

황변화 기반 색채 보정을 적용한 노인 치매 예방 교구의 인지 효율 및 감성 복원 연구

**Color Correction of Dementia-Prevention Educational Tools for Older
Adults with Age-Related Lens Yellowing on Cognitive Performance and
Emotional Well-being**

주 저 자 : 이수정 (Lee, Su Jung) 부산대학교 디자인학과 박사과정

교 신 저 자 : 손원준 (Son, Won Jun) 부산대학교 디자인학과 교수
son@pusan.ac.kr

<https://doi.org/10.46248/kids.2026.2.1148>

접수일 2026. 05. 20. / 심사완료일 2026. 05. 26. / 게재확정일 2026. 06. 08. / 게재일 2026. 06. 30.

Abstract

Age-related declines in color perception caused by lens yellowing were addressed through the design of dementia-prevention puzzles. Yellowing simulations were applied to domestic puzzles based on Oriental paintings, and their color characteristics were analyzed using the KSCA program and the I.R.I image scale. Based on these findings, two color correction models—one for perceptual-cognitive compensation and the other for emotional consistency—were developed and tested with adults aged 70 and older. The results suggest a color correction method that improves visual readability while preserving the emotional and artistic qualities of cognitive tools for older adults.

Keyword

Elderly Adults(노인), Lens Yellowing(황변화), Dementia Prevention(치매 예방), Color Correction(색채 보정), I.R.I Image Scale(I.R.I 이미지 스케일)

요약

노화로 인한 수정체 황변화는 노인의 색채 지각 능력을 저하시키며, 이는 인지 교구의 시각적 전달에 직접적인 영향을 미친다. 본 연구는 이러한 노인의 시각 특성에 주목하여 치매 예방 퍼즐을 대상으로 적합한 색채 보정 방안을 탐색하고자 하였다. 이를 위해 국내 동양화 기반 치매 예방 퍼즐에 황변화 시뮬레이션을 적용하고, KSCA 프로그램과 I.R.I 이미지 스케일을 활용하여 색채 데이터를 분석하였다. 분석 결과를 토대로 '시각 인지 보정안'과 '감성 일치 보정안'을 개발하였으며, 70세 이상 노인을 대상으로 실증 실험을 수행하여 색채 인지 효율성, 시각적 가독성, 감성 복원도를 검증하였다. 실험 결과, 시각적 가독성과 예술적 감성을 함께 고려한 색채 보정이 노인 맞춤형 인지 교구 설계에 유효함을 확인하였으며, 이는 향후 시니어 제품 디자인의 실무 지침으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

목차

1. 서론

- 1-1. 연구의 배경 및 목적
- 1-2. 연구 범위 및 방법

2. 노인의 시지각 특성과 치매 예방 교구의 색채 설계

- 2-1. 노인의 시지각 특성: 황변화 현상
- 2-2. 노인 인지 기능과 치매 예방의 필요성
- 2-3. 치매 예방 교구로서의 퍼즐
- 2-4. 인자·감성적 색채 보정 접근

3. 실험 설계

- 3-1. 실험 대상
- 3-2. 실험물 설계 및 제작
- 3-3. 실험 환경 및 절차

4. 연구 결과 및 고찰

- 4-1. 색채 보정안의 인지 효율성 분석
- 4-2. 원본과 색채 보정안의 가독성 차이 분석
- 4-3. 감성 일치 보정에 따른 감성 복원도 분석

5. 결론

참고문헌

1. 서론

1-1. 연구의 배경 및 목적

인간은 인지 과정의 80% 이상을 시각 정보에 의존한다.¹⁾ 이러한 점에서 노화로 인한 시각적 기능의 저하는 단순한 감각의 쇠퇴를 넘어 인지 자극의 결손으로 이어지는 핵심 요인이 된다.

이러한 맥락에서 살펴보면, 현대 사회의 급격한 고령화로 인해 2025년 기준 국내 65세 이상 노인의 치매 유병률은 9.17%에 달하며²⁾, 치매 예방을 위한 인지 활동의 중요성 높아지고 있다. 특히 시각적 자극을 활용한 교구는 노인의 인지 기능 유지를 위한 중요한 수단으로 자리잡고 있다.

그러나 노화로 인한 시각 기능의 변화는 노인이 기존 교구를 효과적으로 활용하는 데 제약으로 작용한다. 선행연구에 의하면 75세 이상 노인 90%는 수정체의 황변화 현상(lens yellowing)을 경험하며³⁾, 이는 색채 지각 능력의 전반적인 저하로 이어진다. 그 결과, 특정 색상을 실제보다 어둡게 지각하거나 유사한 색상을 구별하는 데 어려움을 겪게 된다.

현재 시장에서 높은 판매 순위를 기록하는 치매 예방 퍼즐은 십장생도(十長生圖) 등 노인에게 친숙한 동양화를 주요 소재로 한다. 그러나 이러한 제품들이 실제 노인의 시각적 특성을 반영한 색채 설계를 갖추고 있는지에 대한 학술적 검토는 미흡한 실정이다. 특히 동양화는 단순한 이미지가 아닌 고유의 감성과 미적 가치를 지닌 예술 작품이다. 따라서, 노인이 퍼즐을 활용할 때 색채를 정확하게 구분하는 것은 물론 원본이 전달하는 감성을 온전히 경험하는 것이 교구의 효과를 높이는 데 중요한 역할을 한다. 만약 색채 지각의 왜곡으로 인해 원본이 전달하고자 하는 감성을 온전히 느끼지 못한다면 교구의 본래 목적은 반감될 수 밖에 없기 때문이다.

