Sleep Medicine and Psychophysiology
수면 · 정신생리 6(1): 26 - 31, 1999

주의력의 신경심리학

Neuropsychology of Attention

김 창 윤[1] · 김 성 윤[1]
Chang-Yoon Kim[1] and Seong-Yoon Kim[1]

■ **ABSTRACT**

"Attention" is not defined sufficiently. This term incorporates several dimensions or complex information processes such as alertness, spatial distribution, focused attention, sustained attention, divided attention and supervisory attentional control. In practice, however, various aspects of attention cannot be assessed separately with a single test. Moreover, a particular test is never assessing attention only, because the several intervening variables may influence the attentional component. Therefore, one can only assess a certain aspect of human behavior with special interest for its attentional component. This paper attempted to clarify various concepts of attention, reviewed signal detection theories with receiver operating characteristic(ROC) curves, and listed practical methods for assessment of attention. **Sleep Medicine and Psychophysiology 1999 ; 6(1) : 26-31**

Key words: Attention · Signal detection theory · Receiver operating characteristic curve.

서 론

주의력은 개체의 내부 혹은 외부로부터의 자극을 받아들일 수 있도록 준비된 상태로부터 개체가 처한 상황에서 적절한 자극을 선택하게 하는 일련의 정보처리 과정을 의미한다(1-2). 일상 생활에서 주의력이란 용어는 자극에 관심을 기울이는 것 즉 지각의 방향성(selection vector), 특정 대상에 기울이는 의식적인 관심과 노력 정도(intensive matrix, concentrating power)또는 주의를 계속 유지(sustained attention)할 수 있는지 등 여러 가지 의미를 내포하고 있다. 학자에 따라 용어 및 개념의 범주를 설정하는 데 차이가 있으나 주의력은 각성도, 주의력 공간 분배, 초점 주의력, 분할 주의력, 지속적 주의력 및 주의력 조절 능력 등의 몇가지 개념으로 나누어 설명할 수 있다(3).

그러나 실제 임상에서는 이러한 주의력의 여러 요소들 중 어느 한 면만 분리하여 측정하는 것은 가능하지 않다. 모든 주의력 검사는 주의력의 여러 영역을 동시에 건드리게 되기 때문이다. 또한 주의력을 순수하게 다른 인지기능과 분리하여 평가하는 것도 가능하지 않다. 이러한 맥락에서 주의력 평가 방법은 존재하지 않는다는 말은 주의력을 조작적으로 정의하고 측정하는 것이 어려움을 잘 표현해주고 있다(3).

실험심리학에서는 자극 방식(stimulus mode), 유형(stimulus type), 복잡한 정도(complexity), 자극 제시 속도(stimulus rate), 신호가 나타날 확률(signal probability), 서로 다른 신호의 구별가능한 정도(signal discriminability), 반응 유형(response type), 과제지속시간(task duration), 기억에 대한 부하(memory load) 등의 다양한 변인을 조작하며 주의력의 여러 측면에 대해 실험적 연구를 하며 주의력의 개념을 설명하고 있다. 본고에서는 신경심리학의 임상적 관점에서 주의력의 다양한 개념을 설명하고 실제 유용한 평가 방법 및 주의력 검사의 자료 분석 시 흔히 거론되는 고전적인 신호탐지이론(Signal Detection Theory)과 ROC(Receiver Operating Characteristic) 곡선 분석방법을 소개하고자 한다.

본 논문의 요지는 1998년 대한수면 · 정신생리학회 춘계학술대회에서 발표되었음.
[1]울산대학교 의과대학 아산재단 서울중앙병원 정신과학교실
Department of Psychiatry, Ulsan University College of Medicine, Asan Medical Center, Seoul, Korea
Corresponding author: Chang-Yoon Kim, Department of Psychiatry, Ulsan University College of Medicine, Asan Medical Center, 388-1 Pungnap-dong, Songpa-gu, Seoul 138-736, Korea
Tel: 02) 2224-3416, Fax: 02) 485-8381
E-mail: cykim@www.amc.seoul.kr

