

알츠하이머병과 경도인지장애환자에서 K-MMSE와 시계그리기 동시 수행에 대한 예비연구

허재혁 · 박태환 · 안진영 · 김민기

서울의료원 신경과

The Combination of the Korean Version of Mini-Mental Status Examination and Clock Drawing Test in the Alzheimer's Disease and Mild Cognitive Impairment: Preliminary Study

Jae-Hyeok Heo, M.D., Tai-Hwan Park, M.D., Ph.D., Jin-Young Ahn, M.D., Ph.D.,
Min-Ky Kim M.D., Ph.D.

Department of Neurology, Seoul Medical Center, Seoul, Korea

Received: January 5, 2011
Revision received: May 16, 2011
Accepted: May 16, 2011

Address for correspondence

Min-Ky Kim, M.D., Ph.D.
Department of Neurology, Seoul Medical Center,
171-1 Samseong-dong, Gangnam-gu, Seoul
135-740, Korea
Tel: +82-2-3430-0628
Fax: +82-2-562-9883
E-mail: mkneuro@gmail.com

Background: Korean version of Mini-Mental Status Examination (K-MMSE) and Clock Drawing Test (CDT) have been widely used as quick neuropsychological tests to screen for dementia in various clinical settings. We aimed to assess the diagnostic validity of the fusion of the two tests in Alzheimer dementia (AD) and mild cognitive impairment (MCI). **Methods:** A total of 91 subjects (33 AD, 24 MCI, 34 controls) who visited the neurology outpatient clinic of Seoul Medical Center were included. The receiver operating characteristic (ROC) curve was used to determine optimal cut-off score, sensitivity, and specificity in screening AD and MCI. **Results:** K-MMSE plus CDT and K-MMSE only showed the similar area under the curve (AUC), sensitivity, and specificity for the diagnosis of AD. The AUC, sensitivity, and specificity for K-MMSE plus CDT were 0.906, 91%, and 82% and for K-MMSE were 0.894, 85%, and 79%, respectively. The difference of AUC was not statistically significant. In addition, this combination showed poor utility in MCI. **Conclusions:** This study has failed to show any superiority of the combination of K-MMSE plus CDT over K-MMSE only in diagnosis of Alzheimer dementia.

Key Words: Clock drawing test, MMSE, Alzheimer's disease.

서 론

인구 고령화에 따라 치매 인구는 기하급수적으로 증가하고 있다[1]. 전 세계적으로 치매 인구는 20년마다 2배로 증가해서 2040년에는 8,000만 명에 이를 것으로 추정된다. 치매 인구의 증가는 여러 사회, 경제적 부담을 야기하는 바 국가적으로 지원센터 건립 등을 통해 치매를 조기에 발견하여 초기부터 적극적으로 치료와 예방을 시행하고자 하는 등의 방안이 제시되고 있다[2]. 이러한 이유로 치매 진단을 위한 여러 신경심리검사 도구들이 사용되고 있는데, 그 중 Mini-Mental Status Examination (MMSE)이 가장 널리 사용되는 치매선별검사이다[3]. MMSE는 간단하고, 짧은 시간에 적용이 가능하지만 최근의 meta-analysis에서 알려진 대로 민감도 81%, 특이도 87% 정도로 중등도의 정확성을 가진 검사법이다[3]. 최근 국내에서는 Oh 등[4]의 연구에 의해서 한국판 MMSE (Korean-Mini Mental Status Examination, K-MMSE)의 민감도는 80%, 특이도는 70% 정도

로 더 낮게 보고된 바 있다.

