

## 편측 공간무시에 관한 고찰: 유형 및 이론, 해부학적 영역, 평가와 치료

정은화\*

\*건국대학교병원 재활의학과

### 국문초록

편측 공간무시는 주로 우측 대뇌반구의 병변으로 인한 뇌졸중 이후 발생하는 신경학적 질환으로, 병변 반대 측 신체와 공간에 대한 처리 기능과 주의집중에 문제가 발생한다. 기능적 신경이미지 연구에서 편측 공간무시는 큰 수준의 중대뇌 동맥, 페리실비안 연결망, 주의집중 연결망의 손상과 연관성이 있다고 보고하였다. 편측 공간무시는 부정적인 예후와 관련이 있기 때문에 정확한 진단과 중재를 위해 편측 공간무시의 유형과 이론 그리고 전통적 평가와 기능적 평가를 포함한 임상적 평가가 고려되어야 한다. 편측 공간무시의 치료는 하향식 접근방법과 상향식 접근방법으로 구분하며, 두 접근 방법을 결합하는 형태가 가장 효과적일 수 있다. 편측 공간무시의 모든 최신 중재방법 중에서 프리즘 적응이 가장 적절한 중재법으로 연구되고 있으나, 편측 공간무시의 유형과 병변 위치 등을 고려하여 환자에게 적절한 중재를 적용하는 것이 중요하다.

주제어 : 양측 상지 활동, 양측 상지 기능 평가도구, 체계적 고찰

### I. 서론

편측 공간무시는 병변 반대 측 공간으로부터 오는 자극에 대한 주의집중에 결손이 있는 신경학적 질환으로, 신경병성 질환, 종양, 외상성 등에 의해 발생할 수 있으나 뇌졸중에 의한 편측 공간무시가 가장 흔하게 발생한다(Abrada, Samri, Sarazin, Souza, Cohen, Schotten, Dubois & Bartolomeo, 2010; Jackson, 1876; Stone, Halligan & Greenwood; 1999). 편측 공간무시는 좌측 대뇌반구 병변보다 우측 대뇌반구 병변의 경우 중증도가 심하고, 더 흔히 발생하는데 대부분의 연구에서 급성기 뇌졸중의 50%정도 나타난다

고 보고하였다(Suchan & Karnath, 2011). 이러한 편측 공간무시가 있는 뇌졸중 환자의 30% 정도는 만성적으로 편측 공간무시의 장애가 남는 것으로 나타났다(Rengachary, He, Shulman & Corbetta, 2011).

편측 공간무시는 시각 도메인의 문제가 아니라 우측 대뇌반구 병변으로 인해 주의 집중과 공간적 표상에서 지속적인 비대칭을 보이는 것으로(Chica, Bartolomeo & Valero-Cabre, 2011), 감각자극 입력에 대한 문제가 없으나 병변 반대 측에서 오는 청각, 체성감각과 같은 감각자극에 대해 인식하지 못하며, 병변 측에 비하여 병변 반대 측의 운동 계획과 실행에 어려움을 보인다(Barer, 1990; Kerkhoff, Keller, Artinger,

Hildebrandt, Marquardt, Reinhart & Ziegler, 2012). 따라서 편측 공간무시는 병변 반대 측 공간에 대한 물체 또는 자극에 대한 인식의 문제로 인해 일상생활에 심각한 부정적 영향을 준다. 예를 들어 식사 시 쟁반의 한쪽 공간에 있는 음식을 인식하지 못하거나, 글을 읽을 때 문장의 한쪽 부분을 인식하지 못하거나, 신체의 한 쪽을 인식하지 못하여 옷 입기, 면도와 같은 개인위생을 반만 수행하는 문제가 발생하고, 휠체어 이동에 있어서도 한쪽 공간에 대한 인식의 부족으로 길 찾기 또는 휠체어 조작에 문제가 발생하게 된다. 이러한 편측 공간무시는 재활치료와 회복에 부정적인 영향을 줄 수 있으며 회복기간을 연장시킨다(Barer, 1990; Kerkhoff et al., 2012; Bernspang, Asplund, Eriksson & Fugl-Meyer, 1987).

본 연구는 편측 공간무시의 정확한 진단과 적절한 치료를 제공하기 위하여 편측 공간무시의 유형 및 이론, 해부학적 영역, 평가 그리고 치료에 대해 제시하고자 한다.

## II. 본 론

### 1. 편측 공간무시의 유형 및 이론

편측 공간무시는 증상에 따라 여러 유형의 편측 공간무시가 나타날 수 있다(Vallar, 1998). 어떤 환자는 옷을 입을 때 신체의 한 편을 무시함으로써 신체범위의 무시 증상이 나타나지만 소거검사, 그리기 검사와 같은 신체주변범위에서 무시 증상이 나타나지 않을 수 있다. 또는 편측 공간무시가 물체의 반을 인식하지 못하는 증상으로 나타나거나 공간적 표상에서 한 쪽 공간을 인식하지 못하는 증상으로 나타나는 등 편측 공간무시를 구분하는 기준에 따라 종류를 구분할 수 있다(Ting, Pollock, Dutton, Doubal, Ting, Thompson & Dhillon, 2011).

편측 공간무시는 공간적 표상을 기준으로 환경중심적(allocentric)과 자기중심적(egocentric) 무시로 구

분할 수 있다. 환경중심적(allocentric)은 두 가지 또는 그 이상의 자극들 사이의 공간적 관계를 말하는 것으로, 환경중심적(allocentric) 무시 증상은 보이는 자극들의 상대적인 위치에 대해서 한쪽 공간에 대한 주의집중에 문제가 발생한다(Kerkhoff, 2001). 환경중심적(allocentric) 결손은 편측 공간무시 환자의 직선이분 검사 시에 확인 할 수 있는데, 보이는 자극에 대해 병변 반대 측 공간에 대한 인식을 못하여 직선을 나눈 기준 점을 병변 반대 측으로부터 멀리 표시하게 된다(Halligan, Manning & Marchall, 1990; Hills, 2006). 자기중심적(egocentric) 무시 증상은 뇌혈관 질환 환자에게서 주로 보이는 형태로, 자신의 신체에 대한 공간적 관계에 손상을 받아 청각 또는 시각 자극에 대해 신체를 중심으로 한쪽 부분을 인식하지 못하는 것이다(Hills, 2006). 그 외 물체중심적(object-centered) 무시 증상은 한 물체의 병변 반대 측 부분에 대한 주의집중이 떨어지거나 병변 반대 측 부분을 생략하여 인식하는 양상을 나타낸다(Hills, 2006).

