

외상성 뇌손상에서 인지기능 평가

인하대학교 의과대학 신경과학교실

최 성 혜

Cognitive Assessment in Traumatic Brain Injury

Seong Hye Choi, M.D, Ph.D.

Department of Neurology, Inha University College of Medicine

Neurobehavioral deficits, especially in cognition, are often the cause of significant disability after traumatic brain injury (TBI). A thorough evaluation of cognitive function is needed before an effective cognitive rehabilitation. Common cognitive changes that follow TBI include impaired attention, psychomotor slowing, executive dysfunction, and impairment in working memory. The Seoul Neuropsychological Screening Battery (SNSB), the Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease (CERAD) and the Alzheimer's Disease Assessment Scale-Cognitive subscale (ADAS-cog) can be used to evaluate the multiple cognitive domains in TBI. Wisconsin Card Sorting Test, Frontal Assessment Battery, Trail making test, Digit-symbol test and symbol-digit test are useful to detect mild cognitive impairment in the TBI patients who have subjective cognitive impairment and no abnormality on routine neuropsychological tests. Tests of psychomotor speed and executive function are sensitive to TBI. Computerized neurocognitive testing can be administered to measure relatively mild degrees of neurocognitive impairment in TBI. (**Brain & NeuroRehabilitation 2008; 1: 148-154**)

Key Words: attention, cognition, traumatic brain injury

서 론

국내의 보건복지가족부 2005년도 통계자료를 보면 9월 한 달간 머리 손상으로 입원한 환자수는 18,462명이었다.¹ 이를 12개월로 환산해보면 1년 간 221,544명이 머리 손상으로 입원하는 것으로 생각할 수 있다. 미국의 자료를 보면 매년 235,000명이 외상성 뇌손상(trumatic brain injury, TBI)으로 입원한다고 한다. 또 입원은 하지 않지만 응급실에서 검사를 받고 퇴원하는 외상성 뇌손상 환자들은 매년 110만명에 달한다고 한다.² 나이에 따른 외상성 뇌손상의 유병률을 보면, 서구에서는 15~24세와 65세 이후의 두 번의 호발기가 있다.³ 국내에서는 약간 다른 양상을 보이는데, 2005년도 통계 자료에 의하면 외상성 뇌손상으로 입원이 많은 연령대는 25~49세로 가장 활동적인 청년기와 장년기에 한번의 호발기를 보였다.¹ 외상성 뇌손상의 가장 큰 원인은 교통사고이며 그 외에 폭행이나 낙상 등이다.³ 우리 나라에서 청년기와 장년기에 외상성

뇌손상의 유병률이 높은 것은 인생에서 가장 활동적인 시기로 교통 사고의 다발과 관계되는 것으로 생각된다. 또 외상성 뇌손상은 여자보다 남자에서 더 유병률이 높는데, 국내의 자료를 보면 머리 손상으로 입원한 환자들의 61%가 남자였다.¹ 미국의 자료를 보면 입원한 외상성 뇌손상 환자의 약 21%가 결국에는 사망하고 32%가 정도에서 중증까지 다양한 정도의 영구적인 장애를 가지게 된다고 한다.²

외상성 뇌손상 환자의 70~80%가 경도 외상성 뇌손상(mild TBI) 환자들이다.³⁻⁵ 경도 외상성 뇌손상 환자들의 증상은 경미하며, 대부분은 1년 안에 완전히 회복된다. 그러나 일부의 환자들은 외상 1년 후에도 인지적, 감정적, 행동적, 육체적 장애가 지속된다. 그 비율은 1~20%로 연구마다 차이가 크다.^{6,7} 외상성 뇌손상의 70~80%가 경중이므로, 단지 인지기능 저하가 외상성 뇌손상 후 장애의 주된 원인이 되는 경우가 많다. 또 외상성 뇌손상 환자들은 뇌졸중이나 치매 등의 뇌질환에 비하여 상대적으로 나이가 젊고 아직 일을 해야 하는 청년기나 장년기인 경우가 많아서, 인지장애가 경미해도 직업이나 사회생활로의 복귀를 방해하여 문제가 될 수 있다. 따라서 외상성 뇌손상 환자들은 적극적인 인지재활치료에 대한 욕구가 크며, 상대적으로 젊고 학력이 높고, 질병의 특성상 진행하지 않으

교신저자: 최성혜, 인천시 중구 신흥동 3가 7-206

☎ 400-711, 인하대학병원 신경과

Tel: 032-890-3659, Fax: 032-890-3864

E-mail: seonghye@inha.ac.kr

므로 인지재활치료의 효과를 기대해볼 수 있다. 이 환자들에게 맞춤형의 유효한 인지재활치료를 수행하기 위해서는 먼저 정확한 인지기능의 평가가 선행되어야 한다.

본문에서는 외상성 뇌손상 환자들에서 관찰되는 인지 기능장애의 특성과 인지기능 평가 방법에 대해 고찰해보도록 하겠다.

