creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

심리학석사 학위논문

인지 통제 과제에서 노인의 암묵학습

2012년 8월

서울대학교 대학원
심리학과 임상신경심리 전공
정 은 하

인지 통제 과제에서
노인의 암묵학습

지도교수 최 진 영

이 논문을 심리학 석사 학위논문으로 제출함
2012년 8월

서울대학교 대학원
심리학과 임상신경심리 전공
정 은 하

정은하의 석사 학위논문을 인준함
2012년 8월

위 원 장 민 경 환 (인)

부위원장 오 성 주 (인)

위 원 최 진 영 (인)

국문초록

노화에 따른 학습의 저하는 잘 알려져 있는 사실이지만, 일부 학습 능력은 노화에도 불구하고 보존되어 있다. 암묵학습은 노인에게서 비교적 저하가 크지 않은 영역으로 알려져 있다. 본 연구는 노인을 대상으로 하여 획득된 암묵학습이 인지 통제적 간섭이 있는 상황에서 표현되는지 살펴보는 것을 목적으로 한다. 기존의 암묵학습 과제 패러다임에 인지 통제 간섭을 부과한 과제를 통해 간섭 상황에서도 암묵학습이 유의하게 표현되는지 검증하였다. 노인 17명, 젊은 성인 17명을 대상으로 실험 과제를 실시하였으며, 처리속도, 주의, 기억 및 인지 통제 과제를 포함한 신경심리검사를 실시하여 인지 기능을 평가하였다.

결과적으로, 노인과 젊은 성인 집단 모두 유의하게 암묵학습이 이루어졌으며, 이렇게 획득한 암묵학습은 인지 통제적 요구가 부과된 간섭 과제에서 유의하게 표현되었다. 단순한 암묵학습 과제에서의 암묵학습량은 노인 집단에서 저하되었다. 반면, 간섭 조건에서 암묵학습표현양은 두 집단 간 차이가 없었다. 신경심리검사와 암묵학습의 상관을 살펴본 결과, 암묵학습을 더 잘한 개인이 운동기능, 작업속도, 관리기능을 평가하는 신경심리검사 수행도 더 잘한 것으로 나타났다. 간섭 상황에서는 인지통제 기능이 낮은 노인의 암묵학습 표현양이 증가하였다.

본 연구는 노인도 자동적이고 절차적으로 학습한 것을 인지 통제적 상황에서 표현할 수 있음을 보여주며, 이는 암묵학습의 적용 가능성에 대해 제안한다. 노화에 따른 인지적 저하에도 불구하고, 암묵학습 능력의 보존과 새로운 상황에의 적용 가능성은 노인을 위한 인지훈련 등의 개입에 이론적 바탕을 제공해 준다.

주요어 : 인지 노화, 암묵학습, 인지 통제, 신경심리
학 번 : 2010-22990

목 차

국문초록 ····· i
Ⅰ. 서론 ····· 1
1.1. 암묵학습과 노화 ····· 1
1.2. 노화와 인지 통제 기능 ····· 4
1.3. 인지 통제와 암묵학습 간 관계 ····· 5
1.4. 문제제기 및 연구목적 ····· 7
Ⅱ. 연구방법 ····· 9
2.1. 연구참여자 ····· 9
2.2. 연구도구 ····· 10
2.3. 행동 자료 분석 ····· 19
Ⅲ. 결과 ····· 20
3.1. 실험 과제의 수행 ····· 20
3.2. 과제 수행과 인지 기능과의 관계 ····· 27
3.3. 과제에 대한 외현적 인식 수준 ····· 33
Ⅳ. 논의 ····· 34
부록 ····· 41
참고문헌 ····· 43

표 목 차

표 1. 노인과 젊은 성인 집단의 인구 통계학적 변인 특성 ····· 9
표 2. SRT 과제의 블록 구성 ····· 12
표 3. 간섭 SRT 과제의 블록 구성 ····· 13
표 4. 노인과 젊은 성인 집단의 SRT 과제 수행 ····· 21
표 5. 노인과 젊은 성인 집단의 간섭 SRT 과제 수행 ····· 22
표 6. 노인과 젊은 성인 집단의 신경심리검사 평균 수행 및 표준편차 28
표 7. 암묵학습점수와 신경심리검사 점수의 상관관계 ····· 29
표 8. 노인 집단의 암묵학습표현과 인지통제 검사의 상관관계 ····· 32

그 림 목 차

그림 1. SRT 과제의 자극 제시 순서 ····· 11
그림 2. SRT 과제의 자극-반응 위치 예 ····· 11
그림 3. 간섭 SRT 과제의 자극-반응 위치 예 ····· 13
그림 4. SRT 및 간섭 SRT 과제의 블록 별 평균 반응 속도 ····· 21
그림 5. 간섭 SRT 과제의 평균 반응 속도 ····· 24
그림 6. 간섭 SRT 과제의 양립 조건에 따른 집단 별 반응 속도 ····· 24
그림 7. SRT 과제 및 간섭 SRT 과제 학습점수의 집단 간 상호작용 ··· 26
그림 8. SRT 과제와 간섭 SRT 과제의 집단 별 수행 ····· 27
그림 9. 색선로검사에서 각 집단의 평균 수행 ····· 31
그림 10. 암묵학습표현양과 색선로검사 수행 ····· 32
그림 11. 암묵학습표현양과 스트룹간섭지표 ····· 32

Ⅰ. 서 론

1.1. 암묵학습과 노화

암묵적 시퀀스 학습과 노화에 따른 수행 변화

암묵학습은 자각 없이 자극의 규칙에 대한 민감성을 습득해 가는 과정이다(Seger, 1994). 암묵학습은 암묵기억체계(implicit memory system)의 일부인데, 의도적인 회상에 관한 외현기억 능력은 노화에 따라 저하가 크나(e.g., Dixon, 2000; Verhaeghen, Marcoen, & Goossens, 1993), 암묵기억체계의 경우 노화에 따른 저하 정도가 적은 것으로 알려져 왔다(e.g., Hoyer and Lincourt 1998; Meulemans et al. 1998; Schugens, Daum, Spindler, & Birbaumer, 1997; Zacks, Hasher, & Li, 2000). 암묵학습은 의식적인 기억에 도달하지 않으며 수행을 통해서 표현되는 무의식적인 학습 능력의 여러 방식 중 하나이다(Squire & Zola, 1996). 암묵학습 시에 참가자는 반복되는 수행을 통해 절차적으로 자극 사이의 동시성이나 연관성을 습득한다(e..g, Cleeremans, Destrebecqz, & Boyer, 1998; Frensch, 1998; Jimenez, 2008; Seger, 1994). 이 때 참가자는 자극 간 관계에 대해 의식하지 못하지만 감소된 반응 시간 또는 증가한 정확도를 통해서 수행의 진전을 파악할 수 있다(Rieckmann & Backman, 2009).

순차적 반응 시간 과제(Serial Reaction Time Task: SRTT)는 시퀀스에 대한 암묵학습을 측정하는데 널리 쓰여 왔다(Nissen & Bullemer, 1987). 이 과제에서 참가자는 자극의 공간적 위치에 해당하는 버튼을 최대한 빠르고 정확하게 눌러야 한다. 시퀀스(예, 1-2-1-4-2-3-4-1-3-2-4-3)가 반복되는 경우, 무작위로 제시되는 순서에 비해 반응 시간이 빨라지지만, 참가자는 시퀀스에 대해 의식적인 지식을 가지고 있지 않다.

SRT 과제에서 노인의 암묵적 시퀀스 학습 수행은 시퀀스의 복잡성에 따라 다르다. 단순한 시퀀스가 고정되어 반복되는 경우, 노인의 학습은 젊은 성인만큼 유지되는 것으로 알려져 왔다(Frensch & Miner, 1994; Howard & Howard, 1989). 예를 들어, D-B-C-A-C-B-D-C-B가 반복되

는 시퀀스는 BC 혹은 CB, BD 혹은 DB 쌍이 다른 쌍에 비해서 더 자주 나오는 구조를 가진다. 이를 일차적 순서 예측(FOP, first-order predictive) 시퀀스라고 한다. 반면, 이차적 순서 예측(SOP, second-order predictive) 시퀀스와 같이 더 복잡한 시퀀스 구조에서(예, A-B-A-D-B-C-D-A-C-B-D-C), 자극은 다른 어떤 자극에도 동일하게 뒤이어 나올 수 있다. 즉, 예시 구조에서 B는 A, C, D 다음에 각각 나타난다. 상대적으로 더 복잡한 구조를 가진 SOP 시퀀스를 학습할 때, 노인 역시 암묵학습 효과를 보였다. 그러나 학습량은 젊은 성인에 비해 줄어들었다(Curran, 1997; Howard et al., 2004; Howard, Howard, Dennis, Yankovich, & Vaidya, 2004).

노인의 암묵학습 수행은 개인차 변인과 관계를 나타냈다. Cherry와 Stadler(1995)는 생활 수준과 직업 수준으로 노인을 구분하여 노인의 암묵학습 정도를 비교하였다. 두 집단 모두 암묵학습은 가능하였지만, 낮은 기능 수준을 보인 노인들의 암묵학습량은 성인이나 높은 기능 수준의 노인에 비해 적었다. 또한 SRT 과제의 암묵학습 정도는 언어적 능력(어휘) 및 작업기억지표(거꾸로 외우기)와 상관을 보였다. 연구자는 연령이 인지적 능력 차이와 함께 암묵학습 정도에 영향을 줄 수 있다고 제안했으며, 이는 전반적인 반응 속도의 감소나 작업 기억 능력의 저하 때문일 수 있다.

SRT 과제에서 주의의 역할

암묵학습의 주의적 속성을 살피기 위해 이중 과제를 사용한 연구들이 진행되었다. 즉, 주의가 암묵학습을 조절할 수 있는지를 검증함으로서 암묵학습에 주의적 요소가 필요한지 알 수 있다는 것이다(e.g., Nissen & Bullemer., 1987; Frensch, Wenke & Runger, 1999; Shanks & Channon, 2002). 이를 밝히기 위해 기존 SRT 과제에 주의적 요구를 더하는 이중 SRT 과제를 실시하였다. 이중 SRT 과제는 각 시행 사이에 낮거나 높은 음조가 제시되며, 참가자들은 SRT 과제를 수행하면서 둘 중 한 높이의 음조 수를 세어야 한다. 따라서 단순한 SRT의 주의적 용량 외의 추가적인 주의적 요구가 생기는 것이다. 만약 SRT 과제에 비해 이중 SRT 과제에서 암묵학습이 저하된다면, 암묵학습 과정에 기본적으로 주의적 용량이 필요하다고 해석할 수 있다. 반면에, 이중 과제를 수행하면서도 반복적 시퀀스

에서 반응속도가 빨라진다는 것, 즉 암묵학습이 가능하다는 것은 암묵학습이 주의를 필요로 하지 않는 과정이라는 의미이다.

Nissen과 Bullemer(1987)는 최초로 이중 과제 패러다임을 사용하여 암묵학습의 주의적 속성을 검증했다. 이중 SRT 과제에서는 암묵학습이 나타나지 않았으며, 이는 암묵학습에 충분한 주의적 용량이 필요하다는 것을 제안한다. 반면 일부 연구자들은 시퀀스 구조가 복잡한지 단순한지에 따라서 그 결과가 달라질 수 있다고 주장하였다. 단순하게 반복되는 시퀀스의 경우 이중 과제의 영향을 받지 않으나, 위계적인 부호화를 요구하는 복잡한 시퀀스의 경우 주의적 용량을 요구하는 것으로 보인다(Cohen, Ivry, & Keele, 1999; Curran & Keele, 1993).

이중 SRT 과제의 학습 메커니즘에 대한 몇 가지 관점이 존재한다. 앞서 살핀 것과 같이 이중과제로 인해 감소된 주의적 용량 때문에 학습이 손상된다는 주장이 초기 연구를 중심으로 제안되었다(e.g., Curran & Keele, 1993; Nissen & Bulllemer, 1987). 또한, 학습 과정 자체가 방해받기 때문이라는 주장(e..g, Cleeremans, 1993; Stadler, 1995), 학습이 아니라 학습의 표현이 방해 받기 때문이라는 주장(Frensch, Lin, & Buchner, 1998; Frensch, Wenke, & Runger, 1999)이 있다. Stadler(1995)는 이중과제가 연속되는 시행의 조직화를 방해한다고 주장하는데, 과제 사이에 일시적인 멈춤이 있어 연속적인 수행을 방해하게 하였을 경우 이러한 조건은 이중과제와 같은 효과를 가졌다. Frensch와 동료들(1999)은 이중 과제는 학습 자체에는 영향을 주지 않지만, 학습의 표현에는 영향을 준다고 주장한다.

이중 SRT 과제에서 노인의 암묵학습은 손상되는 것으로 보인다(Frensch & Miner, 1994; Nejati et al., 2008). 그러나 이중 SRT 과제가 음조의 수를 세어야 하는 외현 기억 능력을 요구 한다는 점에서 해당 연구 결과의 해석은 주의 깊게 이루어질 필요가 있다. 특정한 음조의 수를 기억하는 과정은 외현기억체계인 내측측두엽(medial temporal lobe) 체계의 관여를 필요로 하는데, 뇌영상 연구 결과에 따르면 노인들의 경우 SRT 과제를 할 때, 성인보다 높은 내측측두엽 활성화가 관찰되었다(Dennis & Cabeza, 2010). 이러한 결과는 노인의 경우 성인과 달리 암묵학습 과정에 외현기억체계가 보상적으로 활용된다는 가능성을 제안한다. 기억 요구가 있는 이중 과제가 사용될 경우 노인의 암묵학습 수행에 추가적인 부담이

될 수 있다는 것이다.

1.2. 노화와 인지 통제 기능

인지 통제란 특정한 과제목적에 부합하는 자극이나 반응 표상은 강화시키고, 이에 방해가 되는 자극 표상이나 습관적인 반응 경향성은 억제시킴으로써 현재 당면하고 있는 과제 요구에 행동을 적응시키는 능력으로 정의된다(Braver, Cohen, & Barch, 2002; Cohen & Servan-Schreiber, 1992; Dreher & Berman, 2002; Koechlin, Ody, & Kouneiher, 2003; MacDonald, Cohen, Stenger, & Carter, 2000; 김호영, 2012). 이러한 능력은 특히 노화에서 두드러지게 저하되는 것으로 보인다. 많은 연구들은 노인이 젊은 성인에 비해 부적절한 정보에서 간섭을 더 많이 받는다는 사실을 밝혔다(e.g., Tun, O Kane, & Wingfield, 2002).

인지 통제가 노화에 따른 인지적 감퇴를 설명하는 기제가 된다는 주장도 있다. 즉, 간섭이 되는 부적절한 정보를 억제하는 인지 통제의 저하가 인지적 노화의 주요한 기제라는 것이다(Hasher & Zacks, 1988; Shimamura & Jurica, 1994; Tun, O'Kane, & Wingfield, 2002; Zacks & Hasher, 1997). 이러한 이론적 배경 아래, 인지 통제 훈련을 통해 노화에 따른 인지적 감퇴 속도를 줄이기 위한 시도가 있었다. 실제로 일부 연구는 훈련을 통해 인지 통제 과정이 수정될 수 있다는 가능성을 보여주었다(Batsakes & Fisk, 2000; Karbach & Kray, 2009; Kramer et al., 1995; 김호영, 2012). 김호영(2012)의 연구에서 노인들은 사이먼 과제, 스트룹 과제, Eriksen의 플랭커 과제를 포함하여 이중과제, Go/No-Go 과제, 연속 수행과제, 전환과제의 요소를 활용한 인지 훈련 프로그램을 수행하였다. 훈련 집단 노인의 경우 전반적인 인지 기능에서 수행이 향상되었고, 인지 통제 과제에서 그 차이가 두드러졌다.

