

좌측 공간으로의 불빛 자극이 편측무시의 감소에 미치는 영향 : 단일사례연구

오윤택, 김문정, 장기연
연세재활병원 작업치료실

Abstract

The Effects of Blinking Light in the Left Space to Unilateral Neglect: Single Subject Research Design

O, Yun-Taek, O.T.R., M.S., Kim, Mun-Jung, O.T.R., Chang, Ki-Yeon, O.T.R., M.P.H.
Department of Occupational Therapy, Yonsei Rehabilitation Hospital,
Yonsei University Medical Center

Unilateral neglect has been the most considerable problem that affects the functional prognosis of CVA patients. The approaches to this symptom are both remedial and compensatory approach. Remedial approach is more valuable method than compensatory approach in terms of reducing the unilateral neglect originally. One of the method of remedial approach is controlled sensory stimulation. The purpose of this study was to investigate the effects of left visual stimuli for reducing the severity of unilateral neglect. The subject was a 40-year-old male patient who had left unilateral neglect. We have put blinking light in the left space of the patient while he performed the line bisection test before and after the stimulation. As a result, the stimulation was not distinctively effective to release the neglect. For further study, it is considered that the environment when stimulating, the strength and duration of stimulation must be controlled.

Key words: Unilateral neglect; Remediation; Stroke; Single subject research design.

I. 서론

뇌졸중 환자에게서 지각 능력 손상은 흔한 일이며, 이는 일상생활동작 수행을 방해하고 재활예후를 나쁘게 한다(장기연, 1996; Lorenze 등, 1962; Raymond 등, 1996; Rosenthal 등, 1965; Rubio와 Van Deusen, 1995). 지각 손상 중에 편측무시(unilateral neglect)는 일상생활동작 수행을 방해하는 증세로 알려져 있다(Denes, 1982). 편측무시란 말초 운동 및 감각 신경의 손상과 상관없이 뇌손상 반대편의 공간이나 신체로부터 오는 자극을 지각하고 반응하며 인식하는 것에 장애를 보이는 것을 말한다(Arnadottir, 1990; Kandel 등, 1995; Zoltan 등, 1991). 편측무시를 보이는 환자들은 공간지각(spatial relations) 능력이나 신체상(body image)에 대한 손상이 심하고(Kandel 등, 1995), 반맹(hemianopia)을 동반하기도 한다(Zoltan 등, 1994). 편측무시를 가진 환자들은 동시에 주어지는 양 방향의 모든 자극에 대해 한 쪽 자극만을 지각한다(Zoltan 등, 1991). 이 환자들은 뇌손상 반대편 공간에 대한 사지의 존재를 인지하지 못하며, 공간의 무시편으로 눈의 움직임이 적다. 이들은 문장의 반을 읽지 않고 수평선 자르기 검사(line bisection test)에서 선을 비대칭적으로 이분하는 경향을 보인다(Heilman, 1979).

이 증세는 좌측 대뇌반구 뇌졸중보다 우측 대뇌반구 뇌졸중 환자에 더 호발하며 우측 대뇌반구 뇌졸중 환자의 편측무시가 더 오래 지속된다(안재중 등, 1995; Denes 등, 1982). 편측무시를 갖는 환자들은 갖지 않은 환자들보다 사지의 마비가 오래 지속되고, 기능적 독립을 성취하는데 장시간이 소요되며, 재원 기간이 길다(Formisano 등, 1993; Friedman, 1990; Kotila 등, 1986). 1990년 초까지는 이 증세가 마비측의 감각이나 신체도식(body scheme)이 결여되기 때문에 나타난다고 생각했다. 이런 생각 때문에 여러 종류의 감각들을 편측에서 많이 제공하거나 시각추적(visual scanning) 등의 과제를 여러 번 연습시키는 방법을 치료로 사용하였다(Zoltan 등, 1991). 지각 훈련의 치료접근을 크게 교정적 방법(remedial approach)과 보상적 접근(compensatory approach)으로 나눈다(Neistadt, 1994a; Neistadt, 1994b). 교정적 접근이 뇌신경의 재생을 목표로 한다면, 보상

