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

문학박사 학위논문

한국판 HCAP(Harmonized Cognitive Assessment Protocol)의 타당화 연구

2022년 02월

서울대학교 대학원

심리학과 임상심리학 전공

이 다 솜

한국판 HCAP(Harmonized Cognitive Assessment Protocol)의 타당화 연구

지도 교수 최 진 영

이 논문을 문학박사 학위논문으로 제출함
2021년 11월

서울대학교 대학원
심리학과 임상심리학 전공
이 다 솜

이다솜의 문학박사 학위논문을 인준함
2022년 01월

위 원 장 _____ 한 소 원 _____ (인)

부위원장 _____ 조 성 일 _____ (인)

위 원 _____ 최 진 영 _____ (인)

위 원 _____ 김 호 영 _____ (인)

위 원 _____ 곽 세 열 _____ (인)

초 록

현대 사회는 생활 수준의 향상과 의료서비스의 발달에 따라 기대수명이 증가하고 있으며, 이와 더불어 출산율이 급격하게 감소하여 고령인구가 차지하는 비중이 높아지고 있다. 불과 30여년 후면 한국은 인구의 10명 중 4명이 65세 이상인 나라가 될 것으로 예측된다. 이에 따라 치매 유병률 또한 꾸준히 증가하고 있으며 이로 인한 사회적 비용이 상당하다. 고령화 추세와 치매 유병률의 증가는 전세계적으로 당면한 문제이며, 관련 문제의 해결을 위해 국제적 협력이 필요하다. 이러한 상황에서 비교가능한 인지평가 프로토콜(Harmonized Cognitive Assessment Protocol; HCAP)은 (1) 경도인지장애나 치매에 영향을 미치는 요인을 탐색하고, 경도인지장애와 치매의 유병률, 의료 및 사회경제적 비용을 추정하고, 이로 인하여 나타나는 결과를 더 잘 측정하기 위한 데이터를 수집하며, (2) 국가 간 인지수행을 비교하고, 경도인지장애와 치매에 영향을 미치는 요인, 치매의 유병률, 이로 인한 영향을 국가 간 비교하는 다학제적 연구를 촉진하기 위한 목적에서 개발된 검사 프로토콜이다. HCAP은 미국 국립노화연구소의 지원을 받아 건강과 은퇴에 관한 연구(HRS)에서 개발하였으며, 현재까지 남아프리카(HAALSI), 멕시코(MHAS), 영국(ELSA), 인도(LASI), 중국(CHARLS)에서 실시되어 국가 간 연구 협력이 진행되고 있다.

본 연구에서는 HCAP을 한국 노인에게 실시하기 위해, 언어 및 사회문화적 차이를 고려하여 하위 검사를 구성하고 여러 유형의 타당도를 검토함으로써 국내 노인 인구에 적합한 검사인지 확인하고자 하였다. 연구 1에서는 한국판 HCAP(K-HCAP)을 구성하고, 인지검사의 구성타당도와 생태학적 타당도를 확인하고자 하였다. 가설 1에서는 요인분석을 통해 K-HCAP에 포함된 인지검사의 요인구조를 확인하였다. HCAP은 다양한 국가에서 비교가능하도록 개발되었는데, K-HCAP의 요인구조는 HRS와 LASI에서 확인된 요인구조와 유사하다는 것이 확인되었다. 가설 2에서는 인지검사의 생태학적 타당도를 확인하기 위하여 인지검사의 점수가 일상생활기능 수행과 유의미하게 관련이 있는지 알아보았다. 편상관분석 결과 기억, 집행기능, 언어능력은 CSI-D와 IQCODE로 측정한 일상생활기능과 유의미한 상관을 보였다.

연구 2에서는 노화와 관련된 뇌 변수를 통해 준거타당도를 검증하고, 나아가 선행연구에서의 연구 결과가 반복 검증되는지

(replication) 알아보았다. 가설 1에서는 노화와 관련된 뇌의 변화를 반영하는 뇌연령과 백질병변(WMH)이 나이, 성별, 교육연한을 통제한 후 인지기능과 관련이 있는지 알아보았다. 뇌연령은 인지기능과 유의한 상관관계를 보이지 않았으나, 뇌연령을 구성하는 하위 요소는 일부 집행기능과 기억기능 및 교육연한과 상관을 보였다. 또한 전체 뇌의 WMH는 인지기능과 유의한 상관관계를 보이지 않았으나, WMH가 나타나는 위치를 나누어서 보았을 때 선로 잇기 검사 B와 구성-지연회상 수행은 구상속(uncinate fasciculus)의 WMH와 관련이 있었다. 이와 같이 뇌연령과 WMH의 부분적인 측정치에서 인지기능과의 관련성이 나타나는 것은 노화가 인지기능에 영향을 주는 변화를 포함하는 포괄적인 과정임을 시사한다. 가설 2에서는 삶의 목적과 일상생활 활동이 인지기능과 관련이 있는지에 대하여 알아보았다. 편상관분석 결과 삶의 목적과 일상생활 활동은 높은 집행기능 및 언어능력과 관련이 있었다. 여러 일상생활 활동 중 인지적 활동에 참여하는 것이 보호요인으로 작용하는 것으로 나타났으며, 지인조사를 통해 조사된 활동 정도로 분석을 하였을 때에도 동일한 결과가 나타났다.

본 연구는 앞으로 한국에서 HCAP을 사용하고, 국가 간 비교가능한 연구 데이터셋 구축에 참여할 수 있는 기틀을 마련하였다는 점에서 의미가 있다. 특히 HCAP은 컴퓨터를 이용하여 일반면접원이 실시하도록 개발되었는데, 이는 앞으로 대규모 커뮤니티 중심 연구에서 상당히 유용하게 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

주요어 : 인지노화, HCAP, 타당도, 뇌연령, 백질병변, 삶의 목적, 일상생활활동
학 번 : 2017-31022

목 차

서 론 1
비교가능한(Harmonized) 연구도구 2
건강과 은퇴에 관한 연구 4
비교가능 인지평가 프로토콜 5
연구의 필요성 및 목적 8

연구 1. **K-HCAP**의 구성타당도 및 생태학적 타당도 검증 10
서론 10
HCAP 인지검사 10
HCAP의 구성타당도 16
생태학적 타당도 20
한국의 인구통계학적 특성 22
연구의 가설 24
연구 방법 24
연구참가자 24
연구실시절차 25
연구도구 26
분석방법 30
연구 결과 33
연구참가자 33
K-HCAP 33
요인분석 37
인지기능과 일상생활기능의 관계 42
논의 44

연구 2. **K-HCAP**의 준거타당도 검증 48
서론 48
인지기능과 뇌 건강 49
인지감퇴와 치매의 위험/보호요인 50
연구의 목적 및 가설 50
연구 방법 53

연구참가자 53
연구도구 53
뇌영상 자료의 획득 및 전처리 54
뇌연령의 계산 55
백질병변의 계산 57
분석방법 58
연구 결과 58
연구참가자 58
뇌연령 59
뇌연령과 인지기능 61
백질병변 63
백질병변과 인지기능 63
삶의 목적 67
사회적 활동 67
논의 68

논의 71
연구의 한계 및 추후 연구에서 고려할 점 68

참고 문헌 75

표 목차

표 1. 연구별 HCAP(Harmonized Cognitive Assessment Protocol) 검사 목록 12
표 2. K-HCAP 인지검사의 인지 영역 및 출처 31
표 3. 연구참가자들의 인구통계학적 특성 (N=168) 34
표 4. 지인(정보제공자)의 인구통계학적 특성 (N=168) 34
표 5. K-HCAP 인지검사 수행의 평균(표준편차)과 범위 36
표 6. 5요인 모델의 요인부하량 38
표 7. 단일요인 모형의 모델적합도 39
표 8. 요인점수 간의 상관관계 41
표 9. 일상생활기능 수행의 평균과 표준편차 42
표 10. 인지기능과 일상생활기능의 편상관 43
표 11. 인지 영역과 일상생활기능의 편상관 44
표 12. 각 연구의 T1 프로토콜 56
표 13. 뇌연령 모델에서 뇌 영역의 평균 상관계수 57
표 14. 연구참가자의 인구통계학적 특성(N=97) 59
표 15. 인지검사 수행에서의 차이 59
표 16. 나이, 성별, 교육연한과 뇌연령의 상관관계 61
표 17. PLS 뇌연령 모델의 상관계수 61
표 18. 인지검사 수행과 뇌연령 및 뇌연령 구성요소 간의 편상관 62
표 19. 인지 영역과 뇌연령 및 뇌연령 구성요소 간의 편상관 . 63
표 20. 인지검사 수행과 WMH의 편상관 65
표 21. 인지 영역과 WMH의 편상관 66
표 22. 인지 영역과 삶의 목적의 편상관 67
표 23. 인지 영역과 일상생활 활동(본인 응답) 67
표 24. 인지 영역과 일상생활 활동(지인 응답) 68

그림 목차

그림 1. HRS-HCAP의 요인구조 18
그림 2. LASI-DAD의 요인구조 19
그림 3. HCAP 인지검사 수행과 정보제공자용 CSI-D 점수의 관계 21
그림 4. 성별에 따른 한국 노인(60세 이상)의 교육연한 분포. 22
그림 5. 평행분석의 스크리 플롯(scree plot) 37
그림 6. K-HCAP 인지검사의 요인 구조 40
그림 7. 요인점수와 연령 및 교육연한의 관계 41
그림 8. PLS 모델의 결정계수(R square)와 RMSE 60
그림 9. 실제 연령과 뇌연령의 관계 60
그림 10. 백질병변(WMH)의 분포(N=96) 63

서 론

현대 사회는 생활 수준의 향상과 의료서비스의 발달에 따라 기대수명이 증가하고 있으며, 이와 더불어 출산율이 급격하게 감소하여 고령인구가 차지하는 비중이 높아지고 있다. 통계청(KOSIS) 자료에 의하면 1970년 62.3세이던 기대수명은 2020년 83.5세로 20세 이상 증가한 반면, 출산율은 4.53에서 0.84로 크게 감소하였다. 이러한 흐름에서 전체 인구에서 65세 이상의 고령인구가 차지하는 비율은 2020년 15%를 넘었고, 2050년에는 40%를 넘을 것으로 예측되고 있다. 특히 한국은 현재 OECD 국가 중에서도 고령인구의 비율이 가장 빠르게 증가하고 있는 국가이다. 한편, 고령화에 따라 의료비 부담도 빠르게 증가하고 있는데 2020년 노인진료비는 37조 6,135억 원으로 2016년과 비교하였을 때 1.5배 증가하였다(건강보험심사평가원 & 국민건강보험공단, 2021). 이 중 특히 치매는 65세 이상 질병별 진료비가 가장 높게 나타나고 있어, 사회적 비용이 큼을 알 수 있다.

이와 더불어 개인적 차원에서 길어진 노년기는 신체적, 인지적 기능의 감퇴에 따른 여러 도전적인 변화에 직면하도록 한다. 특히 인지기능의 감퇴는 일상생활기능을 손상시키고 독립적인 생활을 어렵게 하여 삶의 질(quality of life)을 크게 저하시킨다(Blazer et al., 2015; Cigolle et al., 2007; Pusswald et al., 2015). 치매는 노화 및 인지기능의 감퇴와 관련된 대표적인 질병으로 나이가 증가할수록 치매 진단을 받을 위험은 높아지고(Abbott, 2011), 고령화 추세에 따라 한국은 해마다 유병률이 계속 증가하는 추세이다. 보건복지부의 제4차 치매관리종합계획에 따르면 65세 이상의 치매 유병률은 2020년 10.3%(83.2만 명으로 추산)이고, 2050년에는 15.9%(302만 명)까지 증가할 것으로 예측된다.

치매(dementia)는 한 가지 이상의 인지 영역(주의력, 집행기능, 학습 및 기억, 언어기능, 지각운동기능 또는 사회적 인지)에서 이전의 수행능력에 비하여 감퇴가 나타나며, 이러한 인지적 결함으로 인하여 일상생활기능의 손상이 나타나는 퇴행성 질환을 말한다. 임상적으로 치매는 인지기능에서의 유의미한 감퇴로 인하여 일상생활에서의 독립성이 손상되어야 진단되기 때문에, 치매의 발현을 늦추는 것은 치매 유병률 자체를 낮출 수 있다(Zissimopoulos et al., 2015). 미국의 알츠하이머 협회의 보고서(Alzheimer's Association, 2015)에 의하면,

치매의 발병 시기를 5년 늦추게 되면 10년 후에는 전체 환자수를 약 40% 줄일 수 있게 된다. 치매의 발병시기를 늦추기 위해서는 인지기능을 유지해 줄 수 있는 보호요인을 탐색하고, 노화로 인한 다양한 생물학적 기능의 감퇴가 인지기능과 어떤 관련을 보이는지에 대하여 이해가 필요하다.

평균수명의 증가에 따른 고령화와 이로 인한 치매 인구의 증가는 전세계인 현상이다. 전세계적으로 추산하였을 때 2050년에는 약 1억 3천만명의 치매 환자가 존재할 것으로 예측된다(Prince et al., 2015). 2021년을 기준으로 한국의 총 인구수가 5,182만명(통계청, 장래인구추계)인 것을 고려하면 이는 매우 큰 숫자임을 알 수 있다. 이처럼 고령화에 따른 치매의 급속한 확산은 인지감퇴와 치매 문제의 해결을 위하여 전세계적인 노력이 필요함을 시사한다. 현재 인지감퇴 및 치매와 관련하여 많은 연구가 진행되고 있으나, 대부분의 국가, 연구기관, 병원에서는 각기 다양한 평가 도구를 이용하고 있다. 이러한 상황은 개별 연구 결과를 비교하는 것을 어렵게 하고, 나아가 연구 분야의 발전을 더디게 하고 있다.

이미 유럽에서는 치매 평가를 위한 도구와 프로토콜이 각 국가마다 다른 상황을 고려하여 신경퇴행성 치매(neurodegenerative dementias) 연구를 위한 신경심리 평가 지침을 마련한 바 있다(Costa et al., 2017). 본 지침에서는 전반적인 인지기능, 기억, 집행기능, 언어, 시공간능력 등을 측정하는 여러 신경심리평가 도구를 검토하고, 각 상황에 맞는 도구의 사용을 권고하고 있다. 또한 미국 국립보건원(National Institutes of Health, NIH) 산하의 국립노화연구소(National Institute on Aging)는 좀 더 구체적으로 치매의 위험요인을 측정하고 이해하기 위한 국가적 연구협력을 위해서 다양한 경제 수준에 있는 국가에서 사용할 수 있는 비교가능한 인지 및 치매 관련 측정치를 개발할 것을 요청하였다(Banerjee et al., 2019).

비교가능한(Harmonized) 연구도구

여러 국가와 기관에서 많은 연구가 진행되고 있는 상황에서, 비교가능한 연구도구를 사용하는 것은 여러 가지 이점이 있다. 먼저, 다양한 연구에서 같은 도구를 사용하는 것은 다양한 개별 연구의 결과를 비교하는데 도움이 된다. 그리고 나아가 개별 연구에서 수집된 자료를 통합하여 빅데이터(big data)를 구축할 수 있게 해 준다. 이미 몇몇의

연구자들은 알츠하이머 및 관련된 치매를 겪는 사람들의 수가 증가하고 있는 상황에서 노화 연구의 발전을 위해 빅데이터 접근이 필요하다고 보고 있다(Ienca et al., 2018). 2004년 시작된 Alzheimer’s Disease Neuroimaging Initiative(ADNI) 연구는 알츠하이머 치매를 연구하고 있는 여러 기관에서 프로토콜을 공유하여 인지검사, MRI, PET, 유전자 등의 자료를 수집, 공유, 분석할 수 있도록 설계되었다. 이러한 연구들은 2차 데이터의 생성과 다양한 분석을 촉진하여 치매의 원인을 파악하고 진단 및 예방 전략의 개발하는데 기여할 수 있다. 이는 특히 관심변수가 안정적인 결론을 도출하기 위하여 큰 표본크기를 요구하는 경우 더 중요하다(Gross et al., 2014).

비교가능한 연구도구를 사용하는 것은 특히 치매 관련 연구에서 유용할 수 있다. 왜냐하면 평가도구는 병리의 진단(diagnosis)과 직접적으로 연결될 수 있기 때문이다. 앞서 기술한 것과 같이 치매는 (1) 인지기능의 감퇴와 (2) 이로 인한 일상생활기능에서의 독립성 손상을 주요 특징으로 한다. 하지만 구체적인 진단 기준은 진단 체계(NINCDS-ADRDA, DSM-5, ICD-10, NIA-AA 등)에 따라 차이가 있을 뿐만 아니라, 각각의 기준에 대한 조작적 정의가 부족하다.

이는 경도인지장애(mild cognitive impairment; MCI)에서도 마찬가지이다(Wong et al., 2019). MCI를 포함하는 대표적 연구인 National Alzheimer’s Coordinating Center(NACC)와 ADNI를 예로 들 수 있다. NACC에서는 (1) 인지 능력에 대한 주관적 염려, (2) 하나 혹은 그 이상의 인지 영역에서 신경심리검사로 확인된 손상이 나타남, (3) 일상생활기능의 독립성이 유지되어야 함의 기준에 따라 MCI를 분류하였고, ADNI에서는 (1) 본인, 지인, 임상가의 의하여 보고된 기억에 대한 주관적 염려, (2) 웩슬러 기억검사에 포함되어 있는 논리기억 검사에서 교육연한을 고려한 절단점 이하일 것, (3) 간이 정신 상태 검사(MMSE)의 총점이 24점 이상일 것, (4) CDR 총점이 0.5(기억 영역에서 최소 0.5점)일 것의 기준으로 MCI를 분류하였다. 비교 결과 NACC MCI 집단은 ADNI MCI 집단에 비하여 언어 능력에서 더 많은 손상이 관찰되었다(Kiselica & Benge, 2021). 이와 같은 집단 차이는 연구 결과의 불일치를 야기할 수 있다.

또한 전국가적 연구는 다양한 사회적 맥락에서 나타나는 다양한 노화 양상을 알아볼 수 있는 기회를 제공한다(Schoeni & Ofstedal, 2010). 노화는 매우 다양한 요인들이 서로 영향을 주고받는 과정이고, 각 국가의 경제적 수준, 사회문화적 다양성은 폭넓은 노화의 위험요인과

보호요인을 찾도록 할 수 있다. 여러 노화 연구 중 미국의 건강과 은퇴에 관한 연구(Health and Retirement Study; HRS)는 이러한 필요성을 충족한다. HRS는 국가 간 비교와 데이터 공유를 특징으로 하며, 선진국과 개발도상국을 포함하여 다양한 경제적 수준을 보이는 국가들이 참여하고 있어 연구의 폭을 넓히고 있다.

건강과 은퇴에 관한 연구

건강과 은퇴에 관한 연구(Health and Retirement Study; HRS, https://hrs.isr.umich.edu)는 미국 인구의 대표성 있는 표본을 가지고, 1992년부터 현재까지 이어지고 있는 대규모 종단 연구이다. HRS는 노년기의 변화하는 건강이 사회, 경제, 심리적 요인 및 은퇴 결정과 어떻게 상호작용하는지 조사하기 위하여 설계되었으며, 2년마다 정기적인 조사가 이루어지고 있다. 이후 여러 국가에서 HRS와 유사한 프로토콜로 연구가 진행되고 있어, 국가 간 연구협력이 가능한 것이 큰 특징이다. 구체적으로 브라질(Brazilian Longitudinal Study of Ageing and Well-Being; ELSI, 중국(China Health and Retirement Longitudinal Study; CHARLS), 코스타리카(Costa Rican Longevity and Healthy Aging Study; CRELES), 영국(English Longitudinal Study of Ageing; ELSA), 유럽(Survey of Health, Ageing, and Retirement in Europe; SHARE, 인도(Longitudinal Aging Study in India; LASI), 인도네시아(Indonesian Family Life Survey; IFLS), 아일랜드(The Irish Longitudinal Study on Ageing; TILDA), 일본(Japanese Study of Aging and Retirement; JSTAR), 말레이시아(Malaysia Ageing and Retirement Survey; MARS), 멕시코(Mexican Health and Aging Study; MHAS), 북아일랜드(Northern Ireland Cohort for the Longitudinal Study of Aging; NICOLA), 남아프리카(Health & Aging in Africa: A Longitudinal Study of an INDEPTH Community in South Africa; HAALSI), 스코틀랜드(Healthy AGeing in Scotland; HAGIS), 태국(Health, Ageing and Retirement in Thailand; HART) 등 40여개 국가에서 HRS 자매 연구(sister study)를 진행하고 있다. 이들 연구는 국가 간 비교가 가능하도록 설계되었고, 한국도 2006년부터 고령화연구패널(Korean Longitudinal Study of Aging; KLOSA, 한국고용정보원)이라는 이름으로 연구를 시작하여 현재까지 2년마다

정기적인 자료수집이 이루어지고 있다.

1992년 HRS 1차 조사에는 1931-41년생 집단(cohort)이 포함되었으며, 건강, 인지기능, 수입, 재산, 가족 관계, 은퇴 결정과 관련된 변수들이 포함되었다. 이후 6차례에 걸쳐 50세 이상의 인구가 새롭게 포함되어 HRS는 현재 가장 크고 종합적인 국가의 인구분포를 대표하는 패널을 보유하게 되었다. HRS의 초기에는 주로 노년기 경제적 삶과 관련된 변수들이 많았으나, 연구가 확장됨에 따라 인지(cognition) 변수가 중요하게 포함되었다. 2001년에는 치매의 발병률과 유병률, 위험요인을 알아보기 위하여 HRS의 일부 참가자들을 대상으로 Aging, Demographics, and Memory Study(ADAMS)가 진행되었다(Langa et al., 2005). ADAMS 연구에서 사용된 인지기능 검사는 정상, 인지감퇴(cognitive impairment, not demented; CIND), 치매를 진단하는데 유용한 도구이지만, 국가 간 비교가 가능하도록 설계되지는 않았다. 그 후 2016년 고령인구와 치매 환자 수의 증가가 점점 전세계적인 문제가 됨에 따라, 전국가적 연구를 위한 국가 간 비교가능 인지평가 프로토콜(Harmonized Cognitive Assessment Protocol)을 개발하여 실시하였다.

비교가능 인지평가 프로토콜

비교가능 인지평가 프로토콜(Harmonized Cognitive Assessment Protocol; HCAP)은 여러 국가들 간 비교가 가능하도록 인지기능을 측정하고 치매의 위험요인을 탐색하기 위한 목적에서 개발되었고, 미국에서는 이미 2016년(wave 1)과 2020년(wave 2) 두 차례에 걸쳐 실시되었다. HCAP은 연구참가자들의 다양한 인지기능을 측정하기 위하여 참가자들에게 직접 실시하는 인지검사와 지인을 통해 진행하는 질문지의 두 부분으로 구성된다. 인지검사 부분은 지남력, 기억, 집행기능, 언어, 시공간능력을 측정하기 위한 여러 검사들을 포함하고 있다. 그리고 지인조사 질문지는 참가자의 인지기능, 일상생활기능, 일상생활에서의 활동정도, 정서 상태 등을 묻고 있으며, 수행의 변화를 확인하기 위한 문항들이 많이 포함되어 있다(Weir et al., 2014). 일부 참가자(n=100)의 경우 치매 진단의 정확도를 높이고 위험요인을 파악하기 위하여 뇌영상 촬영(pilot study)이 진행되었다.

HCAP은 (1) 경도인지장애나 치매에 영향을 미치는 요인을 탐색하고, 경도인지장애와 치매의 유병률, 의료 및 사회경제적 비용을

추정하고, 이로 인하여 나타나는 결과를 더 잘 측정하기 위한 데이터를 수집하며, (2) 국가 간 인지수행을 비교하고, 경도인지장애와 치매에 영향을 미치는 요인, 치매의 유병률, 이로 인한 영향을 국가 간 비교하는 다학제적 연구를 촉진하기 위한 목적에서 실시되었다(Langa et al., 2020). HCAP은 HRS 연구를 진행하고 있는 국가 중 남아프리카(Xavier Gómez-Olivé et al., 2018), 멕시코(Wong et al., 2017), 중국(Zhao et al., 2014), 영국(Steptoe et al., 2013), 인도(Arokiasamy et al., 2012)에서 그 인구 특성에 맞게 개발 및 실시되어, 향후 국가 간 비교 연구가 가능하다. 또한 2022년에는 유럽(Börsch-Supan et al., 2013)에서도 HCAP이 실시될 예정이다. 아직까지는 이들 자료를 종합하여 진행된 연구는 부재하지만, 각 국가에서 HCAP의 타당도를 확인하거나(Gross et al., 2020; Langa et al., 2020; Meng et al., 2019), HCAP을 활용하여 치매 진단을 알고리즘을 개발하거나(Lee et al., 2020), 인지능력에 대한 위험요인을 알아보는(Hu et al., 2020; Smith et al., 2020; Sutin et al., 2019) 연구가 진행 중이다.

다른 검사도구와 차별화되는 HCAP의 특징은 국가 간의 비교가 가능하다는 것이지만, 그 외에도 여러 가지 장점이 있다. 먼저 HCAP은 치매 선별 검사, 기억, 집행기능, 언어, 시공간능력 등 다양한 인지 영역을 포함하고 있다. 그리고 안정적인 인지기능 점수를 도출하기 위하여 각 영역에 2개 이상의 소검사가 포함되어 있다. 각 인지 영역에 포함되는 검사는 대표적인 노화 및 치매연구인 Rush Religious Orders Study(ROS)와 Memory and Aging Project(MAP)(Bennett et al., 2018), 10/66 Dementia Studies(Prince et al., 2007), Indianapolis-Ibadan Dementia Project(Hendrie et al., 2001), UK Medical Research Council Cognitive Function and Ageing Study(Brayne et al., 2006) 및 HRS에서 이미 진행되었던 ADAMS에서 실시한 인지검사를 검토하여 결정되었다(Weir et al., 2014). 이에 치매 진단을 위하여 필요하고, 치매의 위험요인이나 보호요인을 탐색하는데 유용한 검사가 선정될 수 있었다.

또한 HCAP은 다양한 인지검사를 포함하고 있지만, ADAMS 등의 연구에서 실시한 인지검사보다 손쉽게 측정할 수 있다는 장점이 있다(Langa et al., 2020). 인지검사는 표준화된 실시 절차를 따라야하기 때문에 대규모 연구에서 사용하기에 어려움이 있는데, HCAP은 교육을 받은 면접원(interviewer)이 연구참가자의 집에서

실시할 수 있도록 구성되었다. 특히 조사가 컴퓨터를 이용한 개인면접(Computer-Assisted Personal Interviewing; CAPI) 방식으로 이루어지기 때문에, 적절한 때에 컴퓨터 화면을 통해 면접원들에게 실시지침이나 주의사항을 제공할 수 있다. 그리고 연구참가자의 응답에 따라 다른 문항이 제공되어야 하는 검사를 실시할 때에도, 화면에 적절한 문항이 자동으로 나타나므로 비교적 수월하게 검사를 진행할 수 있다. 또한 CAPI 방식은 종이와 펜을 이용하는 전통적인 방식과 비교하여 휴대성이 높고, 검사 실시가 편리하고, 자동화된 채점이 가능하다는 장점이 있다. 다만, CAPI를 사용하는 것은 장점과 단점이 모두 있음을 고려할 필요가 있다(Wesnes, 2014).

이처럼 교육을 받은 일반 면접원이 인지검사를 실시할 수 있다는 것은 연구에 다양한 인지검사를 포함할 수 있다는 장점이 있다. 즉 많은 연구들이 간이 정신 상태 검사(Mini-Mental State Examination; MMSE)를 사용하여 매우 기초적이고 제한적인 인지기능을 측정하여 온 것과 비교하였을 때, 많은 추가적 정보를 제공할 수 있다는 장점이 있는 것이다. MMSE는 치매 선별 검사로, 지남력, 기억력, 주의집중 및 계산능력, 언어능력, 시각구성능력을 1-10개의 문항으로 측정하여 간편하게 대략적인 인지기능을 추정할 수 있다. 하지만 MCI나 초기 치매를 진단하는데 충분하지 않다(Arevalo-Rodriguez et al., 2015; 이강희 & 김홍근, 2008). MMSE 점수는 교육연한이 낮은 노인들의 경우 낮게 측정되어 특이도(specificity)가 낮으며, 교육연한이 높은 노인들의 경우 높게 측정되어 민감도(sensitivity)가 낮다는 한계가 있다. 또한 기억이나 언어 장애에 영향을 많이 받고, 문항이 적으며, 낮은 검사-재검사 신뢰도, 미묘한 뇌의 이상에 대한 낮은 민감성 등의 단점이 있다(Nieuwenhuis-Mark, 2010; Spencer et al., 2013)..

또한 HCAP의 지인조사에는 수검자의 인지능력과 일상생활기능을 알아보는 질문지가 포함되어 있다. 정상적 혹은 병리적 노화 과정에서 문제가 되는 것은 과거의 수행과 비교하였을 때 인지능력과 일상생활기능이 감퇴하는 것이기 때문에, 수행의 변화를 확인하기 위한 문항들도 포함되어 있다. 수검자의 현재 수행 수준을 알아보기 위해서는 실제 수행을 직접 확인하거나, 본인 혹은 지인에게 질문을 할 수 있다. 각각의 평가 방식에는 장점과 단점이 존재하는데, 가장 간편하게 객관적인 수행을 확인할 수 있는 것은 지인을 통하는 것이다(Rueda et al., 2015). 선행연구에 의하면 본인이 직접 보고한 일상생활기능 수준보다 지인에 의하여 보고된 일상생활기능의 수준은 치매와 관련된

객관적 지표들과 관련이 더 높은 것으로 나타났다(Rueda et al., 2015). HCAP에 포함된 지인조사는 연구참가자의 기능 수준을 파악하고, 치매를 진단하는데 사용될 수 있으며, 나아가 치매의 위험요인을 탐색하는 데에 활용될 수 있다.