편측 공간무시는 감각입력과 출력의 양식을 기준으로 감각 무시(sensory neglect)와 운동 무시(motor neglect)로 구분할 수 있다(Ting, et al., 2011). 감각 무시(sensory neglect)는 병변 반대 측 신체 또는 공간에서 입력되는 촉각, 체성감각, 청각 그리고 시각 또는 시공간 등의 감각 자극을 인식하지 못하는 것으로 지각 또는 주의집중 무시와 같은 의미로 설명된다.15,18 운동 무시(motor neglect)는 자극에 대한 인식이 있거나 신경근의 기능이 있음에도 불구하고 병변 반대 측을 향해 사지를 움직이는 것에 문제가 나타난다(Ting, et al., 2011; Hills, 2006).

편측 공간무시는 무시 증상을 보이는 비정상적 행동의 범위를 기준으로 신체범위(personal), 신체주변범위(peripersonal) 그리고 신체외부범위(extrapersonal) 무시로 구분할 수 있다. 신체범위(personal) 무시는 자신의 신체에서 한쪽 방향에 대한 무시 증상을 보이는 것으로, 옷 입기, 세수하기, 면도 등과 같이 자신의 신체범위에서 수행하는 활동들에 대해 오직 병변 측만 인식하고 수행하는 것이다(Ting, et al., 2011;

Bisiach, Perani, Vallar & Berti, 1986). 신체주변 범위(peripersonal) 무시는 팔을 뻗어 손이 닿는 신체주변 공간에서 한 쪽 방향에 대한 무시 증상을 보이는 것으로, 식사하기, 책 읽기 등을 수행할 때 쟁반 위의 한쪽 공간에 놓인 음식을 인식하지 못하거나, 문장의 한 부분을 읽지 못하는 등 신체주변 범위의 활동을 수행할 때 병변 반대 측 공간에 대한 인식에 문제가 나타난다(Ting, et al., 2011; Bisiach et al., 1986). 신체외부범위(extrapersonal) 무시는 손이 닿지 않는 전체 공간에서 한 쪽 방향에 대한 무시 증상을 보이는 것으로, 방 안에 있는 소지품을 찾을 때 병변 반대 측 공간에 있는 물건을 찾지 못하거나, 특정 장소로 이동 할 때 길 찾기에 어려움이 있고, 병변 반대 측 공간의 벽 또는 물건을 보지 못하여 부딪히는 등의 문제가 나타난다(Kerkhoff, 2001; Halligan, Manning & Marchall, 1990; Hills, 2006; Caramazza & Hillis, 1990).

편측 무시에 대한 이론은 주의집중적(attentional), 표상적(representational), 변환적(transformational), 그리고 대뇌균형(cerebral balance) 이론의 네 가지가 있다(Ting, et al., 2011).

주의집중적(attentional) 이론은 양 쪽 대뇌반구는 병변 반대 측 공간을 향하는 주의집중의 벡터로써 설명하는데, 우측 대뇌반구는 좌측 공간에 대한 주의집중을 하고, 좌측 대뇌반구는 오직 우측 공간에 대한 주의집중을 한다는 전통적인 이론에 의해서 설명할 수 있다(Heilman & Van, 1980). 우측 대뇌반구의 병변으로 인해 병변 반대측인 좌측 공간에 대한 주의집중이 결손되고, 병변 측인 우측 공간에 대한 주의집중이 높아진다(Ting, et al., 2011). 따라서 병변 반대측을 향한 새로운 자극을 인식하는 것에 문제가 생기게 되는데 이러한 경향성은 신체외부 공간의 탐색과 내재적 공간의 표상에 나타난다(Posner & Diver, 1992).

표상적(representational) 이론은 감각 자극에 대한 인식은 정신적 표상을 갖는다고 설명한다(Bisiach, Capitani & Porta, 1985; Bisiach, Luzzatti, 1978). 정신적 표상은 감각 자극 또는 기억

에 의해 나타나며, 각 대뇌반구에서 기억에 관여하는 대뇌 피질의 많은 영역이 병변 반대 측 시각 정보의 표상을 조직화하기 위해 상호작용을 한다(Bisiach, Pizzamiglio, Nico & Antonucci, 1996). 측두 피질의 병변은 병변 반대 측 공간에 대한 기억의 조직에 손상을 주는데 이것은 편측 무시 환자들이 공간에 대한 비대칭 적 양상을 보이는 하나의 가능성으로 설명할 수 있다(Gaffan & Hornak, 1997).

변환적(transformational) 이론은 입력된 감각 자극이 운동 정보로써 출력되는 것으로 설명한다(Ting, et al., 2011). 공간에서의 활동은 시각, 청각, 촉각 등과 같은 감각정보들의 입력이 머리, 안구, 팔 등과 같은 신체 부분의 운동 협응으로 변환되는 것이며, 두정엽에서 이러한 감각 정보의 변환 기능을 한다(Karnath, 1997; Vallar, 1997; Andersen, 1995). 편측 무시 환자들은 두정엽의 병변으로 감각정보의 변환에 손상을 받아 시각 및 촉각의 탐색에 편차를 보이고, 신체 중심선으로부터 정면을 향한 수행에 지속적인 오류를 나타낸다(Andersen, 1995; Lomber & Payne, 1996; Payne, Siwek & Lomber, 1991). 변형적 이론은 자기중심적(egocentric) 중심선에 대한 표상의 손상으로 공간적 오류를 나타내기 때문에 환경중심적(alloentric) 및 물체중심적(object-centered) 무시에 대한 이론으로써 다루지 않는다(Ting, et al., 2011).

