

이야기회상 검사의 신경학적 타당성 연구*

박 혜 연

최 진 영[†]

김 상 은

서울대학교 심리학과

서울대학교 의과대학 핵의학교실,
분당서울대학교병원 핵의학과

이야기 회상 검사는 일상적인 기억 기능과 가장 유사한 기억 기능을 측정하는 신경심리평가 도구이다. 그러나 이야기 회상 검사가 언어 기억 관련 뇌 영역들의 기저 상태를 반영하는 지는 아직 확인되지 않았으며, 관련 선행 연구들은 주로 이야기 회상 검사의 양적 평가 결과만 사용했다는 점에서 한계가 있다. 이야기 회상 검사들은 주로 단어와 어절 단위의 양적 평가 방식을 사용하는데, 피검자의 언어 기억 처리의 본질적인 특성을 파악하기 위해서는 주제 단위의 질적 평가 방식이 유용할 수 있다. 본 연구는 양적 평가 방식과 질적 평가 방식을 통합한 노인용 이야기 회상 검사(SRT)가 어떤 뇌 영역들의 기저 상태를 반영하는지를 탐색함으로써, 이 검사의 신경학적 타당성을 확인하는 동시에 이야기 회상 검사의 질적 평가 방식의 필요성을 확인하고자 했다. 이를 위해 정상 여성 노인 45명의 SRT 측정치들과 안정기의 대뇌 영역별 당대사율 간의 상관관계를 탐색했다. 안정 상태에서 양전자방출촬영 기법(FDG-PET)을 실시하여 대뇌 영역별 안정기 당대사율을 산출했고, SRT 측정치들과의 상관관계를 부피소 수준에서 분석했다. 분석 결과, SRT 측정치들은 언어 기능, 언어적 작업기억 및 언어 기억에 관여하는 것으로 알려진 좌측 복외측 전전두엽과 좌/우측 전운동 영역의 기저 당대사율과 정적 상관관계인 것이 확인되었으며($p < .001$, uncorrected, $k = 50$), 특히 주제 단위 점수들은 이야기 단위 점수들에 비해 언어 기능 및 언어 기억과 관련된 전두엽의 기저 당대사율을 더욱 잘 반영하는 것으로 나타났다. 본 연구 결과는 SRT가 정상 노인에게 있어서 이야기 회상 관련 뇌 영역의 기저 상태를 반영하는 검사임을 보여주며, 이 검사가 인지 노화 및 병리적 노화의 진단 평가에 유용하다는 선행 연구 결과들을 신경과학적으로 지지한다. 또한 SRT의 질적 평가 결과인 주제 단위 점수가 언어 처리 및 언어 기억의 핵심 뇌 영역의 기저 신경 기능을 반영함을 제시함으로써 이야기 회상 검사의 질적 평가 방식의 임상적 필요성에 대해 제언한다.

주요어 : 복외측 전전두엽, 전운동 영역, 노인용 이야기회상 검사, 인지노화, 안정기 뇌 영역별 당대사율

* 이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원인 한국연구재단의 기초연구 사업 지원(2012R1A1A 3013137)과 서울대학교 심리과학연구소의 지원을 받아 수행됨.

[†] 교신저자(Corresponding Author) : 최진영 / 서울대학교 심리학과 / 서울시 관악구 관악로 599
Tel : 02-880-6432 / Fax : 02-877-6428 / E-mail : jychee@snu.ac.kr

이야기 회상 검사는 일상적인 기억 기능과 가장 유사한 기억 기능을 측정하며(Lezak, Howieson, & Loring, 2004), 정상노화와 병리적인 노화를 잘 변별하는 신경심리 평가 방법으로 알려졌다(Storandt, Botwinick, Danziger, Berg, & Hyghes, 1984; Baek, Kim, Ryu, Lee, Han, & Na et al, 2011). 이야기를 회상한다는 것은 단어들과 문장들을 이해하고 조직화해야한다는 점에서 단어 목록을 회상해내는 것과 다르다(Kintsch, 1994). 이야기 정보의 입력, 저장, 인출을 위해서는 텍스트에 대한 구문처리 및 깊이 있는 수준의 어의처리가 필요하며, 이와 동시에 언어적 작업기억 기능이 보다 적극적으로 동원되어야 한다. 이러한 점에서 이야기 회상은 단어 목록 회상에 비해 고위 언어 기능, 관리 기능 등의 인지 기능이 더욱 요구되는 기억 과제라고 할 수 있다. 그러나 이야기 회상 검사들이 실제로 고위 언어 기능이나 관리 기능을 담당하는 뇌 영역의 기저 상태를 반영하는 지는 아직 명확히 확인되지 않았다.

이야기 회상 검사를 수행하는 중에 대뇌의 어느 영역들이 활성화되는 지를 탐색한 기능적 뇌 영상 연구(정상노인을 대상으로 양전자 방출촬영 기법 사용)에서는 이야기 회상 시 하측 전전두엽, 전측 하측두엽, 전측 대상회, 시상 등의 뇌 영역에서의 신경활성화가 나타나는 것이 관찰되었다(Andreasen, O'Leary, Arndt, Cizadlo, Rezai, & Watkins, 1995). 그러나 이야기 회상과 대뇌 기저 신경 기능 간의 상관관계를 탐색한 연구에서는 상기 기능적 뇌 영상 연구와 다른 결과가 나타났다. 즉 알츠하이머성 치매 초기 환자들을 대상으로 이야기 회상 검사가 대뇌 어느 영역의 안정기 당대사율을 반영하는 지를 탐색한 FDG-PET(F-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography;

FDG를 사용하는 양전자방출촬영 기법) 연구 결과, 이야기 회상 검사 점수들과 내측 측두엽, 시상, 전측 대상회, 후측 대상회의 당대사율 간의 상관관계만 보고되었고, 언어 처리 및 언어적 작업기억에 관여하는 하측 전전두엽 영역과의 상관관계가 나타나지 않았다(Desgranges, Baron, Sayette, Petit-Taboué, Benali, & Landeau et al, 1998). 이러한 두 선행 연구 결과들의 차이는 서로 다른 연구대상에게 실시되었다는 점에서 기인할 것일 수 있으나, 한편으로는 Desgranges 등(1998)의 FDG-PET 연구에서 이야기 회상과 대뇌 기저 당대사율 간의 관계를 탐색함에 있어서 이야기 회상 검사의 단어 및 어절 단위의 양적 분석 결과만 사용하고 질적 분석 결과는 사용하지 않았다는 점에 주목할 필요가 있다. 이야기 회상의 인지적 특성을 고려하면, 개별 단어와 어절의 회상 여부를 양적으로 평가하는 것만으로는 이야기 회상 검사 수행의 신경학적 기저 상관관계를 탐색하기 어렵고, 회상의 질을 반영하는 측정치를 함께 사용하는 것이 효과적일 수 있기 때문이다.

