

## 치매선별검사로서 K-MMSE의 타당도 연구: 종합적인 신경심리학적 평가와의 비교

오은아\* · 강연욱\*<sup>†</sup> · 신준현<sup>‡</sup> · 연병길<sup>§</sup>

강동성심병원 치매예방센터,  
한림대학교 심리학과\*  
한림대학교성심병원 신경과<sup>†</sup>  
강동성심병원 신경과<sup>‡</sup>, 정신과<sup>§</sup>

### A Validity Study of K-MMSE as a Screening Test for Dementia: Comparison Against a Comprehensive Neuropsychological Evaluation

Euna Oh, M.A. \*, Yeonwook Kang, Ph.D.\*<sup>†</sup>, Joon Hyun Shin, M.D.<sup>‡</sup>,  
Byeong Kil Yeon, M.D.<sup>§</sup>

Dementia Prevention Center, Kangdong Sacred Heart Hospital, Seoul; Department of Psychology\*, Hallym University, Chuncheon; Department of Neurology<sup>†</sup>, Hallym Sacred Heart Hospital<sup>†</sup>, Anyang; Departments of Neurology<sup>‡</sup> and Neuropsychiatry<sup>§</sup>, Kangdong Sacred Heart Hospital, Seoul, Korea

Received : January 27, 2010  
Revision received : March 16, 2010  
Accepted : March 16, 2010

#### Address for correspondence

Yeonwook Kang, Ph.D.  
Department of Psychology, Hallym University,  
1 Okcheon-dong, Chuncheon 200-702, Korea  
Tel: +82-33-248-1724  
Fax: +82-33-256-3424  
E-mail: ykang@hallym.ac.kr

\*본 연구는 한국학술진흥재단의 지원(KRF-2007-411-J01902)과 보건복지부 보건의료기술진흥사업의 지원에 의하여 이루어진 것임 (A050079).

**Background:** Although the Korean-Mini Mental Status Examination (K-MMSE) has been widely used for screening dementia in clinics and other community settings, there has been little investigation into the validity of the K-MMSE. The present study was conducted to examine the validity of the K-MMSE as a dementia screening tool compared against a comprehensive neuropsychological evaluation. **Methods:** The subjects were 707 outpatients (261 men, 446 women; mean age=70.3±6.3 yr, mean education= 6.3±5.1 yr) who visited the neurology or psychiatry department with complaints of cognitive dysfunction. They were given the K-MMSE and a comprehensive neuropsychological test battery (Seoul Neuropsychological Screening Battery, SNSB). The subjects were classified into "Cognitive Impairment" and "No Cognitive Impairment" groups based on the SNSB as well as the K-MMSE. **Results:** The agreement between classification based on the K-MMSE and the SNSB was examined. The sensitivity of K-MMSE for detecting cognitive impairments was 80.3% and the specificity was 70.3% (Positive predictive value 90.4%; Negative predictive value 50.7%). The false-positive rate was found to be higher for the subjects with low education. The majority of the subjects in the false-negative group showed prominent frontal/executive dysfunctions as well as memory impairment. **Conclusions:** These results showed that K-MMSE has high positive- and negative-false rates and a low negative predictive power. They suggest that the K-MMSE should be given with memory and frontal-executive function tests for improving screening accuracy for dementia.

**Key Words:** K-MMSE, Seoul Neuropsychological Screening Battery (SNSB), Sensitivity, Specificity, Positive predictive value, Negative predictive value

## 서 론

치매를 진단함에 있어 인지기능에 대한 정확한 평가는 필수적이다. DSM-IV의 치매 진단 기준에는 "반드시 기억력 저하가 포함되어야 하고 그밖의 최소 한 가지 영역 이상의 다른 인지 기능 저하가 동반되어야 한다"고 명시되어 있고[1], Cummings와 Benson은 기억력저하를 반드시 포함하지 않더라도 3가지 이상

의 인지 영역이 저하되었다면 치매로 진단할 수 있다는 기준을 제시하였다[2]. 따라서 치매의 정확한 진단을 위해서는 전문가에 의해서 실시되는 다양한 인지영역들에 대한 종합적이고 전문적인 평가가 필수적이겠으나 시간적, 환경적 제약과 경제적인 이유로 많은 노인들이 치매에 대한 전문 인력의 평가와 도움을 받지 못하고 있는 것이 우리나라의 현실이다. 따라서 이 분야의 전문가가 아니더라도 검사자가 간단한 교육과 훈련만 받으면 실

시할 수 있는 인지기능 선별도구를 사용하여 인지기능 수준이나 치매 여부를 판단하는 경우가 많이 있는데 이러한 인지기능 선별 검사는 짧은 시간 내에 쉽게 실시할 수 있고, 전반적인 인지기능 수준에 대해서 수량화된 정보를 제공해준다는 장점이 있다[3].