대뇌균형(cerebral balance) 이론은 병변 측 대뇌반구와 정상 대뇌반구에서 피질과 피질하부 구조 사이의 불균형으로써 편측 무시를 설명한다(Ting, et al., 2011). 대뇌균형 이론에 의하면 병변 측 대뇌반구와 정상 대뇌반구 사이에서 피질과 피질하부 수준에서 뇌교를 통한 상호작용이 발생하는데(Lomber & Payne, 1996; Payne et al., 1991), 편측 무시는 양 쪽 반구 또는 한 쪽 반구의 대뇌 구조들 사이에서 공간적 주의집중 연결망의 활동 수준 불균형으로 인해 나타난다(Payne et al., 1991). 대뇌균형 이론은 정상 대뇌반구 또는 병변 측 대뇌반구에 특정 감각자극을 제공하여 활동수준을 조절하는 편측 무시의 치료 기술에 적용할 수 있다(Ting, et al., 2011)

## 2. 편측 공간무시와 관련된 해부학적 영역

편측 공간무시는 두정엽의 병변과 가장 밀접한 관련이 있으며 중대뇌동맥의 손상으로 인한 우측 대뇌반구에 병변이 있을 경우 주로 발생한다(Mort, Malhotra, Mannan, Rorden, Pambakian, Kennard & Husain, 2003). 하지만 편측 공간무시는 이질적(heterogeneous) 질환이기 때문에 관련된 해부학적 영역에 대해 지속적으로 연구되고 있다.

최소기반병변-증상매핑(voxel-based lesion-symptom mapping) 분석을 이용한 편측 공간무시의 신경해부학적 연구에 따르면 편측 공간무시가 있는 급성기 뇌졸중 환자에서 통계적으로 유의하게 나타난 병변 위치는 상위측두회(superior temporal gyrus)와 중간측두회(middle temporal gyrus)이었다. 그 외 하위두정소엽(inferior parietal lobule), 섬피질(insular), 하위전두회(inferior frontal gyrus), 하위측두회(inferior temporal gyrus), 중심전회(precentral gyrus), 중심후회(postcentral gyrus) 그리고 피질 하수준에서 기저핵(basal ganglia)이 포함되었다. 편측 공간무시가 있는 만성 뇌졸중 환자에서 통계적으로 유의한 병변 위치는 상위측두회(superior temporal gyrus)와 중간측두회(middle temporal gyrus)이었고, 피질 하수준에서 기저핵(basal ganglia), 편도체(amygdala) 그리고 해마(hippocampus)가 연관 있는 것으로 나타났다(Karnath & Rorden, 2012).

Karnath과 Rorden(2012)의 고찰 연구에서 구조적 뇌 영상을 바탕으로 분석한 편측 공간무시와 관련된 중요한 구조는 실비안 영역이라고 하였다. 실비안 영역은 두정-측두 연결(temporo-parietal junction)과 하위두정소엽(inferior parietal lobule), 상위측두피질(superior temporal cortex), 중간측두피질(middle temporal cortex), 섬피질(insula), 그리고 배측외측전두피질(ventrolateral prefrontal cortex)을 포함한다(Karnath, Rennig, Johannsen, & Rorden, 2010). 이러한 페리실비안 영역을 연결하는 페리실비안 망(perisylvian network)은 확산텐서영상(diffusion-tensor imaging)을 이용하여 분석할 수 있

다. 페리실비안 망은 배측외측전두피질(ventrolateral prefrontal cortex)과 하위두정소엽을 연결하는 위세로다발(superior longitudinal fasciculus)의 하위요소Ⅱ와 Ⅲ, 상위후두전두다발(superior occipitofrontal fasciculus), 배측외측전두피질(ventrolateral prefrontal cortex)과 상위측두피질(superior temporal cortex), 중간측두피질(middle temporal cortex)과 섬피질(insula)을 연결하는 궁상다발(arcuate fasciculus), 바깥섬유막(extreme capsule)과 하위후두전두다발(inferior occipitofrontal fasciculus), 그리고 상위측두피질(superior temporal cortex)과 하위두정소엽(inferior parietal lobule)을 연결하는 중간세로다발(middle longitudinal fasciculus), 바깥섬유막(extreme capsule), 하위후두전두다발(inferior occipitofrontal fasciculus)을 포함한다(Karnath, 2009).

다른 연구들에 의하면 편측 공간무시는 주의집중망(attention network)의 손상과 연관이 있다(Ting, et al., 2011; Corbetta & Shulman, 2011). 등쪽주의집중망(dorsal attention network)은 시각피질(visual cortex)과 전두안구영역(frontal eye field) 앞쪽, 상위두정엽(superior parietal lobe) 그리고 두정내구(intraparietal sulcus) 뒤쪽을 연결하는 경로이다. 등쪽주의집중망(dorsal attention network)은 내재적 표상을 통한 시각적 가이드에 의한 움직임을 위해 시각정보를 받아들이고, 외부 환경에 대한 무의식적 공간적 표상과 같은 공간적 주의집중에 중요한 기능을 한다(Ting, et al., 2011; Ferber & Karnath, 2001). 배쪽주의집중망(ventral attention network)은 시각피질(visual cortex)과 하위전두회(inferior frontal gyrus) 앞쪽, 측두두정연결(temporoparietal junction) 뒤쪽, 하위측두엽(inferior temporal lobe)을 연결하는 경로이다. 배쪽주의집중망(ventral attention network)은 지속적인 주의집중과 각성, 물체 중심의 시각적 지각능력(object-based visual perception)과 재인식(recognition)에 중요한 기능을 한다. 따라서 주의집중 망(attention network)이 손상되면 각각 시공간적 지각(visuospatial perception), 시운동(visuomotor function)의 손상, 또는 시

각적 지각에 대한 재인식에 문제가 발생한다(Ting, et al., 2011; Ferber & Karnath, 2001).

