

노화와 경도 인지기능장애가 작업기억과 재인지역에 미치는 효과: 운전능력에 대한 함의

최 성 진

메리놀병원 정신과

신 현 정

부산대학교 심리학과

이 재 식[†]

본 연구는 경도 인지기능 장애 노인(MCI) 집단의 기억 결함을 평가하기 위해 언어적/공간적 작업기억 과제와 운전상황을 모사한 동적상황 재인과제를 실시하였다. MCI 집단의 수행은 신호탐지론에 기초한 반응민감도와 반응기준의 관점에서 대학생 집단 및 동일-연령대 정상 노인 집단의 수행과 비교되었다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다. 먼저, 공간 작업기억 과제와 언어 작업기억 과제에 대한 MCI 집단의 수행은 다른 두 집단에 비해 상대적으로 더 저조하였다. 둘째, 동적상황에 대한 재인에서 MCI 집단은 다른 두 집단에 비해 자극 장면의 시간적 위치와 상관없이 일정하게 낮은 민감도를 보인 반면, 정상 노인 집단은 비교적 최신의 장면(예를 들어, 5초 이전에 제시된 장면)에 대해서는 그 이전의 자극에 비해 재인 민감도가 상승하는 경향을 보였다. 셋째, MCI 집단의 'yes' 반응경향성(반응기준)은 재인자극의 각 시간적 위치에 따라 불안정적으로 변화되는 경향을 보인 반면, 대학생 집단과 정상노인 집단은 중립적이거나 '관대한' 반응을 비교적 안정적으로 보였다. 본 연구의 결과들은 MCI 집단이 갖는 기억에서의 결함이 기초적인 작업기억 과제 수행뿐만 아니라, 운전상황과 같은 시간적 진행 과정이 포함된 사상에 대한 재인지역 과제 수행에도 영향을 줄 수 있다는 것을 시사한다. 이러한 결과가 주는 시사점과 본 연구의 제한점을 논의하였다.

주요어 : 작업기억, 동적상황 재인지역, 운전수행, 노화, 경도 인지기능 장애

[†] 교신저자 : 이재식, 부산대학교 심리학과, 부산광역시 금정구 장전동 산 30
E-mail : jslee100@pusan.ac.kr

자동차 운전은 동시에 여러 과제 수행을 요구하는 복잡한 활동이다(Johansson & Lundberg, 1997). 그리고 시각 민감도나 야간시와 같은 기초적인 시지각 능력뿐 아니라 주의, 시각-운동 협응, 기억 및 의사결정을 포함하는 다양한 인지 능력이 운전 수행에 관여하고 있다. 특히, 운전자의 지각 및 인지 능력은 자동차의 위치, 거리 추정, 교통상황 해석, 운전상황 예측과 같은 운전 수행에 필수적인 정보를 주어진 시간 안에 처리하는데 중요한 역할을 한다. 또한, 선택 주의, 분할 주의, 그리고 지속 주의를 잠재적 위험을 탐지하고, 경쟁적인 자극을 다루며, 장기간 운전 중 각성을 유지하는데 필수적이다(Richardson & Marottoli, 2003). 정상적인 즉시기억이나 단기기억 또한 운전자가 획득한 정보를 파지하여 의사결정/판단하는데 중요하다. 물론 운전과 관련된 다양한 정보처리 단계 중 특정 단계 혹은 몇 가지 단계의 정보처리에서 실패하는 경우 운전수행이 위험해진다.

이러한 운전 과제의 복잡성은 노인 운전자에 대해 특별한 관심을 갖게 하였다. 그 이유는 많은 통계 자료와 실험 연구들이 연령 증가와 운전 수행 저하 사이에 관련성이 있다는 것을 보고하고 있기 때문이다(Waller, 1991). 아래에서는 지금까지 알려진 노인 운전자의 운전 행동이 갖는 특징을 교통사고와 관련하여 기술하고, 특히 노인 운전자의 교통사고와 밀접한 관계가 있다고 여겨지는 치매가 운전 수행에 미치는 영향에 대해 살펴볼 것이다. 그리고 그 중요성에도 불구하고 노인의 운전 수행능력 측정에서 지금까지 비교적 많이 다루어지지 않았던 작업기억과 운전 수행 사이의

관계에 대한 기존의 연구 결과들을 개관할 것이다.

노인의 운전특성과 교통사고

최근까지도 연령과 교통사고 사망자 수의 관계는 일반적으로 U자 형태를 보인다고 알려져 있다. 즉, 교통사고 사망자 수는 25세 이하 운전자에서 가장 높다가 중년의 나이까지 점차 감소한 후, 65세 이상 운전자부터 다시 증가한다(Evans, 1991). 그러나 노인 운전자들의 사고 위험성에 대한 추정치는 그것이 어떻게 측정되는지 뿐만 아니라, 다른 많은 요인들에 의해 가변적일 수 있다. 이는 연령에 따라 운전상황에 노출되는 정도가 다르고, 운전 방식에서도 차이가 나기 때문이다. 예를 들어, 노인 운전자들은 자신이 운전할 수 있다고 생각되는 상황으로 운전을 제한하고, 야간이나 좋지 않은 날씨와 같은 어려운 운전 조건을 피하는 경향이 있다(Hakamies-Blomqvist, 1994). 뿐만 아니라, 불가피하게 운전해야 하는 경우에도 사고의 위험을 줄이려는 방향으로 안전하게 운전하고자 한다(Gallo, Rebok, & Lesikar, 1999). 그러나 노출 정도를 감안하더라도 노인 운전자의 사고 가능성은 다른 연령층에 비해 더 높다는 연구들이 많이 있다. 예를 들어, Evans(1988)의 연구에 따르면, 65세 이상의 노인 운전자들은 40세 운전자와 비교하여 운전 거리당 33% 정도 더 많이 사망 교통사고를 당한다. 뿐만 아니라 Verhaegen, Toebat와 Delbeke(1988)는 운전자들의 교통사고를 분석한 결과, 60세 이상의 운전자는 젊은 운전자에 비해 차대차 사고를 경험하는 비율이 두 배

이상 높았다.

최근 연구들은 운전자의 교통상황 노출 정도의 계산이 보다 신중하게 이루어져야 한다는 것을 지적하고 좀 더 엄격한 기준을 적용한 결과 연령과 사고 사이에는 특별한 관련성이 없다고 주장하였다. 예를 들면, 운전상황 노출 정도를 결정할 때 전체 운전 거리를 고려할 것인지 아니면 연간 운전 거리를 고려할 것인지에 따라 노인 운전자의 교통사고 비율이 달라진다는 것이다. 이와 관련하여 Li, Braver와 Chen(2003)은 각 연령 집단에 따라 운전 거리당 사고가 발생했을 때 사망 가능성을 분석하였는데, 그 결과 사망률은 65세 이후부터 증가하였다. 하지만, Hakamies-Blomqvist, Raitenan과 O'Neill(2002)은 연간 주행 거리를 동일하게 보정할 경우, 노인 운전자의 사고율은 중년 운전자의 사고율에 비해 결코 높지 않다고 주장하였다. 또한, 노인 운전자들은 법규를 보다 더 잘 지키고, 제한속도를 준수하여 운전하며, 음주운전을 하는 경향이 적고, 기능적 손상에 대한 보상을 위해 더욱 안전하고 신뢰롭게 운전하려는 경향을 보인다는 증거도 있다(Brayne, Dufouil, Ahmed, Dening, Chi, McGee, & Huppert, 2000). 즉, 노인 운전자는 노화에 따라 기능 손상이 증가하는 경향이 있지만, 이것이 항상 안전하게 운전하는 능력이 감소시킨다는 것을 의미하지는 않았다(Eby & Kostyniuk, 1998).

이와 같이 연령 증가에 따라 교통사고율이나 교통사고 사망률이 증가하는지에 대한 증거는 연구에 따라 일관적이지 못하다. 그러나 노인 운전자들은 다른 연령집단의 운전자들에 비해 좀 더 특정한 사고 유형과 관련 있는 것

으로 보인다. 예를 들어, Hakamies-Blomqvist, Johansson과 Lundberg(1996)에 따르면, 젊은 운전자들에 비해 노인 운전자들은 과속이나, 난폭운전, 혹은 음주운전과 연관된 사고와 관련될 가능성이 낮고, 단독 차량사고 보다는 두대의 차량이 포함된 충돌 사고 빈도가 더 높으며, 다른 차량에 충돌당하는 경우가 더 많았다. 특히 노인 운전자들의 사고는 주로 교차로에서 발생하는데, 예를 들어, Verhaegen 등(1988)의 연구에서는 노인 운전자들이 30대 연령의 운전자들에 비해 교차로에서 좌회전 할 때 접근 차량과의 충돌이 더 많았다. 그러나 30대 연령의 운전자들은 선행차량에 너무 접근하여 운전함으로써 발생하는 선행차량과의 충돌사고, 추월 과정에서 다른 차량과의 충돌사고, 그리고 중앙선 침범으로 인한 정면 충돌사고 등이 상대적으로 더 많았다.