이야기 회상 검사의 평가 방식은 이야기를 단어 및 어절 단위로 구분하여 단위별 재생 여부를 채점하는 것이 일반적이다. 그러나 양적인 평가 방식은 피검자가 단어와 어절들의 의미를 논리적으로 연결시켜서 전체적인 주제를 잘 파악하고 있는지에 대한 회상의 질적인 면을 충분히 반영하지는 못하므로, 별도의 질적 평가가 필요하다. 이를 위해 일부 이야기 회상 검사에서는 피검자의 수행에 대해 이야기 단위의 양적 평가와 함께 주제 단위의 질적 평가를 실시한다. 여기서 주제 단위란 이야기의 논리적 흐름 상 가장 중요한 의미를 지닌 주제 내용으로, 일반적인 의미 정보에

대한 회상 능력을 측정하기 위한 것이다 (Wechsler, 1997; 최진영, 2007). 즉 이야기 단위 점수가 이야기에 포함된 특정 단어와 문장을 잘 기억하고 있는지를 반영하는 측정치라면, 주제 단위 점수는 이야기의 주제의 논리적 흐름과 맥락을 적절히 파악하고 있는지에 대한 회상의 질을 평가하는 측정치이다. 이야기 회상 검사의 주제 단위 평가 방식은 검사 수행에 대한 질적 분석을 시도한다는 점에서, 신경심리평가적 접근방법들 중 보스턴 과정 접근(Boston Process Approach)을 따른다. 보스턴 과정 접근은 임상적 평가도구에 의해 측정된 행동에 대해 그 질적 본질을 이해하는 것에 초점을 맞춘 접근 방법이다(Milberg, Hebben, & Kaplan, 1996). 신경심리평가 결과에 대한 질적 분석은 대뇌 손상으로 인한 인지행동적 결과를 평가하고 대뇌 손상 여부 및 손상 영역을 탐지하는 데에 유용하며, 때로는 양적 자료가 반영하지 못하는 대뇌 손상 결과를 반영한다 (Milberg et al, 1996).

이야기 회상 검사에 대한 주제 단위의 질적 분석 결과는 언어적 일화기억 저하의 병리적 현상에 대한 진단적 평가에 도움이 되는 것으로 보인다. Hudon, Belleville와 Souchay(2006)는 이야기 회상을 이야기를 구성하는 상세 정보(detail information)에 대한 기억과 이야기의 핵심적 주제 정보(gist information)에 대한 기억으로 구분하여 평가한 결과, 알츠하이머성 치매 초기 환자와 경도인지장애 환자들은 정상인에 비해 상세 정보와 주제 정보의 기억이 모두 저하되어 있음을 확인했으며, 특히 즉각 회상에서 지연 회상으로 넘어가는 동안에 주제 정보가 상세 정보에 비해 더욱 손실되는 양상을 발견했다. 즉 이야기 회상에 대한 주제 단위 평가 결과는 정상 노화와 병리적 노화를 변별

하는 중요한 변수이며, 피검자의 언어적 일화 기억에 대한 중요한 질적 정보를 제공할 수 있다. 그러나 주제 단위의 질적 평가 방식이 포함된 이야기 회상 검사에 대한 신경학적 타당성은 본 연구진이 아는 한 아직 확인된 바 없다.

본 연구에서는 이야기 회상 검사 수행과 관련된 뇌의 기저 특성을 탐색하고, 이야기 회상 검사의 주제 단위 평가 방식에 대한 신경심리학적 필요성을 확인하고자 했다. 이를 위해서 양적 평가 방식과 질적 평가 방식을 통합하여 개발된 노인용 이야기회상 검사(Story Recall Test; SRT, 최진영, 2007)를 사용하여, 양적 측정치(이야기 단위 점수), 질적 측정치(주제 단위 점수) 및 두 측정치의 합(총점)과 안정기 대뇌 영역별 당대사율 간의 상관관계를 탐색했다. 뇌는 포도당 대사를 통해 신경 활동을 유지하므로, 특정한 인지 과제를 수행하지 않는 안정 상태의 대뇌 영역별 포도당 대사율은 해당 뇌 영역의 신경 세포의 밀도, 시냅스 연결성 및 기본적인 활동의 정도를 나타내는 지표가 된다(Morcom & Fletcher, 2004; Alavi, Dann, Chawluk, Alavi, Kushner, & Reivich, 1986). 특히 대뇌의 당 대사는 뇌 인지 기능 중에서도 기억 기능에 중요한 영향을 미치며 (Hoyer, 2003) 대뇌 영역별 당 대사율은 기억 기능 저하에 민감한 지표이다(Fazio et al, 1992). 본 연구는 이야기 회상 검사 수행과 관련된 피험자들의 기저 뇌 기능을 탐색하고자 했으며, 이를 위해 FDG-PET을 사용하여 이야기 회상 검사의 뇌 대사적 상관관계(cerebral metabolic correlates)를 밝히고자 했다. FDG-PET 기법은 특정 인지과제를 수행하지 않는 안정 상태의 피검자에게 포도당 유사물질인 F-18 fluorodeoxyglucose(FDG)의 주사를 통해 PET 영

상을 획득한 후 대뇌 영역별 포도당 대사율을 산출하는 뇌 영상 기법이다. 따라서 기능적 뇌 영상 기법이 특정 인지 과제를 수행하는 동안 그로 인해 일어나는 뇌 활성화(task-related neuronal activity) 양상을 측정한다면, FDG-PET은 개인의 뇌 영역별 기저 신경 활동을 측정하는 기법이라고 할 수 있다.

방 법

연구 대상

본 연구는 서울대학교 심리학과 임상신경과 학연구실에서 실시했던 서울 및 경기도의 지역사회 노인을 대상으로 한 인지노화 중단연구의 일부이다. 인지노화 중단연구는 정상노화 과정에서 일어나는 인지노화의 특성 및 인지노화에 미치는 스트레스의 영향을 탐색하기 위해 2004년부터 2008년까지 매년 실시되었으며, 5년 간 서울 지역 종교 기관에서 운영하는 노인 대학의 등록자 총 214명이 1회 이상 연구에 참여했다. 본 연구에서는 총 참여자 214명 중 2004년과 2008년에 연구에 참여하여 5년 간 병리적 노화가 일어나지 않았음을 확인할 수 있는 참여자들을 대상으로 했으며, 그 중에서도 이야기회상 검사의 수행에 성별이 통계적으로 유의한 영향을 미친다는 선행 연구 결과(안효정, 최진영, 2004)에 따라 여성 노인만을 대상으로 했다. 즉 본 연구의 연구 대상은 2004년부터 2008년까지 양전자방출촬영 결과에서 대뇌의 당대사에 병리적 이상 소견이 없고 한국판 치매평가 검사(Korean-Dementia Rating Scale; K-DRS, 최진영, 1998) 및 개별 인터뷰 결과 인지 기능이 정상으로 판단

되는 오른손잡이 여성 노인 45명이었다. 정상 노인에 대한 배제 및 선정에 대해서는 인터뷰를 포함한 신경심리평가 결과와 행동관찰을 토대로 임상심리전문가 3인이 논의하여 결정했고, PET 영상 판독 상 이상 소견 확인을 위해서 분당서울대학교 병원 핵의학과 영상판독의의 자문을 받았다.