연구의 필요성 및 목적

한국은 고령화가 매우 빠른 속도로 진행되고 있으며, 이에 따라 치매 유병률도 꾸준히 증가하고 있다. 뿐만 아니라 노인 의료비 지출 규모는 전체 의료비 지출 규모의 40% 이상이며(건강보험심사평가원 & 국민건강보험공단, 2021). 노인빈곤율도 43.4%로 높은 상황이다(OECD, 2018). 이러한 상황에서 국가는 노인 건강을 위하여 여러 가지 사업을 진행하고 있으며, 대표적으로 노인장기요양보험제도와 치매국가책임제, 노인돌봄 등이 있다. 이는 모두 노년기 인지감퇴 및 치매와 관련 깊은 제도로, 노인들의 인지기능에 대한 높은 수준의 정보와 진단이 필요하나 아직까지는 구체적인 근거 자료가 충분하지 않다.

보건복지부와 한국보건사회연구원이 실시한 「노인실태조사」에서는 7개의 일상수행능력(Activities of Daily Living; ADL)과 10개의 도구적일상생활수행능력(Instrumental Activities of Daily Living; IADL)을 측정하였다. ADL은 기본적인 일상생활기능을 묻는 질문지로, 옷 입기, 세수 · 양치질 · 머리감기, 목욕하기, 차려 놓은 음식 섭취하기, 누웠다 일어나서 방 밖으로 나가기, 화장실 사용하기, 대소변 조절하기 문항을 포함한다. 그리고 IADL은 좀 더 복잡한 일상생활기능을 묻는 질문지로 몸단장, 집안일, 식사 준비, 빨래, 약 챙겨 먹기, 금전관리, 근거리 외출, 물건 구매, 전화 걸고 받기, 교통수단 이용하기 문항으로 구성되어 있다.

그리고 한국고용정보원이 실시한 「고령화연구패널(KLOSA)」에서는 ADL과 IADL을 측정함과 동시에 일반적인 인지능력을 평가하기 위하여 MMSE를 실시하였다. MMSE는 2006년부터 8차에 걸쳐 실시되었으며, 이를 통하여 전반적인 인지기능의 변화를 파악할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 앞서 기술한 바와 같이 MMSE는 노년기 인지기능을 측정하기 위한 도구로 한계가 존재한다. 다만 많은 사람들을 대상으로 면접원이 인지검사를 실시해야 하는 상황에서 복잡한 인지검사를 사용하는 것에는 어려움이 있다. 이에 면접원이 실시할 수 있고, 참가자들의 인지기능을 심층적으로 파악할 수 있는 HCAP을 도입하는 것이 필요하다. 더욱이

KLOSA가 미국 HRS의 자매 연구인 점을 고려한다면, 한국에서 HCAP을 실시하는 것의 유용성은 좀 더 높아진다. 왜냐하면 KLOSA의 조사 항목들 또한 HRS의 조사 항목과 비교가 가능하기 때문이다.

또한 치매는 퇴행성 질환으로, 지금으로서는 질병의 진행을 막거나 치료할 방법이 존재하지 않는다. 이에 치료는 증상을 완화하거나 인지기능을 향상시키는데 초점을 두고 있다(Buckley & Salpeter, 2015; Cummings, 2006; O'Brien et al., 2017; Russ & Morling, 2012). 한국의 노인인구 비율과 치매 유병률 추이를 고려한다면, 치매의 위험요인과 보호요인을 탐색하고, 치매의 위험군을 파악하고, 치매를 조기진단하기 위한 알고리즘을 개발하는 것은 매우 중요한 과제이다. 이는 HCAP의 개발 목적에 부합하는 것으로, 국가 간 공통적으로 사용하고 있는 인지검사도구가 없는 한국에 요긴하게 사용될 수 있다.

노화에 따른 인지기능의 감퇴와 치매 발병은 문화특정적이지 않으며, 보편적인 현상이다 반면, 국가 간 생활방식의 차이나 교육 정도, 경제적 수준은 인지기능 및 퇴행성 질환에 영향을 미치는 요소로 작용한다. 이에 공통된 연구도구를 사용하여. 연구 결과를 비교, 종합하는 것은 노화 과정에 대한 통합적 이해를 가능하게 할 것이다. 현재 많은 연구들이 미국과 유럽 등의 선진국을 중심으로 이루어지고 있는데(Prince, 2000), HCAP은 다양한 경제적 수준의 국가에서 실시되었기 때문에 변수의 범위를 넓힐 수 있다는 장점이 있다. 또한 앞으로 KLOSA에서 진행된 HCAP 자료가 공개된다면, HCAP을 포함하는 HRS의 자매 연구로서 노화 연구를 위한 국제적 노력에 크게 기여할 수 있게 될 것이다.

이에 본 연구에서는 한국판 HCAP(Korean-Harmonized Cognitive Assessment Protocol; K-HCAP)의 필요성을 바탕으로, 앞으로 국내 노인을 대상으로 하는 대규모 연구에서 HCAP을 활용할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다. 즉, 기존의 HCAP을 한국에 도입, 실시하여, 검사 도구의 타당도(validity)를 확인하고자 한다. 연구는 연구 1과 연구 2의 두 부분으로 구성된다. 연구 1에서는 K-HCAP을 구성하고, 검사도구의 구성 타당도와 생태학적 타당도를 확인하고자 하였다. 그리고 연구 2에서는 준거 타당도의 관점에서 노화에 따른 뇌의 하향적 변화가 K-HCAP 인지검사 점수와 관련이 있는지 알아보고, 선행연구에서 관찰한 결과가 K-HCAP에서 유사하게 나타나는지 확인하고자 하였다.

연구 1. K-HCAP의 구성 타당도 및 생태학적 타당도 검증

서론

국가 간 비교가능한 인지평가 프로토콜(Harmonized Cognitive Assessment Protocol; HCAP)은 경도인지장애와 치매를 이해하기 위하여 개발된 도구로, 인지검사와 지인조사 두 부분으로 구성된다. 인지검사는 여러 인지 영역에서 연구참가자의 인지기능을 측정하기 위하여 구성되었으며, 지인조사는 연구참가자의 현재 인지기능 및 일상생활기능 수준과 그 변화를 알아보기 위하여 포함되었다. K-HCAP 인지검사는 대략 1시간이 소요되며, 일반적으로 종이와 펜을 이용하여 진행되는 인지검사와 달리 컴퓨터(CAPI)를 이용하여 실시되었다. 그리고 인지검사와 지인조사는 모두 임상가가 아닌 일반인도 실시할 수 있도록 개발되었다. 이에 일련의 교육을 통하여 면접원들이 K-HCAP을 실시할 수 있음을 확인하는 과정이 필요하였다. 한편, HCAP은 영국, 인도, 중국, 남아프리카, 멕시코에서 실시되었는데, 모든 국가에서 완전히 동일한 형태의 검사를 사용한 것은 아니다. 이후에서는 HCAP에 포함된 인지검사에 대하여 알아본 후 한국판 검사를 구성할 때 필요하였던 변화를 살펴볼 것이다.

HCAP 인지검사

HRS-HCAP 포함된 인지검사는 표 1과 같다(Langa et al., 2020; Weir et al., 2014). HCAP에서 사용된 검사들은 (1) 대략 한 시간동안 조사 면접원이 연구참가자의 집에서 실시가능하고, (2) 2002/03년에 진행된 HRS-ADAMS 연구와 유사하게 진행하여 정상 노화에서의 인지감퇴 및 치매의 유병률 추이를 밝힐 수 있고, (3) HRS와 HRS 자매연구가 진행된 개발도상국 및 선진국들에서 서로 비교할 수 있고, 타당한 진단을 내릴 수 있도록 구성되었다(Weir et al., 2014).

표 1은 HRS에서 개발하여 실시한 HCAP 인지검사를 기준으로 영국, 남아프리카, 인도, 멕시코, 중국에서 실시된 HCAP에 포함된 인지검사를 나열하고 있다. 각 검사에 대한 간략한 설명은 다음과 같다.

간이 정신 상태 검사(Mini-Mental State Examination; MMSE)는 짧은 시간 내에 실시가 가능한 치매 선별검사이다(Crum et al., 1993; Folstein et al., 1975). 약 10분 정도 소요되며, 총점은 30점이다. 지남력, 기억력, 주의집중 및 계산능력, 언어능력, 시각구성을 측정하는 문항으로 구성되고, 치매 선별을 위해 학력 및 연령에 따른 규준이 마련되어 있다.

인지상태를 위한 전화면접(Telephone interview for cognitive status; TICS)은 전화를 통해 실시할 수 있도록 설계된 표준화된 짧은 인지기능 검사이다(Brandt et al., 1988). HCAP에는 TICS 문항 중 이름대기 3문항이 포함되었다.

단어목록 기억검사(Word List Learning and Recall)는 제시된 10개의 단어를 기억하는 검사로 언어적 일화기억 능력을 측정하는 검사이다(Morris et al., 1989). 단어가 제시된 이후 바로 회상하는 즉각회상검사(Immediate), 일정 시간이 경과한 후 회상하는 지연회상검사(Delayed), 20개의 단어 중 앞서 제시되었던 10개의 단어를 구분하는 재인검사(Recognition)로 이루어져 있다.

이야기 회상(Story recall)은 2가지 기억 검사를 통하여 측정된다. 첫 번째는 용감한 사람 이야기(Brave Man story)라고 불리는 짧은(3문장) 이야기를 기억해야 하는 과제로, 즉각회상(Immediate)과 이야기에 관한 12가지 세부사항에 대하여 답하는 지연회상(Recognition)으로 구성된다(Scherr et al., 1988). 그리고 두 번째는 웩슬러 기억 검사(Wechsler Memory Scale-IV)에 포함되어 있는 논리기억(Logical memory) 검사로, 짧은 이야기를 듣고 가능한 한 똑같이 회상하는 검사이다(Wechsler, 1987). 이야기를 듣고 바로 회상하는 즉각회상검사(Immediate)와 시간이 경과한 후 회상하는 지연회상검사(Delayed), 이야기에 대한 진술을 들려준 후 맞는지 구분하는 재인검사(Recognition)로 이루어진다.

구성(Constructional Praxis)은 4개의 단순한 도형을 복사하여 그리는 구성행동 검사(Copy)와 그 도형을 일정시간이 경과 후 회상하여 그리는 구성회상 검사(Delayed)로 이루어져 있다(Morris et al., 1989). 맞게 그린 도형의 전체 점수로 채점되고, 시공간 능력과 시각적 지연회상 능력을 평가한다.

표 1. 연구별 HCAP(Harmonized Cognitive Assessment Protocol) 검사 목록

인지검사	K-HCAP	HRS	ELSA	HAALSI	LASI	MHAS	CHARLS	ADAMS
간이 정신 상태 검사(MMSE)	Y	Y	Y	H	H	H	Y	Y
인지상태를 위한 전화면접(HRS-TICS)		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
단어목록기억검사 - 즉각회상	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
단어목록기억검사 - 지연회상	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
단어목록기억검사 - 재인	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
이야기 회상 검사 - 즉각회상	H	Y	Y	Y	Y	Y		H
이야기 회상 검사 - 지연회상	H	Y	Y	Y	Y	Y		H
이야기 회상 검사 - 재인	H	Y	Y	Y	Y			H
구성 - 복사	Y	Y	Y	Y	Y	Y		Y
구성 - 지연회상	Y	Y	Y	Y	Y	Y		Y
의미 유창성(동물 이름대기 검사)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
지역사회 치매선별 검사(CSI-D; 4 items)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	
글자 지우기 검사	H	Y	Y	H	H	H		
숫자 거꾸로 세기		Y	Y	Y		H		

기호쓰기(SDMT)		Y	Y	Y		H		Y
HRS 숫자배열검사	Y	Y	Y	H			H	
레이븐 누진행렬검사	Y	Y	Y	Y	Y			
선로 잇기 검사(Part A, B)	H	Y	Y	H				Y

HRS, Health and Retirement Study; ELSA, English Longitudinal Study of Ageing; CHARLS, China Health and Retirement Longitudinal Study; LASI, Longitudinal Aging Study in India; MHAS, Mexican Health and Aging Study; HAALSI, Health and Aging in Africa: Longitudinal Studies in 3 INDEPTH Communities; ADAMS, Aging, Demographics, and Memory Study; Y, HRS-HCAP 와 동일한 검사; H, HRS-HCAP 와 유사한 검사.

Langa 등(2020)의 표 4 를 재구성함.

의미 유창성 검사(Semantic Fluency-Animal Naming Test)는 주어진 1분의 시간 동안 동물 이름을 얼마나 많이 산출할 수 있는가를 측정하는 검사이다(Morris et al., 1989). 어의적 기억, 언어능력을 측정하며, 언어 산출 장애를 평가한다. 총점은 응답자가 산출한 동물 이름의 수이다.

지역사회 치매선별 검사(Community Screening Instrument for Dementia; CSI-D)는 인지기능 및 인지감퇴 여부를 알아보기 위한 검사로, 본인용과 지인(informants)용의 두 부분으로 구성되어 있다. HCAP에서는 본인에게 직접 실시하는 CSI-D에서 이름 대기, 물건의 기능 말하기, 정보 전달, 지시 따르기의 4문항을 선별하여 실시하였다(Prince et al., 2011).

글자 지우기 검사(Letter Cancellation Test)는 1분의 제한 시간 동안 무작위로 제시된 알파벳 중에서 P와 W를 지우는 검사이다(Richards et al., 1999). 편측 무시 여부, 주의력, 시각적 탐색 능력, 억제 반응 등을 평가한다. 총점은 옳게 지운 도형의 개수로, 65점 만점이다.

숫자 거꾸로 세기(Timed Backward Counting Task)는 처리 속도와 주의를 측정하기 위한 검사로, 수검자는 100에서 시작하여 가능한 빠르고 정확하게 숫자를 거꾸로 세야 한다. 총 30초 동안 검사가 실시되며, 마지막으로 도달한 숫자 및 오류의 수가 측정된다(Lachman et al., 2014).

기호쓰기(Symbol-Digit Modalities Test; SDMT)는 제시되는 숫자를 기호로 대체하는 과제이다. 1-9까지의 숫자에 각각 대응하는 기호가 제시되는데, 이를 보고 주어진 시간 동안(90초) 제시되는 숫자에 맞는 기호를 작성해야 한다(Smith, 1982). 검사의 점수는 맞게 작성한 기호의 개수에서 틀린 개수를 뺀 것으로 구해진다.

숫자 배열 검사(HRS Number Series)는 HRS에서 집행기능을 측정하기 위하여 개발한 검사로(Fisher et al., 2013), 유동 지능(fluid intelligence)인 양적 추론(quantitative reasoning) 능력을 측정한다. 빠진 부분이 있는 연이은 숫자 배열을 보고, 수의 관계를 추론하여 빠진 부분을 채워야 한다. 두 개의 세트로 구성되는데, 첫 번째 세트는 공통적으로 실시된다. 이후 첫 번째 세트에서의 참가자의 응답에 따라 두 번째 세트에서 다른 난이도의 문항이 제시된다.

레이븐 누진행렬 검사(Raven's Standard Progressive Matrices)는 비언어적 자극을 이용하여, 추론 능력을 측정하는 검사이다(Raven,

1981, 1989, 2000). 빠진 부분이 있는 연이은 그림 배열을 보고, 그림의 패턴에서 규칙을 찾아내어 빠진 부분에 들어갈 그림을 골라야 한다.

선로 잇기 검사(Trail Making Test-Part A, B)는 무작위로 배치된 숫자와 알파벳을 연필을 이용하여 순서대로 잇는 검사이다(Reitan, 1994; Ricker & Axelrod, 1994). 선로 잇기 검사 A와 B 두 세트로 구성된다. 선로 잇기 검사 A는 흰 원 안에 적혀진 숫자를 가능한 한 빨리 순서대로 잇는 검사이며, 주의력, 시공간 탐색 능력, 운동 기능을 평가한다. 선로 잇기 검사 B는 숫자와 알파벳을 순서대로 잇는 번갈아 가며 잇는 검사로, 주의력, 시공간 탐색 능력, 정신적 유연성 등을 평가한다.

미국에서 이루어진 HRS와 영국에서 이루어진 ELSA에서는 위의 검사들을 동일하게 실시하여 연구참가자들의 인지기능을 측정하고 있다. 반면 남아프리카, 인도, 멕시코, 중국에서는 각 국가의 상황에 따라 일부 검사가 제외되고 수정되어 사용되었다. 예를 들어, 인도의 종단 노화 연구(Longitudinal Ageing Study in India; LASI)에서는 참가자의 교육 수준을 고려하여 숫자 배열 검사를 제외하였고, 문식성의 영향을 배제하기 위하여 글자(letter) 지우기 검사(Richards et al., 1999; Steptoe et al., 2013) 대신 도형(symbol) 지우기 검사를 사용하였다. 도형 지우기 검사는 인도 뿐만 아니라 중국에서도 사용되었으며(Meng et al., 2019), 한국에서도 글자 지우기 검사가 아닌 도형 지우기 검사를 선택하였다.

한편 중국의 건강과 은퇴 종단 연구(China Health and Retirement Longitudinal Study; CHARLS)에 포함된 HCAP의 실시에 있어서는 도시와 시골의 차이가 중요하게 작용하였다. 중국은 도시와 시골의 교육 및 사회경제적 지위의 격차가 크게 나타나는 특징이 있으며, 교육과 사회경제적 지위는 인지검사 수행에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 특히 길고 어려운 검사 배터리를 사용하는 것은 집중력 저하와 수행실패로 인한 동기저하를 야기하여 저교육 노인들의 수행을 저하시킬 우려가 있다(Yu, 2019). 이러한 점을 바탕으로 K-HCAP도 연구참가자들의 인구통계학적 정보를 고려하여 구성하고자 하였다. 또한 총 소요시간 등 검사를 실시함에 있어 발생하는 한계를 감안하여 검사 목록을 구성하였다(이다솜 등, 2020).

HCAP의 구성타당도

HCAP에 포함된 인지검사는 선행연구에서 개발, 사용되고 있는 것으로, 측정하고자 하는 인지 영역을 규정할 수 있다. 표 1에 나열된 인지검사는 지남력, 일화기억, 언어, 주의 및 집행기능, 시공간능력, 유동지능을 측정하고 있다. 지남력(orientation)은 MMSE에 포함된 10문항, 일화기억(episodic memory)은 단어목록기억검사와 이야기 회상 검사, 언어(language)는 MMSE와 TICS, CIS-D에 포함된 언어 문항과 의미 유창성, 주의 및 집행기능(attention/executive function)은 숫자 거꾸로 세기와 글자 지우기, 기호쓰기, 선로 잇기 검사, 시공간능력(visuospatial)은 구성, 레이븐 누진행렬검사, 유동지능 (fluid intelligence)은 레이븐 누진행렬검사, 숫자 배열 검사를 통해 측정될 수 있다(Weir et al., 2014). 하지만 개별검사를 수행하기 위하여 한가지 영역의 인지기능만이 사용되는 것은 아니다. 예를 들어, 유창성 검사는 집행기능이나 언어기능으로 분류될 수 있다(Whiteside et al., 2016). 또한 경험적으로 몇 개의 인지 영역이 존재하는지에 대한 합의는 이루어지지 않았는데, 인지 영역의 구분은 인구 특성에 따라서도 다르게 나타날 수 있다(Delis et al., 2003).

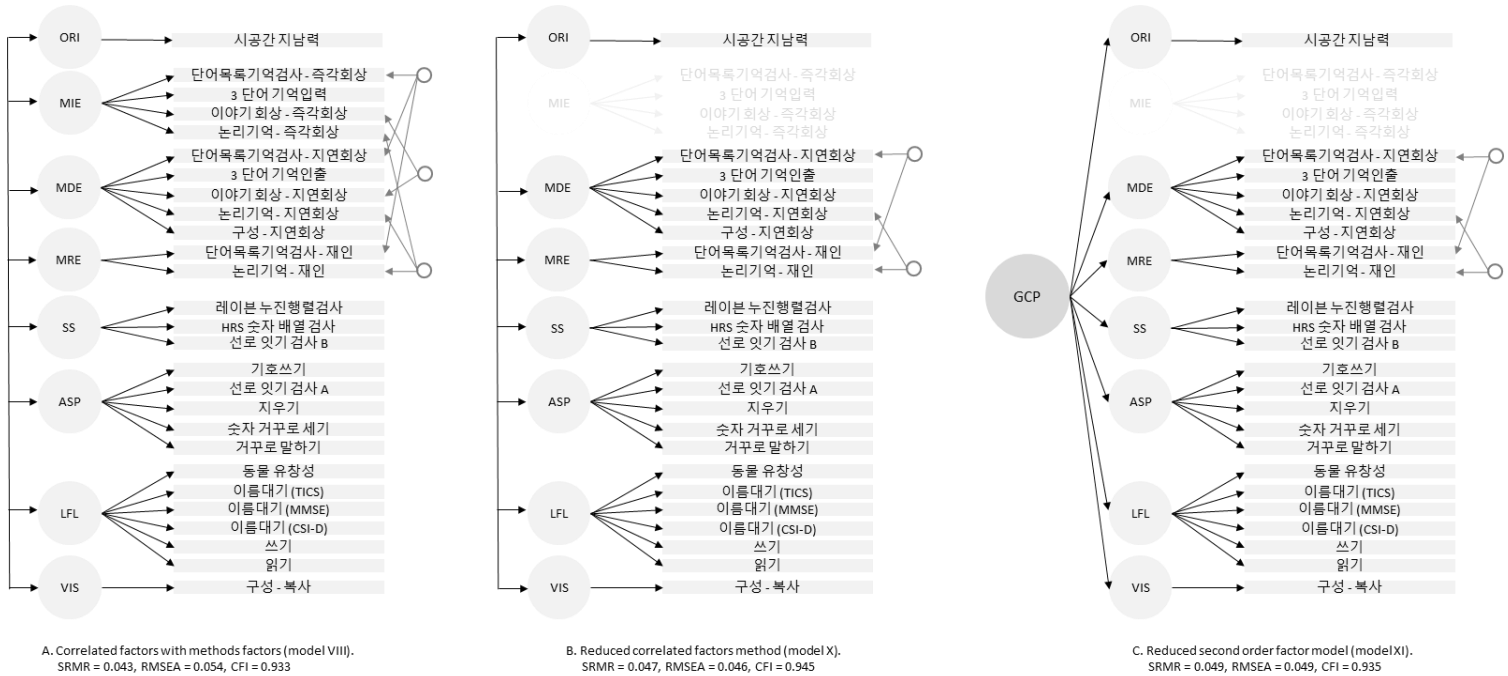
개별 인지검사가 측정하는 인지 영역을 확인하기 위하여 요인분석이 사용되고 있다. 요인분석(factor analysis)은 검사가 그 기저에 존재하는 이론적 구성개념을 정확하게 측정하고 있는지를 의미하는 구성타당도 (construct validity)를 확인할 수 있는 분석방법이다(Cronbach & Meehl, 1955). 요인 분석을 통해 관찰가능한 측정변수로부터 구성개념을 반영하는 잠재변수(latent variable)를 도출해 낼 수 있고, 이렇게 구해진 잠재변수는 여러 측정 변수를 요약하여 연구에 활용이 가능하다. 그리고 상위 수준의 측정치로써 연구 결과를 비교하기에도 유용하다.

HRS-HCAP의 구성타당도

HRS와 LASI에서 실시된 HCAP의 요인구조를 확인한 연구는 2020년 출판되었다. 먼저 HRS HCAP의 연구결과는 그림 1에 요약되어 있다(Jones et al., 2020). 이 연구에서는 선행연구에서 미리 결정된 인지 영역에 근거하여(Langa et al., 2020; Weir et al., 2014), 지남력, 기억, 전환(set shifting), 주의/처리 속도, 언어/유창성, 시공간능력 각각의 단일요인 구조(single factor domain-specific models)를

검증하고, 전체 요인을 통합하여 다요인 구조(multidimensional model)를 확인하였다. 모델의 적합도는 SRMR(standardized root mean square residual), RMSEA(root mean square error of approximation), CFI(confirmatory fit index)를 통해 확인되었다(기준: SRMR≤0.08, RMSEA<0.05, CFI>0.95).

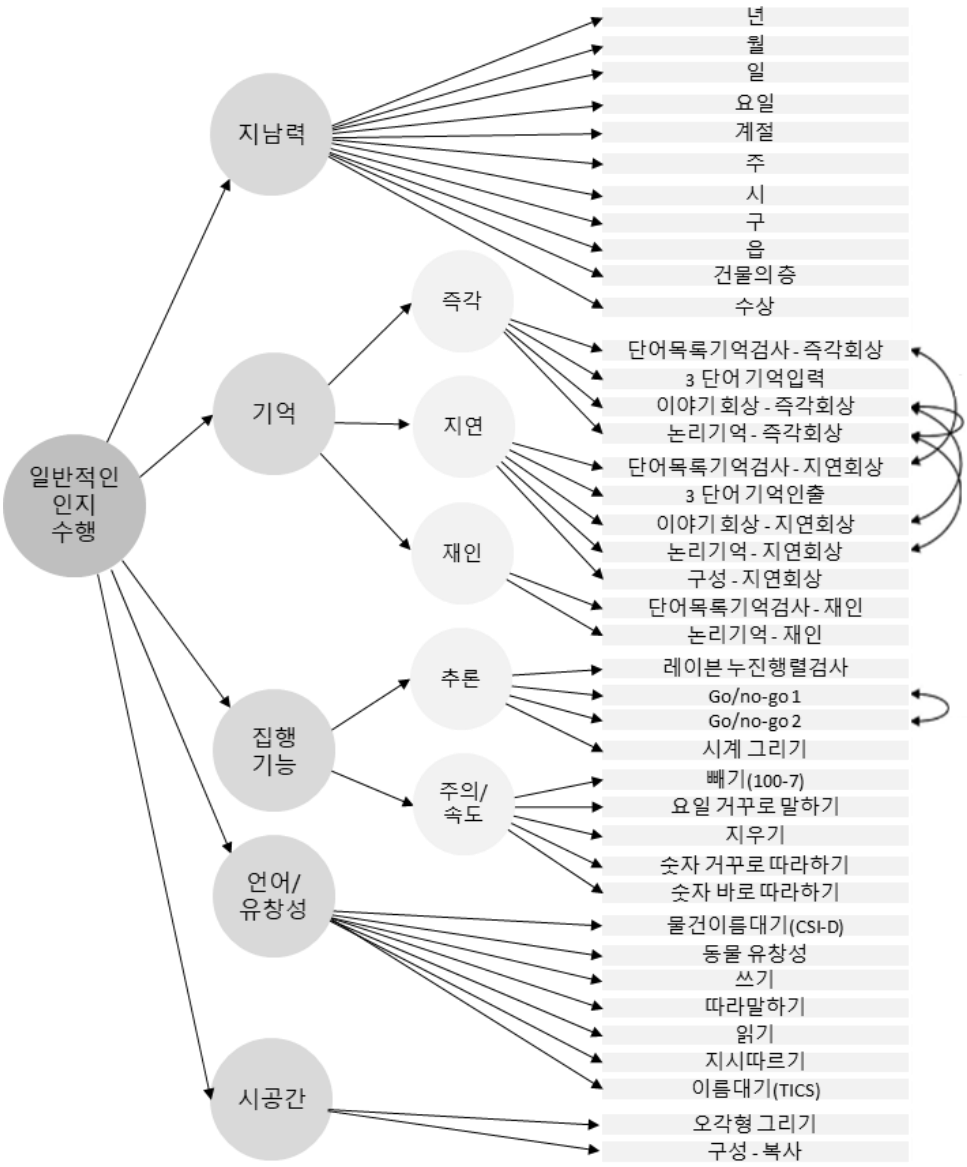
그림 1의 A(VIII 모델)는 지남력, 즉각 일화 기억, 지연 일화 기억, 재인 기억, 전환, 주의/처리 속도, 언어/유창성, 시공간능력의 8개 요인을 포함한다. VIII 모델의 적합도는 SRMR만 적합한 것으로 나타난다. B(X 모델)에서는 즉각 일화 기억 요인이 지연 일화 기억 및 언어 요인과 상관이 높기 때문에 제외되었다. 또한 단일요인 구조 분석 결과 전환과 주의/처리 속도의 모델적합도가 좋지 못하여 집행기능으로 통합하여 포함되었다. 즉, X 모델은 지남력, 일화 기억, 집행기능, 언어/유창성, 시공간능력의 5개 요인을 포함하고, CFI는 기준보다 조금 낮지만 타당한 모델로 확인되었다. 마지막으로 C(XI 모델)는 2 수준 요인 모델(Second order factor model)로, X 모델에 포함되어 있는 5개의 하위 요인을 포괄하는 일반 인지수행을 추가하였다. XI 모델의 모델적합도는 X 모델의 모델적합도보다 조금 떨어지는 것으로 나타났다. 하지만 일반 인지수행 요인을 포함하는 경우, 여러 국가에서 실시된 HCAP에 포함되는 검사가 다르거나 측정동일성(measurement invariance)을 검증하고자 할 때 유용할 것이다.



(Jones et al., 2020)

ORI, orientation; MEI, immediate episodic memory; MDE, delayed episodic memory; MRE, recognition memory; SS, set shifting; ASP, attention/speed; LFL, language and fluency; VIS, visuospatial; MEM, memory; EXF, executive functioning; GCP, general cognitive performance; SRMR, standardized root mean squared residual; RMSEA, root mean squared error of approximation; CFI, confirmatory fit index.

그림 1. HRS-HCAP의 요인구조



(Gross et al., 2020)

그림 2. LASI-DAD의 요인구조

LASI-DAD의 구성타당도

인도에서 진행된 HCAP(Longitudinal Aging Study in India-Diagnostic Assessment of Dementia; LASI-DAD)의 요인분석 결과는 그림 2에 제시되어 있다(Gross et al., 2020). 인도의 연구에서는 선행연구에서 미리 결정된 인지 영역과 CHC 이론(CHC theory)을 근거로 하여, 확인적 요인분석을 실시하였다. 먼저, 좁은 영역(narrow-즉각 기억, 지연 기억, 재인 기억과 추상적 추론, 주의/처리속도)과 넓은 영역(broad-지남력과 언어/유창성, 시공간능력)의 단일요인 구조를 확인하고, 최종적으로 그림 2에 제시된 위계적 요인 모델을 검증하였다. 모델에는 지남력(orientation), 기억(memory), 집행기능(executive function), 언어/유창성(language/fluency), 시공간능력(visuospatial)의 5가지 요인이 포함되었고, 기억은 즉각(immediate), 지연(delayed), 재인(recognition)의 하위 요인으로, 집행기능은 추상적 추론(abstract reasoning)과 주의/처리속도(attention/speed)로 구성된다.