시계그리기(clock drawing test, CDT)는 수행하는 데 2분 이내의 시간이 소요되며, 시각 및 청각 이해도, 집중 및 계획능력 등을 평가할 수 있는 간편한 검사도구로서 MMSE처럼 널리 활용되는 치매선별 검사이다[5]. 시계그리기는 단독으로 사용하였을 때 치매선별검사로서 대략적으로 민감도 74%, 특이도 80%를 보이는 것으로 알려져 있다[6]. 앞서 언급한 MMSE의 한계를 극복하고자 시계그리기를 MMSE와 함께 시행한 연구들을 여러 나라의 연구자들이 보고하였다[6-8]. MMSE와 시계그리기 검사를 동시에 사용했을 때 각각의 검사가 가지고 있는 제한점을 상호 보완하여 더 정확한 진단이 가능하였다. 이에 본 연구자들은 치매 및 경도인지장애 환자들에서 K-MMSE와 시계그리기 검사를 동시에 적용하였을 때 선별검사로서의 유용성을 조사해 보고자 한다.

대상과 방법

1. 대상

본 연구는 서울의료원 신경과를 내원한 60-85세 노인 91명을 대상으로 하였다. 진단은 병력조사, 신체검사, 신경학적검사, 뇌영상검사를 시행하여 신경과 전문의 1명이 시행하였다. 피검자는 보호자 동반이 가능하고, 대상자가 거동이 가능한 경우에 한해 선정하였고, 시력 및 청력 장애로 의사소통에 장애가 있거나 과거력상 알코올 중독이나 약물 남용, 정신과 질환으로 치료중인 경우, 인지기능에 장애를 유발하는 내과적 문제가 있는 경우 등은 제외하였다. 알츠하이머병은 Neurological and Communicative Disorders and Stroke-Alzheimer's Disease and Related Disorders Association (NINCDS-ADRDA)의 probable 알츠하이머병에 대한 진단기준을 만족하는 경우로 하였고, 경도인지장애 환자는 Petersen's criteria에 부합하는 경우로 하였다[9, 10]. 대조군은 모집된 피검자들 중 알츠하이머병 및 경도인지장애 진단기준에 해당되지 않으면서 신경과 전문의의 신경학적 검사와 서울신경심리검사(Seoul Neuropsychological Screening Battery, SNSB)에서 정상인지기능으로 판정된 경우로 하였다.

2. 방법

1) 인지기능 검사

진단에 필요한 자세한 인지기능 평가를 위해 서울신경심리검사를 이용하였고, 모든 검사는 숙련된 한 명의 심리사가 수행하였다. 서울신경심리검사는 K-MMSE 검사와 주의력 검사(digit span, letter cancellation), 언어 및 관련기능 검사(spontaneous speech, comprehension, repetition, Korean-Boston Naming Test, reading, writing, finger naming, right-left identification, calculation, praxis), 시공간기능 검사(Rey Complex Figure Test), 기억력 검사(Seoul Verbal Learning Test, Rey Complex Figure Test), 전두엽 및 실행기능 검사(Controlled Oral Word Association Test, Korean-Color Word Stroop Test, motor impersistence, contrasting program, Go-no-go, Fist-edge-palm, alternating hand movement, alternating square & triangle, luria loop), 우울증 검사(Geriatric Depression Scale, GDS), 일상생활수행검사(Barthel Activities of Daily Living, B-ADL), 임상치매척도검사(Clinical Dementia Rating Scale, CDR) 등으로 이뤄져 있다. 본 연구에서 K-MMSE는 서울신경심리검사에 포함된 자료를 이용하였다.

시계그리기 검사는 신경심리검사실에서 피검자에게 A4 용지와 연필을 주고, 10시 5분을 가리키는 시계를 그리도록 다음과 같이 지시하여 시행되었다. “시계의 동그란 원을 그리시고 그 안에 시계에 들어가는 숫자들을 모두 쓰세요”라고 안내한 후에 피험자가 모든

수행을 마치면, “시계에 10시 5분을 가리키도록 그려보세요”라고 지시하였다. 시계그리기의 채점은 두 명의 평가자(신경과 전문의 2인)에 의해 시행되었고, 두 평가자 간의 차이가 있는 경우에는 상의하여 점수를 결정하였다. 시계그리기의 채점을 위해 수량화하기 쉬운 2가지 채점 방법인 Rouleau의 채점 방법(CDT-Rouleau)과 The Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease-Clock Drawing Test (CDT-CERAD) 채점 방법을 이용하였다[11, 12]. Rouleau 등[11]의 채점방법은 시계판의 완결성 2점, 숫자의 표기 여부 및 순서 4점, 시계바늘 표기 여부 및 배치 4점으로 총 10점으로 구성되어 있으며, CDT-CERAD 채점 방법은 원, 숫자, 바늘의 위치에 각각 1점씩 배정되어 총 3점으로 구성되어 있다.

