

편측무시의 치료

전북대학교 의학전문대학원 재활의학교실, 의과학연구소 및 임상의학연구소
고 명 환

Management of Neglect

Myoung-Hwan Ko, M.D., Ph.D.

Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Institute for Medical Sciences and Research Institute of Clinical Medicine, Chonbuk National University Medical School

A large number of patient with a nondominant parietal lobe brain lesion have visuospatial neglect of hemispace. This hemispatial neglect significantly contributes to disability after brain disease because it has a negative impact on self-care, mobility, learning, and safety awareness in itself and has been found to be associated with poor functional recovery from brain disease. Although numerous therapeutic methods of neglect has been studied, there was limited evidence to confirm the effect of those treatments for this complex and multifactorial syndrome. To promote understanding of neglect rehabilitation, in this review, the effectiveness and practical methods of several different types of therapies will be discussed. (Brain & NeuroRehabilitation 2009; 2: 51-56)

Key Words: brain disease, neglect, rehabilitation

서 론

Heilman 등¹은 편측무시(hemispatial neglect)를 “failure to report, respond, or orient to novel or meaningful stimuli presented to the side opposite a brain lesion, when this failure cannot be attributed to either sensory or motor defects”라고 정의하였다. 그러나 “편측무시(neglect)”는 여러 다양한 병태생리적 원인에 의하여 발생하며, 또한 그 증상도 다양한 양상으로 발현되는 일련의 복합 증후군이라 할 수 있어서 이를 정확히 정의하는 것 자체도 쉽지 않다.

편측무시는 다양한 형태의 뇌질환에 의하여 발생하는데, 특히 주로 비우성반구(우측 대뇌반구)에 병변이 발생하는 경우 동반된다. 우측 대뇌반구의 뇌졸중환자에서 편측무시의 발현율은 13~81%로 연구자들에 따라 다양하게 보고되는데, 일반적으로 우측 대뇌반구 뇌졸중환자의 2/3정도에서 편측무시가 동반되는 것으로 받아들여지고 있다.^{2,3} 뇌졸중환자에서 편측무시는 근력의 저하 정도에 비하여 안거나 서는 자세에서 균형을 잡기 어렵고, 낙상

등의 위험이 증가하고, 일상생활 수행 시 커다란 장애를 초래하게 되어 재활치료의 효과를 떨어뜨려 최종적인 기능의 회복 정도에 크게 저하시키는 요인이 된다.⁴ 따라서 편측무시에 대한 적절한 치료는 재활치료프로그램에서 매우 중요한 부분이라 할 수 있다.

본 종설에서는 현재 제시되고 있는 치료방법들을 살펴보고 그 효과를 분석한 연구결과들을 정리하여 실제 임상에서 효과적으로 적용할 수 있는 치료방법은 무엇이며 그 적용 방법은 어떠한지 알아보려고 한다.

본 론

1) 치료 전략 수립

편측무시는 복합적인 원인에 의하여 유발되므로 그 치료방법 또한 하나의 정례화된 치료방법에 의하여 이루어지는 것이 아니고 다양한 치료 전략에 따라 여러 가지의 치료방법이 시도되고 있다. 이처럼 여러 방법들이 시도되고 있다는 것은 그만큼 편측무시에 대한 치료가 쉽지 않다는 것을 말해주는 것이라 할 수 있다. 교과서나 논문에 발표되는 종설들을 살펴보면, 아직까지도 발표자들에 따라 편측무시의 치료 방법을 정리하는데 있어서 “카테고리”를 분류하는 방법 자체도 큰 차이들을 보이고 있다.

그중에서 Pierce 등⁵이 2002년에 발표한 편측무시에 대한 치료방법의 분류가 이해가 쉬울 것으로 생각되어 소개

교신저자: 고명환, 전북 전주시 덕진구 금암동 634-18

☎ 561-712, 전북대학교병원 재활의학과

Tel: 063-250-1795, Fax: 063-254-4145

E-mail: mhko@chonbuk.ac.kr

하면 다음과 같다.