본 론

1) 외상성 뇌손상의 분류

외상성 뇌손상은, 둔탁한 외상(Blunt trauma)이나 급작스런 가속-감속의 외상 후에 발생한 의식 소실 시간, Glasgow Coma scale (GCS), 외상 후 기억상실(post-traumatic amnesia, PTA)에 따라 중증, 중등도, 경도로 분류한다.⁸ 외상 후 기억상실은 외상 이전의 기억을 상실하는 후향적 기억상실증(retrograde amnesia)과 외상 이후의 기억을 상실하는 선행적 기억상실증(anterograde amnesia)으로 구분할 수 있고, 이 둘을 합쳐서 외상 후 기억상실이라고 한다.

경도 외상성 뇌손상은 의식 소실이 30분 이내 이면서 외상 후 30분에 시행한 GCS이 13~15점 사이이고, 외상 후 기억 상실의 시간이 24시간 이내인 경우로 정의한다.⁹ 이 기준을 초과하는 경우는 경도 외상성 뇌손상이라고 할 수 없다. GCS이 8점 이하인 경우는 중증 외상성 뇌손상(severe TBI)으로 분류하고,¹⁰ 9~12점 사이는 중등도 외상성 뇌손상(moderate TBI)으로 분류한다.

경도, 중등도, 중증의 외상성 뇌손상의 분류는 단지 외상 후 초기 증상의 중증도에 대한 분류이다. 뇌진탕후 증후군(postconcussive syndrome)은 외상성 뇌손상으로 인한 문제 증상들의 총칭이라고 하겠다. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders-Fourth Edition (DSM-IV)에서는 뇌진탕후 장애(postconcussional disorder)로 명하고 있고 인지적, 정서적/행동적, 육체적 증상들을 총망라한다. 경도 외상성 뇌손상에서는 인지적, 정서적/행동적, 육체적 증상들이 모두 나타나지는 않아 뇌진탕후 증후군보다는 뇌진탕 후 증상(postconcussive symptoms)들로 표현하는 것이 적합하다.

2) 외상성 뇌손상의 손상 기전

외상으로 뇌 피질과 피질하 구조에 직접적인 손상이 발생하는 뇌 타박상(cerebral contusion)이 올 수 있다. 뇌 타박상으로 가장 흔하게 손상되는 부위는 전두엽과 측두엽의 앞쪽 부위이다. 또 외상성 뇌손상에서는 광범위 축삭 손상(diffuse axonal injury, DAI)이 발생하는 경우가 흔하다. 이는 외상성 뇌손상에서 흔하게 발생하는 방향이 반대

인 엇갈리는 힘(shearing forces)에 뇌백질이 취약하기 때문이다. 광범위 축삭 손상은 중요한 피질-피질하 신경경로를 파열시켜 광범위한 인지 장애를 가져올 수 있다.⁸ 외상성 축삭 손상이 흔하게 발생하는 부위는 뇌들보(corpus callosum), cerebral peduncle, internal capsule, 뇌간(brainstem), 뇌활(fornix), 등이다.¹¹ 경도 외상성 뇌손상에서도 광범위 축삭 손상이 발생할 수 있는데, 그 기전은 위에서 언급한 물리적인 힘에 의한 손상과 손상에 의해 이차적으로 유발되는 세포독성 과정의 두 가지로 생각되고 있다.¹² 칼슘과 마그네슘의 조절 장애, free radical의 형성, 흥분성신경전달물질의 독성, 염증반응, 혈관의 항상성 붕괴 등이 그것이다.

경도 외상성 뇌손상 환자들에서 뇌 CT상에서 이상 소견이 관찰되는 비율은 5~10%로 낮다.¹³⁻¹⁵ Gradient echo 영상, 확산강조영상, Fluid Attenuated Inversion Recovery (FLAIR) 영상 등의 뇌 MRI에서는 12.5~30%의 경도 외상성 뇌손상 환자들에서 외상성 축삭 손상의 소견을 관찰할 수 있었다.^{16,17} 그러나 임상에서는 뇌 MRI에서 이상 소견이 관찰되지 않으나 지속적으로 기억장애나 사고의 느려짐 등의 증상을 호소하는 경도 외상성 뇌손상 환자들을 자주 접하게 된다.

최근에는 이러한 보편적으로 시행되는 뇌 MRI에서 이상 소견이 관찰되지 않아도 뇌에 손상이 있다는 연구 결과들이 많이 보고되었다. 외상 후 1달 이내의 경도 외상성 뇌손상 환자들에서 정상 대조군과 기억력 검사에서 비슷한 수행 성적을 보여도, 작업기억에 대한 functional MRI 연구에서는 정상인보다 더 뇌의 활성이 증가된 양상을 보였다.^{18,19} 저자들은 이러한 현상이 경도 외상성 뇌손상 환자들에서 신경심리검사 상에서는 이상이 없지만 주관적 기억력 저하를 호소하는 것과 관계될 수 있다고 해석하였다.¹⁹ MRI 상에서 이상 소견이 관찰되지 않는 피질과 백질에서 경도 외상성 뇌손상 환자들에서 정상인보다 MR Spectroscopy 상의 N-acetylaspartate (NAA)/creatinine (Cr)이 낮다고 보고하였다.²⁰ 또 최근에는 뇌 CT나 MRI 상에서 이상이 없는 경도 외상성 뇌손상 환자들에서 Diffusion tensor imaging에서 더 민감하게 축삭의 손상이나 급성기 세포독성부종(cytotoxic edema)이 관찰되었다는 보고들이 있다.^{8,21}