적 접근에서는 이러한 재생이 중지되었다고 보고 환자로 하여금 아직 생존해 있는 신경들을 이용하도록 한다. 보상적 방법은 환자가 자신의 증세를 인지하고 이것을 해결하기 위해 손상되지 않은 신체를 사용하는 것이다. 예를 들어 좌측 편측무시를 가진 환자가 왼쪽 공간을 의도적으로 살피도록 교육하는 방법이다. 그러나 이 방법은 편측무시를 근원적으로 치료하는 방법이 아니므로, 편측무시를 제거하는 방법이라고 할 수 없다. 편측무시를 원천적으로 해결하기 위해서는 교정적 접근을 사용하는 것이 적합하다

최근 편측무시에 대한 교정적 접근에서 새롭게 대두된 개념은 집중력(attention)에 대한 기전이 증심을 이룬다(Quintana, 1995). 집중력에 대한 좌우 대뇌반구의 기능이 편위(lateralization)되어 집중에 대한 활동이 한 방향으로 치우치는 것이 편측무시라고 생각한다. 즉 좌측 공간에 대한 집중을 관장하는 비우세측 대뇌반구(일반적으로 우측 대뇌반구)가 손상되어 그 기능이 억제되거나, 우세측 뇌의 집중에 대한 활동량이 증가하여 불균형(imbalance)이 일어나기 때문에 편측무시가 발생한다고 생각한다(Herman, 1992). 이렇게 기능이 억제되거나 손상된 우측 대뇌반구를 활성화하여 불균형을 해소하는 방법을 우뇌 활성화 접근법이라고 한다(Lin, 1996). Lin(1996)은 이러한 방법으로 편위된 과제 적용(lateralized task approach), 감각자극통제(controlled sensory stimulation approach), 사지활성화(limb activation approach) 등 3가지가 있다고 하였다. 이 중 감각자극통제 방법으로 무시측에서 불빛을 주거나 오른쪽 눈을 가리는 방법이 연구되었다. Butter 등(1990)은 무시측에서 동적 불빛 자극을 주면서 과제를 수행하도록 하여 편측무시가 완화되었다고 보고하였다. 그러나 이 자극의 효과가 자극후에 얼마나 지속되는지에 대해서는 연구되지 않았다. 본 연구는 감각자극통제의 한 방법인 무시측에서 불빛을 주는 방법을 편측무시가 있는 환자에게 적용하여, 증세가 감소하는지 알아보고, 치료 효과가 자극후에도 유지되는지 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 검사도구

본 연구는 환자의 편측무시 정도를 실험전에 MVPT

로 검사하였고 실험중에 치료의 효과를 알아보는 검사로 선 자르기 검사(line bisection test)를 사용하였다.

2. 대상자

본 연구의 대상자는 만 40세인 한 명의 남성으로 1997년 5월 20일 발병하였으며 전산단층촬영(Computed Tomography)과 혈관조영술(angiography) 결과 두개강내 출혈과 중대뇌동맥류(middle cerebral artery aneurysm)를 보였다. 대상자가 처음 작업치료실로 의뢰된 것은 1997년 7월 16일였다. 대상자는 균형을 잡을 수 있는 능력이 poor한 상태였고, 오른쪽으로 시선이 향해 있었다. 마비측의 근긴장은 없었으며 비마비측도 정상보다 낮은 상태였다. 근육수용성 사상 오른쪽 Fair, 왼쪽 Zero를 보였으며, 오른쪽 어깨에서 외전 및 굴곡 160도에서 통증을 호소하였다. 신체 왼편으로 감각(촉각, 통각, 온도감각, 고유수용성 감각)이 전반적으로 손상되었었다. 일상생활동작은 수정 바셀 지표(Modified Barthel Index)상 0점으로 채점되어 전반적인 의존 상태를 보였다. 대상자의 오른쪽에 있는 사람과 대화할 때는 그 사람을 마주보며 하였으나, 왼쪽에 있는 사람과 대화할 때는 오른쪽만 계속 주시하며 말하였다. 시야가 우측으로는 60도 정도를 보였으나 왼쪽으로는 10도 이내로 제한되어 있는 반맹(hemianopia)을 보였다. 과제를 주었을 때 오른쪽에 있는 과제만 수행하고 “다 했다”고 보고하였으며, 왼쪽에 빠진 과제를 지적하면 그 한 부분만 수행하고 다시 “다 했다”고 보고하여 언어적 큐에 대해 일시적으로 왼쪽 과제를 수행하였다. MVPT 검사상 반응행동(response behavior)이 왼쪽 21개중 14개, 오른쪽 15개중 21개를 보여 왼쪽 편측무시를 보였다. 이 검사의 수행 결과(performance behavior)

상 오른쪽으로 15개중 13개를 보여 오른편 시야에서의 시지각은 정상범위에 해당하였다.

