Brain & NeuroRehabilitation Vol. 2, No. 1, March, 2009

공간무시의 아류 및 평가

한림대학교 의과대학 재활의학교실

유 우 경

Subtypes of Spatial Neglect and Assessment

Woo-Kyoung Yoo, M.D., Ph.D.

Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Hallym University College of Medicine

Spatial neglect is a cluster of symptoms characterized by a failure to orient, or react to stimuli located predominantly on the contralesional side. This could be subdivided into personal, peripersonal and extrapersonal neglect in terms of spatial frame of reference. In the perceptual point of view, one can classify into further perceptual and representational neglect. In this review, subtypes of spatial neglect were conceptualized by spatial frame of reference and perception in relationship with their neuroanatomical correlates. Furthermore, its assessment was discussed according to those subtypes. **(Brain & NeuroRehabilitation 2009; 2: 46-50)**

Key Words: spatial neglect, assessment

서 론

공간무시는 임상적으로 뇌병변 반대측으로부터 들어오는 새로운 자극에 반응하거나 주목하는데 실패하는 현상으로 정의된다.[1] 일반적으로 우측 뇌손상에서 좌측 공간무시 증상이 흔하게 나타나는데, 국소적 뇌병변을 보이는 뇌졸중에서도 우측 대뇌반구 손상에 의한 좌측 공간무시 현상이 가장 흔하게 발생할 수 있다. 뇌졸중에서 공간무시는 대부분 환자에서 어느 정도 기능적 회복이 일어나지만, 일부에서는 증상이 지속되기도 한다.[2,3] 특히 이러한 증상을 보이는 환자는 기능적 예후가 좋지 않은 것으로 잘 알려져 있다.[4,5]

공간무시의 아류에 대한 정형화된 분류는 없지만 가장 보편적인 방법은 공간에 따른 기준에 의해 구분하는 것이다. 먼저 공간적인 분류를 위해서는 자신을 중심으로 한 기준(frame of reference)에 따른 공간의 개념적 구분이 필요하다. 신체공간(personal space)은 자신의 몸이 놓여있는 위치 공간으로 자신의 몸 표면의 피부에서 접촉에 의하거나 몸의 정적인 고유감각에 의해 인지되는 공간이다. 신체주변공간(peripersonal space)은 자신이 신체를 움직여서 뻗었을 때 조작할 수 있는 공간으로 시각이나 청각 정보나 동적인 고유감각을 필요로 하는 공간이며, 기구가 있는 경우는 이 공간이 확장될 수 있다.[6,7] 마지막으로 신체외공간(extrapersonal space)은 자신의 신체를 이용하여 닿을 수 있는 위치보다 먼 곳에 위치한 공간으로 주로는 시각 또는 청각에 의해 예측되는 공간이다.[8] 저자들에 따라 신체주변공간에 대한 구분을 하지 않고 크게 신체공간과 신체외공간으로 구분하고 신체외공간을 근거리 영역(near field)과 원거리 영역(far field)으로 구분하기도 한다. 이러한 자신을 중심으로 한 공간에 대한 구분은 원숭이를 이용한 연구에서 공간의 정보 처리를 하는 뇌의 기능적 구분과도 밀접한 관계가 있음이 보고되었다.[8] 시각과 촉각 모두에 의해 반응하는 신체주위공간의 특성이 1) 시각 수용영역은 우리 몸 피부의 촉각 수용영역의 위치와 일치하고; 2) 시각 수용영역의 깊이는 촉각 수용영역에 비해 제한적으로 확장된 형태의 공간으로 손, 얼굴과 몸이 닿는 영역이라는 점과; 3) 시각적 활성화가 시각적 자극과 피부의 수용영역과의 거리가 멀어질수록 감소한다는 점 등을 종합할 때 시각과 촉각 등의 다중 감각에 의해 인식되어짐을 알 수 있다.[9] 즉 자신의 주변 공간에 대한 정보를 처리하는데 있어 그 위치에 따라 다른 감각의 정보를 이용하거나 다중 감각을 통합하는 방법으로 정보를 처리하게 되는데 이는 뇌의 해부학적인 위치에 따라 그 기능을 달리한다. 따라서 뇌병변에 따라 자신의 신체를 중심으로 한 공간을 인식하는데 차이를 보일 수 있으며 이를 평가하는 것이 증상을 구분하고 향후 치료적 접근을 계획하는데 도움을 줄 수 있다.