McKnight와 McKnight(1999)는 다양한 능력 검사들 사이의 강력한 상관관계에 기초하여 “연령과 관련된 결함은 거의 모든 능력에 어느 정도 영향을 미치는 것 같다. 다양한 능력 검사들 사이의 이러한 상관관계를 감안하면, 사고를 실제로 야기하는 요소가 무엇인지 밝히는 것은 불가능하다(p.453)”고 주장하였다. 그러나 많은 연구자들은 노인 운전자의 사고가 주로 지각이나 의사결정의 문제와 같은 인지 능력의 저하 때문에 발생하는 것으로 보고 있다(Daigneault, Joly, & Frigon, 2002; Verhaegen et al., 1988). 특히, 연령 증가에 따라 정보처리 조작에서 속도가 저하되고, 이러한 처리 속도 저하는 노인 운전자의 다양한 인지 과제 수행 능력 감소의 근본적 원인이 된다는 주장이 제기되었다. 예를 들면, Salthouse(1996)의 연구에

서는 인지 조작에서의 처리 속도 저하가 다양한 기억과 인지 변인들 중 연령 관련 변량의 75%를 설명했는데, 이는 추론, 공간 능력, 기억 능력, 그리고 시간-제한형 수행의 측정치뿐만 아니라 자기-조절이 가능한 수행의 측정치도 해당된다. 또한, Verhaegen, Cerelia, Semenec, Leo, Bopp와 Steitz(2002)는 시공간 탐색 과제 수행이 연령이 증가함에 따라 가장 많이 손상되는 측면이라는 것을 발견하였다.

이와 더불어 복잡한 교차로 상황에서 노인 운전자는 젊은 운전자보다 더욱 많은 주의를 필요로 하는데(Ryan, Legge, & Roman, 1988), 이것은 노인 운전자들이 서로 다른 동시 과제에 대해 적절하게 주의를 할당하고, 정보를 처리하는 능력이 줄었다는 것을 보여준다(Bolstad & Hess, 2000). 그리고 노인 운전자의 복잡한 운전상황에서 제 기능을 발휘하지 못했는데, 특히 지각적이고 인지적인 결함을 가진 개인에게서 그러했다(Brouwer & Ponds, 1994). 운전 수행 중 의사결정을 하는데도 노인 운전자는 더 많은 시간을 필요로 했고, 더 많은 정보를 요구하였다(Schlag, 1993). 종합하면, 지금까지의 많은 경험적 증거들은 나이가 들어감에 따라 인지기능이 감소되고, 이것은 다시 운전 수행에서의 저하를 가져온다는 것을 지지하는 것으로 보인다(Evans, 2000).

치매와 운전

고령화 사회가 되어감에 따라 노인성 질환을 앓고 있는 인구도 증가하고 있다. 연령 증가는 치매로 이행하는 위험 요인 중에 하나이고, 미국의 경우 다수의 운전자들이 치매에

걸려 있거나, 치매로 이행 중인 경우가 많고(Odenheimer, 1993), 또한 영국의 치매 클리닉 표본 연구에서 수행한 연구에 따르면 치매 환자의 22%가 발병 후 3년간 운전을 계속하였고, 이들 중 2/3는 운전 수행에 손상이 있었다고 한다(O'Neil, Neubauer, & Boyle, 1992).

몇몇 연구는 치매에 걸린 운전자들이 교통사고를 일으킬 위험이 높다는 것을 보여주었다(Lucas-Blaustein, Filipp, Dungan, & Tune, 1988; Tuokko, Tallman, Beattie, Cooper, & Weir, 1995). 일반적으로 운전자가 뇌손상이 있을 때 수행 오류는 증가한다(Reger, Welsh, Watson, Cholerton, Baker, & Craft, 2004). 특히, 알츠하이머형 치매 환자는 안전하지 못한 운전자로 알려져 있는데(Rizzo, McGehee, Dawson, & Anderson, 2001), 5년간 진행된 한 후향적 조사에 따르면 알츠하이머형 치매 환자 중 47%가 충돌 사고를 일으켰으나, 정상 노인은 10%만이 충돌이 있었다(Friedland, Koss, Kumar, Gaine, Metzler, Haxby, & Moore, 1988). 치매가 아닌 사람들과의 비교에서도 경도에서 중등도의 치매 환자는 충돌 위험이 약 2-8배 정도 높았다(Retchin & Hillner, 1994). 다른 종단적 연구는 치매 환자가 도로 주행 능력에 심각한 문제가 있음을 보여 주었고, 도로 환경에 대한 인식과 의사결정과 같은 보다 복잡한 능력을 요구하는 운전 검사에서는 더욱 그러했다(Duchek, Carr, & Hunt, 2003). 치매를 가지고 있는 사람이 다른 노인 운전자보다 더 많은 교통사고를 일으킨다는 것은 놀랄만한 일이 아니지만(Friedland et al., 1988), 치매 환자는 자신의 운전 기술에 통찰이 거의 없고 안전을 위해 운전을 포기할 마음도 별로 없어 보인다(Wild, & Cottrell,

2003). 몇몇 연구들은 치매를 가진 사람들이 운전 능력에 대한 통찰이 부족하고, 한 번 이상의 충돌을 한 후에야 운전을 그만두는 경향이 있었다(Kapust & Weintraub, 1992).

많은 연구들이 치매가 운전엔 미치는 부정적 효과를 다루고 있지만, 치매 환자 모두가 운전을 제대로 하지 못하는 것은 아니라는 증거도 있다(Rizzo, et al., 2001). 사실 치매 진단 하나만으로 운전을 제한하는 것은 그 근거가 충분하지 않다. 왜냐하면, 진행성 질환의 초기 단계에 있는 일부 환자들은 단지 기억 손상만 있고, 운전을 유지하는 능력은 정상 노인과 그리 차이가 나지 않기 때문이다. 그리고 알츠하이머형 치매 심도의 변산성 때문에 병 자체만으로는 안전 운전을 예측하는 근거로 추천되지 않고 있다(Fox, Bowden, Bashford, & Smith, 1997).

이처럼 운전 수행에 문제를 보이는 치매 환자에 대한 평가는 보호자나 환자의 주관적인 보고에 의존하는 경우가 대부분이다. 하지만, 환자나 보호자 모두 손상을 인식하지 못하고, 인식하더라도 그 중요성을 최소화하기 때문에 사고가 난 후에야 문제를 알게 된다. 한 연구에서는 환자의 운전 능력에 대한 가족들의 평가가 자동차 사고와 관련 있다는 것을 보여주었다(Gilley, Wilson, & Bennett, 1991). 다른 연구에서는 환자가 안전한 운전자인지 그렇지 않은지에 대한 가족 구성원의 평가가 실제 충돌의 의미 있는 예측인자가 아니었다(Bedard, Molloy, & Lever, 1998). 따라서 안전한 운전 수행을 위해서는 노인 운전자와 노인성 질환을 앓고 있는 운전자의 운전 능력을 평가하는데 신뢰롭고 타당한 평가의 필요성이 제기되고

있다(Christie, 2000).

하지만, 일단 치매 상태가 되면, 운전을 거의 하지 않게 된다. 최근 기억력 또는 다른 인지 영역에서 경미한 손상을 보이면서 기억 문제에 대한 주관적인 보고가 있지만, 치매의 진단기준에는 미치지 않고 일상생활이 가능한 사람을 일컫는 경도인지장애(Mild Cognitive Impairment, 이하 'MCI')에 대한 관심이 커지고 있다(Peterson, Smith, Waring, Ivnik, Tangalos, & Kokmen, 1999). MCI는 치매와의 관련성 때문에 그 중요성이 점차 높아지고 있다. MCI 집단의 10% 이상이 매년 알츠하이머형 치매로 진행되는데, 이는 정상 노인 집단에서 MCI나 알츠하이머형 치매로의 발병률이 매년 1-2%인 것을 비교해 볼 때 상당히 높은 비율이라고 할 수 있다(Peterson et al., 1999). 이런 연구 결과를 바탕으로 MCI가 알츠하이머형 치매의 전구 단계라는 주장이 제기되고 있으며(Morris, Storandt, Miller, McKeel, Price, Rubin, & Berg, 2001), 알츠하이머형 치매로의 진행을 막기 위해 MCI에 대한 많은 관심이 모아지고 있으며, 운전 수행과의 관련성에 대한 관심도 점차 높아지고 있다.