정상 노인을 선별하기 위한 배제 조건은 다음과 같다: 1) 검사 당시 치매를 포함한 신경과적 병력이나 주요 정신장애의 병력이 있는 자, 2) 두부 외상이나 뇌수술과 같은 신경 외과적 병력이 있는 자, 3) 약물로 조절이 안 되는 심한 당뇨와 고혈압 병력이 있는 자, 4) 안경이나 보청기와 같은 보조기 사용으로도 검사 실시가 불가능할 정도의 심한 감각 기능 손상이 있는 자, 5) 검사 시에 파킨슨씨병, 뇌혈관 질환, 뇌졸중, 뇌종양 등의 신경과적 문제나 정신과적 문제가 확인된 자, 6) 대뇌 PET 영상에서 문제가 확인된 자, 7) 검사 후 1년 이내에 신경학적 문제가 발생한 자, 8) K-DRS를 실시한 결과 동일 학력과 연령대에서 5%ile 이하의 수행을 한 자. 최종 분석 표본의 인구통계학적 특징은 표 1에 제시되어 있다. 본

표 1. 연구 참여자의 인구 통계학적 정보(N=45)

| 변인 | 명(%) | M (SD) |
|----------|------------|--------------|
| 연령 | | 68.76 (4.69) |
| 60 - 69세 | 12 (26.67) | |
| 70 - 79세 | 29 (64.44) | |
| 80세 이상 | 4 (8.89) | |
| 교육 | | 9.84 (3.98) |
| 1-6년 | 13 (28.89) | |
| 7-12년 | 23 (51.11) | |
| 13년 이상 | 9 (20) | |

연구는 서울대학교 생명윤리심의 위원회의 심의를 거쳐 수행되었으며, 모든 참여자는 연구 참여에 앞서 연구에 대한 연구자의 설명을 듣고 서면 동의서를 통해 참여를 허락하였다.

측정도구

신경심리검사

노인용 이야기회상 검사 (Story Recall Test; SRT, 최진영, 2007). 한국 노인들의 이야기 회상 능력을 측정하기 위해 한국의 문화적, 언어적 특성과 한국 노인들의 인구통계학적 특성을 고려하여 개발된 기억검사로, 노인 기억장애 검사(Elderly Memory disorder Scale; EMS, 최진영, 2007)에 포함되어 있다. 웨슬러 기억 검사 3판(Wechsler Memory Scales-III; WMS-III, Wechsler, 1997)의 논리적 기억 검사(logical memory)의 틀을 유지하여 만들어졌으며, 유괴 사건을 주제로 전개되는 이야기를 듣고 기억하여 말 하도록 하는 과제들로 이루어져 있다. 검사 시행은 이야기를 들은 후 바로 회상하게 하는 즉각회상 과제, 20 ~ 30분 후 실시하는 지연회상 과제, 이야기에 관한 10개의 질문으로 이루어진 재인 과제로 구성된다. 즉각회상 과제와 지연회상 과제에서 각각 이야기 단위 점수 24점과 주제 단위 점수 6점이 계산되며, 두 점수의 합산 점수가 총점으로 계산된다.

이야기 단위는 전체 이야기를 의미 있는 어절을 기준으로 나눈 것이며, 주제 단위는 이야기의 논리적 흐름 상 가장 중요한 의미를 지닌 주제 내용의 단위이다. 선행 연구에서 SRT는 즉각회상 총점과 지연회상 총점이 각각 한국판 치매평가 검사(Korean-Dementia Rating Scale; K-DRS, 최진영, 1998)의 총점(즉각회상 총점: $r = .32, p < .001$; 지연회상 총점: $r = .30, p < .001$) 및 기억 소검사 점수(즉각회상 총점: $r = .32, p < .001$; 자유회상 총점: $r = .33, p < .001$)와 유의미한 상관을 보였고, K-DRS 구성 소검사 점수와는 상관관계가 유의하지 않은 것으로 나타나 구성타당도 및 변별타당도가 확인되었다(안효정, 최진영, 2004). 또한 정상 집단과 치매 환자의 수행 비교에서도 유의미한 차이를 보여 타당도가 확인되었으며(Baek et al, 2011), 7-10주 간격으로 실시한 검사-재검사 신뢰도는 즉각회상 총점과 지연회상 총점이 각각 $r = .80, r = .78(p < .001)$ 로 보고되었다(최진영, 2007). 본 연구에서는 SRT의 즉각회상 및 지연회상 과제의 이야기 단위 점수, 주제 단위 점수, 총점과 함께 재인 과제의 재인점수에 대해 분석하는 등, 주제 단위라는 질적 측정치를 포함하였다. 표 2에 연구 참가자들의 이야기 검사 수행 원점수들의 평균과 표준편차가 제시되어 있다.

표 2. 연구 참가자들의 이야기 회상 검사 수행 원점수

| | 즉각회상과제 | | | 지연회상 과제 | | | 재인과제 |
|------|-------------|------------|-------|-------------|------------|-------|------|
| | 이야기단위 점수 | 주제단위 점수 | 총점 | 이야기단위 점수 | 주제단위 점수 | 총점 | 총점 |
| 평균 | 12.46 | 4.27 | 16.72 | 11.61 | 4.00 | 15.61 | 8.20 |
| 표준편차 | 4.64 | 1.30 | 5.73 | 4.66 | 1.48 | 5.90 | 1.53 |

한국판 치매평가 검사(Korean-Dementia Rating Scale; K-DRS, 최진영, 1998). 정상노인을 선별하기 위한 인지기능 평가도구로 한국판 치매평가 검사가 사용되었다. K-DRS는 DRS(Mattis, 1988)를 국내 사정에 맞게 수정하여 표준화한 치매 평가도구이다. 이 검사는 만 55세 이상 성인의 인지기능을 평가하는 데에 타당하고 신뢰로운 검사로서 주의, 관리, 개념화, 구성, 기억 소검사로 구성되어 있어 비교적 다양한 인지기능을 평가한다(최진영, 1998). K-DRS는 주의 37점, 관리기능 37점, 구성 6점, 개념화 39점, 기억 25점을 만점으로 하며 총점은 144점 만점이다. K-DRS는 한국판 간이정신상태검사(Mini-Mental State Examination-Korean; 권용철, 박종한, 1989)와 유의미한 상관을 보이고($r = .82, p < .01$), 정상 집단과 치매 환자의 수행 비교에서도 유의미한 차이를 보여 타당도가 확인되었으며(최진영, 나덕렬, 박선희, 박은희, 1998), 또한 구조적 뇌자 기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI) 연구를 통해 신경과학적 타당도도 확인되었다(Chey, Na, Tae, Ryoo, & Hong, 2006). 한편 2주간격으로 실시한 검사-재검사 신뢰도는 $r = .96(p < .001)$ 이었으며, 3명의 검사자를 통해 확인한 채점자 간 신뢰도는 $r = .99(p < .001)$ 로 보고되었다. 본 연구에 참여한 노인들의 총점의 범위는 118-142점이었고 총점 평균은 133.60 ± 6.43 점이었다.