3) 외상성 뇌손상의 인지 장애의 특징

경도 외상성 뇌손상에서 흔한 뇌진탕후 증상(postconcussive symptoms)에는 인지적으로는 기억력 감퇴, 주의력 저하, 정신운동의 느려짐 등이 있다. 육체적(physical, somatic)으로는 두통, 어지러움증, 피로, 오심, 수면장애,

시각이상 등이 흔하다. 정서적으로는 쉽게 화를 내거나 (irritability) 불안, 우울한 증상이 흔하게 관찰된다.²² 이러한 증상들을 체계적으로 잘 평가할 수 있는 설문지로는 Rivermead Post Concussion Symptoms Questionnaire (RPCSQ)가 있다.²³

외상성 뇌손상 후에 흔하게 관찰되는 인지기능 장애는 사고와 운동의 느려짐, 사고의 유연성(mental flexibility) 감소, 정해진 세트나 규칙의 변환 장애, 주의력 저하, 계획의 불량(poor planning), 조직화의 부족(lack of organization), 순서를 정하거나 순서대로 수행하는 능력의 저하, 판단력 저하, 단어 유창성 감소, 작업기억 저하, 충동성(impulsivity)의 증가 등의 전두엽 기능의 저하이다.²⁴⁻²⁶

4) 외상성 뇌손상에서 인지기능의 평가

외상성 뇌손상 환자들의 인지 기능 평가 내용이 뇌졸중이나 치매 환자와 크게 다르지는 않다. 기본적으로 주의력 및 집행기능, 기억력, 언어능력, 시공간력의 네 가지 인지 영역이 고루 평가 되어져야 한다. 이러한 여러 인지영역들을 체계적으로 평가하는 검사도구로 국내에서 널리 사용되고 있는 것은 Seoul Neuropsychological Screening Battery (SNSB),²⁷ Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease (CERAD),²⁸ Alzheimer's Disease Assessment Scale-Cognitive subscale (ADAS-cog)^{29,30}가 있는데, 한국인을 대상으로 한 정상인의 평균 점수들이 산출되어 있어 검사 결과를 해석하기가 용이하다. 또 Mini-Mental State Examination (MMSE)^{31,32}을 검사하면 짧은 시간에 환자의 전반적인 인지기능의 수준을 가늠하는데 도움이 된다. 그러나 MMSE는 측두엽과 두정엽의 기능을 주로 평가하므로, 손상의 경중에 관계 없이 전두엽 기능의 저하가 심한 외상성 뇌손상 환자들에서는 MMSE가 잘 맞지 않는 면이 있다.³³ 그 외에 치매 환자들의 중증도를 평가하기 위해 개발된 Clinical Dementia Rating Scale (CDR)^{34,35}이나 Global Deterioration Scale (GDS)^{36,37}도 외상성 뇌손상 환자들에게 적용하여 인지기능의 중증도를 평가하는데 활용할 수 있다.

외상성 뇌손상 환자들에게 민감한 검사들로는 주의력, 작업기억, 정신운동속도(psychomotor speed)/반응시간(reaction time), 집행기능 검사들이다. 따라서 다양한 인지영역을 체계적으로 평가할 수 있는 SNSB, CERAD, ADAS-cog를 시행하고 이상이 뚜렷하지 않거나 보다 자세한 검사가 필요할 때는 Frontal Assessment Battery (FAB),³⁸ 위스콘신 카드분류검사, trail making test, digit-symbol 검사, symbol-digit 검사 등의 전두엽 기능을 자세하게 볼 수 있는 검사들을 시행하는 것이 좋겠다.

다음은 각 인지 영역 별로 국내에서 흔하게 시행하고 있는 인지 기능 검사들을 소개하겠다.

(1) 주의력 검사

주의력이란 선택된 감각적 자극에 대해 빠르게, 지속적으로 대응하는 것이다. 주의력에 관여하는 부위는 상행그물계통(ascending reticular system), 이마피질계통(frontal cortical system), 앞띠(anterior cingulate), 후두정엽(posterior parietal region) 등이다.

가) 숫자 바로 따라 외우기(Forward digit span): 검사자가 1초에 한개씩 숫자를 불러주고 그대로 따라서 말하도록 한다. 3개의 숫자를 먼저 불러준다. 성공하면 다음 단계인 네 개의 숫자를 불러준다. 이렇게 진행하여 9개의 숫자까지 시행이 가능하다. 숫자 바로 따라 외우기는 청각적 주의력과 단기기억(short-term memory)을 검사한다. 5~9개의 숫자를 따라할 수 있으면 정상으로 판단한다.

나) 숫자 거꾸로 따라 외우기(Backward digit span): 숫자 거꾸로 따라 외우기는 주의력과 작업 기억이 관여한다. 숫자 거꾸로 따라 외우기 점수는 숫자 바로 따라 외우기보다 0~2점 사이로 낮게 나오면 정상으로 판단한다. 대략 3~5개 정도가 정상이다. 2개의 숫자부터 시작한다.