현재 지역사회와 임상장면에서 사용되고 있는 인지기능 선별검사 중에서 전 세계적으로 가장 널리 사용되고 있는 검사가 Mini-Mental Status Examination (MMSE)이다[4, 5]. MMSE는 많은 선행연구들을 통해서 그 신뢰도와 타당도가 입증되었고[6] 우리나라에서도 한국판 MMSE (Korean-Mini Mental State Examination [K-MMSE], Mini Mental State Examination-Korean version [MMSE-K])가 개발되어 널리 사용되고 있다[7, 8]. 그러나 MMSE의 문항들이 비교적 너무 쉬워서 인지기능 저하가 경미한 사람들에게서는 천장효과(ceiling effect)로 인하여 “위음성(false-negative)”이 발생하기 쉬우며[9], K-MMSE로 치매를 진단하는 경우에 위음성률이 20-30%에 이른다는 연구 결과가 보고되기도 하였다[7]. 이는 MMSE 점수가 정상 범주에 속한다 하더라도 치매의 가능성을 완전히 배제할 수는 없음을 의미한다. 그러나 K-MMSE의 타당도 연구에서 제시한 위음성률을 제외하고는 현재까지 K-MMSE가 인지기능, 나아가서는 치매 선별검사로써 얼마나 타당하게 기능하고 있는가에 대한 후속 연구가 거의 이루어지지 않았다. 더욱이 K-MMSE의 타당도 연구에서 제시된 위음성률은 K-MMSE의 구체적인 규준이 만들어지기 전에 분석된 것으로써 K-MMSE 점수에 상당한 영향을 미치는 나이와 학력을 고려하지 않고서 외국의 연구결과에 기초하여 하나의 절단점수(24점 미만)로 인지장애여부를 결정하였다는 제한점이 있다[10-12].

따라서 본 연구는 나이와 학력에 따른 규준을 적용한 K-MMSE 결과를 종합적인 신경심리검사 결과와 비교함으로써 간편 인지기능 선별검사인 K-MMSE가 인지장애 유무에 대해 얼마나 정확한 정보를 제공하는지 확인하고, K-MMSE의 위음성률과 위양성률에 대한 경험적인 자료를 얻기 위하여 수행되었다.

## 대상과 방법

### 1. 대상

2005년 10월부터 2009년 10월까지 강동성심병원 신경과나 정신과 외래에 내원한 환자들 중에서 인지기능 저하가 의심되어 K-MMSE와 함께 종합적인 신경심리학적평가(Seoul Neuropsychological Screening Battery, SNSB)를 받은 55세 이상

80세 이하의 환자들을 대상으로 하였다. 총 707명(남자 261명, 여자 446명)이 분석에 포함되었으며 이들의 평균 나이는  $70.3 \pm 6.3$ 세(범위: 55-80세)였고 교육연수는  $6.3 \pm 5.1$ 년(범위: 0-22년)이었다.

### 2. 도구 및 절차

모든 환자들에게는 K-MMSE와 함께 종합적인 신경심리검사인 SNSB가 실시되었다. K-MMSE는 시간지남력(5점), 장소지남력(5점), 기억등록(3점), 주의집중과 계산(5점), 기억회상(3점), 언어(8점) 및 시공간 구성(1점)으로 이루어져 있으며 총점은 30점이다[7]. SNSB는 주의집중력, 언어기능, 시공간기능, 기억력, 전두엽/집행기능 등의 5개 주요 인지영역을 다양한 소검사들로 평가한다[13]. 본 연구에서는 각 인지영역의 기능저하 여부를 판단하기 위해서 SNSB의 소검사 점수들 중에서 각 인지영역의 기능을 대표하는 일부 검사들을 다음과 같이 선정하여 분석에 사용하였다. 즉, 주의집중력은 숫자 바로 따라 말하기와 숫자 거꾸로 따라 말하기로 평가하였고, 언어능력은 유창성, 이해력, 따라 말하기, 읽기, 쓰기 및 이름대기(Korean-Boston Naming Test, K-BNT)로 평가하였으며 시공간 기능은 Rey Complex Figure Test (RCFT)의 모사(copy)로 평가하였다. 또한 기억력은 서울언어학습검사(Seoul Verbal Learning Test, SVLT)와 RCFT의 즉각회상과 지연회상으로 평가하였고 전두엽/집행기능은 운동조절능력검사(Contrasting program, Go-no-go, Fist-edge-palm, & Alternating hand movement tests)과 통제단어연상검사(Controlled Oral Word Association Test, COWAT) 및 Korean-Color Word Stroop Test (K-CWST)로 평가하였다. 이 밖에 실행증검사와 계산문제도 평가에 포함시켰다.