뇌 영상 촬영 기법

양전자단층촬영(Positron Emission Tomography; PET). 양전자단층촬영은 분당 서울대학교 병원에서 이루어졌으며, Phillips Allegro PET 스캐너(Phillips Medical System, Cleveland, OH)를 사용했다. 스캐너의 내인성 분해능(intrinsic

resolution)은 5.2 mm FWHM(full width at half maximum; 반값전폭)이며, 뇌 영상은 2 mm 두께의 연속적인 평면 90개로 획득되었다. 방사선 동위원소 F-18이 표지된 포도당 유사물질인 F-18 fluorodeoxyglucose(FDG)의 주사를 통해 뇌 영상이 획득되었다. 6시간 이상을 금식한 피검자들에게 FDG 4.8 MBq/Kg를 정맥 주사했고, 주사 후 40분 간 조명이 어둡고 조용한 안정실에서 눈을 감고 안정 상태를 취하게 했다. 40분 후 감쇠(attenuation) 보정을 위해 Ge-68 rod source를 이용하여 5분간 투과(transmission) 스캔을 실시했고, 이후 10분 간 방출(emission) 스캔을 실시하여 3차원 영상을 획득했다. 투과 영상을 이용하여 방출 영상을 감쇠보정한 후, 3D Row-Action Maximum-Likelihood Algorithm(RAMLA)을 사용하여 화소 크기 $2 \times 2 \times 2$ mm이고 영상 매트릭스 크기가 $128 \times 128 \times 90$ 인 뇌 영상으로 재구성했다.

분석

뇌 영상 분석

뇌 영상 자료는 MATLAB 7.1(The MathWorks, Inc, Natick, MA, USA)를 기반으로 SPM2(Statistical Parametric Mapping; Wellcome Trust Centre for Neuroimaging, Institute of Neurology, University College London, London, UK)를 통해 분석했다. 피검자 간 뇌의 해부학적 편차를 통제하기 위해 모든 뇌 영상 자료를 MNI 표준 좌표(Montreal Neurological Institute, McGill University, Montreal, Canada) 위에 공간 정규화(spatial normalization) 하였다. 신호 대 잡음비(signal to noise)를 높이고 해부학적 개인차를 최소화하기 위해 공간 정규화된

뇌 영상을 12mm FWHM 가우시안 커널 (Gaussian Kernel)을 사용하여 편평화(smoothing)했다. 또한 각 부피소(voxel)의 대사량을 회백질의 평균 포도당 대사량으로 나누어 (proportional scaling) 개인 간 뇌 대사량의 절대적 차이를 제거했고, 최소 자승법에 의해 선형 모형에 맞추어 각 부피소의 포도당 대사량을 구했다.

SRT 점수들과 뇌 국소 당대사율 간의 관계를 탐색하기 위해, 연령과 교육을 통제한 상태에서 화소 수준의 SPM 상관분석을 실시했다($p < .001$, uncorrected; extent threshold $k > 50$). SRT의 표준화 연구 결과에서 이야기회상 검사의 수행에 성별, 교육, 연령이 통계적으로 유의한 영향을 미친다고 보고되어(안효정, 최진영, 2004), 교육과 연령 효과를 통제한 후 분석했다. 상관분석 시 이야기회상 점수로는 즉각회상 과제와 지연회상 과제 각각의 이야기단위 점수, 주제단위 점수, 총점이 사용되었고, 재인과제의 재인점수도 사용되었다.

상관분석 결과에서 유의하게 나타난 국소 관심 영역을 선택하여, 상관분석 결과 중 가능한 오류를 수정하기 위한 이차분석(small volume correction; SVC)을 실시했다. 이차분석 시 선택한 관심 영역은 상관분석 결과 유의하게 나타난 영역들 중 상전두회(superior frontal gyrus), 중심전회(precentral gyrus), 하전두회

(inferior frontal gyrus)의 일부 영역들이었다. 이차분석을 위한 관심영역은, 상기 영역 중에서 상관분석 결과 t 값이 최대치인 좌표를 중심으로 10mm 구 형태의 영역으로 설정했다.

결 과

노인용 이야기회상 검사(SRT) 점수들과 안정기 대뇌 영역별 당대사율 간의 상관분석을 실시한 결과, 예상했던 바와 같이 SRT 점수들은 전두엽의 일부 영역(좌측 하전두회, 우측 상전두회, 좌/우측 중심전회 등)의 당대사율과 정적 상관관계가 유의한 것으로 나타났고, 특히 주제 단위 점수들은 좌측 하전두회를 포함한 좌측 전두엽의 기저 당대사율을 잘 반영하는 것으로 나타났다. SRT의 점수별 상관분석 결과는 다음과 같다.

이야기 단위 점수

즉각회상 과제와 지연회상 과제의 이야기 단위 점수들을 대뇌 당대사율과 상관분석한 결과, 지연회상 과제 이야기 단위 점수는 좌측 하전두회(inferior frontal gyrus; $x = -54$, $y = 20$, $z = 6$; t value = 4.3)의 당대사율과 유의한 정적 상관관계인 것으로 나타났으며, $r =$

표 3. 노인용 이야기회상 검사 중 이야기 단위 점수와 유의한 정적 상관을 보이는 영역

| Region | BA | Coordinates* x, y, z | t value | SVC corrected -P value | k |
|------------------------------|----|-------------------------|---------|---------------------------|----|
| 지연회상 과제 | | | | | |
| Inferior frontal gyrus, left | 45 | -54, 20, 6 | 4.3 | 0.004 | 56 |

BA: Brodmann's area, *Montreal Neurological Institute coordinate, SVC: small volume correction, k: number of voxels

.56, $p < .001$ (표 3; 그림 1), 즉각회상 과제의 이야기 단위 점수는 지정된 역치 내에서 대뇌 영역별 당대사율과 유의한 상관관계가 나타나지 않았다.

주제 단위 점수

즉각회상 과제와 지연회상 과제의 주제 단위 점수들을 대뇌 당대사율과 상관 분석한 결과, 주제 단위 점수들은 모두 전두엽 중 일부 영역의 기저 당대사율과 유의한 정적 상관관계인 것으로 나타났다(표 4). 즉 즉각회상 과제의 주제 단위 점수는 우측 중심전회(precentral gyrus; $x = 28, y = -16, z = 76$; t value = 4.40; $r = .57, p < .001$), 좌측 하전두회(inferior frontal gyrus; $x = -54, y = 22, z = 4$; t value = 4.11; $r = .54, p < .001$), 좌측 중심전회(precentral gyrus; $x = -52, y = -4, z = 50$; t value = 4.08; $r = .54, p < .001$)의 당대사율과 유의한 정적 상관관계인 것으로 나타났으며(그림 1), 이는 이차적으로 실시한 국소

영역에 대한 FDR(false discovery rate) 교정 분석 결과에서도 통계적으로 유의했다($P_{FDR-corr} < .05$). 또한 지연회상 과제의 주제 단위 점수는 좌측 중심전회(precentral gyrus; $x = -56, y = -2, z = 46$; t value = 4.14; $r = .54, p < .001$), 좌측 하전두회(inferior frontal gyrus; $x = -54, y = 20, z = 2$; t value = 4.06; $r = .53, p < .001$), 우측 상전두회(superior frontal gyrus; $x = 24, y = -10, z = 78$; t value = 3.97; $r = .53, p < .001$)의 당대사율과 유의한 정적 상관관계인 것으로 나타났다(그림 2). 상기 결과들 역시 모두 국소 영역에 대한 FDR(false discovery rate) 교정 분석 결과에서도 통계적으로 유의했다($P_{FDR-corr} < .05$).