### 3. 편측 공간무시의 평가

편측 공간무시의 평가는 전통적 평가와 기능적 평가로 구분 할 수 있다. 전통적 평가방법은 지필검사(pencil-paper test)로 소거검사(cancellation test), 직선이분검사(line bisection), 그리기 검사(drawing test)를 포함한다(Ting, et al., 2011; Kerkjoff, 2001; Halligan, Manning & Marshall, 1990). 소거 검사는 지필검사 중 가장 많이 사용되어지고, 민감도와 신뢰도가 높다(Marsh & Kersel, 1993). 검사방법은 방해문자와 목표문자가 인쇄된 평가지를 환자 중앙에 위치한 상태에서 목표문자를 모두 찾아 표시하도록 한다. 편측 공간무시가 있는 환자는 목표문자 표시를 생략하게 되고, 생략된 목표문자가 많을수록 편측 공간무시의 중증도가 심하다(Ting, et al., 2011; Ferber & Karnath, 2001). 직선이분검사 역시 자주 사용되는 지필검사 중 하나로 민감도와 신뢰도가 좋은 편이고, 운동 무시와 감각무시를 구별하는데 도움이 되는 평가이다. 직선이분검사는 수평직선이 인쇄된 평가지를 환자 중앙에 두고 각 직선의 중앙이 되는 지점을 표시하도록 한다. 편측 공간무시가 있는 환자는 실제 중앙인 지점으로부터 좌측 또는 우측으로 편차가 나타나게 된다(Ting, et al., 2011; Ferber & Karnath, 2001). 그리기 검사는 지필검사 중 민감도와 신뢰도가 낮은 편이며, 인지 손상이 심한 환자에게 적용이 어렵다. 검사 방법은 환자에게 시계, 집, 도형, 꽃 또는 사람 등의 간단하거나 복잡한 그림을 따라 그리도록 한다. 편측 공간무시가 있는 환자는 그림의 병변 반대 측을 생략하여 그린다(Ting, et al., 2011; Ferber & Karnath, 2001). 이러한 지필검사는 환자의 신체에 대한 무시 증상을 비롯한 옷 입기, 머리 빗기 그리고 식사하기 등의 일상생활 수행 동안의 무시 증상을 확인 할 수 없다는 제한점이 있다(Ferber & Karnath, 2001).

기능적 평가방법은 행동적 주의집중 검사(behavioral

inattention test, BIT), 편측 주의집중의 기능적 평가를 위한 반구조화된 척도(semi-structured scale for functional evaluation of hemi-inattention), 캐서린 버지고 척도(catherine bergego scale, CBS), 케슬러 파운데이션 무시 평가 과정(Kessler Foundation Neglect Assessment Process, KF-NAP)이 포함된다. 행동적 주의집중 검사(BIT)는 6가지의 지필검사와 9가지의 행동적 검사로 구분된다(Chen, Che, Hreha, Goedert & Barrett, 2015). 지필검사는 선 교차, 글자소거, 별 소거, 그림 따라 그리기, 직선이분검사, 자유롭게 그리기가 포함되고, 행동적 검사는 공간주사, 전화사용, 시계보기, 금전 사용, 식사, 읽기, 쓰기 그리고 보행이 포함된다. 행동적 주의집중 검사(BIT)는 편측 공간무시의 확인이 신체주변 공간에서만 가능하다는 제한점이 있으나 기능적 수행을 평가하기 위한 검사로 일상생활에서 기능적 수행을 예측할 수 있는 측정방법이다(Hartman-Maeir & Karz, 1995). 편측 주의집중의 기능적 평가를 위한 반구조화된 척도(semi-structured scale for functional evaluation of hemi-inattention)는 신체범위 무시와 신체외부범위 무시를 평가하는 2가지 하위 척도로 구분된다(Zoccolatti & Judica, 1991). 신체범위 무시의 평가는 머리 빗기, 면도/화장하기, 안경 쓰기가 포함되고, 신체외부범위 무시의 평가는 차 내 오기, 카드 다루기, 그림 묘사 그리고 공간 설명하기가 포함된다. 평가를 받기 위한 훈련이 선행되어야 한다는 단점이 있으나 실제 물건으로 수행하는 것을 평가할 수 있으며, 신체와 공간에 대한 편측 공간무시를 확인 할 수 있다(Zoccolatti & Judica, 1991). 캐서린 버지고 척도(CBS)는 일상생활동작 수행 동안의 관찰을 통해 편측 공간무시를 평가하는 것으로 신체범위, 신체주변범위, 신체외부범위의 무시를 진단과 무시 중증도를 평가할 수 있다(Kerkhoff, 2001). 평가의 10가지 항목은 몸단장하기, 면도하기, 옷 입기, 식사하기, 식사 후 청결, 길 찾기, 충돌, 소지품 찾기, 자발적인 응시, 청각적 주의집중이 포함된다. 평가동안 검사자는 환자의 수행동안 좌우 공간에 대한 비대칭적 양상이 보이는 지 관찰하여 점수를 측정

한다. 또한 캐서린 버지그 척도(CBS)는 일상생활 동안 환자가 수행의 어려움을 인식하는지를 통해 질병 인식불능(anosognosia)에 대한 평가가 가능하다. 케슬러 파운데이션 무시 평가 과정(KF-NAP)은 캐서린 버지그 척도(CBS)의 10가지 평가항목에 대한 평가 지시사항과 점수를 수정 및 보완한 표준화된 편측 공간무시의 평가도구이다(Chen et al., 2015). 케슬러 파운데이션 무시 평가 과정(KF-NAP)은 일상생활 동안 환자의 좌우 공간에 대한 자발적인 행동과 인식을 직접적으로 관찰하며, 특히 자발적인 공간 탐색에서 행동의 시작이 어느 공간에서 나타나는지, 눈과 머리가 어느 방향으로 움직이는지 중점을 두어 평가한다(Chen et al., 2015).