- I. Treatments Targeting Arousal Deficits
 - 1) Dopamine agonist therapy
 - 2) Phasic alerting treatment
- II. Treatments Targeting Deficient Visual Attention
 - Scanning treatment with/without computer
- III. Treatments Targeting Spatial Representation Deficits
 - 1) Hemispheric activation approaches
 - 2) Constraint-induced therapy
 - 3) Treatments targeting intact dorsal stream function
 - 4) Mental imagery training
 - 5) Prism treatment
 - 6) Eye patching and hemispatial glasses
 - 7) Caloric stimulation
 - 8) Optokinetic stimulation
 - 9) Neck vibration therapy
 - 10) Trunk rotation therapy

반면, Barrett 등⁶은 편측무시 치료에 대한 몇가지 다른 개념의 분류 방법을 기술하였다. 첫 번째 분류방법은 치료의 메커니즘을 “top-down”과 “bottom-up” 개념으로 나누는 것으로, “top-down”은 스캐닝치료법(scanning treatment)이 대표적인 방법으로, 환자로 하여금 강제적이고 능동적으로 무시측을 계속 보도록 훈련 하는 방법으로 이때 외부적인 자극이나 도움을 줄 수도 있고 주지 않을 수도 있다. “bottom-up”접근은 외부의 환경에 변화를 주어 재인식이 되도록 하는 방법으로 대표적인 예로 환자의 병상을 재배치하여 모든 간호를 환자의 무시측에서 해주는 방법이다. 또 다른 분류방법은 “endogenous”와 “exogenous”로 치료자 이외에는 특별한 도구나 재료를 사용하지 않고 이루어지는 치료를 “endogenous”로 분류하고 특별히 제작된 도구나 재료를 사용하는 치료법들은 “exogenous” 방법으로 분류하였다. 이외에도 여러 또다른 분류방법이 제시되기도 하는데,^{7,8} 이처럼 현재 사용되고 있는 치료 방법들도 그 치료 효과가 어떠한 메커니즘에 의하여 발현되고 있는지 조차 아직 정립 되어있지 않은 실정이다.

편측무시의 치료 효과를 극대화하기 위해서는 현재 환자가 가지고 편측무시의 유형(subtype)을 잘 파악하여 주 문제점이 무엇인지를 찾아낸 후 이에 맞는 적절한 치료 방법을 선택 실시하는 것이 중요하다 하겠다.

2) 약물치료

편측무시에 대한 약물치료는 주로 각성(arousal)을 증진시키기 위한 목적으로 사용되는데, 대표적으로 도파민제

제와 노르아드레날린제제가 사용된다.^{5,6,9} 연구자에 따라 차이는 있지만, Bromocriptine (15~30 mg/day), Apomorphine (2 mg/day), Methylphenidate (20 mg/day), Carbidopa/Levodopa, Amantadine 등이 효과적인 것으로 발표되고 있고,¹⁰⁻¹⁸ 더불어 글루타메이트제제, 세로토닌제제 등도 효과가 있다는 보고가 있다.^{5,9} 이러한 약제들은 Cortico-limbic-reticular pathway를 활성화시키므로써 그 효과가 나타나는 것으로 생각되어지고 있다.¹⁹

3) 각성(Arousal) 및 주의력(Attention) 증진

각성과 주의력을 증진시키는 방법으로는 무시측에 대하여 외부적인 청각, 시각적인 자극을 주는 방법을 사용하거나 또는 치료실에서 고식적방법이나 컴퓨터를 이용하여 시각적 스캐닝을 증진시키는 치료방법들이 효과적으로 시도되고 있다.^{5,6,20,21} 스캐닝치료법은 특별한 치료도구 없이 간단한 “paper-and-pencil task”만을 이용하여 치료자의 도움 하에 고식적으로 이루어지고 있는 대표적인 치료방법으로 현재까지도 널리 사용되고 있다. 그러나 이러한 방법들은 치료전 후 단기적으로 편측무시 검사상에는 호전을 보이지만 장기적인 효과나 실제 생활에서의 호전에 대한 효과는 아직 불분명하다.^{6,20,21}