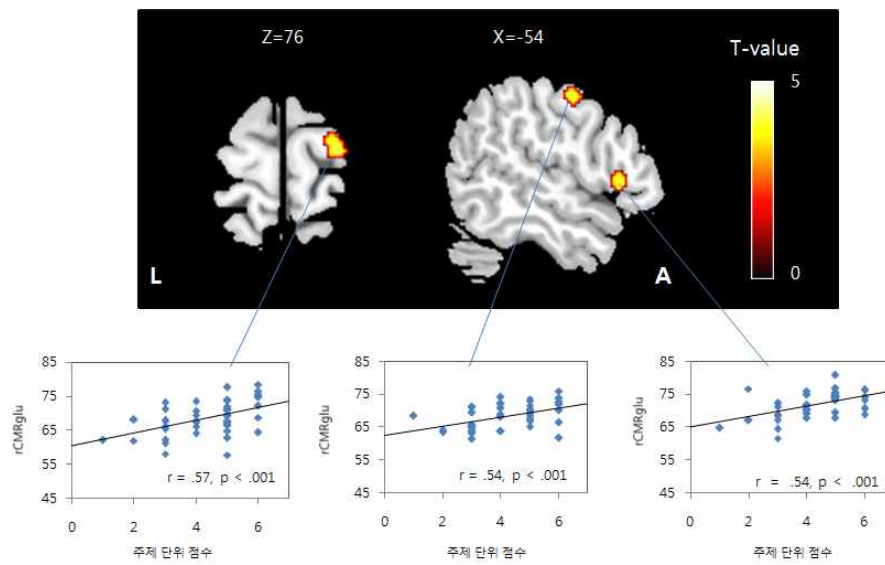
총점

즉각회상 과제와 지연회상 과제의 총점들을 대뇌 당대사율과 상관 분석한 결과, 지연회상 과제 총점과 좌측 하전두회(inferior frontal gyrus; $x = -54, y = 20, z = 4$; t value =

표 4. 노인용 이야기회상 검사의 주제 단위 점수와 유의한 정적 상관을 보이는 영역

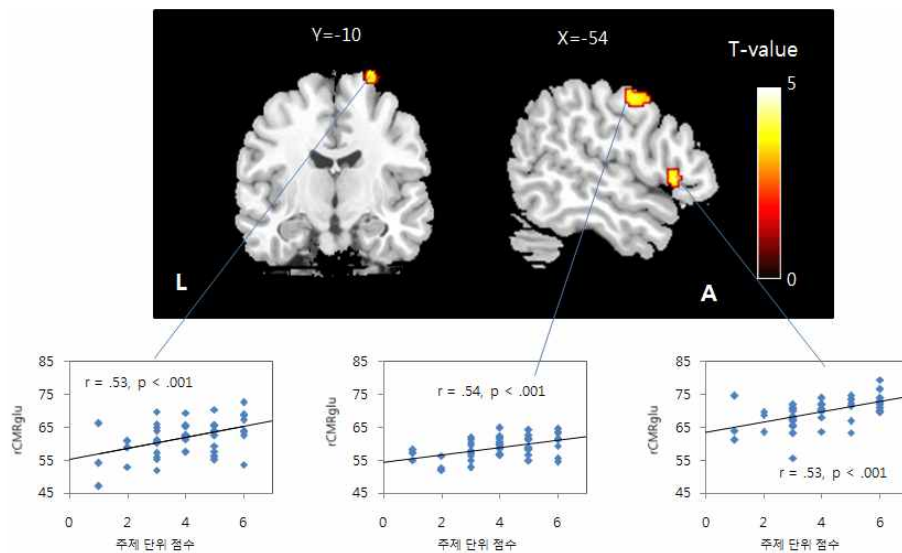
| Region | BA | Coordinates* x, y, z | t value | SVC corrected -P value | k |
|-------------------------------|----|-------------------------|---------|---------------------------|-----|
| 즉각회상 과제 | | | | | |
| Precentral gyrus, right | 6 | 28, -16, 76 | 4.40 | 0.003 | 117 |
| Inferior frontal gyrus, left | 45 | -54, 22, 4 | 4.11 | 0.008 | 54 |
| Middle frontal gyrus, left | 6 | -52, -4, 50 | 4.08 | 0.004 | 124 |
| 지연회상 과제 | | | | | |
| Precentral gyrus, left | 6 | -56, -2, 46 | 4.14 | 0.002 | 183 |
| Inferior frontal gyrus, right | 47 | -54, 20, 2 | 4.06 | 0.008 | 53 |
| Superior frontal gyrus, left | 6 | 24, -10, 78 | 3.97 | 0.004 | 91 |

BA: Brodmann's area, *Montreal Neurological Institute coordinate, SVC: small volume correction, k: number of voxels



노인용 이야기회상 검사 중 즉각회상 과제의 주제단위 점수와 정적 상관관계로 나타난 우측 중심전회 영역($z = 76$ 지점의 수평면), 좌측 중심전회와 좌측 하전두회($x = -54$ 지점의 시상면)(왼쪽부터 차례로). A = anterior; L=left; rCMRglu = regional cerebral glucose metabolic rate

그림 1. 노인용 이야기회상 검사의 즉각회상 과제 주제단위 점수와 유의한 상관을 보이는 영역



노인용 이야기회상 검사 중 지연회상 과제의 주제단위 점수와 정적 상관관계로 나타난 우측 상전두회 영역($y = -10$ 지점의 관상면), 좌측 중심전회, 좌측 하전두회 영역($x = -54$ 지점의 시상면)(왼쪽부터 차례로). A = anterior; L = left; rCMRglu = regional cerebral glucose metabolic rate

그림 2. 노인용 이야기회상 검사의 지연회상 과제 주제 단위 점수와 유의한 정적 상관을 보이는 영역

표 5. 노인용 이야기회상 검사 중 총점과 유의한 정적 상관을 보이는 영역

| Region | BA | Coordinates* x, y, z | t value | SVC corrected -P value | k |
|------------------------------|-------|-------------------------|---------|---------------------------|-----|
| 지연회상 과제 | | | | | |
| Inferior frontal gyrus, left | 45/47 | -54, 20, 4 | 4.39 | 0.003 | 103 |

BA: Brodmann's area, *Montreal Neurological Institute coordinate, SVC: small volume correction, k: number of voxels

4.39)의 당대사율이 유의한 정적 상관관계인 것으로 나타났으며, $r = .56$, $p < .001$, 이 결과는 국소 영역에 대한 FDR(false discovery rate) 교정 분석 결과, 통계적으로 유의했다($p_{\text{FDR-corr}} < 0.05$)(표 5).