인지 통제 기능은 실험실 상황에서 사이먼 과제, 스트룹 과제, 플랭커 과제와 같은 갈등 유발 과제를 통해 탐색된다. 사이먼 과제에서는 자극의 공간적 속성에 부합하는 자극과 그렇지 않은 자극이 제시되며, 이 때 참가자는 자극의 공간적 속성과는 관계없이 자극 내용에 대해서만 반응해야 한다

(Simon, 1969). 스트룹 과제에서 참가자들은 색 단어에 대해서 그 의미를 무시하고 인쇄된 색을 재빨리 명명해야 한다(Stroop, 1935). Eriksen의 플랭커 과제는 경쟁이 되는 자극이 동시에 제시되는 상황에서 목표자극에만 주의를 기울여 반응하는 과제이다(Eriksen & Eriksen, 1974).

자극 반응 양립성(compatibility)은 인지 통제 과제에서 갈등이 생기는 기저 메커니즘을 설명하는 주요한 개념 중 하나이다. 반응이 자극의 속성에 얼마나 잘 대응하는가에 따라 자극이 처리되는 속도나 정확성이 달라질 수 있다(Fitts & Posner, 1967). 앞서 살펴본 인지 통제 과제에서 반응-자극 위치가 일치하는 경우(양립 조건)에 반응-자극 위치가 불일치하는 경우(비양립 조건)보다 반응 속도가 더 빠르다. 예를 들어, 사이먼 과제에서 왼쪽에 나타난 "왼쪽" 자극에 대해 왼손으로 반응하기(양립 조건)는 오른쪽에 나타난 "왼쪽" 자극에 대해 왼손으로 반응하기(비양립 조건)에 비해서 더 빠른 반응을 유발한다. 스트룹 과제에서 참가자는 파랑으로 인쇄된 "파랑"(양립 조건)을, 파랑으로 인쇄된 "빨강"(비양립 조건)보다 더 빠르게 읽는다.

노인의 경우 양립성 효과(compatibility effects)가 젊은 성인에 비해 더 크다는 사실이 밝혀졌다. 노인의 사이먼 효과는 시각적, 청각적 과제 모두에서 성인에 비해 더 크게 나타난다(Pick & Proctor, 1999). Lubbe & Verleger(2002)의 시각적 사이먼 과제에서 참가자는 글자 왼쪽 혹은 오른쪽 위치에 나타나는 A나 B에 대해서 왼쪽이나 오른쪽 버튼으로 반응해야 한다. 비양립 조건과 양립 조건의 반응 속도 차이, 즉 사이먼 효과는 노인의 경우 48ms, 젊은 성인은 20ms로 노인의 사이먼 효과가 더 크게 나타났다. 전반적인 반응 속도의 영향력의 감소를 통제하고도 노인의 반응 속도 저하가 유의하였으며, 이러한 결과는 노인의 인지 통제 기능이 성인에 비해 더 크게 저하되었다는 것을 시사한다.

1.3. 인지 통제와 암묵학습의 관계

암묵학습은 기본적 학습 시스템으로 일컬어지며, 빠르고 노력 없이 일어나는 학습에 속한다(Cleermans, Destrebecqz, & Boyer, 1998). 반면 인지

통제는 습관적인 반응 경향성을 억제시키는 과정으로 일컬어지며, 이는 자동적 과정에 반하는 속성을 가지는 것으로 여겨져 왔다(e.g., Norman & Shallice, 1986; Posner & Snyder, 1975). 최근에는 인지 통제 과정과 암묵학습 간의 관계를 밝히기 위해 암묵학습 패러다임과 인지 통제 패러다임을 결합한 연구가 시도되어, 단순히 상반된 것으로 알려진 두 인지 과정이 서로 어떻게 연관될 수 있는지 탐색하였다(Deroost & Soetens, 2006; Koch, 2007; Deroost, Vandenbossche, Zeischka, Coomans, & Soetens, 2012).

Deroost와 Soetens(2006)의 연구는 시퀀스 학습이 인지 통제적 요구에 의해 증진될 수 있다는 것을 보여준다. 이 연구는 자극-반응 양립성을 조정한 SRT 과제를 사용하였다. 참가자는 확률적 시퀀스를 따라 제시되는 자극의 네 위치 중 하나에 대해서 반응해야 한다. 이 때, 한 집단의 성인 참가자는 자극의 위치에 부합하는 반응이 요구되는 양립 조건에서 실험에 참가하고, 다른 집단의 성인 참가자는 자극의 위치에 부합하지 않는 비양립 조건에서 실험에 참가한다. 예를 들어, 첫 번째 칸의 자극에 대해서 네 번째의 반응 위치로 반응하는 것이 비양립 조건 중 하나이다. 시퀀스가 사라지고 무작위적 순서가 제시되었을 때, 비양립 조건에서 훈련받았던 참가자의 수행이 더 크게 저하되었다. 즉, 시퀀스 학습의 정도는 통제적 능력이 적용되었을 때 더 컸다는 것이다. 이에 대해 저자는 통제적 처리를 요하는 과제에서 인지적 시스템이 더 효율적인 방식으로 수행을 증진한다는 것을 보여준다고 해석하였다.

Koch(2007)의 연구는 학습이 외현적일 때, 시퀀스 학습과 인지 통제 능력 간에 다른 방향성의 관계가 있을 수 있다고 제안한다. 즉, 시퀀스 학습이 비양립성으로 인한 갈등 수준을 줄일 수 있다는 것이다. 참가자들은 SRT 과제에서 각 알파벳에 해당하는 버튼에 반응해야 하는데(A=1, B=2, C=3, D=4), 이 때 각 자극은 반응 위치에 부합하거나 그렇지 않게 제시될 수 있다. 이 연구에서 양립성 효과는 고정된 시퀀스를 따르는 경우 랜덤하게 제시되는 경우보다 더 적었다. Koch의 연구는 외현적 시퀀스 학습이 갈등 해소 능력을 증진시킬 수 있음을 보여주었는데, 최근 연구에 따르면 암묵적인 학습 역시 인지 통제적 갈등을 감소시켰다(Deroost et al., 2012).

인지 통제와 암묵학습에 대해 탐색한 연구들은 두 인지적 과정이 어떻게 서로 관련되는가를 밝혔다. 아직까지 그 방향성에 대해서 명확한 결론이

있는 것은 아니지만, 최근까지의 연구를 종합하면 암묵학습 과정은 인지 통제 기능에 대한 지지적인 역할을 가지는 것으로 보인다(Deroost et al., 2012).

1.4. 문제제기 및 연구목적

노화에 따른 인지 기능의 저하는 광범위하게 나타난다(e.g., Salthouse 1982). 그러나 노인 역시 학습을 통해 적응적인 능력을 생성할 수 있으며(e.g., Baltes, 1987), 그러한 학습의 기제를 찾아내는 것은 성공적인 노화를 위한 의미 있는 개입이 될 수 있다.

이번 연구는 노화에 있어 비교적 저하가 적다고 알려진 암묵학습의 인지적 속성을 구체적으로 살피고, 새로운 상황에서 적용 가능한지 탐색하기 위한 것이다. 특히 암묵학습에 대한 기존 노화 연구의 한계를 지적하고 이를 연구에 반영하고자 하였다. 암묵학습 과제에 주의적 요구를 추가한 이중 과제의 경우 노인을 대상으로 하는 연구가 진행되었다. 그러나 해당 과제는 주의적 요구 뿐 아니라 외현 기억 요구를 포함하고 있기 때문에 노화 연구에 부적합할 수 있다. 따라서 이번 연구에서는 기존의 암묵학습 과제에 인지 통제 간섭을 부여한 새로운 과제를 고안하였다. 과제는 자극-반응이 양립하는 조건과, 비양립하는 조건으로 구성되어 있으며, 비양립 조건은 노화에서 크게 저하된다고 알려진 인지 통제 기능을 요구하는 것이다. 따라서 이번 과제를 통해 인지 통제적 간섭이 있는 상황에서도 획득한 학습의 표현이 가능한지 검증할 수 있다. 이는 외현 기억 요소를 필요로 하지 않는 단순한 간섭 조건이자 노인에게서 두드러지게 저하되는 영역인 인지 통제적 요구를 가지는 조건이라고 할 수 있다. 특히 최근 암묵학습과 인지 통제의 보완적인 관계에 대한 논의가 이루어지고 있는데, 이것이 노화에서 어떻게 나타나는지에 대한 탐색은 아직까지 이루어지지 않았다.

본 연구는 다음의 목적을 가지고 수행되었다. 첫째, 노인의 암묵학습의 특징을 살펴보고자 한다. SRT 과제에서 노인의 암묵학습이 성인과 마찬가지로 유지되는지, 학습량이 성인에 비교하여 어떻게 달라지는지 확인한다. 인지 기능과 암묵학습의 관계는 암묵학습의 인지적 속성에 대한 구체적인

정보를 줄 것이다. 둘째, 간섭이 부과된 암묵학습 실험 과제를 실시하여 인지 통제 요구가 있는 상황에서 노인과 젊은 성인의 암묵학습 표현이 가능한지 탐색하고자 한다. 또한 신경심리검사로 평가한 인지 통제 기능과 과제 수행 간의 관련성을 검증하고자 한다. 셋째, 과제의 양립성 조건에 따라서 암묵학습의 표현이 어떻게 달라지는지, 즉 인지 통제와 암묵학습 간에 관계가 있는지 살펴보고자 한다. 나아가서 이러한 관계가 있다면 그것이 노화에 따른 차이를 보이는지 확인하고자 한다.

Ⅱ. 연 구 방 법

2.1. 연구참여자

젊은 성인 집단은 18세 이상 35세 이하, 12년 이상의 학력을 가진 성인 17명을 대상으로 했다. 젊은 성인 집단은 인터넷 구인 공고 및 학교 내 공고를 통해 모집하였으며, 참여 요건에 맞는 사람을 선별하여 모집하였다. 노인 집단은 60세 이상 80세 이하, 9년 이상의 정규 교육의 경험이 있는 건강한 노인 17명을 대상으로 하였다. 노인 집단은 서울 지역 종교 기관 한 곳과 종교 기관에서 운영하는 노인 대학 참여자로 구성된 참여 신청자를 대상으로 참여 요건에 맞는 사람을 선별하여 모집하였다(표 1). 두 집단 모두 건강선별배제기준(부록 1; Christensen, Multhaup, Nordstrom, & Voss, 1991)을 실시하였다.

표 1. 노인과 젊은 성인 집단의 인구 통계학적 변인 특성

	젊은 성인	노인	t
표집 수	17	17	
나이(년)	22.53 (4.37)	66.76 (5.25)	
성별(남:여)	14:3	12:5	
교육(년)	13.47 (1.94)	13.53 (2.62)	0.074
K-WAIS 어휘	40.59 (6.05)	36.30 (6.78)	-1.95
K-WAIS 토막짜기	40.59 (8.29)	36.299 (5.76)	-8.94*

주. 괄호 안은 평균에 대한 표준편차.
* $p<.05$

2.2. 연구 도구

2.2.1. 실험 과제

순차반응시간 과제 (Serial Reaction Time Task, SRTT)

네 개의 상자가 컴퓨터 스크린 가운데에 위치한다. 각 상자는 너비 약 3.5cm, 높이 약 2.5cm이다. 한 개의 점(지름 5mm)이 네 상자 중 하나의 상자 가운데에 위치한다(그림 1). 타겟 위치는 왼쪽에서 오른쪽으로 1에서 4를 말한다. 참가자들은 키보드의 V, B, N, M 키를 사용하여, 1에서 4에 해당하는 위치를 누르도록 지시받는다(그림 2). 1과 2는 왼손의 중지와 검지로, 3과 4는 오른손의 검지와 중지로 키보드를 누르면 된다. 참가자들은 각 위치에 해당하는 버튼을 최대한 빠르고 정확하게 누르도록 지시 받는다.

각 타겟 위치의 순서는 각 블록에 따라 랜덤하거나, 일정한 시퀀스를 따르며 제시된다. 타겟은 참가자가 반응을 할 때까지 제시된다. 다음 자극은 300ms 이후에 제시된다. 자극 간 간격 동안에는 타겟은 사라지며, 상자는 계속 제시된다. 성인을 대상으로 한 기존 연구에서 자극 사이 간격은 주로 200ms였으나(e.g., Shanks & Channon, 2002), 노인을 대상으로 한 점을 고려해 자극 간 간격 시간을 설정하였다. 실험 중 블록 사이에 두 번의 쉬는 시간이 제시된다. 네 개의 상자에 모두 X 자극이 오면 반응을 멈추고 잠시 휴식을 취하도록 지시받으며 6000ms 동안 반응을 하지 않는다. 화면 가운데 3000ms 동안 고정점이 제시된 이후 시행이 시작된다.

그림 1. SRT 과제의 자극 제시

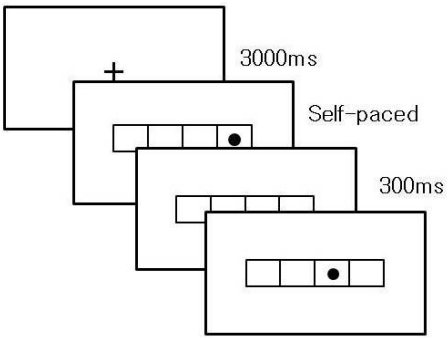
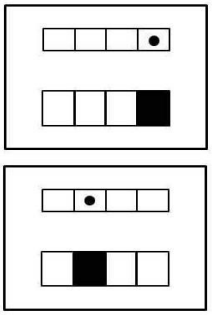


그림 2. SRT 과제의 자극-반응 위치 예



시퀀스 정보

실험에 사용된 시퀀스는 Curran(1997)이 제시한 Second-order predictive(SOP) 시퀀스(A-B-A-D-B-C-D-A-C-B-D-C)이다. SOP 시퀀스에서 각 자극은 다른 어떤 자극에도 뒤이어 나올 수 있다. 반면에 first-order-predictive(FOP) 시퀀스에서 한 자극(예, A) 다음에 일정 자극(예, D)이 올 확률이 더 높다. 따라서 SOP 시퀀스의 경우 좀 더 복잡한 형태의 시퀀스라고 할 수 있으며, 여러 암묵학습 연구들에서 의식적 개입을 최소로 하기 위하여 SOP 시퀀스를 사용하였다(e.g., Frensch & Miner, 1994; Howard & Howard, 1989; Shanks & Channon, 2002; Dennis & Cabeza, 2010; Rieckmann, Fisher, Backmann, 2010). 이번 연구에서 시퀀스는 3-1-3-2-1-4-2-3-4-1-2-4의 순서로 제시된다.