인지장애와 작업기억

고령화 사회가 진행됨에 따라 노화나 퇴행성질환으로 인한 인지장애에 대한 관심이 증가하고 있다. 이에 따라 인지장애가 작업기억에 어떤 영향을 미치는지에 대한 관심도 커지고 있다. 작업기억은 짧은 시간동안 정보를 저장하고 조작하는 것으로서 의사결정, 추론, 문제해결, 학습 등과 같은 고차적 인지 처리

과정에 필수적인 요소이다. 특히 인지기능에 장애가 있는 MCI나 치매 환자의 병리는 작업 기억에 영향을 미칠 수 있다.

한 연구는 알츠하이머병 환자들이 특히 작업 기억의 중앙집행기의 기능에 손상이 있다는 것을 보여주었다(Baddeley et al., 1986). 즉, 환자들은 개별과제 수행이 통제군과 동일함에도 불구하고, 여러 과제를 동시에 수행할 때 특히 저조하였다. 또 다른 연구에서도 알츠하이머병 환자의 경우 조음루프는 정상적이었지만, 중앙집행기의 기능이 잘 유지되지 못하였다(Morris, 1994). 비록 장기 기억의 손상이 알츠하이머병 환자의 특징임에도 불구하고, 인지 기능 장애 환자는 단기 기억에 대한 정보와 더불어 여러 과제를 통합하는 능력과 관련된 고차적인 수준의 손상이 있었다. 한편, 알츠하이머병 환자는 이중 과제 수행에 장애를 보이고, 억제 능력이나 주의 전환 능력도 손상되어 있다는 결과도 있었다(Simone & Baylis, 1997). 유사하게 운동 증상을 주소로 하는 파킨슨병 환자의 경우에도 언어와 시공간 표상과 무관한 과제 정보 처리의 억제 등에 어려움을 보였다(Brown & Marsden, 1991).

신경영상 연구에서도 인지장애와 작업 기억과의 관계를 살펴 본 것들이 있다. 한 fMRI 연구는 작업 기억과 관련 있는 뇌 영역을 찾고자 작업 기억과제를 이용하여 연령에 따른 뇌 활성의 변화를 살펴보았다(Smith & Jonides, 1999). 그 결과 알츠하이머 환자나 MCI 환자는 측두엽과 전두엽에서 통제군과 비교하여 활성화가 증가되어 있었다. 그리고 MCI 환자들은 통제군보다 해마가 더 활성화되어 있었다. 또한 알츠하이머 환자들은 전두엽과 두정

엽이 더욱 활성화되어 있었고, MCI 환자들보다는 해마의 활성도가 덜했다. MCI 환자를 대상으로 정서 자극에 대한 작업 기억 수행과 행동 신경학적 관계를 조사한 fMRI 연구에서도 전두정엽의 변화가 작업 기억 과제 중에 MCI 환자의 신경퇴행 과정의 시작과 연관되어 있었다(Katrin, Monika, Bernd, Christoph, Jörg, & Göran, 2008).

작업 기억과 운전

최근 들어, 인지 능력과 운전 수행 사이의 관계에 대한 실증적인 연구가 많아지고 있다. 하지만, 다수의 연구가 시각처리와 주의에 초점이 맞추어져 있었던(Ball, Owsley, Sloane, Roenker, & Bruni, 1993; Duchek, Hunt, Ball, Buckles, & Morris, 1998) 반면, 기억에 관한 연구는 상대적으로 관심이 적었다. 특히, 작업 기억은 복잡한 인지 조작 활동을 예측하는데 중요한 요인이고, 운전자의 작업 기억 처리가 운전 수행에 영향을 준다고 알려져 있지만, 그 중요성에 비해 연구는 많이 이루어지지 않았다(Fansen & Jie, 2005).

일반적으로 작업 기억의 연속적인 요구는 교통 환경과 안전하게 상호작용하기 위해 필수적인 요소이다. 예를 들면, 운전자는 추월하는 자동차에 대해 방향 및 속도 조절을 결정해야 하고, 도로 신호에 반응하기 위해 복잡한 차선에서 접근하는 자동차를 인식해야 한다. 이때 작업 기억은 운전 방향이나 운전 규칙 등을 결정하고 조절하는데 중요한 역할을 한다. Baddeley(2000)에 따르면 이 역할은 주로 중앙집행기가 담당한다. 중앙집행기(central executive)

는 정보처리자가 상황을 인식하고 처리하도록 하기 위해 기억으로부터 정보를 인출하고, 정보를 유지하며, 작업기억의 내용을 통제한다(Baddeley & Logie, 1999), 인지 부담이 높은 상황에서 발생하는 수행 저하는 중앙집행기의 기능 손상 때문에 일어나는 것이라고 할 수 있다. 최근에 소개된 운전 시뮬레이터 연구들은 운전자들이 운전(일차과제)과 함께 부가적으로 요구되는 이차과제에 몰두되어 있을 때, 교통신호를 많이 놓치고, 느리게 반응하며, 운전상황의 변화를 제대로 탐지하지 못한다는 것을 보여 주었다(McCarley, Vais, Pringle, Kramer, Irwin, & Strayer, 2001).

특히, 노인 운전자는 일반적으로 인지 기능 감퇴를 경험하는데 그와 동시에 작업기억에서의 용량과 처리 능력도 감소한다(Grady & Craik, 2000). 예를 들어, 다양한 작업기억 과제들을 사용한 많은 연구들은 노인들의 수행은 젊은이들의 수행에 비해 훨씬 더 저조하다는 것을 일관적으로 보여주고 있는데(Salthouse, Mitchell, Skovronek, & Babcock, 1989; Salthouse & Skovronek, 1992), 이러한 결과는 노인들의 작업기억 용량 감소와 시간에서의 한계를 반영한다(Kausler, 1991). 작업기억에서의 이러한 감소는 복잡한 운전상황에서 여러 과제들을 동시에 수행해야 하는데 요구되는 작업기억의 정보 유지와 조작에 부담을 주고, 궁극적으로 사고의 위험을 높이게 된다. 최근 연구들은 인지 기능 검사와 운전 수행 사이의 관계를 분석한 후, 잠재적 위험요소 탐지를 위한 시각 탐색의 효율성에 작업기억이 중요한 역할을 한다는 것을 밝혔다(Szlyk, Myers, Zhang, Wetzal, & Shapiro, 2002; Han & Kim, 2004).

Schonfield(1969)는 Brown-Peterson 과제를 사용하여 노인과 젊은이의 작업기억 지속 시간을 평가하였는데, 그 결과 노인들의 수행이 젊은 이들의 수행보다 일반적으로 더 저조하고, 특히 이들의 작업기억 지속시간은 단지 6초 정도에 불과하다는 것이 발견되었다. 또한 작업기억에서 유지되고 있는 정보에 접근할 수 있는 시간에서도 연령과 관련된 차이점이 관찰되었다. 작업기억 정보의 탐색시간은 Sternberg(1966) 과제를 통해 평가되는데, 이 과제에서는 일반적으로 자극 세트 안의 항목 수에 따라 피험자들이 정확하게 응답하는 데 소요되는 시간(반응시간)이 작업기억의 수행 속도로 간주된다. Sternberg 과제를 사용하여 노인들의 작업기억 수행속도를 평가한 연구는 젊은이들에 비해 노인들의 반응시간이 유의하게 더 길다는 것을 보여주었다(Cerella, 1985). 특히 노인들의 작업기억 수행 속도는 일반적으로 젊은이의 그것에 비해 대략 절반 정도이다(Kausler, 1991). 정보처리 속도는 충돌 위험이 있는 상황에서 중요한 결정적인 요인이 될 수 있다. 왜냐하면 잠재적 사고 위험에 대한 정보는 신속하게 처리되어야 하기 때문이다(West, Crook, & Barron, 1992). 노인 운전자들이 보이는 정보 처리에서의 이러한 “곰뽕”은 이들이 관련되는 충돌사고의 주요 원인이 된다(French, West, Elander, & Wilding, 1993).