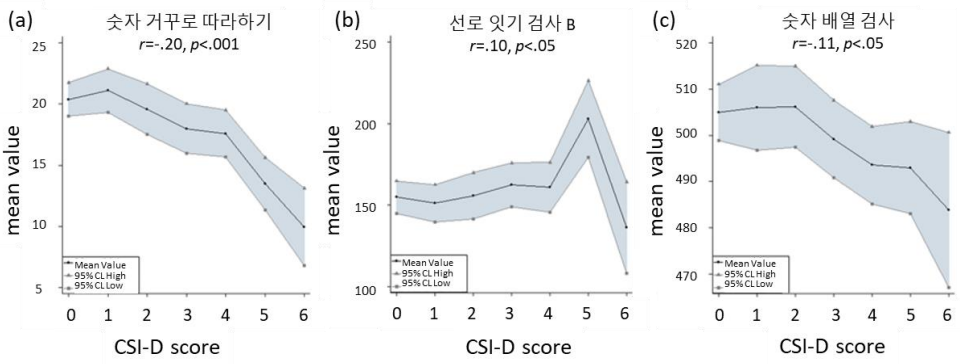
HRS의 HCAP과 비교하였을 때, 두 모델 모두 기본적으로 지남력, 기억, 집행기능, 언어/유창성, 시공간능력의 5가지 요인이 확인되었다. 다만 각각의 요인에 포함되는 개별검사에는 차이가 있다. 이는 HCAP을 구성하는 개별검사에 차이가 존재하기 때문으로, 인도에서는 숫자 배열 검사와 선로 잇기 검사, 기호쓰기 검사가 실시되지 않았다. 반면, Go/no-go 검사, 시계 그리기 검사(clock drawing), 숫자 검사(digit span)가 포함되었다. Go/no-go는 반응 통제(response control)와 지속적 주의(sustained attention)를 측정하는 검사이고, 시계 그리기는 계획(planning)과 시공간 능력(visuospatial ability)을 측정하는 검사이다. 마지막으로 숫자는 작업 기억(working memory)을 측정한다. 두 연구에 공통적으로 포함되는 개별검사는 동일한 요인을 구성하는 것으로 확인되었고, 추후 측정동일성(measurement invariance)을 검증하면 직접적으로 모델을 비교해 볼 수 있을 것이다.

생태학적 타당도

표준화된 인지검사는 타당도가 확립되어야 하며, 구성타당도와 더불어 생태학적 타당도가 널리 활용되고 있다. 생태학적 타당도(ecological validity)는 검사의 결과가 연구 밖의 실생활에서도 타당한지 확인하는 개념이다. 인지기능은 독립적인 생활에 매우 중요한 일상생활 기능(function)과 관련이 높으므로(Allaire & Marsiske,

2002; Tucker-Drob, 2011), 인지검사에서의 수행이 일상생활에서의 기능을 설명할 수 있는지 확인함으로써 생태학적 타당도를 확인할 수 있다. HCAP에는 인지기능을 측정하기 위한 인지검사와 더불어 지인조사가 포함되어 있어, 이를 통해 생태학적 타당도를 확인해 볼 수 있다. 지인조사에는 연구참가자의 현재 기능 수준 및 과거 기능 수준과 비교한 현재의 기능 수준을 측정하기 위한 문항이 포함되어 있다.

Meng 등(2019)은 중국에서 실시한 HCAP 검사의 타당도를 확인하기 위하여, HCAP의 개별 검사들이 임상치매척도(Clinical Dementia Rating Scale; CDR) 및 일상생활기능 수행과 유의한 상관관계를 보이는지 알아보았다. CDR은 기억, 지남력, 판단력과 문제해결능력, 사회활동, 집안생활과 취미, 위생과 몸치장 영역에서의 수행 수준을 종합하여 연구참가자의 현재 인지 상태를 평가하기 위한 척도이다(Hughes et al., 1982; Morris, 1997). 그리고 일상생활기능은 지인조사에 포함된 질문지를 통해 측정되었다. 분석 결과 MMSE, TICS, 단어목록기억검사, 동물 유창성, 지우기, CSI-D, 구성, 기호쓰기, 논리기억, 선로 잇기 검사, 숫자 배열 검사 등의 점수는 CDR 및 CSI-D로 측정된 일상생활기능과 관련이 있었다. 그림 3을 보면, (a) 숫자(거꾸로 따라하기), (b) 선로 잇기 검사 B, (c) 숫자 배열 검사와 일상생활기능의 관계를 알 수 있는데, 일상생활기능 수준이 낮아질수록 인지검사 수행도 낮아지는 것을 알 수 있다. 그래프의 선은 각각 평균 인지기능 점수와 신뢰구간을 나타난다.

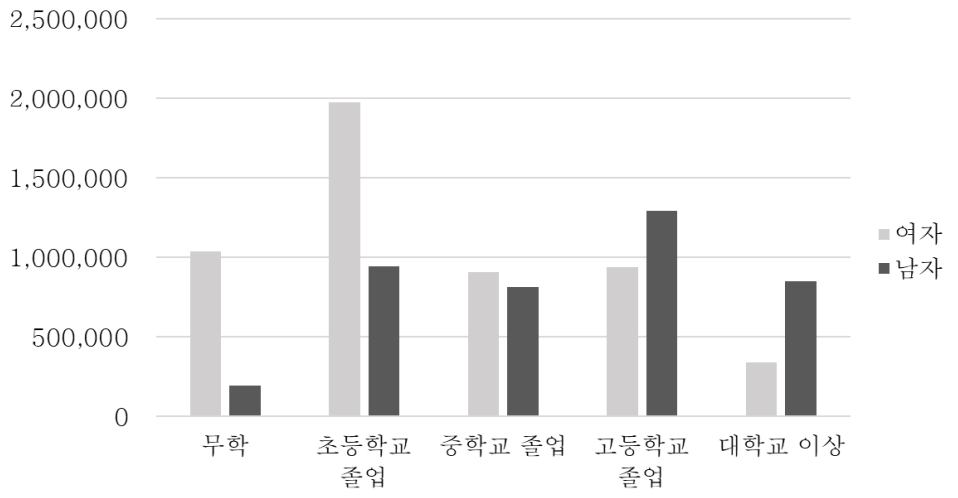


(Meng et al., 2019)

그림 3. HCAP 인지검사 수행과 정보제공자용 CSI-D 점수의 관계

한국의 인구통계학적 특성

앞서 언급한 것처럼 각 국가에서는 HCAP을 일부 수정하여 조사를 진행하였다. 이에 한국에서도 HCAP을 실시함에 앞서 한국 노인들의 특성을 이해할 필요가 있었다. 한국은 연령에 따라 교육연한의 차이가 크게 나타나는 국가로, 현재 노인 인구는 다양한 교육연한 분포를 보이고 있다. 한국은 한국전쟁(1950-53) 이후 초등학교 의무교육이 실시되었지만, 여러 가지 사회적 요인으로 인하여 정규교육의 기회를 제공받지 못하는 사람들이 많았다. 특히 여성의 경우 남성과 비교해서 교육을 받지 못한 비중이 훨씬 높게 나타나고 있다.



(통계청, 2015)

그림 4. 성별에 따른 한국 노인(60세 이상)의 교육연한 분포

그림 4는 2015년을 기준으로 60세 이상 노인들의 교육연한 분포를 나타낸다(통계청, 인구총조사). 무학은 정규교육을 전혀 받지 않은 경우를 말하며, 초등학교 졸업은 1-6년, 중학교 졸업은 7-9년, 고등학교 졸업은 10-12년의 교육을 받은 경우 포함되었다. 그리고 대학교 이상은 13년 이상의 교육을 받은 경우 포함되었다. 성별에 따른 교육연한 분포를 보면, 여성의 경우 무학 및 초등학교 졸업 이하의 교육을 받은 경우가 가장 많았다. 반면 남성의 경우 고등학교 졸업 이하의 교육을 받은 경우가 가장 많았고, 초등학교 졸업 및 중학교 졸업 이하, 대학교 이상의 교육을 받은 경우가 비슷하게 분포되어 있었다.

이처럼 교육연한 분포의 범위가 크게 나타나고 초등학교 졸업 이하의 저교육 인구의 비중이 상당하기 때문에, 인지검사가 다양한 교육 수준을 포괄하면서 바닥효과(floor effect)가 관찰되지 않도록 구성하는 것이 중요하였다.

뿐만 아니라 교육연한이 낮은 노인들은 추상적인 지시를 이해하지 못할 수 있으며, 상대적으로 오랜 시간 동안 인지 과제에 집중하기가 어렵다. 그리고 반복되는 수행의 실패는 수검자로 하여금 좌절감을 경험하게 하고, 이는 검사참여에 대한 동기를 낮춰 수행을 더 낮출 수 있다. 따라서 검사를 실시하는데 좀 더 유연한 태도가 요구되었다.

연구의 가설

연구 1에서는 한국판 HCAP(Korean-Harmonized Cognitive Assessment Protocol; K-HCAP)의 필요성을 바탕으로, 앞으로 국내 노인을 대상으로 하는 대규모 연구에서 HCAP을 활용할 수 있는 기틀을 마련하고자 한다. 즉, 기존의 HCAP을 한국에 도입, 실시하여, 검사 도구의 타당도(validity)를 확인하고자 한다. 타당도는 검사가 측정하고자 하는 것을 실제로 측정하고 있는지 알아보는 것으로, 전통적인 관점에서 내용 타당도, 구성 타당도, 준거 타당도를 통하여 확인할 수 있다(Cronbach & Meehl, 2017).

내용 타당도(Content validity)는 검사가 측정하려는 영역의 내용과 얼마나 관련되는지, 측정하려는 영역을 얼마나 잘 대표하는지를 의미하며, 해당 분야의 전문가에 의하여 판단된다. 그리고 구성 타당도(Construct validity)는 검사가 그 기저에 존재하는 이론적 구성개념을 정확하게 측정하고 있는지를 의미하며, 수렴 타당도와 변별 타당도의 검토, 요인분석을 통하여 확인된다. 마지막으로 준거 타당도(Criterion-referenced validity)는 검사 점수가 해당 영역의 수행을 측정하는 다른 검사 및 지표와 관련되어 있는지를 의미한다.

K-HCAP에 포함된 검사는 대부분 이미 표준화되어 사용되고 있으므로, 내용 타당도와 준거 타당도가 확립되어 있다고 볼 수 있다. 반면, 구성 타당도의 관점에서는 새롭게 검사목록을 구성하였기 때문에 각각의 검사가 갖는 관계를 추가적으로 확인해 볼 필요가 있다. 요인분석을 통하여 구성 타당도를 검증하면, 개별검사의 점수를 좀 더 상위의 수준에서 요약할 수 있다는 장점이 있다. 요인 점수는 잠재

변수(latent variable)로서 이론적 점수이지만, 여러 검사의 수행을 통해 얻어지므로 측정오차(measurement error)를 줄일 수 있다. 또한 HCAP은 치매를 진단하고, 유병률을 산출하고, 치매에 영향을 미치는 요인을 탐색하기 위하여 개발되었다. 그렇기 때문에 실제 일상생활과 관련된 측정치와의 관련성을 확인하는 것도 필요하다. 이에 지인조사로 얻어진 일상생활기능 수행 정도를 통하여 생태학적 타당도를 확인, 검사도구의 유용성을 검증할 수 있다.

이에 연구 1에서는 K-HCAP을 구성하고, 검사도구의 구성 타당도와 생태학적 타당도를 확인하고자 한다. 이를 위하여 가설 1에서는 요인분석을 통해 K-HCAP에 포함된 인지검사의 요인구조를 확인하였다. HCAP 인지검사는 국가 간 비교가능하도록 구성되었기 때문에, K-HCAP의 요인구조는 HRS와 LASI에서 발견된 요인구조와 형태적으로 유사할 것으로 예상된다. 이후 가설 2에서는 인지검사의 생태학적 타당도를 확인하기 위하여 인지검사의 점수가 일상생활기능 수행과 유의미하게 관련이 있는지 알아보았다.

연구 1. K-HCAP의 구성 타당도 및 생태학적 타당도 검증

가설 1. K-HCAP의 인지검사에서 확인된 요인구조는 HRS와 LASI에서 발견된 요인구조와 형태적으로 유사하게 나타날 것이다.

가설 2. K-HCAP의 인지검사 점수는 지인조사로 측정된 일상적 생활기능과 유의한 상관을 보일 것이다.

연구 방법

연구참가자

본 연구에는 서울 강북구 지역과 경기도 부천시 지역에 거주하는 60세 이상의 성인이 참여하였다. 두 지역에서 각각 100명의 참가자들이 모집되었으며, 다양한 교육 연한의 참가자들이 포함되도록 구성되었다. 면접원들은 각 참가자들에게 K-HCAP 인지검사를 실시하였으며, 기본적인 인적사항과 사회활동 참여 정도를 측정하는 질문지도 함께 진행하였다. 이후 참가자들은 본인의 인지기능과 일상생활 수행능력을 잘 알고 있을 만한 가까운 지인을 지목하였고, 이들은 참가자의 인지 및 정서 상태와 일상생활수행능력에 대해 묻는 질문지에 응답하였다.

지인은 참가자의 현재 상태에 대하여 응답할 수 있어야 하기 때문에, 가능한 참가자와 자주 만나고 참가자의 상태 및 기능을 잘 파악할 수 있는 사람을 선정할 수 있도록 하였다. 또한 현재의 상태를 과거의 수행능력과 비교하는 것이 요구됨으로, 연령은 최소 20세 이상으로 한정하였다.

연구에 참여한 200명의 참가자 중, 사후 조사에서 연령이 60세 미만으로 밝혀진 3명과 인지장애의 진단을 받거나 인지장애로 의심되는 3명은 분석에서 제외되었다. 또한 뇌졸중, 장기간 의식을 상실한 경험이 있거나, 최근 5년 동안 주기적으로 혹은 과거 6개월 이상 신경정신과적 약물을 복용한 적이 있는 26명은 분석에서 제외되었다. 모든 연구참가자와 그들의 지인은 서면으로 제시된 연구설명서를 제공받았으며, 연구에 대한 설명을 들은 후 서면 동의서를 작성하였다. 본 연구는 서울대학교 연구윤리위원회의 승인을 받아 진행되었다(IRB No. 1912/003-011).

연구실시절차

연구는 K-HCAP의 검사목록을 구성하고, 컴퓨터를 이용한 개인면접(Computer-Assisted Personal Interviewing; CAPI)으로 실시할 수 있도록 K-HCAP을 제작하고, 인지검사 및 지인조사를 실시할 면접원들을 교육하고, 면접원들이 자료를 수집하고, 수집된 자료를 검수 및 채점하는 절차로 이루어졌다. HCAP은 CAPI로 진행하여 검사의 편의성을 높였으며, 면접원들이 최대한 실수 없이 검사를 실시할 수 있도록 적절한 지시문을 포함하였다. 또한 일부 인지검사는 종이와 펜을 이용하여 실시되기 때문에, 검사지를 잘 준비할 수 있도록 구성하였다. 인지검사를 시작하기 전에 모든 참가자들이 시력과 청력에 문제가 있는지에 확인하도록 하였고, 가능하다면 돋보기와 보청기를 착용하여 시력과 청력을 보정할 수 있도록 하였다. 지인조사는 두 가지 유형으로 제공되었는데, 만약 연구참가자의 지인이 문해 능력이 상당하다면 지필 질문지를 작성하게 된다. 하지만 질문지에 익숙하지 않다면 CAPI를 통해 면접원과 함께 작성하였다.

비전문가가 K-HCAP 자료를 수집할 수 있도록 실시된 면접원 교육은 총 3일에 걸쳐 집중적으로 이루어졌다. 교육에는 실제로 자료수집을 진행할 면접원 8명과 면접원들에게 도움을 제공하고 1차적으로 자료를 검토할 슈퍼바이저 및 에디터 3명이 참가하였다.

면접원 교육에서는 먼저 본연구 및 K-HCAP에 대한 기본적인 설명이 제공되었다. 그리고 자료수집을 위하여 연구참가자 동의서를 작성하고, CAPI를 통해 인지기능 검사를 진행하는 방법을 강의 및 실습을 통하여 습득할 수 있도록 하였다, 일부 검사의 경우 면접원은 CAPI를 통하여 검사를 진행하지만, 연구참가자들에게는 지필 문제지가 제공되기 때문에 해당 내용을 숙지할 수 있도록 하였다. 교육이 진행되는 기간 동안 면접원들이 안내 책자와 매뉴얼을 복습할 수 있도록 하였고, 교육의 마지막 과정에는 전체 인지검사 및 지인조사의 전 과정을 실습하는 시간을 포함하여 실제로 현장에 나가 연구를 진행할 수 있을지의 여부를 판단하였다.

수집된 자료는 면접원들이 1차적으로 채점을 하였고, 이후 연구원들에 의하여 다시 채점이 이루어졌다. 구성, 지우기 검사는 연구참가자들이 지필로 실시한 검사지를 확인하여 연구원들이 채점을 하였다. 그리고 동물 유창성 및 논리기억 검사는 CAPI 상에서 해당 검사가 진행되는 동안 자동으로 녹음된 음성 파일을 모두 확인하여 자료를 검토하였다. 이를 통하여 인지검사를 전문가가 실시하지 않았을 때 발생할 수 있는 오류를 최대한 줄이고자 하였다. 마지막으로 수집된 자료는 정리되어 분석에 이용되었으며, 이후 치매 관련 연구의 다양성과 활성화를 위하여 웹사이트를 통해 자격을 갖춘 연구자들에게 공개될 예정이다(https://g2aging.org/).

연구도구

연구에는 인지검사와 지인조사로 구성된 K-HCAP이 사용되었다. 인지검사에는 치매선별검사에 사용되는 K-MMSE(Hall et al., 2000; 강연욱 등, 1997), 판단력과 문제해결능력 검사 및 각각의 인지 영역을 측정하기 위한 단어목록 기억검사(Lee et al., 2002), 논리기억(최진영 등, 2012), 구성(Lee et al., 2002), 의미 유창성(Lee et al., 2002), 보스톤 이름대기 검사(Lee et al., 2002), 지역사회 치매선별 검사(Prince et al., 2011), 선 잇기 검사, 지우기(Lowery et al., 2004), 레이븐 누진행렬 검사(Raven, 1981), 숫자 배열 검사(Fisher et al., 2013)가 포함되었다.

지인조사에서는 노인의 인지기능 저하에 대한 정보제공자 설문지(Jorm, 1994; 이동우 등, 2005), 블레스트 치매척도(Blessed, Tomlinson & Roth, 1968; Morris et al., 1989; 이동영 등, 1999),

지역사회 치매선별 검사도구(Hall et al., 2000; 김재민 등, 2004), 10/66 치매 선별 검사(Prince et al., 2011), 일상생활 활동에 대한 설문(HRS)이 포함되었다. 각각의 검사는 영문 질문지를 번안하여 사용하였으며, 번안 시 한국에서 이루어진 선행연구를 참고하였다.

HCAP 인지검사

K-HCAP에 포함되는 인지검사는 사전에 서울지역 노인 28명과 수도권 지역의 노인 60명을 대상으로 실시한 두 차례의 사전연구를 통해 확정되었다. 첫 번째 사전연구는 한국에서 실시될 HCAP에 어떤 소검사들이 포함되는 것이 가장 적절할지 확인하기 위하여 계획되었다. 또한 1시간의 소요시간 내에 검사를 완료할 수 있도록 그 양을 조절하였다. 검사가 길어지면 면접원과 인지검사를 받는 노인들의 집중력이 떨어지고 피로도가 높아져 인지기능을 제대로 측정하기 어려울 수 있다. 사전연구에는 앞서 소개한 HRS HCAP의 검사(표 1)에 더하여 CERAD-K에 포함되어 있는 보스톤 이름대기 검사와 한국판 웩슬러 지능검사(Korean Wechsler Adult Intelligence Scale-Ⅳ; K-WAIS-Ⅳ, 황순택 등, 2012)에 포함되어 있는 숫자, 판단력과 문제해결능력 검사를 포함하여 진행하였다. 또한 글자 지우기 검사와 선로 잇기 검사는 수정이 이루어졌다.

포함된 검사 중 보스톤 이름대기 검사(Boston Naming Test)는 일상생활에서 볼 수 있는 사물 15개의 이름을 말하는 검사로, 시각적 인지력, 단어 인출력 등을 평가한다. 15개의 사물은 빈도수에 따라 일상생활에서 많이 사용되는 사물 5개, 중간 정도로 사용되는 사물 5개, 잘 사용되지 않는 사물 5개로 구성된다. 보스톤 이름대기 검사는 대표적인 이름대기(naming) 검사로, 기존 HCAP에 포함된 이름대기 검사에는 단편적인 문항만 포함되어 있어 추가되었다.

숫자(Digit span)는 검사자가 불러주는 숫자열을 암기하여 말하는 과제로, 불러주는 숫자를 그대로 따라 외우는 바로 따라하기, 거꾸로 따라 외우는 거꾸로 따라하기, 숫자를 작은 수부터 따라 외우는 순서대로 따라하기의 세 유형으로 구성된다. 숫자는 작업 기억, 주의 폭, 단기기억, 인지적 유연성 등을 측정하며, 인도에서 진행된 HCAP에 포함되어 있다.

그리고 판단력과 문제해결능력 검사(Judgment and Problem Solving)는 치매에서 감퇴하는 인지능력 중 판단과 문제해결능력을 알아보기 위한 검사이다. 이는 CDR을 계산하기 위하여 사용되는

질문지로, 공통점, 차이점, 계산, 문제해결능력을 확인하는 문항으로 구성되어 있다. 판단력과 문제해결능력 검사도 인도에서 진행된 HCAP에 포함되어 있으며, 추후 치매진단 알고리즘에 활용하기 위하여 추가되었다(Lee et al., 2020).

지우기와 선로 잇기 검사는 일부 기능적 문맹 및 저교육 노인이 선행지식으로 인하여 영향을 받는 정도를 최소화하기 위하여 변형된 형태의 검사가 사용되었다. 기존의 지우기 검사는 여러 알파벳 중에서 “P”와 “W”를 지워야 하는 글자 지우기 검사였으나(Richards et al., 1999; Steptoe et al., 2013), K-HCAP에서는 심볼 지우기 검사를 선택하였다. 심볼 지우기 검사(Symbol cancellation test)는 배치된 여러 도형 중 특정 도형만을 사선으로 지우게 하는 검사이며, 편측 무시 여부, 주의력, 시각적 탐색 능력, 반응 억제 등을 평가한다. 총점은 옳게 지운 도형의 개수로, 60점 만점이다(Lowery et al., 2004).

그리고 선로 잇기 검사(Trail Making Test)는 무작위로 배치된 숫자를 연필을 이용하여 순서대로 잇는 검사로, A와 B 두 조건으로 구성된다. A는 숫자를 순서대로(1-2-3-...) 잇는 것이고, B는 숫자와 글자를 번갈아 가며(1-가-2-나-3-다-...) 잇는 것이다. B의 경우 글자를 읽을 수 있어야 할 뿐만 아니라, 가-나-다-...의 순서를 알고 있어야 검사가 가능하다는 한계가 있다. 그렇기 때문에 문식성에 영향을 받지 않을 수 있도록 검사를 변형하는 것이 필요하였다. 선로 잇기 검사 A는 흰 원 안에 적혀진 숫자를 가능한 한 빨리 순서대로(①-②-③-...) 연결하도록 하였으며, 선로 잇기 검사 B는 검은 원과 흰 원 안에 적혀진 숫자를 순서대로 잇는 동시에 색을 번갈아 가며(①-❷-③-...) 연결하도록 하였다. 총점은 각 검사의 소요시간이고, 최대 소요시간은 360초이다.

사전연구 결과, 인지검사 소요 시간의 제한으로 인하여 숫자 거꾸로 세기, 인지상태를 위한 전화면접, 기호쓰기, 숫자 검사가 제외되었다. 검사의 선정은 국가 간 비교가능성, 경도인지장애와 치매 연구에서 사용되는 빈도, 실제 검사 점수의 분포를 고려하여 이루어졌다. 검사 목록이 선정된 후, 일반 면접원들이 CAPI를 이용한 인지검사를 진행하는 것이 가능한 지 알아보기 위하여 두 번째 사전연구를 실시하였다. 이를 위하여 4일에 걸쳐 면접원 교육을 진행하였고, 교육 과정에는 실제 수검자를 대상으로 전체 K-HCAP을 실시하고 평가받는 과정이 포함되었다. 수도권 지역에서 60세 이상에 해당하는 60명의 참가자가 연구에 참여하였으며, 이를 통하여 선로 잇기 검사 B의 수정이

이루어졌다. 60명의 인지수행을 확인하였을 때, 선로 잇기 검사 B는 89%의 완료율을 보였다. 그러나 연구참가자들이 수도권 도시 지역에 거주하고 있었기 때문에, 한국의 60세 이상 노인을 대상으로 한다면 검사 실패율이 더 높을 것으로 예상되었다. 따라서 1-25까지 선을 번갈아 가며 이어야 하는 기존의 검사를 1-15까지 선을 번갈아 가며 이어야 하는 검사로 수정하였다.

인지검사를 실시하고, 가장 마지막에는 일상생활 활동에 얼마나 참여하고 있는지에 대한 질문을 하였다. 종교 활동에 얼마나 자주 참여하는지, 단체/모임에 얼마나 자주 참여하는지, 실내에서 하는 놀이를 얼마나 자주 하는지, 실외에서 하는 신체 활동을 얼마나 자주 하는지, 친척이나 친구들을 얼마나 자주 만나는지, 책이나 신문, 잡지 등을 얼마나 자주 보는지, 컴퓨터를 얼마나 자주 사용하는지 빈도를 확인하였다.

HCAP 지인조사

지인조사는 연구참가자의 인지기능 변화, 일상생활기능, 일상생활 활동 정도 등을 알아보기 위하여 실시되었다. 지인은 연구참가자와 10년 이상 알고 지냈으며 가능한 자주 만나는 사람을 지목하도록 하였으며, 연구참가를 거절하는 경우를 고려하여 3명까지 이야기할 수 있도록 하였다. 다만, 오랜 시간 빈번하게 만나는 지인이 없는 경우, 가능한 참가자의 인지기능과 활동을 잘 알고 있는 사람을 선택하도록 하였다. 지인조사에는 아래의 검사들이 포함되었다.

노인의 인지기능 저하에 대한 정보제공자 설문지(Informant Questionnaire on Cognitive Decline in the Elderly; IQCODE)는 수검자의 10년 전 상태와 비교하여 현재의 상태를 평가하는 정보제공자 인터뷰 검사이다. 10년 전과 비교하였을 때 인지기능이 더 향상되었는지, 그대로인지, 손상되었는지 변화의 정도를 측정할 수 있다. 수검자의 기억력, 판단력, 일상생활능력 등을 질문하는 문항으로 구성되어 있다.

블레스트 치매척도(Blessed Dementia Rating Scale)는 part 1과 part 2로 구성된 정보제공자 인터뷰 검사이다. Part 1에서는 다양한 일상생활수행능력에 손상이 있는지를 질문하고, part 2에서는 식사, 화장실 이용, 옷 입기 등 아주 기본적인 일상생활 수행능력에 대해 질문한다. Part 2의 문항들은 독립적인 생활을 하는 사람들의 경우 손상이 발견되지 않는 경우가 일반적이므로, 본연구의 분석에서는 part 1의 점수만 사용되었다.

지역사회 치매선별 검사도구(Cognitive Screening Interview for Dementia; CSI-D)는 수검자의 일상생활 수행기능, 전반적인 건강 상태와 인지능력에 대하여 질문하는 정보제공자 인터뷰 설문이다. 그리고 10/66 치매 선별 검사(10/66 Brief Screener for Dementia)는 수검자가 예전에 하던 일상생활 활동에 손상이 있는지를 질문하는 정보제공자 인터뷰 설문이다.

마지막으로 일상생활 활동에 대한 설문(HRS-Activities)는 HRS 연구를 위해 개발된 질문지로, 수검자가 평소에 어떤 평소 어떤 활동을 하는지 알아보는 정보제공자 인터뷰 설문이다. TV 보기, 읽기, 컴퓨터 사용하기, 집안일 등의 실내 활동과 가게에서 물건사기, 일/자원봉사, 산책하기, 운동하기 등 실외 활동의 내용과 빈도 등에 대해 질문한다. 정보제공자로부터 확인된 연구참가자의 일상생활 활동정도는 연구 2의 분석에서 사용되었다.

분석방법

연구 1에서는 HCAP 인지검사의 구성타당도를 확인하기 위한 요인분석과 생태학적 타당도를 확인하기 위한 상관분석을 진행하였다.

요인분석 모델

HCAP은 노화와 치매에 의하여 영향을 받는 다양한 인지 영역을 측정할 수 있고, 동시에 ADAMS, ADNI 등의 다른 연구와 비교가능하도록 선택되었다. 사전에 검사목록을 구성함에 있어 요인분석 등을 통하여 각각의 검사가 어떤 인지 영역에 포함되는지 측정하지 않았으나, 검사 개발 과정 및 많은 선행연구에 의하여 정의된 인지 영역이 존재한다(Langa et al., 2020; Weir et al., 2014). 따라서 본연구에서도 이 분류와 탐색적 요인분석의 결과를 기초로 확인적 요인분석을 진행하였다.

표 2는 HRS 연구에서 HCAP을 구성할 때 사전에 정의한 인지검사의 영역과 검사가 포함된 배터리를 보여주고 있다. 지남력(orientation)은 K-MMSE에 포함되어 있는 시간과 공간에 대한 문항 10개가 포함된다. 그리고 기억(memory)은 다시 즉각회상, 지연회상, 재인으로 세분화될 수 있다. 즉각회상은 단어목록기억검사 즉각회상, K-MMSE에 포함된 3 단어 기억입력 문항, 논리기억 즉각회상이 포함되고, 지연회상은 단어목록기억검사 지연 회상, K-

MMSE에 포함된 3 단어 기억인출 문항, 논리기억 지연회상이 포함된다. 그리고 재인은 단어목록기억검사 재인 및 논리 기억 재인이 속한다. 전환(set shifting)은 레이븐 누진행렬검사와 숫자 배열 검사, 선로 잇기 검사 B가 해당되고 주의/처리 속도(attention/processing speed)는 선로 잇기 검사 A와 지우기, K-MMSE에 포함된 주의 문항이 포함된다. 전환과 주의/처리 속도는 좀 더 넓은 관점에서 집행기능(executive function)으로 묶일 수 있다. 언어(language)은 의미 유창성, K-MMSE에 포함된 물건 이름대기, 쓰기, 읽기, 따라말하기, 지시따르기와 CSI-D의 이름대기, 보스톤 이름대기 검사가 속한다. 마지막으로 시공간능력(visuospatial)은 구성 복사와 K-MMSE에 포함된 오각형 그리기로 측정할 수 있다.