2) 통계 분석

각 군의 사회인구학적 변수 비교를 위해 연속변수는 t-test를, 명목변수인 경우에는 chi-square test를 이용하였다. 인지기능 검사들 간의 비교와 검사의 민감도, 특이도, 최적절단점 등을 구하기 위해 receiver operation characteristics (ROC) curve analysis를 이용하였다. 통계 처리는 SPSS는 11.5 Version을 이용하였으며, 각 인지기능 검사 간의 area under curve (AUC)의 통계적 유의성 비교를 위해서는 Med-Calcul 11.4 Version을 이용하였다.

결 과

1. 연구 대상자들의 일반적 특성

연구 대상자들의 인구사회학적 특징 및 신경심리검사의 군별 평균값은 Table 1과 같다. 총 91명의 피검자가 모집되었는데 33명은 알츠하이머병, 24명은 경도인지장애, 34명은 대조군이였다. 대조군과 비교했을 때 알츠하이머군과 경도인지장애군의 나이, 성별 비율, 교

Table 1. Baseline characteristics and neuropsychological tests of the subjects according to different diagnosis

Group variable	AD	MCI	Control
Number	33	24	34
Age	73.9 ± 6.0	70.3 ± 7.9	71.6 ± 6.0
Gender: female (%)	22 (66.7)	16 (66.7)	27 (79.4)
Education	7.7 ± 4.3	7.9 ± 5.7	8.6 ± 5.2
K-MMSE	18.5 ± 6.0 ^b	24.3 ± 3.6 ^a	26.2 ± 2.4
CDT-CERAD	1.3 ± 1.0 ^b	2.3 ± 0.9	2.6 ± 0.7
CDT-Rouleau	4.5 ± 3.4 ^b	8.0 ± 2.7	8.8 ± 2.3
K-MMSE plus CDT-CERAD	19.8 ± 6.6 ^b	26.7 ± 4.1 ^a	28.8 ± 2.8
K-MMSE plus CDT-Rouleau	22.9 ± 8.5 ^b	32.4 ± 5.5 ^a	35 ± 4.0

*values are presented as mean ± SD.

^ap < 0.05 versus control; ^bp < 0.01 versus control.

육연수 등은 유의한 차이가 없었다. 신경심리검사상 치매군의 K-MMSE, 시계그리기(CDT-CERAD, CDT-Rouveau), K-MMSE 검사와 CDT-CERAD 합계 점수, K-MMSE 검사와 CDT-Rouveau 합계 점수는 모두 대조군에 비해 유의하게 점수가 낮았다. 그러나 경도인지장애군은 K-MMSE, K-MMSE와 CDT-CERAD 합계점수, K-MMSE와 CDT-Rouveau 합계점수는 대조군에 비해 유의하게 낮았지만 시계그리기점수는 두 가지 채점 방법 모두에서 정상군과 유의한 차이를 보이지 않았다.

2. K-MMSE와 시계그리기 검사

치매 진단에 대한 각 검사별 타당도는 K-MMSE plus CDT-Rouveau에서 곡선하 면적 0.906으로 가장 높았다(Fig. 1). K-MMSE plus CDT-CERAD는 0.905, K-MMSE는 0.894, CDT-Rouveau는 0.849, CDT-CERAD는 0.839로 나타났다. 각 검사의 최적절단점, 민감도, 특이도는 K-MMSE plus CDT-Rouveau에서 30/31, 91.2%, 81.8%, K-MMSE plus CDT-CERAD에서 25/26, 88.2%, 78.8%, K-MMSE에서 23/24, 85.3%, 78.8%, CDT-Rouveau에서 7/8, 85.3%, 72.7%, CDT-CERAD에서 2/3, 70.6%, 87.9%였다(Table 2). K-MMSE와 시계그리기 동시 수행이 K-MMSE에 비해 높은 곡선하 면적을 나타내었으나 이