연구 목적

우리 사회는 고령화 사회로 접어들면서 노인 운전자가 증가하고 있다. 본 연구는 노화와 관련된 질환, 특히 퇴행성 신경 질환을 앓

고 있는 집단 특히, 알츠하이머형 치매의 전 구 단계라고 여겨지면서 기억 문제에 대한 주관적인 보고가 있기는 하지만, 치매의 진단기준에는 미치지 않고 일상생활이 가능한 MCI 집단에 초점을 두고 실시되었다. 본 연구에서 가장 핵심적인 연구 질문은 MCI 집단에서 특징적으로 나타나는 기억 결함이 작업기억 수행과 (운전 상황과 같은) 동적상황 재인 수행에 어떠한 방식으로 영향을 미치는지 살펴보는 것이다. 이를 위해, 작업기억 과제와 동적상황 재인과제에 대한 MCI 집단의 수행을 젊은 대학생 집단과 이러한 질환을 앓고 있지 않은 동일 연령 집단과 비교하였다.

방 법

실험참가자 부산소재 ○○대학교 정상 대학생 24명과 노인대학 재학 중인 65세 이상 21명의 정상노인, 18명의 MCI 노인이 실험에 참가하였다. MCI 집단은 Peterson 등(1999)이 제시한 진단기준에 따라 인지 기능 저하에 대한 주관적 보고와 주변인으로부터 객관적인 인지적 손상을 보인다는 증거가 있고, 일상생활 활동에 능력 손상이 없는 집단으로 구성하였다. 또한 임상심리전문가의 면담과 병력 청취

및 K-MMSE(Korean-Mini Mental Status Examination; 강연욱, 나덕렬, 한승혜, 1999)의 절단점(23점)을 기준으로 하였다. 표 1에 세 집단의 인구통계학적 특성과 K-MMSE 점수를 제시하였다. 정상노인 집단과 MCI 집단 사이에는 연령과 학력은 차이가 없었다.

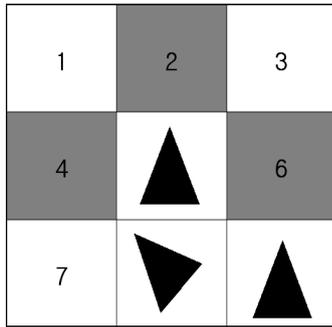
과제 실험참가자들은 두 가지 작업기억 과제(공간 작업기억 과제와 언어 작업기억 과제)와 실제 운전상황에 대한 재인과제를 수행하였다. 두 가지 작업기억 과제는 인지적 부하를 요구하는 상황에서 인지 자원을 배분하고 주의 과정을 처리하는 작업기억의 중앙집행기의 기능을 반영하고 있다. 특히, 작업기억의 용량은 운전 중 잠재적 위험을 탐지하고, 동시에 새로운 정보를 저장하고 경쟁적인 정보를 처리하는데 중요한 역할을 한다. 각각의 과제에 대한 구체적 기술은 다음과 같다.

공간 작업기억 과제. 공간 작업기억 능력을 측정하기 위해 Lecerf와 Roulin(2006)이 사용한 위치 파지 범위 검사를 토대로 자체적으로 검사 항목을 개발하여 사용하였다. 그림 1(a)에 공간 작업기억 측정을 위한 과제의 예를 제시하였다. 공간 작업기억 과제는 가로, 세로 3칸

표 1. 대학생, 정상노인 및 MCI 집단의 인구통계학적 변인과 K-MMSE 점수

	집단 평균(표준편차)			F	Scheffe
	대학생 (n=24)	정상 노인 (n=21)	MCI (n=18)		
연령	22.7(3.2)	69.2(3.4)	69.7(4.0)	1312.0***	1<2=3
학력	14.1(0.9)	7.3(3.1)	7.2(2.2)	72.0***	1>2=3
K-MMSE	29.8(0.4)	25.1(1.5)	20.6(1.3)	353.8***	1>2>3

*** $p < .001$, 1 = 대학생, 2 = 정상 노인, 3 = MCI 집단



(a) 공간 작업기억 과제

방금 본 영상에 포함된 화면입니까?



(b) 실제 도로상황 재인과제

그림 1. 본 연구에서 사용된 과제의 예시

씩 총 9칸의 사각형 안에서 임의의 지점에 화살표가 1-3개까지 각 1초씩 제시된다. 참가자는 화살표가 가리키는 칸을 기억하고 있다가 순서에 상관없이 화살표 제시가 끝나면 답안지에 화살표가 가리키고 있었던 칸을 보고하도록 하였다. 점수 계산은 정답률을 계산하여 실험 분석에 사용하였다.

언어 작업기억 과제. 언어 작업기억 능력을 측정하기 위해 유현주, 김미라, 이정모 (2006)의 연구에서 사용된 30개의 문장을 사용하였다(이 문장들은 대략 6개에서 10개의 단어들로 구성되어 있다). 언어 작업기억 과제는 화면에 제시되는 문장을 소리 내어 읽고, 각 문장의 마지막 단어를 기억한 뒤에 문제 제시가 끝나고 나면, 실험자에게 순서에 상관없이 기억한 단어를 보고하는 방식으로 실시되었다. 각 시행에 따라 문장은 1개에서 4개까지 문장의 수를 달리하여 각각 3회씩 제시되었는데, 각 시행에 따라 문장의 수가 달라지는 방식은 무선화 하였다. 언어 작업기억 과제의 수행은 실험참가자들이 기억해야 하는 전체 단어 수

30개에서 이들이 기억하여 보고한 단어의 비율을 정답률로 계산하여 실험 분석에 사용하였다. 실험참가자가 기억해야 하는 30개의 문장에 있는 단어 이외의 단어가 보고되었을 때는 틀린 것으로 채점하였다.

실제 도로상황 재인과제. 본 과제는 운전 상황에 대한 실험참가자들의 재인능력을 측정하기 위해 사용되었다. 시야가 좋은 맑은 날 교통량이 중간 정도인 도로를 실제 주행하면서 SONY DCR-TRV40으로 촬영한 동영상 파일을 편집하여 실험 자극을 제작하였다. 총 4시간의 주행을 녹화한 동영상 파일 중에서 운전자 전방 영역과 주변시 영역, 표지판과 신호 등 자극 등이 모두 잘 나타나는 부분이 추출되어 Windows Movie Maker(ver. 2.1)를 이용해 20초 길이의 동영상 5개로 편집하였다. 각 동영상이 제시되면 실험참가자들은 실제 자동차의 유사하게 브레이크 페달, 액셀러레이터 페달 및 스티어링 휠이 장착된 자동차 경주 게임용 조이스틱을 이용하여 동영상 속의 운전 차량이 자신이 운전하는 차량이라고 생각하고

화면의 변화에 따라 두 개의 페달과 스티어링 휠을 사용하여 횡적 혹은 종적으로 조이스틱을 제어하도록 요구받았다.

20초의 도로상황 동영상상이 제시된 직후, 동영상에서 제시되었던 운전상황을 재인과제가 요구되기 직전(0초전, 5초전, 10초전, 그리고 15초 전의 장면을 캡처하여 재인과제를 위한 자극들을 구성하였다. 또한 실험참가자들이 관찰한 운전상황 동영상에서 제시되지 않았던 장면을 캡처한 장면을 포함하여 장면자극들을 무선으로 컴퓨터 화면 중앙에 제시하였다. 실험참가자들의 과제는 제시된 자극이 이전에 관찰한 운전상황에서 제시되었던 화면이었는지의 여부를 판단하는 것이었다.

5개의 동영상 중 각 동영상에 대한 관찰이 종료될 때마다 매번 재인과제가 실시되었는데, 화면 속에 포함되어 있던 장면자극(즉, 표적 자극)과 그렇지 않은 장면자극(즉, “미끼” 자극)이 각 동영상마다 모두 4개씩 모두 8개 제시되었다(즉, 자극의 경과시간 각각에 해당되는 표적 자극 4개와 미끼 자극 4개). 이들이 제시되는 순서는 모두 무선화되었고, 각 실험참가자 당 5번의 동영상 관찰을 통해 모두 40회의 반응이 요구되었다. 그림 1(b)에 도로상황 재인과제의 한 가지 예를 제시하였다.

결 과

대학생과 정상노인 및 MCI 집단의 공간 작업기억 과제와 언어 작업기억 과제의 정확반응률을 제시한 것이 표 2와 그림 4이다. 분석 결과, 그림 4에서도 보이듯이, 두 가지 작업기억 과제 유형 모두에서 정확반응률에서의 유의한 집단간 차이가 관찰되었다: 공간 작업기억 과제 [$F(2, 60) = 106.75, MS_e = .227, p < .001$], 언어 작업기억 과제 [$F(2, 60) = 116.0, MS_e = .212, p < .001$]. *Scheffe* 검증을 이용한 사후분석 결과, 이러한 유의한 집단간 차이가 관찰된 것은 공간 작업기억과 언어 작업기억 모두에서 대학생 집단은 정상 노인 집단에 비해, 그리고 정상 노인 집단은 MCI 집단에 비해 더 우수한 수행을 보였기 때문이었다.