본 론

1. 주의력의 개념 및 임상적 평가 방법

1) 각성도

주의력이 유지되기 위한 가장 기본적인 생리적 조건으로 자극에 대한 전반적인 반응성에 영향을 주는 중추신경계의 상태로 정의할 수 있다. 각성도는 위상성(phasic) 변화와 긴장성(tonic) 변화로 나눌 수 있다. 일상 생활에서 외부로부터 여러 가지 의미 있는 신호를 받게되면 각성도가 증가되면서 민감해지는 등의 위상성 변화가 나타난다. 뇌사건관련 전기생리학적인 변화인 Contingent Negative Variation(CNV)도 위상성 변화를 나타낸다(3-5). 긴장성 변화는 생리적 변화에 의해 천천히 그리고 불수의적으로 일어난다. 일중 변동(dirunal rhythm)과 지루한 작업 수행시의 신호탐지력(경계력, vigilance)감퇴는 긴장성 각성도의 변화를 나타내는 예가 된다.

2) 무 시

주의력의 공간 분배(spatial distribution) 장애로 나타나는 현상의 대표적인 예로 우반구 손상 시 관찰될 수 있는 편측무시(hemi-neglect) 증후군을 들 수 있다. 편측무시 현상은 백지에 무작위로 배열되어 있는 글자 또는 숫자를 지우는 Letter Cancellation Task나 Digit Cancellation Task로 조사할 수 있다(6).

3) 초점 주의력

동시에 제시되는 여러개의 자극 중 특정 자극 또는 자극의 특정 면에만 의식적으로 주의를 기울이는 능력을 선택적 주의력(selective attention)이라고 한다. 선택적 주의력에는 주의력의 방향(벡터 vector 기능)을 결정하는 초점주의력(focused attention)과 다음에 설명할 분할주의력(divided attention)의 개념이 포함되어 있다. 즉 주의력의 방향 뿐 아니라 양적인 배분과 조절 전략이 적절하게 되어야 선택적으로 반응할 수 있게 되는 것이다.

선택적 주의력에 관한 대표적 이론으로 정보처리의 구조적 모델(structural model)과 용량 모델(capacity model)을 들 수 있다. 1950년대 Broadbent에 의해 제기된 구조적 모델에서는 우리가 수많은 자극을 의식하지 못하는 것으로 보아 주의력의 용량에는 한계가 있다고 가정한다. 따라서 자극의 과부하를 막기 위해서 병목(bottleneck) 현상과 같은 여과 장치가 있어서 불필요한 자극을 걸러냄으로써 선택적 주의집중을 할 수 있다고 설명한다(7-9). 구조적 모델 이후에 제기된 정보처리용량(capacity) 모델에서는 주의력 과정에 고정된 여과장치가 있다기보다는 융통성 있게 할당될 수 있는 주의력 저장소(pool)가 있다고 가정하고 처리용량(capacity, resources)과 배분전략(allocation policies)의 두가지 구성 개념으로 선택적 주의력을 설명한다(11).

개념적으로는 이와같이 주의력의 방향과 배분 조절전략을 구분할 수 있으나 사실 이를 분리하여 평가하는 것은 가능하지 않다. 초점주의력 또는 선택적 주의력을 평가하는 데 유용하게 사용되는 검사는 다음과 같다.

- 이분청취과제(Dichotic Listening Task) : 두가지 정보를 동시에 들려주면서 한가지 에만 주의를 기울이도록 지시하여 청각적 선택적 주의력을 평가한다(3,6).
- Stroop 색상 단어 검사 : 예를 들어 빨강 이라는 단어가 초록색 글자로 인쇄되어 있는 데 피검자에게 단어의 의미는 무시하고 글자의 색상에 초점을 맞추어 무슨 색 인지 대답하도록 지시한다(3,6).
- Trail-making Test : 평면에 무작위로 배치되어있는 번호가 매겨진 25개 원을 번호 순서대로 가능한 빨리 연결(Trail-making Test A), 1-A-2-B-3-C 처럼 문자와 숫자를 교대로 연결하는 검사(Trail-making Test B)(3,6).

4) 분할주의력

두가지 이상의 과제를 동시에 시행할 때 주의력의 분배능력을 말한다. 주의력 분할 능력은 조절 정보처리 용량(processing capacity)과 조절 전략(strategic control)에 의해 결정된다. 조절 전략은 자동처리(automatic process)와 조절처리(controlled process)로 나누어 설명되는 데, 자동처리과정은 의식적으로 조절할 수 없으며 용량이 제한되어 있지 않고 빠르게 병렬(parallel) 방식으로 진행된다. 반면에 조절처리는 느리고 순차적(sequential)이며 노력을 요하는 과정이다(3,11).

