuroimage*, 17(3), 1315–1324.
- Thimm, M., Fink, G. R., Küst, J., Karbe, H., Willmes, K., & Sturm, W. (2009). Recovery from hemineglect: differential neurobiological effects of optokinetic stimulation and alertness training. *Cortex*, 45(7), 850–862.
- Tsirlin, I., Dupierrix, E., Chokron, S., Coquillart, S., & Ohlmann, T. (2009). Uses of virtual reality for diagnosis, rehabilitation and study of unilateral spatial neglect: review and analysis. *Cyberpsychology & behavior*, 12(2), 175–181.
- Vallar, G., Antonucci, G., Guariglia, C., & Pizzamiglio, L. (1993). Deficits of position sense, unilateral neglect and optokinetic stimulation. *Neuropsychologia*, 31(11), 1191–1200.
- Vallar, G., Guariglia, C., Magnotti, L., & Pizzamiglio, L. (1995). Optokinetic stimulation affects both vertical and horizontal deficits of position sense in unilateral neglect. *Cortex*, 31(4), 669–683.
- Van Donkelaar, P., & Drew, A. S. (2002). The allocation of attention during smooth pursuit eye movements. *Progress in brain research*, 140, 267–277.
- van Wyk, A., Eksteen, C. A., & Rheeder, P. (2014). The Effect of Visual Scanning Exercises Integrated Into Physiotherapy in Patients With Unilateral Spatial Neglect Poststroke A Matched-Pair Randomized Control Trial. *Neurorehabilitation and neural repair*, 28(9), 856–873.
- Wang, J., Ding, D., Teodorski, E. E., Mahajan, H. P., & Cooper, R. A. (2016). Use of assistive technology for cognition among people with traumatic brain injury: A survey study. *Military Medicine*, 181(6), 560–566. doi:10.7205/MILMED-D-14-00704
- Zoltan, B., & Siev, E. (1996). Vision, perception, and cognition: a manual for the evaluation and treatment of the neurologically impaired adult. Slack Incorporated.

Abstract

The Effect of Smooth Pursuit Eye Movement Using Portable Device to Chronic Hemispatial Neglect: A Pilot Study

Shin Jae-Yong*, O.T.

*Mokdong Hyundai Clinic

Objective : This study aim is to identify whether smooth pursuit eye movement(SPEM) using portable device can alleviate chronic hemispatial neglect.

Methods : We applied smooth pursuit eye movement to one chronic hemispatial neglect patient. Experimental duration was total 4weeks - 1week baseline, 2weeks SPEM intervention, 1week 2nd. baseline. The intervention was 10 SPEM sessions (30min each, 1session daily, from Monday to Friday) over a period of 2weeks. The neglect test carried out 5 times a week. The SPEM was provided on the screen when patient sat in front of the screen(8.4 inch tablet pc, distance 40cm). The SPEM video that the 24 yellow squares moving coherently from the right to the left side. Patients were instructed to perform smooth pursuit eye movement without head and neck movement.

Results : As a result of the SPEM for 2weeks, the degree of neglect tended to decrease compared to baseline A. The degree of the LBT tended to increase the at the baseline A`. In contrast, the SCT showed that tendency which the degree of the neglect maintained at the baseline A`.

Conclusion : We identified that SPEM using portable device is effective intervention method for chronic hemispatial neglect.

Key words : Neglect, Optokinetic stimulation, Portable device, Smooth pursuit eye movement, Stroke