SRT 과제에는 총 9개의 블록이 있으며, 각 블록은 96개의 시행으로 구성된다(표 2). 첫 번째 블록은 랜덤 시행이며, 그 이후에는 시퀀스가 반복

되어 시퀀스 학습이 이루어진다. 각 블록의 시퀀스 앞과 뒤에 짧은 랜덤 시퀀스를 배치하여 의식적 개입이 덜 이루어지도록 하였다 (Bischoff-Grethe, Goedert, Willingham, & Grafton, 2004). 즉, 2에서 6번 블록의 처음 12시행과 나중 12시행은 랜덤하게 제시된다. 7,8,9번 블록은 각각 랜덤과 시퀀스 시행만으로 이루어져 있다(표 2). 이후 분석 시에는 기존 연구와 마찬가지로(e..g, Curran & Keele, 1993; Shanks & Channon, 2002), 시퀀스 학습 이후 랜덤 블록이 제시되었을 때, 그에 인접한 두 시퀀스 블록에 비교하여 정확률이나 반응 속도가 어떻게 달라지는지 평가한다.

표 2. SRT 과제의 블록 구성

블록	1	2	3	4	5	6	7	8	9
자극	랜덤	시퀀스*	시퀀스*	시퀀스*	시퀀스*	시퀀스*	시퀀스	랜덤	시퀀스

주. 랜덤: 랜덤 96개 시행, 시퀀스: 시퀀스 12시행 x 8 순환, 시퀀스* : 랜덤(12시행)+시퀀스(72시행)+랜덤(12시행)

간섭 순차반응시간 과제(Interference Serial Reaction Time Task: iSRTT)

간섭 SRT 과제는 SRT 과제 후, 지시문과 함께 연결하여 수행하게 된다. 이 과제에서는 기존 SRT 과제와 다른 간섭 조건이 제시된다. 즉, 자극위치와 반응 위치가 일치하지 않는 조건(빨간 원)과 자극위치와 반응위치가 일치하는 조건(검은 원)이 1:2의 비율로 섞여서 제시된다. 참가자들은 검은 원에 대해서는 기존 SRT 과제와 동일하게 반응하고, 빨간 원에 대해서는 새로운 반응 규칙을 지시받는다. 즉, 참가자는 검은색 원이 나오면 같은 위치의 버튼을 누르고, 빨간색 원이 나오면 원의 오른쪽에 해당하는 버튼을 눌러야 한다. 만약 두 번째 상자에 빨간 원이 나오면 세 번째 반응 위치를, 네 번째 상자에 검은 원이 나오면 네 번째 반응 위치를 누르면 된다(그림 3의 예). 만약 네 번째 칸에 빨간 원이 나오면 1번 반응 위치를 눌러야 한다.

간섭 SRT 과제에서는 앞서 학습한 시퀀스와 동일한 시퀀스가 제시된다 (3-1-3-2-1-4-2-3-4-1-2-4). 자극과 반응이 불일치하는 조건에서 암묵 학

습은 행동적 반응에 기초하여 이루어지기 때문에(Willingham, 1999; Bischoff-Grethe et al., 2004), 시퀀스의 제시는 자극이 아닌 반응에 기초하여 이루어진다. 즉, 참가자들은 학습한 시퀀스에 해당하는 위치를 반복하여 손으로 반응하게 된다.

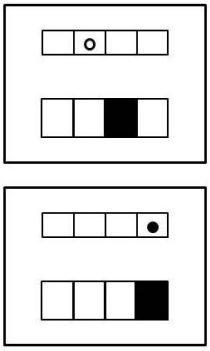
총 6개의 블록에서 랜덤과 시퀀스 블록이 제시되며(표 3), SRT 과제와 마찬가지로 각 블록은 96개의 시행으로 이루어진다. 시퀀스 블록에서는 12개의 시행을 8번 반복하게 된다. 간섭 정도는 예비 과제를 통하여 조절하였으며, 검은 원과 빨간 원이 2:1의 비율로 제시된다. 참가자는 과제 시작 전에 랜덤 96개 시행으로 이루어진 연습과제를 시행하여 수행 방식을 익히고 과제에 참여한다. 실험 중 블록 사이에 한 번의 쉬는 시간이 제시된다. 쉬는 시간은 SRT과제와 마찬가지로 6000ms이며 쉬는 시간 이후 3000ms의 고정점이 제시되고 자극 제시가 시작된다.

표 3. 간섭 SRT 과제의 블록 구성

블록	10	11	12	13	14	15
자극	간섭랜덤	간섭랜덤	간섭시퀀스	간섭시퀀스	간섭랜덤	간섭랜덤

주. 간섭 랜덤: 96개 시행, 간섭시퀀스: 96개 시행(시퀀스 12시행 x 8 순환)

그림 3. 간섭SRT 과제의 자극-반응 위치 예



주. 그림의 하얀 원은 실험에서는 빨간 원으로 제시됨.

실험 장치

실험은 개인용 랩탑 컴퓨터로 수행하였으며, 기종은 LG Xnote A515, 모니터 크기는 15인치, 해상도는 1024*768이었다. E-prime 2.0 버전으로 실험 프로그램을 제작하고 실행하였다. 자극은 LCD 모니터를 통해 제시하였고, 참여자와 모니터까지의 거리는 약 60센티미터를 유지하도록 하였다. 참여자는 개별 실험실과 종교 기관에 마련한 독립된 방 안에서 혼자 실험에 참가하였으며, 랩탑에 추가적으로 연결된 동일한 키보드를 사용하여 자극에 반응하였다.

외현적 인식 테스트

실험이 모두 끝난 이후에 참가자는 반복된 시퀀스에 대한 인식정도를 평가하는 문항에 대답한다. 해당 문항은 기존 연구에서 사용되었던 것을 사용하였다(Seger, 1997; Rieckmann et al., 2010). 실험은 시퀀스를 학습하였던 SRT과제에 대한 질문이며, 누른 위치에 대한 맞는 서술을 고르는 객관식 문항과 반복되는 시퀀스를 느꼈다면 그것이 무엇이었는지에 대한 자유회상 문항으로 구성되어 있다(부록 2).

2.2.2. 신경심리검사

운동기능 검사

Grooved Pegboard(Matthews & Klove, 1964): 검사는 눈과 손의 협응 능력과 운동 속도를 측정하는 검사이다. 무작위적으로 위치한 슬롯을 가진 25개의 구멍으로 구성된 금속 보드와 구멍에 맞게 끼워 넣어야 하는 금속 열쇠(pegs)로 이루어져 있다. 수검자는 금속 열쇠를 슬롯에 최대한 빠르게 끼워 넣어야 한다. 우세손부터 시작해서 양손을 사용하여 모든 구멍에 금속 열쇠를 넣는 시간을 측정한다. 우세손의 속도는 태핑 속도(r=.-35) 및 시력(r=-.62; Schear & Sato, 1989)과 상관을 보였으며, 주의력(TMT-B),

지각 속도(Digit Symbol) 및 비언어적 추론(Block Reasoning)과도 약간의 상관(r=.3 정도)을 보였다(Schear & Sato, 1989).

작업기억 검사

숫자폭(Digit Span, DSP): DSP는 Korean Wechsler Adult Intelligence Scales-IV(K-WAIS-IV; 황순택, 김지혜, 박광배, 최진영, 홍상황, 2012)의 언어성 소검사 중 하나이다. 숫자 바로 따라하기에서는 검사자가 읽어준 일련의 숫자를 동일한 순서로 기억해야 한다. 숫자 거꾸로 따라하기에서는 검사자가 읽어준 일련의 숫자를 역순으로 기억해야 한다. 숫자폭 검사의 숫자 순서대로 따라하기 과제는 실시하지 않았다. 숫자 바로 따라하기는 암기학습과 기억, 주의력, 부호화, 청각적 처리 과정을 포함하고 있다. 숫자 거꾸로 따라하기는 작업기억, 정보의 변형과 정신적 조작, 그리고 시공간적 심상화를 포함하고 있다(Groth-Marnat, 2003; Reynolds, 1997).

기호폭 검사(Symbol Span, SSP): SSP는 Korean Wechsler Adult Memory Scales-IV; 최진영, 김지혜, 박광배, 황순택, 홍상황, 2012)의 소검사 중 하나로 언어화되지 않는 기호를 사용하여 시각적 작업 기억을 평가한다. 수검자에게 일련의 추상 기호들이 나열된 페이지를 5초간 보여준 후, 다른 페이지에 제시되는 여러 선택지 중에 이전 페이지에서 제시된 것과 같은 순서로 고르도록 한다. 기호폭 검사는 마음 속에 그림과 자극의 상대적인 공간적 위치를 담아두는 능력을 측정한다. Baddeley(2000)의 모델에서, 이것은 중앙 집행을 지원하는 시각적 스케치패드를 나타낸다(Wechsler, 2009)

관리기능 검사

Ruff 도형 유창성 검사(Ruff Figural Fluency Test, RFFT; Ruff, 1996): RFFT는 유연하고 확산적인 사고력과, 인지적 세트를 전환하는 능력, 전략적 계획 능력, 이 과정을 통합하는 집행 기능을 요구하는 검사이다(Ruff, 1988). 검사는 특정 배열로 주어지는 5개의 점 중 두 개 이상을 연결하여

제한 시간 1분 동안 서로 다른 모양을 가능한 많이 산출해 내는 과제로서 점의 배열과 간섭 자극이 다른 5개의 과제가 있다. 각 과제에 35개(5x7 행렬)개의 칸이 주어진다. 각 과제마다 산출한 서로 다른 모양의 개수와 반복 오류 수가 채점 된다. 또한 오류비율 점수는 전체 개수를 오류 개수로 나눈 것이며, 이는 계획 효율성의 지표가 된다.

단어 유창성 검사(Word Fluency Test; 김홍근, 2001): 단어 유창성 검사는 Benton(1968)의 검사를 국내 실정에 맞게 수정한 검사로 'ㅅ', 'ㅇ', 'ㄱ'의 세 철자로 시작하는 단어를 1분 동안 많이 말하는 검사이다. 단어유창성 검사는 인지적 유연성과 창의적 접근이 중요하므로 관리 기능 의존이 높은 언어 검사이다. 수검자가 말한 단어의 개수 및 반복 반응 수가 채점 된다.

처리속도 검사

기호쓰기(Coding)는 Korean Wechsler Adult Intelligence Scales-IV(K-WAIS-IV; 황순택, 김지혜, 박광배, 최진영, 홍상황, 2012)의 처리속도 소검사 중 하나로, 수검자는 기호표를 이용하여, 정해진 시간 내에 숫자와 짝지어진 기호를 옮겨 그려야 한다. 이 소검사는 처리속도에 더하여 단기적 시각 기억력, 학습 능력, 정신운동 속도, 시각적 지각 능력, 시각-운동 협응 능력, 시각적 탐색 능력, 인지적 유연성, 주의력, 집중력, 동기 등을 측정한다. 또한 시각적 연결처리능력과 유동적 지능도 수행에 영향을 줄 수 있다(Groth-Marnat, 2003; Kaufman & Lichtenberger, 1999; 2006)

일화기억 검사

단어연합(Verbal Paired Associate, VPA): 이 검사는 Korean Wechsler Adult Memory Scales-IV; 최진영, 김지혜, 박광배, 황순택, 홍상황, 2012)의 소검사 중 하나로, 즉각회상, 지연회상, 재인과제로 이루어져 있다. 즉각회상은 14개의 단어쌍을 연속해서 불러준 후 검사자가 각 단어쌍의 첫 단

어를 제시하면 수검자가 짝지어진 나머지 단어를 기억해 내는 과제로 총 4회 반복 실시한다. 즉각회상 이후 약 20분 후에 다시 지연회상이 실시되며, 다시 짝지어진 나머지 단어를 기억해내도록 한다. 지연 회상 직후 검사자가 단어쌍을 제시하면 수검자는 이 단어쌍이 처음 학습했던 단어쌍과 일치하는지 판단하는 재인 과제가 실시된다. 단어연합 검사는 의미적으로 연관되거나 그렇지 않은 단어 연합을 기억하는 능력을 측정한다(Wechsler, 2009).

디자인(Design, DE): 이 검사는 Korean Wechsler Adult Memory Scales-IV; 최진영, 김지혜, 박광배, 황순택, 홍상황, 2012)의 소검사 중 하나로, 즉각 조건에서는 생소한 시각 자극에 대한 공간적 기억 능력을 평가한다. 검사는 즉각회상, 지연회상, 재인과제로 구성되어 있다, 즉각회상에서 수검자는 기억격자판에 4~8개의 그림이 배치되어 있는 페이지를 10초간 보고 치운 후, 이전에 본 것과 같은 그림을 격자판의 동일한 위치에 놓아야 한다. 지연 조건은 즉각회상 검사 약 20분 후 실시하며, 수검자는 즉각 조건에서 보았던 페이지를 기억해 격자판에 배열하도록 한다. 재인 과제에서는 격자판 그림 중 즉각 조건에서 보았던 것과 내용과 위치가 일치하는 두 그림을 선택한다.

인지통제 검사

색선로 검사(Color Trails Test, CTT; D'Elia, Satz, Uchiyama, & White, 1996): CTT는 CTT1과 CTT2로 구성되어 있는 검사로 CTT1은 주의력, 순서화, 시각탐색능력, 운동능력을 필요로 하는 데 비해, CTT2는 이와 함께 인지적 융통성이 추가로 요구되는 인지통제 검사이다(Strauss, Sherman, & Spreen, 2006). CTT1은 1부터 25까지의 숫자가 홀수는 분홍색 원 안에, 짝수는 노란색 원 안에 적혀 있고 이를 순서대로 빠르고 정확하게 연결하는 과제이다. CTT2는 1부터 25까지의 숫자가 분홍색과 노란색 원에 각각 하나씩 적혀있고, 숫자를 순서대로 연결하되 색깔을 번갈아 가면서 연결하는 과제이다. CTT1과 CTT2에서 주요 측정치는 과제를 완료하는 데까지 걸리는 수행시간이다.

아동용 스트룹 색상-단어검사(Stroop Color and Word Test; 신민섭 & 박민주, 2007; Golden, 1978): 스트룹 색상-단어 검사는 과제 목표를 염두에 두고 습관적이고 자동화된 반응을 억제할 수 있는 인지통제 능력을 평가하는 도구이다(Strauss, Sherman, & Spreen, 2006). 이 검사는 단어읽기 과제, 색상명명 과제, 색상-단어 간섭과제로 구성되어 있다. 단어 읽기 과제는 검은색으로 인쇄된 색 이름 단어(빨강, 초록, 파랑)를 읽는 과제이다. 색상 명명 과제는 빨강, 초록, 파랑 색으로 인쇄된 'XXXX'의 색상을 명명하는 과제이다. 색상-단어 간섭 과제는 단어는 무시하고, 단어가 인쇄된 색깔을 말하는 과제이다. 각 과제는 한 페이지에 100개씩 있으며, 제한된 시간(45초) 동안에 각 자극을 가능한 한 빠르고 정확하게 읽어야 한다. 단어 점수는 주의력과 읽기 속도와 관련되며, 색상 점수는 색상을 나타내는 단어를 말하는 능력과 관계된다.