대학생과 정상 노인 및 MCI 집단의 운전상황 재인 수행을 비교하기 위해, 이들이 보인 제시자극에 대해 보인 적중률(hit rate; 즉, 이전에 제시되었던 장면에 대해 ‘yes’ 반응한 것)과 오경보율(false alarm rate; 즉 이전에 제시되지 않았던 장면에 대해 ‘yes’ 반응한 것)을 토대로 민감도(d)와 반응기준(c)의 두 가지 수행 측정치를 계산하여 비교하였다. 민감도는 적중률과 오경보율을 모두 고려했을 때 실험참가자들이 주어진 자극을 재인하는데 얼마나

표 2. 대학생, 정상노인, MCI 노인의 언어 및 공간 작업기억 정확 반응률

	평균(표준편차)			F	Scheffe
	대학생 (n=24)	정상노인 (n=21)	인지장애(n=18)		
공간작업기억	94.79(10.08)	70.04(10.67)	52.78(7.43)	106.75***	1>2>3
언어작업기억	71.39(9.42)	56.44(8.26)	32.78(5.27)	116.00***	1>2>3

*** $p < .001$, 1 = 대학생 집단, 2 = 정상 노인 집단, 3 = MCI 집단

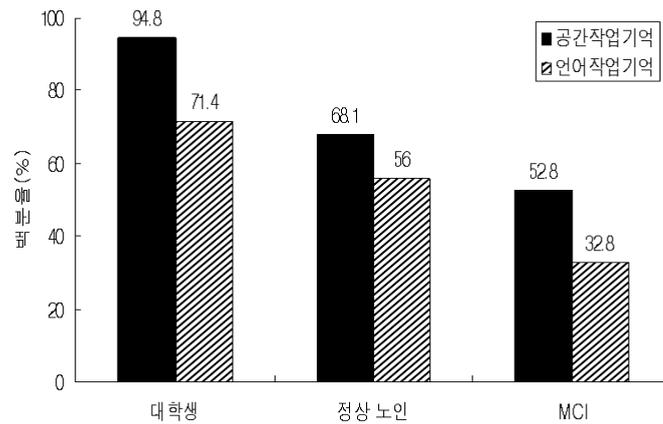


그림 2. 대학생, 정상 노인 및 MCI 집단의 공간 작업기억과 언어 작업기억 과제에서의 정확반응률

정확하게 반응하였는지를 나타내는 지표이고, 이 점수가 높을수록 정확하게 반응하였다는 것을 의미한다. 예를 들어, 적중률은 높은 대신 오경보율이 낮을 경우 민감도 값이 증가한다. 반응기준은 실험참가자들이 주어진 자극에 대해 반응하는 경향성을 나타내는 지표로, ‘yes’ 반응 즉, 이전에 본 자극이라고 반응하는 비율이 증가할수록 ‘관대하게 반응하는 경향’을 시사하고, 반대로 ‘no’ 반응 즉, 이전에 본 자극이 아니라고 반응하는 비율이 증가할수록 ‘보수적으로 반응하는 경향’을 나타낸다. 반응기준(c)의 값이 0에 접근할수록 중립적인 반응을, 큰 양수값을 가질수록 ‘보수적인’ 반응을, 그리고 큰 음수값을 가질수록 ‘관대하고 모험적인’ 반응을 의미한다. 민감도와 반응기준은 아래의 식에 기초하여 계산하였다.

$$d' = z(H) - z(F) \dots \dots \dots (\text{식1})$$

$$c = -0.5[z(H) + z(F)] \dots \dots \dots (\text{식2})$$

여기에서 H와 F는 각각 적중률과 오경보

율이다.

각 집단에 따른 민감도와 반응기준을 정리한 결과가 표 3과 그림 3에 제시되어 있다. 먼저 각각의 집단이 보인 민감도에 대해 변량분석한 결과, 집단에 따라 민감도에서 유의한 차이가 관찰되었다 [$F(2, 60) = 378.46, MS_e = .37, p < .001$]. Scheffe 검증을 통한 사후분석 결과는 대학생 집단은 정상노인 집단과 MCI 집단 모두에 비해 민감도가 월등히 높았고, 정상 노인 집단도 MCI집단에 비해 통계적으로 유의하게 민감도가 더 높았다는 것을 보여주었다. 반응기준에 대한 변량분석 결과도 통계적으로 유의한 집단간 차이를 보여주었으나 [$F(2, 60) = 3.71, MS_e = .14, p < .05$], 사후분석 결과, 민감도와는 달리 평균적 반응기준은 집단 사이에서 차이가 없었다.

실험참가자 집단에 따른 전반적 민감도와 반응기준을 실험참가자들의 작업기억 파지시간에 따라 좀 더 세분화하여 살펴보기 위해, 재인과제가 요구된 시점을 기준으로 각각 15초 전, 10초 전, 5초 전, 그리고 0초(재인검사

표 3. 대학생, 정상 노인, MCI 집단의 운전상황 재인에 대한 민감도와 분석 결과

반응유형별 비율	집단 평균(표준편차)			F	Scheffe
	대학생 (n=24)	정상노인 (n=21)	MCI 집단 (n=18)		
민감도(d')	5.79(.45)	2.21(.72)	0.90(.65)	378.46***	1>2>3
반응기준(c)	0.15(0.26)	-0.11(0.54)	0.18(0.21)	3.71	1=2=3

*** $p < .001$, 1 = 대학생, 2 = 정상노인, 3 = MCI 집단

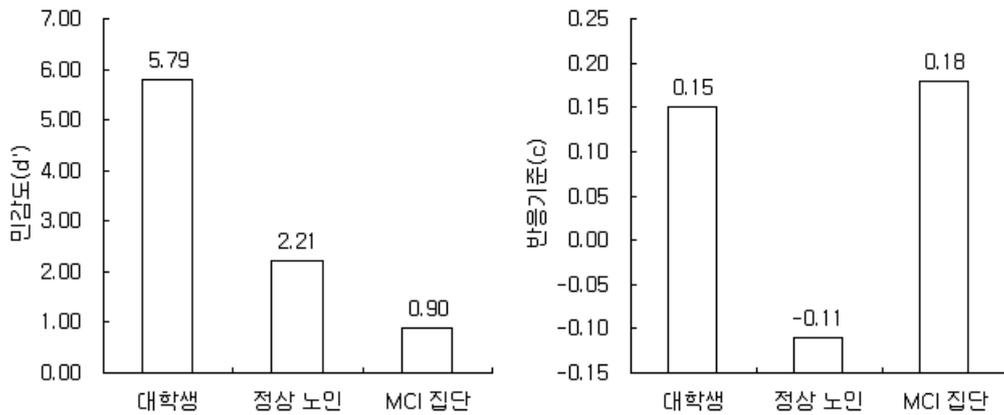


그림 3. 집단별 운전상황 재인에 대한 집단별 민감도와 반응기준

시행 직전)가 경과한 이후의 장면들에 대해 재인과제에서의 민감도와 반응기준에 대해 집단 변인을 참가자간 변인으로, 반면 재인과제를 위한 자극의 시간적 위치를 참가자내 변인으로 하는 혼합설계 변량분석을 실시하였다. 특히, 재인자극의 시간적 위치는 네 가지 수준에 따라 반복적으로 측정된 것이기 때문에 반복 측정된 민감도와 반응기준에 대해 Mauchly의 구형성 분석을 먼저 실시하였다. 그 결과, 민감도 자료들은 구형성 가정을 충족하지 못하는 것이 관찰되어(Mauchly's $W = .688$, $p < .01$), 이후의 민감도에 대한 변량분석에서 재인자극의 시간적 위치가 포함된 효과들에

대해서는 Greenhouse-Geisser 자유도 보정을 통해 통계적 유의성을 검증하였다(한편, 반응기준 자료에 대한 Mauchly 구형성 검증 결과는 구형성 가정을 충족시키는 것을 밝혀졌다; Mauchly's $W = .904$, $p = .313$). 표 4와 그림 4에 재인자극의 시간적 위치에 따라 집단별로 민감도와 반응기준을 정리하였다.