3. 자극 및 측정방법

본 연구는 ABA 단일사례연구로 실시하였다. A는 기초선(baseline)측정기간으로 5일 동안 같은 시간대(오후 6시-7시)에 선 자르기 검사를 실시하였다. B는 치료기간으로 불빛으로 자극하기 전에 1회의 선 자르기 검사를 실시하였다. 불빛은 대상자의 눈 높이 그리고 정면에서 왼쪽으로 45도 각도로 주었다. 불빛은 손전등을 이용하였으며 10분간 10초 간격으로 켜고 끄기를 반복하며 자극하였다. 이때 대상자는 정면에 있는 꽃병을 바라보도록 하였다. 방안은 불을 끄고 소리를 모두 제거한 조용한 상태에서 시행하였다. 대상자는 직립자세를 유지하여 의자ча에 기대지 않고 앉도록 하였다. 이렇게 자극이 끝난 1분 후에 선 자르기 검사를 실시하였다. 이 치료는 4일 동안 실시되었다. 치료시기가 끝난 후 기초선 조사를 3일 동안 실시하였다. 이 때의 측정방법은 기초선과 같은 방식으로 진행하였다. 실험기간동안 대상자는 다른 재활치료에 모두 정상적으로 참가하였다. 환자의 피로도가 심한 날은 실험을 하지 않았으며 결과는 중간에서 벗어난 정도로 분석하였다.

III. 결 과

실험결과 그림 1과 같이 기초선에서 치료시기로 이행하면서 치우친 정도가 감소하였으며, 기초선에서도 감소된 것이 유지되었다. 치료시기에서는 자극전 반응이 자극후 반응보다 치우친 정도가 더 적게 나타났다. 경향선으로 볼 때 기초선, 치료시기, 기초선에서 모두 증가경향을 보이지만 증가세가 각 시기를 거치면서 점차 감소하고 있다.

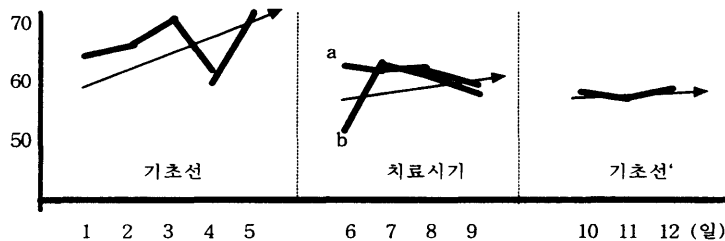


그림 1. 실험결과 주) 치료시기에서 b는 자극전 반응이고 a는 자극후 반응이다. 화살표는 경향을 나타내는 선이다.

IV. 고찰

1. 연구방법에 대한 고찰

단일설계연구는 일반적인 연구에서 무시될 수 있는 각 사례들의 특성을 고려할 수 있는 연구방법이다(Kazdin, 1982). 즉 집단연구에서는 집단의 평균을 비교함으로써 각 사례들의 특성은 평균에 무시될 수 있다. Ottenbacher(1986)는 기존의 집단연구가 대상자들 간(between subjects)의 변화(variability)에 기반해서 분석을 하는 반면에, 단일설계연구는 대상자의 내적(within subject) 변화에 기반한 연구라고 하였다. 이 연구방법은 특정한 치료가 각 대상자의 특성에 따라 어떻게 영향을 줄 수 있는가를 알아볼 수 있다는 장점을 가지고 있다(Ottenbacher, 1986). 단일설계연구는 특정한 치료효과를 알아보기 위해 치료가 없는 시기(A)와 치료가 주어지는 시기(B)가 연속된 시간에 따라 반복된다. 가장 기본적인 배치가 AB 설계이다. 그러나 이 설계는 대상자의 자연적인 변화를 통제할 수 없다는 단점을 갖는다(Ottenbacher, 1986). 이러한 학습효과, 성숙효과 등의 자연적 변화를 통제하기 위해서 ABA나 ABAB 설계를 하게 된다. 이렇게 설계를 하게 되면 치료가 주어지지 않는 시기가 두 번 존재하게 되어 치료가 주어지는 시기와의 비교를 통해 효과를 분석하게 된다. 본 연구의 문제점은 처음 기초선의 변화 폭이 안정적인 추세를 나타내지 못해서 정확한 경향을 알아내기 어려웠다는 것과 실험기간이 짧아서 각 시기의 측정기간이 짧아졌기 때문에 검사결과에 경향을 명확히 유추해내지는 못한다는 문제가 있다.