교신저자: 유우경, 경기도 안양시 동안구 평촌동 896번지
㉾ 431-070, 한림대학교 성심병원 재활의학과
Tel: 031-380-3860, Fax: 031-380-3864
E-mail: wooky@hallym.ac.kr

또 다른 분류 방법은 실제 공간과 가상 공간의 지각 여부에 따른 구분이다. 즉 실제 시각적인 자극이 주어지는 환경에서 주어진 환경을 지각하지 못하는 지각형 무시(perceptual neglect)와 가상적인 환경 또는 기존의 익숙한 공간 기억으로부터 특정 공간을 인식하지 못하는 표현형 무시(representational neglect)로 구분할 수 있다.[10,11] 임상에서는 주로 대부분 실제 공간에 대한 지각형 무시로 진단되지만 일부에서는 표현형 무시가 독립적으로 또는 지각형 무시와 같이 관찰되므로 이를 구분하여 평가하는 것이 필요하다.

본 론

1) 지각형 신체무시(Perceptual personal neglect)

신체무시는 뇌의 병변 반대측 몸의 일부분을 지각하는 능력이 감소되는 증상을 구분하여 말한다. 신체무시 환자의 경우에는 일상생활에서 안경을 잘못 쓴다거나 면도를 한 쪽만 하는 증상들을 보일 수 있다. 신경학적 검사상 환자는 일차체성감각의 장애가 없는 상태에서 병변 반대측 몸의 감각 자극을 지각하지 못한다.

신체무시와 관련이 있는 해부학적 구조로는 두정엽의 중심뒤이랑(postcentral gyrus)과 위가장자리이랑(supramarginal gyrus) 내측의 백색질이 보고되고 있다.[12] 즉 중심뒤이랑과 같은 고유감각과 체성감각의 입력을 인식하는 영역과 위가장자리이랑과 같은 공간에서 자신을 중심으로 하는 몸의 위치를 인식하는 영역과의 기능적 연결단절과 관련이 있을 수 있다.[13,14] 나아가 피질하 구조인 시상의 앞 시상두정 연결(anterior thalamoparietal connections)의 손상은 뒤외측 측두두정 연접부위(posterior lateral temporoparietal junction)의 연결성에 영향을 주어 지각형 신체무시를 일으킬 수 있다.[15]

평가 방법

가) 우측 손으로 좌측 신체 찾기: 피검자에게 눈을 뜬 상태에서 우측 손으로 좌측 팔꿈치, 어깨, 손목, 귀, 무릎, 장딴지 등을 찾도록 하고 목표 신체 영역을 잡는 양상에 따라 4 단계로 나누어 평가를 한다. 정상적인 움직임을 보이는 경우를 0점으로 하고, 목표점을 머뭇거리며 찾는 경우 1점으로 한다. 목표점에 도달하기 전 찾는 과정에서 멈추는 경우 2점으로 하고, 목표점을 찾으려는 시도를 전혀 안하는 경우를 3점으로 한다.[16]

나) The fluff test: 피검자가 우측 손을 이용하여 피검자의 신체에 부착된 2 cm 크기의 15군데 목표점을 모두 제거하도록 지시한다. 15개의 목표물 중 각각 3개는 우측 몸통, 3개는 좌측 몸통, 3개는 우측 다리, 3개는 좌측 다리에 부착하고 마지막 3개는 좌측 팔에 부착하고 눈을 가린 상태에서 검사를 진행한다.[17]

다) Reformulated comb test: 피검자에게 오른손으로 30초 동안 자신의 머리를 빗도록 지시하고 각각 우측과 좌측을 빗질 횟수와 구분하기 모호한 빗질 횟수를 측정하여 공식(x_{comb} = ([좌측 − 우측 빗질 횟수] / [좌측 빗질 횟수 + 모호한 빗질 횟수 + 우측 빗질 횟수]) × 100)을 이용하여 점수를 매기는 방법이다. 이 점수는 −100%(완전 좌측 무시)에서 +100%(완전 우측 무시)까지를 나타내게 된다.[15]

2) 지각형 신체주위 또는 신체외무시(Perceptual peripersonal or extrapersonal neglect)