4) Spatial representation 증진

또 다른 치료접근법은 무시측의 “representation”을 증진시키는 방법이다. 이를 위하여 다양한 치료방법들이 시도되고 있는데, 마비측의 상하지에 대한 자극을 통하여 우측 대뇌반구의 활성화를 유도하는 방법과 마비측에 대한 다양한 자극기법(Caloric stimulation, Optokinetic stimulation, Neck vibration, Electrical stimulation of neck)을 통한 치료방법, 그리고 눈가리기법을 이용하여 무시측으로 시야를 유도하는 방법, 프리즘을 이용하여 무시측의 representation이 좋아지도록 하는 방법들이 있다. 건측(우측)억제운동치료도 편측무시를 호전시키는 것으로 알려져 있다.

(1) 경부 자극(Neck vibration, Neck electrical stimulation): 경부자극법의 효과는 무시측에 대한 단순한 외부자극으로 주의력이 향상되어 효과가 나타나는 것이 아니고, 무시측 공간의 representation의 증진을 유도함으로써 효과를 나타내는 치료방법이다. 즉, 목 뒤쪽의 좌측에만 진동 또는 전기자극을 가하면 좌측 후경부 근육의 길이가 변화되어 근방추체를 활성화시킴으로써 체내에서 머리와 몸의 균형 및 위치감각에 변화가 유도되어 인체는 자기의 몸이 반대편(우측)으로 편향되어있다고 느끼게 되고 스스로 중심선을 동측(좌측)으로 이동하는 것으로 알

려져 있다.²²⁻²⁵ 따라서 좌측 편측무시환자에서 좌측의 후경부에 진동이나 전기자극을 실시하면 좌측에 대한 시공간지각이 증가되는 치료 효과를 볼 수 있다는 연구 결과들이 발표되고 있다.^{5,9,20}

(2) **눈가리기법**: 안대나 안경을 이용하여 우측의 시야를 가리는 방법이 편측무시의 치료방법의 하나로 임상에서 많이 사용되어지고 있다. 우측의 시야를 가리는 방법은 크게 두가지로 오른쪽 한쪽 눈 전체를 가리는 방법(single-eye patching)과 양쪽 눈의 오른쪽 시야 절반을 각각 가리는 방법(hemifield patching)이 일반적으로 사용되고 있다. 지금까지의 연구들에 의하면, 우안만 전체 가리는 방법은 거리감이 상실되어 환자에게 불편감을 주며 그 효과도 미흡하기 때문에 양안의 오른쪽 시야 절반을 가리는 방법이 더 효과적인 것으로 발표되고 있다.²⁶ 또한 눈의 편측주시는 상측소구(superior colliculi)의 자극에 의하여 일어나는데 이는 반대측성으로 우측 상측소구가 자극되

면 좌측으로 편측주시가 일어나고 좌측 상측소구가 자극되면 우측으로 편측주시가 일어난다. 따라서 Fig. 1에서 보는 바와 같이 우안만 가리는 경우(B) 보다는 양안의 우측 시야를 모두 가리는 경우(C)에 우측 상측소구가 좀 더 선택적으로 자극되어 좌측주시를 효과적으로 이끌어 낼 수 있는 것으로 설명하고 있다.²⁷

(3) **프리즘안경**: 편측무시의 치료에 관한 연구들에서 가장 많이 다루어지고 있고 그 효과도 충분히 입증되고 있는 치료방법 중의 하나가 프리즘안경치료라 할 수 있다.^{5,20,21,28} 이 치료방법 역시 무시측(좌측)의 감소된 representation을 증진시키는 방법이다. 즉, Fig. 2에서 보는 바와 같이 좌측이 두꺼운 프리즘안경을 착용하면 시공간이 우측으로 편향되어 보이므로 인체는 이를 보상하기 위하여 중심선을 좌측으로 이동하게 되고, 이러한 효과는 프리즘안경을 벗고 난 이후에도 일정 기간 지속되게 된다. 1998년 Rossetti 등²⁹이 12명의 편측무시 환자에게 5분간