정보처리 용량은 주로 선택 반응 시간(choice reaction time)으로 평가한다(11). 참고로 반응시간(reaction time)에 관한 연구를 볼 때 망상형 정신분열병환자에서는 자동처리보다는 조절처리에 이상이 있는 것으로 보고되고 있다(13). 요즈음은 국내에도 보급되어있는 비엔나 검사 중 reaction time, determination unit 등과 같은 전산화된 도구들이 널리 사용되고 있다(12). Wechsler 성인용 지능검사 중 Digit Symbols, 앞에서 언급한 선택적 주의력 검사 및 Paced Auditory Serial Addition Task(PASAT)(3,6)등이 평가 도구로 사용될 수 있다. Paced Auditory Serial Addition Task (PASAT)는 1부터 9까지 숫자를 무작위로 제시하면서 피검자에게 덧셈을 시키는데, 제시된 숫자와 바로 전에 제시된

숫자를 더하도록 한다. 다음 자극이 주어지기 전에 대답해야 맞는 것으로 간주한다.

5) 지속적 주의력

지속적 주의력은 특정 자극에 대해 얼마나 주의를 유지할 수 있는지를 나타낸다. 흔히 사용되는 용어인 경계력(vigilance)는 조그만 변화를 찾아내서 반응할 수 있는 주의상태로 정의되며 지속적 주의력을 의미한다.

(1) 과제수행에 미치는 시간의 효과

수행능력이 시간에 따라 변하는 것을 말한다. 고전적인 경계력(vigilance)검사와 감시력(monitoring) 검사로 나눌 수 있는 데, 경계력은 제시되는 표적자극의 빈도가 비표적자극보다 낮을 경우, 감시력은 표적자극이 비표적 자극에 비해 비교적 고빈도로 제시되는 동안 표적 자극을 찾는 것을 말한다. 경계력에 대한 대표적인 검사로 Continuous Performance Test(CPT)를 들 수 있다. CPT를 시행하는 방법은 0.1 0.4초 간격으로 피검자에게 무작위로 문자들을 제시하고 A가 나올 때마다 버튼을 누르도록 하고, 두 번째 상황에서는 A가 X다음에 나올 때만 버튼을 누르도록 한다(6).

수행결과를 분석할 때는 민감도(sensitivity index)와 반응기준(response criterion)양자를 모두 고려해야 한다(신호탐지이론 부분 참조). 이 두가지를 고려함으로써 정신분열병 환자군에서 정상대조군에 비해 주의집중력이 떨어지는 것이 검사에 대한 동기 부족(반응기준의 차이)때문인지 실제 표적자극과 비표적자극을 구별하는 능력인 민감도(sensitivity index, d′)가 낮은 것인지를 분석할 수 있다(14).

(2) 주의력 착오

지속적인 과제에서 반응을 빠뜨리거나 매우 긴 반응 시간(표준 편차의 2배 이상 지연되는 경우)을 보이는 것으로, 생리적 측면의 각성도(예, 수면 박탈, 장거리 운전 시 착오 등)와 관계가 있다. 반응 빈도가 높은 지속적 주의력 검사에서 반응을 한 번 또는 몇번 빠뜨리는 것으로 나타난다.

(3) 개체내 변동

활발한 각성상태에서 과제를 수행하고 있을 때에도 수행수준에는 어느 정도의 변동이 있을 수 있다. 즉 개체내 변동과 주의력 착오는 원칙적으로 독립된 개념이며 주의력 착오 없이도 변동이 있을 수 있다.

개체내 변동을 나타내는 데에는 표준편차보다는 사분편차(Inter-quartile deviation, Q) 값이 적합한 지표로 사용된다(3).

개체내 변동은 단지 측정에 따른 오차라기 보다는 주의력의 한 특성을 반영하는 것일 수 있다. 예를 들어 정신분열병 환자의 경우 정상인보다 개체내 변동이 큰 것으로 알려져있다. 이밖에 개체내 변동을 고려해야하는 이유 중의 하나는 두 군을 비교 조사할 경우 양 군의 개체내 변동이 다르면 이를 고려하여 분석하여야하기 때문이다. 참고로 정신분열병환자군과 정상 대조군 간에 주의력 측정치를 비교 분석할 때 t-test나 ANOVA(Analysis of Variance)를 이용하여 단순히 평균치를 비교하는 것은 바람직하지 않은 데 그 이유는 양 군의 분산이 다를 수 있기 때문이다.