Table 2. Optimal cut-off scores of the five neuropsychological tests for detecting AD

	K-MMSE	CDT-CERAD	CDT-Rouveau	K-MMSE plus CDT-CERAD	K-MMSE plus CDT-Rouveau
Optimal cut-off score	23/24	2/3	7/8	25/26	30/31
Sensitivity	0.853	0.706	0.853	0.882	0.912
Specificity	0.788	0.879	0.727	0.788	0.818
Area under the curve	0.894	0.839	0.849	0.905	0.906
p value	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

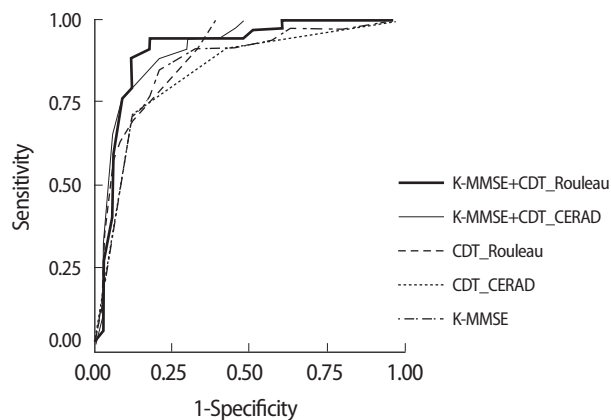


Fig. 1. Comparison of ROC curves of five neuropsychological tests for AD.

를 MedCalc를 통해 통계적으로 분석하였을 때 유의한 차이가 없었다($p = 0.834$ for K-MMSE plus CDT-Rouveau vs K-MMSE, $p = 0.843$ for K-MMSE plus CDT-CERAD vs K-MMSE).

경도인지장애 진단에 대한 각 검사별 타당도는 K-MMSE plus CDT-CERAD에서 곡선하 면적 0.656으로 가장 높았다(Fig. 2). 다른 검사의 곡선하 면적은 K-MMSE는 0.652, K-MMSE plus CDT-Rouveau는 0.651, CDT-Rouveau는 0.588, CDT-CERAD는 0.572였다(Table 3). K-MMSE plus CDT-CERAD와 K-MMSE 외의 각 검사들은 통계적으로 유의한 타당도를 보이지 못하였다.

고 찰

본 연구는 K-MMSE에 시계그리기 검사를 추가로 시행했을 때 치매 및 경도인지장애 선별에 대한 신뢰도와 타당도가 어떻게 변하는지 비교하였다. 알츠하이머 치매를 진단하는 데 K-MMSE를 단독으로 사용할 때보다 시계그리기 검사를 추가하였을 때 곡선하 면적, 특이도, 민감도가 모두 증가하였으나 곡선하 면적을 통계적으로 각 검사기법 간에 비교하였을 때 유의한 차이를 보이지 않았다. 따라서 K-MMSE와 시계그리기의 두 가지 검사를 함께 적용하는 것이

Table 3. Optimal cut-off scores of the five neuropsychological tests for detecting MCI

	K-MMSE	CDT-CERAD	CDT-Rouveau	K-MMSE plus CDT-CERAD	K-MMSE plus CDT-Rouveau
Optimal cut-off score	25/26	2/3	9/10	28/29	34/35
Sensitivity	0.647	0.706	0.676	0.647	0.735
Specificity	0.532	0.417	0.500	0.625	0.625
Area under the curve	0.652	0.572	0.588	0.656	0.651
p value	0.050	0.352	0.256	0.045	0.052