2. 연구결과에 대한 고찰

편측무시가 있는 환자들에게서 시각로의 손상으로 인한 반맹이 많이 동반되기는 하지만 이러한 시각로 등의 감각신경로가 손상 받지 않아도 편측무시는 나타날 수 있다(Zoltan 등, 1991). 편측무시의 기전에 대해서는 Heilman, Kishbourne, Posner 등의 연구가들이 여러 측면에서 제안하였으나 정확히 밝혀지는 않았다(Herbert, 1992). 편측 무시는 일상생활 동작의 수행에 장애가 되며, 뇌졸중 환자에게 편측무시의 여부는 기능회복의 예후를 결정하는데 중요한 역

할을 한다(장기연, 1996; Lorenze 등, 1962; Raymond 등, 1996; Rosenthal 등, 1965; Rubio와 Van Deusen, 1995). Denes 등(1982)은 마비의 심각도, 언어능력, 정서, 편측무시, 질병부인증 등과 뇌졸중 발병 6개월 후의 일상생활동작과 운동능력의 회복 정도를 회귀분석(regression analysis)하였다. 이중 편측무시와 일상생활동작의 회복정도가 유의한 상관관계를 보였다($0.85; p=0.05$).

편측무시를 검사하는 방법은 MVPT(Motor-free Visual Perception Test), 선 자르기 검사(line bisection), RBIT(Rivermead Behavioral Inattention Test), 시계그리기 검사(clock drawing test), 문자제거 검사(letter cancellation test), Albert test, 글읽기 검사 등이 있다(Albert ML, 1973; Butter와 Kirsch, 1992; Chen Sea 등, 1993; Diller와 Weinberg, 1977; Schenkenberg 등, 1980; Van Deusen, 1983). Schenkenberg (1980)가 개발한 선 자르기 검사는 Van Deusen (1983)에 의해 정상인을 대상으로 표준화된 것이다. 검사용지는 20개의 수평선으로 이루어져 있으며 상하 양극단에 있는 선은 환자에게 예시로 주어지도록 되어 있다. 검사가 끝난 후에는 선의 중앙에서 치우쳐진 길이를 모두 더하여 평균치로 계산한다. Butter와 Kirsch (1992)는 선 자르기 검사, 선 제거 검사, 문자 제거 검사, 글 읽기 검사, 시계 그리기 검사 중에 선 자르기 검사가 가장 민감(sensitive)하다고 하였다.

편측무시에 대한 치료로는 교정적 접근과 보상적 접근이 있다(Neistadt, 1994a; Neistadt, 1994b). 보상적 접근은 환자가 자신의 질환에 대해 인식하고 이를 보상할 수 있어야만 가능하다. 그러나 편측무시를 가진 환자들은 자신의 편측무시에 대해서도 무시하려고 하기 때문에 보상적 접근을 시도하기가 어렵다(Butter와 Kirsch, 1992). 이에 반해 교정적 접근은 직접적인 손상부위의 신경을 재생하도록 하는 것으로 근본적인 치료방법이라고 할 수 있다(Neistadt, 1994b). 편측무시에 대한 교정적 접근으로는 특정과제의 반복적 수행을 통해 학습이 전이되도록 하는 것이 가장 많이 사용된다(Neistadt, 1994a). 그러나 이 방법은 한 과제에서 습득된 기술을 다른 과제로 전이할 수 있는 피훈련자의 능력에 따라 성패가 달려 있다. 특히 중추신경계를 손상 받은 환자는 이러한 전이 능력에도 손상을 보인다(Neistadt, 1994b). 전이 능