이에 본 연구는 노인의 색채 인지 특성을 분석하고,

- 1) 정준수 외 3, '시각의 노화를 고려한 노인종합복지관의 색채계획에 관한 연구', 대한건축학회, 대한건축학회 논문집, Vol.19, No.7, 2003, p.33.
- 2) 이옥진 외 4, 『국제치매정책동향 2024(Global Trends of Dementia Policy 2024)』, 중앙치매센터, 2025.
- 3) 吉田あこ 외 1, '高齢化視界黄変化の研究 (1) 消える案内標識と水晶体の透過率', 日本建築学会学術講演梗概集E 建築計画 農村計画, 1991. 09. p.670.

이를 바탕으로 시각적 가독성을 높이는 동시에 원본의 감성을 유지할 수 있는 색채 보정 방안을 제시하고자 한다. 이를 통해 향후 노인 맞춤형 교구 디자인의 질적 향상을 도모하고, 노인의 정서적·인지적 만족도를 높이는 데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

1-2. 연구 범위 및 방법

본 연구는 노인의 시각 노화 특성을 반영한 치매 예방 퍼즐의 색채 보정안을 개발하고, 나이가 황변화를 겪는 노인도 원본이 주는 감성을 동일하게 느낄 수 있도록 하는 데 목적이 있다. 그 효율성을 검증하기 위해 다음과 같은 절차로 연구를 진행하였다.

첫째, 본 연구의 실험물은 현재 국내 주요 이커머스 플랫폼에서 판매되는 치매 예방 퍼즐 중 판매량이 가장 높은 동양화 기반 퍼즐 상위 3개 제품을 표본으로 선정하였다.

둘째, 선정된 원본 퍼즐 이미지를 황변화 현상을 겪는 노인의 시각으로 시뮬레이션 한 후, KSCA(korean standard color analysis) 프로그램을 활용하여 대표 색상을 추출하였다. 추출된 색상 데이터는 I.R.I(image response index) 단색 이미지 공간 및 배색 이미지 공간에 맵핑하여 황변화를 겪는 노인이 바라보는 시각이 어떻게 왜곡되는지 이해하고, 감성 좌표가 일반인과 어떻게 달라지는지 확인하였다.

셋째, 노인의 시각 인지 향상을 위해 선행 연구의 색채 가이드라인을 적용하여 '시각 인지 보정안'을 제작하였다. 또한 I.R.I 배색 이미지 공간에서 원본과 동일한 감성 좌표에 있는 색상 중 노인의 인지가 뛰어난 색상으로 치환하여, 원본 이미지의 예술적 감성을 충족할 수 있는 '감성 일치 보정안'을 제작하였다.

넷째, 개발된 '시각 인지 보정안'과 '감성 일치 보정안'의 실효성을 검증하기 위해 부산광역시 해운대구에 소재한 H 주간보호센터를 이용하는 70세 이상 노인들을 대상으로 대면 실험 및 설문 조사를 실시하였다. 실험에서는 원본 이미지와 두 가지 보정안을 제시하고 색채 구분 용이성, 감성 일치도, 가독성 등을 평가하도록 하였다. 수집된 데이터는 Jamovi⁴⁾ 통계 분석을 통해 각 보정안의 효과를 정량적으로 비교·검증하였다.

이상의 연구 과정을 통해 노인의 시각 특성을 반영

- 4) The jamovi project (2024). jamovi. (Version 2.6) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.

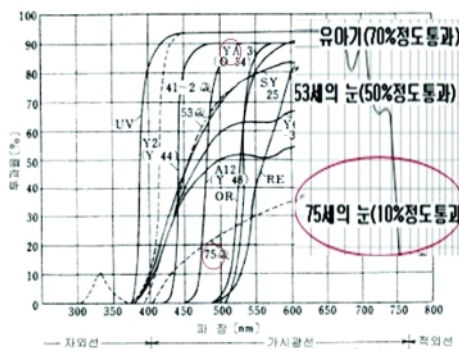
한 색채 보정 방안의 타당성을 검증할 수 있었다. 본 연구의 조사 절차, 실험물의 색채 구성 방식 및 분석 방법에 대한 구체적인 내용은 '제 3장 실험 설계'에 상세히 기술하였다.

2. 노인 시지각 특성과 치매 예방 교구의 색채 설계

2-1. 노인의 시지각 특성: 황변화 현상

노화는 신체의 다양한 기능 저하를 동반한다. 그 중에서도 시각 기능의 변화는 노인의 일상생활에 직접적인 영향을 미치는 중요한 요소이다. 특히 시력 저하보다 색채 변별력 감소가 더 큰 영향을 미치는데,⁵⁾ 이는 수정체의 변화에 기인하며 일반 성인의 약 1/4정도로 감소한다.⁶⁾

수정체는 나이가 들면 두께가 증가하고 탄력성이 감소하며 점차 황색을 띠고 불투명해진다. 이러한 황변화 현상(lens yellowing)은 수정체 내부의 황색 색소 증가와 단백질의 변성으로 인해 발생하며, 70대 이상 노인의 90% 정도가 경험한다.⁷⁾



[그림 1] 수정체 단파장 투과율⁸⁾

이는 마치 카메라 렌즈에 노란색 필터를 씌운 것

5) Burmedi, D. et al., 'Behavioral consequences of age-related low vision', Visual Impairment Research, Vol.4, No.1, 2002, pp.15-45.

6) 박소연 외 2, '노인의 시계황변화를 고려한 아파트 주방 색채분석 연구', 대한건축학회, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 2016. 10. p.1105.