먼저 민감도에 대한 전반적 변량분석 결과, 집단의 주효과 [$F(2, 60) = 378.6$, $MSe = 1.46$, $p < .001$]와 재인자극의 시간적 위치의 주효과 [$F(2.4, 145.0) = 23.6$, $MSe = 1.66$, $p < .001$], 그리고 집단과 재인자극의 시간적 위치 사이의 상호작용 [$F(4.8, 145.0) = 14.9$, $MSe = 1.66$,

표 4. 대학생, 정상 노인, MCI집단의 재인과제 시간에 따른 적응율

자극 장면의 시간적 위치	집단 평균(표준편차)			F	Scheffe
	대학생 (n=24)	정상노인 (n=21)	MCI (n=18)		
민감도(d)					
15초 전	5.99(0.63)	0.61(1.16)	0.09(0.64)	328.4***	1>2=3
10초 전	5.57(1.09)	0.97(1.14)	1.18(1.33)	108.6***	1>2=3
5초 전	5.90(0.76)	3.10(1.12)	0.68(1.40)	118.8***	1>2>3
직전	5.71(0.93)	4.17(1.77)	1.64(1.68)	39.2***	1>2>3
반응기준(c)					
15초 전	0.09(0.32)	0.08(0.54)	-0.02(0.24)	0.5	1=2=3
10초 전	0.21(0.59)	0.14(0.52)	0.56(0.74)	2.5	1=2=3
5초 전	0.05(0.40)	-0.58(1.08)	0.65(0.58)	13.4*	3>1>2
직전	0.23(0.47)	-0.07(0.91)	-0.46(0.74)	4.8***	1>3, 1=2, 2=3

*** $p < .001$, * $p < .05$ = 대학생, 2 = 정상 노인, 3 = MCI 집단. 표 안의 F값은 각 재인자극의 각 시간적 위치 조건에 따라 집단간 차이를 단순 변량분석 했을 때의 통계치이다.

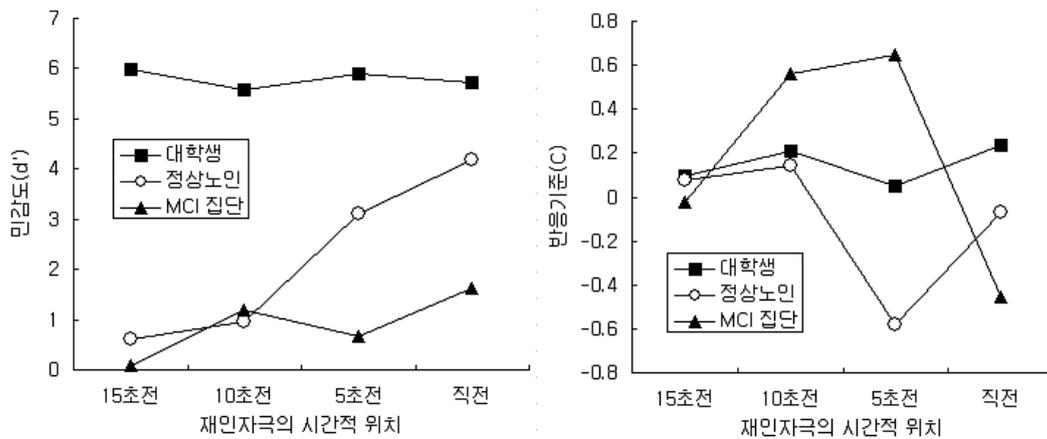


그림 4. 자극 장면의 시간적 위치에 따른 집단별 적응율

$p < .001$ 이 모두 통계적으로 유의하였다. 전반적으로 기술한다면 대학생 집단, 정상 노인 집단, 그리고 MCI 집단 순으로 민감도가 높고,

또한 재인자극이 좀 더 최근의 장면에 대한 것일수록 민감도가 증가하는 경향이 있었지만, 그림 4의 좌측에서 보이듯이 각 집단이 보이

는 민감도는 재인자극의 시간적 위치에 따라 매우 달랐다. 이를 구체적으로 검토하기 위해 재인자극의 시간적 위치별로 집단의 민감도에 대해 단순 변량분석을 실시한 후, 차이가 있을 경우 사후검증을 실시하였다(단순 변량분석과 사후검증 결과는 표 4의 우측에 제시되어 있다).

민감도에 대한 단순분석 결과, 재인자극의 시간적 위치 조건 각각에서 집단간 차이가 모두 통계적으로 유의하였다(15초 전: $F(2, 60) = 328.4$, $MS_e = 0.72$, $p < .001$; 10초 전: $F(2, 60) = 108.6$, $MS_e = 1.39$, $p < .001$; 5초 전: $F(2, 60) = 118.8$, $MS_e = 1.20$, $p < .001$; 직전: $F(2, 60) = 39.2$, $MS_e = 2.18$, $p < .001$). 사후분석 결과, 재인자극이 10초 이전에 제시된 장면에서 추출된 경우에는 대학생 집단의 민감도가 다른 두 집단에 비해 유의하게 높은 대신 두 노인 집단 사이에는 민감도에서 차이가 없었던 반면, 5초 이후와 직전의 장면에서 추출된 자극에 대해서는 세 집단 모두에서 민감도의 유의한 차이가 관찰되었다.

반응기준에 대한 전반적 변량분석 결과, 집단의 주효과($F(2, 60) = 3.70$, $MS_e = .55$, $p = .030$)와 재인자극의 시간적 위치의 주효과($F(3, 180) = 5.00$, $MS_e = .35$, $p = .002$), 그리고 집단과 재인자극의 시간적 위치 사이의 상호작용($F(6, 180) = 8.35$, $MS_e = .35$, $p < .001$)이 모두 통계적으로 유의하였다. 그림 4의 우측에서 보이듯이, 재인자극의 시간적 위치에 따라 각 집단이 보이는 반응기준은 앞에서 기술된 민감도 자료와 매우 다른 형태를 보였다. 즉, 재인자극의 시간적 위치별로 반응기준에 대해 단순 분석을 실시한 결과, 5초 전 자극

조건과 직전 자극조건에서만 유의한 집단간 차이가 관찰되었다(5초 전: $F(2, 60) = 13.4$, $MS_e = 0.54$, $p < .001$; 직전: $F(2, 60) = 4.8$, $MS_e = 0.52$, $p < .05$).

논 의

노화는 뇌의 구조를 변화시키고, 기대하지 않았던 사건에 대해 적절한 반응선택과 반응 실행 능력에 손상을 준다. 이러한 손상의 주요 영역 중 하나가 작업기억이다. Baddeley, Baddeley, Bucks와 Wilcock(2001)이 언급한 것처럼 작업기억은 인간이 즉각적으로 환경을 이해하고, 심리적으로 표상하도록 하며, 과거 경험에 관한 정보를 보유하게 한다. 또한, 새로운 지식 습득, 문제 해결, 목표 구성 등에도 많은 영향을 미친다. 본 연구에서는 MCI 노인 집단의 가장 중요한 특징인 기억에서의 결함을 평가하기 위해 작업기억 능력과 (운전 상황과 같은) 동적상황 재인 능력을 측정할 수 있는 과제를 이용하여 MCI 집단의 수행을 대학생 집단 및 동일-연령대 정상(비MCI) 집단의 수행과 비교하였다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다. 먼저, 노화나 뇌손상과 같은 병리로 인해 작업기억이 저하된다는 기존의 연구(e.g., Grady & Craik, 2000)와 마찬가지로, 본 연구에서의 공간 작업기억 과제와 언어 작업기억 과제에 대한 MCI 집단의 수행은 다른 두 집단에 비해 상대적으로 더 저조하였다. 노인집단의 수행 또한 대학생에 비해 저조하였다. 둘째, 동적상황에 대한 실험참가자들의 재인수행을 반응의 민감도와 반응기준의 비교하였을 때 MCI

집단은 다른 두 집단에 비해 더 낮은 민감도를 보여주었는데, 특히 정상 노인 집단이 비교적 최근의 장면(예를 들어, 5초 이전에 제시된 장면)에 대해서는 그 이전의 자극에 비해 재인 민감도가 상승하는 경향을 보인 반면, MCI 집단은 자극의 신근성 여부와 상관없이 일정하게 낮은 민감도를 보였다. 셋째, 실험참가자들의 반응기준은 재인지역의 시간적 위치 조건에 따라 매우 상이한 형태를 보여주었다. 즉, 대학생 집단은 재인지역의 각 시간적 위치 조건에 따라 비교적 일정하고 중립적인 반응기준을 보인 반면 MCI 집단의 반응기준은 재인지역의 각 시간적 위치에 따라 매우 불안정적으로 변하는 것이 관찰되었다.