SNSB에 제시되어 있는 나이와 학력에 따른 규준을 사용하여 각 검사의 “평균점수-1 표준편차(16 percentile)”를 절단점수(cut-off score)로 정하였고 K-MMSE 점수와 본 연구에서 분석에 포함된 SNSB의 소검사들 중 운동조절능력검사를 제외한 모든 검사들의 점수를 “정상(16 percentile 이상)”과 “비정상(16 percentile 미만)”으로 구분하였다[13].

SNSB 검사결과의 정상 여부를 판정하기 위하여 임상경력이 5년 이상이고 석사 이상의 학력을 지닌 6인의 임상신경심리학 전공자들이 협의하여 각 인지 영역별 장애의 기준을 다음과 같이 정하였다(Table 1). 이러한 기준에 의해서 각 인지영역의 기능장애 여부를 판정한 후 DSM-IV의 치매진단기준인 “기억력 장애 +한 가지 이상의 기타 인지기능 장애”에 근거하여 SNSB 전체

Table 1. Criteria of cognitive dysfunction in each cognitive domain

Cognitive domain	Indexes of neuropsychological test	Criteria for cognitive dysfunction
Attention	Digit span: (1) Forward (2) Backward	(1) or (2)
Language	(1) Fluency (2) Comprehension (3) Repetition (4) K-BNT (5) Reading (6) Writing	One or more of (1)-(6)
Visuospatial function	(1) RCFT: Copy	(1)
Memory	SVLT: (1) Immediate recall (2) Delayed recall RCFT: (3) Immediate recall (4) Delayed recall	One or more of (1)-(4)
Frontal/executive function	(1) Motor control: ① Contrasting program ② Go-no-go test ③ Fist-edge-palm ④ Alternating hand movement (2) COWAT: Semantic fluency (3) COWAT: Phonemic fluency (4) K-CWST: Color reading	Three or more of ①-④ or two or more of (1)*-(4)
Other cognitive functions	(1) Praxis test: Ideomotor apraxia (2) Calculation test	(1) or (2)

\*one or two of ①-④.

K-BNT, Korean-Boston Naming Test; RCFT, Rey Complex Figure Test; SVLT, Seoul Verbal Learning Test; COWAT, Controlled Oral Word Association Test; K-CWST, Korean-Color Word Stroop Test.

Table 2. A comparison of the Korean-Mini Mental State Examination (K-MMSE) with the Seoul Neuropsychological Screening Battery (SNSB)

		SNSB		Total
		Cognitive impairment	No Cognitive impairment	
K-MMSE	Abnormal	441	47	488
	Normal	108	111	219
	Total	549	158	707
Sensitivity=441/549 (80.3%) Positive Predictive Value=441/488 (90.4%)				
Specificity=111/158 (70.3%) Negative Predictive Value=111/219 (50.7%)				

결과를 분석하고 그에 따라 환자들을 “인지장애집단”과 “정상 인지집단”으로 분류하였다.

- 주의력 장애: 숫자 바로 따라 말하기와 거꾸로 따라 말하기 중 1개 이상 비정상(16 percentile 미만)
- 언어기능 장애: 유창성, 언어 이해력, 따라 말하기, 이름대기(K-BNT), 읽기 및 쓰기 중 1개 이상 비정상
- 시공간기능 장애: RCFT 모사 점수가 비정상
- 기억력 장애: SVLT와 RCFT 각각의 즉각회상과 지연회상 중 1개 이상 비정상
- 전두엽/집행 기능 장애: 운동조절능력 검사 4개 중 3개 이상이 비정상 또는 4가지 검사(운동조절능력 검사 중 1-2개 비정상, 의미 유창성[COWAT 동물이름대기], 음소 유창성[COWAT 음소유창성], 억제적 통제능력[K-CWST 색깔 읽기 정반응 수] 중 2개 검사 이상 비정상
- 기타 인지기능 장애: 실행증(ideomotor apraxia) 또는 계산능력 비정상