치매 선별 검사

한국치매평가검사-2(Korean Dementia Rating Test-2, KDRS-2; 최진영, 2011): K-DRS는 DRS(Mattiex, 1988)를 국내 노인 인구에 적합하게 수정하여 표준화한 치매 평가도구로서(최진영, 나덕렬, 박선희, & 박은희, 1998), 규준을 세분화한 개정판인 KDRS-2가 최근 출판되었다(최진영, 2011). 검사는 주의, 관리기능, 개념화, 구성, 기억 기능을 측정하는 5개의 소검사로 이루어져 있다. K-DRS의 총점은 치매를 선별하고 진행 정도를 지수화하는 용도로 널리 사용되며(Freedman, 1994; Shay et al., 1991), 노인들의 일반 지적 기능을 평가하는 데에도 사용된다. K-DRS는 한국판 간이정신상태검사(Mnin-Mental State Examination-Korean, 권용철 & 박종한, 1989)와 유의한 상관을 보이며($r=.82$, $p<.01$), 정상집단과 치매환자의 수행의 유의한 차이를 보여 그 타당도가 확인되었다(최진영 등, 1998). 2주 간격의 검사-재검사 신뢰도는 .96, 채점자 간 신뢰도는 .99이다.

2.3. 행동 자료 분석

실험과제 및 각 신경심리검사의 수행 자료는 SPSS 15.0 for Win을 이용하여 분석하였다. 참가자의 인구통계학적 자료에 대한 기술적 통계를 제시하였다. 각 집단의 암묵학습 및 암묵학습 표현 유무는 랜덤과 시퀀스 블록의 정확률 및 반응 속도에 대한 독립표본 t 검증을 실시하였다. 노인과 젊은 성인의 암묵학습점수에 대하여 연령 집단(젊은 성인, 노인)을 집단 간 변수, 과제의 간섭여부(SRT 과제, 간섭 SRT 과제)를 집단 내 변수로 하는 반복측정 분산분석(repeated measure ANOVA)를 통해 검증하였다. 간섭 SRT 과제의 수행에서 자극-반응 양립성과 암묵학습 간 관계를 살피기 위해, 집단 간 변수를 연령집단(노인, 성인), 집단 내 변수를 양립성(양립조건, 비양립조건), 블록(랜덤, 시퀀스)으로 하는 반복측정 분산분석(repeated measure ANOVA)을 수행하였다. 신경심리검사 수행은 독립표본 t 검증으로 모든 측정치에서 젊은 성인집단과 노인집단의 수행을 비교 분석하였다. 암묵학습과 암묵학습표현과 관련된 지표와 신경심리검사 수행과 상관분석을 실시하였다.

Ⅲ. 결 과

3.1. 실험 과제 수행

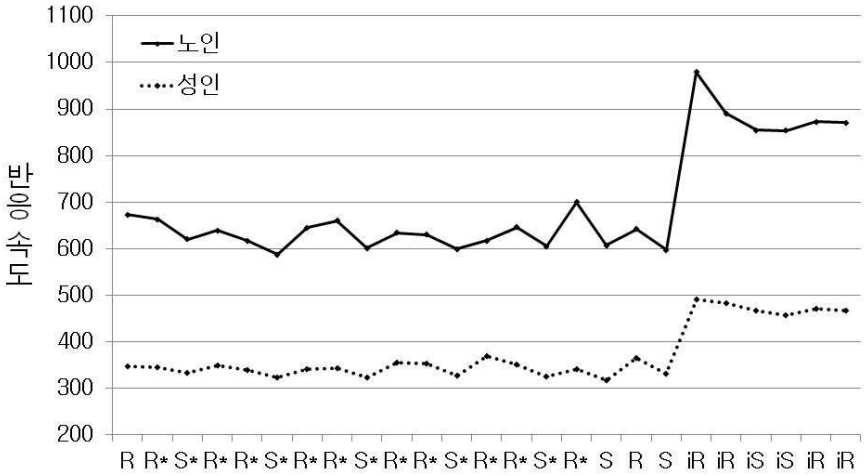
3.1.1. SRT 과제

실험 과제에서 젊은 성인 집단과 노인 집단의 평균 반응 속도는 그림 4에 제시하였다. SRT 과제에서 암묵학습의 평가는 과제의 마지막 세 블록(시퀀스-랜덤-시퀀스)에서 수행을 대상으로 하였다. 암묵학습 여부는 랜덤과 시퀀스 블록 간에 유의한 수행 차이가 있는지를 통해 평가한다. 참가자의 반응시간에서 틀린 반응과 집단 평균에서 4 표준 편차 이상 떨어진 늦어진 반응(노인: 2300ms, 젊은 성인: 790ms 이상)은 분석에서 제외되었다(0.003%, Ratcliff, 1993).

각 집단의 랜덤과 시퀀스 시행의 정확률과 반응시간을 표 4에 제시하였다. 노인과 젊은 성인 모두 랜덤과 시퀀스 블록의 반응 속도의 평균 차이가 유의한 것으로 보인다, 노인 $t(16) = 2.75$, $p = .014$; 젊은 성인 $t(16) = 7.49$, $p < .001$(표 4). 즉, 시퀀스에서 랜덤으로 전환될 때 두 집단 모두 유의하게 반응 속도가 느려졌으며, 이는 과제의 전환 효과(Transfer effects)가 유의하여 암묵학습이 이루어졌다는 것이다.

노인과 젊은 성인 모두 시퀀스 블록의 평균 정확률이 인접한 랜덤 블록의 평균 정확률보다 유의하게 높은 것으로 보인다, 노인 $t(16) = -3.03$, $p = .008$; 젊은 성인 $t(16) = -3.35$, $p = .004$(표 4). 즉, 두 집단 모두 고정된 시퀀스에 비해 랜덤 제시로 바뀌는 블록에서 유의하게 정확률이 저하되었다.

그림 4. SRT 및 간섭 SRT 과제의 블록 별 평균 반응 속도



주. R=랜덤(96시행), S=시퀀스(96시행), R*=짧은 랜덤(12시행), S*=짧은 시퀀스(72시행), iR=간섭 랜덤(96시행), iS=간섭 시퀀스(96시행). 반응 속도=msec.

표 4. 노인과 젊은 성인 집단의 SRT 과제 수행

	노인			젊은 성인		
	랜덤(R)	시퀀스(S)	T점수	랜덤(R)	시퀀스(S)	T점수
정확률(%)	96.88 (2.71)	98.35 (2.32)	-3.03**	94.94 (3.11)	96.82 (1.81)	-3.35**
반응시간(ms)	635.87 (99.21)	600.35 (105.32)	2.75*	365.35 (41.07)	323.5 (31.47)	7.49***

주. 괄호 안은 평균에 대한 표준 편차.
$*p < .05$, $**p < .01$, $***p < .001$

3.1.2 간섭 SRT 과제

암묵학습의 표현

SRT 과제 이후, 참가자는 간섭 SRT 과제를 시행하게 된다. 간섭 SRT 과제에서는 앞서 획득한 시퀀스에 대한 암묵 학습이 간섭 상황에서도 표현 가능한지 평가한다. 그림 4의 iR(간섭랜덤)과 iS(간섭시퀀스) 블록이 간섭

SRT 과제에 해당한다. 첫 번째 블록을 제외한 나머지 5개 블록을 대상으로 암묵학습 표현 효과를 분석하였다. 과제의 반응시간에서 틀린 반응과 늦어진 반응(노인: 2730ms 이상, 성인: 1130ms 이상)은 분석에서 제외하였다. 반응 속도의 아웃라이어는 간섭 SRT의 반응속도 평균에서 4 표준 편차 이상 떨어진 반응으로 하였다(0.003%, Ratliff, 1993).

간섭 랜덤과 간섭 시퀀스 시행의 반응시간을 비교한 결과, 노인과 성인 모두 랜덤과 시퀀스 블록의 반응 속도 차이가 유의한 것으로 보인다, 노인 $t(16) = 2.20$, $p = .043$; 젊은 성인 $t(16) = 3.27$, $p = .005$(표 5). 즉, 두 집단에서 유의하게 기존에 획득한 시퀀스에 대한 암묵적 학습이 표현되었다(표 5).

간섭 랜덤과 간섭 시퀀스 시행의 정확률을 비교한 결과, 랜덤과 시퀀스 블록의 정확률에는 차이가 없는 것으로 보인다, 노인 $t(16) = .10$, $p = .92$; 젊은 성인 $t(16) = -1.62$, $p = .12$ (표 5).

간섭 SRT 과제의 첫 번째 블록은 비양립 자극이 시작된 이후 급격한 반응 속도의 증가 추세를 보였기 때문에, 분석에서 제외하였다. 해당 블록을 포함시킬 경우에도 결과에는 차이가 없었으며, 통계적 유의성이 증가하였다, 노인 $t(16) = 4.03$, $p = .001$; 젊은 성인 $t(16) = 3.75$, $p = .002$.

표 5. 노인과 젊은 성인 집단의 간섭 SRT 과제 수행

	노인			젊은 성인		
	간섭랜덤 (iR)	간섭시퀀스 (iS)	T점수	간섭랜덤 (iR)	간섭시퀀스 (iS)	T점수
정확률(%)	.9753 (.02154)	.9747 (.02478)	.10	.9547 (.02831)	.9618 (.01776)	-1.62
반응시간(ms)	879.49 (41.70)	855.68 (41.74)	2.20*	474.34 (11.14)	461.92 (12.08)	3.27**

주. 괄호 안은 평균에 대한 표준 편차.
*$p<.05$, **$p<.01$

양립성에 따른 과제 수행

간섭 SRT 과제에는 두 종류의 자극이 제시된다. 검은색 원은 자극-반응 위치가 일치하는 조건, 즉 양립 조건에 해당하는 자극이다. 검은색 원이 제시되면, 참가자는 자극이 제시된 것과 동일한 위치에 반응해야 한다. 빨간색 원은 자극-반응 위치가 일치하지 않는 비양립 조건이다. 빨간 원이 제시되면 참가자는 해당 위치가 아닌 오른쪽 칸에 반응해야 한다. 이번 분석에서는 앞서 획득한 암묵학습이 양립 조건과 비양립 조건에서 동일한 정도로 표현되는지, 아니면 표현 정도가 달라지는지 평가하였다. 즉, 암묵학습 표현과 양립성 효과가 어떤 관계를 가지는지 살펴보았다.

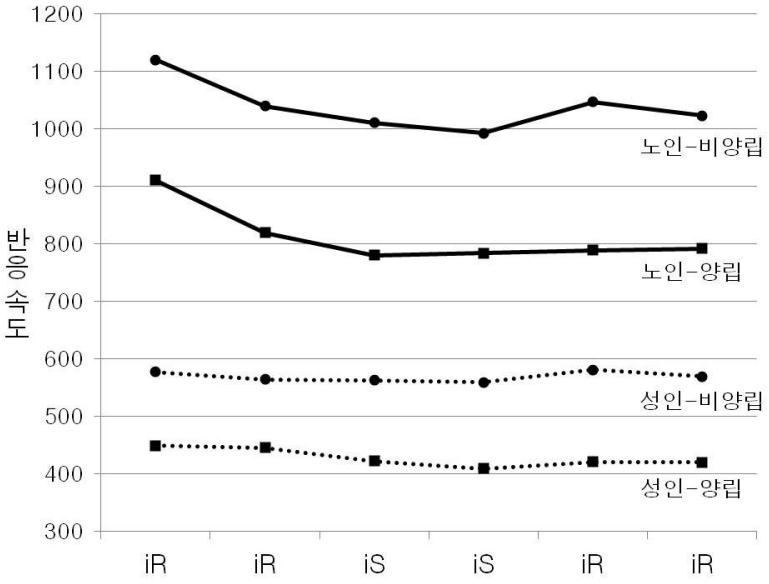
앞선 분석과 동일하게 간섭 SRT 과제의 첫 번째 블록을 제외한 나머지 수행에서 틀린 반응과 늦어진 반응(노인: 2730ms 이상, 성인: 11300ms 이상)은 제외한 수행에 대한 분석이 이루어졌다. 집단 간 변수를 연령집단(노인, 성인), 집단 내 변수를 양립성(양립조건, 비양립조건)과 블록(랜덤, 시퀀스)으로 하는 2 × 2 × 2 ANOVA 분석을 수행하였다. 그림 4에 간섭 SRT 과제의 집단 별 반응 속도를 양립성 조건에 따라 구분하여 제시하였다.

반응시간에 대한 검증 결과, 양립성, 블록, 집단 모두 유의한 주효과가 나타났다. 자극-반응 양립성의 주효과는 반응 속도가 비양립한 조건에서 더 느려진 양립성 효과를 의미한다, $F(1, 32) = 222.537$, $p < .001$. 또한, 시퀀스 블록에서 랜덤 블록에 비해 빠른 반응 속도를 보였다, $F(1, 32) = 13.085$, $p = .001$. 이는 암묵학습이 유의하게 표현되었다는 것이다. 또한, 집단의 주효과가 나타났는데, 노인 집단은 젊은 성인집단에 비해 유의하게 낮은 반응속도를 보였다, $F(1, 32) = 83.144$, $p < .001$.

반응시간에 대한 유의미한 상호작용 효과가 일부 나타났다. 양립성과 집단 간의 상호작용이 유의미하였다, $F(1, 32) = 11.521$, $p = .002$. 즉, 노인집단이 비양립 조건에서 젊은 성인집단보다 유의하게 반응 속도가 늦어진 것을 확인할 수 있다. 이것은 젊은 성인과 노인 간의 수행 차이가 인지 통제적 기능이 요구되는 조건에서 더 크게 나타났다는 것을 의미한다. 그러나 중요한 점은 블록과 양립성 간에 유의미한 상호작용은 발견되지 않았다는 것이다, $F(1, 32) = .380$, $p = 542$. 즉, 양립성에 따라서 암묵학습 표현 정도는 달라지지 않았다(그림 5).

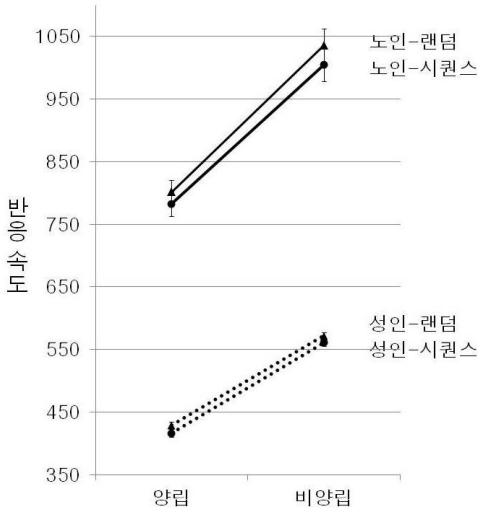
정확률을 분석한 결과, 양립성과 집단의 주효과가 나타났다(그림 5). 자극과 반응이 비양립한 조건에서 더 많은 오류 반응이 있었다, $F(1, 32) = 9.07$, $p = .005$. 또한 노인보다 성인에게서 더 많은 오류 반응이 있었다, $F(1, 32) = 6.335$, $p = .017$. 반면, 랜덤과 시퀀스 블록 간의 정확률 차이는 유의하지 않은 것으로 보인다($p = .367$).

그림 5. 간섭 SRT 과제의 평균 반응 속도



주. iR=간섭 랜덤 블록, iS=간섭 시퀀스 블록. 반응 속도=msec.

그림 6. 간섭 SRT 과제의 양립 조건에 따른 집단 별 반응 속도



주. 오차막대는 평균의 ± 표준오차.