7) 박소연 외2, 전개서(Ibid, p.670)

8) 吉田あこ 외 1, 상개서(Op. cit, 1991, p.670)

과 같은 효과를 내며 400~450nm범위의 단파장 빛을 차단하고 G, B, P 계열 색에 대한 감도를 저하시킨다.⁹⁾

[그림 1]에서 볼 수 있듯이 단파장에서 중파장에 걸쳐 투과율이 10% 정도로 떨어지게 되면서 색을 보기 어렵게 된다.¹⁰⁾ 이에 단파장인 파란색을 통과시키지 못하기 때문에 검정에 가깝게 보이게 되며 보라와 회색, 노랑과 흰색의 구분이 어려워진다.¹¹⁾

2-2. 노인 인지 기능과 치매 예방의 필요성

치매는 후천적 원인에 의해 뇌가 손상된 상태로, 사고능력, 기억력, 언어기능, 판단력 등이 떨어져 일상생활을 제대로 수행하기 어려워지는 질환이다.¹²⁾ 특히 노인성 질병인 치매는 고령화 추세에 맞춰 빠르게 증가하고 있으며, 2050년에는 노인 인구의 15.91%가 치매를 앓게 될 것으로 예상된다.¹³⁾ 실제로 한 언론사의 설문조사에 따르면 나이가 들수록 암보다 치매를 더욱 두려워하는 것으로 나타났다.¹⁴⁾ 이처럼 치매가 두려운 이유는 뇌세포가 한번 손상되면 다시 재생되지 않기 때문이다. 따라서 치매가 발병한 후 치료하는 것보다 미리 예방하는 것이 매우 중요하다.

치매를 예방하고 증상을 완화하기 위한 방법으로 는 약물치료 외에도 다양한 비약물적 치료가 있다.

9) 강경연 외 2, '노인을 고려한 아파트 욕실의 색채계획에 관한 연구', 대한건축학회, 대한건축학회 논문집 계획계, Vol.24, No.3, 통권 233호, 2008. 03. p.126.

10) 정민영, '시계황변화 노인을 위한 실내 안내색채', 한국실내디자인학회, 한국실내디자인학회 학술발표대회논문집, Vol.21, No.1, 통권 48호, 2019. 05. p.75.

11) Keiko Ishihara et al., 'Age-related decline in color perception and difficulties with daily activities - measurement, questionnaire, optical and computer-graphics simulation studies', Elsevier, International Journal of Industrial Ergonomics, Vol.28, 2001, p.158.

12) 고경애 외 1, '경증 치매노인을 위한 인지활동 통합프로그램의 효과', 한국디지털정책학회, 디지털융복합연구, Vol.16, No.2, 2017. 02. p.432.

13) 이수영 외 4, 『치매 인식도 평가도구 마련 및 조사 연구』, 중앙치매센터, 2021. p.3.

14) 정책브리핑, 치매 정책, (2026.05.04.), <https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148844952>

대표적으로 인지 훈련, 인지 재활, 미술 치료, 운동 등이 있으며, 이 중 인지 훈련은 아직 인지 기능이 비교적 유지되고 있는 정상 노인이나 치매 전 단계인 경도인지장애 노인에게 특히 효과적이다.

최근 국내에서도 비약물치료의 중요성이 강조되면서 노인요양시설과 지역사회에서 '치매 노인을 위한 다양한 프로그램'이 개발되고 있으며, 여러 연구에서 인지훈련이 치매 예방과 인지 기능 유지에 효과적임을 보고하였다.¹⁵⁾

실제로 프랑스 연구팀이 65세 이상의 노인을 대상으로 4년간 진행한 연구에서, 퍼즐처럼 머리를 사용하는 활동을 일주일에 두 번 이상 하는 노인들은 그렇지 않은 노인에 비해 치매 발병 위험이 50%가량 낮은 것으로 나타났다.¹⁶⁾ 국내 연구에서도 지속적인 인지활동 프로그램을 제공하면 인지기능의 감퇴와 치매의 진행속도를 늦출 수 있다는 점이 확인되었다.¹⁷⁾

위와 같은 연구 결과는 인지 훈련이 치매 예방에 효과적임을 보여주지만, 중요한 것은 이러한 활동이 지속가능 해야 하는 것이다. 치매 예방 활동을 능동적으로 실천하기 위해서는 노인 혼자서도 쉽게 할 수 있도록 훈련하고,¹⁸⁾ 이를 생활 습관으로 만들어 꾸준히 이어가는 것이 필요하기 때문이다. 특히 노인들은 신체적·정신적으로 무기력해지기 쉽기 때문에 재미있는 활동을 통해 자연스럽게 인지 능력을 향상시킬 수 있다면 치매 예방에 더욱 효과적일 것이다. 따라서 노인의 시각적 특성을 고려하면서도 인지 기능을 효과적으로 자극할 수 있는 교구를 개발하는 것이 필요하다. 즉, 치매 예방 교구는 노인들이 일상생활 속에서 쉽고 재미있게 사용할 수 있어야 하며, 지속적으로 인지 훈련을 할 수 있도록 설계되어야 한다.

2-3. 치매 예방 교구로서의 퍼즐

퍼즐(puzzle)은 조각의 형태와 색채를 단서로 전체 이미지를 유추하고 결합하는 과정에서 시각적 탐색, 공간감각, 연상추리 능력을 통합적으로 요구하는 교구

이다.¹⁹⁾ 노년층이 사고활동과 신체조작 활동을 동시에 수행할 수 있는 놀이 속성을 지니고 있어 인지 능력과 문제해결 능력을 향상시키며, 유연한 사고를 촉진하고 인지 기능 저하를 지연시키는 도구로 널리 활용되고 있다.²⁰⁾

일반적인 오락용 퍼즐이 복잡성과 높은 난이도를 통한 성취감 달성에 초점을 맞추는 것과 달리, 치매 예방 퍼즐은 노인의 저하된 신체적·인지적 능력을 보완하기 위한 기능적 장치를 수반한다. 예를 들어 노인의 소근육 운동 능력을 고려하여 조각의 크기를 확대하고, 바닥판에 완성된 가이드 밑그림(guide-image)을 제공한다. 이는 인지 기능이 저하된 사용자가 과제 수행 중 겪을 수 있는 인지적 과부하와 실패로 인한 좌절감을 줄여 지속적인 사용을 유도하기 위함이다[그림 2].