력과 상관없이 환자의 편측무시를 해결하려는 방법이 우뇌활성화 접근이다. 이 방법은 Heilman, Kinsbourne, Posner 등의 주의집중력 가설(attention theory)에 기반을 두고 있다(Herman, 1992). 편측 무시는 양쪽의 대뇌반구가 맡고 있는 집중력이 뇌손상으로 인해 편중되어서 일어나는 것이라고 정의한다. Lin(1996)은 우뇌활성화 접근을 3가지로 분류하여 소개하고 있다. 편위된 과제 적용(lateralized task approach), 감각자극통제(controlled sensory stimulation approach), 사지활성화(limb activation approach) 등이 그것이다. 감각자극통제 방법의 선구자인 Butter 등(1990)은 편측무시를 가지고 있는 환자들을 무시측에서 자극하면서 선 자르기 검사를 실시하였는데 편측무시를 감소하였다. Butter와 Kirsch(1992)는 뇌손상 동측 눈을 불투명 렌즈로 가림으로써 반대측 피질하 구조가 활성화 되도록 하여 편측무시를 완화시켰다. 그러나 검사를 시행하면서 자극을 주었음으로 검사가 끝난후까지 효과가 지속되는지에 대해서는 알아내지 못했다. 본 연구에서는 자극후에도 효과가 잔류하는지 알아보고자 하였다. 그림 1을 보면 선 자르기 검사에서 오른쪽으로 편위된 수치가 치료시기에 감소하였음을 보여주고 있다. 그러나 기초선과 기초선에서의 양상을 비교하였을 때 명백한 효과를 보이지는 못하고 있다. 치료시기의 감소양상이 기초선에서도 보이는 것으로 미루어 볼 때, 이 감소가 시간의 경과에 따라 나타났다고 할 수 있다. 그러나 기초선에서 증가양상을 보이던 편측무시의 정도를 감소하는 방향으로 바꾸는데 효과를 보였다. 여기서 주목할 것은 치료시기에서 자극전이 자극후보다 오히려 편측무시가 적었다는 것이다. 이것은 어두운 방 안에서 대상자가 왼쪽 방향으로 자극을 받은 후, 선 자르기 검사를 실시하기 위해 실내등을 켜었을 때 이 전등 불빛으로 인해 대상자 우측공간에 대한 집중이 증가하였기 때문이라고 생각된다. 본 실험은 두 가지의 문제점을 보인다. 첫째는 대상자가 10초 간격의 불빛을 10분 동안 자극 받았으나 10분 후반에는 자극의 역할을 할 수 없었다. 이 때 대상자는 지루해하는 모습을 보이기도 하였다. 둘째는 본 실험에서 자극으로 사용한 손전등은 빛의 강도가 측정되지 않았음으로 강도와의 상관성을 분석하지는 못하였다. 따라서 앞으로의 연구에서는 자극후 검사환경, 자극의 길이, 자극의 강도에 대해 고려해야 할 것이다.

V. 결 론

본 연구는 40세의 좌측 편측 무시를 가진 우측 대뇌반구 뇌졸중 환자 1명을 대상으로 ABA 단일설계 연구를 이용하여 12일간 수행되었다. 방법은 왼쪽공간에서 깜박이는 불빛을 주고 이 자극이 편측무시를 줄였는지에 대해 알아보고자 선 자르기 과제를 수행하도록 하였다. 실험결과 편측무시가 감소양상을 보이도록 하는데 성공하였지만, 이 치료가 편측무시를 감소시키는 방법이라고 할 수는 없었다.

VI. 제 언

앞으로의 연구에서는 좀더 여러 가지 편측무시 평가를 사용하여 치료의 효과를 알아보고 검사환경, 자극의 길이, 자극의 강도 등을 고려한 연구가 필요하다고 생각된다. 단일설계연구를 사용할 경우에는 실험기간을 길게 하여 각 시기를 늘리도록 하고, 기초선이 좀더 안정된 상태를 만들도록 해야 할 것이다.

인용문헌

- 안재중, 하태윤, 한승상, 이준영, 선헌진, 노성만, 직선이분검사에 의한 뇌졸중 환자 시각무시에 대한 고찰. 대한재활의학회지 1995;19(3): 540-546.
- 장기연. 뇌졸중 환자의 감각 및 지각 기능과 일상생활 동작 능력에 관한 연구. 대한작업치료학회지 1996; 4(1): 35-44.
- Albert ML. A simple test of visual neglect. Neurology. 1973;23: 658-664.
- Arnadottir G. *The Brain and Behavior: Assessing Cortical Dysfunction through Activities of Daily Living(ADL)*. St. Louis: C. V. Mosby Co. 1990.
- Butter CM, Kirsch N. Combined and separate effects of eye patching and visual stimulation on unilateral neglect following stroke. Arch Phys Med Rehabil. 1992; 73 (11):1133-1139.