3.1.3. SRT 과제와 간섭 SRT 과제 수행 간 상호작용

SRT 과제와 간섭 SRT 과제에서 노인과 젊은 성인의 학습점수를 비교하였다. 학습점수란 랜덤과 시퀀스 조건의 반응 속도 차이를 기저 속도로 나눈 값이다. SRT 과제에서의 학습점수는 반복되는 시퀀스에 대한 암묵학습 정도를 의미하며, 간섭 SRT 과제에서 학습점수는 앞서 획득한 시퀀스에 대한 암묵학습이 간섭상황에서 표현된 정도를 의미한다. 기존 연구에서도 노인과 젊은 성인의 기저 반응속도가 차이를 고려하여, 이를 반영한 학습점수를 사용하였다(Moscovitch, Winocur, & McLachlan, 1986; Cherry & Stadler, 1995). 학습점수에 대해서 집단 간 변수를 연령 집단(노인, 젊은 성인), 집단 내 변수를 과제 유형(SRT 과제, 간섭 SRT 과제)으로 하는 2 × 2 ANOVA 분석을 수행하였다.

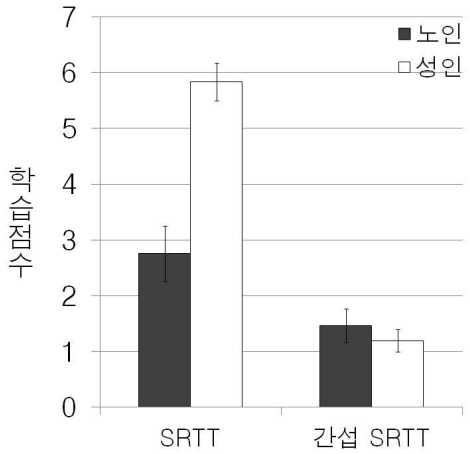
$$\text{SRT 과제 학습점수} = \frac{\text{랜덤조건반응시간} - \text{시퀀스조건반응시간}}{\text{랜덤조건반응시간} + \text{시퀀스조건반응시간}} \times 100$$

$$\text{간섭 SRT 과제 학습점수} = \frac{\text{간섭랜덤조건반응시간} - \text{간섭시퀀스조건반응시간}}{\text{간섭랜덤조건반응시간} + \text{간섭시퀀스조건반응시간}} \times 100$$

분석 결과, 과제 유형(SRT과제, 간섭 SRT 과제)의 주효과가 유의하였으나(p < .001), 연령집단(젊은 성인, 노인)의 주효과는 유의하지 않았다(p = .087). 주목할 점은, 과제 유형과 연령집단 간의 상호작용이 유의하였다는 점이다, F(1, 32) = 5.93, p = .021. 추가 분석에서, SRT 과제의 학습점수는 젊은 성인이 노인보다 유의하게 컸다, F(1, 32) = 5.60, p = .024. 반면 간섭 SRT 과제에서 두 집단 간의 학습점수는 유의한 차이가 없는 것으로 보인다, F(1, 32)= . 041, p = .906. 즉, 젊은 성인과 노인의 암묵학습 수행 차이는 단일한 SRT 과제에서 현저하게 나타났다. 반면에, 인지 통제 간섭이 부과되었을 때 학습한 시퀀스에 대한 표현 정도는 두 집단 사이에 차이가 없었다(그림 6).

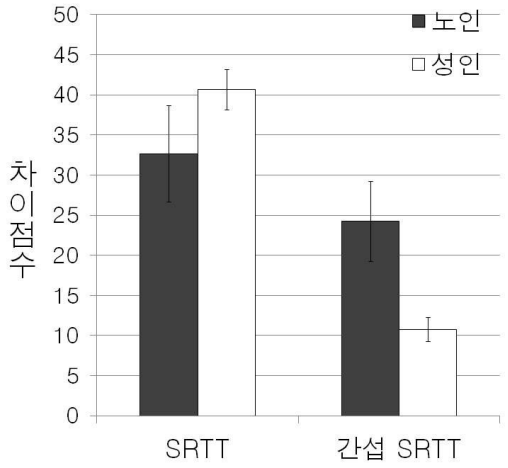
기저 반응 속도를 고려하지 않은 경우, 즉 랜덤과 블록 간 반응 시간 차이만 비교하였을 경우에 과제 유형의 주효과는 여전히 유효하였으나(p = .005), 과제 유형과 연령집단 간의 상호작용은 유의하지 않았다, F(1, 32) = 1.67, p = .205(그림 7).

그림 7. SRT 과제 및 간섭 SRT 과제 학습점수의 집단 간 상호작용



주. 오차 막대는 평균의 ± 표준 오차. Y축은 각 과제 별 학습 점수.

그림 8. SRT 과제와 간섭 SRT 과제의 집단 별 수행



주. 오차 막대는 평균의 ± 표준 오차. Y축은 각 과제에서 수행의 기저 속도를 고려하지 않은 차이점수, 즉 랜덤과 시퀀스 블록 간 반응 속도 차.

3.2. 과제 수행과 인지 기능의 관계

3.2.1. 노화에 따른 인지 기능의 변화

각 인지 영역별 신경심리검사에서 젊은 성인집단과 노인집단 각각의 평균 수행과 표준편차를 표 6에 제시하였다. 독립표본 t 검증 결과, 표 6에 제시한 모든 측정치에서 노인집단은 젊은 성인 집단에 비해 유의미하게 낮은 수행을 보였다(all $ps < .001$). 즉, 운동기능이나 작업속도와 같은 단순한 인지기능 수행에서부터, 작업기억, 관리기능, 일화기억, 인지통제 영역에 걸쳐 노인 집단의 기능이 저조한 것이 관찰되었다.

표 6. 노인과 젊은 성인 집단의 신경심리검사 평균 수행 및 표준편차

영역	검사	노인 (n=17)		젊은 성인 (n=17)	
		M	SD	M	SD
운동기능	GP	179.82	47.76	131.06	17.26
작업속도	Coding	59.24	13.96	102.65	15.79
작업기억	SSP	16.24	3.94	27.71	3.58
	DS F	9.59	2.24	13.29	1.83
	DS B	7.41	1.42	11.82	2.65
관리기능	RFF	68.47	20.25	123.59	27.11
	WF	29.24	9.52	48.59	11.00
일화기억	VPA1	23.12	10.93	46.53	9.58
	VPA2	36.29	2.46	39.88	0.49
	VPArecog	58.29	11.32	86.06	10.31
	DE1	58.29	11.32	86.06	10.31
	DE2	47.00	7.55	75.00	12.78
인지통제	CTT1	60.88	17.52	23.24	6.56
	CTT2	124.41	30.53	49.18	8.60
	Stroop W	79.24	12.27	96.41	10.32
	Stroop C	54.35	10.81	78.76	9.00
	Stroop CW	31.53	8.60	56.12	7.85

주. GP=Grooved Pegboard, Coding=기호쓰기, SSP=기호폭, DS_F=숫자폭 바로외우기, DS_B=숫자폭 거꾸로 외우기, RFF=Ruff figural fluency 검사, VPA1=단어연합 즉각회상, VPA2=단어연합 지연회상, VPArecog=단어연합 재인, DE1=디자인 즉각회상, DE2=디자인 지연회상, CTT1=color trails test 1 반응속도(초), CTT2=color trails test 2 반응속도(초), Stroop W=스트룹 단어 명명 개수, Stroop C=스트룹 생상 명명 개수, Stroop CW=스트룹 단어-색깔 읽기 개수, Stroop int=스트룹 간섭지표

3.2.2. 암묵학습과 인지기능

SRT 과제에서 암묵학습 정도가 개인차와 관계있는지 살펴보기 위한 상관분석을 실시하였다. 표 7에는 신경심리검사 중 암묵학습점수[100 × (랜덤-시퀀스) / (랜덤+시퀀스)]와 유의한 상관을 보인 검사를 제시하였다. 암묵학습점수는 운동기능을 측정하는 Grooved Pegboard의 반응 속도, 작업속도를 측정하는 기호쓰기 점수, 시각적 작업속도를 측정하는 기호폭 점수, 관리 기능을 측정하는 Ruff 도형 유창성 검사와 유의한 상관을 보였다(all *ps* < .05). 또한 유의하지는 않았지만, 작업기억을 측정하는 숫자폭 바로 외우기와 거꾸로 외우기 검사 점수와도 유의수준에 가까운 상관을 보였다(각각 r = .3, p= . 08; r= . 3, p= . 09).

상관관계는 노인집단과 젊은 성인집단의 수행을 합쳐서 분석하였을 때 유의했으며, 각 집단 별로 분석하였을 때에 상관의 유의성은 나타나지 않았다(all *ps* > .05).

표 7. 암묵학습점수와 신경심리검사 점수의 상관관계

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. GP	-								
2. Coding	-.52**	-							
3. SSP	-.55**	.90***	-						
4. DS_F	-.33	.69***	.66***	-					
5. DS_B	-.35*	.77***	.75***	.66**	-				
6. RFF	-.42*	.78***	.75***	.58**	.60***	-			
7. VPA1	-.33	.74***	.75***	.60***	.75***	.67	-		
8. VPA2	-.47**	.71***	.72***	.50**	.63***	.70***	.90***	-	
9. 암묵학습점수	-.40*	.41*	.44**	.30	.29	.44**	.17	.29	-

주. *p<.05, **p<.01, GP=Grooved Pegboard, Coding=기호쓰기, SSP=기호폭, DS_F=숫자폭 바로외우기, DS_B=숫자폭 거꾸로 외우기, RFF=Ruff figural fluency 검사, VPA1=단어연합 즉각회상, VPA2=단어연합 지연회상

3.2.3. 간섭 SRT 과제 수행과 인지통제기능

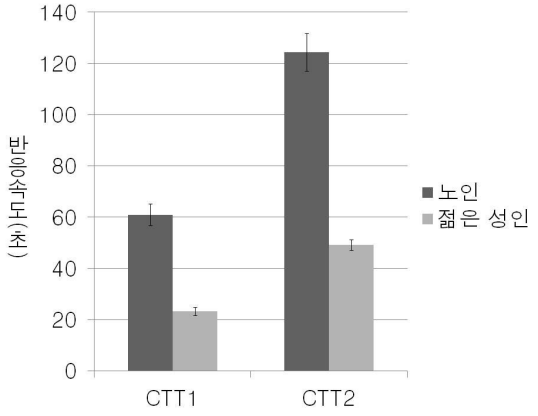
노화에 따른 인지통제기능의 변화

인지통제 기능을 측정하는 CTT 2, 스트룹 색상-단어 간섭과제에서 노인과 젊은 성인의 수행을 비교하였다. 분석 결과, CTT 과제 반응 시간의 경우 과제 유형(CTT2 > CTT1)과 연령집단(노인 > 젊은 성인)의 주효과가 모두 유의미하였으며(ps < .001), 과제 유형과 연령집단 간의 상호작용도 유의미하였다, $F(1, 32) = 33.963$, $p < .001$. 즉, 젊은 성인과 노인 집단의 수행차이는 인지 통제 기능을 요구하는 CTT 2에서 더 크게 나타났다(그림 8).

이러한 효과는 실험 과제에서도 발견할 수 있었다. 자극-반응 비양립성으로 인한 인지 통제 간섭을 부여한 간섭 SRT과제와 단일한 SRT 과제의 수행에서 전체 블록의 반응 속도의 경우 과제 유형(SRT 과제 < 간섭 SRT 과제)과 연령 집단(성인 > 노인)의 주효과가 모두 유의하였으며(ps < .001), 과제 유형과 연령 집단 간의 상호작용도 유의미하였다, $F(1, 32) = 22.251$, $p < .001$. 즉, 젊은 성인과 노인 집단의 과제 수행은 인지 통제 간섭이 부과된 간섭 SRT 과제에서 더 크게 나타났다.

반면, 스트룹 반응개수의 경우 과제 유형(색상단어명명 > 색상명명)과 연령 집단(노인 < 젊은 성인)의 주효과는 모두 유의미했으나(ps < .001), 과제 유형과 연령 집단 간의 상호작용은 유의미하지 않았다, $F(1, 32) = .068$, $p < .795$.

그림 9. 색선로검사에서 각 집단의 평균 수행



주. 오차막대는 평균의 ± 표준오차.

노인의 인지 통제 기능과 간섭 SRT 과제 수행

간섭 SRT 과제에서 암묵학습의 표현양이 인지통제기능과 어떤 관계를 가지는지 살피기 위해서 각 집단별로 랜덤과 시퀀스 간의 평균 반응 속도 차이(암묵학습표현양)와 인지통제 과제 수행의 상관을 살펴보았다.

젊은 성인의 경우 암묵학습표현양와 인지통제 과제 수행과 상관이 없었으나(ps > .05), 노인의 경우 일부 유의미한 상관이 나타났다. 표 8에는 인지통제 과제 및 인지통제 지표와 암묵학습표현양의 상관을 제시하였다. 암묵학습표현 정도는 CTT 2의 반응 속도 및 스트룹 간섭 지표(스트룹 단어 색상 명명-스트룹 색상명명)와 통계적으로 유의한 상관을 보였다(ps < .05). 그림 9과 그림 10에는 CTT 2와 스트룹 간섭 지표와 암묵학습표현양의 분산형 그래프를 제시하였다.