표 2. K-HCAP 인지검사의 인지 영역 및 출처

영역	인지검사	출처
지남력	시간 및 공간 지남력	K-MMSE
기억: 즉각	단어목록기억검사 - 즉각회상	CERAD-K
	3 단어 기억입력	CERAD-K
	논리기억 - 즉각회상	K-WMS-IV
기억: 지연	단어목록기억검사 - 지연회상	CERAD-K
	논리기억 - 지연회상	K-WMS-IV
	3 단어 기억인출	K-MMSE
	구성 - 지연회상	CERAD-K
기억: 재인	단어목록기억검사 - 재인	CERAD-K
	논리기억 - 재인	K-WMS-IV
전환	레이븐 누진행렬검사	Raven
	숫자배열검사	HRS
	선로 잇기 검사 B	
주의,	선로 잇기 검사 A	
처리속도	글자 지우기 검사	
	빼기	K-MMSE
언어	동물 유창성	CERAD-K
	물건 이름대기	K-MMSE
	쓰기	K-MMSE
	읽기	K-MMSE
	따라말하기	K-MMSE

	지시따르기	K-MMSE
	이름대기	CSI-D
	보스톤 이름대기 검사	CERAD-K
시공간	구성 - 복사	CERAD-K
	오각형 그리기	K-MMSE

CERAD-K, Korean version of the Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease; CSI-D, Community Screening Instrument for Dementia; K-MMSE, Korean Mini-mental state examination; K-WMS-IV, Korean-Wechsler Memory Scale-Fourth Edition.

요인분석 방법

요인분석은 먼저 탐색적 요인분석을 통해 개별 인지검사가 어떻게 나뉘는지 알아본 후, 확인적 요인분석을 통해 모델적합도를 확인하는 순서로 이루어졌다. 탐색적 요인분석은 R 프로그램의 psych(Revelle, 2021)와 GPArotation(Bernaards & Jennrich, 2005) 패키지를 이용하여 실시하였다. 적절한 요인의 수를 확인하기 위하여 먼저 평행분석(parallel analysis)을 실시하였고, 이를 바탕으로 탐색적 요인분석을 진행하였다. 이후 확인적 요인분석은 lavvan(Oberski et al., 2021) 패키지를 이용하였으며, 모델은 maximum likelihood estimation를 통하여 추정되었다. 각각의 인지검사 수행은 연속변수로 정규화(normalization)하여 분석에 사용되었다.

모델적합도는 근사평균제곱오차제곱근(root-mean-square error of approximation; RMSEA), 표준평균제곱잔차제곱근(standardized root-mean square residual; SRMR), 비교적합지수(comparative fit index; CFI)를 통하여 확인하였다(Kline, 2015). RMSEA는 절대적합지수로 0-1 사이의 값을 가지는데, 일반적으로 [, .05]는 close fit, [.05, .08]은 reasonable fit, [.08, .10]은 mediocre fit, [.10,]은 unacceptable/poor에 해당한다(Browne & Cudeck, 1992). RMSEA는 자유도(degree of freedom) 당 모형 불일치 지수를 제공하는데, 샘플의 크기와 모델 복잡성에 의하여 영향을 받게 된다.

SRMR는 평균제곱잔차제곱근(root-mean square residual; RMR을 표준화한 지수로, 관찰된 상관행렬과 모델의 상관행렬 사이의 잔차를 통하여 측정된다. SRMR는 역시 0-1 사이의 값을 가지며, 0.08 이하의 값을 보이면 좋은 모형으로 볼 수 있다(Hu & Bentler, 1999).

마지막으로 CFI는 비교적합도지수로 추정된 모형과 기저모형을 비교하여 연구자가 제안한 모형을 평가한다. CFI는 0.90 이상인 경우

좋은 적합도인 것으로 제안되었으나(Bentler, 1990), 0.95 이상인 경우 좋은 적합도를 가진 것으로 보기도 한다(Hu & Bentler, 1999). 절대적인 기준은 없지만, 분석에 포함되는 표본의 수와 측정변수가 많은 경우에는 .90 이상 기준을 적용할 수 있다는 의견이 있다(Hair, et al., 2010). CFI는 RMSEA와 마찬가지로 모형의 복잡성에 영향을 받는 지수이다(Kenny et al., 2015). 이 외에도 모형적합도 지수는 많은 연구자들에 의하여 다양하게 제시되어 왔으며, 동일한 적합도 지수라고 할지라도 좋은 모형의 기준점에는 약간의 차이가 존재한다. 각각의 적합도 지수는 장단점을 가지고 있기 때문에, 여러 적합도 지수를 종합적으로 고려함으로써, 타당하지 않은 모형을 선택할 위험을 줄일 수 있다.

상관분석

생태학적 타당도를 확인하기 위하여 K-HCAP에 포함된 인지검사 및 요인 점수가 지인조사를 통해 측정된 일상생활기능 수준과 관련이 있는지 상관분석을 통해 확인하였다. 일상생활기능 수준은 나이와 성별, 교육연한의 영향을 받기 때문에 해당 변수를 통제하여, 편상관이 유의한지 확인하였다. 인지기능과 일상생활기능 수준은 정적인 상관을 보이기 때문에 $p<.05$인 경우 유의한 것으로 판단하였다.

연구 결과

연구참가자

분석에 포함된 연구참가자들의 인구통계학적 정보는 표 3과 같다. 평균연령은 70.24이며, 비교적 젊은 편(young-old)에 속하는 65-74세가 많은 비중(75%)을 차지하고 있다. 성별은 여성이 남성보다 24명 더 많이 모집되었다. 인구통계학적 정보 간의 관련성을 알아보면, 교육연한은 연령이 높을수록 낮아지고($r=-.32$, $p<.000$), 여성이 남성보다 교육연한이 낮은 것으로 관찰되었다($r=-.33$, $p<.000$). 다만 인지검사를 시작하기 전 실시한 자기보고 질문에서 시각, 청각에 어려움이 있다고 보고한 참가자가 각각 1명씩 있었다. 하지만 이후 몇몇 개별 검사를 진행하기 전에 진행된 추가 질문에서는 어려움을 보고하지 않았고 면접원도 검사 진행이 가능하다고 판단하여, 검사를 진행,

분석에 포함하였다.

표 3. 연구참가자들의 인구통계학적 특성 (N=168)

인구통계학적 특성	평균	표준편차
나이	70.24	6.8
교육연한	9.2	3.34

인구통계학적 특성	남성	여성
성별	72	96

감각 유형	정상	손상(자기보고)
시각	167	1
청각	167	1

연구참가자의 지인에 대한 인구통계학적 정보는 표 4와 같다. 지인의 평균연령은 66.42로, 연구참가자의 평균연령보다 젊게 나타났다. 지인의 교육연한은 범주 변수로 측정되었는데, 초등학교 졸업 미만(1), 초등학교 졸업(2), 중학교 졸업(3), 고등학교 졸업(4), 전문대 졸업(5), 대학교 졸업(6), 석/박 취득(7), 전문학위 취득(8)으로 조사되었다. 지인의 평균 교육연한은 중학교 졸업 이상으로 연구참가자의 교육연한과 유사한 수준이었다. 한편, 지인은 연구참가자들의 일상생활기능 수준을 판단할 수 있어야 하기 때문에 알고 지내온 기간과 접촉 빈도가 중요하다. 조사 결과, 대부분의 참가자들은 연구참가자를 10년 이상 알고 지내왔으며, 65% 정도는 연구참가자와 함께 거주하고 있었다.

표 4. 지인(정보제공자)의 인구통계학적 특성 (N=168)

인구통계학적 특성	평균	표준편차
나이	66.42	10.64
교육	3.38	1.43

인구통계학적 특성	평균	표준편차
성별	63	105

연구참가자와의 관계	N	%
배우자	118	70.24

딸	14	8.33
아들	3	1.79
며느리	3	1.79
친구	24	14.29
친척	4	2.38
자매	2	1.19

연구참가자와 만남 빈도	N	%
연구참가자와 함께 거주	110	65.48
매일	31	18.45
일주일에 서너 번	14	8.33
일주일에 한 번	4	2.38
한 달에 1-3번	5	2.98
한 달에 한 번 미만	4	2.38

연구참가자와 알고 지낸 연수	N	%
8년	1	0.60
10년 이상	167	99.40

K-HCAP

표 5에는 총 25개의 검사항목 점수의 평균과 표준편차, 범위(range)가 요약되어 있다. 검사의 범위는 연구참가자들이 본연구에서 받은 점수의 범위이다. 연구참가자들이 커뮤니티에서 모집되었기 때문에, 치매 선별 검사에서의 수행이 우수하게 나타났다. K-MMSE에 포함된 지남력, 3단어 기억입력, 오각형 그리기 문항과 더불어 언어능력을 측정하는 문항(물건 이름대기, 쓰기, 읽기, 따라말하기, 지시따르기, 이름대기)에서 많은 참가자들이 만점을 받았다. 특히 언어능력을 측정하는 문항 중 K-MMSE의 물건 이름대기 및 읽기 문항은 거의 모든 사람들이 만점을 받았기 때문에 요인 분석에서 제외되었다. K-HCAP에 포함된 인지검사 중 보스톤 이름대기 검사는 HRS-HCAP에는 포함되지 않은 검사이다. 보스톤 이름대기 검사의 총점은 15점으로 K-MMSE나 CSI-D에 포함된 이름대기 검사와 비교하였을 때, 연구참가자의 수행을 잘 반영할 수 있다.

표 5. K-HCAP 인지검사 수행의 평균(표준편차)과 범위

인지검사	평균(표준편차)	범위
지남력		
시간 및 공간 지남력(K-MMSE)	9.57(0.68)	6-10
기억: 즉각회상		
단어목록기억검사 – 즉각회상	16.52(4.98)	2-28
3 단어 기억입력(K-MMSE)	2.92(0.34)	0-3
논리기억 – 즉각회상	9.51(4.73)	1-22
기억: 지연회상		
단어목록기억검사 – 지연회상	4.76(2.39)	0-10
논리기억 – 지연회상	8.10(4.72)	0-21
3 단어 기억인출(K-MMSE)	2.40(0.80)	0-3
구성 – 지연회상	6.22(2.77)	3-11
기억: 재인		
단어목록기억검사 – 재인	8.45(1.86)	0-10
논리기억 – 재인	10.8(2.02)	6-15
전환		
레이븐 누진행렬 검사	10.96(3.03)	0-16
숫자 배열 검사	499.26(39.89)	390.2-579.2
선로 잇기 검사 B	62.57(28.22)	24-180
주의, 처리속도		
선로 잇기 검사 A	53.00(34.01)	18-350
지우기	41.02(14.57)	0-60
빼기(K-MMSE)	3.71(1.31)	0-5
언어		
동물 유창성	13.16(4.05)	5-24
물건 이름대기(K-MMSE)	1.99(0.08)	1-2
쓰기(K-MMSE)	0.85(0.36)	0-1
읽기(K-MMSE)	1.00(0.00)	1
따라말하기(K-MMSE)	0.96(0.20)	0-1
지시따르기(K-MMSE)	2.61(0.59)	0-3
이름대기(CSI-D)	3.71(0.51)	2-4
보스톤 이름대기 검사	11.62(2.59)	2-15
시공간		
구성 – 복사	10.14(1.41)	3-11
오각형 그리기(K-MMSE)	0.94(0.24)	0-1

요인분석

적절한 요인의 수를 추출하기 위해서 평행분석을 실시한 결과, K-HCAP에 포함된 검사들은 2-7개의 요인을 포함하는 것으로 나타났다(그림 4). 선행연구에서 HCAP 인지검사는 5개의 요인을 갖는 것으로 확인되었으므로, 5개의 요인을 포함하는 탐색적 요인분석을 실시하였다.

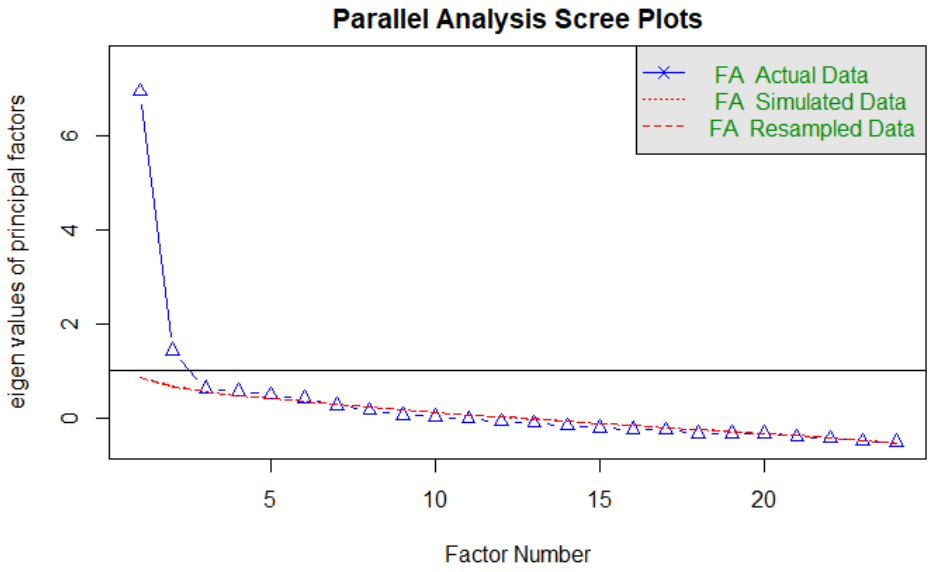


그림 5. 평행분석의 스크리 플롯(scree plot).

5요인 모델의 요인부하량(factor loadings)은 표 6와 같다. 표에는 0.20 이상의 값만 표기하였다. 요인1은 논리기억으로 측정되는 일화기억 능력을 반영하고 있으며, 요인3은 단어를 기억하는 것과 관련된 요인으로 나타났다. 요인1과 요인2는 기억 영역을 포함하고 있으며, 측정 도구의 영향이 큰 것을 알 수 있었다. 이에 확인적 요인분석을 실시할 때 같은 검사로 측정되는 경우 서로 상관관계가 있음을 가정하였다. 요인2는 지남력과 레이븐 누진행렬검사, 숫자 배열 검사, 선로 잇기 검사 A와 B, 지우기, K-MMSE에 포함되어 있는 빼기 문항을 포함하는 집행기능과 관련된다. 그리고 요인4는 추론 및 시공간능력을 포함하며, 요인5는 언어능력과 관련된다.

표 6. 5요인 모델의 요인부하량

인지검사 문항	1	2	3	4	5
시간 및 공간 지남력		0.222			
단어목록기억검사 - 즉각회상			0.748		
3 단어 기억입력					0.705
논리기억 - 즉각회상	0.980				
단어목록기억검사 - 지연회상			0.914		
논리기억 - 지연회상	0.914				
3 단어 기억인출			0.276		
구성 - 지연회상		0.223	0.251		
단어목록기억검사 - 재인			0.561		
논리기억 - 재인	0.545				
레이븐 누진행렬검사		0.417		0.412	
숫자배열검사		0.457		0.342	
선로 잇기 검사 B		0.697			
선로 잇기 검사 A		0.744			
지우기		0.697			
빼기		0.280		0.255	
동물 유창성	0.260				0.206
쓰기				0.635	
따라말하기					0.478
지시따르기					
이름대기					0.409
보스톤 이름대기 검사		0.398			0.325
구성 - 복사		0.289		0.582	
오각형 그리기			0.201	0.542	

먼저 탐색적 요인분석 결과와 선행연구를 종합하여 각각의 인지 영역별로 확인적 요인분석을 실시하였다(표 7). 기억은 단어목록기억검사(즉각, 지연, 재인), 3 단어 기억(즉각, 지연), 논리기억(즉각, 지연, 재인), 구성(지연)을 포함하며, 모델적합도는 좋은 것으로 나타났다. 탐색적 요인분석 결과 같은 도구를 사용한 것의 영향이 큰 것으로 나타났으므로, 각각의 검사 조건 간의 상관을 가정하여 분석하였다. 집행기능은 레이븐 누진행렬검사, 숫자배열검사, 선 잇기 검사 A, B, 지우기, 계산을 포함하며, RMSEA 지수는 기준을 충족하지 않는 것으로 나타났다. 다만 SRMR, CFI 지수는 기준을

충족하였다. 언어능력은 보스톤 이름대기 검사, 유창성, 쓰기, 지시 따르기, 따라 말하기, 이름대기를 포함하여, 모델적합도 지수 중 RMSEA가 좋으며 다른 두 지수도 양호한 것으로 나타났다. 마지막으로 시공간능력은 구성(복사)과 오각형 그리기를 포함한다. 시공간능력 영역의 경우 포함되는 측정변수가 2개이기 때문에 모델을 추정하기 위한 자유도가 부족하여 각각의 요인부하량을 1로 고정하여 요인분석을 실시하였고, 이에 모델적합도를 평가하기는 어려웠다. 각각의 인지 영역에 대한 확인적 요인분석은 각 모델에 포함된 인지검사들이 유사한 인지 측정하고 있음을 시사한다.

표 7. 단일요인 모형의 모델적합도

모델	인지 영역	p	RMSEA	SRMR	CFI
Ⅰ	기억	9	0.05	0.04	0.99
Ⅱ	집행기능	6	0.10	0.05	0.95
Ⅲ	언어	6	0.06	0.05	0.92
Ⅳ	시공간능력	2	0.00	0.00	1.00

p, 검사의 수, SRMR, standardized root mean square residual (<.08 satisfactory for); RMSEA, root mean square error of approximation (<.05 satisfactory fit); CFI, confirmatory fit index (>.95 satisfactory fit).

다음으로는 지남력, 기억, 집행기능, 언어능력, 시공간능력을 포함하는 다요인 모델을 구성하였다. I-IV을 포함하는 요인분석 결과 모델의 분산/공분산 구조에 문제가 발견되어, 시공간능력을 구성하는 검사 중 K-MMSE에 포함되어 있는 오각형 그리기 검사를 제외하고 다시 모델을 추정하였다. 분석 결과 모델적합도는 RMSEA=0.06, SRMR=0.06. CFI=0.91로 양호하였다. K-MMSE에 포함된 오각형 그리기 검사는 단일 문항으로, 4개의 도형을 그리는 구성-복사 검사와 중복되는 측면이 있으며 연구참가자 중 대부분(N=158)이 만점을 받아 변산이 거의 발생하지 않았다. 이에 오각형 그리기 문항은 구성-복사 검사에 추가적인 설명력을 제공하지 못하는 것으로 추측해 볼 수 있었다. HRS의 HCAP의 요인분석에서도 이러한 이유로 인하여 오각형 그리기 검사는 최종 모델에서 제외되었다. 지남력, 기억, 집행기능, 언어능력, 시공간능력에 대한 요인부하량은 그림 6와 같다.

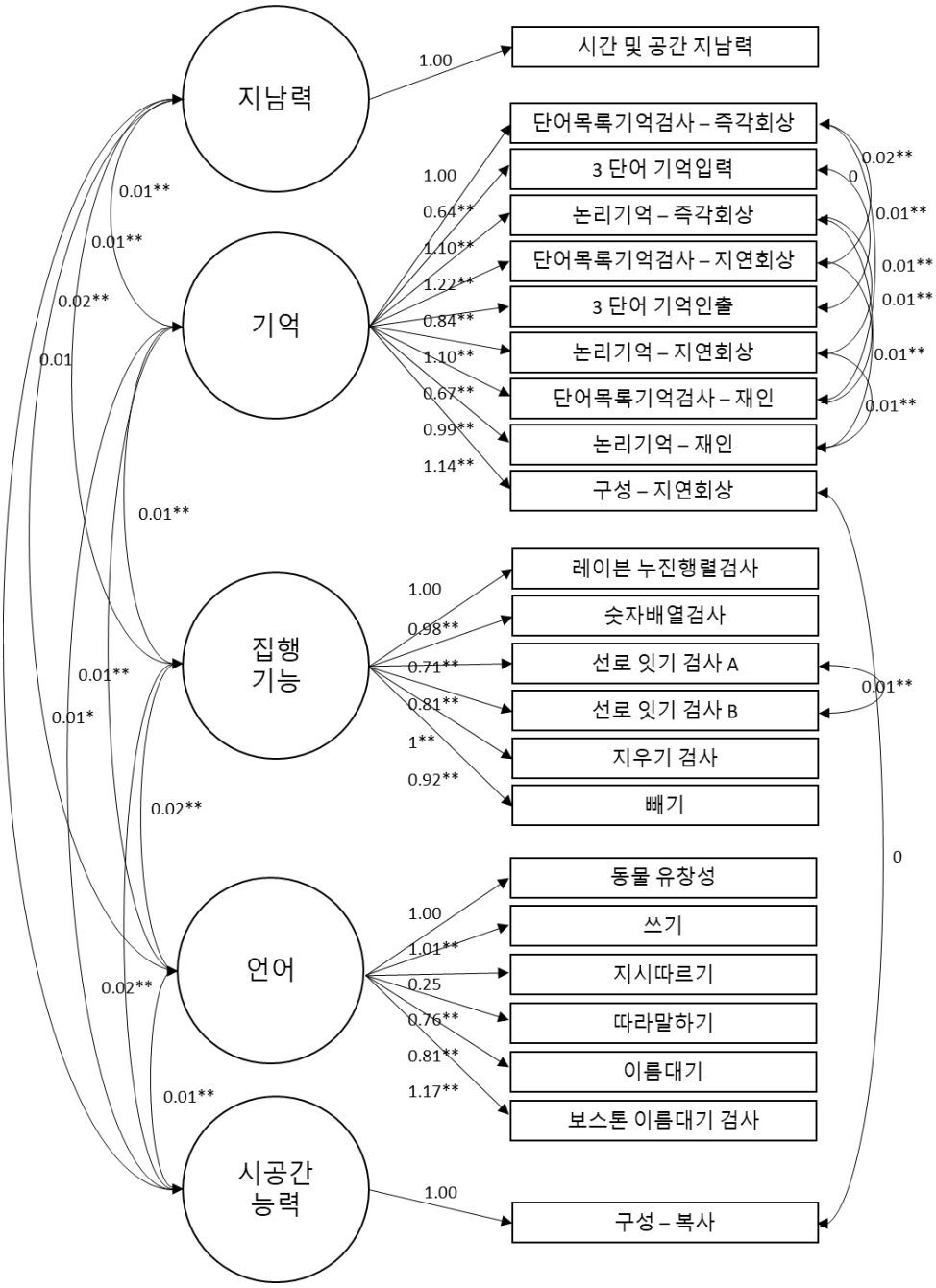


그림 6. K-HCAP 인지검사의 요인 구조

기억 영역에서는 논리기억-즉각회상, 단어목록기억검사-지연회상, 논리기억-지연회상, 구성-지연회상의 요인부하량이 크게 나타났다. 그리고 집행기능 영역에서는 지우기 검사, 언어 영역에서는 쓰기,

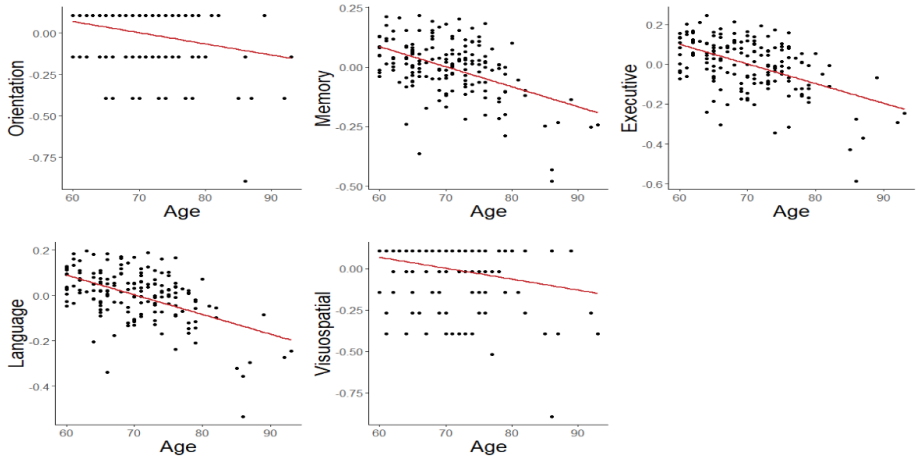
보스톤 이름대기 검사의 요인부하량이 컸다. 또한 탐색적 요인분석에서 확인한 것과 같이 기억 영역의 단어목록기억검사와 3 단어 기억 검사, 논리기억 검사의 측정치들은 서로 상관이 유의한 것으로 나타났다. 집행기능을 측정하는 선로 잇기 검사 A와 선로 잇기 검사 B도 유의한 상관관계를 보였다. 각각의 요인들도 서로 상관이 관찰되었다. 표 8은 지남력, 기억, 집행기능, 언어, 시공간능력의 요인점수가 각각 얼마나 상관을 보이는지 나타내고 있다. 각각의 인지 영역은 서로 상관이 있었으며, 특히 기억, 집행기능, 언어능력은 매우 밀접하게 관련이 있었다.

표 8. 요인점수 간의 상관관계

	지남력	기억	집행기능	언어	시공간능력
지남력	1				
기억	0.35	1			
집행기능	0.40	0.81	1		
언어	0.45	0.96	0.94	1	
시공간능력	0.26	0.38	0.65	0.60	1

나아가 그림 7은 연령 및 교육연한에 따른 요인점수의 분포를 나타내고 있다. 지남력, 기억, 집행기능, 언어, 시공간능력은 연령과 부적 관계에 있으며, 교육연한과는 정적 관계가 있었다.

A.



B.

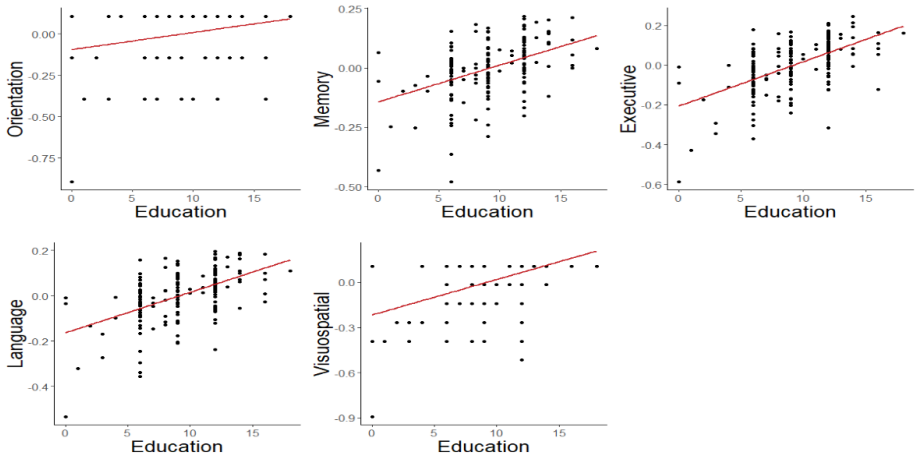


그림 7. 요인점수와 연령 및 교육연한의 관계

인지기능과 일상생활기능의 관계

일상생활기능은 블레스트 치매척도(BL), 지역사회 치매선별 검사도구(CSI-D), 노인의 인지기능 저하에 대한 정보제공자 설문지(IQCODE)를 통하여 측정되었다. 표 9에는 각각의 질문지에 대한 평균과 표준편차가 제시되어 있다. 일상생활기능은 성별이나 교육연한과는 상관이 관찰되지 않았으나, 연령과는 상관이 유의하였다(BL: r=.24, p=.002, CSI-D: r=.24, p=.002, IQCODE: r=.30, p<000).

표 9. 일상생활기능 수행의 평균과 표준편차

일상생활기능	평균	표준편차
BL	0.35	0.67
CSI-D	2.24	2.36
IQCODE	3.24	0.32

BL: Blessed Dementia Rating Scale part 1, CSI-D: Cognitive Screening Interview for Dementia, IQCODE: Informant Questionnaire on Cognitive Decline in the Elderly

CSI-D로 측정된 일상생활능력은 K-MMSE, 판단과 문제해결능력, 선로 잇기 검사 B, 보스톤 이름대기 검사, 구성-지연과 관련이 있었고, IQCODE는 K-MMSE, 단어목록기억검사-지연, 선로 잇기 검사 B, 보스톤 이름대기 검사, 구성-지연과 유의한 상관이 관찰되었다. 그리고

BL은 선로 잇기 검사 B와 유의하였다(표 10).

표 10. 인지기능과 일상생활기능의 편상관

Tests	BL	CSI-D	IQCODE
MMSE	-0.10	-0.17*	-0.22**
판단과 문제해결능력	-0.09	-0.21**	-0.13
이름대기	-0.08	-0.09	0.04
단어목록기억검사 - 즉각회상	0.01	-0.12	-0.04
단어목록기억검사 - 지연회상	-0.04	-0.13	-0.18**
단어목록기억검사 - 재인	0.03	-0.05	-0.08
논리기억 - 즉각회상	0.00	-0.11	-0.08
논리기억 - 지연회상	0.00	-0.08	-0.06
논리기억 - 재인	-0.11	-0.12	0.01
선로 잇기 검사 A	-0.09	-0.17	-0.12
선로 잇기 검사 B	-0.14**	-0.21**	-0.19**
지우기	-0.14*	-0.15	-0.07*
레이븐 누진행렬검사	0.05	-0.11	-0.08
숫자배열검사	-0.03	-0.13	-0.04
동물 유창성	-0.02	-0.06	-0.11
보스톤 이름대기 검사	-0.13	-0.19**	-0.18**
구성 - 복사	0.10	-0.04	-0.10
구성 - 지연회상	-0.03	-0.22**	-0.31**

Abbreviations: BL, Blessed Dementia Rating Scale-part 1; CSI-D, Cognitive Screening Interview for Dementia; IQCODE, Informant Questionnaire on Cognitive Decline in the Elderly; CSI-D, Community Screening Instrument for Dementia.
* <.05, ** <.025
연령, 성별, 교육연한을 통제함.