논 의

본 연구는 이야기 회상 검사의 안정기 뇌 당대사적 상관관계를 밝히고 질적 평가 방식의 필요성을 확인하고자 하는 목적으로 이루어졌다. 이를 위해 정상 여성 노인을 대상으로 노인용 이야기회상 검사(Story Recall Test; SRT)의 양적, 질적 측정치들과 안정기 뇌 영역별 당대사율에 대한 상관분석을 실시했고, 그 결과 SRT 측정치들이 언어 처리 및 언어 기억의 주요 핵심 영역인 좌측 복외측 전전두엽 및 좌/우측 전운동 영역의 기저 당대사율과 유의한 상관관계임을 확인했다. 특히 질적 측정치인 주제 단위 점수들은 양적 측정치로 간주되는 이야기 단위 점수들에 비해 좌측 복외측 전전두엽을 포함한 좌측 전두엽의 기저 당대사율을 더욱 잘 반영하는 것으로 나타났다.

이야기 회상 측정치들과 유의한 정적 상관관계로 나타난 좌측 하전두회(의 삼각부(inferior frontal gyrus, triangular part; BA 45)는 기능적으

로는 복외측 전전두엽으로 불리는 영역으로, 텍스트의 이해를 위한 구문처리와 언어적 작업 기억에 관여하며 언어 기억의 하향 처리 과정에 개입하여 회상을 인지적으로 조절 및 통제하는 역할을 한다(Rogalsky & Hickok, 2011; Badre & Wagner, 2007). 또한 좌/우측 상전두회, 중전두회, 중심전회는 브로드만 영역 6번에 해당되어 기능적으로 전운동 영역이라 분류되며, 좌측 복외측 전전두엽과 함께 언어적 작업 기억의 중심부로 알려져 있다(Salmon, Van der Linden, Collette, Delfiore, Maquet, Degueldre et al, 1996; Paulesu, Frith, Frackowiak, 1993; Du Boisgucheneuc, Levy, Volle, Seassau, Duffau, Kinkingnehun et al, 2006). 따라서 이들 영역의 안정기 당대사율과 SRT 측정치들 간의 정적 상관관계가 확인된 것은 SRT가 복잡한 언어 처리가 요구되는 언어적 일화기억 기능을 측정하는 데에 적합함을 시사하며, 장노년기 피검자들에 대한 SRT의 신경학적 타당성을 지지한다.

좌측 하전두회를 비롯한 좌측 전두엽 영역은 노인성 우울증, 경도 인지 장애, 알츠하이머성 치매 초기 등의 병리 집단에서 구조적 축소 및 기능 저하가 보고되는 영역이며(Wang, Potter, Krishnan, Dolcos, Smith, & Steffens, 2011), 알츠하이머성 치매의 초기와 전구기 또는 경도 인지 장애환자에서는 전전두

업-관리 기능의 저하 현상이 나타난다(Hanyu, Sato, Takasaki, Akai, & Iwamoto, 2009; Hunt, Haberkorn, Schröder, & Schönknecht, 2011). 따라서 인지노화 및 병리적 노화의 진단 평가 시에는 단어 목록 회상 검사와 같이 단순한 언어 자극을 입력, 저장, 인출하는 기억 검사에 비해 상대적으로 더욱 고위 인지 기능이 개입되는 인지 기능 검사가 피검자의 기억력 저하 특성을 예민하게 선별하는 데에 효과적일 수 있다. 또한 본 연구는 SRT가 좌측 전전두엽 일부 영역의 기저 신경 기능을 반영함을 제시함으로써, 전전두엽 관련 인지 노화 및 병리적 노화에 대한 감별 평가에 대한 SRT의 임상적 유용성의 신경학적 근거가 된다고 할 수 있다.

한편 SRT의 측정치들 중 양적 측정치들에 비해 질적 측정치들이 전두엽 중 더 많은 영역의 안정기 당대사율과 유의한 정적 상관관계를 보인 것은 흥미로운 결과이다. 이는 SRT의 주제 단위 평가 결과가 이야기 단위 평가 결과에 비해 언어 이해 및 언어 기억의 중심적 뇌 영역들의 기저 당대사율을 더 잘 반영함을 보여주며, 이야기 회상 검사에 대한 질적 분석의 필요성을 지지한다. 이야기 회상 검사 수행의 질적 분석이 알츠하이머성 치매나 경도 인지 장애의 진단 평가에 유용한지에 대한 선행 연구가 이루어진 바 있다. Johnson, Storandt와 Balota(2003)은 정상노인과 알츠하이머성 치매 노인들에게 WMS-III의 논리기억 검사를 실시한 후, 명제 분석(propositional analysis)을 사용하여 주제 정보 회상과 상세 정보 회상을 구분하여 채점했다. 그 결과, 정상인에 비해 환자집단은 상세 정보 점수와 주제 정보 점수가 모두 저조했으며 환자집단 내에서 증상의 심각도에 따라서도 점수의 차이가 나타

났다. 그러나 알츠하이머성 치매 초기(CDR = 0.5) 집단과 정상인 집단에 대한 판별 분석 결과에서는 주제 정보 회상 점수가 오히려 집단 판별 확률을 저하시켰다. 이에 대해 Hudson 등(2006)은 논리기억 검사가 어휘, 구문 등의 언어적 특성이나 이야기의 내적 구조(주제, 추론, 일관성 등)가 통제되지 않은 검사이며 노인 인구에 맞게 개발되지 않았다는 이유로, 언어적 특성을 통제된 텍스트를 만들어서 상세 정보 기억과 주제 정보 기억을 분석했다. 그 결과, 경도 인지 장애와 알츠하이머성 치매 환자에게서 두 정보의 기억이 모두 저하되어 있는 것으로 나타났고, 특히 두 집단에서 모두 시간이 지남에 따라 주제 정보 손실이 상세 정보 손실보다 더 많이 심한 것으로 나타났다. 따라서 Hudson 등(2006)은 이야기 회상 수행의 질적 평가 방식이 경도 인지 장애와 알츠하이머성 치매에 대한 진단적 평가에 도움이 된다고 주장했다. 본 연구는 이야기 회상 검사의 질적 평가 방식이 신경학적으로 타당한지를 검토한 최초의 뇌 영상 연구이며, 질적 평가 결과가 언어 처리 및 언어 기억의 핵심 뇌 영역의 기저 신경 기능과 정적 상관관계를 확인하였다. 따라서 본 연구는 이야기 회상에 대한 질적 평가 방식이 정상 노화와 병리적 노화의 진단 평가 시 유용하다는 Hudson 등(2006)의 주장에 대한 신경과학적 근거를 제시하고 있다.