다) 각성(vigilance) 검사: 주의력을 지속할 수 있는 능력을 각성이라고 한다. 검사는 표적과 비표적이 뒤섞여 있고 피검자는 표적을 찾는 형식으로 구성되어 있다. 얼마나 빠르고 정확하게 수행하는 가를 평가한다. 시각적 각성 검사는 글자지우기검사, 숫자지우기검사, 기호지우기검사가 대표적이다. 검사를 끝낸 시간을 측정하고, 표적을 빠뜨리거나 비표적을 지운 것을 확인한다. 청각적 각성 검사는 피검자에게 알파벳을 무작위로 불러주고 예를 들면 "A"가 들릴 때마다 책상을 치라고 하여 수행할 수 있다.

라) Trail making test A: 흰 종이에 1~25번까지의 숫자가 불규칙하게 적혀있다. 피검자는 빠르고 정확하게 1번부터 25번까지 순서대로 줄을 그어 연결한다. 검사를 끝낸 시간을 측정하고, 잘못 연결한 것을 확인한다.

마) Digit symbol 또는 Symbol digit 검사: Digit Symbol 검사는 몇 개의 숫자마다 기호를 한 개씩 정해준다. 피검자는 A4 한 장에 적힌 숫자들을 보면서 그 밑에 약속된 기호를 적는다. Symbol Digit 검사는 몇 가지 기호에 한 개의 숫자를 정해준다. 피검자는 A4 한 장에 적힌 기호들을 보면서 그 밑에 약속된 숫자를 적는다. 지정된 시간에 최대한 빨리 정확하게 수행하도록 한다.

(2) 집행기능 검사

집행기능은 목표에 도달하기 위한 행동(goal-directed behavior)에 필요한 기능으로, 행동을 통제하고 조절하는 인지기능이다. 여기에는 목표를 위해 계획을 세우고, 행동

을 시작하는 것, 필요 시 행동을 멈추는 것, 행동을 감시하면서 장애물을 만나거나 규칙이나 상황이 바뀌면 행동을 바꾸는 것, 불필요한 동작을 억제하는 것 등의 기능이 포함된다. 집행기능을 평가하는 검사들은 다음과 같다.

가) 주먹-손날-손바닥(Luria 3-step test) 반복하기: 검사자가 우측 손으로 주먹, 손날, 손바닥의 동작을 연속하여 시행하는 동작을 보여준 뒤 환자에게 그대로 따라하도록 한다.

나) Contrast program과 go-no-go test: Contrast program은 검사자가 손가락을 한 개 올릴 때 피검자는 두 개를 올리고, 검사자가 손가락을 두 개 올리면 피검자는 손가락을 한 개 올리도록하여 20번의 시행을 한다. 바로 이어서 규칙을 바꾸어 검사자가 손가락을 한 개 올릴 때 피검자는 두 개를 올리고, 검사자가 손가락을 두 개 올리면 피검자는 손가락을 올리지 않도록 하여 20번을 시행하는 go-no-go 검사를 시행한다.

다) 루리아고리(Luria Loop) 보고 그리기: 세 개의 고리로 된 루리아 고리를 보고 그리기를 수행한다. 고리를 세 개 이상으로 많이 그리면 보속증(perseveration)이 있다고 한다.

라) 네모와 삼각 교대(Alternating square and triangle) 보고 그리기: 네모와 삼각형이 교대로 있는 그림을 보고 그리도록 하는데 삼각형이나 네모를 교대로 그리지 않고, 연속해서 삼각형이나 네모만 그리면 보속증이 관찰된다고 한다.

마) Trail making test B: 흰 종이에 1~13번까지의 숫자와 ‘가~타’의 글씨가 불규칙하게 적혀있다. 피검자는 빠르고 정확하게 ‘1-가-2-나....12-타-13’으로 줄을 그어 연결한다. 검사를 끝낸 시간을 측정하고, 잘못 연결한 것을 확인한다.

바) 단어유창성(Word fluency) 검사: 의미적 단어유창성(semantic word fluency)과 음소적 단어유창성(phonemic word fluency) 검사를 시행한다. 의미적 단어유창성은 1분 안에 동물 이름대기 또는 가게에서 살 수 있는 물건 이름대기를 시행하여 검사하고, 음소적 언어 유창성은 ‘ㄱ’, ‘ㄴ’, 또는 ‘ㅇ’으로 시작하는 단어들을 1분 안에 최대한 많이 말하도록 하여 검사한다.

사) Stroop 검사: 종이에 빨강, 노랑, 파랑, 검정의 글씨가 각각 다른 색으로 무작위로 네 줄로 쓰여있다. 처음에는 2분 동안 최대한 빠르고 정확하게 글씨를 위에서부터 순서대로 읽도록 한다. 다음에는 규칙을 바꾸어서 글씨에 입혀져 있는 색깔을 2분 동안 최대한 빠르고 정확하게 읽도록 한다. 색깔 읽기 점수가 집행기능을 가장 잘 반영한다. 상기 검사들 중에서 단어유창성검사와 Stroop 검사가

가장 민감한 집행기능 검사로 받아들여지고 있다. 정도 외상성 뇌 손상 환자에서 집행기능의 저하가 의심되나 이 두 가지 검사에서도 뚜렷한 이상이 나타나지 않으면 위스콘신카드분류검사를 시행해볼 수 있다.