[그림 2] 치매예방퍼즐 예시²¹⁾

한편, 교구에 적용되는 시각적 소재의 친숙도는 노인의 심리적 안정감과 자발적 참여 의지에 영향을 미친다.²²⁾ 고령자에게 생소하거나 지나치게 자극적인

15) 고경애 외 1, 상개서(Op. cit, 2017, p.433)

16) SBS 뉴스, 치매 관련 기사, (2026.05.09.), https://news.sbs.co.kr/news/endPage.do?news_id=N1000648215

17) 고경애 외 1, 상개서(Op. cit, 2017, p.432)

18) 양현주, '치매예방 프로그램이 후기노인의 우울감과 삶의 질, 치매 인식에 미치는 영향', 인문사회21, 인문사회21, Vol.12, No.3, 2021. 06, p.2680.

19) 이승영, '퍼즐활동프로그램이 노인의 인지기능과 우울에 미치는 효과', 한남대학교 교육대학원 상담교육학과 석사학위논문, 2016, p.9.

20) 임춘옥, '퍼즐 프로그램이 경도인지장애 노인의 인지기능과 우울에 미치는 영향', 한국웰니스학회, 한국웰니스학회지, Vol.13, No.3, 2018. 08, p.354.

21) 쿠팡, 치매 예방 퍼즐, (2026.03.09.), https://shop.coupang.com/puzzletok?category=496361&platform=p&brandId=0&source=brandstore_sdp_atf&pid=9236938799&viid=94278625871

22) Zhang, H., 'Sense of familiarity: Improving older adults' adaptation to exergames', Association for Computing Machinery (ACM), CHI Conference on Human Factors in Computing Systems Extended

현대적 이미지는 인지적 혼란이나 심리적 저항감을 유발할 수 있기 때문이다. 이에 현재 시중의 주요 실버 교구 업체들은 노년층의 과거 문화적 경험과 밀접한 자연 풍경이나 심장생도와 같은 동양화 및 민화를 주요 밑그림 소재로 채택하고 있다. 실제로 자연 이미지나 영상을 보는 것만으로도 심박수와 혈압이 감소하는 효과가 있어²³⁾ 치매 예방 방법 중 하나인 혈압 관리에도 도움을 줄 수 있다.²⁴⁾

결과적으로 치매 예방 퍼즐은 조각과 밑그림을 식별하는 인지 훈련 기능과 친숙한 시각 매체를 통한 정서 안전 기능을 동시에 가진 교구라 할 수 있다. 따라서 고령자를 위한 교구의 색채 보정 설계는 조각을 선명하게 돋보이게 하는 명시성 향상과 함께 사용자가 이미지로부터 느끼는 본래의 정서적 친숙함과 미적 가치를 훼손하지 않는 방향으로 이루어져야 한다.

2-4. 인자·감성적 색채 보정 접근

기존의 노인 대상 색채 보정 연구는 주로 UI/UX, 실내 공간, 안내 표지판 등에서 가독성 향상에 초점을 맞춰 진행되었다[표 1].

[표 1] 선행연구의 일반적 특성 분석

저자(연도)	논문명
이경연(2025)	노인의 색 선호도와 색 지각 변별력의 관련성 연구
정유미(2023)	노인 대상 그림책 개발을 위한 색채 선호도 연구
김응철(2020)	치매 예방을 위한 교구재 디자인 색상 적용 연구
정민영(2020)	고령자의 지각·색채 분석을 위한 디지털 모의 수정체
정민영(2019)	시계·환경 변화 노인을 위한 실내 안내·색채
박소연(2016)	노인의 시계·환경 변화를 고려한 아파트 주방 색채 분석 연구
이윤진(2015)	스마트폰 색채에 따른 시니어의 가독 특성
전은정(2015)	고령자를 배려한 유니버설디자인의 색채 가이드라인 구축
김영인(2011)	시니어 세대의 색채지각과 선호 유사배색의

Abstracts, Glasgow, Scotland, UK, 2019. 05. p.2.

23) Annika B. E. Benz, 'Nature-Based Relaxation Videos and Their Effect on Heart Rate Variability', Frontiers Media SA, Frontiers in Psychology, Vol.13, 2022. 06. p.2.

24) 파주 보건소, 치매 예방 방법, (2026. 05.04), https://clinic.paju.go.kr/clinic/clinic_03/clinic_03_14/clinic_03_14_03.jsp

	특성
강경연(2008)	노인을 고려한 아파트 욕실의 색채계획에 관한 연구
문유진(2008)	황색화 현상에 의한 색채오인의 개선방안 연구
조성희(2006)	실내색채계획을 위한 노인의 색지각 및 선호 배색 특성에 관한 연구
이윤재(2006)	시각의 노화에 따른 Yellow와 Blue에 대한 색지각 특성
정순수(2003)	시각의 노화를 고려한 노인종합복지관의 색채 계획에 관한 연구

선행 연구에서는 물리적 가독성 개선방법을 제시하였으며, 이는 정보 전달 측면에서 효과적임이 입증되었다. 그러나 미적 감성이 중요한 예술 작품이나 문화 콘텐츠를 대상으로 가독성과 감성 보존을 동시에 고려한 연구는 부족한 실정이다.

이에 본 연구에서는 두 가지 색채 보정 방안을 제안하고자 한다.