## 결 과

### 1. K-MMSE와 SNSB 결과의 비교

기준에 따라서 판정된 K-MMSE의 인지기능장애 여부가 종합적인 신경심리학적 평가도구인 SNSB의 결과와 얼마나 일치하는지를 살펴보았다(Table 2). 분석된 707명 전체 환자들 중에서 K-MMSE 점수가 “정상” 범주에 속한 환자는 219명(31.0%)이었고 “비정상” 범주에 속한 환자는 488명(69.0%)이었다. K-MMSE 점수가 “정상”으로 분류된 219명 중 SNSB 검사에서도 정상(정상인지집단)으로 분류된 환자는 111명(50.7%)뿐이었고 나머지 거의 절반에 가까운 108명(49.3%)은 비정상(인지장애집단)으로 분류되었다. 또한 K-MMSE 점수가 “비정상” 범주에 속한 488명 중 441명(90.4%)은 SNSB 검사에서도 비정상(인지장애집단) 범주에 속하였으나 47명(9.6%)은 SNSB 검사에서 정상(정상인지집단) 범주에 속하는 것으로 밝혀졌다. 따라서 인지장애 여부를 판단함에 있어 종합적이고 자세한 신경심리학적 평가

검사인 SNSB의 결과를 “truth (fact)”로 가정한다면 K-MMSE의 민감도(sensitivity)는 80.3%, 특이도(specificity)는 70.3%였고 위양성률(false-positive rate)은 29.7%, 위음성률(false-negative rate)은 19.7%였다. K-MMSE의 positive predictive value (PPV)는 90.4%로 높은 편에 속하였으나 negative predictive value (NPV)는 50.7%에 불과하였다. 이러한 결과는 K-MMSE 점수가 정상범주에 속하는 환자들 중에서 약 반수 정도가 실제로는 인지장애가 있을 수 있음을 시사한다.

## 2. K-MMSE 위양성 집단과 위음성 집단의 특성

K-MMSE 점수가 정상범주에 속한 환자들을 SNSB 검사 결과에 따라서 정상(정상인지집단)과 비정상(인지장애집단, 위음성 집단)으로 다시 분류하였을 때 두 집단의 인구학적 변인(나이, 성별 및 교육연수)의 차이는 발견되지 않았다. 반면에 K-MMSE 점수가 비정상범주에 속한 환자들을 SNSB 검사결과에 따라서 인지장애집단과 정상인지집단, 두 집단으로 다시 분류하였을 때 두 집단 간의 나이와 성별의 차이는 발견되지 않았으나 정상인지집단에 속한 환자들(위양성 집단)이 인지장애집단의 환자들보다 교육연수가 유의미하게 낮았으며(평균 교육연수  $3.91 \pm 4.77$ 년 vs.  $6.70 \pm 4.91$ 년;  $t(486) = -3.71$ ,  $p < 0.001$ ) 이 집단에는 15명(31.9%)의 비문해자(문맹)가 포함되어 있었다. 이 결과는 학력이 낮다면 K-MMSE 검사에서 인지기능저하가 있다고 판정될 가능성(위양성률)이 높음을 시사한다.

K-MMSE 점수는 정상범주에 속하였으나 종합적인 신경심리평가에서 비정상적으로 분류된 환자들(위음성 집단,  $n=108$ )이 SNSB의 어떤 인지영역에서 비정상적으로 판정되었는지 살펴보았다. “기억력 장애+한 가지 이상의 기타 인지기능 장애”를 인지장애 여부의 판단기준으로 사용하여 SNSB 검사결과를 “정상(정상인지집단)”과 “비정상(인지장애집단)”으로 판정하였으므로 SNSB에서 비정상적으로 분류된 환자들은 모두 기억력장애를 지니고 있었고 그 다음으로는 전두엽/집행기능 장애(79.6%), 실행증(44.4%), 언어장애(38.0%), 주의집중력 장애(37.0%), 시공간구성능력 장애(34.4%), 계산능력장애(18.5%) 순으로 다양한 인지기능의 장애를 나타내었다. 한편 K-MMSE 점수는 비정상범주에 속하였으나 SNSB에서는 정상(정상인지집단)으로 분류된 환자들(위양성 집단,  $n=47$ )의 K-MMSE 수행을 좀 더 자세히 분석한 결과 이 집단에 속한 환자들은 K-MMSE의 항목들 중 주로 시간지남력(59.6%), 주의집중 및 계산(44.7%) 및 언어기능(44.7%)에서 보통수준 이하로 저하된 수행을 나타내었음이 밝혀졌다.