6) 주의력 감독 조절

주의력의 조절 전략, 불필요한 자극에 대한 반응을 억제하고, 언제 주의력이 자극 상황의 다른 측면으로 옮겨져야 할지, 반응 순서가 어떻게 되어야할 지를 결정하는 능력을 말한다.

Luria와 Lezak은 계획(planning), 기획(programming), 목표지향적 행동에 대한 조절 능력을 뇌의 실행 기능(executive function)으로 명명하였는데, 여기에는 주의력 감독 조절 능력이 포함된다. 따라서 주의력 조절 능력은 앞에서 언급한 선택적 주의력 평가방법과 다음과 같은 전두엽기능 또는 실행 기능 평가 검사로 평가할 수 있다(3,6,13,15).

- Wisconsin Card sorting Test : 피험자에게 4장의 서로 다른 카드를 제시한 다음 새로운 카드가 나올 때 마다 4개중 어느 범주로 분류하도록 지시하는 데 이 때 분류한 것이 옳다/그르다는 검사자의 반응만을 참고로 하여 카드의 색상이나 모양 숫자 중 검사자가 설정한 분류 기준을 추론해나가는 검사. 체계적인 되먹임을 주면서 피험자의 적응 전략을 평가한다(6).
- M-N Sequence : mn 교대로 그리기, 보속성 유무 검사(6,15)
- Multiple Loop : 3개의 고리모양을 연속해서 그리기, 보속성 유무 검사(6,15)
- Sequential Hand Movements : 순차적인 손운동 검사, 보속성 검사(6,15)
- Go-No Go Test : 검사자가 손가락 하나를 보이면 오른손을 들고 두개를 보이면 가만히 있도록 지시하고 자극을 무작위로 제시(6,15)
- Reciprocal Test : 검사자가 책상을 한번 치면 피험자는 두번 치고 검사자가 두번 치면 피험자는 한번 친다(6,15).

2. 신호 탐지 이론

1) 신호탐지이론

CPT와 같은 주의력 검사에서와 같이 표적자극(target,

signal)과 비표적자극(nontarget, noise)에 대해 예, 아니오로 구별하여 반응하도록 하는 경우 그 결과는 hit rate(P(S/s), 분자는 피험자반응, 분모는 표적자극), omission error (P(N/s), false alarm P(S/n) 또는 commission error (P(S/n), correct rejection P(N/n)으로 표시할 수 있다(hit rate=1 - omission error, false alarm rate=com - mission error) (그림 1).

이와같은 유형의 자료를 분석하는 고전적 방법으로 신호탐지이론(Signal Detection Theory)을 들 수 있다(15 - 17). 이 이론에 따르면 수행 결과의 지표는 민감도(sensitivity)와 주어진 자극을 표적자극으로 지각하는 피험자의 반응 기준(response criterion)으로 나타낼 수 있다. 민감도는 표적자극과 비표적 자극을 구별하는 피험자의 능력을 나타내는 지표이며 표적 자극과 비표적 자극이 정규분포를 하고 분산이 같다고 가정할 때 표적 자극(signal)과 비표적 자극(noise)의 분포가 벌어진 정도, 즉 평균 hit rate와 평균 false alarm rate의 거리를 나타낸다(그림 1). 즉 민감도 지표(sensitivity index) d′은 hit rate와 false alarm rate 각각의 정규분포상의 z값(표준 정상 편차치 : 점수가 평균으로부터 떨어져있는지 거리를 편차단위로 표시한 값)의 차이로 나타낼 수 있다(d′=z(hit rate) - z(false alarm))(그림 1).

민감도 외에 반응기준이란 지표가 필요한 이유는 목표자극에 대한 피험자의 반응 기준(response criterion) 즉 얼마나 신중하게 반응하는지에 따라 hit rate는 다르게 나타나게 되어 단순히 hit rate 또는 omission error만으로 피험자의 주의력을 논하는 것이 충분하지 않기 때문이다. 일반적으로 반응기준을 나타내는 데에는 criterion cut off, c값이 사용된다.