첫째, '시각 인지 보정안'은 선행연구의 색채 보정 조건을 적용하여 가독성과 명시성 향상에 중점을 둔다.

노인의 시각 특성을 고려한 색채 보정 연구들은 다음과 같은 조건들을 제시해왔다. 정민영(2020)은 디지털 모의수정체 분석을 통해 노인이 단파장 색상을 인식하지 못함을 입증하였으며, 이윤재(2006)는 시각 노화에 따라 B, B-G 계열의 유사배색 사용을 피해야 함을 강조하였다. 실제로 모든 선행연구에서 공통적으로 단파장 계열 색상의 인식율이 가장 낮게 나타났으며, 이는 수정체 황변화로 인한 단파장 투과율 감소에 기인한다.

명도와 채도 측면에서, 문유진(2008)은 황색화 현상을 겪는 노인은 저명도(3)에서 고명도(10)까지 인지 가능하다고 밝혔다. 이경연(2025)은 고명도 중채도 영역을 가장 명확히 구분한다고 보고하였으며, 김응철(2020)은 인접한 색채값 사용 시 명도 대비를 3레벨 이상 주어야 하고, 색상환에서 2단계 이상 떨어진 색채값 사용으로 색상 대비를 명확히 할 것을 권장하였다. 이윤진(2015)은 시니어군의 경우 명도차가 22 이상일 때 색채 구분이 명확해진다는 점을 확인하였다. 김영인 외(2011)는 유사배색에서 명도가 높아야 함을 강조하였고, 전은정(2015)은 배색 시 색상보다 명도 차이를 명확하게 구분해야 한다고 지적하였다.

색상 선호도 연구에서, 정유미(2023)는 노인이 R, RP, Y 색상의 장파장 계열을 선호하며 G 색상을 가장 친숙하게 느낀다고 밝혔다. 조성희(2006)는 R-유

사배색안에 대한 선호도가 가장 높고, 난색계열 중 Y보다 R에 대한 선호가 높으며, 유사조화보다 대비조화를 선호한다는 결과를 도출하였다. 또한 GY는 노인 시각에 의한 변화가 가장 적은 색상으로 나타났다.

이러한 선행연구 결과를 종합하여 본 연구의 '시각 인지 보정안'은 ① 명도 대비 강화(3레벨 이상, 명도 차 22 이상), ② 고명도-중채도 영역 활용, ③ 장파장 난색 계열(R, Y) 우선 배치, ④ 단파장 색상(B, B-G) ⑤ 유사배색 < 대비조화 의 다섯가지 원칙을 적용하여 노인의 명확한 형태 인지를 최우선으로 확보하고자 한다.

둘째, '감성 일치 보정안'은 I.R.I 배색 이미지 스케일을 활용하여 가독성과 감성 보존을 동시에 고려한다. 치매 예방 퍼즐은 노인에게 친숙한 동양화나 풍경 등 미적 감성이 내포된 이미지를 활용하는데, 황변화된 노인의 시각을 거치면 원본의 감성이 둔화되거나 왜곡되는 문제가 발생한다.

이를 해결하기 위한 방법으로 황변화로 인해 노란색(Y계열)이 과도하게 개입되는 현상을 물리적으로 중화하고자 보색인 단파장(B계열)의 색상을 추가하여 색채 균형을 맞추는 색상 보정 방식을 떠올리기 쉽다. 그러나 황변화가 진행된 노인의 수정체는 단파장 빛을 흡수하는 특성이 있으므로, 파란색 계열을 추가할 경우 노인은 해당 색채 자체를 명확히 인지하지 못하게 된다. 즉, 원본의 색감을 되찾으려는 시도가 오히려 대상의 형태 인지력을 심각하게 저하시키는 역효과를 초래할 수 있다.

따라서 노인용 교구의 색채 보정은 단파장을 추가하는 물리적 색채 중화 방식이 아니라 노인이 명확하게 인지할 수 있는 색채 팔레트 내에서 원본의 감성을 재구성하는 심리적 치환 방식으로 접근해야 한다.

이를 위해 본 연구는 색채의 감성적 효과를 2차원 좌표 공간에 객관적으로 환산하는 I.R.I 배색 이미지 스케일을 활용하고자 한다.

I.R.I 이미지 스케일은 색채가 지닌 추상적인 감성 형용사를 X축 '동적인-정적인', Y축 '부드러운-딱딱한'으로 구성된 2차원 좌표 공간에 맵핑한 시스템이다. 이는 색채 공간 내에 단색 또는 배색을 위치시켜 각 색채 및 배색의 특징과 느낌에 키워드를 부여하는 방식을 사용한다.²⁵⁾

해당 이미지 스케일의 배색 이미지 공간을 활용하

여 노인의 눈에 명확히 인지되는 가독성 높은 색상들 로만 배색 풀(pool)을 제한하되, 그중에서 원본과 동일한 감성 좌표(사분면)에 위치한 색상들을 추출하여 치환하는 '감성 일치 보정안'을 도출하였다. 이는 "I.R.I 스케일 상 동일 감성 공간의 색채는 동일한 정서를 유발한다"는 이론적 전제를 바탕으로, 생리적 한계로 인해 왜곡된 원본의 감성을 노인의 시지각적 특성에 맞는 새로운 배색을 통해 일반인이 느끼는 타겟 감성과 동일하게 복원하고자 하는 시도이다.

이러한 색채 치환은 일반적인 시각에서 그림의 배색을 다소 어색하고 인위적으로 보이게 할 수 있다. 그러나 본 연구는 가독성을 위한 인위적 색채 변경이 행해지더라도 노인층이 원본 창작자의 미적 감성을 동일하게 수용할 수 있는가를 실증하고, 이를 통해 기능적 색채 보정과 감성 전달이 양립할 수 있는지에 대한 학술적 근거를 제시하는 데 있다.