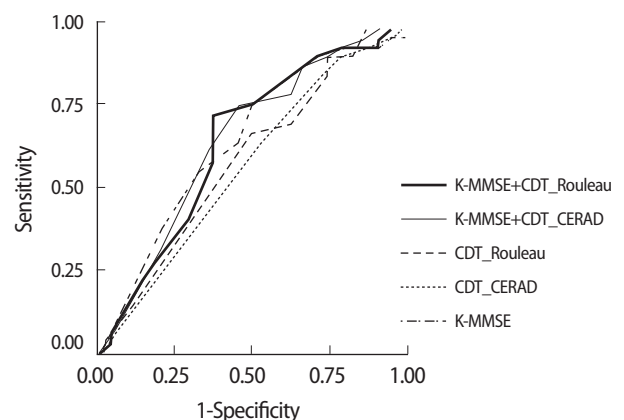


Fig. 2. Comparison of ROC curves of five neuropsychological tests for MCI.

K-MMSE 단독 검사에 비해 선별검사로써 더 유용하지 않았다. 시계그리기 검사를 단독으로 적용하였을 때에도 일정 수준 이상의 타당도를 보이는 것으로 나타났지만 K-MMSE 단독검사에는 미치지 못하였다. 경도인지장애를 진단하는 데는 K-MMSE plus CDT-CERAD와 K-MMSE가 유의한 수준으로 나타났지만 곡선하 면적이 0.7 이하여서 선별검사로써 가치가 높지 않을 것으로 생각한다.

최근 국내에서 시계그리기 검사의 유용성에 대해 여러 연구자들이 보고한 바 있다[13, 14]. 시계그리기 단독 검사의 타당도는 본 연구에서와 비슷하거나 다소 높은 곡선하 면적 0.829-0.897 정도로 나타났다. 최근 Cacho 등[6]이 연구에서 밝힌 시계그리기 단독 검사의 타당도는 곡선하 면적 0.881이었고 MMSE와 같이 수행했을 때 0.973으로 증가하는 것으로 보고하였는데 이는 MMSE 단독 검사 시에 곡선하 면적 0.952보다 우수한 것이었다. 이 연구는 모집된 대상군의 평균 나이가 72.73세 정도로 본 연구와 거의 일치하고, 교육 수준도 비슷한 정도임에도 본 연구에 비해 높은 곡선하 면적을 보고하였는데, 이는 나이 및 MMSE 점수의 표준편차가 본 연구보다 적은 것으로 볼 때 대상군의 임상적 특성이 비교적 균질했던 것에 기인하는 것으로 생각한다. 이는 향후 추가 연구를 수행 시에 대상자 선별에 있어서 고려해야 할 사항으로 사료된다. 그 외에도 Heinik 등[7]과 Aprahamian 등[8]은 시계그리기와 MMSE를 동시에 시행했을 때 더 정교하고 수행에 긴 시간이 필요한 Cambridge Cognitive Examination (CAMCOG)을 대체할 수 있을 정도로 효과적이라고 보고한 바 있다. 위의 결과들은 본 연구에서 K-MMSE와 시계그리기 검사를 함께 수행하는 것이 K-MMSE 단독 검사에 비해 유의한 차이를 보이지 못한 것과는 상이한 결과라 하겠다. 또한 본 연구에서 경도 인지장애의 선별검사로써 시계그리기 검사의 유용성은 치매에 비해서 훨씬 떨어지는 것으로 나타났다. 비록 통계적으로 경도인지장애 환자군과 대조군 간의 K-MMSE와 시계그리기 동시 수행의 점수는 차이가 있지만 검사의 변별력을 평가하는 AUC는 0.7을 넘지 못해 그 유용성은 'poor'한 것으로 나타났다. 적은 환자 수와 균질하지 못한 환자군 등이 이러한 결과에 일정 부분 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. Cacho 등[6]의 연구에서는 시계그리기 단독 검사는 곡선하 면적이 0.779였고 MMSE와 함께 시행했을 때는 0.855까지 증가하는 것으로 보고되었으나 경도인지장애 환자군이 21명에 불과하여 일반화할 수 없는 결과였다. 국내에서 Lee 등[13]의 연구에서는 경도 인지장애 224명을 대상으로 하였을 때 시계그리기 단독 검사는 곡선하 면적이 채점 방법별로 0.653-0.669로 선별검사로써의 효율성이 떨어지는 것으로 보고한 바 있다. 이러한 결과들을 종합해 볼 때 시계그리기 검사는 경미한 인지기능장애 환자에서는 임상적 유용성이 크게 떨어진다고 볼 수 있다.