(3) 추상력과 판단력 평가

추상력은 ‘연필과 붓’, ‘개와 호랑이’ 등의 사물의 유사성 또는 상이성을 질문하거나, 속담 풀이를 하도록 하여 검사한다. 대인 관계에서 판단력이 떨어지면, 낯선 사람에게 잘 아는 것처럼 말을 건넨다든지 실례가 되는 질문을 상대방에게 한다. 일에서도 충동적으로 행동하고 결과를 고려하지 않고 행동하고, 고위험의 행동을 하여 재정적인 손실을 자초하기도 한다. 따라서 판단력 평가를 위해서는 환자의 행동 관찰이 필요하고 일상생활에서 판단력이 떨어지는 행동을 하는지를 보호자와의 면담을 통하여 확인하는 것이 필요하다. 검사 시에는 ‘돈이 든 지갑을 주우면 어떻게 하시겠습니까?’, ‘길을 잃으면 어떻게 하시겠습니까?’, ‘주인등록증을 주우면 어떻게 해야 하나요?’, ‘집에 불이 나면 어떻게 해야 하나요?’ 등의 질문을 해보고, 간단한 돈 계산을 시행해본다.

(4) 기억력 검사

기억이란 학습된 정보나 경험을 보유(retention)하는 정신활동이다. 기억은 첫째, 등록(registration) 과정을 거쳐서 둘째, 등록된 정보를 저장, 보유(retention)하는 과정, 셋째, 회상(recall)과 재인(recognition) 과정이다. 기억력은 언어적 기억과 시각적 기억을 평가한다.

가) 순차적 단어학습검사(Serial word list learning test): 단어들을 순차적으로 3회 불러주고 매회 즉각회상을 시키고, 20~30분 후 지연회상과 재인검사를 시행한다. 국내에서 사용 가능한 검사 도구로는 Rey-Kim 기억검사와,³⁹⁾ Seoul Verbal Learning Test (SVLT), 캘리포니아 언어학습검사가 있다.⁴⁰⁾ 보편적으로는 SVLT나 Rey-Kim 기억검사를 시행하고, 정도 외상성 뇌손상 환자들에서 기억력 장애를 호소하나 SVLT나 Rey-Kim 기억검사에서도 이상이 뚜렷하지 않을 때 캘리포니아 언어학습검사를 시행할 수 있겠다.

나) 이야기 회상 검사: 몇 개의 문장으로 구성된 이야기를 들려주고 즉각 회상과 20~30분 후의 지연회상과 재인검사를 시행하여 평가한다. 국내에서 사용 가능한 검사도구는 노인용 언어학습검사(Elderly Verbal Learning Test, EVLT)가 있다.⁴¹⁾

1달 전 집안 행사에 대한 기억, 주말 방문자의 기억, 병원에 온 교통편 등의 일상 생활에서 삽화 기억(episodic memory)에 대한 질문들도 언어적 기억력을 평가하기 위하여 꼭 확인되어야 한다.

다) 시각기억: 흔하게 시행하는 검사는 Rey 복합도형(Rey Osterrieth Complex Figure)을 보고 그리고, 그림을 덮은 뒤 즉각 회상하여 그리고 20분 뒤 다시 그리게 하고 재인 검사를 시행 하여 검사한다.

(5) 시공간 구성력 검사

시공간구성력을 검사하는 도구로는 오각형 겹쳐그리기, Rey 복합도형 보고 그리기, 시계그리기 검사 등이 있다.

(6) 언어 검사

국내에서는 60문항으로 구성된 보스톤이름대기 검사나⁴² 15문항의 단축형 보스톤이름대기 검사가 가장 많이 사용되고 있다.⁴³ 좀더 자세한 언어기능평가를 위해서는 웨스턴실어증검사를 시행할 수 있다.⁴⁴

(7) 이상 행동 평가

전두엽은 손상된 해부학적 부위에 따라 증상이 다르게 나타날 수 있다. 등가쪽 전이마엽 증후군(Dorsolateral prefrontal syndrome)은 집행기능과 작업기억 저하가 두드러진다. 눈이마 증후군(Orbitofrontal syndrome)은 성격 및 감정 변화가 두드러져 부적절한 사회적 행동을 보이며, 탈억제(disinhibition), 충동성(impulsiveness), 판단력 저하, 자기조절능 저하(impaired self-monitoring) 등의 성격변화를 보인다. 안쪽 증후군(medial syndrome)은 앞띠(anterior cingulate)와 안쪽(medial) 부위의 손상으로 동기(motivation)와 개시(initiation)의 감소로 나타나고 운동불능증(akinesia), 의지없음증(abulia), 말안함증(mutism)을 보인다.