(1) 지각형 신체주위무시(Perceptual peripersonal neglect): 신체주위 공간은 여러 감각기관에 의해 형성되는 공간으로 우리 몸을 감싸고 있는 공간 또는 특정 신체 부분을 감싸고 있는 부분을 말한다.[6,18] 이러한 신체주위 공간과 신체에서 멀리 떨어진 공간의 지각을 가능하게 하는 중요한 요소는 사람이나 포유류 대부분이 신체주위 공간 안에서 사물들과 상호 작용을 인지할 수 있는 능력을 가진다는 점이다. 원숭이의 신경생리학적 연구들에서 이러한 지각과 관련된 영역이 대뇌피질의 전두엽, 두정엽과 피질하 구조인 조가비핵과 연관이 있음이 보고되었다.[6,19] 특히 원숭이의 두정엽에서 신체주위 공간을 인식하는 영역은 배측 두정내영역(ventral intraparietal area; VIP)과 몸, 팔, 얼굴 중심의 시각 수용영역과 일치하는 7b 영역[20-22]과 손이 새로운 공간으로 움직일 때 이를 추적하는 시각적 수용영역의 영역 2와 5[23]로 구분되어진다.

평가 방법

가) Line cancellation test: 2.5 cm의 40개 다양한 각도로 틀어진 선(18개는 좌측, 18개는 우측, 4개는 중앙에 위치)이 그려진 종이(20 × 26 cm)에 피검자에게 각 선의 중앙되는 위치에 표시를 하도록 하여 평가한다.

나) Letter cancellation test: 6개 행의 42개의 그림을 이용하며 글자 또는 심볼 또는 두 개의 목표를 지우도록 하는 검사이다.

다) Star cancellation test: 단어, 글자, 별(56개 작은 별 모양)이 섞여 그려진 종이에 별을 찾도록 하는 검사로 작은 별을 찾은 수를 점수로 측정하게 된다. 검사자가 2개의 작은 별을 찾도록 도와주므로 남은 54개의 작은 별을 찾는 수로 점수화한다.[24]

라) Line bisection task: 공간무시에서 가장 많이 사용되어왔던 방법으로 1980년 Schenkenberg 등[25]에 의해 제시된 방법이 널리 사용된다. 검사자가 20개의 길이를 달리

하여 그려진 평행선(6개는 중앙, 6개는 좌측, 6개는 우측에 위치하고 가장 위와 아래 선은 가운데 위치하도록 표시)에서 피검자에게 선의 가운데 부분에 x 표시를 하도록 지시하여 측정한다. 그 중 처음과 마지막 선을 제외한 18개의 선에서 표시된 선의 수와 편향 퍼센트 점수로 평가한다.

마) Figure copying test: 피검자에게 평지 A4 용지에 나무, 담장, 집, 굴뚝 등을 좌측에서 우측으로 그리도록 한다. 다섯 단계 스케일로 0점(빠진 항목이 없을 경우)에서 4점(좌측 나무나 좌측의 적어도 한가지 항목을 빼뜨린 경우)까지 점수를 매긴다.

바) Clock drawing: 검사자가 그린 원에 12시간을 위치에 맞게 그린다. 세 단계의 스케일이 사용되는데 0점은 대칭적으로 정상 그림을 그린 경우, 1점은 좌측의 시계 일부를 빠뜨린 경우, 2점은 좌측의 시계 부분을 모두 우측에 그린 경우이다.

(2) 지각형 신체외무시(Perceptual extrapersonal neglect): 사람에서 신체외 공간을 해석하고 인식하는 영역은 내측 두정내고랑(intraparietal sulcus)의 뒷부분과 외측후두엽(lateral occipital cortex) 영역이다. 내측 두정내고랑의 뒷부분은 어떤 목표에 대해 손의 시각운동 조절을 필요로 하는 동작을 할 때 역할을 하는 것으로 알려져 있다.[26,27] 즉 손을 중심으로 한 기준점에서 시각 정보와 공간적인 정보를 통합하는 기능과 관련이 있다. 다시 말해 이 영역은 체성감각에 의한 정보 보다는 주로 시각적인 정보에 의해 반응을 한다. 외측후두엽은 손의 고유감각과는 상관 없이 시각적 위치에 의해 반응하는 영역이다. 또한 이 영역은 사물의 깊이(원근)와 관련이 있음이 보고되었다. 이러한 결과들은 신체외 공간에 대한 인식은 주로 시각적 정보에 의해 인식되고 주로 시각적 정보를 처리하는 뇌영역과 관련이 있음을 제시하고 있다.