치매 환자의 선별검사는 인지기능 검사를 수행하는 데 시간적 제한이 있게 마련이다. 외래나 치매센터 등에서 많은 인원을 대상으

로 정밀한 신경심리검사를 시행할 대상을 선별하기 위해 행해지는 경우가 많기 때문이다. 따라서 빠른 시간 안에 수행할 수 있으면서 특별한 도구나 교육을 필요로 하지 않고 손쉽게 적용 가능할 때 선별검사로써의 가치가 높다고 할 수 있다. 이런 점에서 K-MMSE와 시계그리기는 두 가지 검사 모두 선별검사로써 유용한 도구라 할 수 있다. 또한 각각의 검사가 가지고 있는 검사상의 한계점들을 고려하면 두 가지 검사를 동시에 사용한다면 치매선별검사로써의 유용성을 향상시킬 것으로 기대하였다. 비록 기존의 국내 연구자들이 시계그리기 검사의 여러 임상 활용성에 대한 연구를 수행하였으나 본 연구와 같이 두 가지 선별검사(K-MMSE와 시계그리기 검사)를 함께 분석하지 않았고, 두 가지 선별검사를 함께 분석한 외국의 문헌들은 한글판 MMSE 및 한국인의 경우에 언어와 문화, 사회적 배경 등에 영향을 받을 수 있다는 점을 고려하여 본 연구를 수행하였다 [5-8, 13, 14].