편측 공간무시에 대한 기능적 평가는 지필검사보다 무시 증상을 감지하는 데 민감도가 더 높고, 일상생활의 기능적 수행에서 편측 공간무시의 확인과 기능적 수준의 예측이 가능하다는 점에서 중요하다(Kerkhoff, 2001; Azouvi, Samuel & Louis-Dreyfus, 2002). 또한 편측 공간무시는 뇌 병변 위치와 평가 방법 등에 따라 나타날 수 있는 반응이 다양하기 때문에 다양한 기전과 편측 공간무시의 유형을 통합하기 위해서 실제 일상생활 동안 무시 증상에 대한 양상을 평가하기 위한 행동학적 평가가 중요하다(Chen et al., 2015; Azouvi et al., 2002).

#### 4. 편측 공간무시의 치료

편측 공간무시의 치료는 하향식 접근방법(top-down approach)와 상향식 접근방법(bottom-up approach)의 두 가지 접근법으로 구분한다(Table 1).

하향식 접근방법은 환자가 무시 측에 대한 인지를 하고, 전략을 사용한 무시 측 공간에 대한 훈련을 통해 보상 또는 회복을 하는 방법이다(Kerkhoff, 2001; Antonucci, Guariglia, Judica, Magnotti, Paolucci, Pizzamiglio & Zoccolotti, 1995; Kerkhoff, 1998). 편측 공간무시의 치료에 대한 하향식 접근방법은 시각주사훈련(visual scanning training), 사지운동(limb activation), 몸통돌리기(trunk rotation), 지속적인

주의집중훈련(sustained attention training) 등이 포함된다. 상향식 접근방법은 무시 측 공간으로 수동적 자극을 제공하여 환자가 무시 측 공간에 대한 지각을 할 수 있도록 유도하는 방법으로, 무시 측 공간에 대한 전략이나 보상기술을 학습하기보다는 무시 측 공간으로 제공되는 자극을 통한 지각훈련이다. 하향식 접근방법은 시운동자극(optokinetic stimulation), 프레넬 프리즘(fresnel prism), 프리즘적응(prism adaptation), 목근육자극(neck muscle vibration) 등이 포함된다. 그 외에 가상현실(virtual reality) 등을 통한 치료를 적용한다.

하향식 접근방법(top-down approach) 중 시각주사훈련은 체계적인 좌우 탐색을 통해 조직화된 주사 패턴을 학습하는 방법으로, 목표 문자를 찾기 위해 무시 측 방향부터 시각적 주사를 하여 탐색하도록 훈련한다(Trojano, Moretta, Estraneo & Santoro, 2010). 무시 측 공간에 시각적 또는 청각적 단서를 제공하거나 몸통돌리기와 같은 다른 치료방법과 병행하였을 때 무시 증상의 호전에 영향을 준다(Trojano et al., 2010; Luukkainen-Markkula, Tarkka, Pitk nen, Sivenius & H m l inen; 2009). 사지운동은 무시 측 공간으로 병변 반대 측 사지를 움직임으로써 무시 측 공간에 대한 주의집중을 향상시키는 방법이다. 사지운동은 좌측 공간무시의 환자에게서 무시 증상의 호전이 가장 크게 나타나며, 무시 측 공간으로 주의집중 뿐 만 아니라 병변 반대 측 사지의 운동기능의 향상을 나타냈다(Luukkainen-Markkula, 2009; Robertson, McMillan, MacLeod, Edgeworth & Brock, 2002; Wilson, Manly, Coyle & Robertson, 2000). 몸통돌리기는 신체주변 범위에서 무시 측 공간을 향해 약 15-35도 몸통을 회전하는 훈련이다(Fong et al., 2007). 몸통돌리기는 얼굴과 몸통의 위치와 관계된 감각정보에 영향을 주어 편측 공간무시가 있는 환자들의 신체 정중선을 재조정함으로써 무시 증상을 호전시킨다. 이전 연구에서 몸통돌리기 훈련을 통해 무시 증상의 호전과 일상생활 수행도 향상을 보였다(Fong et al., 2007). 지속적인 주의집중훈련은 각성과 공간적 주의집중에 관여하는 신경학적 연결을 향

Table 1. Spatial neglect treatments

spatial neglect treatments	author (year)
visual scanning training	Trojano et al. (2010)
	Luukkainen-Markkula et al. (2009)
limb activation	Luukkainen-Markkula et al. (2009)
	Robertson et al. (2002)
	Wilson et al. (2000)
trunk rotation	Fong et al. (2007)
sustained attention training	Wilson et al. (2000)
optokinetic stimulation	Na et al. (2002)
	Thimm et al. (2009)
	Kerkhoff et al. (2006)
fresnel prism	Hwan-Hee et al. (2007)
	Keane et al. (2006)
prism adaptation	Michel et al. (2003)
	Serino et al. (2003)
	Mizuno et al. (2003)
	Pisella et al. (2003)
neck muscle vibration	Schindler et al. (2002)
virtual reality	Ansuini et al. (2006)

상시키는 방법이다(Wilson et al., 2000). 지속적인 주의집중훈련은 편측 공간무시가 있는 방향에 외부 자극을 주어 각성체계에 영향을 줌으로써 공간적 주의집중을 증진시킨다. 이전 연구에서 편측 공간무시가 있는 방향에 청각 자극을 제공하여 공간적 주의집중을 유도하였을 때 좌측 편측 공간무시가 있는 환자들이 유의미한 무시 증상의 호전을 나타냈다(Wilson et al., 2000).