눈이마 부위의 손상에 의한 성격 및 감정 변화, 앞띠 및 안쪽 부위의 손상에 의한 동기와 개시의 감소는 병력 청취와 행동 관찰에 의존하여 평가한다. 가장 많이 사용되는 평가 도구는 보호자와의 인터뷰 형식의 Neuropsychiatric Inventory (NPI)가 있다.^{45,46} 망상, 환각, 초조/공격성, 우울, 불안, 기분의 들뜸, 무감동, 행동조절능력 감소, 화를 잘냄, 비정상적인 반복행동, 수면장애, 식습관 및 식욕의 변화의 12개 항목을 평가한다. 보호자가 읽으며 작성하는 설문지 형식으로 변형한 Caregiver-administered NPI (CGA-NPI)도 유용하게 사용할 수 있다.⁴⁷

5) 전산화신경인지검사

외상성 뇌손상 환자들의 인지 기능 평가를 위해서는 훈련된 의료진이 직접 환자를 대면하여 자세한 신경심리검사를 시행하는 것이 가장 정확한 방법이다. 그러나 수 년 전부터 컴퓨터의 발전과 보급화와 함께, 전산화신경인지검사가 개발되기 시작하였다. 전산화신경인지검사의 장점은 다음과 같다.⁴⁸ 첫째, 환자의 인지기능의 변화 및 치료 효과의 추적에 용이하다. 매번 의료진이 자세한 신경

심리검사를 시행하기 위해서는 많은 시간과 노력 및 비용이 필요한데 이를 절감할 수 있다. 둘째, 사람이 검사를 시행하는 것보다 매번 검사의 적용을 일관되게 하고 자극을 정확하게 조절할 수 있다. 셋째, 반복 검사 시 다양한 유형을 적용하여 검사의 학습 효과를 배제할 수 있다. 넷째, 다양한 환자의 반응을 정확하게 평가할 수 있다. 다섯째, 검사자의 검사 태도의 영향을 최소화할 수 있다. 여섯째, 다량의 정확한 데이터베이스를 수집할 수 있다. 단점으로는 수행 동안 검사자가 옆에서 지속적으로 환자를 관찰하며 집중하여 검사를 시행하도록 독려하지 않으면 실제보다 낮은 수행 성적이 나올 수 있다. 또 대개 초등학교 4학년 정도의 학력을 가지고 있으면 도움이 없이 시행이 가능하다고 하지만,⁴⁹ 학력이 낮은 경우에는 독자 시행에 어려움이 있고 컴퓨터에 익숙하지 않은 경우에는 실제보다 낮은 수행 성적이 나올 수 있다.

외국에서 개발되어 시행되는 전산화신경인지검사들은 CNS Vital Signs Battery, NES, ANAM, CogState, CANTAB, ImPact, HeadMinder 등이 있다.⁴⁹ 경도 외상성 뇌손상에 시행하는 전산화신경인지검사들은 주의력, 반응시간, 작업기억을 주로 평가하며 10~20분 정도의 짧은 시간이 소요된다. 중증의 외상성 뇌손상에는 30~60분 정도 소요되는 광범위한 영역의 인지기능을 평가하는 전산화신경인지검사를 시행한다. CogState, ImPact, HeadMinder는 경도 외상성 뇌손상 환자들의 인지기능 평가에 적합하고, CNS Vital Signs Battery, NES, ANAM은 경도 및 중증 외상성 뇌손상 환자들에게 모두 적용할 수 있다.⁴⁹ 이러한 전산화신경인지검사들은 전통적인 신경심리검사를 전산화에 맞게 변형하여 개발한 경우가 많다.

국내에도 전산화신경인지검사들이 개발되었는데 Cognitive Assessment and Reference Diagnosis System (CARDS),⁵⁰ Computerized Neurocognitive Function Test (CNT)⁵¹⁻⁵³가 있다. CNT는 기억력, 주의력, 집행기능을 평가하는 항목들로 구성되어 있고, CARDS는 기억력, 주의력, 언어기능, 실행증(apraxia), 집행기능, 등을 평가한다.

결 론

외상성 뇌손상의 70~80%가 경도 외상성 뇌손상이다. 경도 외상성 뇌손상 환자들의 일부에서는 외상 1년 후에도 인지적, 감정적, 행동적, 육체적 장애가 지속된다. 이들에서는 인지기능 저하가 외상 후 장애의 주된 원인이 되는 경우가 많다. 외상성 뇌손상 환자들은 상대적으로 젊고 학력이 높으며 질병의 특성상 진행하지 않으므로 인지 재활 치료의 효과를 기대할 수 있다. 효과적인 인지 재활 치료

를 위해서는 정확한 인지기능의 평가가 선행 되어야 한다. 외상성 뇌손상 환자들에서 흔하게 관찰되는 인지장애는 주의력 저하, 정신운동의 느려짐, 집행기능저하, 작업기억의 저하와 같은 전두엽 기능 이상이다. 외상성 뇌손상 환자들의 인지기능을 평가하기 위해서는 먼저 SNSB, CERAD, ADAS-cog와 같은 여러 인지 영역을 고루 평가할 수 있는 신경심리검사들을 적용하는 것이 좋겠다. 그러나 좀더 자세하게 외상성 뇌손상 환자들의 인지기능을 평가하고자 하거나, 주관적으로 인지장애를 호소하나 위의 검사들에서 이상이 관찰되지 않는 경우에는 위스콘신카드 분류검사, FAB, Trail making test, Digit-symbol, Symbol-digit 검사, 등의 전두엽 기능을 민감하게 반영하는 검사들을 시행하는 것이 필요하다. 전산화신경인지검사들도 외상성 뇌손상 환자들의 인지기능의 평가나 추적 검사에 활용할 수 있다.