False alarm rate가 높을수록 반응기준은 신중하지 않은 경우이며 따라서 c는 false alarm rate, commission error의 정도(z(false alarm rate))로 나타낼 수 있으며 그림 1에서 비표적(noise) 분포에서 c에서 +∞까지 면적(- z(false alarm rate))을 의미한다.

c외에 흔히 사용되는 반응기준으로 hit rate와 false alarm rate의 비(ratio)를 생각할 수 있겠는데, 이 비값은 β값(통상 logβ값)으로 표기되며 그림 2에서 fsn(=y(hit rate))의 fn(=y(false alarm rate))에 대한 likelihood ratio로 그 값을 구할 수 있다(16 - 17). β값은 표적자극과 비표적자극의 분포의 벌어진 정도(d′) 즉 민감도 지수에 따라 그 값이 달라지게 된다. 즉 β값은 c값과 달리 민감도와 독립적이지 않다는 단점이 있다(그림 3).

2) 수신자판단특성 곡선

ROC 곡선을 이용한 분석방법은 신호탐지이론에서 유래

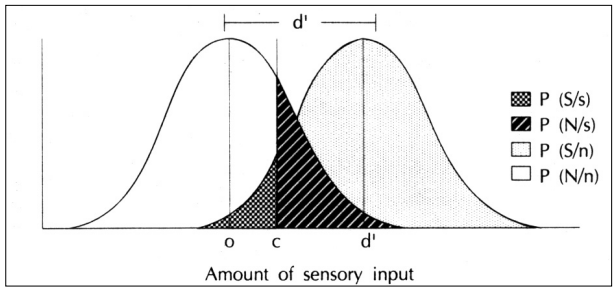

Fig. 1. The theoretical distributions of noise and signal plus noise for the theory of signal detection. An example of the placement of response criterion, c, and the associated probabilities of hits, misses, false alarms, and correct rejections are given.

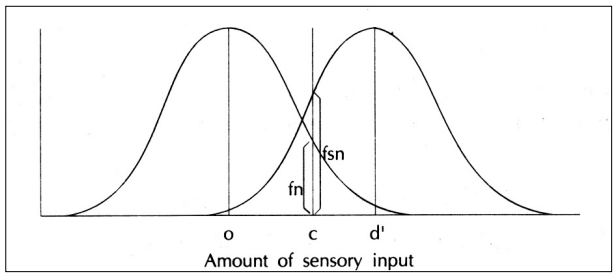

Fig. 2. An example of the ordinate of the noise curve(fn) and the ordinate of the signal plus noise curve(fsn) determined at c for calculation of response criterion β in the theory of signal detection.

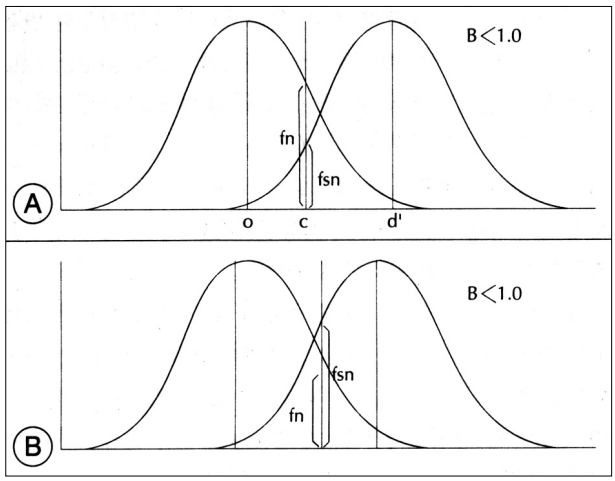

Fig. 3. An example how response criterion β=fsn/fn can vary with d' even though response criterion c is constant. In this example, for a constant c,(A) a larger d' is associated with smaller β while(B) a smaller d/is associated with a larger β.

되었으며 hit rate의 false alarm rate에 대한 함수관계(x축=false alarm rate, y축=hit rate)를 나타내는 그래프이다(16 - 18).