3. 실험 설계

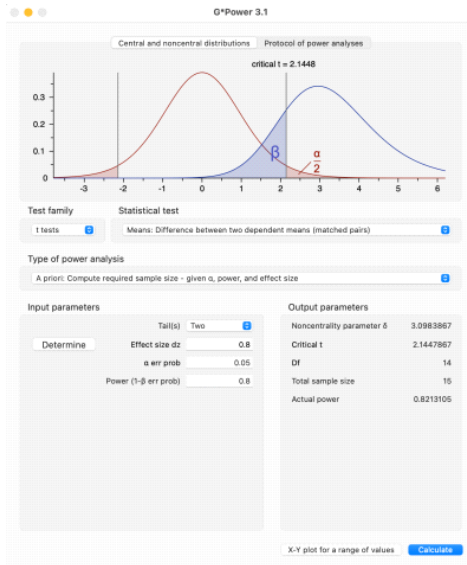
3-1. 실험 대상

본 연구는 노인의 시각적 특성이 반영된 색채 보정안의 유효성을 검증하기 위해 노인 복지 시설을 이용하는 성인을 대상으로 현장 실험을 진행하였다. 실험은 2026년 4월 20일 부산광역시 해운대구에 소재한 H 주간보호센터에서 실시되었으며, 해당 시설을 이용하는 50대 이상의 성인 총 23명이 참여하였다.

실험의 표본 크기는 통계적 검정력을 확보하기 위해 G*Power 3.1 프로그램을 활용하여 산출하였다. 수정체의 황변화 현상이라는 생물학적 근거를 바탕으로 설계된 보정안의 특성상 독립변수가 종속변수에 미치는 영향이 뚜렷할 것으로 판단되어 효과크기(effect size) $d=0.8$, 유의수준(α) .05, 검정력($1-\beta$) .80으로 설정하였다. 그 결과 대응표본 t-검정에 필요한 최소 표본 수는 15명으로 도출되었다[그림 3].

본 연구에서는 실증 과정에서의 탈락률을 고려하여 최종 23명의 데이터를 확보하였으며, 연령별 비교 분석의 타당성을 위해 50대 1명을 제외하고 70대 이상 22명을 최종 분석 대상으로 선정하였다. 실험 참가자의 구체적인 인구통계학적 특성은 [표 2]에 제시된 바와 같다.

25) 강경연 외 2, 상개서(Op. cit, 2008, p.126)



[그림 3] G*Power 3.1 표본 수 도출 결과

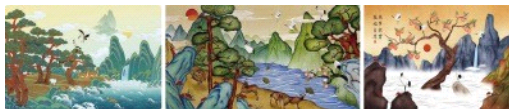
[표 2] 실험 참가자의 인구통계학적 특성 (N=22)

구분	범주	빈도(명)	백분율(%)
성별	남성	5	22.7
	여성	17	77.3
합계		22	100.0
연령대	85세 미만	11	50.0
	85세 이상	11	50.0
합계		22	100.0
안경 착용 여부	미착용	16	72.7
	착용	6	27.3
합계		22	100.0

3-2. 실험물 설계 및 제작

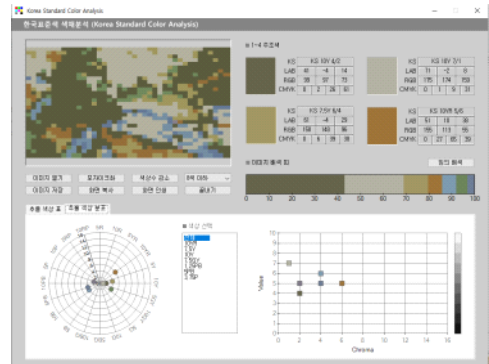
3-2-1. I.R.I 이미지 스케일 구조 분석 및 표본 최적화

국내 주요 이커머스 플랫폼에서 판매되는 치매 예방 퍼즐 중 판매량 상위 3개 업체를 선정하였다. 그 중 각 업체에서 '심장생도'라는 동일 명칭으로 판매되는 퍼즐을 실험 대상으로 선정하고, 이를 임의로 A, B, C로 지칭하였다[그림 4].



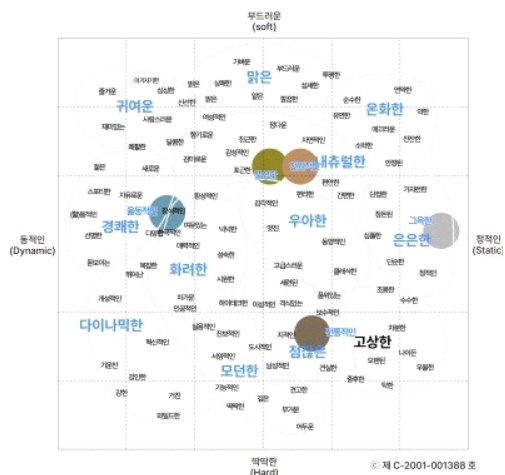
[그림 4] 치매예방 퍼즐 '심장생도' A, B, C

각 퍼즐 이미지를 모자이크 처리한 후 KSCA 프로그램을 통해 대표 색상을 추출하였다[그림 5]. 추출된 색상은 I.R.I 배색이미지 공간과 형용사이미지 공간에 매핑하여 퍼즐 이미지가 나타내는 감성을 분석하였다. 추출된 색상 중 5%미만을 차지하는 색상은 제외하였다.