인지 영역 중 기억과 집행기능, 언어능력은 CSI-D와 IQCODE로 측정한 일상생활기능과 상관이 관찰되었다(표 11). 연구참가자들이 독립적인 생활을 유지하고 있고, 일상생활에 필수적인 활동들을 잘 수행하고 있었기 때문에 BL과는 관련이 유의하지 않은 것으로 보인다.

표 11. 인지 영역과 일상생활기능의 편상관

인지 영역	BL	CSI-D	IQCODE
지남력	-.04	-.15	-.14
기억	-.08	-.20**	-.20**
집행기능	-.08	-.23**	-.18**
언어	-.07	-.23**	-.22**
시공간능력	.10	-.04	-.10

BL: Blessed Dementia Rating Scale part 1, CSI-D: Cognitive Screening Interview for Dementia, IQCODE: Informant Questionnaire on Cognitive Decline in the Elderly
* <.05, ** <.025
연령, 성별, 교육연한을 통제함.

논의

빠른 속도로 고령인구가 증가하고 있는 상황에서 건강한 노년기를 보내는 것은 개인적으로도, 사회적으로도 점점 중요해지고 있다. 초기 건강의 개념은 질병이나 장애가 없는 상태를 의미하였으나(Rowe & Kahn, 1987), 이후 건강한 노화는 신체적, 인지적 기능을 유지하고 사회적이고 생산적인 활동에 참여하는 삶(Fiocco & Yaffe, 2010; Rowe & Kahn, 1997)으로 그 의미가 점차 확장되었다. K-HCAP은 일차적으로 병리적 인지 감퇴에 대처하기 위한 노력의 일환으로써 개발되었다. 즉 경도인지장애(MCI) 및 치매와 관련된 요인과 유병률 등을 파악하는데, 국제적인 협력을 모색하고자 하였다. 이러한 배경에서 본 연구는 향후 한국에서 인지노화와 치매를 연구하기 위하여 HCAP을 사용함을 목적으로 한다. 연구 1에서는 검사 목록을 구성하고, 구성타당도와 생태학적 타당도를 확인하는 작업을 실시하였다.

K-HCAP 인지검사에는 HRS HCAP에서 실시한 인지상태를 위한 전화면접(HRS-TICS), 숫자 거꾸로 세기, 이야기 회상(Brave Man story), 기호쓰기가 포함되지 않았다. 그리고 지우기 검사와 선로 잇기 검사는 수정되어 실시되었다. 지우기 검사는 글자(letter) 대신 도형(symbol)을 지우기 검사가 선택되었다. 선로 잇기 검사 B는 자음과 숫자를 번갈아 가며 잇는 대신에 흰 원과 검은 원 안의 숫자를 번갈아 가며 순서대로 잇는 것으로 수정하였다. K-HCAP의 총 소요시간은 약 1시간이며, 검사는 훈련 받은 일반 면접원이 CAPI를 이용하여 진행하였다. 지인조사는 연구참가자의 인지기능 변화, 일상생활기능,

일상생활 활동 정도 등을 알아보기 위하여 실시되었다. 포함된 질문지는 노인의 인지기능 저하에 대한 정보제공자 설문지(Informant Questionnaire on Cognitive Decline in the Elderly; IQCODE), 블레스트 치매척도(Blessed Dementia Rating Scale), 지역사회 치매선별 검사도구(Cognitive Screening Interview for Dementia; CSI-D), 10/66 치매 선별 검사(10/66 Brief Screener for Dementia), 일상생활 활동에 대한 설문(HRS-Activities)이다.

K-HCAP 인지검사의 구성타당도를 확인하기 위하여 요인분석을 실시하였다. 분석 결과, 5요인 모델이 가장 적합한 것으로 나타났다. 모델적합도는 RMSEA=0.06, SRMR=0.06, CFI=0.91로, 양호한 수준으로 나타났다. 확인된 5요인은 각각 지남력, 기억, 집행기능, 언어, 시공간능력으로 HRS의 5요인과 LASI의 2 수준 요인(broad)과 같게 나타났다. 이러한 결과는 기본적으로 각 검사는 동일한 인지 영역으로 분류됨을 알 수 있었다. 또한 지우기와 선로 잇기 검사는 변형되어 HCAP에 포함되었지만, 선행연구와 같이 집행기능 영역에 포함되는 것으로 나타났다.

K-HCAP에는 HRS의 HCAP에 포함된 인지상태를 위한 전화면접(TICS)의 이름대기 문항과 숫지 거꾸로 세기, 이야기 회상(Brave Man story), 기호쓰기가 제외되었기 때문에, 해당 인지검사를 측정 변수로 포함할 수 없었다. 한편, 본 연구의 요인분석에는 언어 요인에 보스톤 이름대기 검사와 MMSE에 포함되어 있는 따라 말하기(Repeat a phrase) 및 지시 따르기(3-Stage task) 문항이 포함되었다. 추가된 변수를 제외하여 분석을 진행하면 모델의 적합도는 RMSEA=0.07, SRMR=0.06, CFI=0.91로 기존의 모델보다 다소 감소하였다.

또한 LASI의 HCAP에 포함되어 있는 이야기 회상(Brave Man story), Go/no-go, 시계 그리기, 숫자는 K-HCAP에 포함되지 않아 분석에 포함할 수 없었다. 그리고 K-HCAP과 HRS의 HCAP에서는 언어 요인에 MMSE에 포함된 이름대기 문항과 CSI-D에 포함된 이름대기 문항을 각각 모델의 측정 변수로 포함하였는데, 인도에서는 이 두 검사의 점수를 합한 변수를 사용하였다. 본연구에서 두 검사의 문항을 합한 변수를 생성하여 요인분석을 실시하는 경우, 모델적합도는 RMSEA=0.68, SRMR=0.63, CFI=0.89로 기존의 모델보다 감소하였다.

더불어 지남력과 시공간능력 요인은 한 가지 측정변수에 의하여 구해지게 된다. 이는 HRS의 HCAP에서도 마찬가지인데, 여러 변수를 사용하는 것이 좀 더 탄탄하게(robust) 요인 점수를 구할 수 있으므로

앞으로 지남력과 시공간능력 영역의 인지검사를 추가하는 프로토콜을 고려해 볼 수 있다. 왜냐하면 지남력과 시공간능력 또한 치매에서 손상이 관찰되는 중요한 인지 영역으로 확인되기 때문이다(Pal et al., 2016; Salimi et al., 2018). 또한 Crane과 동료들(2017)의 연구에서는 여러 인지 영역에서의 상대적인 손상을 측정하였고, 이를 통해 분류된 알츠하이머 치매의 특정 유형에 따라 유전적, 신경병리학적 위험 요인이 구분됨을 확인할 수 있었다(Crane et al., 2017). 한 가지 측정변수로 얻어지는 지남력과 시공간능력 요인을 제외한 3 요인 모델의 경우, 모델적합도는 RMSEA=0.06, SRMR=0.06, CFI=0.92로 기존의 모델과 거의 유사하였다.

K-HCAP 인지검사의 요인 구조를 분석하는 것은 여러 신경심리검사로부터 상위의 요약적 정보를 추출하는 것을 의미한다. 이에 요인분석을 통해 구한 요인 점수는 해당 연구 내에서 유용하게 사용될 수 있으며, 모델을 다른 데이터에 적용함으로써 확장될 수 있다. 이는 다른 연구에서 같은 검사 도구를 사용하였지만, 요인 구조를 확인하기에 적절하지 않을 때 가능하다. 예를 들어 연구참가자의 수가 적은 경우, 선행연구의 모델 구조를 통해 요인 점수를 구할 수 있다. 또한 연구참가자가 특정한 인구통계학적 특성을 갖는 경우, 일반적인 집단과 어떤 차이를 보이는지 확인하기 위하여 활용될 수 있다. 본 연구에서 도출된 요인 모델도 다른 연구에 활용이 가능하나, 몇 가지 고려할 점이 있다. 먼저 수도권 지역의 노인만 연구참가자로 포함하였기 때문에, 한국 노인의 인지능력을 대표하기에 충분하지 않다. 또한 분석에 포함된 표본의 수가 총 168명이기 때문에 모델이 불안정할 수 있다. 이와 더불어 요인분석에 포함되는 측정변수의 수가 많아 위계적 모델을 검증할 수는 없었다는 한계가 있다.

그리고 K-HCAP으로 측정된 인지검사의 수행수준은 지인조사를 통해 얻어진 일상생활기능 수준과 상관이 관찰되었는데, 좀 더 복잡하고 다양한 기능을 포함하는 CSI-D와 IQCODE 질문지에서만 유의하였다. 본 연구에는 인지기능의 유의한 감퇴가 나타나지 않은 정상 노인만을 포함하였는데, 이로 인하여 BL(part 1)에서는 상관이 나타나지 않은 것으로 보인다. BL은 총 8문항으로 구성되며, 독립적인 생활을 위하여 필요한 기능(집안일 수행, 적은 액수의 돈 처리, 짧은 목록 기억, 익숙한 건물 안에서 길찾기, 익숙한 거리에서 길찾기, 상황이나 설명을 이해하기, 최근의 일들을 기억하기, 과거에 매달리는 경험)을 묻는다. 반면에 CSI-D와 IQCODE는 각각 22문항, 16문항을 통해 복잡한

일상생활기능을 좀 더 안정적으로 측정할 수 있다. CSI-D는 현재 일상생활능력에 손상이 있는지에 대하여 측정하고 있고, IQCODE는 10년 전과 비교하였을 때 현재 일상생활능력이 감퇴하였는지를 측정하고 있다.

이처럼 일상생활기능이 인지기능과 서로 밀접하게 관련되어 있는 것은 K-HCAP 인지검사가 실생활에서의 측정치를 잘 설명할 수 있음을 의미한다. 선행연구에서도 CSI-D(Krishna et al., 2016)와 IQCODE(Jorm, 2004; Nakhla et al., 2021)는 객관적인 인지검사 수행과 유의미하게 연관되어 있음이 확인되었다. K-HCAP의 지인조사는 인지검사 수행에 의하여 영향을 받는 일상생활기능을 측정할 수 있다는 점에서 의미가 있다. 특히 인지 수행이 좋은 수검자의 경우 BL보다는 CSI-D와 IQCODE를 통해 일상생활기능 수준을 파악할 필요가 있다. 이러한 연구결과는 K-HCAP 인지검사의 생태학적 타당도를 확인하고, 나아가 노인들의 인지기능을 잘 유지하는 것이 일상생활의 독립성을 유지하는데 도움이 됨을 시사한다.

연구 2. K-HCAP의 준거 타당도 검증

서론

치매와 같은 병리적 노화를 겪지 않더라도 인지기능은 나이가 증가함에 따라 감퇴하는 추세를 보인다(Hedden & Gabrieli, 2004; Salthouse, 2010). 그리고 인지기능은 뇌의 부피나 두께 등의 구조적 특징과 관련이 있는 것으로 알려져 있다(Chey et al., 2006). 뇌의 부피나 두께 등은 나이가 증가함에 따라 하향적 변화를 겪게 되는데(Beheshti et al., 2019; Hedden et al., 2016; Raz et al., 2010), 이러한 뇌의 변화는 인지기능 감퇴의 기저에 있는 기제 중 하나로 볼 수 있다. 따라서 연구 2에서는 준거 타당도의 관점에서 뇌의 하향적 변화가 K-HCAP 인지검사 점수와 유의한 관련이 있는지 알아보고자 하였다. 인지검사 수행과 뇌의 구조적 측정치는 서로 다른 수준(level)의 측정변수로써, K-HCAP 인지검사에 대한 추가적인 정보를 제공할 수 있다. 이에 가설 1에서는 노화에 의하여 영향을 받는 뇌의 구조적 변화(뇌연령)와 노화에 따라 증가하는 뇌의 병변인 백질병변(White matter hyperintensity; WMH) 측정치를 이용하여, 노화와 관련된 뇌의 변화가 인지검사 수행의 개인차를 설명할 수 있을지 알아보았다.

이어서 가설 2에서는 HRS 선행연구의 결과가 K-HCAP을 통해서도 동일하게 반복 검증되는지 확인하고자 하였다. 선행연구와 유사한 결과가 산출됨을 확인하는 것은 K-HCAP 인지검사를 통한 연구가 유효한 결과를 도출해 낼 수 있음을 확인할 수 있는 추가적인 근거가 될 수 있다. 일반적으로 인지기능은 여러 삶의 경험으로부터 영향을 받게 되며, 여러 선행연구들은 이에 대해 알아보고 있다. 예를 들어 교육은 인지기능과 매우 밀접한 관련을 보이는데, 높은 기저 인지기능에 기여할 뿐만 아니라(Lövdén et al., 2020) 노화에 따른 인지기능의 감퇴를 지연시킬 수 있다(Valenzuela & Sachdev, 2006). 본 연구에서는 삶의 여러 경험 중 일상생활 활동과 삶의 목적이 인지기능에 긍정적인 영향을 미치는지 알아보고자 한다. HCAP 도구를 사용하지는 않았지만, HRS 자료를 분석한 선행연구에 의하면 활발하게 일상생활 활동에 참여하고(Lee et al., 2019), 삶의 목적을 가지고

살아가는 것(Kim et al., 2019)은 인지 감퇴에 대한 보호요인으로 작용하였다. 즉 인지기능에 영향을 주는 것으로 알려진 일상생활 활동과 삶의 목적이 실제 보호요인으로 작용하는지를 확인하고자 하였다.

인지기능과 뇌 건강

인지감퇴 및 치매는 뇌 건강과 밀접한 관련이 있다. 노화가 진행됨에 따라 뇌의 회백질 부피는 감소하고(Fotenos et al., 2005), 피질의 두께는 얇아지게 된다(Fjell, Westlye, et al., 2014; Salat et al., 2004). 또한 백질병변이 증가하고(Schmidt et al., 2005), 일부 노인들은 베타 아밀로이드 단백질이 축적되는 등의 병리적 변화도 겪게 된다(Donovan et al., 2016; Fjell et al., 2014). 노화가 진행됨에 따라 나타나는 이러한 변화들은 인지기능과 부적 관계에 있다. 이를 달리 말하면 노화로 인한 뇌의 변화가 적게 일어나면 인지기능의 감퇴 또한 적게 나타날 것임을 시사한다.

뇌 유지성(brain maintenance; BM)은 유전이나 생활양식의 차이로 발생하는 노화관련 뇌 변화와 병리의 개인차가 인지기능 감퇴 정도를 설명할 수 있다는 개념이다(Nyberg et al., 2012). 즉 젊었을 때와 유사한 뇌의 구조적(예: 부피, 피질두께, 백질 미세구조, 아밀로이드), 기능적(예: 혈액의 산소 수준(blood oxygen-level dependent signal)) 상태는 인지기능을 유지하는데 기여하게 된다. 뇌 유지성은 뇌가 퇴행적 변화를 얼마나 덜 겪었는지 측정하는 것으로, 이론적으로 종단연구를 통해 측정될 수 있다. 하지만 횡단적으로도 잔차(residual)를 통하여 간접적으로 뇌 유지성 정도를 추정해 볼 수 있다. 일부 연구자들은 노화와 관련된 뇌의 변화를 반영하는 뇌연령(brain age)을 구성하여 사용하고 있는데(Cole et al., 2017; Kwak et al., 2018), 뇌연령과 실제 나이 간의 차이를 통해 뇌가 얼마나 하향적 변화를 덜 겪었는지 평가할 수 있다. 뇌연령은 노화와 관련된 뇌의 구조적 특징을 포착하며, 뇌연령이 낮은 것은 상대적으로 노화의 영향을 덜 받았음을 의미한다.

또한 뇌 유지성은 노화로 인하여 증가하는 뇌의 병리적 특성이 얼마나 덜 나타나는지를 통하여 확인할 수 있다. 백질병변(white matter hyperintensity; WMH)은 MRI 상에서 고강도 신호(밝은 흰색)로 나타나는 영역으로, 나이, 심혈관질환 등에 의하여 증가하는 백질의 구조적 변화를 의미한다. WMH는 인지기능 감퇴, 치매의 위험요인으로, 병리적 측면을 반영한다고 볼 수 있다(D' Arbeloff et al., 2019).

따라서 WMH가 많이 나타나는 것은 노화의 영향을 많이 받았다고 볼 수 있고, 낮은 인지 수행과 관련될 것으로 예상할 수 있다. 건강한 뇌와 관련이 있는 것으로 연구되고 있는 정신적 안녕감(mental well-being), 운동(exercise), 인지적으로 자극이 되는 활동(cognitively stimulating activities), 수면(sleep), 영양(nutrition), 사회적 연결(social connectedness) 등(Mintzer et al., 2019)은 인지 감퇴에 대한 보호요인으로 작용할 수 있다.

인지감퇴와 치매의 위험/보호요인

HCAP의 실시 목적 중 하나는 인지기능 감퇴와 치매의 위험요인을 탐색하고자 하는 것이다. 그렇지만 아직까지 많은 연구가 이루어지지는 않았다. Katz 등(2020)의 연구에서는 HCAP을 완료한 2,395명을 대상으로 사회연결망의 크기와 기억 및 집행기능의 관련성을 인종에 따라 조사하였다. 사회연결망의 크기는 가까운 자녀, 친척, 친구의 수로 측정되었다. 흑인(non-Hispanic Black), 히스패닉(Hispanic), 백인(non-Hispanic White) 참가자는 자녀와 가족의 수에서 유의한 차이가 나타났으나 친구의 수에서는 차이가 관찰되지 않았다. 분석 결과 집행기능은 자녀와 가족의 수와 관련이 있었는데, 인종에 따라 다른 양상을 보였다(Katz et al., 2020).

또한 사회환경적 요인이 인지기능에 미치는 영향에 대한 연구들이 있다. 일상적으로 겪는 차별 경험은 일화 기억, 집행 기능, 처리 속도, 언어, 시각적 구성능력과 관련이 있었다(Zahodne et al., 2020). 그리고 참가자들의 신체질량지수(Body Mass Index) 자체는 인지기능과 관련성이 없었으나, 체중과 관련된 차별 경험은 일화기억, 처리속도-주의, 시공간, 수적인 추론 능력에서 부정적인 영향을 미쳤다(Sutin et al., 2020).

개인의 성격 요인이 인지기능과 관련됨을 탐색한 연구도 있다. 신경증(neuroticism)은 인지기능에 부정적인 영향을 미치며, 성실성(conscientiousness)과 개방성(openness), 우호성(agreeableness), 외향성(extraversion)은 긍정적인 영향을 미쳤다(Sutin, Stephan, & Terracciano, 2019). 이 외에도 인지기능에 영향을 미치는 건강관련 지표-고혈압(Farron et al., 2020), 알부민(albumin), 호모시스테인(homocysteine), pro-B-type natriuretic peptide, hemoglobin A1c(Hu et al., 2020), 유전적인 요인(Smith et al.,

2020)을 확인한 연구들도 있다.

이 외에 HCAP 도구를 사용하지는 않았지만, HRS 연구에서 심리사회적 변수와 인지기능의 관계를 탐색한 연구들이 존재한다. 연구에서는 일상생활 활동과 삶의 목적이 인지기능에 긍정적인 영향을 미친다는 결과가 도출되었다. 본 연구에서는 HCAP 인지검사가 타당하고 유용하게 사용될 수 있음을 확인하고자, HRS 선행연구에서 도출된 결과를 반복검증(replication)하여 결과를 비교해 보았다.

일상생활 활동

인지적으로 자극을 줄 수 있는 여러 일상생활 활동(신체적, 사회적, 인지적 활동)이 인지감퇴의 보호요인으로 작용한다는 연구 결과들이 있다(김호영, 2015). Rush Memory and Aging Project에 참가한 1,138명을 대상으로 분석한 결과, 사회활동에 더 많이 참여한 사람들은 5년 동안 전반적인 인지기능에서의 감퇴가 덜 나타났다. 이는 기억, 지각처리속도 등 구체적인 인지기능에서도 마찬가지였다(James et al., 2011). 또한 Park 등(2014)은 개입(intervention)을 통하여 어떤 사회적, 인지적 활동들이 인지기능 향상에 기여하는지 확인하였다. 연구에는 생산적인 활동에 참여하는 조건(productive-engagement conditions)과 수용적인 활동에 참여하는 조건(receptive-engagement conditions)이 포함되어 있었고, 인지적으로 자극이 되는 새로운 활동에 참여하는 것이 인지기능의 향상에 도움이 되었다(Park et al., 2014).

HRS 연구에서는 정기조사가 없는 년도에 일상생활 활동을 조사한 바 있다. Lee, Chi와 Palinkas(2019)는 노년기 삶의 중요한 변화 중 하나인 은퇴가 인지기능과 갖는 관계를 알아보았는데, 은퇴한 노인들은 아직 일을 하고 있는 노인들보다 인지기능의 낮은 것으로 나타났다. 그러나 이 관계는 여가 활동, 특히 정신적인 여가 활동 참여 정도에 의하여 약화되었다(Lee et al., 2019).

삶의 목적

삶의 목적(purpose in life)은 경험으로부터 의미를 도출하고, 목표지향성과 계획성을 가지는 심리적 경향성을 의미한다. 이는 인생의 가치관으로 행동과 정서에 영향을 미칠 수 있는 요인이다. 지역사회 노인을 대상으로 한 연구에 의하면 높은 삶의 목적은 알츠하이머성 치매(Alzheimer disease; AD)와 경도인지장애(mild cognitive impairment; MCI)의 위험요인을 낮추는 것으로 나타났다(Boyle et al.,

2010). HRS에서도 격년의 정기 조사에서 삶의 목적과 간단한 인지기능 검사를 실시해 왔으며, 이들의 관계를 분석한 바 있다. 종단분석 결과 삶의 목적은 전반적인 인지기능의 감퇴에 대한 보호 요인으로 작용함을 확인하였다(Kim et al., 2019). Kim 등(2019)의 연구에서는 HCAP이 아닌 정기 조사에 포함된 인지검사 점수를 통해 분석이 이루어졌는데, 본 연구에서는 HCAP 인지검사에서의 수행을 바탕으로 삶의 목적이 인지 수행에 보호 요인으로 작용하는지 검증해 보았다.

연구의 목적 및 가설

인지기능은 나이가 증가함에 따라 감퇴하는 추세를 보이는데, 여러 삶의 경험들은 인지기능 감퇴의 보호요인으로 작용할 수 있다. 본 연구에서는 삶의 경험 중 일상생활 활동과 삶의 목적이 인지기능에 긍정적인 영향을 주는지 확인하고자 하였다. 특히 HRS 선행연구를 반복검증함으로써 K-HCAP 인지검사가 유효한 결과를 도출해 낼 수 있음을 확인하고자 하였다.

가설 1에서는 노화에 의하여 영향을 받는 뇌의 구조적 변화(뇌연령)와 노화가 진행됨에 따라 증가하는 병변인 백질병변(White matter hyperintensity; WMH) 측정치를 이용하여 노화와 관련된 뇌의 변화가 인지기능의 개인차를 설명할 수 있을지 알아보았다. 구체적으로 가설 1-1은 K-HCAP 검사의 점수는 뇌의 노화정도를 반영하는 뇌연령이 높을수록 낮을 것이라는 것이고, 가설 1-2는 K-HCAP 검사의 점수는 노화에 따른 뇌의 병리적 측면을 반영하는 백질병변(WMH)이 많을수록 낮을 것이라는 것이다. 그리고 가설 2에서는 인지기능에 영향을 주는 것으로 알려진 일상생활 활동과 삶의 목적이 실제 보호요인으로 작용하는지를 확인하였다. 즉 일상적으로 많은 활동을 하고, 삶의 목적을 가지고 살아가는 것이 높은 인지수행과 관련이 있는지 알아보았다.

연구 2. K-HCAP의 준거타당도 검증

가설 1. K-HCAP으로 측정한 인지기능은 뇌 유지성 정도에 따라 개인차가 발생할 것이다.

가설 1-1. K-HCAP 검사의 점수는 뇌의 노화정도를 반영하는 뇌연령(brain age)이 높을수록 낮을 것이다.

가설 1-2. K-HCAP 검사의 점수는 뇌의 병리적 측면을

반영하는 백질병변(WMH)이 많을수록 낮을 것이다.

가설 2. 삶의 목적과 일상생활 활동은 인지기능의 보호 요인으로 작용할 것이다.

가설 2-1. 삶의 목적은 인지수행과 정적인 상관관계를 보일 것이다.

가설 2-2. 일상생활 활동은 인지수행과 정적인 상관관계를 보일 것이다.

연구 방법

연구참가자

연구 1에 참여한 200명의 연구참가자들 중에서 MRI 촬영에 동의하고, 건강상 촬영을 진행하는데 문제가 없는 경우 연구 2에 참여할 수 있도록 하였다. 사전에 (1) 신경과적 병력이 있는 경우, (2) 치아 보철물 등으로 인하여 영상의 질에 문제가 예상되는 경우 촬영에서 배제하였다. 총 108명의 연구참가자가 MRI 촬영을 하였으며, 이 중에서 인지기능 검사 당시에 나이가 만 60세 미만이었던 참가자 3명, 치아 보철물 등으로 인하여 영상의 질이 나쁜 참가자 2명, 과거 뇌졸중 등 뇌혈관질환을 경험하였던 참가자 2명, 영상의학 판독에서 진구성 뇌경색(old infarct)의 이상소견이 있는 4명은 분석에서 제외되었다. 따라서 최종적으로 97명의 데이터가 분석에 사용되었다.

연구 2는 서울대학교 생명윤리심의위원회의 승인을 받았으며, 연구참가자들은 모두 연구에 대한 설명을 듣고 서면으로 동의서를 작성하였다(IRB No. 1912/003-011).

연구도구

연구참가자들은 MRI 촬영을 진행하기 전이나 후, 건강에 대한 질문지와 간단한 심리사회적 질문지를 작성하였다. 삶의 목적 척도(Purpose in life)는 삶에서 의미 있는 목적의식을 얼마나 가지고 있는지 측정하기 위한 도구이다. 연구참가자들은 얼마나 목적성과 계획성을 가지고 살아가는지, 그동안의 삶의 대해 얼마나 만족하는지에 대하여 응답하게 된다(Boyle et al., 2009). 그리고 일상생활 활동 빈도는 연구 1에서 조사한 본인이 보고한 일상생활 활동 정도 및

지인이 보고한 일상생활 활동(HRS-activities) 정도가 사용되었다.

본인이 직접 응답한 일상생활 활동은 종교 활동에 얼마나 자주 참여하는지, 단체/모임에 얼마나 자주 참여하는지, 실내에서 하는 놀이를 얼마나 자주 하는지, 실외에서 하는 신체 활동을 얼마나 자주 하는지, 친척이나 친구들을 얼마나 자주 만나는지, 책이나 신문, 잡지 등을 얼마나 자주 보는지, 컴퓨터를 얼마나 자주 사용하는지로 측정하였다. 이 중에서 종교활동, 모임에 참여, 실내에서 놀이하기, 친척이나 친구 만나기는 사회적인 활동으로 분류할 수 있고, 실외 활동은 신체 활동, 책 읽기와 컴퓨터 사용은 인지적 활동으로 분류할 수 있다.

그리고 지인이 보고한 일상생활 활동은 TV 보기, 읽기, 컴퓨터 사용하기, 집안일 등의 실내 활동(활동 시간)과 가게에서 물건사기, 일/자원봉사, 산책하기, 운동하기 등 실외 활동(활동 빈도)으로 조사하였다. 이 중 TV 보기, 읽기, 컴퓨터 사용하기는 인지적 활동, 집안일, 가게에서 물건사기는 가사 활동, 일/자원봉사는 사회적 활동, 산책하기, 운동하기는 신체적 활동으로 분류할 수 있다.

뇌영상 자료의 획득 및 전처리

MRI 촬영 프로토콜

MRI 촬영은 서울대학교 뇌영상센터에서 이루어졌으며, 3-Tesla Siemens Magnetom Trio Tim 스캐너(syngo MR B17)로 수집되었다. 모든 참가자들은 고해상도 T1 영상(Magnetization-Prepared Rapid Gradient-Echo, MPRAGE; TR=2300ms, TE=2.36ms, FA=9, FOV=256x256mm, voxel size=1x1x1mm^3)과 T2 flair (TR=9000,ms, TE=93ms, FA=150, FOV=256x256mm, voxel size=0.9x0.9x3.5mm^3, gap=1.5mm, 30 slices) 영상을 촬영하였다. 다만 참가자들 중 한 명은 촬영 중 불편감을 호소하여 T2 flair 영상은 찍지 못하였다. 각각의 영상은 피질의 두께 및 뇌의 회백질 부피를 측정하고, 백질병변을 계산하는데 사용되었다.

T1 구조 영상

복셀-기반의 형태 계측(Voxel-based morphometry, VBM)은 MATLAB R2020b(MathWorks)에 탑재되어 있는 Statistical Parametric Mapping software(SPM12; www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/software/spm12)와 Computational Anatomy Toolbox r1742

(CAT12; http://dbm.neuro.uni-jena.de/cat/)를 이용하여 수행되었다. T1 구조 영상은 SPM에서 제공하는 Tissue Probability Maps(TPMs)을 통하여 회질(gray matter; GM), 백질(white matter; WM), 뇌척수액(cerebrospinal fluid; CSF)으로 구분되고, 표준화(spatial registration)된다. 이후 추가적인 분석을 위하여 개별 ROI(region of interest)의 부피가 계산되며, 142개의 ROI를 포함하는 Neuromorphometrics atlas(Caviness et al., 1999)가 이용되었다.

표면-기반의 형태 계측(Surface-based morphometry, SBM) 또한 CAT12에 내장되어 있는 자동화된 분할(segment) 파이프라인에 기반하여 이루어졌다. 피질은 projection-based thickness(PBT) 방식을 사용하여 재구성되고(Dahnke et al., 2013), 공간적 오류가 보정된 후에 양반구가 Freesurfer 'FsAverage' template에 옮겨진다(Yotter et al., 2011). ROI 분석을 위하여 Destrieux cortical atlas(Destrieux et al., 2010)가 사용되었다.

뇌영상의 계산

뇌연령 모델링 데이터

뇌연령 모델링을 위해서는 본 연구와 독립적인 많은 수의 표본이 필요하기 때문에, 오픈 엑세스(Open Access) 데이터를 사용하였다. 뇌연령을 계산하기 위하여 Open Access Series of Imaging Studies(OASIS), Information eXtraction from Images(IXI), Cambridge Centre for Ageing and Neuroscience(Cam-CAN), Allen Institute for Brain Science(AIBS), Australian Imaging, Biomarker & Lifestyle Flagship Study of Ageing(AIBL) 연구에 참여한 총 2,306명의 T1 구조영상이 사용되었고, 연구참가자들의 연령은 40세에서 94세까지 폭넓게 분포하고 있었다.