상향식 접근방법(bottom-up approach) 중 시운동자극은 무시 측 방향으로 움직이는 표적을 따라 안구 추적을 하는 방법으로, 안구운동반사에 의해서 시각 자극에 대한 지각을 통해 공간적 주의집중에 영향을 주는 인지적인 기전으로 설명할 수 있다(Thimm, Fink, Kust, Karbe, Willmes & Sturm, 2009). 이전 연구들에서 스크린을 통해 편측 공간무시가 있는

방향을 향해 특정 속도로 움직이는 점 또는 선을 추적하도록 하였을 때, 직선이분검사와 운동무시(motor neglect)의 호전을 보인 것으로 나타났다(Na et al., 2002; Thimm et al., 2009; Kerkhoff, Keller, Ritter & Marquardt, 2006). 프레넬 프리즘은 병변 측 공간을 향해 무시 측 공간을 이동하여 무시 측 공간에 대한 인식을 높이는 방법으로 프리즘을 안경 렌즈의 크기와 똑같이 오려 부착한다(Hwan-Hee, Moon-Young, Jae-Myoung, 2007). 이전 연구에서 프레넬 프리즘을 4주 동안 적용하였을 때 편측 공간 무시 증상이 완화된다고 보고하였다(Keane, Turner, Sherrington & Beard, 2006). 프리즘 적응은 프리즘 고글을 이용하여 병변 측 방향을 향해 무시 측 공간으로 편향된 시야를 제공한다. 프리즘 고글을 사용한 프리즘 적응과 시운동움직임을 통해 정중선에

대한 재인식으로 무시 측 공간에 대한 인식을 향상시킨다. 뇌졸중 이후 편측 공간무시가 있는 환자에게 프리즘 적응치료를 10분 씩 12-17일 시행 한 결과 편측 공간무시 증상의 호전과 일상생활 활동 수행이 향상되었고, 보행 시 무시 측 공간에 있는 장애물을 피하는 것에 향상을 보였다(Michel et al., 2003; Serino, Barbiani, Rinaldesi & L davas, 2009; Mizuno et al., 2011; Pisella, Rode, Farn, Boisso & Rossetti, 2002). 목근육자극은 몸통 돌리기와 관련해서 목 근육에 고유수용성 감각을 제공함으로써 신체범위에서 중앙에 대한 재인식을 촉진한다(Fong et al., 2007, Schindler, Kerkhoff, Karnath, Keller & Goldenberg, 2002). 좌측 무시가 있는 환자를 대상으로 시각 탐색 훈련 한 경우와 시각 탐색 훈련과 함께 목 근육에 진동자극을 제공한 경우에 목 근육자극을 병행한 군에서 일상생활 수행도의 향상을 보였다(Schindler et al., 2002).

가상현실을 이용한 편측 공간무시의 치료는 특정하게 디자인 된 컴퓨터 프로그램을 이용한 장비를 통해 편측 공간무시 환자가 실제 물체를 향해 손을 뻗고 잡는 동작을 하는 동시에 가상공간에서 가상의 물체를 가상의 손을 통해 잡는 것을 관찰하는 것이다(Ansuini, Pierno, Lusher & Castiello, 2006). 가상현실에 관한 연구에서 무시 측과 비무시 측 공간에 대한 재인식에 도움이 된다고 보고하였으며, 주의집중과 공간적 표상에도 신경학적 근거를 가진 향상을 나타낼 수 있다고 하였다(Ansuini et al., 2006).

### III. 결론

본 고찰은 편측 공간무시의 정확한 진단을 위한 편측 공간무시의 유형 및 이론에 대해 정리하였고 편측 공간무시와 관련된 것으로 보고되는 해부학적 영역, 편측 공간무시의 평가 및 최신 중재방법에 대해 제시하였다. 편측 공간무시는 공간적 표상, 감각입력, 무시 증상이 나타나는 범위에 따라 유형을 구분할 수 있고, 편측 무시에 대한 이론은 주의집중적, 표상적,

변환적, 그리고 대뇌균형 이론의 네 가지로 구분된다. 편측 공간무시는 우측 두정엽의 병변과 연관이 있으며, 페리실비안 망과 주의집중 망의 관련 영역들 사이 연결에 손상이 있을 경우 발생한다. 편측 공간무시는 전통적 평가인 지필검사와 기능적 평가로 구분하며, 편측 공간무시의 다양한 양상을 평가하기 위해서는 일상생활 수행 동안의 관찰을 통한 행동적 검사인 기능적 평가가 요구된다(Azouvi et al., 2002). 편측 공간무시의 치료는 하향식 접근방법과 상향식 접근방법으로 구분하며, 두 접근방법을 결합하는 형태가 가장 효과적일 수 있다. 편측 공간무시의 모든 최신 중재방법 중에서 프리즘 적응이 가장 적절한 중재법으로 연구되고 있다(Kortte & Hillis, 2011). 하지만 편측 공간무시의 유형과 병변 위치 등을 고려하여 환자에게 적절한 중재를 적용하는 것이 중요하다.

### References

- Hwan-Hee K., Moon-Young C., Jae-Myoung S. (2007). The effect of fresnel prism for the reduction of unilateral neglect in stroke victims: a single subject research design, *The Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 15(3), 66-72
- Andersen, R. A. (1995). Encoding of intention and spatial location in the posterior parietal cortex. *Cerebral Cortex*, 5(5), 457-469. doi:10.1093/cercor/5.5.457
- Ansuini, C., Pierno, A. C., Lusher, D., & Castiello, U. (2006). Virtual reality applications for the remapping of space in neglect patients. *Restorative neurology and neuroscience*, 24(4-6), 431-441.
- Antonucci, G., Guariglia, C., Judica, A., Magnotti, L., Paolucci, S., Pizzamiglio, L., & Zoccolotti, P. (1995). Effectiveness of neglect rehabilitation in a randomized group study. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*,