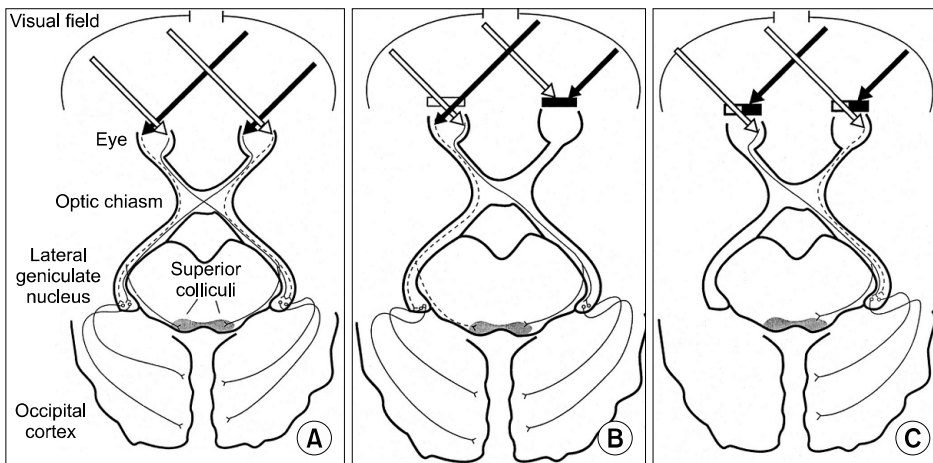


Fig. 1. Effects of using an eye patch on spatial neglect. Single-eye patching of right eye (B) and right hemifield patching (C) (From Swan L. Unilateral spatial neglect. Phys Ther 2001;81:1572-1580).

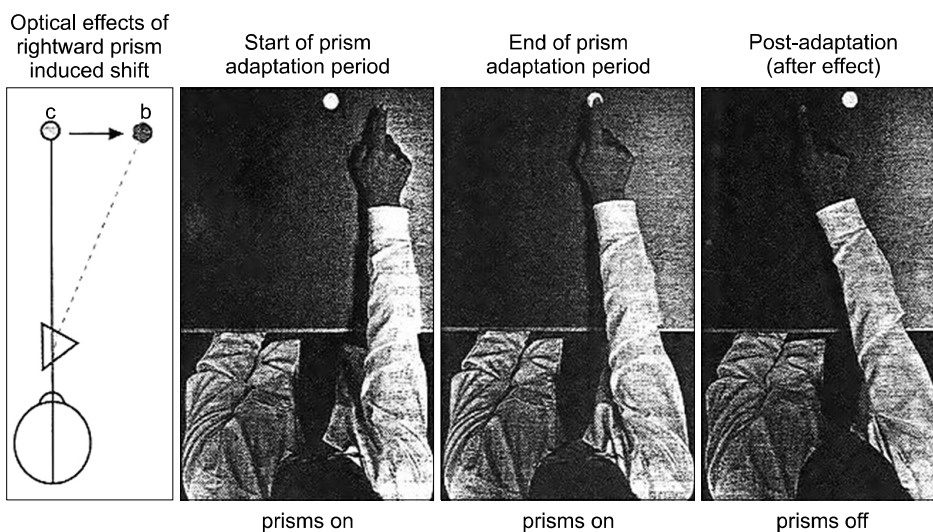


Fig. 2. Leftward effects of rightward prism therapy (From Parton A, Malhotra, Husain M. Hemispatial neglect. J Neurol Neurosurg Psychiatry 2004;75:13-21).

프리즘안경을 착용시킨 후 그 효과가 2시간까지 지속되었다는 프리즘안경치료의 효과를 발표한 이래 많은 연구들이 이루어졌는데, 특히 그 효과가 장기적으로 지속된다는 연구결과들이 발표되고 있다. Frassinetti 등³⁰은 우측 대뇌반구에 병변이 발생한 환자들에게 20분간 프리즘안경을 착용하고 보상훈련을 실시하였는데, 하루 2회 씩 총 2주간 시행한 후, 치료 종료 후 5주째까지 치료효과가 지속됨을 보고하였다.