## 고 찰

국내에서는 MMSE가 1차적인 치매 선별 도구로서 지역사회를 중심으로 전개되고 있는 치매사업에 널리 사용되고 있다. 그러나 MMSE가 원래 치매를 진단하기 위해서 개발된 검사가 아님은 잘 알려진 사실이다[4]. 특정 목표 집단을 설정하지 않고 다양한 집단에서 폭 넓게 사용될 수 있도록 개발된 간편 정신상태검사인 MMSE가 치매와 같은 특정 임상 집단을 얼마나 정확하게 선별해낼 수 있는지에 대해서 많은 연구들이 수행되었으나 선행연구들은 주로 정상집단과 치매집단에 MMSE를 실시하고 Receiver Operating Curve (ROC) 분석을 통해서 MMSE가 이 두 집단을 감별하는데 얼마나 높은 민감도와 특이도를 지니고 있는지를 밝히는 연구들이었다[5, 14, 15]. 그러나 본 연구는 700여명의 많은 환자들에게 K-MMSE와 함께 SNSB를 실시하고, 종합적인 신경심리검사총집인 SNSB의 결과를 준거로 하였을 때 검사시간이 10분 정도에 불과한 간편 인지기능검사인 K-MMSE의 결과가 인지기능 장애의 선별에 있어 SNSB의 결과와 얼마나 일치하는지를 직접적인 비교를 통해서 확인하였다.

연구 결과 K-MMSE 점수만으로 인지장애 여부를 판단한다면 K-MMSE 점수가 비정상 범주에 속할 때 그 환자가 실제로 인지장애가 있을 확률은 90.4%에 이르렀으나 K-MMSE 점수가 정상범주에 속하더라도 그 환자가 실제로 인지기능이 정상일 확률은 50%에 불과하다는 사실이 밝혀졌다. 물론 이 결과는 병원에 내원한 환자들 중 인지기능저하가 의심되어서 신경심리평가가 의뢰된 사람들을 대상으로 한 연구에서 산출된 것이므로 지역사회에서 K-MMSE를 실시하였을 때에도 이같이 높은 위음성률이 발생할지는 후속연구를 통해서 검증되어야 할 것이다.

본 연구의 결과는 또한 학력이 낮은 환자들에게 K-MMSE를 실시하였을 때 실제로 인지기능이 정상임에도 인지장애가 있다고 잘못 판정할 가능성이 높다는 사실을 시사한다. 본 연구에서 확인된 위양성 집단에는 다수의 비문해자(문맹)들이 포함되어 있음이 밝혀졌고, 집단의 평균 교육연수가 4년에 불과하였다. 이 집단에 속한 대다수의 환자들 K-MMSE의 항목들 중 “주의집중 및 계산”과 읽기와 쓰기가 포함된 “언어” 항목에서 낮은 점수를 받음으로써 K-MMSE 총점이 낮아졌다는 사실은 그들의 낮은 학력을 고려할 때 예측할 수 있는 결과이다. 따라서 교육수준이 낮은 사람들에게 K-MMSE를 실시할 때에는 인지장애 여부의 판정에 신중을 기해야 할 것이다.

K-MMSE가 어떤 인지영역의 장애를 잘 탐지해내지 못하였는지를 밝히기 위해서 위음성 집단의 인지영역별 수행을 살펴 보았다. 인지영역들 중 위음성 집단에 속한 환자들 장애를 가

장 많이 나타낸 인지영역은 기억력과 전두엽/집행기능이었다. MMSE가 전두엽/집행기능을 충분히 평가하지 못한다는 사실은 이미 여러 선행연구들에서 지적된 바 있다[16, 17]. 본 연구의 결과는 K-MMSE 점수가 정상 범주에 속해 있다고 하더라도 기억력과 전두엽/집행기능 장애가 있을 가능성이 높다는 사실을 시사한다. 그러므로 치매를 선별하기 위해서 K-MMSE를 사용하는 경우 시간이 다소 더 걸리더라도 기억력검사와 전두엽/집행 기능 검사를 함께 실시하는 것이 위음성률을 유의하게 저하시킬 수 있을 것이다.