평가 방법

가) Line cancellation test with laser pointing: 신체주위무시 검사 방법 중의 하나인 Line cancellation test를 동일하게 시행하되 영상을 먼 곳에 비추어서 레이저 포인터로 중앙을 표시하도록 하는 방법으로 검사한다.

나) Letter cancellation test with laser pointing: 신체주위무시 검사 방법 중의 하나인 Letter cancellation test를 동일하게 시행하되 영상을 먼 곳에 비추어서 레이저 포인터로 중앙을 표시하도록 하는 방법으로 검사한다.

다) Star cancellation test with laser pointing: 신체주위무시 검사 방법 중의 하나인 Star cancellation test를 동일하게 시행하되 영상을 먼 곳에 비추어서 레이저 포인터로 중앙을 표시하도록 하는 방법으로 검사한다.

라) Line bisection test with laser pointing: 신체주위무시 검사 방법 중의 하나인 Line bisection test를 동일하게 시행하되 영상을 먼 곳에 비추어서 레이저 포인터로 중앙을 표시하도록 하는 방법으로 검사한다.

3) 표현형 신체무시(Representational personal neglect)

표현형 신체무시는 해당하는 감각 자극 없이 신체의 특정 부분의 위치를 기억하는 능력이 감소되는 증상을 구분하여 말한다. 이러한 표현형 신체무시는 대부분 평가가 이루어지지 않아 아주 제한적으로 보고되고 있다. 최근 증례에 의하면 전맥락막동맥(anterior choroidal artery) 분포 영역의 속섬유막(internal capsule) 후지(posterior limb)의 앞 부분에 작은 병변과 표현형 신체무시가 관련이 있을 것으로 보고되었다.[15] 속섬유막 후지의 큰 손상은 일반적으로 지속적인 무시증상을 나타낼 수 있는데 이는 시지각 운동장애에 의한 것으로,[28] 속섬유막 후지의 작은 손상이 시상베개(pulvinar)와 두정엽의 연결에 일부 손상을 주어서 국소적인 표현형 신체무시만을 나타냈을 수 있다. 즉 표현형 신체무시의 경우는 체성감각의 기억이지만 시각적 정보가 많이 관여할 수 있음을 알 수 있다.

평가 방법

가) Modified fluff test: 지각형 신체무시 검사 방법인 The fluff test에서 부착되었던 15군데 중 12군데의 목표점 위치를 피검자가 기억하여 눈을 감은 상태에서 우측 손을 이용하여 표시하도록 한다. 12개의 목표물 중 각각 3개는 우측 몸통, 3개는 좌측 몸통, 1개는 우측 다리, 1개는 좌측 다리에 부착하고 마지막 4개는 좌측 팔에 부착 위치를 찾도록 지시한다.

나) Modified comb test: 피검자에게 오른손으로 30초 동안 눈을 감은 상태에서 자신의 머리를 빗도록 지시하고 각각 우측과 좌측을 빗질 횟수와 구분하기 모호한 빗질 횟수를 측정하여 공식(x_{comb} = (좌측 − 우측 빗질 횟수) / (좌측 빗질 횟수 + 모호한 빗질 횟수 + 우측 빗질 횟수))을 이용하여 점수를 매긴다. 이 점수는 −1(완전 좌측 무시)에서 +1(완전 우측 무시)까지를 나타내게 된다.

다) Modified razor test: 각 피검자는 30초 동안 눈을 감은 상태에서 우측 손으로 면도를 하는 행동을 하도록 하고 우측과 좌측의 면도를 한 횟수와 모호한 위치에 면도를 한 횟수를 측정하여 공식(x_{razor} = (좌측 − 우측 면도 횟수) / (좌측 면도 횟수 + 모호한 면도 횟수 + 우측 면도 횟수))을 이용하여 점수를 매긴다. 이 점수는 −1(완전 좌측 무시)에서 +1(완전 우측 무시)까지를 나타내게 된다.