5) 최신 치료 방법

최근에는 가상현실을 이용한 치료 효과가 발표되고 있다.^{31,32} 가상현실 치료 방법은 실제 생활을 재현하면서 치료효과를 얻고자하는 것으로 편측무시의 복합적인 원인과 양상에 상관없이 환자의 실생활 기능 회복에 직접적인 도움이 되도록 하는 것을 목표로 개발되고 있다. 몇몇 연구들에서 긍정적인 치료 결과들이 발표되고 있으나, 좀 더 많은 연구가 필요하다 하겠다.

또한 최근 대뇌피질의 활성도를 조절하여 기능의 호전을 이루고자하는 새로운 치료방법인 비침습적 뇌 자극 방법이 편측무시 회복에도 시도되고 있다. 이 중에서 반복 경두개 자기자극(repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS) 방법을 이용한 연구결과가 보고되고 있는데, 고빈도(5 Hz 이상)의 rTMS는 대뇌피질의 활성도를 증가시키고 저빈도(1 Hz 이하)의 rTMS는 활성도를 감소시킨다는 연구 결과를 토대로 고빈도의 rTMS를 손상측(우측) 대뇌반구의 두정엽에 가해주거나 저빈도의 rTMS를 비손상측(좌측)에 가하여 방법을 통하여 대뇌 활성도의 균형을 회복함으로써 편측무시 증상을 호전시키는 연구들이 이루어져 긍정적인 결과들이 발표되고 있다.³³⁻³⁶ 반복 경두개 자기자극과 유사한 효과를 가지고 있는 경두개 직류전류 자극도 최근 시도되고 있는데 아직까지는 발표된 연구 결과는 매우 적다. 본 저자 등은 편측무시를 보이는 뇌졸중 환자를 대상으로 대뇌피질의 활성도를 증가시키는 것으로 알려진 양극의 직류전류를 2 mA 강도로 20분간 좌측 두정엽에 실시하여 선나누기검사와 모양지우기검사에서 의미있게 호전되는 결과를 얻어 최근 발표하였다.³⁷

6) 치료 시 고려 사항

반면, 편측무시의 치료과정 중에는 몇 가지 주의하고 고려해야 할 사항 있다. Barrett 등⁶은 편측무시 환자의 치료과정 중에는 편측무시를 유발하거나 악화시킬 수 있는 약물의 사용여부를 반드시 점검하라고 제안하고 있다. 특히, 도파민차단제, 진정제, 항불안제, GABA제제, 벤조다이아제핀, 항콜린제 등이 편측무시를 조장할 수 있는 중요약물

이므로 치료 중에 이러한 약물의 사용에 대하여 주의를 기울여야 한다. 또한, 자극박탈(stimulus deprivation)에 의하여도 편측무시가 악화될 수 있다. 예를 들어 무시측의 상하지에 부종 치료를 위하여 탄력스타킹을 오래 착용하거나 보조기의 무분별한 착용도 편측무시를 조장하는 것으로 알려져 있다. 더 나아가, 현재 치료방법으로 사용되고 있는 것 중에도 이러한 자극박탈로 인하여 오히려 무시현상을 조장할 수 있는데, 눈가리치료법을 시도한 후 오히려 무시현상이 더 악화되었다는 보고가 있다.^{38,39} 이외에도 앞서 제시한 치료방법들을 잘못 적용하였을 경우도 부정적인 결과가 초래될 수 있으므로 치료 과정 중에는 항상 효과에 대한 평가-재평가가 이루어져야 한다.

결론

편측무시에 대한 치료는, 지금까지 발표되고 있는 객관적인 치료효과 분석에 대한 논문들을 종합해 보면, 비우성(우측) 대뇌반구 손상 환자는 반드시 “perception”을 회복 증진 시키는 치료가 필요하며 포괄적 재활치료에 의하여 의미있게 호전될 수 있는 것으로 확인되고 있다.⁴⁰ 그러나, 각각의 치료법들은 그 한가지 방법만으로는 효과에 대하여 충분한 증거가 부족하기 때문에, 여러 가지 치료방법들이 포괄적으로 적절히 프로그래밍 되어 이루어져야 할 것이다. 즉, 편측무시는 복잡한 신경병태생리에 의하여 유발되므로 실제 임상에서는 이를 치료하기 위하여 환자에게 가능한 많은 치료방법들을 다양하게 적용하여 적극적으로 치료하고자 하는 노력이 중요하다고 말할 수 있겠다. 또한 올바른 치료방법의 선택 및 치료 효과의 분석을 위해서 정확한 편측무시 평가방법의 개발 역시 중요한 과제라 할 수 있다.