한 피험자가 반응기준을 달리하면서 false alarm rate(x축)에 대해 hit rates(y축)을 좌표면에 표기하여 얻어진 여러점을 연결하면 ROC 곡선이 그려진다(그림 4). 동일한 ROC curve 상에 있는 점은 우측에 위치한 점일수록 보다 느

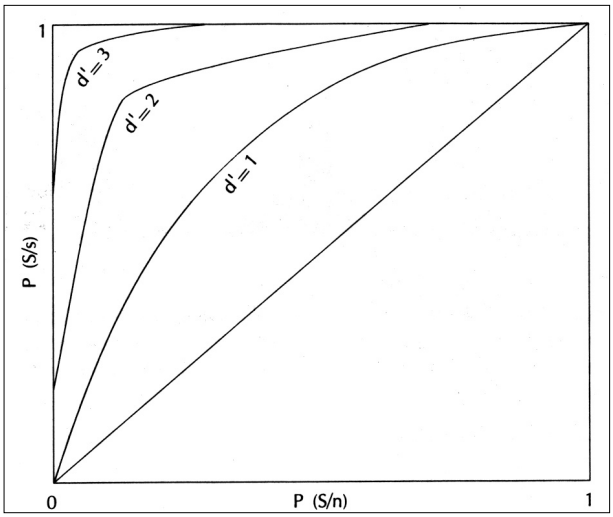

Fig. 4. Receiver operating characteristic(ROC) curves for various values of d' given normal distributions of noise and signal plus noise with equal variances.

슨한 반응 기준을 적용한 경우에 해당된다. 서로 다른 ROC 곡선은 서로 다른 피험자(또는 진단 도구)의 민감도의 차이를 쉽게 비교할 수 있게 해준다. 곡선이하면적(Area Under Curve)이 클수록, 대각선(random ROC curve, 곡선이하면적=0.5, 표적자극과 비표적자극을 변별할 능력이 없어 우연히 구별하는 수준일 경우 얻어지는 반응곡선에 해당)에서 멀수록 민감도가 높은 것을 나타낸다.

여러개의 점을 표기한 ROC 곡선으로부터 민감도와 반응기준을 구할 수 있는데, 실제로는 단일한 false alarm rate와 hit rate 값만으로 앞에서 기술한 방법으로 민감도와 반응기준을 계산할 수밖에 없는 경우가 많다. 표적과 비표적 자극분포가 정규분포를 가정할 수 없는 경우에는 위에서 설명한 d′과 β값 대신 비모수적으로 ROC 곡선 이하 면적을 계산하여 민감도를 나타낸다(18 - 20).

X - 선 장비와 같은 진단도구나 우울증 평가 척도와 같이 진단 또는 측정도구에 관한 연구에서 ROC curve는 흔히 y축에 민감도를, x축에 1 - 특이도(1 - specificity)를 나타내며 민감도와 특이도가 서로 상쇄(trade off, 민감도가 증가하면 특이도가 감소)되는 점을 감안하여 적절한 절단점(cut off score)을 결정하거나, ROC 곡선 아래 면적을 비교함으로써 상이한 측정도구의 민감도, 성능을 비교하는 데 흔히 이용된다(21).

3. 실제적인 접근방법

주의력 검사는 지능과 기억력 검사에 비해 신뢰도와 타당도를 인정 받는 검사가 그리 많지 않다. 단일 검사로 주의력의 모든 면을 평가할 수 없으며 또한 검사실에서 이용 하는 평가 방법을 임상 현실에 적용하는 데에는 한계가 있다. 또한 환자나 보호자 면 담시 주의력이 여러 의미로 사용될 수 있으며 기억력과 주의력 사이에 용어의 혼동이 있을 수 있어 주의를 요한다. 임상에서 주의력을 실제 평가하기 위해서는 무엇보다 검사 상황에서 환자의 행동을 주의 깊게 관찰하는 것이 가장 중요하다(23). 우선 각성도 수 준, 검사자에게 관심을 기울이는지, 주의력의 길이, 주의 산만 정도를 관찰하고 필요시 여러 가지 공식적인 검사를 시행하게된다. 이때 환자의 주의력 수준에 적합한 검사를 시행하여야 하며, 시행한 검사가 주의력만을 또는 주의력의 특정 특면만을 단독으로 측정하는 것이 아닐 수 있음을 염두에 두고 해석하여야한다.