- Butter CM, Kirsch N, Reeves G. The effect of lateralized dynamic stimuli on unilateral spatial neglect following right hemispheric lesions. *Restorative Neurology and Neuroscience*. 1990; 2: 39-46.
- Chen Sea M, Henderson A, Cermak SA. Patterns of visual spatial inattention and their functional significance in stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil*. 1993;74(4): 355-360.
- Denes G., Semenza C., Stoppa E., Lis A. Unilateral spatial neglect and recovery from hemiplegia: a follow-up study. *Brain*. 1982;105:543-552.
- Diller L, Weinberg J. Hemi-inattention in rehabilitation: evolution of rational remediation program. *Adv Neurol*. 1977;18:63-82.
- Formisano R, Barbanti P, Catarci T, De Vuo-
no G, Calisse P, Razzano C. Prolonged muscular flaccidity: frequency and association with unilateral spatial neglect after stroke. *Acta Neurol Scand*. 1993;88: 313-315.
- Friedman PJ. Spatial neglect in acute stroke: the line bisection test. *Scand J Rehab Med*. 1990;22:101-106.
- Heilman KM. Neglect and related disorders. In KM Heilman & E Valenstein(eds.), *Clinical Neuropsychology*. New York: University Press. 1979:268-307.
- Herman EWM. Spatial neglect: New issues and their implications for occupational therapy practice. *Am J Occup Ther*. 1992; 46(3):207-216.
- Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM. *Essentials of Neural Science and Behavior*. NJ: Appleton & Lange. 1995.
- Kazdin AE. *Single-Case Research Designs: Method for Clinical and Applied Settings*: New York: Oxford University Press. 1982.
- Kotila M., Niemi, M., Laaksonen, R. Four-year prognosis of stroke patients with visuospatial inattention. *Scand J Rehab Med*. 1986;18:177.
- Lin K. Right-hemispheric activation approaches to neglect rehabilitation poststroke. *Am J Occup Ther*. 1996:504-515.
- Lorenze EJ, Cancro R., Plains W. Dysfunction in visual perception with hemiplegia: Its relation to activities of daily living. *Arch Phys Med Rehabil*. 1962:514-517.
- Neistadt ME. Perceptual retraining for adults with diffuse brain injury. *Am J Occup Ther*. 1994a:48(3):225-233.
- Neistadt ME. The neurobiology of learning: implications for treatment of adults with brain injury. *Am J Occup Ther*. 1994b:48(5):421-430.
- Ottenbacher KJ. *Evaluating Clinical Change: Strategies for Occupational and Physical Therapists*. Baltimore. Williams & Wilkins. 1986.
- Quintana LA. Evaluation of perception and cognition. In CA Trombly. (ed.) *Occupational Therapy for Physical Dysfunction*. Baltimore. William & Wilkins. 1995:201-223.
- Raymond MJ, Bennett TL, Malia KB, Bewick KC. Rehabilitation of visual processing deficits following brain injury. *Neurorehabilitation*. 1996;6:229-240.
- Rosenthal AM, Pearson L, Medenica B, Manaster A, Smith CS. Correlation of perceptual factors with rehabilitation of hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil*. 1965; 46(8):461-466.
- Rubio KB, Van Deusen. Relation of perceptual and body image dysfunction to activities of daily living of persons after stroke. *Am J Occup Ther*. 1995;49(6):551-559.
- Scheiman M. Background information. In M. Scheiman. (ed.) *Understanding and Ma-*

- naging Vision Deficits: A Guide for Occupational Therapists*. Thorofare, NJ. Slack Inc. 1997:1-12.
- Schenkenberg T, Bradford DC, Ajax ET. Line bisection and unilateral visual neglect in patients with neurologic impairment. *Neurology*. 1980: 509-517.
- Van Deusen J. Normative data for ninety-three elderly persons on the Schenkenberg line bisection test. *Physical & Occupational Therapy in Geriatrics*. 1983: 3(2): 49-54.
- Wilson B, Cockburn J, Halligan P. Development of behavioral test of visuospatial neglect. *Arch Phys Med Rehabil*. 1987;68 (2):98-102.
- Zoltan B, Siev E, Freishtat B. *The Adult Stroke Patient*. 2nd ed. Thorofare, NJ. Slack Inc. 1991.