인지통제 기능이 낮은 참가자의 경우 간섭 과제에서의 반응 속도가 느리기 때문에 이러한 결과가 나타날 수 있다. 이를 확인하기 위해 간섭 SRT의 수행 전체 반응 속도와 암묵학습표현양 사이의 상관을 분석하였으나 유의하지 않았다(r=-.004, p=.99). 기저속도를 고려한 학습점수의 경우 신경심리검사와 상관이 유의하지 않았다(CTT 2 r=.34, p=.17; Stroop CW r=.37, p=.15; Stroop int r=.40, p=.11)

표 8. 노인 집단의 암묵학습표현양과 인지통제 기능의 상관관계

	1	2	3	4
1. CTT2	-			
2. Stroop CW	-.338	-		
3. Stroop int	.311	-.392	-	
4. 암묵학습표현양	.533*	-.355	.482*	-

주. *p<.05, CTT2=color trails test 2 반응속도(초), Stroop CW=스트룹 단어-색깔 명명 개수, Stroop int=스트룹 간섭지표, 암묵학습표현양=간섭블록반응속도평균-시퀀스블록반응속도평균

그림 10. 암묵학습표현양과 색선로검사 수행

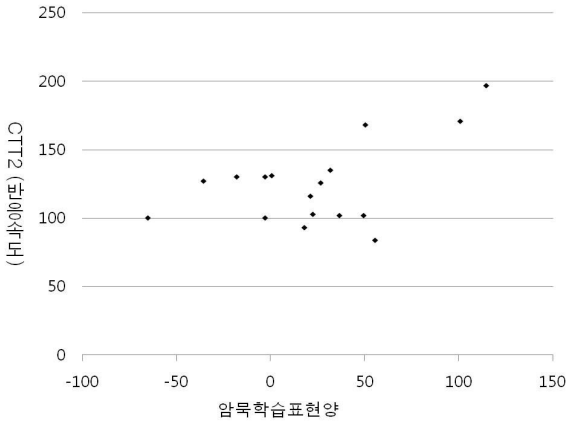
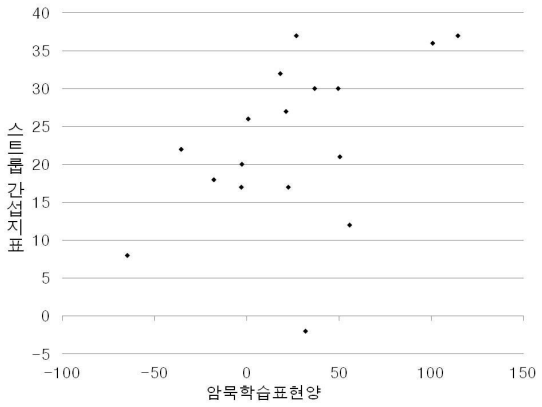


그림 11. 암묵학습표현양과 스트룹간섭지표



3.3. 과제에 대한 외현적 인식 수준

실험 후에 이루어진 외현적 인식 검사 결과, 전반적으로 참여자의 외현적 인식은 낮은 것으로 보인다. 전반적인 외현적 인식에 대해 질문한 1번 문항의 경우, 대부분의 참가자는 손으로 누른 위치에 대해 어떤 시퀀스가 반복되었는지 확신할 수 없거나, 시퀀스가 있는 것 같았으나 그것이 무엇인지는 잘 모르겠다고 답하였다(노인 평균=1.41, 표준편차=.94, 젊은 성인 평균=1.41, 표준편차=1.00). 모든 문항에 대해서 노인과 젊은 성인 사이에 유의한 차이는 발견되지 않았다, *ps* > .2. 총 3명의 참가자(노인 1명, 성인 2명)가 3점 이상의 점수를 받았으며, 이것은 그들이 시퀀스가 반복되었는지에 대해 확신하고 있고, 그 시퀀스가 어떤 것이었는지 알 수 있을 것 같다는 것을 말한다. 그러나 참가자들에게 실제로 반복된 시퀀스에 대해 회상하도록 요구하였을 때 12개의 시퀀스 중에서 5개 이상의 시퀀스를 말할 수 있었던 참가자가 없었다. 이것은 그들이 반복된 시퀀스에 대해 비교적 낮은 수준의 외현적 인식 정도를 가진다는 것을 의미한다(Rauch et al., 1997; Seger, 1997).

Ⅳ. 논 의

본 연구에서는 자극-반응 위치가 갈등을 일으키는 인지 통제 조건에서 암묵학습의 표현 정도가 노화에 따라 어떻게 달라지는지 살펴보았다. 이와 함께 암묵학습 및 학습의 표현과 인지기능의 관련성을 탐색하였다. 주요한 결과는 다음과 같다. 첫째, 노인과 젊은 성인 모두 암묵학습이 가능하였고, 획득한 암묵학습을 인지 통제적 간섭 상황에서도 표현하였다. 둘째, 노인의 암묵학습 정도는 성인에 비해 작으나 인지 통제 조건에서의 표현 정도는 두 집단 간 차이가 없었다. 셋째, 자극과 반응 위치가 일치하는지에 대한 양립 조건에 따라서 획득한 암묵학습의 표현 정도가 달라지지 않았다. 넷째, 노인과 젊은 성인 집단의 암묵학습양은 운동기능, 작업속도, 작업기억, 관리기능과 유의한 상관을 보였다. 다섯째, 노인의 인지 통제 기능이 낮을수록 간섭 과제에서 암묵학습의 표현양이 증가하였다.

노화에 따른 암묵학습의 변화

SRT 과제에서 시퀀스에 대한 노인의 암묵학습은 유지되었으나, 암묵학습의 양은 젊은 성인에 비해 저하되었다. 이는 기존의 연구 결과와 일치하는데, 여러 연구에서 노인의 암묵학습이 노화에도 불구하고 유지된다고 보고하고 있다(e.g., Howard & Howard, 1989). 특히 본 연구 결과는 복잡한 시퀀스를 사용하였을 경우 노인 역시 암묵학습은 유지되지만 그 학습양은 성인에 비해 줄어든다는 기존 연구 결과를 재확인하고 있다(e.g., Howard et al., 2004; Curran, 1997). 이번에 사용된 SOP(second order predictive) 시퀀스는 Curran(1997)에 의해 제시된 시퀀스로 자극이 모두 동일한 확률로 다른 자극에 뒤이어 나오기 때문에, 단순하게 반복되는 시퀀스에 비해서 복잡한 형태의 순서를 가지고 있다.

주목할 점은 노인과 젊은 성인 집단의 암묵학습과 인지기능의 상관이다. 암묵학습점수는 운동기능, 작업속도, 시각적 작업기억, 관리기능(시각적 유창성)과 유의한 상관을 보였다. 노인의 암묵학습과 인지기능의 관계를 제시한 연구는 매우 제한되어 있으며, 결과 역시 일관되지 않았다. 한 연구에

서는 언어적 능력과 언어적 작업기억 지표와의 상관을 제시하였으나 (Cherry & Stadler, 1995), 다른 연구에서는 노인과 성인 집단 모두 암묵학습과 숫자 바로 외우기 검사로 측정된 언어적 작업기억과 상관이 없다고 보고하였다(Frensch & Miner, 1999). 이번 연구는 표집 수는 적으나, 다양한 종류의 신경심리검사를 수행하였기 때문에 암묵학습과 인지기능과의 좀 더 포괄적인 관계를 탐색할 수 있었다.

이번 연구에서 밝혀진 암묵학습 점수와 인지기능과의 상관은 주의 깊게 해석할 필요가 있을 것이다. 왜냐하면 이 결과는 노인과 젊은 성인 집단 전체를 대상으로 분석한 것이기 때문에, 단지 능력의 개인차 뿐 아니라 이러한 개인차 변인이 수행의 집단 차이에 기여한 것을 나타낼 수 있기 때문이다. 하지만 표집 수가 비교적 작으며, 여러 인지기능에 걸쳐 상관이 나타났다는 점에서 이 결과는 능력의 개인차가 연령 변인과 함께 암묵학습에 영향을 줄 가능성을 제시한다.

이번 연구에서 발견된 노인의 암묵학습량 저하 및 인지기능과 암묵학습 간 관계는 암묵학습의 속성에 대해 시사하는 바가 있다. 이 결과는 암묵학습이 개인차에 영향을 받지 않으며(Reber et al., 1991), 주의 없는 과정이라는 기존의 주장(e.g., Curran, 1997)에 반한다. SRT 과제 수행은 작업속도나 작업기억과 같은 인지 기능과의 관계를 보였으며, 사고력과 유연한 인지적 요구를 필요로 하는 관리기능과도 관련이 있었다. 뿐만 아니라 상대적으로 인지 기능이 저조한 노인의 경우 성인에 비해 암묵학습량이 적었다. 이러한 결과는 암묵학습이 일정한 용량의 작업기억 요구를 필요로 하며, 개인차와 관련된 학습 과정이라는 견해를 지지하는 것이다(Fresnch & Miner, 1994)

인지 통제 과제에서 암묵학습의 표현

노인과 젊은 성인 집단은 인지 통제 요구가 있는 간섭 SRT 과제에서 랜덤 블록에 비해 시퀀스 블록에서 더 빠른 반응을 보였다. 즉, 인지 통제 간섭이 주어진 조건에서 획득한 시퀀스에 대한 암묵학습표현이 가능하였다. 이 때 성인의 경우 학습량에 비해 학습의 표현양이 유의하게 줄었다. 반면, 노인의 경우 학습량과 학습표현량에 차이가 없었다. 또한 노인 집단

에서는 암묵학습이 표현된 정도와 인지 통제 기능 간에 유의한 부적 상관이 발견되었다.

간섭 상황에서도 획득한 암묵학습이 표현되었다는 것은, 이미 획득한 암묵적 지식이 다른 상황에서도 적용 가능하다는 것을 시사한다. 이것은 노인의 인지 재활이나 인지 훈련 과정의 이론적 근거가 될 수 있을 것이다. 암묵학습의 요소를 반영한 인지훈련 및 재활 기법(예, errorless learning, spaced retrieval)이 노인이나 치매 환자에게 효과적이라는 주장이 제기되어 왔다(e.g., Backman, 1992; Kessel et al., 2003; 2005). 그러나 노화에 있어 암묵학습의 활용은 개념적 수준에서만 근거를 밝혔던 것이 사실이다. 이번 연구 결과는 획득한 암묵적 절차지식이 인지통제 과정에서도 표현될 수 있음을 밝힘으로서, 인지 통제 훈련에 노인에게 보존된 암묵학습이 활용될 수 있다는 이론적 근거를 제안한다.

이 결과는 단일한 SRT 학습에는 인지 통제 요구가 비교적 적을 수 있다는 것을 제안한다. 기존에 주의와 암묵학습 간 관계를 살피기 위해 진행된 연구에서는, 주의적 요구가 주어졌음에도 암묵학습이 보존되는 것에 대해서 단일한 SRT 과제는 주의를 필요로 하지 않는 과정이기 때문이라고 주장하였다(e.g., Curran, 1997). 이번 연구에서는 인지 통제 요구가 주어졌음에도 암묵학습의 표현이 가능하였으며, 이것은 단일한 암묵적 시퀀스 학습 과정에는 통제적 요소가 요구되지 않는다는 것을 의미한다. 그러나 학습의 유무가 아닌 학습량을 고려하여 결과를 해석할 때는 성인과 노인의 표현량의 차이에 주목할 필요가 있다. 성인의 경우 간섭 조건의 부여가 학습량을 유의하게 저하시킨 반면, 노인의 학습량에는 영향을 주지 않았기 때문이다. 이 결과를 고려하면, 노인보다는 성인이 단일한 암묵학습 과정에서 통제적인 과정을 더 많이 이용한다고 제안할 수 있을 것이다. 이러한 해석을 지지할 만한 행동적 연구는 부재하지만, 일부 신경심리학적 뇌영상 연구는 이러한 해석과 일치하는 부분이 있다. 인지통제 기능은 주로 전두엽 활성화와 관련된 것으로 알려져 있는데(Miller, 2000), 암묵학습 시 뇌 활성화를 살펴본 fMRI 연구는 과제 수행 시 노인들의 전두엽 활성화가 성인에 비해 저하되었다는 것을 밝혔다(Aizenstein et al., 2006).

중요한 발견 중의 하나는 노인의 경우 암묵학습표현양이 CTT 2 과제나 스트룹 과제로 측정한 인지통제 기능과 유의한 부적 상관관계를 보였다는

점이다. 즉, 인지 통제 기능이 약한 노인의 경우 오히려 인지 통제 기능을 요구하는 간섭 SRT 과제에서 암묵학습표현 정도가 더 컸다. 이 결과는 기존의 신경심리학적 증거와 맥을 같이 할 수 있다. Werheid, Ziessler, Nattkemper와 von Cramon (2003)의 연구에서 파킨슨병 환자의 암묵적 시퀀스 학습은 양립 조건에서 줄어들었다. 반면에 인지 통제적 요구가 있는 비양립 조건에서는 보존되었다. 기존 연구에서 파킨슨 병은 암묵적 시퀀스 학습에서 손상이 나타날 뿐 아니라(e.g., Jackson, Jackson, Harrison, Henderson, & Kennard, 1995), 반응 선택 과정에서도 손상이 난다고 알려져 있다(e.g., Hocherman, Moont, & Schwartz, 2004). 즉, 두 기능이 모두 저하된 파킨슨병 환자의 인지 통제적 노력이 시퀀스 학습에 영향을 줄 수 있다는 것이다. 이번 연구는 인지 통제 기능이 저하된 노인의 경우에 통제적 요구를 부과하는 것이 오히려 암묵학습의 표현을 촉진하는 기제가 될 수 있다는 가능성을 제안한다.

일부는 간섭 SRT의 비교적 적은 학습 표현량에 대해 문제를 제기할 수 있을 것이다. 간섭 SRT 과제에서 블록 간 차이는 통계적으로는 유의한 차이였지만 그 값이 크지 않았다. 두 블록 간 차이가 노인의 경우 24ms이었으며, 성인의 경우 13ms였다. 노인들의 수행 편차가 컸기 때문에 (SD=41.70ms), 두 블록 간 차이에 대한 검증 결과 유의 확률이 .43으로 비교적 낮았다. 한 노인 참가자의 경우 랜덤 블록 반응이 시퀀스에 비해 유의하게 빠른 것을 확인할 수 있었는데, 수행의 정확률이 93%로 평균 정확률 98%에 비해 작았다. 해당 참여자를 제외하고 결과를 분석하였을 때 평균 차에 대한 유의 확률은 .01로 더욱 낮아졌다. 그러나 이번 연구에서는 기존 연구에 근거하여 수행의 정확률에 대한 아웃라이어를 규정할 수 없었으므로, 해당 피험자를 분석에 포함시켰다.

자극 반응 양립성과 암묵학습의 관계

이번 과제에서 인지 통제적 간섭 조건은 자극-반응이 양립하는 조건과 비양립하는 조건으로 나뉘어져 있으며, 양립성의 두 조건과 암묵학습표현 사이의 관계를 탐색할 수 있었다. 그러나 양립성과 암묵학습표현 간의 유의한 상호작용은 나타나지 않았다. 기존 문헌에서 인지 통제와 암묵학습

간의 상호작용에 대해 보고하고 있기 때문에, 본 연구에서 그 결과가 재확인 되지 않은 점에 대해 고찰하는 것은 의미가 있을 것이다.

본 연구에서 참가자는 단일한 SRT 조건에서 암묵학습을 하였다. 만약 획득한 암묵학습이 양립성을 해결하는데 도움이 된다면, 간섭 SRT 과제에서 시퀀스 블록과 랜덤 블록 간의 양립성 효과가 달리 나타났어야 했을 것이다. 그러나 결과적으로 시퀀스 블록과 랜덤 블록에서 자극-반응 양립성 갈등을 해결하는 정도는 유의하게 달라지지 않았다. 일부는 실험에서 자극-반응 비양립 조건이 등장했을 때의 갈등 요소가 이미 획득한 절차 지식을 충분히 표현하는 것을 방해하였다고 생각할 수 있을 것이다. 그러나 앞서 살펴본 바와 같이 암묵학습표현 자체는 유의하였다.

상호작용의 부재는 암묵학습이 인지 통제 간섭이 있는 상황에서 표현될 수 있음에도, 직접적으로 간섭의 갈등 해결에는 영향을 주지 않는다는 것을 의미한다. 비슷한 결과가 기존 연구에서 보고되었는데, Deroost와 동료들(2012)의 실험 2에서는 간섭 조건 이전에 암묵적 시퀀스 학습을 하거나 하지 않은 참가자들을 비교하였다. 만약, 암묵학습을 한 참가자가 인지 통제 갈등을 더 잘 해결할 수 있다면, 암묵학습이 인지 통제를 증진시킨다는 증거를 제시하는 것이다. 그러나 해당 연구에서 이러한 효과는 나타나지 않았다.