결 론

주의력을 각성도, 주의력 공간 분배, 초점 주의력, 분할 주의력, 지속적 주의력 및 주의력 조절 능력 등의 몇가지 부분으로 나누어 개념과 연관된 이론 및 평가방법을 설명하였다. 그러나 실제 임상에서는 주의력의 이러한 요소들을 분리하여 단일 검사로 평가하는 것은 가능하지 않으며, 주의력 평가 도구가 단순히 주의력만을 검사하는 것이 아닐 수 있다. 실제 주의력을 평가하는 데에는 임상적 행동 관찰이 가장 중요하며 필요에 따라 적절한 검사를 시행하고 결과를 해석할 때는 주의력이 다른 인지 기능과 연관이 있으며 여러 요소로 구성되어 있음을 염두에 두어야 한다. 아울러 신호탐지이론에서 지적한 바와 같이 Continuous Performance Test와 같은 주의력 수행 결과를 분석할 때는 hit rate나 omission error뿐 아니라 false alarm 또는 commission error도 함께 고려해야 한다. 민감도와 반응기준에 대한 개념과 계산방법 및 ROC 곡선 분석 방법을 소개하였다.

중심 단어 : 주의력 · 신호탐지이론 · ROC 곡선.

References

1. 하규섭, 강웅구, 김동훈. 주의력과 정신장애. 생물정신의학 1997; 4(1):19-23
2. Mesulam. Principles of Behavioral Neurology. Philadelphia, FA Davis Company;1985. p.125-140
3. Crawford JR, Parker DM, Mckinlay W. A Handbook of Neuropsychological Assessment. Lawrenceerlbaum Associates, Publishers Hove, UK; 1994. p.241-266
4. Hillyard SA. Selective auditory attention and early event-related potentials. Canadian Journal of Psychology 1981;35:159-174
5. Hillyard SA, Kutas M. Electrophysiology of cognitive processing. Annu Rev Psychol 1983;34:33-61
6. Lezak MD. Neuropsychological Assessment. 3rd Ed., New York, Oxford University Press; 1995. p.335-384
7. Broadbent DE. Decision and Stress. Academic Press, London 1971
8. Treisman AM. Strategies and models of selective attention. Psychol

Rev 1969;76:282
9. Broadbent DE. The hidden pre-attentive processes. Am. Psychol, 1977;32:109
10. Wickens CD. Processing resources in attention. In: Parasuraman R, Davies DR(eds), Varieties of Attention, Academic Press, Orlando, FL; 1984. p.63-102
11. Spring B, Weinstein L, Freeman R, Thompson. Selective Attention in schizophrenia. In: Handbook of Schizophrenia, Vol 5: Neuropsychology, Psychophysiology and Information Processing, Steinhauser SR, Gruzelier JH, Zubin J(eds), Elsevier Science Publishers BV; 1991. p.371-396
12. 김창윤, 이 철. 정신분열병에서 정신운동기능에 관한 예비적 연구. 정신병리학 1991;1(1):44-50
13. Callaway E, Naghdi S. An information processing model for schizophrenia. Arch. Gen. Psychiatry 1982;39:339
14. Cornblatt BA, Lenzenweger MF, Erlenmeyer-Kimling L. The Continuous Performance Test, Identical Paris Version II. Contrasting attentional profiles in schizophrenic and depressed patients. Psychiatr Res 1989;29:65
15. 강정아, 김창윤, 이 철. 정신분열증 환자의 신경학적 검사. 신경정신의학 1995;34(1):81-89
16. Green DM, Swets JA. Signal Detection Theory and Psychophysics. New York, Willey, 1996
17. Hannay HJ. Experimental Techniques in Human Neuropsychology, New York, Oxford University Press; 1986. p.45-165
18. Nuechterlein KH. Vigilance in schizophrenia and related disorders. In: Handbook of Schizophrenia, Vol 5: Neuropsychology, Psychophysiology and Information Processing, Steinhauser SR, Gruzelier JH, Zubin J(eds), Elsevier Science Publishers BV; 1991. p.397-433
19. Hsiao JK, Bartko JJ, Potters WZ. Diagnosing diagnoses Receiver Operationg Characteristic methods and psychiatry, Arch Gen Psychiatry 1989;46:664-667
20. Hanley JA, McNeil BJ. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic(ROC) curve. Radiology 1982;143:29-36
21. Grier JB. Non-parametric indexes for sensitivity and bias computing formulas. Psychol Bull 1971;79:424
22. 조맹제, 김계희. 주요 우울증 환자의 에비 평가에서 the Center for Epidemiologic Studies Depression Scale(CES-D)의 진단적 타당성 연구. 신경정신의학 1992;32(3):381-397
23. 김창윤. 교통사고 후유증의 측정과 평가. 대한의학협회지 1996;39(10):1231-1239