- 17(3), 383–389. doi: 10.1080/01688639508405131
- Azouvi, P., Samuel, C., Louis–Dreyfus, A., Bernati, T., Bartolomeo, P., Beis, J. M., ... & De Montety, G. (2002). Sensitivity of clinical and behavioural tests of spatial neglect after right hemisphere stroke. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 73(2), 160–166. doi:10.1136/jnnp.73.2.160
- Barer, D. H. (1990). The influence of visual and tactile inattention on predictions for recovery from acute stroke. *The Quarterly Journal of Medicine*, 74(1), 21–32. doi:10.1093/oxfordjournals.qjmed.a068409
- Bernsp ng, B., Asplund, K., Eriksson, S., & Fugl–Meyer, A. R. (1987). Motor and perceptual impairments in acute stroke patients: effects on self–care ability. *Stroke*, 18(6), 1081–1086.
- Bisiach, E., Capitani, E., & Porta, E. (1985). Two basic properties of space representation in the brain: evidence from unilateral neglect. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 48(2), 141–144.
- Bisiach, E., & Luzzatti, C. (1978). Unilateral neglect of representational space. *cortex*, 14, 129–133. doi:10.1161/01.STR.18.6.1081
- Bisiach, E., Perani, D., Vallar, G., & Berti, A. (1986). Unilateral neglect: personal and extra–personal. *Neuropsychologia*, 24(6), 759–767.
- Bisiach, E., Pizzamiglio, L., Nico, D., & Antonucci, G. (1996). Beyond unilateral neglect. *Brain*, 119(3), 851–857. doi:10.1016/0028–3932(86)90075–8
- Caramazza, A., & Hillis, A. E. (1990). Spatial representation of words in the brain implied by studies of a unilateral neglect patient. *Nature*, 346(6281), 267–269. doi:10.1038/346267a0
- Chen, P., Chen, C. C., Hreha, K., Goedert, K. M., & Barrett, A. M. (2015). Kessler foundation neglect assessment process uniquely measures spatial neglect during activities of daily living. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 96(5), 869–876. doi:10.1016/j.apmr.2014.10.023
- Chica, A. B., Bartolomeo, P., & Valero–Cabr , A. (2011). Dorsal and ventral parietal contributions to spatial orienting in the human brain. *The Journal of neuroscience*, 31(22), 8143–8149. doi:10.1523/JNEUROSCI.5463–10.2010
- Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2011). Spatial neglect and attention networks. *Annual review of neuroscience*, 34, 569. doi:10.1146/annurev–neuro–061010–113731
- Ferber, S., & Karnath, H. O. (2001). How to assess spatial neglect–line bisection or cancellation tasks?. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 23(5), 599–607. doi:10.1076/jcen.23.5.599.1243
- Fong, K. N., Chan, M. K., Ng, P. P., Tsang, M. H., Chow, K. K., Lau, C. W., ... & Chan, C. C. (2007). The effect of voluntary trunk rotation and half–field eye–patching for patients with unilateral neglect in stroke: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 21(8), 729–741. doi:10.1177/0269215507076391
- Gaffan, D., & Hornak, J. (1997). Visual neglect in the monkey. Representation and disconnection. *Brain*, 120(9), 1647–1657.
- Hartman–Maeir, A., & Katz, N. (1995). Validity of the Behavioral Inattention Test (BIT): relationships with functional tasks. *American Journal of Occupational Therapy*, 49(6), 507–516. doi:10.1093/brain/120.9.1647
- Halligan, P. W., Manning, L., & Marshall, J. C. (1990). Individual variation in line bisection: a study of four patients with right hemisphere damage and normal controls. *Neuropsychologia*,

- 28(10), 1043–1051. doi:10.1016/0028-3932(90)90139-F
- 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. doi:10.1212/WNL.30.3.327
- Hillis, A. E. (2006). Neurobiology of unilateral spatial neglect. *The neuroscientist*, 12(2), 153–163. doi:10.1177/1073858405284257
- Jackson, J. H., & Gowers, W. R. (1876). Case of large cerebral tumour without optic neuritis, and with left hemiplegia and imperception. *Harrison and Sons, printers*, 8, 434
- Karnath, H. O. (1997). Spatial orientation and the representation of space with parietal lobe lesions. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 352(1360), 1411–1419. doi:10.1098/rstb.1997.0127
- Karnath, H. O. (2009). *A right perisylvian neural network for human spatial orienting*. In M. S. Gazzaniga (Ed.), *The cognitive neurosciences IV*. Cambridge: MIT Press.
- Karnath, H. O., Rennig, J., Johannsen, L., & Rorden, C. (2010). The anatomy underlying acute versus chronic spatial neglect: a longitudinal study. *Brain*, 355.
- Karnath, H. O., & Rorden, C. (2012). The anatomy of spatial neglect. *Neuropsychologia*, 50(6), 1010–1017. doi:10.1093/brain/awq355
- Keane, S., Turner, C., Sherrington, C., & Beard, J. R. (2006). Use of fresnel prism glasses to treat stroke patients with hemispatial neglect. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 87(12), 1668–1672. doi:10.1016/j.apmr.2006.08.322
- Kerkhoff, G. (1998). Rehabilitation of visuospatial cognition and visual exploration in neglect: a cross-over study. *Restorative neurology and neuroscience*, 12(1), 27–40.
- Kerkhoff, G. (2001). Spatial hemineglect in humans. *Progress in neurobiology*, 63(1), 1–27. doi:10.1016/S0301-0082(00)00028-9
- Kerkhoff, G., Keller, I., Artinger, F., Hildebrandt, H., Marquardt, C., Reinhart, S., & Ziegler, W. (2012). 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., 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.
- Kortte, K. B., & Hillis, A. E. (2011). Recent trends in rehabilitation interventions for visual neglect and anosognosia for hemiplegia following right hemisphere stroke. *Future neurology*, 6(1), 33–43. doi:10.2217/fnl.10.79
- Lomber, S. G., & Payne, B. R. (1996). Removal of two halves restores the whole: reversal of visual hemineglect during bilateral cortical or collicular inactivation in the cat. *Visual neuroscience*, 13(06), 1143–1156. doi:10.1017/S0952523800007781
- Luukkainen-Markkula, R., Tarkka, I. M., Pitk nen, K., Sivenius, J., & Hämaläinen, H. (2009). Rehabilitation of hemispatial neglect: a randomized study using either arm activation or visual scanning training. *Restorative neurology and neuroscience*, 27(6), 665–674. doi:10.3233/RNN-2009-0520