나아가서, 본 연구 결과는 시퀀스학습과 인지 통제가 서로 영향을 미치는데 있어, 학습 과정이 중요한 역할을 담당하고 있을 수 있다는 것을 제안한다. 즉, 시퀀스 학습이 인지 통제적 간섭을 줄이거나, 반대로 인지 통제적 요구가 시퀀스 학습을 촉진한다면, 이것은 학습 과정 내에서 이루어진다는 것이다. SRT에 인지통제 간섭 패러다임을 적용하여, 갈등 조건 하에서 학습이 이루어진 기존 연구에서는 외현적인 시퀀스학습과 인지 통제 간의 상호 작용을 검증하였다(Koch, 2007; Deroost & Soetens, 2006). 주목할 점은 두 연구 모두 학습 과정 전체에 걸쳐 통제적 요구를 부여했다는 것이다. 그러나 스트룹 과제를 활용한 다른 연구에서는 갈등 조건은 암묵학습의 획득에는 영향을 주지 못하였고, 암묵학습의 표현을 증진하는데에만 영향을 주었다(Deroost et al., 2012). 아직까지 인지 통제와 암묵 학습, 그리고 학습의 표현 사이의 관계에 대한 결론은 명확하지 못하기 때문에, 이에 대한 추가적인 탐색이 필요한 것으로 보인다.

연구의 한계 및 제언

마지막으로 본 연구가 가지는 제한점과 향후 연구에서 보완되어야 할 점은 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서 사용된 갈등은 자극-반응 양립성의 속성을 적용한 것이지만, 사이먼 과제와는 다른 속성을 가지고 있기 때문에 이를 사이먼 효과라고 해석할 수 없다. 사이먼 효과는 자극이 어디 나오는가에 따라서 자극의 양립 조건과 비양립 조건이 달라진다. 반면 이번 연구에 사용된 자극은 색깔에 따라서 양립 조건의 의미가 달라진다. 즉, 자극의 위치 정보에 따라 양립 조건과 비양립 조건이 결정되는 것이 아니라, 자극의 색 정보에 따라 결정된다. 본 연구의 목적 중 하나는 노화 연구로서 외현적 요소를 최대한 배제한 단순한 간섭 조건을 만드는 것이었다. 색 자극을 활용한 비교적 단순한 간섭 조건은 노화 연구에는 적합할 수 있지만 인지 통제 간섭을 명확히 정의하고 암묵학습과의 상호작용을 탐색하는데 있어서는 부적절할 수 있다.

둘째, 연구는 암묵학습과 인지 통제 간 상호작용을 밝히지 못하였으며, 만약 상호적 관계가 나타났다고 하더라도 그 인과적 관계는 알 수 없는 실험 디자인이었다. 본 연구의 주된 관심은 노인과 젊은 성인의 수행의 차이를 밝히는 것이었으며, 적은 표집 수의 이유로 학습 조건을 더 세분화 하지 못하였다. 이로 인해 인지 통제와 암묵학습 간 상호작용에 대해 구체적인 가설을 세울 수는 없었다. 만약, 인지 통제와 암묵학습 간 관계를 좀 더 명확하게 밝히고자 하는 목적으로 과제가 사용된다면, 추가적인 실험적 조건이 요구될 것이다.

셋째, 인지 통제적 간섭과 암묵학습 과정 자체에 어떤 영향을 주는지에 대한 연구는 이루어지지 않았다. 인지 통제적 간섭은 암묵학습 과정 자체에 특정한 역할을 할 가능성이 있다고 판단된다. 따라서 향후 연구에서는 암묵학습이 인지 통제와 어떠한 관련이 있는지 살펴볼 필요가 있다. 특히 노화에 따른 인지통제의 저하가 암묵학습 표현과 관계가 있다는 것을 확인하였기 때문에 이 주제에 대해 좀 더 탐색해보는 것은 의미 있을 것이다.

이번 연구는 노인의 인지 훈련 과정에 보조 연구원으로 참여했던 필자가 노인들의 자동적이고 절차적인 학습이 인지 통제적 기능과 모종의 관계가 있는 것을 관찰하고 이를 실험적으로 규명하기 위해 시작된 것이다. 연구

에서 가장 흥미로운 부분은 노인들의 암묵학습은 인지 통제적 간섭에도 불구하고 간섭 조건에서 표현된다는 것이다. 이는 궁극적으로 노화에서 비교적 덜 손상된다고 여겨지는 암묵학습 기능이 인지 통제에 적용될 수 있다는 가능성을 제안한다. 또한, 양립성 조건과 암묵학습 간 차이는 직접적으로 규명하지 못하였으나, 인지 통제 능력이 더 크게 저하된 노인들은 오히려 간섭 조건에서 암묵학습 표현의 수행이 증가했다는 것을 확인하였다. 암묵학습과 인지 통제 기능 모두 상대적으로 저하된 노인들의 경우, 인지 통제적 요구가 오히려 수행을 증진시킬 수 있다는 것이다. 인지적 노화의 과정은 주로 쇠퇴로만 설명되지만, 성공적 노화를 위한 역동적인 학습의 가능성은 여전히 남아 있다. 노화에 따른 개입을 통한 인지기능 증진의 여러 증거가 제기되었으나, 구체적으로 인지 기능 간에 어떤 관련성이 있는지 기저의 메커니즘에 대한 연구는 아직까지 미미한 실정이다. 본 연구는 여러 제한점에도 불구하고, 노화와 암묵학습, 그리고 인지 통제 기능 간의 관련성을 살펴보았다는 점에서 의의를 찾을 수 있을 것이다.

부 록

부록 1. 건강 선별 배제 기준

NO.	1차질문	2차질문	예	아니오		예	아니오
1	병원에 입원하거나 치료받은 적이 있습니까?	파킨슨병, 다발성 뇌경화증, 뇌성마비, 헌틴톤병, 뇌염, 뇌막염, 간질 등의 진단을 받은 적이 있습니까?			파킨슨병( ) 뇌염( ) 뇌성마비( ) 뇌막염( ) 헌틴턴병( ) 간질 ( ) 다발성 뇌경화증( )		
2		뇌졸중이나 일과성 뇌 허혈증의 경험이 있습니까?			Px:		
3		뇌수술을 받은 적이 있습니까?			Px:		
4		당뇨, 고혈압, 간질환, 신장질환이 있습니까?			인슐린이 필요한 당뇨		
					조절이 잘 안되는 혈압		
					간질환		
					신장투석		
5		최근 5년동안 정신과 진료를 받은 적이 있습니까?			최근 5년간 입원했던 경우( ) 약물중독( ), 알코올중독( )		
					현재 정신과 약물 복용 중( )		
6		암진단을 받은 적이 있습니까?			최근 3년 동안, 피부암 제외		
7		그 외의 다른 질환을 앓은 적이 있습니까?			24시간 이상 지속되는 기억 장애, 언어장애를 동반한 심장발작		
					지속적인 기억력 및 뇌기능 장애를 동반한 질환		
8	머리를 심하게 다치거나 의식을 잃은 적이 있습니까?	머리를 다쳐 하루 이상 입원한 적이 있습니까?					
9		1 시간 이상 의식을 잃은 적이 있습니까?			(수술을 위한 마취 제외)		
10		매일 술을 드십니까?			(하루 평균 소주 1/3병, 맥주 1병으로 주 6회 이상)		
11	시력이나 청력은 좋습니까?				안경을 써도 글 읽기가 어렵다		
					보청기를 껴도 말이 잘 안들린		
12	숨이 차거나 불수의 운동 이상						
13	자기 이름을 쓸 줄 아십니까?						

부록 2. 시퀀스 인식 정도 테스트

실험 중 검은 원에 반응해서 손가락으로 누른 버튼의 위치에 대한 질문입니다. 위치에 아무런 규칙이 없었다면 “무작위”적인 것이고, 1-3-2-1-3-2와 같이 동일한 위치가 반복되었다면 “일정한 양식, 패턴”이 있었다는 뜻입니다.

(1) 다음 중 누른 버튼의 위치에 대한 서술로 더 알맞다고 생각하는 것에 체크해 주세요.

1. 손으로 누른 위치가 무작위적으로 나타났다고 생각한다. 일정한 양식을 알아채지 못하였다. ( )
2. 손으로 누른 위치가 일정한 양식을 따르는 것 같긴 하지만, 확신할 수는 없다. ( )
3. 손으로 누른 위치가 무작위가 아니라는 것에 대해서 꽤 확신할 수 있지만, 일정한 양식이 무엇인지는 잘 모르겠다. ( )
4. 손으로 누른 위치가 무작위가 아니라는 것에 대해서 꽤 확신할 수 있으며, 일정한 양식이 무엇인지 알 수 있을 것 같다. ( )
5. 손으로 누른 위치는 무작위가 아니고, 일정한 양식이 무엇인지에 대해 확신하고 있다. ( )

(2) 그 위치에 일정한 양식이 있었다고 느꼈다면, 어떤 것이었는지 자유롭게 적어주세요.

(3) 다음 중 누른 버튼의 위치에 대한 서술로 더 알맞다고 생각하는 것에 체크해 주세요.

1. 일정한 양식이 계속해서 반복되었다. ( )
2. 시행 중 일정한 양식이 일부 반복되었다. ( )
3.일부 위치가 다른 곳 보다 좀 더 많았다 ( )

참 고 문 헌

김호영 (2012). 인지통제 훈련이 노인의 뇌기능에 미치는 영향. 서울 대학교 대학원 박사학위논문.

김홍근 (1999). Kims 전두엽-관리기능 신경심리검사. 대구: 신경심리.

신민섭, 박민주 (2007). 스트룹 아동 색상-단어 검사 실시요강. 서울: 학지사.

최진영 (2011). 한국판 치매평가검사-2. 서울: 학지사.

최진영, 김지혜, 박광배, 홍상황 (2012). 한국판 웩슬러 성인용 기억검사 4판. 대구: 한국심리.

최진영, 나덕렬, 박선희, 박은희 (1998). 한국판 치매 평가 검사의 타당도와 신뢰도 연구. 한국심리학회지 임상, 17(1), 247-258.

황순택, 김지혜, 박광배, 최진영, 홍상황 (2012). 한국판 웩슬러 성인용 지능검사 4판. 대구: 한국심리

Aizenstein, H. J., Butters, M. A., Clark, K. A., Figurski, J. L., Andrew Stenger, V., Nebes, R. D., . . . Carter, C. S. (2006). Prefrontal and striatal activation in elderly subjects during concurrent implicit and explicit sequence learning. *Neurobiology of Aging*, 27(5), 741-751.

Bäckman, L. (1992). Memory training and memory improvement in Alzheimer's disease: Rules and exceptions. *Acta Neurologica Scandinavica, 85*(S139), 84-89.

Bäckman, L. (1986). Adult age differences in cross-modal recoding and mental tempo, and older adults' utilization of compensatory task conditions. E*xperimental Aging Research, 12*(3), 135-140.

Bäckman, L., & Dixon, R. A. (1986). Compensation and adaptive cognitive functioning in adulthood. In M. M. Baltes & D. L Featherman, *Optimal living for aging*. Symposium conducted at the Second European Conference on Developmental Psychology, Rome, Italy.

Baddeley, A., & Wilson, B. A. (1994). When implicit learning fails: Amnesia and the problem of error elimination. *Neuropsychologia, 32*(1), 53-68.

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

Baltes, P. B. (1987). Theoretical propositions of life-span developmental psychology: On the dynamics between growth and decline. Developmental Psychology; D*evelopmental Psychology, 23*(5), 611.

Batsakes, P. J., & Fisk, A. D. (2000). Age-related differences in dual-task visual search. The Journals of Gerontology Series B: *Psychological Sciences and Social Sciences, 55*(6), 332-342.

Bischoff-Grethe, A., Goedert, K. M., Willingham, D. T., & Grafton, S. T. (2004). Neural substrates of response-based sequence learning using fMRI. *Journal of Cognitive Neuroscience, 16*(1), 127-138.

Braver, T. S., Paxton, J. L., Locke, H. S., & Barch, D. M. (2009). Flexible neural mechanisms of cognitive control within human prefrontal cortex. P*roceedings of the National Academy of Sciences, 106*(18), 7351.

Christensen, K. J., Multhaup, K. S., Nordstrom, S., & Voss, K. (1991). A cognitive battery for dementia: Development and measurement characteristics. Psychological Assessment: *A Journal of Consulting and Clinical Psychology, 3*(2), 168.

Cherry, K. E., & Stadler, M. E. (1995). Implicit learning of a nonverbal sequence in younger and older adults. *Psychology and aging, 10*(3), 379.

Cleeremans, A., Destrebecqz, A., & Boyer, M. (1998). Implicit learning: News from the front. T*rends in Cognitive Sciences, 2*, 406-416.

Cohen, J. D., & Servan-Schreiber, D. (1992). Context, cortex, and dopamine: a connectionist approach to behavior and biology in

schizophrenia. *Psychological review, 99*(1), 45.

Cohen, A., Ivry, R. I., & Keele, S. W. (1990). Attention and structure in sequence learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 16*(1), 17.

Curran, T. (1997). Effects of aging on implicit sequence learning: Accounting for sequence structure and explicit knowledge. *Psychological Research, 60*(1), 24-41.

Curran, T., & Keele, S. W. (1993). Attentional and nonattentiona forms of sequence learning. *Journal of Experimental Psychology Learning, Memory, and Cognition, 19*, 189-202.

Dennis, N. A., & Cabeza, R. (2011). Age-related dedifferentiation of learning systems: An fMRI study of implicit and explicit learning. *Neurobiology of Aging, 32*(12), 2318.

Deroost, N., Vandenbossche, J., Zeischka, P., Coomans, D., & Soetens, E. (2012). Cognitive Control: A Role for Implicit Learning? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, No Pagination Specified.

Deroost, N., & Soetens, E. (2006). The role of response selection in sequence learning. *The Quarterly journal of experimental psychology, 59(*3), 449-456.

Dixon, R. A. (2000). Concepts and mechanisms of gains in cognitive aging. *Cognitive aging*: A primer, 23-42.

Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Attention, Perception, & Psychophysics, 16*(1), 143-149.

Fitts, P. M., & Posner, M. I. (1967). Human performance. *Monterey, CA: Brooks Cole.*

Freedman, M. (1994). *Clock drawing: a neuropsychological analysis*: Oxford University Press, USA.

Frensch, P. A., & Miner, C. S. (1994). Effects of presentation rate and individual differences in short-term memory capacity on an

indirect measure of serial learning. *Memory & Cognition, 22*(1), 95-110.

Frensch, P. A. (1998). One concept, multiple meanings: On how to define the concept of implicit learning. In M. A. Stadler & P. A. Frensch (Eds.), *Handbook of implicit learning.* Thousand Oaks, CA: Sage.

Frensch, P. A., Wenke, D., & Rünger, D. (1999). A secondary tone-counting task suppresses expression of knowledge in the serial reaction task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 25*(1), 260.

Groth-Marnat, G., & Baker, S. (2003). Digit Span as a measure of everyday attention: a study of ecological validity. *Perceptual and motor skills, 97*(3f), 1209-1218.

Hasher, L., & Zacks, R. T. (1988). Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. *The psychology of learning and motivation, 22*, 193-225.

Hocherman, S., Moont, R., & Schwartz, M. (2004). Response selection and execution in patients with Parkinson's disease. *Cognitive brain research, 19*(1), 40-51.

Horn, J. L. (1982). The aging of human abilities. Handbook of developmental psychology, 847-870.

Howard, D. V., & Howard, J. H., Jr. (1989). Age differences in learning serial patterns: direct versus indirect measures. *Psychology and Aging, 4*(3), 357-364.

Howard Jr, J. H., Howard, D. V., Dennis, N. A., Yankovich, H., & Vaidya, C. J. (2004). Implicit spatial contextual learning in healthy aging. *Neuropsychology, 18*(1), 124-134.