본 연구에서 저자들은 K-MMSE와 시계그리기의 동시 수행이 K-MMSE에 비해 더 우수하다는 것을 확인하지 못하였다. 그러나 본 연구는 대상자가 총 91명으로 검사의 유용성을 판단하기에는 그 수가 적어서 통계적 정확성이 떨어질 수 있으며, 특히 경도인지장애 환자의 수가 적고 나이와 학력 등을 세분화하여 분석하지 못한 한계점이 있다. 대상자 중 대조군은 인지기능 검사상 정상으로 판정된 환자들이지만 신경과에 내원한 환자들이 대상이 되었으므로 주관적 기억 장애(subjective memory impairment) 환자들이 다수 포함되었을 것으로 생각된다. 비록 단기 횡단 연구 시에 주관적인 기억 문제의 호소가 객관적인 인지 기능과는 유의한 관련성을 보이지 않는다는 연구결과들이 보고되고 있으나 이러한 환자들이 검사결과에 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다[15, 16]. 또 시계그리기에서 다양한 검사법 중 두 가지 방법만을 사용한 것도 본 연구의 한계일 수 있으나 국내 Lee 등[13]의 보고에 의하면 많이 활용되는 4가지 검사 간 비슷한 타당도를 나타내었을 뿐만 아니라 그중 Rouleau 채점 방식이 타당도뿐 아니라 채점자 간 및 채점자 내 신뢰도가 가장 높은 것으로 보고되었고, CDT-CERAD 채점 방식은 가장 간편하고 짧게 수행이 가능하므로 이 두 가지 검사만으로도 충분한 연구목표 달성이 가능했다고 생각된다. 그 외 병원에서 숙련된 심리사와 신경과 전문의에 의해 검사가 진행되고 분석되었으므로, 실제 타과 외래나 병원 외부에서 비전문가에 의해 수행되었을 때의 검사 유용성을 확인하지 못한 측면이 있다. 이러한 한계점들은 본 예비연구를 바탕으로 향후 좀 더 많은 환자에서 그리고 병원 및 병원 외부에서 대규모 연구를 수행함으로써 보다 효율적인 치매 선별검사기법을 발견할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Ferri CP, Prince M, Brayne C, Brodaty H, Fratiglioni L, Ganguli M, *et al.* *Alzheimer's disease internationa: global prevalence of dementia: a Delphi consensus study.* *Lancet* 2005; 366: 2112-7.
2. Heo JH, Kim HS, Bae-HJ, Lee K, Bae MH, Lee JB. *Trend in treatment of dementia by benefit cost status based on health insurance review & assessment service (HIRA)'s data from 2003 to 2007.* *Dementia and Neurocognitive Disorders* 2010; 9: 135-9.
3. Mitchell AJ. *A meta-analysis of the accuracy of the mini-mental state examination in the detection of dementia and mild cognitive impairment.* *J Psychiatr Res* 2009; 43: 411-31.
4. Oh E, Kang YW, Shin JH, Yeon BK. *A validity study of K-MMSE as a screening test for dementia: comparison against a comprehensive neuropsychological evaluation.* *Dementia and Neurocognitive Disorders* 2010; 9: 8-12.
5. Shulman KI. *Clock-drawing: is it the ideal cognitive screening test?* *Int J Geriatr Psychiatry* 2000; 15: 548-61.
6. Cacho J, Benito-Leon J, Garcia-Garcia R, Fernandez-Calvo B, Vicente-Villardón JL, Mitchell AJ. *Does the combination of the MMSE and Clock Drawing Test (Mini-clock) improve the detection of mild Alzheimer's disease and mild cognitive impairment?* *J Alzheimers Dis* 2010; 22: 889-96.
7. Heinik J, Solomesh I, Bleich A, Berkman P. *Are the clock-drawing test and the MMSE combined interchangeable with CAMCOG as a dementia evaluation instrument in a specialized outpatient setting?* *J Geriatr Psychiatry Neurol* 2003; 16: 74-9.
8. Aprahamian I, Martinelli JE, Neri AL, Yassuda MS. *The accuracy of the Clock Drawing Test compared to that of standard screening tests for Alzheimer's disease: results from a study of Brazilian elderly with heterogeneous educational backgrounds.* *Int Psychogeriatr* 2010; 22: 64-71.
9. McKhann G, Drachman D, Folstein M, Katzman R, Price D, Stadlan EM. *Clinical diagnosis of Alzheimer's disease: report of the NINCDS-ADRDA work group under the auspices of department of health and human services task force on Alzheimer's disease.* *Neurology* 1984; 34: 939-44.
10. Petersen RC, Smith GE, Waring SC, Ivnik RJ, Kokmen E, Tangelos EG. *Aging, memory, and mild cognitive impairment.* *Int Psychogeriatr* 1997; 9: 65-9.
11. Rouleau I, Salmon DP, Butters N. *Longitudinal analysis of clock drawing in Alzheimer's disease patients.* *Brain Cogn* 1996; 31: 17-34.
12. Lee JH, Lee KU, Lee DY. *Development of the Korean version of the consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease (CERAD) Assessment Packet (CERAD-K): clinical and neuropsychological assessment batteries.* *J Gerontol Psychol Sci* 2002; 57: 47-53.
13. Lee KS, Cheong HK, Oh BH, Hong CH, Lee DW. *Reliability and validity of four scoring methods of clock drawing test for screening dementia and mild cognitive impairment.* *Dementia and Neurocognitive Disorders* 2009; 8: 53-60.
14. Kim BY, Kim HJ, Baek MJ, Kim SY. *Preliminary study for expanding the clinical utility of clock drawing test: Alzheimer's disease vs subcortical vascular dementia.* *Dementia and Neurocognitive Disorders* 2009; 7: 39-46.
15. Jungwirth S, Fischer P, Weissgram S, Kirchmeyr W, Bauer P, Tragl KH. *Subjective memory complaints and objective memory impairment in the Vienna-Transdanube aging community.* *J Am Geriatr Soc* 2005; 52: 263-8.
16. Chin J, Oh KJ, Seo SW, Shin HY, Na DL. *The characteristics and subtypes of subjective memory impairment in older adults.* *Dementia and Neurocognitive Disorders* 2010; 9: 115-21.