- Marsh, N. V., & Kersel, D. A. (1993). Screening tests for visual neglect following stroke. *Neuropsychological Rehabilitation*, 3(3), 245–257. doi:10.1080/09602019308401439
- Michel, C., Pisella, L., Halligan, P. W., Luauté, J., Rode, G., Boisson, D., & Rossetti, Y. (2003). Simulating unilateral neglect in normals using prism adaptation: implications for theory. *Neuropsychologia*, 41(1), 25–39.
- Mizuno, K., Tsuji, T., Takebayashi, T., Fujiwara, T., Hase, K., & Liu, M. (2011). Prism adaptation therapy enhances rehabilitation of stroke patients with unilateral spatial neglect a randomized, controlled trial. *Neurorehabilitation and neural repair*, 25(8), 711–720. doi:10.1016/S0028-3932(02)00135-5
- Mort, D. J., Malhotra, P., Mannan, S. K., Rorden, C., Pambakian, A., Kennard, C., & Husain, M. (2003). The anatomy of visual neglect. *Brain*, 126(9), 1986–1997. doi:10.1093/brain/awg200
- Na, D. L., Son, Y., Kim, C. H., Lee, B. H., Shon, Y. M., Lee, K. J., ... & Heilman, K. M. (2002). Effect of background motion on line bisection performance in normal subjects. *Cortex*, 38(5), 787–796. doi:10.1016/S0010-9452(08)70045-5
- Payne, B. R., Siwek, D. R., & Lomber, S. G. (1991). Complex transcallosal interactions in visual cortex. *Visual neuroscience*, 6(03), 283–287. doi:10.1017/S0952523800006283
- Pisella, L., Rode, G., Farn, A., Boisson, D., & Rossetti, Y. (2002). Dissociated long lasting improvements of straight-ahead pointing and line bisection tasks in two hemineglect patients. *Neuropsychologia*, 40(3), 327–334.
- Posner, M. I., & Driver, J. (1992). The neurobiology of selective attention. *Current opinion in neurobiology*, 2(2), 165–169. doi:10.1016/0959-4388(92)90006-7
- Rengachary, J., He, B. J., Shulman, G., & 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
- Robertson, I. H., McMillan, T. M., MacLeod, E., Edgeworth, J., & Brock, D. (2002). Rehabilitation by limb activation training reduces left-sided motor impairment in unilateral neglect patients: A single-blind randomised control trial. *Neuropsychological Rehabilitation*, 12(5), 439–454. doi:10.1080/09602010244000228
- Serino, A., Barbiani, M., Rinaldesi, M. L., & L davas, E. (2009). Effectiveness of prism adaptation in neglect rehabilitation a controlled trial study. *Stroke*, 40(4), 1392–1398. doi:10.1161/STROKEAHA.108.530485
- Schindler, I., Kerkhoff, G., Karnath, H. O., Keller, I., & Goldenberg, G. (2002). Neck muscle vibration induces lasting recovery in spatial neglect. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 73(4), 412–419. doi:10.1136/jnnp.73.4.412
- Stone, S. P., Halligan, P. W., & Greenwood, R. J. (1993). The incidence of neglect phenomena and related disorders in patients with an acute right or left hemisphere stroke. *Age and Ageing*, 22(1), 46–52. doi:10.1093/ageing/22.1.46
- Suchan, J., & Karnath, H. O. (2011). Spatial orienting by left hemisphere language areas: a relict from the past?. *Brain*, 134(10), 3059–3070.
- Ting, D. S., Pollock, A., Dutton, G. N., Doubal, F. N., Ting, D. S., Thompson, M., & Dhillon, B. (2011). Visual neglect following stroke: current concepts and future focus. *Survey of*

*ophthalmology*, 56(2), 114–134. doi:10.1093/brain/awr120

- Thimm, M., Fink, G. R., Kist, 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. doi:10.1016/j.cortex.2008.10.007
- Trojano, L., Moretta, P., Estraneo, A., & Santoro, L. (2010). Neuropsychologic assessment and cognitive rehabilitation in a patient with locked-in syndrome and left neglect. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 91(3), 498–502. doi:10.1016/j.apmr.2009.10.033
- Vallar, G. (1997). Spatial frames of reference and somatosensory processing: a neuropsychological perspective. *Philosophical Transactions*

*of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 352(1360), 1401–1409. doi:10.1098/rstb.1997.0126

- Vallar, G. (1998). Spatial hemineglect in humans. *Trends in cognitive sciences*, 2(3), 87–97. doi:10.1016/S0301-0082(00)00028-9
- Wilson, F. C., Manly, T., Coyle, D., & Robertson, I. H. (2000). The effect of contralesional limb activation training and sustained attention training for self-care programmes in unilateral spatial neglect. *Restorative neurology and neuroscience*, 16(1), 1–4.
- Zoccolatti, P., & Judica, A. (1991). Functional evaluation of hemineglect by means of a semistructured scale: personal extrapersonal differentiation. *Neuropsychological Rehabilitation*, 1(1), 33–44. doi:10.1080/09602019108401378

## Abstract

# A Review of Spatial Neglect: Types, Theories, Neuroanatomy, Assessments and Treatment

Jeong, Eun-Hwa<sup>\*</sup>, M.S., O.T.

<sup>\*</sup>Dept. of Rehabilitation Medicine, Konkuk University Medical Center

Spatial neglect is a neurological disorder following stroke, a lesion that usually affects the right hemisphere, fail to process or attention on the contralateral side of body and space. Functional neuroimaging studies report that spatial neglect is associated with lesions of large middle cerebral artery, perisylvian network and attention network, Spatial neglect is associated with a poor outcome. For optimal diagnosis and intervention, Types and theories of spatial neglect should be considered, in addition to clinical assessment with the conventional test and functional test. The treatment for spatial neglect could be consist of top-down approaches and bottom-up approaches. Recent trends in rehabilitation intervention for spatial neglect have reported prism adaptation.

**Key Words** : Assessment, Neuroanatomy, Spatial neglect, Treatment, Type