각각의 연구에서 촬영된 고해상도 T1 영상의 프로토콜과 연구참가자의 수는 표 12와 같다. 5개의 연구 중 OASIS-3의 연구참가자의 수가 694명으로 가장 큰 비중을 차지하고 있다.

표 12. 각 연구의 T1 프로토콜

연구	N	T1 프로토콜
OASIS-1	316	MPRAGE, TR=9.7ms, TE=4.0ms, FA = 10°, FOV=256×256, voxel size=1.0×1.0×1.25 mm^3
OASIS-3	694	3D-MPRAGE, TR=2400ms, TE=3.08ms, FA=8°, FOV=256×256mm, voxel size=1×1×1mm^3
IXI	352	TR=9.6(9.8)ms, TE=4.6ms, FA=8°, FOV=256×256mm, voxel size= 0.9375×0.9375×1.2 mm^3
Cam-CAN	481	3D MPRAGE, TR=2250ms, TE=2.99ms, FA=9°, FOV=256x240mm, voxel size=1×1×1mm^3
AIBS	224	MPRAGE, TR = 1900ms, TE = 2.13ms, flip angle = 9°, voxel size=1×1×1mm^3
AIBL	393	MPRAGE, TR=2300ms, TE=2.91ms, FA=9°, FOV=256×256mm, voxel size=1×1×1.2mm^3

뇌연령 모델링

뇌연령은 선행 연구에서 사용된 부분 최소 제곱 회귀분석(Partial Least Square Regression; PLS) 방법을 통하여 계산하였다(Kwak et al., 2018). PLS는 공선성이 높은 뇌 데이터를 효율적으로 요약할 수 있는 방법론이기 때문에(McIntosh & Lobaugh, 2004; Krishnan et al., 2011; Rudolph et al., 2017), 뇌연령의 추정에 적합하다. 뇌연령 계산을 위한 모델링은 5개의 연구에서 공개한 오픈 엑서스 데이터를 이용하여 이루어졌고, 총 2,306명의 뇌 데이터가 포함되었다. 계산에 사용된 뇌 영역은 총 162개로, 피질 두께가 148곳, 피질하 부피(Hippocampus, Caudate, Putamen, Amygdala)가 8곳, 소뇌 부피(Cerebellar Lobule Cerebellar Vermal Lobules I-V, Cerebellar Lobule Cerebellar Vermal Lobules VI-VII, Cerebellar Lobule Cerebellar Vermal Lobules VIII-X)가 6곳 포함되었다.

Kwak 등(2018)의 선행연구와 차이점은 기존에 포함되지 않았던 소뇌의 부피를 모델에 포함하였고, 모델을 구성하기 위한 데이터셋에 포함된 데이터의 수가 추가되었다는 것이다. 표 13은 선행연구에서 뇌연령의 계산에 크게 기여한 뇌 영역을 보여주고 있다. 해마(hippocampus)를 비롯한 측두엽(temporal) 영역이 뇌연령의 계산에 많이 기여하고 있음을 알 수 있다. 또한 섬엽(insula) 영역도 중요한 비중을 차지하고 있다.

표 13. 뇌연령 모델에서 뇌 영역의 평균 상관계수(Kwak et al., 2018)

순서	뇌 영역	평균 상관계수
1	L hippocampus	−1.89
2	R superior temporal gyrus	−1.82
3	R Superior segment of the circular sulcus of the insula	−1.80
4	L fusiform gyrus	−1.76
5	R hippocampus	−1.74
6	L superior temporal gyrus	−1.70
7	R Anterior transverse temporal gyrus	−1.65
8	L Anterior transverse temporal gyrus	−1.64
9	R Inferior segment of the circular sulcus of the insula	−1.61
10	L Inferior segment of the circular sulcus of the insula	−1.60

PLS는 일반적인 회귀분석과 유사한 방법이지만, 회귀분석을 진행하기 전 차원 축소 과정을 포함한다. 먼저, 투입된 다차원 데이터를 서로 직교하는 요소에 투영하는데 이때 만들어진 잠재요소는 종속변수와의 공분산이 최대화된다. PLS를 이용하여 모델링을 할 때 일반화 가능성을 높이기 위해서 교차 검증(Leave-One-Out Cross-Validation)을 진행하였다. PLS는 R 프로그램에 내장되어 있는 Caret 패키지(Kuhn, 2015)를 이용하여 계산되었다. 이렇게 만들어진 뇌연령 모델은 본 연구의 데이터에 적용되었으며, 이를 통해 연구참가자의 개인별 뇌연령이 도출될 수 있었다.

백질병변의 계산

백질병변의 부피는 T2-Flair 영상을 통해 측정되었다. Lesion Segmentation Tool(LST; Schmidt et al., 2012)의 lesion prediction algorithm(LPA)을 통하여 개인의 백질병변의 부피가 계산되었다. LST는 다발성 뇌경화증 환자들의 데이터를 이용하여 백질병변의 부피를 측정할 수 있도록 훈련된 자동화된 툴박스(toolbox)이다. 구해진 백질병변은 분포를 보정하기 위하여 로그변환(log transformation)하여 분석에 사용하였다. 또한 좀 더 세부적인 영역에 위치한 백질병변의 영향을 알아보기 위하여, 하전두후두속(inferior fronto-occipital fasciculus), 구상속(uncinate fasciculus), 피질척수로 (corticospinal),

하세로다발(inferior longitudinal fasciculus), 앞시상부챗살(anterior thalamic radiation), 상세로다발(superior longitudinal fasciculus) 영역으로 나누어 백질병변의 부피를 계산하였다.

분석방법

뇌연령과 백질병변이 인지기능과 관련이 있는지 알아보기 위해 인지기능에 영향을 주는 연령, 성별, 교육연한을 통제하고 편상관(partial correlation) 분석을 실시하였다. 또한 심리사회적 변수인 삶의 목적과 일상생활 활동이 보호요인으로 작용하는지 알아보기 위하여 편상관 분석을 실시하였다. 이때 인지기능에 영향을 주는 것으로 알려진 나이, 성별, 교육연한을 통제한 후에 어떤 관계가 관찰되는지 알아보았다.

연구 결과

연구참가자

MRI를 촬영을 진행한 연구참가자들의 인구통계학적 정보는 표 14와 같다. 평균 연령은 68.98이고, MRI를 촬영하지 않은 참가자들과 비교하였을 때 더 젊은 것으로 나타났다(t=2.88, p=.004). 또한 단어목록기억검사(즉각, 지연, 재인). 논리기억(즉각), 보스톤 이름대기 검사, 구성(지연) 검사에서 수행이 더 높았다.

표 14. 연구참가자의 인구통계학적 특성(N=97)

	K-HCAP	K-HCAP&MRI
인구통계학적 특성	평균(표준편차)	평균(표준편차)
나이	71.97(8.01)	68.98(5.46)
교육연한	9.00(3.36)	9.34(3.34)
인구통계학적 특성	남성:여성	남성:여성
성별	35:36	37:60

표 15. 인지검사 수행에서의 차이

인지검사	HCAP†	MRI†	*t*	*p*
간이 정신 상태 검사(MMSE)	26.59	27.23	−1.69	0.092
판단과 문제해결능력	4.41	4.71	−1.77	0.078
이름대기	3.62	3.78	−2.06	0.041
단어목록기억검사 - 즉각회상	15.48	17.28	−2.35	0.020
단어목록기억검사 - 지연회상	4.21	5.15	−2.57	0.011
단어목록기억검사 - 재인	8.01	8.77	−2.66	0.009
논리기억 - 즉각회상	8.41	10.31	−2.62	0.010
논리기억 - 지연회상	7.18	8.76	−2.16	0.032
논리기억 - 재인	10.21	11.38	−3.86	0.000
선로 잇기 검사 A	0.33	0.35	−1.95	0.053
선로 잇기 검사 B	0.30	0.32	−2.23	0.027
지우기	38.51	42.87	−1.93	0.055
레이븐 누진행렬검사	10.39	11.38	−2.11	0.037
HRS 숫자배열검사	498.98	499.46	−0.08	0.939
동물 유창성	12.75	13.46	−1.13	0.258
보스톤 이름대기 검사	11.00	12.08	−2.72	0.007
구성 - 복사	10.07	10.19	−0.52	0.601
구성 - 지연회상	5.52	6.73	−2.86	0.005

† 인지검사 수행의 평균

뇌연령

PLS을 실시한 결과 4개의 요소를 추출하는 것이 가장 적절한 것으로 나타났다. 그림 8을 보면, 4개의 요소를 종합하여 뇌연령을 추정할 때, 실제 연령에 대한 설명력이 높고 평균 제곱근 오차가 낮아서 가장 정확한 것으로 나타났다(R^2=0.41, RMSE=9.01). 실제 나이와 모델을 통하여 구해진 뇌연령 간의 관계는 그림 9에서 볼 수 있다. 실제 나이와 뇌연령 간의 R^2 값은 .27이었다.

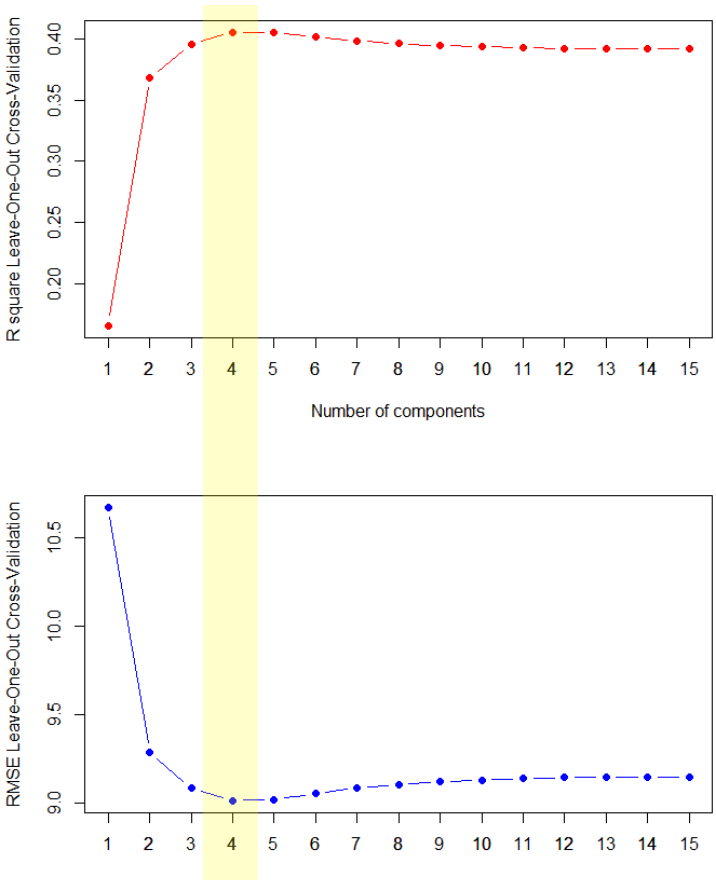


그림 8. PLS 모델의 결정계수(R square)와 RMSE

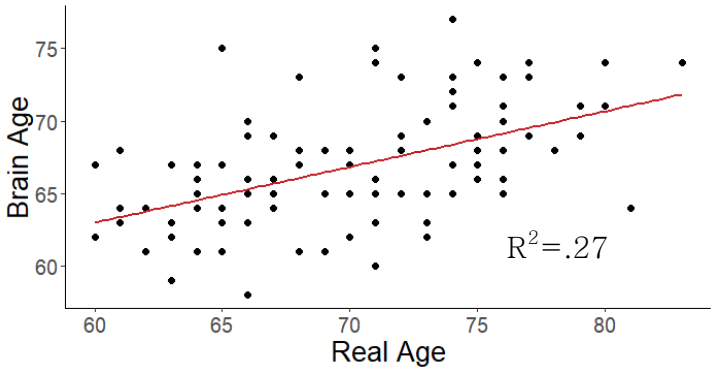


그림 9. 실제 연령과 뇌연령의 관계

또한 연구참가자의 뇌연령이 실제 나이와 성별, 교육연한과 어떤 관련이 있는지는 표 16에 나와 있다. 나이는 실제연령과 .52의 상관(p<.000)을 보였고, 성별과는 .28의 상관(p=.006)이 관찰되었다. 반면, 교육연한과는 상관이 나타나지 않았다.

표 16. 나이, 성별, 교육연한과 뇌연령의 상관관계

	나이	성별	교육연한
뇌연령	.52**	.28**	.02

* <.05, ** <.025.
성별: 1=male, 2= female.

162개의 피질 두께, 피질하 및 소뇌의 부피 중 뇌연령에 크게 기여하는 영역은 표 17과 같다. 선행연구의 모델과 유사하게 해마(hippocampus)와 측두엽(temporal), 섬엽(insula) 영역의 피질 두께가 뇌연령의 추정에 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다.

표 17. PLS 뇌연령 모델의 상관계수

순서	뇌 영역	상관계수
1	L hippocampus	−1.89
2	R Planum temporale or temporal plane of the superior temporal gyrus	−1.82
3	R Superior segment of the circular sulcus of the insula	−1.80
4	L Lateral occipito−temporal gyrus (fusiform gyrus, O4−T4)	−1.76
5	R hippocampus	−1.74
6	L Planum temporale or temporal plane of the superior temporal gyrus	−1.70
7	R Anterior transverse temporal gyrus (of Heschl)	−1.65
8	L Anterior transverse temporal gyrus (of Heschl)	−1.64
9	R Inferior segment of the circular sulcus of the insula	−1.61
10	L Inferior segment of the circular sulcus of the insula	−1.60

R, right; L, left

뇌연령과 인지기능

뇌연령은 각각의 인지검사의 수행과 통계적으로 유의미한 관계가 관찰되지 않았다. 뇌연령은 4개의 직교하는 요소들의 결합을 통하여

측정되었는데, 이들 각각의 요소와 인지검사의 수행 간의 관계는 표 18에서 확인할 수 있다. 4개의 요소 중 특히 두 번째 요소는 논리기억-재인, 선 잇기 검사 B, 동물 유창성과 유의한 상관을 보였고, 세 번째 요소는 논리기억-재인 및 숫자배열검사와 관련이 있는 것으로 나타났다.

표 18. 인지검사 수행과 뇌연령 및 뇌연령 구성요소 간의 편상관

인지검사	BA	BA1	BA2	BA3	BA4
간이 정신 상태 검사(MMSE)	0.06	0.08	0.11	0.20*	−0.10
판단과 문제해결능력	0.02	0.16	−0.03	−0.01	−0.14
이름대기	−0.02	0.07	−0.08	−0.03	−0.05
단어목록기억검사 - 즉각회상	−0.07	0.04	0.10	0.10	0.03
단어목록기억검사 - 지연회상	−0.13	0.07	0.09	0.11	0.05
단어목록기억검사 - 재인	−0.15	0.13	0.10	0.08	−0.03
논리기억 - 즉각회상	−0.12	0.12	0.12	0.19*	−0.07
논리기억- 지연회상	−0.14	0.17*	0.01	0.13	−0.07
논리기억 - 재인	−0.07	−0.02	0.22**	0.25***	−0.08
선로 잇기 검사 A	0.06	0.00	0.18*	0.07	0.06
선로 잇기 검사 B	−0.03	−0.05	0.24***	0.08	0.13
지우기	0.03	−0.02	0.05	0.02	−0.10
레이븐 누진행렬검사	0.00	0.21**	0.20*	0.06	0.10
숫자재열검사	0.04	−0.06	0.15	0.35***	0.18*
동물 유창성	−0.11	−0.06	0.26***	0.01	0.14
보스톤 이름대기 검사	−0.06	0.16	0.06	0.02	−0.04
구성- 복사	−0.06	−0.02	0.12	0.07	0.12
구성-지연회상	0.10	0.07	0.07	−0.04	0.04

* <.1, ** <.05, *** <.025
나이, 성별, 교육연한이 통제됨.

개별 인지검사와 유사하게 요인점수에서도 뇌연령은 유의한 상관관계가 관찰되지 않았다. 하지만, 뇌연령을 구성하는 두 번째 요소는 집행기능 및 언어기능과 관련되었다. 또한 지남력은 네 번째 요소와 유의한 관계가 관찰되었다.

표 19. 인지 영역과 뇌연령 및 뇌연령 구성요소 간의 편상관

인지 영역	BA	BA1	BA2	BA3	BA4
지남력	0.11	0.09	0.02	0.10	−0.20**
기억	−0.07	0.11	0.18*	0.15	0.01
집행기능	0.01	0.05	0.26***	0.18*	0.10
언어	−0.03	0.10	0.23***	0.18*	0.04
시공간능력	−0.06	−0.02	0.12	0.07	0.12

* <.1, ** <.05, *** <.025
나이, 성별, 교육연한이 통제됨.

백질병변

백질병변의 부피는 연령이 증가함에 따라 양이 많아지며, 평균은 4.8ml이며 표준편차는 5.66인 것으로 나타났다. 백질병변은 왼쪽으로 치우친 분포를 보이기 때문에 로그변환을 하였으며, 로그변환한 백질병변의 분포는 그림 9와 같다.

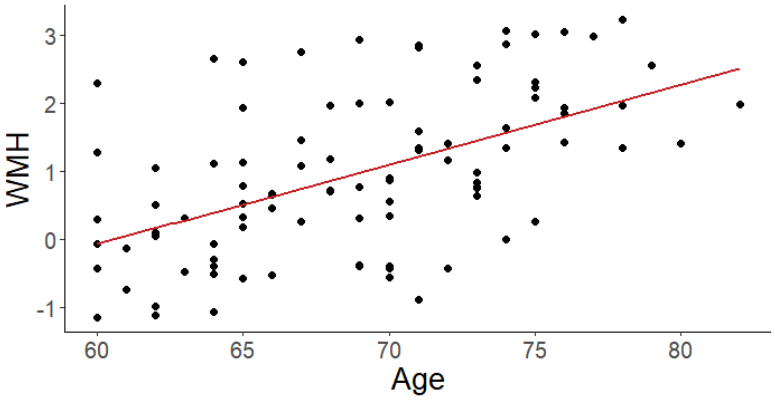


그림 10. 백질병변(WMH)의 분포 (N=96)

백질병변과 인지기능

전체 뇌의 백질병변은 개별 인지검사 및 요인점수와 상관이 관찰되지 않았다. 추가적으로 각각의 백질 신경로에 위치한 백질병변과 인지검사 및 요인점수와의 상관을 살펴보면, 선로 잇기 검사 B와 구성-지연회상 수행은 구상속(uncinate fasciculus)의 백질병변과 관련이 있었다.

한편, 성별을 나누어 살펴보았을 때 백질병변은 남성보다 여성에게

좀 더 영향을 미치는 것으로 보인다. 여성은 지남력은 전체 백질병변 및 피질척수로(corticospinal), 상세로다발(superior longitudinal fasciculus), 하세로다발(inferior longitudinal fasciculus) 영역의 백질과 상관이 관찰되었다. 또한 단어목록기억검사(즉각)는 하전두후두속(inferior fronto-occipital fasciculus), 구성(복사)는 구상속(uncinate fasciculus) 영역의 백질병변과 수행이 관련이 있었다. 반면 남성의 경우 단어목록기억검사(지연)과 구상속(uncinate fasciculus) 및 피질척수로(corticospinal)의 상관이 관찰되었다.

표 20. 인지검사 수행과 WMH의 편상관

인지검사	WMH	InfFronOcciFasc	UncinateFasc	Corticospinal	InfLongiFasc	AntThalaRad	SupLongiFasc
간이 정신 상태 검사(MMSE)	−0.09	−0.14*	−0.01	−0.22	−0.19	−0.01*	−0.02
판단과 문제해결능력	0.05	0.08	−0.03	−0.07	−0.04	0.11	−0.05
이름대기	0.09	0.06	−0.13	−0.06	−0.07	0.14	−0.05
단어목록기억검사 - 즉각회상	0.06	0.05	−0.09	−0.11	−0.08	0.12	−0.08
단어목록기억검사 - 지연회상	0.01	−0.10	−0.17	−0.13	−0.08	−0.05	−0.09
단어목록기억검사 - 재인	−0.09	−0.14	−0.01	−0.22	−0.19	−0.01	−0.19
논리기억 - 즉각회상	0.05	0.08	−0.03	−0.07	−0.04	0.11	−0.05
논리기억- 지연회상	0.09	0.06	−0.13	−0.06	−0.07	0.14	−0.05
논리기억 - 재인	0.06	0.05	−0.09	−0.11	−0.08	0.12	−0.08
선로 잇기 검사 A	0.01	−0.10	−0.17	−0.13	−0.08	−0.05	−0.09
선로 잇기 검사 B	−0.09	−0.14	−0.23**	−0.22	−0.19	−0.01	−0.19
지우기	0.05	0.08	−0.03	−0.07	−0.04	0.11	−0.05
레이븐 누진행렬검사	0.09	0.06	−0.13	−0.06	−0.07	0.14	−0.05
숫자재열검사	0.06	0.05	−0.09	−0.11	−0.08	0.12	−0.08
동물 유창성	0.01	−0.10	−0.17	−0.13	−0.08	−0.05	−0.09
보스톤 이름대기 검사	−0.09	−0.14	−0.01	−0.22	−0.19	−0.01	−0.19
구성- 복사	0.05	0.08	−0.03	−0.07	−0.04	0.11	−0.05
구성-지연회상	0.09	0.06	−0.13**	−0.06	−0.07	0.14	−0.05

InfFronOcciFasc, inferior fronto−occipital fasciculus; UncinateFasc, uncinate fasciculus; Corticospinal, corticospinal; InfLongiFasc, inferior longitudinal fasciculus; AntThalaRad, anterior thalamic radiation; SupLongiFasc, superior longitudinal fasciculus.

* <.1, ** <.05, *** <.025

나이, 성별, 교육연한이 통제됨.

표 21. 인지 영역과 WMH의 편상관

인지 영역	WMH	InfFronOcciFasc	UncinateFasc	Corticospinal	InfLongiFasc	AntThalaRad	SupLongiFasc
지남력	−0.09	−0.14	−0.01	−0.22	−0.19*	−0.01	−0.19*
기억	0.05	0.08	−0.03	−0.07	−0.04	0.11	−0.05
집행기능	0.09	0.06	−0.13	−0.06	−0.07	0.14	−0.05
언어	0.06	0.05	−0.09	−0.11	−0.08	0.12	−0.08
시공간능력	0.01	−0.10	−0.17*	−0.13	−0.08	−0.05	−0.09

InfFronOcciFasc, inferior fronto−occipital fasciculus; UncinateFasc, uncinate fasciculus; Corticospinal, corticospinal; InfLongiFasc, inferior longitudinal fasciculus; AntThalaRad, anterior thalamic radiation; SupLongiFasc, superior longitudinal fasciculus.

* <.1, ** <.05, *** <.025

나이, 성별, 교육연한이 통제됨.

삶의 목적

각각의 인지 영역이 삶의 목적과 얼마나 관련 있는지 알아보기 위하여 인지기능에 영향을 미치는 나이, 성별, 교육연한을 통제한 후 편상관분석을 실시하였다. 분석 결과, 삶의 목적은 집행기능 및 언어능력과 관련이 있었다.

표 22. 인지 영역과 삶의 목적의 편상관

	지남력	기억	집행기능	언어	시공간능력
삶의 목적	−0.12	0.20	0.23*	0.22*	0.14

나이, 성별, 교육연한이 통제됨.
* <.05, ** <.025

일상생활 활동

각각의 인지 영역이 일상생활 활동과 어떤 관계를 갖는지 살펴보기 위해서 인지기능에 영향을 미치는 나이, 성별, 교육연한을 통제한 편상관분석을 실시하였다. 분석 결과(표 23), 일상생활 활동은 집행기능 및 언어능력과 유의한 상관이 관찰되었다. 일상생활 활동은 사회적, 신체적, 인지적 활동으로 구성되는데, 이 중 읽기와 컴퓨터 사용으로 대표되는 인지적 활동이 집행기능 및 언어능력과 유의한 관련이 있었다. 다른 사회적, 신체적 활동은 유의한 상관 관계가 나타나지 않았다.

표 23. 인지 영역과 일상생활 활동(본인 응답)

	지남력	기억	집행기능	언어	시공간능력
전체	0.11	0.15	0.26**	0.22*	0.11
인지적	0.15	0.17	0.25**	0.22*	0.03
신체적	−0.09	0.06	0.03	0.06	0.18
사회적	0.04	−0.02	0.11	0.04	0.06

나이, 성별, 교육연한이 통제됨
.* <.05, ** <.025

지인조사를 통하여 조사된 집 안과 밖에서 이루어지는 여러 활동들이 미치는 영향을 추가로 알아보았다. 집 안에서 하는 활동은 TV

보기, 읽기, 컴퓨터 사용하기, 집안일 등을 측정하며 기억, 집행기능, 언어능력과 관련이 있었다. 반면 집 밖에서 하는 활동은 가게에서 물건사기, 일/자원봉사, 산책하기, 운동하기 등을 포함하며, 인지능력과 유의미한 관계가 관찰되지 않았다. 일상생활 활동을 유형으로 나누어 살펴보면, TV 보기, 읽기, 컴퓨터 사용하기 등의 인지적 활동에서 유의한 상관관계가 관찰되었다.

표 24. 인지 영역과 일상생활 활동(지인 응답)

	지남력	기억	집행기능	언어	시공간능력
집안	0.02	0.25**	0.23*	0.26**	0.08
집밖	0.00	−0.10	0.01	−0.06	0.05
인지적 활동	0.03	0.35**	0.37**	0.39**	0.18
신체적 활동	−0.06	0.06	0.12	0.09	0.14
사회적 활동	0.05	−0.15	−0.10	−0.14	−0.06

나이, 성별, 교육연한이 통제됨
.* <.05, ** <.025

논의

K-HCAP 인지검사가 좀 더 기저에 위치하는 뇌와 어떤 관련이 있는지 알아본 결과, 노화와 관련된 뇌의 변화를 반영하는 뇌연령은 나이, 성별, 교육연한 통제한 후 인지기능과 유의한 상관관계를 보이지 않았으나, 뇌연령을 구성하는 하위 요소는 일부 집행기능 및 기억 기능과 상관을 보였다. 특히 뇌연령을 구성하는 2번째 요소의 점수가 인지기능과 관련이 많았는데, 이 2번째 요소는 인구통계학적 특성 중 교육연한과 유의한 상관이 관찰되었다. 이를 통해 해당 요소가 인지기능과 관련된 뇌의 변화와 관련이 있음을 추론해 볼 수 있다. 그동안 뇌연령은 주로 노화와 관련된 뇌의 변화를 요약하는 단일한 측정치로 사용되어 왔는데, 이러한 결과는 노화에서 나타나는 다양한 과정을 세분화하여 생각해 봐야할 필요성을 제기한다. 뇌연령과 인지기능의 관계를 조사한 선행연구는 다소 비일관적인 결과를 보이고 있다(Boyle et al., 2021). 예를 들어 실제 연령과 뇌연령의 차이값은 언어 유창성과 유의한 상관관계가 관찰(Franke et al., 2013)되었으나,

이후 또 다른 연구에서는 유의하지 않았다(Richard et al., 2018).

또한 전체 뇌의 백질병변(WMH)은 나이, 성별, 교육연한 통제한 후 인지기능과 유의한 상관관계를 보이지 않았으나, 백질병변이 나타나는 위치를 나누어서 보았을 때 선로 잇기 검사 B와 구성-지연회상 수행은 구상속(uncinate fasciculus)의 백질병변과 관련이 있었다. 선행연구에서도 선로 잇기 검사의 수행완료 시간이 긴 것은 구상속의 구조적 특성과 관련이 있음이 확인되었다(MacPherson et al., 2017; Diao et al., 2015). 선행연구에 의하면 백질병변은 대체로 인지감퇴와 상관이 관찰되는 것으로 나타나지만, 특히 횡단 연구에서는 비일관적인 결과가 보고되는데 이는 연구에 포함된 연구참가자의 연령과 백질병변의 분포, 인지손상의 정도에 따라 인지기능과의 관련성에 차이가 나타나는 것으로 보인다.

위와 같이 뇌연령과 백질병변이 부분적인 측정치에서 인지기능과 관련이 있는 것은 노화에 따른 뇌의 변화가 폭넓게 나타나는 중에 일부 변화가 인지기능에 영향을 주는 것임을 시사한다. 선행연구에 의하면 노화와 관련된 뇌 변화의 종류는 매우 많으며, 개인마다 겪게 되는 변화도 다양하게 나타난다. 그리고 인지기능에 영향을 주는 뇌 변화에도 개인차가 크게 나타난다(Boyle et al., 2018; Casaletto et al., 2019). 이러한 다양성은 나아가 인지기능 손상에 대한 치료 방법도 개인에 따라 차별화되어야 함을 시사한다.

다음으로 삶의 목적과 일상생활 활동이 인지기능과 관련이 있는지에 대하여 알아보았다. 그 결과 삶의 목적과 일상생활 활동은 높은 집행기능 및 언어능력과 관련이 있었다. 삶의 목적은 인생의 방향과 목적을 가지고 있는지, 앞으로의 일들에 대하여 생각하고 있는지를 측정하는 변수로, 인지기능과 밀접한 관련이 있는 것으로 연구되고 있다. Lewis 등(2017)의 연구에서는 Midlife in the United States study(MIDUS)의 참가자들을 대상으로 삶의 목적이 더 높은 기억, 집행기능, 전반적인 인지기능과 관련이 있음을 확인하였다. 다만 횡단분석을 하였기 때문에 삶의 목적이 인지기능 감퇴에 대한 보호요인으로 작용하는지 인과 관계를 알 수는 없었다. 이후 Kim 등(2019)의 연구에서는 HRS 참가자들의 종단 자료를 분석하여 삶의 목적이 인지감퇴에 대한 보호요인으로 작용함을 관찰하였다. 그리고 이러한 효과는 나이가 더 많은 사람에서 크게 나타났다.