4) 표현형 신체주위 또는 신체외무시(Representational peripersonal or extrapersonal neglect)

표현형 신체주위무시는 자신을 중심으로 한 기준으로 자신의 신체가 닿을 수 있는 영역의 공간에 대한 기억 중 일부분의 공간을 무시하는 증상이고 표현형 신체외무시는 사물을 관찰자 기준(viewer-centered reference)으로 관찰하였을 때 연상되는 일부분의 공간을 무시하는 증상이다. 표현형 신체외무시는 1970년 처음으로 두 명의 환자가 보고되었는데, 환자가 잘 알고 있는 도시의 광장을 두 군데의 다른 각도에서 표현하게 하였을 때 오른편의 광장만을 표현하고 좌측편의 광장 부분은 매우 체계적으로 빠뜨리는 증상을 보였다.[10] 손상된 해부학적 구조는 뒤 우외측 측두엽으로 이 영역의 손상이 표현형 신체외무시와 관련이 있을 수 있음을 확인하였다.[29] 즉 측두엽은 관찰자 기준(viewer-centered reference)의 원거리 공간의 지적 표현(mental representation)에 중요한 영역으로 생각된다.

(1) 표현형 신체주위무시(Representational peripersonal neglect):

평가 방법

가) 시계 그리기 검사(Clock drawing test): 피검자가 자신의 생각에 따라 종이 위에 시계를 그리고 12 시간을 위치에 맞게 그린다. 세 단계의 스케일이 사용되는데 0점은 대칭적으로 정상 그림을 그린 경우, 1점은 좌측의 시계 일부를 빠뜨린 경우, 2점은 좌측의 시계 부분을 모두 우측에 그린 경우이다.

나) 차 내부 연상 검사(Inside car test): 피검자에게 각각 운자석과 보조석에 앉은 상태를 연상하도록 한 후 보이는 항목들을 모두 표현하도록 하고 이를 1분 동안 녹음을 하여 평가한다.

다) 사물 맞추기 검사: 각각 좌측과 우측에 놓여진 3개의 다른 물건을 기억하고 바로 재생한 후 15분 뒤에 눈을 감은 상태에서 각각 좌측과 우측에 놓여졌던 물건을 맞추는 검사이다.

(2) 표현형 신체외무시(Representational extrapersonal neglect):

평가 방법

유명 장소 연상 검사: 피검자도 알고 있는 잘 알려진 장소를 연상하도록 하고 왼쪽에서 바라본 경관과 180도 반대의 우측에서 바라본 경관을 묘사하게 하여 묘사된 항목들을 정상인에서의 수치와 비교를 한다.

결 론

공간무시의 아류는 그 기준에 따라 다양하게 구분될 수 있지만 자신을 중심으로 한 공간에 대한 인식과 지각 여부에 따른 분류는 공간에 대한 정보를 처리하는 뇌의 해부학적인 구조와 밀접한 관련이 있다는 점과 손상 여부에 따라 증상의 차이를 보일 수 있다는 점에서 그 의미가 있다고 할 수 있다. 아직 일부 아류의 경우 매우 제한적인 증례 수준의 보고만이 되고 있어 아류로 분류함이 명확하지 않을 뿐만이 아니라 개념적인 정의에 의해 분류되어 있어 정확한 평가가 어렵다는 한계를 가지고 있다. 그럼에도 불구하고 각 아류의 관련되는 해부학적 구조에 따른 병태생리학적 기전을 이해하고 이에 가장 정확한 평가를 선택하기 위한 노력이 지속적으로 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1) Heilman KM, Bowers D, Coslett HB, Whelan H, Watson RT. Directional hypokinesia: prolonged reaction times for leftward movements in patients with right hemisphere lesions and neglect. *Neurology*. 1985;35:855-859
2) Katz N, Hartman-Maeir A, Ring H, Soroker N. Functional disability and rehabilitation outcome in right hemisphere damaged patients with and without unilateral spatial neglect. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999;80:379-384
3) Farne A, Buxbaum LJ, Ferraro M, Frassinetti F, Whyte J, Veramonti T, Angeli V, Coslett HB, Ladavas E. Patterns of spontaneous recovery of neglect and associated disorders in acute right brain-damaged patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2004;75:1401-1410
4) Denes G, Semenza C, Stoppa E, Lis A. Unilateral spatial neglect and recovery from hemiplegia: a follow-up study. *Brain*. 1982;105:543-552
5) Kalra L, Perez I, Gupta S, Wittink M. The influence of visual neglect on stroke rehabilitation. *Stroke*. 1997;28:1386-1391
6) Rizzolatti G, Scandolara C, Matelli M, Gentilucci M. Afferent properties of periarcuate neurons in macaque monkeys. II. Visual responses. *Behav Brain Res*. 1981;2:147-163
7) Rizzolatti G, Fogassi L, Gallese V. Parietal cortex: from sight to action. *Curr Opin Neurobiol*. 1997;7:562-567
8) Colby CL. Action-oriented spatial reference frames in cortex. *Neuron*. 1998;20:15-24
9) La'davas E. Functional and dynamic properties of visual peripersonal space. *Trends Cogn Sci*. 2002;6:17-22
10) Bisiach E, Luzzatti C. Unilateral neglect of representational space. *Cortex*. 1978;14:129-133
11) Ortigue S, Viaud-Delmon I, Annoni JM, Landis T, Michel C, Blanke O, Vuilleumier P, Mayer E. Pure representational neglect after right thalamic lesion. *Ann Neurol*. 2001;50:401-404