끝으로 본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 앞에서 이미 언급한 바와 같이 본 연구의 대상은 종합병원 신경과와 정신과에 내원한 환자들이며 각 환자들의 임상적 진단은 분석에 고려되지 않았다. 본 연구의 결과가 환자들의 임상적 진단과 어떤 관계가 있을지는 추후연구를 통해서 좀 더 심도있게 분석되어야 할 것이다. 또한 본 연구의 결과를 지역사회에 살고 있는 노인들에게 K-MMSE를 실시하였을 때에도 일반화할 수 있을지에 대해서도 후속연구가 필요하다. 둘째, 본 연구를 위해서 치매 평가와 관련한 임상경험이 풍부한 신경심리학자들이 협의하여 SNSB의 소검사들 중 각 인지영역을 대표하는 검사들을 선정하였고 인지영역별 장애의 기준을 수립하였다. 그러나 선정된 검사들의 대표성과 장애 기준의 타당성에 대해서는 경험적인 증거가 부족하므로 이 또한 후속연구를 통해서 입증되어야 할 것이다.

## 참고문헌

1. American Psychiatric Association. *Diagnostic and statistical manual of mental disorders, Fourth Edition (DSM-IV)*. Washington, DC: American Psychiatric Association, 1994.
2. Cummings JL, Benson DF. *Dementia: a clinical approach*. (2<sup>nd</sup> ed.). Boston: Butterworth-Heinemann, 1992.
3. Chin JH, Kang Y. *Neuropsychological Assessment*. In: Korean Dementia Association. *Dementia: A clinical approach*. Seoul: Academia Publishing Co., 2006; 75-95.
4. 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: 189-98.
5. Lancu I, Olmer A. *The minimental state examination: an up-to-date review*. *Harefuah* 2006; 145: 687-90.
6. Bondi MW, Salmon DP, Kaszniak AW. *The neuropsychology of dementia*. In: Grant I, Adams KM. *Neuropsychological assessment of neuropsychiatric disorders*. New York: Oxford University Press. 1996; 164-99.
7. Kang Y, 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: 300-7.
8. Park JH, Kwon YC. Standardization of Korean of the Mini-Mental State Examination (MMSE-K) for use in the elderly. Part II. Diagnostic Validity. *J Korean Neuropsychiatr Assoc* 1989; 28: 508-13.
9. Nelson A, Fogel BS, Faust D. *Bedside cognitive screening instruments. A critical assessment*. *J Nerv Ment Dis* 1986; 174: 73-82.
10. Kang Y. A normative study of the Korean-Mini Mental State Examination (K-MMSE) in the elderly. *Korean J Psychol* 2006; 25: 1-12.
11. Fillenbaum GG, Hughes DC, Heyman A, George LK, Blazer DG. *Relation of health and demographic characteristics to Mini-Mental State Examination score among community residents*. *Psychol Med* 1988; 18: 719-26.
12. O'Conner DW, Pollitt PA, Treasure FP, Brook CPB, Reiss BB, et al. *The influence of education, social class and sex on Mini-Mental State score*. *Psychol Med* 1989; 19: 771-6.
13. Kang Y, Na DL. *Seoul Neuropsychological Screening Battery (SNSB)*. Incheon: Human Brain Research & Consulting Co., 2003.
14. O'Conner DW, Pollitt PA, Hyde JB, Fellows JL, Miller ND, Brook CPB, et al. *The reliability and validity of the Mini-Mental State in a British community survey*. *J Psychiatr Res* 1989; 23: 87-96.
15. Tombaugh TN, McIntyre NJ. *The mini-mental state examination: A comprehensive review*. *J Am Geriatr Soc* 1992; 40: 922-35.
16. Axelrod BN, Goldman RS, Henry RR. *Sensitivity of the Mini-Mental State Examination to frontal lobe dysfunction in normal aging*. *J Clin Psychol* 1992; 48: 68-71.
17. Hoops S, Nazem S, Siderowf AD, Duda JE, Xie SX, Stern MB, et al. *Validity of the MoCA and MMSE in the detection of MCI and dementia in Parkinson disease*. *Neurology* 2009; 73: 1738-45.