[그림 5] KSCA를 이용한 색상 추출

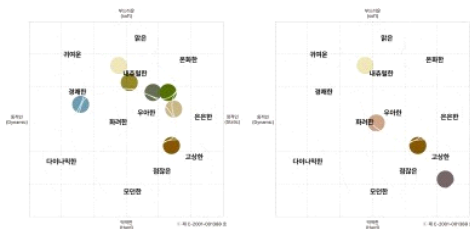
분석 결과, A퍼즐은 '내추럴한', '은은한', '고상한', '경쾌한'의 형용사가 도출되었고, B퍼즐은 '내추럴한', '은은한', '점잖은', '경쾌한'이 도출되었다. C퍼즐은 '내추럴한', '고상한', '우아한'이 도출되었다[그림 6].



[그림 6] 퍼즐 B의 I.R.I 배색 IMAGE SCALE

초기 계획된 3개의 퍼즐 이미지(A, B, C)를 KSCA 분석한 결과, A와 B세트의 배색 및 감성 분포가 '고

상한', '점잖은'을 제외하고 동일하게 나타나 변별력이 낮을 것으로 판단되었다. 이에 고려 참가자의 인지적 피로도를 최소화하고 응답 데이터의 질적 향상을 위해 A를 제외하였으며, 감성적 대비가 뚜렷한 B와 C를 최종 실험물로 채택하였다[그림 7].



[그림 7] 퍼즐 A와 C의 I.R.I. 배색 IMAGE SCALE

3-2-2. 원본 이미지의 황변화 현상 시뮬레이션

노인의 수정체 황변화 현상을 디지털 이미지로 구현하기 위해 吉田あこ(1991)의 연구를 참고하였다.²⁶⁾ 吉田あこ는 연령에 따른 황변화 현상에 대응하는 카메라 필터를 제시하였으며, 70대 노인의 시각 특성은 YA-3 필터와 가장 유사한 것으로 규명하였다. 이를 바탕으로 어도비 포토샵(adobe photoshop)의 Photo Filter 기능을 활용하여 YA-3 필터의 근사치 색상(RGB: 255, 220, 0)을 조정 레이어로 적용하였다. 또한, 70세 이상 고령자의 단파장 투과율이 약 10% 수준으로 저하된다는 생물학적 특성을 반영하기 위해 단파장(blue) 채널의 출력 값을 낮춰 노인의 황변화 현상을 시뮬레이션하였다[그림 8].



[그림 8] 황변화 현상을 모사한 퍼즐 이미지 B, C

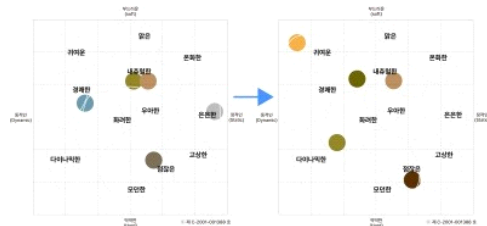
황변화 현상을 겪는 노인의 시각으로 본 퍼즐 이미지를 KSCA로 대표 색상을 추출한 뒤, I.R.I. 이미지 스케일에 맵핑하여 감성 키워드 변화를 분석하였다.

B퍼즐의 경우, 원본에서 '내추럴한', '은은한', '점잖은', '경쾌한'으로 인식되던 감성이 황변화된 시각에서는 '화려한', '내추럴한', '점잖은', '귀여운'으로 변화하였다. C퍼즐은 원본의 '내추럴한', '고상한', '우아한'에

서 '귀여운', '점잖은', '내추럴한', '고상한'으로 감성 키워드가 이동하였다.

이러한 결과는 황변화로 인한 색채 왜곡이 단순히 색상의 물리적 변화에 그치지 않고, 이미지가 전달하는 감성적 메시지에도 영향을 미침을 보여준다.

B퍼즐의 경우, '은은한'과 '경쾌한' 감성이 사라지고 '화려한'과 '귀여운'이라는 보다 활발한 감성으로 대체되었는데, 이는 황변화로 인해 난색 계열이 강조되면서 원본의 색채 균형이 무너지고 채도와 색온도가 높아진 결과로 해석된다[그림 9].



[그림 9] 황변화로 인한 퍼즐 B의 감성 이동

C퍼즐에서는 '우아한'이라는 고급스러운 감성이 사라지고 '귀여운'이라는 보다 친근한 감성이 추가되었다. '고상한'과 '내추럴한'은 유지되었으나, 기존의 감성 조합에 친근한 인상이 더해지는 양상을 보였다[그림 10].



[그림 10] 황변화로 인한 퍼즐 C의 감성 이동

두 퍼즐 모두에서 '귀여운'이라는 키워드가 새롭게 나타난 점은 주목할 만하다. 이는 황변화로 인해 색채의 밝기 대비가 약해지고 난색 계열이 주를 이루면서, 원본이 지닌 깊이감과 무게감이 감소하고 상대적으로 가볍고 친근한 인상으로 변화하였음을 보여준다.

결과적으로, 황변화된 시각은 원본 이미지의 미적 의도와 감성적 의미를 왜곡하며, 절제되고 우아한 감성을 화려하고 친근한 감성으로 변화시키는 경향이 있음을 확인할 수 있다. 이는 노인용 교구 설계 시

26) 吉田あこ 외 1, 상개서(Op. cit, 1991, p.672)

색상의 구별 용이성만 아니라, 원본이 전달하고자 하는 감성의 보존 또한 필수적으로 고려되어야 함을 시사한다.