참고 문헌

- 1) Heilman KM, Watson RT, Valenstein E. Neglect and related disorders. In: Heilman KM, Valenstein E, eds. *Clinical Neuropsychology*. 2nd ed. New York: Oxford Univ Pr; 1985:243-294
- 2) Stone SP, Wilson B, Wroot A, Halligan PW, Lange LS, Marshall JC, Greenwood RJ. The assessment of visuo-spatial neglect after stroke. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1991; 54:345-350
- 3) Bisiach E, Perani D, Vallar G, Berti A. Unilateral neglect: personal and extra-personal. *Neuropsychologia*. 1986;24:759-767
- 4) Roth EJ, Harvey RL. Rehabilitation of stroke syndromes. In: Braddom RL, ed. *Physical Medicine & Rehabilitation*. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 2000;2:1128

- 5) Pierce SR, Buxbaum LJ. Treatments of unilateral neglect: a review. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83:256-268
- 6) Barrett AM, Buxbaum LJ, Coslett HB, Edwards E, Heilman KM, Hillis AE, Milberg WP, Robertson IH. Cognitive rehabilitation interventions for neglect and related disorders: moving from bench to bedside in stroke patients. *J Cogn Neurosci.* 2006;18:1223-1236
- 7) Fong KN, Chan MK, Ng PP, Tsang MH, Chow KK, Lau CW, Chan FS, Wong IP, Chan DY, Chan CCH. The effect of voluntary trunk rotation and half-field eye-patching for patients with unilateral neglect in stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2007;21:729-741
- 8) Robertson IH, North NT. Active and passive activation of left limbs: influence on visual and sensory neglect. *Neuropsychologia.* 1993;31:293-300
- 9) Arene NU, Hillis AE. Rehabilitation of unilateral spatial neglect and neuroimaging. *Eura Medicophys.* 2007;43:255-269
- 10) Fleet WS, Valenstein E, Watson RT, Heilman KM. Dopamine agonist therapy for neglect in humans. *Neurology.* 1987;37:1765-1770
- 11) Geminiani G, Bottini G, Sterzi R. Dopaminergic stimulation in unilateral neglect. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1998;65:344-347
- 12) Hurford P, Stringer AY, Jann B. Neuropharmacologic treatment of hemineglect: a case report comparing bromocriptine and methylphenidate. *Arch Phys Med Rehabil.* 1998;79:346-349
- 13) Whyte J, Hart T, Schuster K, Fleming M, Polansky M, Coslett HB. Effects of methylphenidate on attention after traumatic brain injury: a randomized, placebo-controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil.* 1993;76:440-450
- 14) Mehta MA, Calloway P, Sahakian BJ. Amelioration of specific working memory deficits by methylphenidate in a case of adult attention deficit/hyperactivity disorder. *J Psychopharmacol.* 2000;14:299-302
- 15) Grujic Z, Mapstone MA, Gitelman DR, Johnson N, Weintraub S, Hays A, Kwasnica C, Harvey R, Mesulam MM. Dopamine agonists reorient visual exploration away from the neglected hemispace. *Neurology.* 1998;51:1395-1398
- 16) Geminiani G. Dopamine agonists reorient visual exploration away from the neglected hemispace [letter]. *Neurology.* 1999;53:1610.
- 17) Mukand JA, Guilmette TJ, Allen DG, Brown LK, Brown SL, Tober KL, Vandyck WR. Dopaminergic therapy with carbidopa L-dopa for left neglect after stroke: a case series. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82:1279-1282
- 18) Buxbaum LJ, Ferraro MK, Veramonti T, Farne A, Whyte J, Ladavas E, Frassinetti F, Coslett HB. Hemispatial neglect: subtypes, neuroanatomy and disability. *Neurology.* 2004;62:749-756
- 19) Mesulam MM. A cortical network for directed attention and unilateral neglect. *Ann Neurol.* 1981;10:309-325
- 20) Parton A, Malhotra P, Husain M. Hemispatial neglect. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2004;75:13-21