12) Committeri G, Pitzalis S, Galati G, Patria F, Pelle G, Sabatini U, Castriota-Scanderbeg A, Piccardi L, Guariglia C, Pizzamiglio L. Neural bases of personal and extrapersonal neglect in humans. *Brain*. 2007;130:431-441
13) Coslett HB. Evidence for a disturbance of the body schema in neglect. *Brain Cogn*. 1998;37:527-544
14) Galati G, Lobel E, Vallar G, Berthoz A, Pizzamiglio L, Le Bihan D. The neural basis of egocentric and allocentric coding of space in humans: a functional magnetic resonance study. *Exp Brain Res*. 2000;133:156-164
15) Ortigue S, Megevand P, Perren F, Landis T, Blanke O. Double dissociation between representational personal and extrapersonal neglect. *Neurology*. 2006;66:1414-1417
16) Bisiach E, Vallar G, Perani D, Papagno C, Berti A. Unawareness of disease following lesions of the right hemisphere: anosognosia for hemiplegia and anosognosia for hemianopia. *Neuropsychologia*. 1986;24:471-482
17) Beschin N, Robertson IH. Personal versus extrapersonal neglect: a group study of their dissociation using a reliable clinical test. *Cortex*. 1997;33:379-384
18) Rizzolatti G, Fadiga L, Fogassi L, Gallese V. The space around us. *Science*. 1997;277:190-191
19) Colby CL, Duhamel JR, Goldberg ME. The analysis of visual space by the lateral intraparietal area of the monkey: the role of extraretinal signals. *Prog Brain Res*. 1993;95:307-316
20) Leinonen L, Nyman G. II. Functional properties of cells in anterolateral part of area 7 associative face area of awake monkeys. *Exp Brain Res*. 1979;34:321-333
21) Robinson CJ, Burton H. Somatic submodality distribution within the second somatosensory (sii), 7b, retroinsular, postauditory, and granular insular cortical areas of m. Fascicularis. *J Comp Neurol*. 1980;192:93-108
22) Robinson CJ, Burton H. Organization of somatosensory receptive fields in cortical areas 7b, retroinsula, postauditory and granular insula of m. Fascicularis. *J Comp Neurol*. 1980;192:69-92
23) Obayashi S, Tanaka M, Iriki A. Subjective image of invisible hand coded by monkey intraparietal neurons. *Neuroreport*. 2000;11:3499-3505
24) Halligan P, Wilson B, Cockburn J. A short screening test for visual neglect in stroke patients. *Int Disabil Stud*. 1990;12: 95-99
25) Schenkenberg T, Bradford DC, Ajax ET. Line bisection and unilateral visual neglect in patients with neurologic impairment. *Neurology*. 1980;30:509-517
26) Chaminade T, Meltzoff AN, Decety J. Does the end justify the means? A PET exploration of the mechanisms involved in human imitation. *Neuroimage*. 2002;15:318-328
27) Grefkes C, Ritzl A, Zilles K, Fink GR. Human medial intraparietal cortex subserves visuomotor coordinate transformation. *Neuroimage*. 2004;23:1494-1506
28) Ferro JM, Kertesz A. Posterior internal capsule infarction associated with neglect. *Arch Neurol*. 1984;41:422-424
29) Ortigue S, Viaud-Delmon I, Michel CM, Blanke O, Annoni JM, Pegna A, Mayer E, Spinelli L, Landis T. Pure imagery hemi-neglect of far space. *Neurology*. 2003;60:2000-2002