참 고 문 헌

- 1) Korean Ministry for Health Welfare and Family Affairs. The report of the survey of patients in 2005. 2005
- 2) Arciniegas DB, Anderson CA, Topkoff J, McAllister TW. Mild traumatic brain injury: a neuropsychiatric approach to diagnosis, evaluation, and treatment. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2005;1:311-327
- 3) Kraus JF, Nourjah P. The epidemiology of mild, uncomplicated brain injury. *J trauma*. 1988;28:1637-1643
- 4) Jennett B. Epidemiology of head injury. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1996;60:362-369
- 5) Jennett B. Epidemiology of head injury. *Arch Dis Child*. 1998;78:403-406
- 6) Katz RT, DeLuca J. Sequelae of minor traumatic brain injury. *Am Fam Physician*. 1992;46:1491-1498
- 7) Dikmen S, Machamer J, Temkin N. Mild head injury: facts and artifacts. *J Clin Exp Neuropsychol*. 2001;23:729-738
- 8) Kraus MF, Susmaras T, Caughlin BP, Walker CJ, Sweeney JA, Little DM. White matter integrity and cognition in chronic traumatic brain injury: a diffusion tensor imaging study. *Brain*. 2007;130:2508-2519
- 9) American Congress of Rehabilitation Medicine. Definition of mild traumatic brain injury. *J Head Trauma Rehabil*. 1993;8: 86-87
- 10) Baldo V, Marcolongo A, Floreani A, Majori S, Cristoforetti M, Dal Zotto A, Vazzoler G, Trivello R. Epidemiological aspect of traumatic brain injury in Northeast Italy. *Eur J Epidemiol*. 2003;18:1059-1063
- 11) Blumbergs PC, Scott G, Manavis J, Wainwright H, Simpson DA, McLean AJ. Topography of axonal injury as defined by amyloid precursor protein and the sector scoring method in mild and severe closed head injury. *J Neurotrauma*. 1995;12: 565-572
- 12) Povlishock JT, Christman CW. The pathobiology of traumatically induced axonal injury in animals and humans: a review of current thoughts. *J Neurotrauma*. 1995;12:555-564
- 13) Borczuk P. Predictors of intracranial injury in patients with mild head trauma. *Ann Emerg Med*. 1995;25:731-736
- 14) Haydel MJ, Preston CA, Mills TJ, Luber S, Blaudeau E, DeBlieux PM. Indications for computed tomography in patients with minor head injury. *N Engl J Med*. 2000;343: 100-105
- 15) Miller EC, Holmes JF, Derlet RW. Utilizing clinical factors to reduce head CT scan ordering for minor head trauma patients. *J Emerg Med*. 1997;15:453-457
- 16) Topal NB, Hakyemez B, Erdogan C, Bulut M, Koksall O, Akkose S, Dogan S, Parlak M, Ozguc H, Korfali E. MR imaging in the detection of diffuse axonal injury with mild traumatic brain injury. *Neurol Res*. 2008 [Epub ahead of print].
- 17) Mittl RL, Grossman RI, Hiehle JF, Hurst RW, Kauder DR, Gennarelli TA, Alburger GW. Prevalence of MR evidence of diffuse axonal injury in patients with mild head injury and normal head CT findings. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1994;15: 1583-1589
- 18) McAllister TW, Sparling MB, Flashman LA, Guerin SJ, Mamourian AC, Saykin AJ. Differential working memory load effects after mild traumatic brain injury. *Neuroimage*. 2001;14:1004-1012
- 19) McAllister TW, Saykin AJ, Flashman LA, Sparling MB, Johnson SC, Guerin SJ, Mamourian AC, Weaver JB, Yanofsky N. Brain activation during working memory 1 month after mild traumatic brain injury: a functional MRI study. *Neurology*. 1999;53:1300-1308
- 20) Brooks WM, Stidley CA, Petropoulos H, Jung RE, Weers DC, Friedman SD, Barlow MA, Sibbitt WL Jr, Yeo RA. Metabolic and cognitive response to human traumatic brain injury: a quantitative proton magnetic resonance study. *J Neurotrauma*. 2000;17:629-640
- 21) Wilde EA, McCauley SR, Hunter JV, Bigler ED, Chu Z, Wang ZJ, Hanten GR, Troyanskaya M, Yallampalli R, Li X, Chia J, Levin HS. Diffusion tensor imaging of acute mild traumatic brain injury in adolescents. *Neurology*. 2008;70: 948-955
- 22) Carroll LJ, Cassidy JD, Peloso PM, Borg J, von Holst H, Holm L, Paniak C, Pepin M. WHO collaborating centre task force on mild traumatic brain injury. Prognosis for mild traumatic brain injury: results of the WHO collaborating centre task force on mild traumatic brain injury. *J Rehabil Med*. 2004;43Suppl:84-105
- 23) King NS, Crawford S, Wenden FJ, Moss NE, Wade DT. Rivermead post concussion symptoms questionnaire: a measure of symptoms commonly experienced after head injury and its reliability. *J Neurol*. 1995;242:587-592
- 24) Godefroy O. Frontal syndrome and disorders of executive functions. *J Neurol*. 2003;250:1-6
- 25) Levin HS, Kraus MF. The frontal lobes and traumatic brain injury. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*. 1994;6:443-454