Howard, D. V., Howard, J. H., Jr., Japikse, K., DiYanni, C., Thompson, A., & Somberg, R. (2004). Implicit sequence learning: effects of level of structure, adult age, and extended practice. *Psychology and Aging, 19*(1), 79-92.

Hoyer, W. J., & Lincourt, A. E. (1998). Aging and the development of learning. In M. A. Stadler & P. A. Frensch (Eds.), *Handbook of implicit learnin*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Jackson, G. M., Jackson, S. R., Harrison, J., & Hendersonand Christopher, L. (1995). Serial reaction time learning and Parkinson's disease: Evidence for a procedural learning deficit. *Neuropsychologia, 33*(5), 577-593.

Jiménez, L. (2008). Taking patterns for chunks: is there any evidence of chunk learning in continuous serial reaction-time tasks? *Psychological Research, 72*(4), 387-396.

Jiménez, L., Lupiáŋez, J., & Vaquero, J. M. M. (2009). Sequential congruency effects in implicit sequence learning. *Consciousness and cognition, 18*(3), 690-700.

Karbach, J., & Kray, J. (2009). How useful is executive control training? Age differences in near and far transfer of task-switching training. *Developmental Science, 12*(6), 978-990.

Karbach, J., & Kray, J. (2009). How useful is executive control training? Age differences in near and far transfer of task-switching training. *Developmental Science, 12*(6), 978-990.

Kaufman, A. S., & Lichtenberger, E. O. (1999). *Essentials of WAIS-III assessment:* John Wiley & Sons Inc.

Kaufman, A. S., & Lichtenberger, E. O. (2006). *Assessing adolescent and adult intelligence:* John Wiley & Sons Inc.

Kessels, R. P. C., Boekhorst, S. T., & Postma, A. (2005). The contribution of implicit and explicit memory to the effects of errorless learning: a comparison between young and older adults. *Journal of the International Neuropsychological Society, 11*(2), 144-151.

Koch, I. (2007). Anticipatory response control in motor sequence learning: Evidence from stimulus-response compatibility. *Human movement science, 26*(2), 257-274.

Kramer, A. F., Hahn, S., Cohen, N. J., Banich, M. T., McAuley, E., Harrison, C. R., . . . Boileau, R. A. (1999). Ageing, fitness and neurocognitive function. *Nature, 400*(6743), 418-419.

Lubbe, R. H. J., & Verleger, R. (2002). Aging and the Simon task. *Psychophysiology, 39*(1), 100-110.

Matthews, C., & Klove, H. (1964). *Instruction Manual for the Adult Neuropsychological Battery*. University of Wisconsin Medical School: Madison, WI.

MacDonald, A. W., Cohen, J. D., Stenger, V. A., & Carter, C. S. (2000). Dissociating the role of the dorsolateral prefrontal and anterior cingulate cortex in cognitive control. *Science, 288*(5472), 1835-1838.

Meulemans, T., Van Der Linden, M., & Perruchet, P. (1998). Implicit sequence learning in children. *Journal of Experimental Child Psychology, 69*, 199-221.

Miller, E. K. (2000). The prefrontal cortex and cognitive control. *Nature Reviews Neuroscience, 1*(1), 59-66.

Moscovitch, M., Winocur, G., & McLachlan, D. (1986). Memory as assessed by recognition and reading time in normal and memory-impaired people with Alzheimer's disease and other neurological disorders. *Journal of Experimental Psychology: General, 115*(4), 331.

Nejati, V., Garusi Farshi, M. T., Ashayeri, H., & Aghdasi, M. T(2008). Dual task interference in implicit sequence learning by young and old adults. *International Journal of Geriatric Psychiatry, 23,* 801-804.

Nissen, M. J., & Bullemer, P. (1987). Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures. *Cognitive psychology, 19*(1), 1-32.

Norman, D. A., & Shallice, T. (2000). Attention io Action: Willed and Auiomatic Control of Behavior. *Cognitive neuroscience: a*

reader, 376.

Nyberg, L., Maitland, S. B., Ronnlund, M., Backman, L., Dixon, R. A.,

Pick, D. F., & Proctor, R. W. (1999). Age differences in the effects of irrelevant location information. *Automation technology and human performance,* 258-261.

Posner, M. I., & Snyder, C. R. R. (1975). Attention and cognitive control. In R. L. Solso (Ed.), *Information processing and cognition:* The Loyola Symposium. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Ratcliff, R. (1993). Methods for dealing with reaction time outliers. *Psychological bulletin, 114*(3), 510.

Reynolds, C. R. (1997). Forward and backward memory span should not be combined for clinical analysis. *Archives of clinical neuropsychology, 12(*1), 29-40.

Rieckmann, A., Fischer, H., & Backman, L. (2010). Activation in striatum and medial temporal lobe during sequence learning in younger and older adults: Relations to performance. *Neuroimage, 50*(3), 1303-1312.

Rieckmann, A., & Backman, L. (2009). Implicit learning in aging: Extant patterns and new directions. *Neuropsychology review, 19*(4), 490-503.

Ruff, R. M., Light, R. H., & Evans, R. W. (1987). The Ruff Figural Fluency Test: a normative study with adults. *Developmental Neuropsychology, 3*(1), 37-51.

Salthouse, T. A. (1982). *Adult cognition: An experimental psychology of human aging:* Springer-verlag New York.

Salthouse, T. A. (in press). Are individual differences in rates of aging greater at older ages? Neurobiology of Aging.

Schear, J. M., & Sato, S. D. (1989). Effects of visual acuity and visual motor speed and dexterity on cognitive test performance. *Archives of clinical neuropsychology, 4*(1), 25-32.

Schugens, M. M., Daum, I., Spindler, M., & Birbaumer, N. (1997).

Differential effects of aging on explicit and implicit memory. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 4*(1), 33-44.

Seger, C. A. (1994). Implicit learning. *Psychological bulletin, 115*(2), 163.

Shanks, D. R., & Channon, S. (2002). Effects of a secondary task on "implicit" sequence learning: learning or performance? *Psychological Research, 66*(2), 99-109.

Shay, K. A., Duke, L. W., Conboy, T., Harrell, L. E., Callaway, R., & Folks, D. G. (1991). The clinical validity of the Mattis Dementia Rating Scale in staging Alzheimer's dementia. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology, 4*(1), 18-25.

Shimamura, A. P., & Jurica, P. J. (1994). Memory interference effects and aging: Findings from a test of frontal lobe function. *Neuropsychology, 8*(3), 408.

Simon, J. R. (1969). Reactions toward the source of stimulation. *Journal of experimental psychology, 81*(1), 174.

Stroop, J. R. (1935). The basis of Ligon's theory. *The American Journal of Psychology, 47*(3), 499-504.

Stroop, J. R. (1992). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology: General, 121*(1), 15.

Squire, L. R., & Zola, S. M. (1996). Structure and function of declarative and nondeclarative memory systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 93*(24), 13515.

Strauss, E., Sherman, E. M. S., & Spreen, O. (2006). *A compendium of neuropsychological tests:* Administration, norms, and commentary: Oxford University Press, USA.

Tun, P. A., O'Kane, G., & Wingfield, A. (2002). Distraction by competing speech in young and older adult listeners. *Psychology and aging, 17*(3), 453.

Verhaeghen, P., Marcoen, A., & Goossens, L. (1993). Facts and fiction about memory aging: A quantitative integration of research findings. J*ournal of Gerontology, 48*(4), 157-171.

Wahlin, A., & Nilsson, L. G. (2003). Selective adult age differences in an age-invariant multifactor model of declarative memory. Psychology and Aging; Psychology and Aging, *18*(1), 149.

Wechsler, D., Holdnack, J., & Drozdick, L. (2009). *Wechsler Memory Scale: Technical and Interpretive Manual:* San Antonio: Pearson.

Werheid, K., Ziessler, M., Nattkemper, D., & Yves von Cramon, D. (2003). Sequence learning in Parkinson's disease: The effect of spatial stimulus-response compatibility. *Brain and cognition, 52*(2), 239-249.

Willingham, D. B. (1999). Implicit motor sequence learning is not purely perceptual. *Memory & Cognition, 27*(3), 561-572.

Zacks, R. T., Hasher, L., & Li, K. Z. H. (2000). Human memory. *The handbook of aging and cognition, 2*, 293-357.

Zacks, R., & Hasher, L. (1997). Cognitive gerontology and attentional inhibition: A reply to Burke and McDowd. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences, 52*(6), 274.

Zacks, R. T., Hasher, L., & Li, K. Z. H. (2000). Human Memory. In T. A. Salthouse & F. I. M. Craik (Eds.), *Handbook of aging and cognition.* Mahwah: Erlbaum.

Abstract

Age differences of implicit learning in cognitive control tasks

Jung, EunHa

Department of Psychology

The Graduate School

Seoul National University

It is well-known that aging is associated with cognitive decline, but several learning skills spare in aging. The current thesis focuses on the age differences of implicit learning and expression of learning in cognitive control tasks. In order to examine acquired implicit learning can be expressed, the conflict implicit learning task is developed. The experiment and comprehensive neuropsychological tests were conducted on seventeen healthy older adults and seventeen healthy young adults.

As a result, both age groups show significant implicit learning, and the expression of implicit learning has significant effects in the interference tasks. The size of the implicit learning effect was smaller for older adults compared to young adults in the simple implicit learning task. However, in conflict condition, the amount of the expression effect was similar in two groups. The implicit learning effect is correlated with the performance of neuropsychological tests which

assess the motor function, working memory and administrative function. In the interference condition, the elders with lower cognitive control function show more expression of implicit learning.

This study shows that older adults can express what they learned implicitly in the cognitive control task, which suggests the applicability of implicit learning. Despite of the cognitive decline with aging, the spared ability of implicit learning gives theoretical basis for the cognitive training for elders.

keywords : cognitive aging, implicit learning, cognitive control, neuropsychology

Student Number : 2010-22990

감사의 글

논문을 쓰는 과정에서 지치는 순간에도 제 곁에 있는 분들 덕분에 다시 힘을 낼 수 있었습니다. 혼자만의 작업이라고 생각하고 시작했던 공부였지만, 개인의 역량만 필요한 것이 아니라는 것을 깨달았습니다. 감사한 분들의 도움으로 이렇게 논문을 완성할 수 있었고, 힘들었지만 행복한 과정이었다고 돌이켜 보게 됩니다.

우선 너무나 큰 사랑으로 저를 지켜봐 주시는 존경하는 아빠, 엄마께 이 논문을 바칩니다.

최진영 교수님, 부족함이 많은 제자임에도 제가 궁금해 했던 주제에 대해 논문을 쓸 수 있도록 지지해주시고 격려해 주셔서 감사합니다. 교수님 덕분에 임상신경심리학이라는 학문을 시작할 수 있었고, 이렇게 논문을 완성할 수 있었습니다. 정말 감사합니다. 수업을 통해서 임상심리학에 대한 지식과, 임상심리학자로서의 태도를 가르쳐 주신 권석만 교수님과 이훈진 교수님께도 감사드립니다. 긴장하며 배웠던 내용들, 잊지 않고 차곡차곡 배움을 쌓아가겠습니다. 바쁘신 중에도 논문의 심사를 맡아주시고 꼼꼼하게 지도해주셨던 민경환 교수님, 오성주 교수님께 감사드립니다. 심리치료에 관해 많은 가르침을 주신 민병배 교수님께도 감사드립니다.

제가 좋아하고 의지했던 연구실 식구분들 감사합니다. 2년이라는 짧지 않은 시간을 좋은 분들과 함께 할 수 있었던 것은 큰 행운이었습니다. 우선 연구실 선생님들께 감사합니다. 김호영 선생님, 박혜연 선생님, 석정서 선생님, 김재익 선생님, 신민영 선생님, 많은 것을 배웠습니다. 중요한 조언, 꼼꼼한 지적 덕분에 논문이 흔들리다가도 자리를 잡을 수 있었습니다. 수업 시간에 보여주시는 배움의 깊이에 저의 부족함을 느끼면서 마음을 다잡기도 했습니다. 부족함이 많은 후배였는데, 배려해주시고 앞으로 나아갈 수 있게 용기를 주셨습니다. 감사합니다. 지애 언니, 논문 쓰느라 힘들 때 아무 것도 모르는 후배 챙겨주고 배려해주어서 고맙습니다. 동기처럼 생활했던 한별이와 동원이에게 마음으로 많이 의지했습니다. 배울 점이 많았고, 함께여서 외롭지 않았습니다. 내가 좋아하는 두 사람에게 고맙습니다. 소중한 후배, 현이와 한경이, 논문 쓴다고 항상 배려해 주는 마음 참 고마웠습

니다. 챙겨주지 못해서 미안한 마음이 드네요. 마지막으로 새롭게 연구실 생활 시작하는 솔지씨, 응원합니다.

대학원에서 좋은 인연으로 만난 분들께 감사합니다. 연구실 선배로 학교를 떠난 후에도 많은 우리에게 많은 도움을 주는 민우 선배, 배울 점이 참 많았어요. 많은 이야길 나누었던 주리언니, 마음으로 통하는 수다 즐거웠어요. 좋은 인연 이어나가요. 실험이 막막할 때 전화로 힘을 주었던 해리 언니에게도 고맙습니다. 고현석 선생님, 덕분에 달리기 열심히 하고 체력 관리 잘하며 논문 쓸 수 있었습니다. 감사해요. 모르는 것 물어볼 때마다 웃으면서 챙겨주신 조명현 조교님 감사합니다. 실험에 참여해 주신 보경씨와 사라씨께도 고맙다는 말 전합니다. 사무실 들를 때마다 챙겨주셨던 한정육 선생님께도 감사합니다.

연구에 참여해 주신 친척 분들과 어르신 분들께도 감사합니다. 긴 검사 시간에도 오히려 저의 피곤을 걱정해 주시는 모습에 가끔은 마음이 뭉클했습니다. 특히, 기꺼이 교당 한 자리를 내어주신 막내고모께 감사드립니다.

사랑하는 나의 친구들, 같이 있어 행복한 그들 덕분에 웃는 시간을 확보할 수 있었습니다. 대학 동기, 혜영, 영아, 유경. 사랑합니다. 초등학교 동창들, 혜란, 다솔, 예지와 민지. 늘 그대로 있어 주어서 고맙습니다. 강태, 단비언니, 효빈이, 재원, 지원이도 논문 쓰면서 문득 보고 싶었던 이들입니다. 고맙다는 말을 하고 싶었습니다.

나의 소중한 사람 인, 우리가 서로의 힘든 시간 동안 곁에 있을 수 있어서 다행입니다. 세상에서 가장 좋은 친구로 나를 지켜줘서 고마워요.

마지막으로, 사랑하는 가족들에게 다시 한 번 감사합니다. 엄마의 딸로 태어난 것은 말로 다 표현할 수 없는 큰 축복입니다. 아빠의 큰 사랑이 저를 얼마나 단단하게 지켜주는지 모릅니다. 두 분 없이는 이 논문이 완성될 수 없었을 거예요. 항상 죄송하고, 감사하고, 많이 사랑해요. 논문을 쓰면서 고맙다는 말을 하고 싶은 순간이 많았는데, 이렇게 감사의 글로 모든 분들께 인사를 대신합니다. 고맙습니다.