본 연구는 이야기 회상 검사에 대한 신경학적 타당도를 확인하는 데에 국내외 최초로 이야기 회상의 질적 측정치를 사용했으며, 이야기 회상 검사 수행 중 일어나는 뇌 활성화 양상을 탐색한 기능적 뇌 영상 연구가 아닌 안정기 전 뇌 영역의 당대사율과의 상관관계를 탐색한 연구라는 데에 의의가 있다. 이야기

회상은 단어 목록 회상에 비해 고위 언어 기능 및 관리 기능이 더욱 요구되는 기억 기능이나, 선행 연구들에서 이야기 회상 검사와 고위 인지 기능을 담당하는 뇌 영역의 기저 상태 간의 상관관계는 명확히 밝혀지지 않았다. Chey 등(2006)은 정상 노인들의 SRT 점수들(즉각회상 총점, 지연회상 총점, 재인 점수)과 해마, 편도체, 전두엽, 소뇌, 후각뇌피질 영역들의 부피 간 상관관계를 분석하여 SRT 점수들과 해마의 부피 간의 상관관계만 유의했음을 보고했다. 그러나 이 연구에서는 관심 영역으로 지정한 뇌 구조물들 중 고위 인지 기능을 담당하는 전두엽 영역(Goldman-Rakic, Cools, & Srivastava, 1996)이 기능적으로 세분화되어 있지 않았다. 좌측 전전두엽은 언어의 의미적 처리나 재생 또는 언어적 기억에 특화되어 있으므로(Kertesz, 1999; Nolde, Johnson, & Raye, 1998), 전두엽을 세부 기능적 영역으로 구분하지 않으면 이야기 회상 검사와의 상관관계를 확인하는 것이 어렵다. Desgranges 등(1998)은 알츠하이머성 치매 환자들을 대상으로, FDG-PET 뇌 영상 자료와 WMS-III의 논리 기억 검사 결과(즉각회상 과제의 이야기 단위 점수만을 사용함) 간의 관계를 탐색하였고, 그 결과 이야기 회상 점수가 내측 측두엽, 시상, 전측 대상회, 후측 대상회의 안정기 당대사율과 정적 상관관계임을 나타냈다. 그러나 이들의 추후 연구에서 알츠하이머성 치매 집단 내에서도 병의 심각도에 따라 이야기 회상 검사 점수와 기저 당대사율이 정적 상관관계인 뇌 영역이 달라짐이 밝혀져(Desgranges, Baron, Lalevée, Giffard, Viader, & Sayette et al, 2002), 이 연구 결과를 정상인에게 일반화시키는 어렵다. 또한 선행 연구들은 이야기 회상 검사의 신경학적 상관관계를 탐색하는 데에 있어

서 양적인 평가 결과만을 분석하거나 양적 측정치와 질적 측정치를 구분하지 않은 총점을 사용하는 등, 질적인 평가 결과에 대한 분석이 이루어지지 않았다는 문제가 있다. 이에 본 연구는 이야기 회상의 질적 특성을 고려하여 안정기 뇌 신경기능과의 관계를 탐색했으며, 그 결과 SRT의 신경학적 타당도를 확인하고 질적 평가 방식의 필요성을 제시했다는 점에서 임상신경심리학 연구 및 임상 분야에 기여하는 바가 클 것으로 보인다.

그러나 연구 결과를 해석 및 활용할 때에는 다음과 같은 제한점을 고려해야 할 것이다. 첫째, 본 연구는 정상 노인을 대상으로 개발된 노인용 이야기회상 검사를 사용하였고, 연구 대상이 정상 여성 노인에 국한되었다. 따라서 본 연구의 결과가 일반적인 이야기 회상 검사 및 정상 성인에게 적용하기 위해서는 추후 다른 성별 및 연령 집단을 대상으로 한 연구로 확인해 볼 필요가 있다. 둘째, 본 연구는 정상 노인들만을 대상으로 했기 때문에 병리적 노화 집단에 대한 이야기 회상의 신경학적 상관관계는 탐색하지 못했다. SRT의 임상적 활용도를 높이기 위해서는 병리적 노화 집단을 대상으로 한 추후 연구가 필수적으로 이루어져, 본 연구 결과와 함께 비교 논의되어야 할 것이다. 마지막으로, 본 연구 결과에서는 이야기 회상 기능에 대한 뇌 대사적 상관관계(cerebral metabolic correlates)가 전두엽 영역에서만 나타났을 뿐 기억 기능에 중요한 역할을 하는 것으로 알려진 해마 구성체 및 내측 측두엽 영역에 대한 상관관계는 유의하지 않았다. 이는 본 연구가 정상 노인만을 대상으로 하여, 연구 대상들의 해마 구성체 및 내측 측두엽 영역 안정기 당대사율의 변산이 작기 때문일 가능성이 있다. 본 연구는 연구진이 아

는 한 병리적 문제가 없는 정상인에 대해 이야기 회상 기능의 안정기 뇌 영역별 대사적 상관관계를 밝히는 첫 시도이므로, 본 연구의 결과가 정상 노인들의 이야기 회상 관련 기저 뇌 당대사적 상관관계의 특성을 반영하는 것 인지에 대해 반복 연구를 통해 확인할 필요가 있다. 또한 병리적 노화 집단을 포함할 경우 이야기 회상 기능과 관련된 뇌 대사적 관계가 어떻게 나타나는지 추후 연구에서 탐색해볼 필요가 있다.

요약하면, 본 연구는 이야기 회상 검사 수행과 관련된 기저 뇌 영역별 특성을 탐색하고 질적 평가 방식의 필요성을 확인하기 위해, SRT의 측정치들과 대뇌 안정기 영역별 당대사율 간의 상관관계를 분석했다. 연구 결과, SRT 수행 수준이 높을수록 좌측 복외측 전전두엽과 좌/우측 전운동 영역의 안정기 당대사율이 높게 나타났으며, 특히 주제 단위 점수들은 이야기 단위 점수들보다 상기 뇌 영역들의 당대사율을 더욱 잘 반영하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 이야기 회상 검사로서의 SRT의 신경학적 타당성을 입증하며, 이야기 회상에 대한 주제 단위의 질적 평가 방식의 필요성을 시사한다.

참고문헌

- 권용철, 박종한 (1989). 노인용 한국판 Mini Mental State Examination (MMSE-K)의 표준화 연구 - 제 1편: MMSE-K의 개발. *신경정신의학*, 28(1), 125-135.
- 안효정, 최진영 (2004). 노인용 이야기회상 검사의 표준화 연구. *한국심리학회지: 임상*, 23(2), 435-454.
- 최진영 (1998). 한국판 치매 평가 검사: Korean-Dementia Rating Scale. 서울: 학지사.
- 최진영 (2007). 노인 기억장애 검사. 서울: 학지사
- 최진영, 나덕렬, 박선희, 박은희 (1998). 한국판 치매 평가 검사의 타당도와 신뢰도 연구. *한국심리학회지: 임상*, 17(1), 247-258.
- Alavi, A., Dann, R., Chawluk, J., Alavi, J., Kushner, M., & Reivich, M. (1986). Positron emission tomography imaging of regional cerebral glucose metabolism. *Seminars in Nuclear Medicine*, 16(1), 2-34.
- Andreasen, N. C., O'Leary, D. S., Arndt, S., Cizadlo, T., Rezai, K., & Watkins, G. L., ... Hichwa, R. D. (1995). I. PET studies of memory: novel and practiced free recall of complex narratives. *Neuroimage*, 2, 284-295.
- Badre, D., & Wagner, A. D. (2007). Left ventrolateral prefrontal cortex and the cognitive control of memory. *Neuropsychologia*, 45, 2883-2901.
- Back, M. J., Kim, H. J., Ryu, H. J., Lee, S. H., Han, S. H., Na, H. R., ... Kim, S. (2011). The usefulness of the story recall test in patients with mild cognitive impairment and Alzheimers' disease. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 18, 214-229.
- Caplan, D. (2006). "Why is Broca's area involved in syntax?". *Cortex*, 42(4), 469-471.
- Chey, J., Na, D. G., Tae, W. S., Ryoo, J. W., & Hong, S. B. (2006). Medial temporal lobe volume of nondemented elderly individuals with poor cognitive functions. *Neurobiology of Aging*, 27, 1269-1279.
- Desgranges, B., Baron, J., de la Sayette, V.,