예를 들어, MCI 집단의 반응기준은 10초 이후의 자극에 대해서는 비교적 중립적인 반응기준을 보였으나, 5초 이전의 자극에 대해서는 매우 보수적으로, 반면 직전의 자극에 대해서는 매우 관대하게 'yes' 반응하였다. 정상 노인 집단의 반응기준도 재인지역의 각 시간적 위치 조건에 따라 변화하는 경향을 보이기는 하였으나 MCI 집단의 변화폭과 비교하면 상대적으로 더 안정된 반응기준을 사용하는 것으로 판단된다. 종합적으로 검토하면, 본 연구의 결과들은 MCI 집단이 갖는 기억에서의 결함이 기초적인 작업기억 과제 수행뿐만 아니라, 운전상황과 같은 시간적 진행 과정이 포함된 사상에 대한 재인지역 과제 수행에도 영향을 줄 수 있다는 것을 시사한다.

본 연구의 결과들은 노화나 뇌의 병리로 인한 인지기능 감퇴가 작업기억 능력의 감소 특히, 정보를 파지하는 시간에서의 단축을 가져와 신속한 정보처리와 충분한 파지시간이 요

구되는 운전상황에서 의사결정에 부정적인 영향을 줄 수 있음을 보여주었다. 실제로, 운전과 같은 인지적 부담이 많은 과제는 작업기억의 영향을 받지 않을 수 없다. 이 때문에 노화나 치매와 같은 노인성 질환이 작업기억에 어떤 영향을 미치는지에 대한 관심도 많아지고 있다(Baddeley et al., 2001). 노화나 노인성 질환에 따라 운전자는 정보를 저장하고 효율적으로 처리하는 능력이 감소되면서, 교통상황에 관한 정보를 회상하는 능력이 저하되고, 이와 동시에 새로운 정보를 저장하고 처리하는데 어려움을 경험할 것이다.

노화나 노인성 질환과 관련된 기존의 연구들이 작업기억과 관련된 다양한 인지능력을 평가하고자 노력하기는 하였지만, 이러한 작업기억에서의 능력 저하가 운전과 같은 실제 상황에서 어떻게 반영되는지에 대해서는 비교적 제한적으로 살펴보았다는 점을 감안하면, 본 연구는(비록 단순한 형태의 실험과제를 사용하기는 하였으나) 노인과 MCI 집단의 운전수행에서 어떠한 측면이 중요하게 고려되어야 하는지에 대해 기초적 자료를 제공할 수 있었다는 점에서 의미가 있을 것이다. 구체적으로, 본 연구에서의 작업기억 과제와 실제 도로상황에 대한 재인지역에서 보인 정상 노인이나 MCI 집단의 수행 결과는, 운전과 같은 동적 상황에 대한 정보처리 요소로서 작업기억에서의 정보 파지시간의 중요성을 시사한다.

그러나, 본 연구에서 각 집단(특히, 정상 노인과 MCI 집단)의 표본 수가 부족하였다는 점은 추후 연구에서는 극복되어야 할 것이다. 또한 이와 관련하여 동일한 MCI 집단이라 할 지라도 운전면허 소지 여부에 따라 MCI 집단

을 좀 더 세분화하여 연구를 수행할 필요가 있을 것이다. 예를 들어, 본 연구에 참여한 정상 노인 집단과 MCI 집단 모두에 대해 운전 면허 소지 여부에 따라 작업기억 과제 수행과 동적상황 재인과제 수행을 비교한 결과 운전 면허 소지여부에 따라서는 두 집단 모두에서 통계적으로 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 작업기억 과제와 동적상황 재인과제가 운전 면허 소지 여부에 따라 본질적으로 차이가 없을 수도 있지만, 어찌되었건 통계적 검증력을 확보하기 위한 최소한의 사례수는 관찰되어야 할 것이다.

한편, MCI가 알츠하이머병의 전구 단계라는 의견은 있지만, 본 결과를 치매 환자에게 확장된 논의를 하는 데는 신중을 기할 필요가 있다. 특히, 치매의 심도에 따라서는 그 결과가 매우 달라질 수 있기 때문에 추후 연구에서는 심도의 차이에 따른 변화를 살펴보는 것도 의미가 있을 것이다. 방법적인 측면에서는 재인과제 자극 구성 재료를 추출 시 5초 단위로 구분하였는데, 좀 더 연속적으로 재인과제 자극을 추출할 필요가 있어 보인다. 마지막으로, 실제 운전 상황과 비교하여 본 연구에서의 동적 상황 재인과제 수행 절차는 실험의 충실도(fidelity)나 안전 타당도 측면에서 좀 더 보완되어야 할 것이다. 잠재적 실험참가자들의 연령이나 신체적/인지적 상태 등을 감안하면 좀 더 통제가 쉽고 안전한 운전 시뮬레이션이 하나의 대안이 될 수 있을 것이다.

참고문헌

강연욱, 나덕렬, 한승혜 (1997). 치매환자들을

대상으로 한 K-MMSE의 타당도 연구. *대한신경과학회지*, 15(2), 300-308.

유현주, 김미라, 이정모. (2006). 작업기억의 개인차: 무관련 정도 억제 차이. *한국인지과학회 논문지*, 17, 207-229.

Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.

Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Science*, 4(11), 417-423.

Baddeley, A. D., Baddeley, H. A., Bucks, R. S., & Wilcock, G. K. (2001). Attentional control in Alzheimer's disease. *Brain*, 124, 1492-1508.

Baddeley, A. D., & Logie, R. H. (1999). Working memory: The multiple-component model. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory* (pp.28-61). New York: Cambridge University Press

Ball, K., & Owsley, C., Sloane, M. E., Roenker, D. L., & Bruni, J. R. (1993). Visual attention problems as a predictor of vehicle crashes in older drivers. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 34: 3110-3123.

Bedard, M., Molloy, D. W., & Lever, J. A. (1998). Factors associated with motor vehicle crashes in cognitive impaired older adults. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 12, 135-139.

Bolstad, C. A., & Hess, T. M. (2000). Situation awareness and aging. In M. R. Endsley, & D. J. Garland (Eds), *Situation awareness, analysis and measurement* (pp.277-301). New Jersey: Lawrence Erlbaum.

- Brouwer, W. H., & Ponds, R. W. H. M. (1994). Driving competence in older persons. *Disability and Rehabilitation*, 16(3), 149-161.
- Brayne, C., Dufouil, C., Ahmed, A., Dening, T. R., Chi, L., McGee, M., & Huppert, F. A. (2000). Very old drivers: Findings from a population cohort of people aged 84 and over. *International Journal of Epidemiology*, 29, 704-707.
- Brown, R. G., & Marsden, C. D. (1991). Dual task performance and processing resources in normal subjects and patients with Parkinson's disease. *Brain*, 114, 215 - 231.
- Cerella, J. (1985). Information processing rate in the elderly. *Psychological Bulletin*, 98, 67-83.
- Christie, R. (2000). *Driver licensing requirements and performance standards including driver and rider training*. Melbourne, Australia: National Road Transport Commission.
- Daigneault, G., Joly, P., & Frigon, J. (2002). Previous convictions or accidents and the risk of subsequent accidents of older drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 34, 257-261.
- Duchek, J. M., Hunt, L., Ball, K., Buckles, V., & Morris, J. C. (1998). Attention and driving performance in Alzheimer's disease. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 53B, 130-141.
- Duchek, J. M., Carr, D. B., & Hunt, L. (2003). Longitudinal driving performance in early-stage dementia of the Alzheimer type. *Journal of the American Geriatric Society*, 51, 1342-1347.
- Eby, D. W., & Kostyniuk, L. P. (1998). Maintaining older driver mobility and well-being with traveler information system. *Transportation Quarterly*, 52(4), 45-53.
- Evans, L. (1988). Older driver involvement in fatal and severe traffic crashes. *Journal of Gerontology: Social Sciences*, 43, 5186-5193.
- Evans, L. (1991). *Traffic Safety and the Driver*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Evans, L. (2000). Risks older drivers face themselves and threats they pose to other road users. *International Journal of Epidemiology*, 29(2), 315-322.
- Fansen, K., & Jie, S. (2005). Computer simulation of driver working memory processing. *Proceedings of the I MECH E PART D Journal of Automobile Engineering*, 10, 1165-1171.
- Fox, G., Bowden, S., Bashford, G., & Smith, D. (1997). Alzheimer's disease and driving: Prediction and assessment of driving performance. *Journal of the American Geriatrics Society*, 45, 949-953.
- French, D. J., West, R. J., Elander, J., & Wilding, J. M. (1993). Decision-making style, driving style, and self-reported involvement in road traffic accidents. *Ergonomics*, 36, 627-644.
- Friedland, R. P., Koss, E., Kumar, A., Gaine, S., Metzler, D., Haxby, J. V., & Moore, A. (1988). Motor vehicle crashes in dementia of the Alzheimer type. *Annals of Neurology*, 24, 782-786.
- Gallo, J. J., Rebok, G. W., & Lesikar, S. E. (1999). The driving habits of adults aged 60 years and older. *Journal of the American Geriatrics Society*, 47, 335-341.