- 21) Riggs Rv, Andrews K, Roberts P, Gilewski M. Visual deficit interventions in adult stroke and brain injury: a systemic review. *Am J Phys Med Rehabil.* 2007;86:853-860
- 22) Goodwin GM, McCloskey DI, Matthews PB. The contribution of muscle afferents to kinaesthesia shown by vibration induced illusions of movement and by the effects of paralysing joint afferents. *Brain.* 1972;95:705-748
- 23) Lackner JR. Some proprioceptive influences on the perceptual representation of body shape and orientation. *Brain.* 1988;111:282-297
- 24) Biguer B, Donaldson ML, Hein A, Jeannerod M. Neck muscle vibration modifies the representation of visual motion and direction in man. *Brain.* 1988;111:1405-1424
- 25) Taylor JL, McCloskey DI. Illusions of head and visual target displacement induced by vibration of neck muscles. *Brain.* 1991;114:755-759
- 26) Quintana LA. Optimizing vision, visual perception and praxis abilities. In: Trombly CA, Radomski MV, eds. *Occupational therapy for physical dysfunction.* 5th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2002:600
- 27) Swan L. Unilateral spatial neglect. *Phys Ther.* 2001;81:1572-1580
- 28) Redding GM, Wallace B. Prism adaptation and unilateral neglect: review and analysis. *Neuropsychologia.* 2006;44:1-20
- 29) Rossetti Y, Rode G, Pisella L, Farné A, Li L, Boisson D, Perenin MT. Prism adaptation to a rightward optical deviation rehabilitates left hemispatial neglect. *Nature.* 1998;395:166-169
- 30) Frassinetti F, Angeli V, Meneghello F, Avanzi S, Ladavas E. Long-lasting amelioration of visuospatial neglect by prism adaptation. *Brain.* 2002;125:608-623
- 31) Kim J, Kim K, Kim DY, Chang WH, Park CI, Ohn SH, Han K, Ku J, Nam SW, Kim IY, Kim SI. Virtual environment training system for rehabilitation of stroke patients with unilateral neglect. *Cyberpsychol Behav.* 2007;10:7-15
- 32) Castiello U, Lusher D, Burton C, Glover S, Disler P. Improving left hemispatial neglect using virtual reality. *Neurology.* 2008;20:1958-1962
- 33) Oliveri M, Bisiach E, Brighina F, Piazza A, Bua VL, Buffa D, Fierro B. rTMS of the unaffected hemisphere transiently reduces contralesional visuospatial hemineglect. *Neurology.* 2001;57:1338-1340
- 34) Brighina F, Bisiach E, Oliveri M, Piazzaa A, Buaa VL, Danielea O, Fierroa B. 1 Hz repetitive transcranial magnetic stimulation of the unaffected hemisphere ameliorates contralesional visuospatial neglect in humans. *Neurosci Lett.* 2003;336:131-133
- 35) Kim YH, Min SJ, Ko MH, Park JW, Jang SH, Lee KW. Facilitating visuospatial attention for the contralateral hemifield by repetitive TMS on the posterior parietal cortex. *Neurosci Lett.* 2005;382:280-285
- 36) Fierroa B, Brighinaa F, Bisiach E. Improving neglect by TMS. *Behav Neurol.* 2006;17:169-176
- 37) Ko MH, Han SH, Park SH, Seo JH, Kim YH. Improvement

- of visual scanning after DC brain polarization of parietal cortex in stroke patients with spatial neglect. *Neurosci Lett*. 2008;448:171-174
- 38) Barrett AM, Crucian GP, Beversdorf DQ, Heilman KM. Monocular patching may worsen sensory-attentional neglect: a case report. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82:516-518
- 39) Barrett AM, Crucian GP, Heilman KM. Adverse effect of eye patching on spatial attention in a patient with thalamic hemorrhage. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85:1017-1020
- 40) Bowen A, Lincoln NB. Cognitive rehabilitation for spatial neglect following stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007;18:CD003586