삶의 목적은 실존적인 개념이지만, 여러 건강 변수와 관련이 있다. 삶의 목적은 사망률과 심혈관질환, 신체기능, 면역기능, 염증반응 등과

관련이 있는 것으로 나타난다(Boyle et al., 2021; Cohen et al., 2016; Friedman et al., 2007; Kim et al., 2013, 2017; Koizumi et al., 2008). 본 연구에서도 삶의 목적은 인지기능 뿐만 아니라 백질병변과도 관련이 있었는데, 백질병변에 영향을 미칠 수 있는 나이, 성별, 백질 부피, 고혈압의 요인을 통제하고 유의한 상관이 관찰되었다. 즉 삶의 목적이 높은 노인들은 백질병변의 부피가 적게 나타났다. 백질병변 또한 고혈압 등의 심혈관 질환 및 염증반응과 관련이 있는 것으로 연구되고 있다(Raz et al., 2012). 이러한 연구 결과는 삶의 목적이 신경병리적 과정을 거쳐 인지기능에 영향을 줄 수 있음을 추론해 볼 수 있게 한다.

일상생활 활동 또한 높은 인지기능과 관련이 있었다. 참가자들에게 직접 질문한 일상생활 활동은 집행기능 및 언어능력과 관련이 있었으며, 특히 인지적 활동의 영향이 큰 것으로 나타났다. 그리고 지인조사를 통해 얻어진 일상생활 활동(실내 활동)은 기억, 집행기능 및 언어능력과 관련이 있었으며, 이 역시 인지적 활동의 영향이 큰 것으로 나타났다. 인지적 활동 측정치에는 공통적으로 읽기와 컴퓨터 사용이 포함되었고, 인지적 활동은 다른 신체적, 사회적 활동들보다 보호요인의 역할을 하는 것 같다. 다양한 유형의 활동들이 인지기능에 미치는 영향을 알아본 연구에 의하면, 인지적으로 자극이 되는 새로운 활동에 참여하는 것이 인지기능의 향상에 도움이 되었다(Lee et al., 2019; Park et al., 2014). 하지만 일상생활 활동이 인지적, 신체적, 사회적 활동 등으로 분명하게 분류되는 것은 아니기 때문에 각 활동의 특성을 고려할 필요가 있다. 또한 지인조사를 통해 얻어진 수검자의 일상생활 활동에의 참여 정도 또한 보호요인으로 작용한다는 점은 지인조사를 통해 수검자의 일상생활 활동참여 정도를 신뢰롭게 측정할 수 있음을 시사한다.

논의

본 연구에서는 전세계적으로 사용되고 있는 HCAP(Harmonized Cognitive Assessment Protocol) 도구를 한국에 처음 도입하여 타당화하는 작업을 진행하였다. HCAP은 경도인지장애나 치매에 영향을 미치는 요인을 탐색하고, 경도인지장애와 치매의 유병률, 의료 및 사회경제적 비용을 추정하고, 이로 인하여 나타나는 결과를 더 잘 측정하기 위한 데이터를 수집하기 위해 개발된 검사 프로토콜이다. 또한 HCAP은 국가 간 인지수행을 비교하고, 경도인지장애와 치매에 영향을 미치는 요인, 치매의 유병률, 이로 인한 영향을 국가 간 비교하는 다학제적 연구를 촉진하고자 한다. 따라서 HCAP은 노인 인구가 빠르게 증가하고 있고, 이에 따라 치매 환자의 수도 꾸준히 증가하고 있는 한국에서 매우 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

본 연구에서는 HCAP을 한국에서 실시하기 위하여, 한국에서의 상황을 고려하여 검사를 구성하고 여러 유형의 타당도를 확인하였다. 연구 1에서는 요인분석을 통해 HCAP 인지검사의 구성 타당도를 확인하였고, 일상생활 기능과의 편상관분석을 통해 생태학적 타당도를 확인하였다. 그리고 연구 2에서는 노화관련 뇌 변수를 통해 준거 타당도를 검증하고, 나아가 선행연구에서의 연구 결과가 반복 검증되는지를 알아보았다. 이러한 결과는 K-HCAP을 향후 국내 노인 연구에서 타당하게 사용할 수 있음을 시사한다.

그동안 한국에서의 인지노화 및 치매 연구는 여러 한계가 존재하였다. 2020년 과학기술정보통신부와 보건복지부가 출범한 치매극복연구개발사업단의 배경에는 이러한 한계가 잘 드러난다. 먼저 한국의 치매 연구는 그 결과가 통합되지 못하고 산재되어 있으며, 기초-임상 연계 시스템이 부재하고, 좁은 연구자간 네트워크로 인하여 연구개발 속도가 느리며, 산발적이고 소규모의 연구에 대한 중복 투자로 인하여 핵심기반기술 확보가 어렵고, 치매관련 연구의 인프라가 부족하다는 취약점이 있다. 한편 국제적으로는 치매 연구에 대한 경쟁이 심화되고 있는데, 현재 여러 선진국에서는 치매관련 연구에 대한 공격적 투자가 진행되고 있다. 이러한 상황에서 K-HCAP은 국내 노화 연구를 촉진하고, 나아가 치매 연구의 국제적 협력을 가능하게 할 수 있다는 점에서 의의가 있다.

K-HCAP은 도입 과정에서 한국 노인들의 특성을 고려하고자

하였다. 다른 선진국과 비교하였을 때, 한국 노인들 중에는 정규교육을 전혀 받지 못하거나 교육연한이 낮은 경우가 많다. 이에 지우기나 선로 잇기 검사 등 일부 인지검사를 수정하여 사용하였다. 또한 K-HCAP에 포함되어 있는 인지검사가 타당하게 실시되었는지 확인하기 위하여 지인조사, 심리사회적 질문지, 뇌영상 자료 등의 다양한 변수를 활용하였는데 이는 추후 다학제적 연구의 기초가 될 수 있다.

불과 30여년 후면 한국은 인구의 10명 중 4명이 65세 이상의 노인인 나라가 된다. 이에 따라 앞으로 노년기의 건강한 삶이 인구 정책의 중요한 축을 차지하게 될 것으로 예상된다. 특히 노화에 따른 변화는 개인차가 크게 나타나기 때문에, 성공적 노화와 관련된 요인들을 조사하는 것은 개인이 자신의 삶의 방식을 적절히 구성하고, 제도적으로 사회시스템을 개선하는데 필요할 것이다. K-HCAP을 통하여 한국 노인들의 전반적인 인지 수준을 알아보고, 뇌와 인지기능에 대한 보호요인이나 위험요인을 탐색하는 것은 유용할 뿐만 아니라 전세계가 공통적으로 당면한 문제에 대한 국가적 연구 협력에 참여할 수 있는 계기가 될 수 있을 것이다.

연구의 한계 및 추후 연구에서 고려할 점

본 연구는 전문가가 아닌 단기간의 교육을 받은 일반 면접원이 인지검사를 실시하였다. 이는 대규모 표본을 대상으로 하는 연구에서 유용한 방법이 될 수 있다. 하지만 여러가지 고려해야 할 점도 많다. 인지검사에 대한 이해가 부족할 경우, 표준화된 실시법을 따르지 못 할 수도 있고 예상치 못한 상황이 발생하였을 때에도 적절히 대처하기 어렵기 때문이다. 또한 자료가 수집된 이후에도 데이터의 질을 확보하기 위하여 많은 검사를 다시 확인하고 그 과정에서 오류를 많이 수정해야 했다. 하지만 대규모 연구를 위해 면접원이 인지검사를 실시한다면, 모든 연구참가자들의 검사지를 연구자가 확인하는 것은 어려울 수 있다. 따라서 좀 더 체계적이고 자동적으로 오류를 발견하고 즉각적으로 피드백이 이루어지도록 CPAI 프로그램을 보완해야할 필요성이 있다.

HCAP은 전반적으로 컴퓨터를 통해 실시되기 때문에, 기본적으로 면접원은 무리없이 컴퓨터를 사용할 수 있는 사람으로 모집하는 것이 중요하다. 교육 과정에는 전체 HCAP을 연속해서 실시해보는 평가 세션을 2회 정도 포함하는 것이 효율적일 것으로 보인다. 본 연구에서는 교육의 마지막 시간에 평가 세션을 포함하였는데, 이경우 평가에서

실수가 많이 발생하게 되면 교육시간이 추가로 할당해야 하는 문제가 나타났다. 또한 자료 조사가 진행되는 동안 가능한 실시간으로 각 면접원이 실시한 HCAP을 무작위로 검수하여, 반복적인 실수가 발생하는지 확인할 필요가 있다. CAPI 프로그램은 처음에 제작된 후, 교육을 거치면서 면접원들이 많이 보이는 실수를 고려하여 최대한 이해하지 쉽게 구성하고자 하였다. 하지만 응답을 입력할 때 가능한 작업기억이 요구되지 않도록 수정하면, 오류가 더 감소할 수 있을 것이다(예: 의미 유창성). 나아가 노트북이 아닌 태블릿의 사용을 고려해 볼 수 있을 것이다.

또한 연구 2는 인지기능과 뇌의 유지성과의 관계와 인지기능에 대한 보호요인을 알아보고자 이루어졌다. 이론적으로 이는 종단연구를 통해 검증될 수 있다. 하지만 본 연구는 횡단연구이기 때문에 도출된 관계의 인과성을 증명하기 어렵다. 예를 들어 삶의 목적을 가지고, 사회적으로 활발하게 활동하는 것은 인지기능을 유지하는데 도움이 될 수 있다. 하지만 반대로 삶의 목적과 활발한 사회적 활동은 높은 인지기능의 결과물일 수 있다. 이에 기존의 종단 연구(Kim et al., 2019)와 개입(intervention) 연구(James et al., 2011; Park et al., 2014)를 참고하면 삶의 목적이나 사회적 활동은 인지기능에 대한 보호요인으로 작용할 수 있음을 간접적으로 확인할 수 있다.

HCAP 검사의 측정질을 높이고 연구에서의 활용을 위해 몇 가지 변수를 추가하는 것을 고려해 볼 수 있다. 먼저 감각 기능의 손상을 좀 더 정밀하게 측정할 수 있는 질문지를 생각해 볼 수 있다. 대다수의 인지검사는 주로 시각이나 청각을 통해 제시되므로, 감각기능이 손상되어 처리해야 하는 자극을 잘 보지 못하거나 듣지 못하는 것은 수행에 부정적인 영향을 미치게 된다. 실제로 시력이나 청력에 문제가 있는지의 유무를 측정한 연구들은 노년기 감각기능의 손상이 낮은 인지기능과 관련됨이 보고되고 있다(Humes & Young, 2016). 또한 감각기능은 인지손상의 위험요인으로도 작용할 수 있다(Dupuis et al., 2015; Engel-Yeger & Rosenblum, 2021). 추후 연구에서는 감각 손상이 인지기능에 미치는 정도를 확인하고, 그 영향을 통제하기 위한 측정치를 포함하는 것이 필요해 보인다. 또한 웩슬러 지능 검사의 어휘(vocabulary) 소검사나 National Adult Reading Test(Nelson & Willison, 1991) 등 병전 지능을 추론해 볼 수 있는 검사가 포함되면, 노년기 인지기능을 이해하는데 도움이 될 것이다.

마지막으로 K-HCAP의 타당도와 더불어 신뢰도를 확인하는

작업이 실시되면, 연구도구의 측정질을 더 분명히 할 수 있을 것이다. 아직까지 인지검사를 (1) CAPI를 통해 (2) 면접원이 실시하는 것은 일반적이지 않다. 따라서 HCAP 인지검사 점수가 시간 간격을 두고 동일한 수검자에게 실시되었을 때 유사한지 확인하는 검사-재검사 신뢰도(test-retest reliability)와 둘 이상의 면접원이 검사를 실시하였을 때 그 결과가 유사한지 알아보는 평가자 간 신뢰도(inter-rater consistency reliability)를 확인할 필요성이 있다.

참고 문헌

Abbott, A. (2011). Dementia: A problem for our age. *Nature*, *475*(7355 SUPPL.). https://doi.org/10.1038/475S2a

Allaire, J. C., & Marsiske, M. (2002). Well- and ill-defined measures of everyday cognition: Relationships to older adults' intellectual ability and functional status. *Psychology and Aging*, *17*(1), 101–115. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3624763/pdf/nihms412728.pdf

Arevalo-Rodriguez, I., Smailagic, N., Ciapponi, A., Sanchez-Perez, E., Giannakou, A., Roquéi Figuls, M., Pedraza, O. L., Bonfill Cosp, X., & Cullum, S. (2015). Mini-Mental state examination (MMSE) for the detection of Alzheimer's disease and other dementias in people with mild cognitive impairment (MCI). *Cochrane Database of Systematic Reviews*, *3*. https://doi.org/10.1002/14651858.CD010783.pub2

Arokiasamy, P., Bloom, D. E., Lee, J., Feeney, K., & Ozolins, M. (2012). Longitudinal aging study in India: Vision, design, implementation and preliminary findings. *Aging in Asia: Findings from New and Emerging Data Initiatives*, *2011*, 36–74.

Banerjee, J., Jain, U., Khobragade, P., Weerman, B., Hu, P., Chien, S., Dey, S., Chatterjee, P., Saxton, J., Keller, B., Crimmins, E., Toga, A., Jain, A., Shanthi, G. S., Kurup, R., Raman, A., Chakrabarti, S. S., Varghese, M., John, J. P., ... Rajguru, C. (2019). Methodological considerations in designing and implementing the harmonized diagnostic assessment of dementia for longitudinal aging study in India (LASI–DAD). *Biodemography and Social Biology*, *65*(3), 189–213. https://doi.org/10.1080/19485565.2020.1730156

Beheshti, I., Maikusa, N., & Matsuda, H. (2019). Effects of aging on brain volumes in healthy individuals across adulthood. *Neurological Sciences*, 1191–1198. https://doi.org/10.1007/s10072-019-03817-3

Bennett, D. A., Buchman, A. S., Boyle, P. A., Barnes, L. L., Wilson, R. S., & Schneider, J. A. (2018). Religious Orders Study and Rush Memory and Aging Project. *Journal of Alzheimer's Disease*, *64*(s1), S161–S189. https://doi.org/10.3233/JAD-179939

Bentler, P. M. (1990). Comparative Fit Indices in Structural Equation Models. *Psychological Bulletin*, *107*(2), 238-246. https://www.proquest.com/openview/406cf51348db523a6386864ef3d873c2/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y%0Ahttps://escholarship.org/content/qt2mk8r49v/qt2mk8r49v.pdf

Bernaards, C. A., & Jennrich, R. I. (2005). Gradient projection algorithms and software for arbitrary rotation criteria in factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*, *65*(5), 770–790. https://doi.org/10.1177/0013164404272507

Blanchflower, D. G. (2021). Is happiness U-shaped everywhere? Age and subjective well-being in 145 countries. *Journal of Population*

Economics, *34*(2), 575–624. https://doi.org/10.1007/s00148-020-00797-z
Blazer, D. G., Yaffe, K., & Karlawish, J. (2015). Cognitive aging: A report from the Institute of Medicine. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, *313*(21), 2121–2122. https://doi.org/10.1001/jama.2015.4380
Blessed, G., Tomlinson, B.E., & Roth, M. (1968). The association between quantitative measures of dementia and of senile change in the cerebral grey matter of elderly subjects. *British Journal of Psychiatry*, *114*, 797–811.
Börsch-Supan, A., Brandt, M., Hunkler, C., Kneip, T., Korbmacher, J., Malter, F., Schaan, B., Stuck, S., & Zuber, S. (2013). Data resource profile: The survey of health, ageing and retirement in europe (share). *International Journal of Epidemiology*, *42*(4), 992–1001. https://doi.org/10.1093/ije/dyt088
Boyle, P. A., Barnes, L. L., Buchman, A. S., & Bennett, D. A. (2009). Purpose in life is associated with mortality among community-dwelling older persons. *Psychosomatic Medicine*, *71*(5), 574–579. https://doi.org/10.1097/PSY.0b013e3181a5a7c0
Boyle, P. A., Buchman, A. S., Barnes, L. L., & Bennett, D. A. (2010). Effect of a purpose in life on risk of incident Alzheimer disease and mild cognitive impairment in community-dwelling older persons. *Archives of General Psychiatry*, *67*(3), 304–310. https://doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2009.208
Boyle, P. A., Wang, T., Yu, L., Barnes, L. L., Wilson, R. S., & Bennett, D. A. (2021). Purpose in Life May Delay Adverse Health Outcomes in Old Age. *American Journal of Geriatric Psychiatry*, 1–8. https://doi.org/10.1016/j.jagp.2021.05.007
Boyle, P. A., Yu, L., Wilson, R. S., Leurgans, S. E., Schneider, J. A., & Bennett, D. A. (2018). Person-specific contribution of neuropathologies to cognitive loss in old age. *Annals of Neurology*, *83*(1), 74–83. https://doi.org/10.1002/ana.25123
Boyle, R., Jollans, L., Rueda-Delgado, L. M., Rizzo, R., Yener, G. G., McMorrow, J. P., Knight, S. P., Carey, D., Robertson, I. H., Emek-Savaş, D. D., Stern, Y., Kenny, R. A., & Whelan, R. (2021). Brain-predicted age difference score is related to specific cognitive functions: a multi-site replication analysis. *Brain Imaging and Behavior*, *15*(1), 327–345. https://doi.org/10.1007/s11682-020-00260-3
Brandt, J., Spencer, M., & Folstein, M. (1988). The telephone interview for cognitive status. In *Neuropsychiatry, Neuropsychology and Behavioral Neurology* (Vol. 1, Issue 2, pp. 111–117).
Brayne, C., McCracken, C., & Matthews, F. E. (2006). Cohort profile: The medical research council cognitive function and ageing study (CFAS). *International Journal of Epidemiology*, *35*(5), 1140–1145. https://doi.org/10.1093/ije/dyl199
Browne, M., & Cudeck, G. (1992). Alternative Ways of Assessing Model Fit. In *Sociological Methods and Research* (Vol. 21, Issue 2, pp. 230–

258).
Buckley, J. S., & Salpeter, S. R. (2015). A Risk-Benefit Assessment of Dementia Medications: Systematic Review of the Evidence. *Drugs and Aging*, *32*(6), 453–467. https://doi.org/10.1007/s40266-015-0266-9
Casaletto, K. B., Elahi, F. M., Staffaroni, A. M., Walters, S., Contreras, W. R., Wolf, A., Dubal, D., Miller, B., Yaffe, K., & Kramer, J. H. (2019). Cognitive aging is not created equally: differentiating unique cognitive phenotypes in "normal" adults. *Neurobiology of Aging*, *77*, 13–19. https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2019.01.007
Caviness, V. S., Lange, T. N., Makris, N., Herbert, M. R., & Kennedy, D. N. (1999). MRI-based brain volumetrics: Emergence of a developmental brain science. *Brain and Development*, *21*(5), 289–295. https://doi.org/10.1016/S0387-7604(99)00022-4
Chan, K. S., Gross, A. L., Pezzin, L. E., Brandt, J., & Kasper, J. D. (2015). Harmonizing Measures of Cognitive Performance Across International Surveys of Aging Using Item Response Theory. *Journal of Aging and Health*, *27*(8), 1392–1414. https://doi.org/10.1177/0898264315583054
Chey, J., Na, D. G., Tae, W. S., Ryoo, J. W., & Hong, S. B. (2006). Medial temporal lobe volume of nondemented elderly individuals with poor cognitive functions. *Neurobiology of Aging*, *27*(9), 1269–1279. https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2005.07.020
Cigolle, C. T., Langa, K. M., Kabeto, M. U., Tian, Z., & Blaum, C. S. (2007). Geriatric conditions and disability: The health and retirement study. *Annals of Internal Medicine*, *147*(3), 156–164. https://doi.org/10.7326/0003-4819-147-3-200708070-00004
Cohen, R., Bavishi, C., & Rozanski, A. (2016). Purpose in life and its relationship to all-cause mortality and cardiovascular events: A meta-analysis. *Psychosomatic Medicine*, *78*(2), 122–133. https://doi.org/10.1097/PSY.0000000000000274
Cole, J. H., Ritchie, S. J., Bastin, M. E., Valdés Hernández, M. C., Muñoz Maniega, S., Royle, N., Corley, J., Pattie, A., Harris, S. E., Zhang, Q., Wray, N. R., Redmond, P., Marioni, R. E., Starr, J. M., Cox, S. R., Wardlaw, J. M., Sharp, D. J., & Deary, I. J. (2017). Brain age predicts mortality. *Molecular Psychiatry*, *23*(5), 1385–1392. https://doi.org/10.1038/mp.2017.62
Costa, A., Bak, T., Caffarra, P., Caltagirone, C., Ceccaldi, M., Collette, F., Crutch, S., Della Sala, S., Démonet, J. F., Dubois, B., Duzel, E., Nestor, P., Papageorgiou, S. G., Salmon, E., Sikkes, S., Tiraboschi, P., Van Der Flier, W. M., Visser, P. J., & Cappa, S. F. (2017). The need for harmonisation and innovation of neuropsychological assessment in neurodegenerative dementias in Europe: Consensus document of the Joint Program for Neurodegenerative Diseases Working Group. *Alzheimer's Research and Therapy*, *9*(1), 1–15. https://doi.org/10.1186/s13195-017-0254-x
Crane, P. K., Trittschuh, E., Mukherjee, S., Saykin, A. J., Sanders, R. E., Larson, E. B., McCurry, S. M., McCormick, W., Bowen, J. D.,

Grabowski, T., Moore, M., Bauman, J., Gross, A. L., Keene, C. D., Bird, T. D., Gibbons, L. E., & Mez, J. (2017). Incidence of cognitively defined late-onset Alzheimer's dementia subgroups from a prospective cohort study. *Alzheimer's and Dementia*, *13*(12), 1307–1316. https://doi.org/10.1016/j.jalz.2017.04.011

Cronbach, L. J., & Meehl, P. E. (1955). Construct validity in psychological tests. *Psychological bulletin, 52*(4), 281.

Cronbach, L. J., & Meehl, P. E. (2017). Construct validity in psychological tests. *Research Design: The Logic of Social Inquiry*, *58*, 225–238. https://doi.org/10.4324/9781315128498

Crum, R. M., Anthony, J. C., Bassett, S. S., & Folstein, M. F. (1993). Population-Based Norms for the Mini-Mental State Examination by Age and Educational Level. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, *269*(18), 2386–2391. https://doi.org/10.1001/jama.1993.03500180078038

Cummings, J. L. (2006). Challenges to demonstrating disease-modifying effects in Alzheimer's disease clinical trials. *Alzheimer's and Dementia*, *2*(4), 263–271. https://doi.org/10.1016/j.jalz.2006.07.001

D'Arbeloff, T., Elliott, M. L., Knodt, A. R., Melzer, T. R., Keenan, R., Ireland, D., Ramrakha, S., Poulton, R., Anderson, T., Caspi, A., Moffitt, T. E., & Hariri, A. R. (2019). White matter hyperintensities are common in midlife and already associated with cognitive decline. *Brain Communications*, *1*, 1–7. https://doi.org/10.1093/braincomms/fcz041

Delis, D. C., Jacobson, M., Bondi, M. W., Hamilton, J. M., & Salmon, D. P. (2003). The myth of testing construct validity using factor analysis or correlations with normal or mixed clinical populations: Lessons from memory assessment. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *9*(6), 936–946. https://doi.org/10.1017/S1355617703960139

Destrieux, C., Fischl, B., Dale, A., & Halgren, E. (2010). Automatic parcellation of human cortical gyri and sulci using standard anatomical nomenclature. *NeuroImage*, *53*(1), 1–15. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.06.010

Diao, L., Yu, H., Zheng, J., Chen, Z., Huang, D., & Yu, L. (2015). Abnormalities of the uncinate fasciculus correlate with executive dysfunction in patients with left temporal lobe epilepsy. *Magnetic Resonance Imaging, 33*(5), 544-550.

Donovan, N. J., Okereke, O. I., Vannini, P., Amariglio, R. E., Rentz, D. M., Marshall, G. A., Johnson, K. A., Sperling, R. A., CR, J., NJ, D., RA, S., DM, R., YE, G., RS, W., IJ, D., RS, T., A, S., NJ, D., CM, P., ... C, W. (2016). Association of Higher Cortical Amyloid Burden With Loneliness in Cognitively Normal Older Adults. *JAMA Psychiatry*, *12*(2), 207–216. https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2016.2657

Dupuis, K., Pichora-Fuller, M. K., Chasteen, A. L., Marchuk, V., Singh, G., & Smith, S. L. (2015). Effects of hearing and vision impairments on the Montreal Cognitive Assessment. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *22*(4), 413–437. https://doi.org/10.1080/13825585.2014.968084

Engel-Yeger, B., & Rosenblum, S. (2021). Executive dysfunctions mediate between altered sensory processing and daily activity performance in older adults. *BMC Geriatrics*, *21*(1), 1–10. https://doi.org/10.1186/s12877-021-02032-0

Farron, M. R., Kabeto, M. U., Dey, A. B., Banerjee, J., Levine, D. A., & Langa, K. M. (2020). Hypertension and Cognitive Health Among Older Adults in India. *Journal of the American Geriatrics Society*, *68*(S3), S29–S35. https://doi.org/10.1111/jgs.16741

Fiocco, A. J., & Yaffe, K. (2010). Defining Successful Aging. *Archives of Neurology*, *67*(7), 876–880. https://doi.org/10.1001/archneurol.2010.130

Fisher, G. G., McArdle, J. J., McCammon, R. J., Sonnega, A., & Weir, D. R. (2013). *New Measures of Fluid Intelligence in the HRS*. 1–48.

Fjell, A. M., McEvoy, L., Holland, D., Dale, A. M., & Walhovd, K. B. (2014). What is normal in normal aging? Effects of aging, amyloid and Alzheimer's disease on the cerebral cortex and the hippocampus. *Progress in Neurobiology*, *117*, 20–40. https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2014.02.004

Fjell, A. M., Westlye, L. T., Grydeland, H., Amlien, I., Espeseth, T., Reinvang, I., Raz, N., Dale, A. M., & Walhovd, K. B. (2014). Accelerating cortical thinning: Unique to dementia or universal in aging? *Cerebral Cortex*, *24*(4), 919–934. https://doi.org/10.1093/cercor/bhs379

Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res.*, *12*(3), 189–198. https://doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6

Fotenos, A. F., Snyder, A. Z., Girton, L. E., Morris, J. C., & Buckner, R. L. (2005). Normative estimates of cross-sectional and longitudinal brain volume decline in aging and AD. *Neurology*, *64*(6), 1032–1039. https://doi.org/10.1212/01.WNL.0000154530.72969.11

Franke, K., Gaser, C., Manor, B., & Novak, V. (2013). Advanced BrainAGE in older adults with type 2 diabetes mellitus. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *5*(DEC), 1–9. https://doi.org/10.3389/fnagi.2013.00090

Friedman, E. M., Hayney, M., Love, G. D., Singer, B. H., & Ryff, C. D. (2007). Plasma interleukin-6 and soluble IL-6 receptors are associated with psychological well-being in aging women. *Health Psychology*, *26*(3), 305–313. https://doi.org/10.1037/0278-6133.26.3.305

Graham, C., & Pozuelo, J. R. (2017). Happiness, stress, and age: how the U curve varies across people and places. *Journal of Population Economics*, *30*(1), 225–264. https://doi.org/10.1007/s00148-016-0611-2

Gross, A. L., Khobragade, P. Y., Meijer, E., & Saxton, J. A. (2020). Measurement and Structure of Cognition in the Longitudinal Aging Study in India–Diagnostic Assessment of Dementia. *Journal of the American Geriatrics Society*, *68*(S3), S11–S19. https://doi.org/10.1111/jgs.16738

Gross, A. L., Sherva, R., Mukherjee, S., Newhouse, S., Kauwe, J. S. K., Munsie, L. M., Waterston, L. B., Bennett, D. A., Jones, R. N., Green, R. C., & Crane, P. K. (2014). Calibrating longitudinal cognition in Alzheimer's disease across diverse test batteries and datasets. *Neuroepidemiology*, *43*(3–4), 194–205. https://doi.org/10.1159/000367970

Hall, K. S., Gao, S., Emsley, C. L., Ogunniyi, A. O., Morgan, O., & Hendrie, H. C. (2000). Community screening interview for dementia (CSI 'D'); Performance in five disparate study sites. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *15*(6), 521–531. https://doi.org/10.1002/1099-1166(200006)15:6<521::AID-GPS182>3.0.CO;2-F

Hedden, T., & Gabrieli, J. D. E. (2004). Insights into the ageing mind: a view from cognitive neuroscience. *Nature Reviews. Neuroscience*, *5*(2), 87–96. https://doi.org/10.1038/nrn1323

Hedden, T., Schultz, A. P., Rieckmann, A., Mormino, E. C., Johnson, K. A., Sperling, R. A., & Buckner, R. L. (2016). Multiple Brain Markers are Linked to Age-Related Variation in Cognition. *Cerebral Cortex*, *26*(4), 1388–1400. https://doi.org/10.1093/cercor/bhu238

Hendrie, H. C., Ogunniyi, A., Hall, K. S., Baiyewu, O., Unverzagt, F. W., Gureje, O., Gao, S., Evans, R. M., Ogunseyinde, A. O., Adeyinka, A. O., Musick, B., & Hui, S. L. (2001). Incidence of Dementia and Alzheimer Disease in 2 Communities. *Jama*, *285*(6), 739. https://doi.org/10.1001/jama.285.6.739

Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, *6*(1), 1–55. https://doi.org/10.1080/10705519909540118

Hu, P., Lee, J., Beaumaster, S., Kim, J. K., Dey, S., Weir, D., & Crimmins, E. M. (2020). Cognitive Function and Cardiometabolic-Inflammatory Risk Factors Among Older Indians and Americans. *Journal of the American Geriatrics Society*, *68*(S3), S36–S44. https://doi.org/10.1111/jgs.16734

Hughes, C. P., Berg, L., Danziger, W. L., Coben, L. A., & Martin, R. L. (1982). A new clinical scale for the staging of dementia. *British Journal of Psychiatry*, *140*(6), 566–572. https://doi.org/10.1192/bjp.140.6.566

Humes, L. E., & Young, L. A. (2016). Sensory-cognitive interactions in older adults. *Ear and Hearing*, *37*, 52S-61S. https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000303

Ienca, M., Vayena, E., & Blasimme, A. (2018). Big data and dementia: Charting the route ahead for research, ethics, and policy. *Frontiers in Medicine*, *5*(FEB), 1–7. https://doi.org/10.3389/fmed.2018.00013

James, B. D., Wilson, R. S., Barnes, L. L., & Bennett, D. A. (2011). Late-life social activity and cognitive decline in old age. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *17*(6), 998–1005. https://doi.org/10.1017/S1355617711000531