- Gilley, D. W., Wilson, R. S., & Bennett, D. A. (1991). Cessation of driving and unsafe motor vehicle operation by dementia patients. *Archives of Internal Medicine*, 151, 941-946.
- Grady, C. L., & Craik, F. I. (2000). Changes in memory processing with age. *Current opinion in neurobiology*, 10(2), 224-31.
- Hakamies-Blomqvist, L. (1994). Compensation in older drivers as reflected in their fatal accidents. *Accident Analysis and Prevention*, 26, 107-112.
- Hakamies-Blomqvist, L., Johansson, K., & Lundberg, C. (1996). Medical screening of older drivers as a traffic safety measure: a comparative Finnish-Swedish evaluation study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 44(6), 650-653.
- Hakamies-Blomqvist, L., Raitanen, T., & O'Neill, D. (2002). Driver ageing does not cause higher accident rates per km. *Transportation Research Part F* 5, 271-274.
- Han, S. H., & Kim, M. S. (2004). Visual search does not remain efficient when executive working memory is working. *Psychological Science*, 15, 623-628.
- Johansson, K., & Lundberg, C. (1997). The international consensus conference on dementia and driving: A brief report. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 11(1), 62-69.
- Kapust, L., & Weintraub, S. (1992). To drive or not to drive: Preliminary results from the road testing of patients with dementia. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 5(4), 210-216.
- Katrin, D., Monika, S., Bernd, I., Christoph, R., Jörg, M., & Göran, H. (2008). Neural correlates of emotional working memory in patients with mild cognitive impairment. *Neuropsychologia*, 46, 37-48.
- Kausler, D. H. (1991). *Experimental psychology: Cognition and human aging*. New York: Wiley.
- Lecerf, T., & Roulin, J. (2006). Distinction between Visuo-Spatial Short-Term Memory and Working Memory Span Tasks. *Swiss Journal of Psychology*, 65, 37-54.
- Li, G., Braver, E., & Chen, L. H. (2003). Fragility versus Excessive Crash Involvement as Determinants of High Death Rates per Vehicle-Mile of Travel for Older Drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 35, 227-235.
- Lucas-Blaustein, M. J., Filipp, L., Dungan, C., & Tune, L. (1988). Driving in patients with dementia. *Journal of the American Geriatric Society*, 36, 1087-1091.
- McCarley, J., Vais, M., Pringle, H., Kramer, A., Irwin, D., & Strayer, D. (2001). Conversation disrupts visual scanning of Traffic scenes. *Proceedings of the Ninth International Conference on Vision in Vehicle*.
- McKnight, A. J., & McKnight, A. S. (1999). Multivariate analysis of age-related driver ability and performance deficits. *Accident Analysis and Prevention*, 31, 445 - 454.
- Morris, J. C. (1994). Conflicts of interest: Research and clinical care. *Alzheimer's Disease and Associated Disorders*, 8, 49-57.

- Morris, J. C., Storandt, M., Miller, J. P., McKeel, D. W., Jr., Price, J. L., & Rubin, E. H. (2001). Mild cognitive impairment represents early-stage Alzheimer's disease. *Archives of Neurology*, 58, 397-405.
- Odenheimer, G. (1993). Dementia and the older driver. *Clinical Geriatric Medicine*, 9(2), 349-364.
- O'Neill, D., Neubauer, K., Boyle, M., Gerrard, J., & Surmon, D. (1992). Dementia and driving. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 85(4), 199-202.
- Petersen, R. C., Smith, X. E., Waring, S. C., Ivnik, J., Tangalos, E. G., & Kokmen, E. (1999). Mild cognitive impairment: clinical characterization and outcome. *Archives of Neurology*, 56(6), 303-308.
- Reger, M. A., Welsh, R. K., Watson, G. S., Cholerton, B., Baker, L. D., & Craft, S. (2004). The relationship between neuropsychological functioning and driving ability in dementia: A meta-analysis. *Neuropsychology*, 18, 85-93.
- Retchin, S. M., & Hillner, B. E. (1994). The costs and benefits of a screening program to detect dementia in older drivers. *Medicine of Decision Making*, 14, 315-324.
- Richardson, E. D., Marottoli, R. A. (2003). Visual attention and driving behaviors among community-living older persons. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 58, 832-836.
- Rizzo, M., McGehee, D. V., Dawson, J. D., & Andersen, J. N. (2001). Simulated car crashes at intersections in drivers with Alzheimer's disease. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 15, 10-20.
- Ryan, G. A., Legge, M., & Rosman, D. (1998). Age related changes in drivers' crash risk and crash type. *Accident Analysis and Prevention*, 30(3), 379-387.
- Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 103, 403-428.
- Salthouse, T. A., & Skovronek, E. (1992). Within-context assessment of age differences in working memory. *Journal of gerontology*, 47(3), 110-120.
- Salthouse, T. A., Mitchell, D. R., Skovronek, E., & Babcock, R. L. (1989). Effects of adult age and working memory on reasoning and spatial ability. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 15, 507-516.
- Schlag, B. (1993). Elderly drivers in Germany -fitness and driving behavior. *Accident Analysis and Prevention*, 25(1), 47-55.
- Schonfield, A. (1969). *In Search of Early Memories*. Paper presented at the International Congress of Gerontology, Washington, D. C.
- Simone, P. M., & Baylis, G. C. (1997). Selective attention in a reaching task: effect of normal aging and Alzheimer's disease. *Journal of experimental psychology: Human perception and performance*, 23(3), 595-608.
- Smith, E. E., & Jonides, J. (1999). Storage and executive processes in the frontal lobes. *Science*,

- 283, 1657-1661.
- Sternberg, S. (1966). High-speed scanning in human memory. *Science*, 153, 652-654.
- Szlyk, J. P., Myers, L., Zhang, Y. X., Wetzel, L., & Shapiro, R. (2002). Development and assessment of a neuropsychological battery to aid in predicting driving performance. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 39, 483-496
- Tuokko, H., Tallman, K., Beattie, B. L., Cooper, P., & Weir, J. (1995). An examination of driving records in a dementia clinic. *Journal of Gerontology: Social Sciences*, 50B(3), 173-181.
- Verhaegen, P. K., Toebat, K. L., & Delbeke, L. L. (1988). Safety of older drivers: A study in their overinvolvement ratio. *Proceedings of the Human Factors Society-32 Annual Meeting*, 185-188.
- Verhaeghen, P., Cerella, J., Semenc, S. C., Leo, M. E., Bopp, K. L., & Steitz, D. W. (2002). Cognitive efficiency modes in old age: Performance on sequential and coordinative verbal and visuo-spatial tasks. *Psychology and Aging*, 17, 558-570.
- Waller, J. A. (1991). Health status and motor vehicle crashes. *New England Journal of Medicine*. 324, 54-55.
- West, R. L., Crook, T. H., & Barron, K. L. (1992). Everyday memory performance across the life span: The effects of age and noncognitive individual differences. *Psychology and Aging*, 7(1), 72-82.
- Wild, K., & Cotrell, V. (2003). Identifying driving impairment in Alzheimer disease: a comparison of self and observer reports versus driving evaluation. *Alzheimer's Disease Associated Disorder*. 17, 27-34.

1 차원고접수 : 2009. 11. 24
최종게재결정 : 2009. 12. 30

Effects of Aging and Mild Cognitive Impairment on Working and Recognition Memory: Implication on Driving

SeongJin Choi

Department of Psychiatry
Maryknoll Medical Center

Hyun-Jung Shin

Department of Psychology
Pusan National University

Jaesik Lee

To investigate the nature of memory deficit of Mild Cognitive Impairment patient group(MCI group), the present study measured MCI group's verbal and spatial working memory capacity and recognition ability for dynamic driving scenes(which were varied in their temporal position) in terms of sensitivity(d') and response criterion(c), and compared them with those of college students and normal old-aged group. The results can be summarized as followings: First, MCI patient showed more degraded performances in both types of memory tasks than the other two groups. Second, although MCI group showed stable and lowered sensitivity for driving-scene stimulus along the different temporal position, normal old groups showed increased sensitivity for the relatively recent stimulus(i.e., observed 5 seconds before). Third, MCI group tended to respond based on unstable response criterion which resulted in a large fluctuation from conservative to lenient responses, whereas college students and normal old groups appeared to adopt relatively stable and neutral(or lenient in case of normal old group) response criterion. The implications and limitations of this study were discussed.

Key words : working memory, driving situational recognition memory, driving performance, aging, Mild Cognitive Impairment