- Petit-Taboué, M., Benali, K., Landeau, B., ... Eustache, F. (1998). The neural substrates of memory systems impairment in Alzheimer's disease: A PET study of resting brain glucose utilization. *Brain*, 121, 611-631.
- Desgranges, B., Baron, J., Lalevée, C., Giffard, B., Viader, F., de la Sayette, V., & Eustache, F. (2002). The neural substrates of episodic memory impairment in Alzheimer's disease as revealed by FDG-PET: relationship to degree of deterioration. *Brain*, 125, 1116-1124.
- du Boisgueheneuc, F., Levy, R., Volle, E., Seassau, M., Duffau, H., Kinkingnehun, S., ... Dubois, B. (2006). Functions of the left superior frontal gyrus in humans: a lesion study. *Brain*, 129, 3315-3328.
- Fazio, F., Perani, D., Gilardi, M. C., Colombo, F., Cappa S. F., Vallar, G., ... Lenzi, G. L. (1992). Metabolic impairment in human amnesia: a PET study of memory networks. *Journal of cerebral blood flow and metabolism*, 12, 353-358.
- Goldman-Rakic, P. S., Cools, A. R., & Srivastava, K. (1996). The prefrontal landscape: implications of functional architecture for understanding human mentation and the central executive. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 351(1346), 1445 - 1453.
- Hanyu, H., Sato, T., Takasaki, A., Akai, T., & Iwamoto, T. (2009). Frontal lobe dysfunctions in subjects with mild cognitive impairment. *Journal of Neurology*, 256, 1570-1571.
- Hoyer, S. (2003). Memory formation and brain glucose metabolism. *Pharmacopsychiatry*, 36, 62-67.
- Hudon, C., Belleville, S., & Souchay, C. (2006). Memory for gist and detail information in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Neuropsychology*, 20(5), 566-577.
- Hunt, A., Haberkorn, U., Schröder, J., & Schönknecht, P. G. (2011). Neural correlates of executive dysfunction in prodromal and manifest Alzheimer's disease. *Journal of Gerontopsychology and Geriatric Psychiatry*, 24(2), 77-81.
- Johnson, D. K., Storandt, M., & Balota, D. A. (2003). Discourse analysis of logical memory recall in normal aging and in dementia of the Alzheimer type. *Neuropsychology*, 17, 82-92.
- Kertesz, A. (1999). Language and the frontal lobes. In Miller, B. L. & Cummings, J. L. (Eds.), *The human frontal lobes* (pp.261-276). New York, NY: Guilford Press.
- Kintsch, W. (1994). Text Comprehension, Memory, and Learning. *American Psychologist*, 49(4), 294-303.
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., & Loring, D. W. (2004). *Neuropsychological assessment (4th ed.)*. New York: Oxford University Press.
- Mattis, S. (1988). *Dementia Rating Scale (DRS): Professional Manual*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
- Milberg, W. P., Hebben, N., & Kaplan, E. (1996). The Boston process approach to neuropsychological assessment. In I. Grant, & K. M. Adams(Ed.). *Neuropsychological assessment of neuropsychiatric disorders (2nd ed.)* (pp. 58-80). New York: Oxford University Press.
- Morcom, A. M., & Fletcher, P. C. (2004). Does

- the brain have a baseline? Why we should be resisting a rest. *NeuroImage*, 25, 616-624.
- Nolde, S. F., Johnson, M. K., & Raye, C. L. (1988). The role of prefrontal cortex during tests of episodic memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 2(10), 399-406.
- Paulesu, E., Frith, C. D., & Frackowiak, R. S. (1993). The neural correlates of the verbal component of working memory. *Nature*, 362, 342-345.
- Rogalsky, C., & Hickok, G. (2011). The role of Broca's area in sentence comprehension. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23, 1664-1680.
- Salmon, E., Van der Linden, M., Collette, F., Delfiore, G., Maquet, P., Degueldre, C., ... Franck, G. (1996). Regional brain activity during working memory tasks. *Brain*, 119, 1617-1625.
- Storandt, M., Botwinick, J., Danziger, W. L., Berg, L., & Hyghes, C. P. (1984). Psychometric differentiation of mild senile dementia of the Alzheimer type. *Archives of Neurology*, 41, 497-499.
- Wang, L., Potter, G. G., Krishnan, R. K., Dolcos, F., Smith, G. S., & Steffens, D. C. (2012). Neural correlates associated with cognitive decline in late-life depression. *American Journal of Geriatric Psychiatry*, 20(8), 653-663.
- Wechsler, D. (1987). *Wechsler Memory Scale-Revised manual*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (1997). *WAIS-III/WMS-III technical manual*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (2009). *Wechsler Memory Scale-IV technical manual*. San Antonio, TX: Pearson.
- 원고접수일 : 2012. 10. 09.
수정원고접수일 : 2013. 01. 23.
게재결정일 : 2013. 04. 08.

A study examining the neurological validity of the Story Recall Test

Heyeon Park¹⁾

Jeanyung Chey¹⁾

Sang-Eun Kim²⁾

¹⁾Department of Psychology, Seoul National University

²⁾Department of Nuclear Medicine, Seoul National University College of Medicine

Story recall resembles everyday memory and story recall tests assess language processing and executive function as well as memory. Although they are useful for evaluating verbal memory in older adults, the neurological validity of story recall tests have been scarcely studied. To elucidate the neurological validity of story recall, we investigated the brain metabolic correlates of the qualitative and quantitative measures in the Story Recall Test(SRT) in elderly female Koreans. Forty-five right-handed normal elderly female participants received the SRT testing and the [18F] fluorodeoxyglucose PET scanning during resting state. Correlations between the regional brain glucose metabolic rates and the SRT measures were tested using SPM2. Significant positive correlations between the SRT scores and the regional brain glucose metabolic rates were observed in several frontal regions such as the left ventrolateral prefrontal cortex(BA 45) and the left/right precentral(BA 6) gyri($p < .001$, uncorrected, $k=50$). The thematic unit scores, especially were significantly correlated with regional brain glucose metabolic rates in more frontal regions than the story unit scores were. These results suggest that the SRT performance represents basal neuronal functions in the regions related to higher language processing and executive control functions in normal elderly people. Further, this study demonstrated that qualitative scoring of the story recall test might be a useful measure for assessing cognitive aging.

Key words : Ventrolateral Prefrontal Cortex, Premotor cortex, the Story Recall Test, Cognitive Aging, FDG-PET