Jones, R., Manly, J., Langa, K., Ryan, L., Levine, D., McCammon, R., & Weir, D. (2020). *Factor structure of the Harmonized Cognitive*

Assessment Protocol neuropsychological battery in the Health and Retirement Study. 1–22.
Jorm, A. F. (1994). A Short Form of the Informant Questionnaire on Cognitive Decline in the Elderly (Iqcode): Development and Cross-Validation. *Psychological Medicine*, *24*(1), 145–153. https://doi.org/10.1017/S003329170002691X
Jorm, Anthony F. (2004). The Informant Questionnaire on Cognitive Decline in the Elderly (IQCODE): A review. *International Psychogeriatrics*, *16*(3), 275–293. https://doi.org/10.1017/S1041610204000390
Katz, B., Turney, I., Lee, J. H., Amini, R., Ajrouch, K. J., & Antonucci, T. C. (2020). Race/Ethnic Differences in Social Resources as Cognitive Risk and Protective Factors. *Research in Human Development*, *17*(1), 57–77. https://doi.org/10.1080/15427609.2020.1743809
Kenny, D. A., Kaniskan, B., & McCoach, D. B. (2015). The Performance of RMSEA in Models With Small Degrees of Freedom. *Sociological Methods and Research*, *44*(3), 486–507. https://doi.org/10.1177/0049124114543236
Kim, E. S., Kawachi, I., Chen, Y., & Kubzansky, L. D. (2017). Association between purpose in life and objective measures of physical function in older adults. *JAMA Psychiatry*, *74*(10), 1039–1045. https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2017.2145
Kim, E. S., Sun, J. K., Park, N., & Peterson, C. (2013). Purpose in life and reduced incidence of stroke in older adults: "The Health and Retirement Study." *Journal of Psychosomatic Research*, *74*(5), 427–432. https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2013.01.013
Kim, G., Shin, S. H., Scicolone, M. A., & Parmelee, P. (2019). Purpose in Life Protects Against Cognitive Decline Among Older Adults. *American Journal of Geriatric Psychiatry*, *27*(6), 593–601. https://doi.org/10.1016/j.jagp.2019.01.010
Kiselica, A. M., & Benge, J. F. (2021). Neuropsychological equivalence of the clinical diagnosis of mild cognitive impairment in the National Alzheimer's coordinating center uniform data set and alzheimer's disease neuroimaging initiative. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, *50*(3), 231–236. https://doi.org/10.1159/000516413
Kline, R. B. (2015). *Principles and practice of structural equation modeling*. Guilford publications.
Koizumi, M., Ito, H., Kaneko, Y., & Motohashi, Y. (2008). Effect of having a sense of purpose in life on the risk of death from cardiovascular diseases. *Journal of Epidemiology*, *18*(5), 191–196. https://doi.org/10.2188/jea.JE2007388
Krishna, M., Beulah, E., Jones, S., Sundarachari, R., Saroja, A., Kumaran, K., Karat, S. C., Copeland, J. R. M., Prince, M., & Fall, C. (2016). Cognitive function and disability in late life: an ecological validation of the 10/66 battery of cognitive tests among community-dwelling older adults in South India. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *31*(8), 879–891. https://doi.org/10.1002/gps.4404
Kwak, S., Kim, H., Chey, J., & Youm, Y. (2018). Feeling how old i am:

Subjective age is associated with estimated brain age. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *10*(JUN), 1–11. https://doi.org/10.3389/fnagi.2018.00168

Lachman, M. E., Agrigoroaei, S., Tun, P. A., & Weaver, S. L. (2014). Monitoring Cognitive Functioning: Psychometric Properties of the Brief Test of Adult Cognition by Telephone. *Assessment*, *21*(4), 404–417. https://doi.org/10.1177/1073191113508807

Langa, K. M., Plassman, B. L., Wallace, R. B., Herzog, A. R., Heeringa, S. G., Ofstedal, M. B., Burke, J. R., Fisher, G. G., Fultz, N. H., Hurd, M. D., Potter, G. G., Rodgers, W. L., Steffens, D. C., Weir, D. R., & Willis, R. J. (2005). The aging, demographics, and memory study: Study design and methods. *Neuroepidemiology*, *25*(4), 181–191. https://doi.org/10.1159/000087448

Langa, K. M., Ryan, L. H., McCammon, R. J., Jones, R. N., Manly, J. J., Levine, D. A., Sonnega, A., Farron, M., & Weir, D. R. (2020). The Health and Retirement Study Harmonized Cognitive Assessment Protocol Project: Study Design and Methods. *Neuroepidemiology*, *54*(1), 64–74. https://doi.org/10.1159/000503004

Lee, J., Ganguli, M., Weerman, A., Chien, S., Lee, D. Y., Varghese, M., & Dey, A. B. (2020). Online Clinical Consensus Diagnosis of Dementia: Development and Validation. *Journal of the American Geriatrics Society*, *68*(S3), S54–S59. https://doi.org/10.1111/jgs.16736

Lee, J. H., Lee, K. U., Lee, D. Y., Kim, K. W., Jhoo, J. H., Kim, J. H., Lee, K. H., Kim, S. Y., Han, S. H., & Woo, J. I. (2002). Development of the Korean version of the Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease Assessment Packet (CERAD-K): Clinical and neuropsychological assessment batteries. *Journals of Gerontology – Series B Psychological Sciences and Social Sciences*, *57*(1), 47–53. https://doi.org/10.1093/geronb/57.1.P47

Lee, Y., Chi, I., & Palinkas, L. A. (2019). Retirement, Leisure Activity Engagement, and Cognition Among Older Adults in the United States. *Journal of Aging and Health*, *31*(7), 1212–1234. https://doi.org/10.1177/0898264318767030

Lewis, N. A., Turiano, N. A., Payne, B. R., & Hill, P. L. (2017). Purpose in life and cognitive functioning in adulthood. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *24*(6), 662–671. https://doi.org/10.1080/13825585.2016.1251549

Lövdén, M., Fratiglioni, L., Glymour, M. M., Lindenberger, U., & Tucker-Drob, E. M. (2020). Education and Cognitive Functioning Across the Life Span. *Psychological Science in the Public Interest*, *21*(1), 6–41. https://doi.org/10.1177/1529100620920576

Lowery, N., Ragland, J. D., Gur, R. C., Gur, R. E., & Moberg, P. J. (2004). Normative data for the symbol cancellation test in young healthy adults. *Applied Neuropsychology*, *11*(4), 218–221. https://doi.org/10.1207/s15324826an1104_8

MacPherson, S. E., Cox, S. R., Dickie, D. A., Karama, S., Starr, J. M., Evans, A. C., ... & Deary, I. J. (2017). Processing speed and the relationship between Trail Making Test-B performance, cortical thinning and

white matter microstructure in older adults. *Cortex, 95*, 92–103.
Meng, Q., Wang, H., Strauss, J., Langa, K. M., Chen, X., Wang, M., Qu, Q., Chen, W., Kuang, W., Zhang, N., Li, T., Wang, Y., & Zhao, Y. (2019). Validation of neuropsychological tests for the China Health and Retirement Longitudinal Study Harmonized Cognitive Assessment Protocol. *International Psychogeriatrics*, *2019*, 1709–1719. https://doi.org/10.1017/S1041610219000693
Mintzer, J., Donovan, K. A., Kindy, A. Z., Lock, S. L., Chura, L. R., & Barracca, N. (2019). Lifestyle Choices and Brain Health. *Frontiers in Medicine*, *6*(October), 1–11. https://doi.org/10.3389/fmed.2019.00204
Morris, J.C., Heyman, A., Mohs, R.C., Hughes, J.P., van Belle, G., Fillenbaum, G., Mellits, E.D., Clark, C., and the C. investigators. (1989). The Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease (CERAD). Part I. Clinical and neuropsychological assessment of Alzheimer's disease. *Neurology*, *39*, 1159–1165.
Morris, J. C. (1997). Clinical Dementia Rating: A reliable and valid diagnostic and staging measure for dementia of the Alzheimer type. *International Psychogeriatrics*, *9*(SUPPL. 1), 173–176. https://doi.org/10.1017/S1041610297004870
Mukadam, N., Sommerlad, A., Huntley, J., & Livingston, G. (2019). Population attributable fractions for risk factors for dementia in low-income and middle-income countries: an analysis using cross-sectional survey data. *The Lancet Global Health*, *7*(5), e596–e603. https://doi.org/10.1016/S2214-109X(19)30074-9
Nakhla, M. Z., Holiday, K. A., Filoteo, J. V., Zlatar, Z. Z., Malcarne, V. L., Lessig, S., Litvan, I., & Schiehser, D. M. (2021). Informant-Reported Cognitive Decline is Associated with Objective Cognitive Performance in Parkinson's Disease. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *27*(5), 439–449. https://doi.org/10.1017/S1355617720001137
Nelson, H. E., & Willison, J. (1991). The National Adult Reading Test (NART): Test Manual 2nd ed. *Windsor, UK: NFER-Nelson*, *124*(3), 0–25.
Nieuwenhuis-Mark, R. E. (2010). The death knoll for the MMSE: Has it outlived its purpose? *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, *23*(3), 151–157. https://doi.org/10.1177/0891988710363714
Nyberg, L., L??vd??n, M., Riklund, K., Lindenberger, U., & B??ckman, L. (2012). Memory aging and brain maintenance. *Trends in Cognitive Sciences*, *16*(5), 292–305. https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.04.005
O'Brien, J. T., Holmes, C., Jones, M., Jones, R., Livingston, G., McKeith, I., Mittler, P., Passmore, P., Ritchie, C., Robinson, L., Sampson, E. L., Taylor, J. P., Thomas, A., & Burns, A. (2017). Clinical practice with anti-dementia drugs: A revised (third) consensus statement from the British Association for Psychopharmacology. *Journal of Psychopharmacology*, *31*(2), 147–168. https://doi.org/10.1177/0269881116680924
Oberski, D., Byrnes, J., Vanbrabant, L., Savalei, V., Merkle, E., Hallquist, M., Barendse, M., & Scharf, F. (2021). *lavaan: Latent Variable*

Analysis. 1–106. https://lavaan.ugent.be
Pal, A., Biswas, A., Pandit, A., Roy, A., Guin, D., Gangopadhyay, G., & Senapati, A. K. (2016). Study of visuospatial skill in patients with dementia. *Annals of Indian Academy of Neurology*, *19*(1), 83–88. https://doi.org/10.4103/0972-2327.168636
Park, D. C., Lodi-Smith, J., Drew, L., Haber, S., Hebrank, A., Bischof, G. N., & Aamodt, W. (2014). The Impact of Sustained Engagement on Cognitive Function in Older Adults: The Synapse Project. *Psychological Science*, *25*(1), 103–112. https://doi.org/10.1177/0956797613499592
Prince, M. (2000). Dementia in developing countries: A consensus statement from the 10/66 Dementia Research Group. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *15*(1), 14–20. https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1166(200001)15:1<14::AID-GPS70>3.0.CO;2-8
Prince, M., Acosta, D., Ferri, C. P., Guerra, M., Huang, Y., Jacob, K. S., Llibre Rodriguez, J. J., Salas, A., Sosa, A. L., Williams, J. D., & Hall, K. S. (2011). A brief dementia screener suitable for use by non-specialists in resource poor settings-the cross-cultural derivation and validation of the brief Community Screening Instrument for Dementia. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *26*(9), 899–907. https://doi.org/10.1002/gps.2622
Prince, M. J., Wu, F., Guo, Y., Robledo, L. M. G., O'Donnell, M., Sullivan, R., & Yusuf, S. (2015). The burden of disease in older people and implications for health policy and practice. *The Lancet*, *385*(9967), 549–562. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61347-7
Prince, Martin, Ferri, C. P., Acosta, D., Albanese, E., Arizaga, R., Dewey, M., Gavrilova, S. I., Guerra, M., Huang, Y., Jacob, K. S., Krishnamoorthy, E. S., McKeigue, P., Rodriguez, J. L., Salas, A., Sosa, A. L., Sousa, R. M. M., Stewart, R., & Uwakwe, R. (2007). The protocols for the 10/66 dementia research group population-based research programme. *BMC Public Health*, *7*(generally 2000), 1–18. https://doi.org/10.1186/1471-2458-7-165
Pusswald, G., Tropper, E., Kryspin-Exner, I., Moser, D., Klug, S., Auff, E., Dal-Bianco, P., & Lehrner, J. (2015). Health-Related Quality of Life in Patients with Subjective Cognitive Decline and Mild Cognitive Impairment and its Relation to Activities of Daily Living. *Journal of Alzheimer's Disease*, *47*(2), 479–486. https://doi.org/10.3233/JAD-150284
Raven, J. (1981). *Manual for Raven's Progressive Matrices and Vocabulary Scales. Research supplement no. 1: The 1979 British standardization of the Standard Progressive Matrices and Mill Hill Vocabulary Scales, together with comparative data from earlier studies in the UK, US, Canada, Germany, and Ireland*. Oxford Psychologists Press/The Psychological Corporation.
Raven, J. (1989). The Raven Progressive Matrices: A Review of National Norming Studies and Ethnic and Socioeconomic Variation Within the United States. *Journal of Educational Measurement*, *26*(1), 1–16.

https://doi.org/10.1111/j.1745-3984.1989.tb00314.x
Raven, J. (2000). The Raven's Progressive Matrices: Change and Stability over Culture and Time. *Cognitive Psychology*, *41*(1), 1–48. https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0735
Raz, N., Ghisletta, P., Rodrigue, K. M., Kennedy, K. M., & Lindenberger, U. (2010). Trajectories of brain aging in middle-aged and older adults: Regional and individual differences. *NeuroImage*, *51*(2), 501–511. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.03.020
Raz, N., Yang, Y., Dahle, C. L., & Land, S. (2012). Volume of white matter hyperintensities in healthy adults: Contribution of age, vascular risk factors, and inflammation-related genetic variants. *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular Basis of Disease*, *1822*(3), 361–369. https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2011.08.007
Reitan, R. M. (1994). *Trail Making Test: Manual for administration and scoring*. Reitan Neuropsychology Laboratory.
Revelle, W. (2021). *psych: Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research*. 1–457. https://cran.r-project.org/web/packages/psych/psych.pdf
Richard, G., Kolskår, K., Sanders, A. M., Kaufmann, T., Petersen, A., Doan, N. T., Sánchez, J. M., Alnæs, D., Ulrichsen, K. M., Dørum, E. S., Andreassen, O. A., Nordvik, J. E., & Westlye, L. T. (2018). Assessing distinct patterns of cognitive aging using tissue-specific brain age prediction based on diffusion tensor imaging and brain morphometry. *PeerJ*, *2018*(11), 1–27. https://doi.org/10.7717/peerj.5908
Richards, M., Kuh, D., Hardy, R., & Wadsworth, M. (1999). Lifetime cognitive function and timing of the natural menopause. *Neurology*, *53*(2), 308–314. https://doi.org/10.1212/wnl.53.2.308
Ricker, J. H., & Axelrod, B. N. (1994). Analysis of an oral paradigm for the Trail Making Test. *Assessment, 1*(1), 47-51.
Rowe, J. W., & Kahn, R. L. (1987). Human Aging: Usual and Successful. *Science*, *237*(4811), 143–149. https://doi.org/10.1126/science.3299702
Rowe, J. W., & Kahn, R. L. (1997). Successful Aging. *The Cerontologist*, *37*(4), 433–440. https://doi.org/https://doi.org/10.1093/geront/37.4.433
Rueda, A. D., Lau, K. M., Saito, N., Harvey, D., Risacher, S. L., Aisen, P. S., Petersen, R. C., Saykin, A. J., & Farias, S. T. (2015). Self-rated and informant-rated everyday function in comparison to objective markers of Alzheimer's disease. *Alzheimer's and Dementia*, *11*(9), 1080–1089. https://doi.org/10.1016/j.jalz.2014.09.002
Russ, T. C., & Morling, J. R. (2012). Cholinesterase inhibitors for mild cognitive impairment. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, *9*. https://doi.org/10.1002/14651858.cd009132.pub2
Salat, D. H., Buckner, R. L., Snyder, A. Z., Greve, D. N., Desikan, R. S. R., Busa, E., Morris, J. C., Dale, A. M., & Fischl, B. (2004). Thinning of the cerebral cortex in aging. *Cerebral Cortex*, *14*(7), 721–730. https://doi.org/10.1093/cercor/bhh032
Salimi, S., Irish, M., Foxe, D., Hodges, J. R., Piguet, O., & Burrell, J. R.

(2018). Can visuospatial measures improve the diagnosis of Alzheimer's disease? *Alzheimer's and Dementia: Diagnosis, Assessment and Disease Monitoring*, *10*, 66–74. https://doi.org/10.1016/j.dadm.2017.10.004

Salthouse, T. A. (2010). Influence of Age on Practice Effects in Longitudinal Neurocognitive Change. *Neuropsychology*, *24*(5), 563–572. https://doi.org/10.1037/a0019026

Scherr, P. A., Albert, M. S., Funkenstein, H. H., Cook, N. R., Hennekens, C. H., Branch, L. G., White, L. R., Taylor, J. O., & Evans, D. A. (1988). Correlates of cognitive function in an elderly community population. *American Journal of Epidemiology*, *128*(5), 1084–1101. https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a115051

Schmidt, R., Ropele, S., Enzinger, C., Petrovic, K., Smith, S., Schmidt, H., Matthews, P. M., & Fazekas, F. (2005). White matter lesion progression, brain atrophy, and cognitive decline: The Austrian stroke prevention study. *Annals of Neurology*, *58*(4), 610–616. https://doi.org/10.1002/ana.20630

Schoeni, R. F., & Ofstedal, M. B. (2010). Key themes in research on the demography of aging. *Demography*, *47*(SUPPL.1), 5–15. https://doi.org/10.1353/dem.2010.0001

Shon, C., & Yoon, H. (2021). Health-economic burden of dementia in South Korea. *BMC Geriatrics*, *21*(1), 1–9. https://doi.org/10.1186/s12877-021-02526-x

Smith, J. A., Zhao, W., Yu, M., Rumfelt, K. E., Moorjani, P., Ganna, A., Dey, A. B., Lee, J., & Kardia, S. L. R. (2020). Association Between Episodic Memory and Genetic Risk Factors for Alzheimer's Disease in South Asians from the Longitudinal Aging Study in India–Diagnostic Assessment of Dementia (LASI-DAD). *Journal of the American Geriatrics Society*, *68*(S3), S45–S53. https://doi.org/10.1111/jgs.16735

Spencer, R. J., Wendell, C. R., Giggey, P. P., Katzel, L. I., Lefkowitz, D. M., Siegel, E. L., & Waldstein, S. R. (2013). Psychometric limitations of the mini-mental state examination among nondemented older adults: An evaluation of neurocognitive and magnetic resonance imaging correlates. *Experimental Aging Research*, *39*(4), 382–397. https://doi.org/10.1080/0361073X.2013.808109

Steptoe, A., Breeze, E., Banks, J., & Nazroo, J. (2013). Cohort profile: The English Longitudinal Study of Ageing. *International Journal of Epidemiology*, *42*(6), 1640–1648. https://doi.org/10.1093/ije/dys168

Stern, Y. (2009). Cognitive reserve. *Neuropsychologia*, *47*(10), 2015–2028. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.03.004

Stern, Y., Arenaza-Urquijo, E. M., Bartrés-Faz, D., Belleville, S., Cantilon, M., Chetelat, G., Ewers, M., Franzmeier, N., Kempermann, G., Kremen, W. S., Okonkwo, O., Scarmeas, N., Soldan, A., Udeh-Momoh, C., Valenzuela, M., Vemuri, P., Vuoksimaa, E., Arenaza Urquiljo, E. M., Bartrés-Faz, D., ... Vuoksimaa, E. (2018). Whitepaper: Defining and investigating cognitive reserve, brain reserve, and brain maintenance. *Alzheimer's & Dementia*, 1–7.

https://doi.org/10.1016/j.jalz.2018.07.219
Sutin, A. R., Stephan, Y., Gerend, M. A., Robinson, E., Daly, M., & Terracciano, A. (2020). Perceived weight discrimination and performance in five domains of cognitive function. *Journal of Psychosomatic Research*, *131*(August 2019), 109793. https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2019.109793
Sutin, A. R., Stephan, Y., Luchetti, M., & Terracciano, A. (2019). Five-factor model personality traits and cognitive function in five domains in older adulthood. *BMC Geriatrics*, *19*(1), 1–10. https://doi.org/10.1186/s12877-019-1362-1
Sutin, A. R., Stephan, Y., & Terracciano, A. (2019). Self-Reported Personality Traits and Informant-Rated Cognition: A 10-Year Prospective Study. *Journal of Alzheimer's Disease*, *72*(1), 181–190. https://doi.org/10.3233/JAD-190555
Tucker-Drob, E. M. (2011). Neurocognitive Functions and Everyday Functions Change Together in Old Age. *Neuropsychology*, *25*(3), 368–377. https://doi.org/10.1037/a0022348
Valenzuela, M. J., & Sachdev, P. (2006). Brain reserve and cognitive decline: A non-parametric systematic review. *Psychological Medicine*, *36*(8), 1065–1073. https://doi.org/10.1017/S0033291706007744
Wechsler, D. (1987). *Wechsler memory scale revised*. The psychological corporation. New York.
Weir, D., Mccammon, R., Ryan, L., & Langa, K. (2014). Cognitive Test Selection for the Harmonized Cognitive Assessment Protocol (HCAP). *Ann Arbor, Michigan: Institute for Social Research, University of Michigan; 2014.*, *October*. http://hrsonline.isr.umich.edu/sitedocs/userg/HCAP_testselection.pdf
Wesnes, K. A. (2014). Moving beyond the pros and cons of automating cognitive testing in pathological aging and dementia: The case for equal opportunity. *Alzheimer's Research and Therapy*, *6*(8), 1–8. https://doi.org/10.1186/s13195-014-0058-1
Whiteside, D. M., Kealey, T., Semla, M., Luu, H., Rice, L., Basso, M. R., & Roper, B. (2016). Verbal Fluency: Language or Executive Function Measure? *Applied Neuropsychology:Adult*, *23*(1), 29–34. https://doi.org/10.1080/23279095.2015.1004574
Wong, C. G., Thomas, K. R., Edmonds, E. C., Weigand, A. J., Bangen, K. J., Eppig, J. S., Jak, A. J., Devine, S. A., Delano-Wood, L., Libon, D. J., Edland, S. D., Au, R., & Bondi, M. W. (2019). Neuropsychological criteria for mild cognitive impairment in the framingham heart study's old-old. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, *46*(5–6), 253–265. https://doi.org/10.1159/000493541
Wong, R., Michaels-Obregon, A., & Palloni, A. (2017). Cohort profile: The Mexican Health and aging study (MHAS). *International Journal of Epidemiology*, *46*(2), 1–10. https://doi.org/10.1093/ije/dyu263
Xavier Gómez-Olivé, F., Montana, L., Wagner, R. G., Kabudula, C. W., Rohr, J. K., Kahn, K., Bärnighausen, T., Collinson, M., Canning, D., Gaziano, T., Salomon, J. A., Payne, C. F., Wade, A., Tollman, S. M., & Berkman, L. (2018). Cohort profile: Health and ageing in Africa: A longitudinal

study of an indepth community in South Africa (HAALSI). *International Journal of Epidemiology*, *47*(3), 689-690J. https://doi.org/10.1093/ije/dyx247

Yotter, R. A., Nenadic, I., Ziegler, G., Thompson, P. M., & Gaser, C. (2011). Local cortical surface complexity maps from spherical harmonic reconstructions. *NeuroImage*, *56*(3), 961–973. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.02.007

Yu, X. (2019). Validation is good, but not complete. *International Psychogeriatrics*, *31*(12), 1691–1693. https://doi.org/10.1017/S1041610219001728

Zahodne, L. B., Morris, E. P., Sharifian, N., Zaheed, A. B., Kraal, A. Z., & Sol, K. (2020). Everyday Discrimination and Subsequent Cognitive Abilities Across Five Domains. *Neuropsychology*, *34*(7), 783–790. https://doi.org/10.1037/neu0000693

Zhao, Y., Hu, Y., Smith, J. P., Strauss, J., & Yang, G. (2014). Cohort profile: The China health and retirement longitudinal study (CHARLS). *International Journal of Epidemiology*, *43*(1), 61–68. https://doi.org/10.1093/ije/dys203

Zissimopoulos, J., Crimmins, E., & St.clair, P. (2015). The value of delaying alzheimer's disease onset. *Forum for Health Economics and Policy*, *18*(1), 25–39. https://doi.org/10.1515/fhep-2014-0013

강연욱, 나덕렬, & 한승혜. (1997). 치매환자들을 대상으로 한 K-MMSE의 타당도연구 - A Validity Study on the Korean Mini-Mental State Examination(K-MMSE) in Dementia Patients. 대한신경과학회지, *15*(2), 300–308.

김재민, 김성완, 신일선, 정태길, & 윤진상. (2004). 한국어판 지역사회 치매선별 검사도구[CSID-K]의 개발 - Development of Korean Version of Community Screening Interview for Dementia(CSID-K). 신경정신의학, *43*(4), 445–451. http://www.riss.kr/link?id=A75056345

김호영. (2015). 노년기 사회적 삶과 인지기능. 한국심리학회지 일반, *34*(1), 225–251. http://www.riss.kr/link?id=A100631790

이강희, & 김홍근. (2008). 한국 노인의 인지기능 측정에서Mini-Mental State Examination의 제한점 - Limitations of Mini Mental State Examination in Assessing Cognitive Functions of Korean Older Adults. 한국심리학회지 일반, *27*(3), 859–874. http://www.riss.kr/link?id=A104517244

이다솜, 곽세열, 이진국, 최진영. (2020). 한국판 국제비교가능한 인지검사 프로토콜(K-HCAP) 타당화를 위한 예비조사. 2020년 한국심리학회 연차학술대회 포스터.

이동영, 윤종철, 이강욱, 주진형, 김기웅, 이정희, & 우종인. (1999). 치매 선별을 위한 한국어판 간이 Blessed 검사의 신뢰도 및 타당도 - Reliability and Validity of the Korean Version of Short Blessed Test(SBT-K) as a Dementia Screening Instrument. 신경정신의학, *38*(6), 1365–1375. http://www.riss.kr/link?id=A1997053

이동우, 이준영, 류성곤, 조성진, 홍창형, 이정호, 최영민, 김봉석, 박은진, & 박상훈. (2005). 한국어판 Informant Questionnaire on Cognitive Decline in the Elderly(IQCODE)의 타당도. *American Geriatrics Society*, *9*(3), 196–204.

최진영, 김지혜, 박광배, 황순택, 홍상황 (2012). 한국판 웩슬러 기억 검사-4판(Korean Wechsler Memory Scale-Fourth Edition: K-WMS-IV). 대구: 한국심리주식회사.

황순택, 김지혜, 박광배, 최진영, 홍상황 (2012). K-WAIS-IV 한국판 웩슬러 성인용 지능 검사-4판 기술 및 해석 요강. 대구: 한국심리주식회사.

Abstract

Validation Study of the Korean-Harmonized Cognitive Assessment Protocol (K-HCAP)

Lee Dasom

Clinical Psychology

The Graduate School

Seoul National University

Globally, life expectancy is increasing with the improved standard of living and the development of medical services. In addition, the fertility rate is rapidly decreasing and the proportion of the aging population is increasing. Korea is expected to become a country in which 4 out of 10 people are over 65 in just 30 years. Accordingly, the prevalence of dementia is also steadily increasing, and the social costs of dementia and related diseases are considerable. Population aging and the increase in the prevalence of dementia present an unprecedented set of challenges. In this context, the goals of the Harmonized Cognitive Assessment Protocol (HCAP) are to (1) collect a large dataset to understand the determinants, prevalence, costs, and consequences of mild cognitive impairment (MCI) and dementia and (2) facilitate international harmonization of cognitive measurement and cross-national multidisciplinary studies of the determinants, prevalence, and impact of MCI and dementia. HCAP, developed in Health and Retirement Study (HRS), has been implemented in South Africa (HAALSI), Mexico (MHAS), United

Kingdom (ELSA), India (LASI), and China (CHARLS), promoting collaborations and consultations with investigators from these international studies.

This study aimed to select neuropsychological tests for the Korean version of HCAP and investigate the various types of validity (construct, ecological, criterion validity) considering the context in Korea. In Study 1, the construct and ecological validity of the Korean version of HCAP were investigated. Factor structure of the cognitive test included in the Korean version of HCAP was identified through factor analysis in Hypothesis 1. Since HCAP was developed to be comparable in various countries, the factor structure of the Korean version of HCAP was similar to that identified in HRS and LASI. In Hypothesis 2, we investigated whether the cognitive test scores were significantly associated with the activities of daily living functions to confirm the ecological validity of the Korean version of HCAP. As a result of partial correlation analysis, it was confirmed that memory, executive function, and language ability were related to activities of daily living functions measured by CSI-D and IQCODE.

In Study 2, criterion validity was verified through aging-related brain variables, and further, it was investigated whether the results of previous studies were replicated. In Hypothesis 1, we investigated whether brain age and white matter hyperintensity (WMH), which reflect aging-related brain changes, were related to cognition after controlling for age, gender, and years of education. Brain age did not show a significant correlation with cognition, but components constituting brain age were correlated with some executive and memory performances. The second component of brain age was highly related to cognition, and it was also correlated

with the years of education. Also, the WMH of the whole brain did not correlate with cognitive function, but the WMH of the uncinate fasciculus showed a significant correlation with the trail making test B and construction recall performance. This correlation between brain measures such as sub-components of brain age and WMH of white matter tract and cognition may suggest that aging involves a very diverse process. In Hypothesis 2, we investigated whether the purpose in life and engaging in daily activities are related to cognitive function. Partial correlation analysis revealed that the purpose in life and engaging daily activities were related to high executive and language ability. Particularly, engagement in cognitive activities has been shown to act as a protective factor and the same results were derived from levels of daily activities using an informant survey.

This is the first study that introduced HCAP in Korea and will contribute to a large open-access dataset. Moreover, HCAP was developed to be conducted by interviewers using a computer, which will be very useful in large-scale community-based research in the future.

Keywords : Cognitive Aging, HCAP, Validation, Brain Age, WMH, Purpose in life, daily activity
Student Number : 2017-31022