- 26) Miller E. The prefrontal cortex and cognitive control. *Nat Neurosci Rev.* 2000;1:59-65
- 27) Kang Y, Na DL. Seoul Neuropsychological Screening Battery. Human Brain Research & Consulting Co. Incheon. 2003.
- 28) Lee JH, Lee KU, Lee DY, Kim KW, Jhoo JH, Kim JH, Lee KH, Kim SY, Han SH, Woo JI. Development of the Korean version of the Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease Assessment Packet (CERAD-K): clinical and neuropsychological assessment batteries. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci.* 2002;57:47-53
- 29) Rosen WG, Mohs RC, Davis KL. A new rating scale for Alzheimer's disease. *Am J Psychiatry.* 1984;141:1356-1364
- 30) Youn JC, Lee DY, Kim KW, Lee JH, Jhoo JH, Lee KU, Ha J, Woo JI. Development of the Korean version of Alzheimer's disease assessment scale (ADAS-K). *Int J Geriatr Psychiatry.* 2002;17:797-803
- 31) Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res.* 1975;12:189-198
- 32) Kang YW, Na DL, Hahn SH. A validity study on the Korean mini-mental state examination (K-MMSE) in dementia patients. *J Korean Neurol Assoc.* 1997;15:300-308
- 33) Brooks J, Fos LA, Greve KW, Hammond JS. Assessment of executive functions in patients with mild traumatic brain injury. *J Trauma.* 1999;46:159-163
- 34) Morris JC. The Clinical Dementia Rating (CDR): current version and scoring rules. *Neurology.* 1993;43:2412-2414
- 35) Choi SH, Na DL, Lee BH, Hahn D, Jeong JH, Yoon SJ, Yoo KH, Ha CK, Han IW. Dementia research group. Estimating the validity of the Korean version of expanded Clinical Dementia Rating (CDR) scale. *J Korean Neurol Assoc.* 2001;19:585-591
- 36) Reisberg B, Ferris SH, De Leon MJ, Crook T. The global deterioration scale for assessment of primary degenerative dementia. *Am J Psychiatry.* 1982;139:1136-1139
- 37) Choi SH, Na DL, Lee BH, Hahn D, Jeong JH, Jeong Y, Koo E, Ha CK, Ahn SS, Dementia Research Group. The validity of the Korean version of Global Deterioration Scale. *J Korean Neurol Assoc.* 2002;20:612-617
- 38) Dubois B, Slachevsky A, Litvan I, Pillon B. The FAB. A frontal assessment battery at bedside. *Neurology.* 2000;55:1621-1626
- 39) Kim HK. Assessment of memory disorders using Rey-Kim memory test. *Journal of Rehabilitation Psychology.* 2001;8: 29-48
- 40) Kim JK, Kang YW. Korean-California verbal learning test (K-CVLT): a normative study. *Korean Journal of Psychology.* 2006;25:141-173
- 41) Choi JY, Lee JE, Kim MJ, Kim HY. Development and validation study of elderly verbal learning Test. *Korean Journal of Psychology.* 2006;25:141-173
- 42) Kim H, Na DL. Normative data on the Korean version of the Boston naming test. *J Clin Exp Neuropsychol.* 1999;21: 127-133
- 43) Kang Y, Kim H, Na DL. Parallel short forms for the Korean-Boston naming test (K-BNT). *J Korean Neurol Assoc.* 2000;18:144-150
- 44) Kim H, Na DL. Normative data on the Korean version of the Western aphasia battery. *J Clin Exp Neuropsychol.* 2004;26:1011-1020
- 45) Cummings JL, Mega L, Gray K, Rosenberg-Thompson S, Carusi DA, Gornbein J. The neuropsychiatric inventory: comprehensive assessment of psychopathology in dementia. *Neurology.* 1994;44:2308-2314
- 46) Choi SH, Na DL, Kwon HM, Yoon SJ, Jeong JH, Ha CK. The Korean version of the neuropsychiatric inventory: a scoring tool for neuropsychiatric disturbance in dementia patients. *J Korean Med Sci.* 2000;15:609-615
- 47) Kang SJ, Choi SH, Lee BH, Jeong Y, Hahn DS, Han IW, Cummings JL, Na DL. Caregiver-Administered Neuropsychiatric Inventory (CGA-NPI). *J Geriatr Psychiatry Neurol.* 2004;17:32-35
- 48) Kane RL, Kay GG. Computerized assessment in neuropsychology: a review of tests and test batteries. *Neuropsychol Rev.* 1992;3:1-117
- 49) Gualtieri CT, Johnson LG. A computerized test battery sensitive to mild and severe brain injury. *Medscape J Med.* 2008;10:90
- 50) Suk G, Lee MH. Cognitive assessment and reference diagnosis system: development of a neuropsychological and clinical examination for clinical and population use. *Psychogeriatrics.* 2003;3:54-62
- 51) Ha K, Kwon JS, Lyoo I. Development and standardization of the computerized attention assessment for Korean adults. *J Korean Neuropsychiatr Assoc.* 2002;41:335-346
- 52) Kwon JS, Lyoo I, Hong KS, Yeon BK, Ha K. Development and standardization of the computerized memory assessment for Korean adults. *J Korean Neuropsychiatr Assoc.* 2002;41: 347-358
- 53) Lyoo I, Kwon JS, Ha K. Development and standardization of the computerized higher cortical function assessment for Korean adults. *J Korean Neuropsychiatr Assoc.* 2002;41: 538-550