3-2-3. 시각 인지 보정안 및 감성 일치 보정안 도출

원본 이미지에 대한 ‘시각 인지 보정안’은 앞선 선행 연구를 바탕으로 색채 보정 조건을 설정하였다. [표 3], [그림 11]

[표 3] 시각 인지 보정안의 색채 보정 조건

구분	색채 보정 조건
명도	저명도(0~2) → 고명도(3~10) 사용 권장
채도	고명도, 중채도 영역 활용
선호 색상	장파장 난색 계열(R, Y) 우선 배치
기피 색상	단파장 계열 (B, B-G) 유사배색 기피
선호 배색	유사조화 < 대비조화



[그림 11] 시각 인지 보정안 B, C

‘감성 일치 보정안’은 보정안이 원본의 감성을 훼손하지 않도록 I.R.I 배색 이미지 공간을 활용하여 제작하였다[그림 12]. 보정된 색채가 I.R.I 감성 공간 내에서 원본과 동일한 구역에 위치하도록 제한하되, 그 중에서도 노인이 선호하는 것으로 검증된 난색(R, Y) 배색을 우선적으로 채택하였다[그림 13].



[그림 12] 감성 일치 보정안 B, C

3-3. 실험 환경 및 절차

3-3-1. 실험 환경 및 통제 조건

실험 장소는 직사광선이 직접적으로 비치지 않으나 충분한 조도가 확보된 밝은 실내 공간에서 진행하여, 조도 변화나 눈부심으로 노인의 색채 인지에 미치는 부정적 영향을 최소화 하였다.



[그림 13] I.R.I 배색 이미지 스케일 기반 색채 보정

또한, 노년층 피험자의 특성상 타인의 반응에 동조하거나 집단의 의견을 따르려는 경향을 방지하기 위해 모든 실험은 1:1 개별 방식으로 진행되었다. 아울러 실험자 간 진행 방식의 차이로 인한 오차를 최소화하고자 사전에 매뉴얼을 마련하여 교육을 실시하였으며, 본 연구자를 포함한 총 4명이 실험을 수행하였다.

3-3-2. 실험 절차

피험자의 심리적 안정과 문항 이해도를 높이기 위해 ‘도입 - 사전 조사 - 연습 - 본 실험’의 4단계로 구성하였다. 도입 단계에서는 날씨 등 일상적인 주제로 약 1분간 대화를 나누어 라포(rapport)를 형성하였으며, 이후 사전 조사 단계에서 성별, 나이 등 인구학적 특성을 조사하였다.

연습 단계에서는 실험 방법의 숙지 오류로 인한 데이터 왜곡을 방지하고자 본 과제와 동일한 형식의 연습 문제 2개를 우선 실시하였으며, 피험자가 실험 방식에 충분히 익숙해진 것을 확인한 후 본 실험을 순차적으로 수행하였다. 더불어 실험 도중 피험자가 이미지에 대한 평가나 의견을 언급하는 경우, 이를 함께 기록하였다.

3-3-3. 인지 효율성 (반응속도)

노인의 색채 지각 특성을 반영한 보정안이 시각적 객체 탐색 효율에 미치는 영향을 측정하기 위해 반응 속도 실험을 설계하였다. B와 C이미지의 원본 및 시각 인지 보정안에 대해 각각 3개씩, 총 12개의 사물 탐색 문항을 제시하였다[표 4].

[표 4] 반응 속도 측정(인지 효율성) 문제

구분	문제	인지 내용
B	1-1. 빨간 해를 찾아보세요.	선호 색상
	1-2. 풀밭 위의 사슴을 찾아보세요.	Y 유사 배색
	1-3. 물 속의 거북이를 찾아보세요.	B/B-G 유사배색
C	2-1. 산에 있는 폭포를 찾아보세요.	B(단파장)
	2-2. 감나무에 있는 학을 찾아보세요.	색상 대비
	2-3. 학 옆에 있는 빨간 버섯을 찾아보세요.	명도 차이

실험자는 시작과 동시에 스톱워치를 작동하고, 피험자가 사물의 위치를 손가락으로 짚는 순간 해당 시간을 기록하였다. 반복적인 이미지 노출에 따른 학습효과가 반응속도에 미치는 영향을 최소화하기 위해 B와 C의 원본 이미지와 색채 인지 보정안을 무작위로 교차 배치하였으며, 색채 인지 보정 이미지는 좌우 반전하여 제시함으로써 학습효과를 추가적으로 통제하였다.

한편, 고령 피험자의 집중력 저하로 인한 극단값 왜곡을 방지하기 위해 문항당 제한 시간을 최대 20초로 설정하였으며, 20초를 초과한 경우에는 'H'로 표기하였다. 다만, 제한 시간 초과시 탐색 사물의 인근을 힌트로 제공하여 피험자가 최종적으로 사물을 찾을 수 있도록 유도함으로써 심리적 위축을 방지하였다. [그림 14]



[그림 14] 실험 진행 사진

3-3-4. 시각적 가독성 평가

색채 인지 보정안의 실질적인 선명도를 평가하기 위해 가독성 설문을 실시하였다. 피험자에게 각 세트의 원본과 보정안을 나란히 제시 한 후, “어느 쪽이 더 선명하게 보이나요?”라는 질문에 대해 한 가지를 선택하게 하였다.

3-3-5. 감성 형용사 비교 평가

감성 일치 보정안이 원본의 감성을 유지하는지 검증하기 위해 5점 척도 설문을 수행하였다. 특히 고령 피험자가 ‘우아한’, ‘내추럴한’ 등의 외래어 및 형용사를 이해하는 데 어려움이 있을 것을 고려하여, 일상적 어휘로 치환하여 질문하였다[표 5].

[표 5] 감성 형용사 비교 문제

구분	형용사	문제
B	전통적인	어느 쪽이 더 옛스러워 보이나요?
	내추럴한	어느 쪽 나무들이 더 풍성해 보이나요?
	경쾌한	어느 쪽 그림이 더 즐거워 보이나요?
C	친근한	어느 쪽 그림이 더 편안하고 정겨운가요?
	고상한 (우울한)	어느 쪽이 더 차분하고 조용(허전)해 보이나요?
	우아한 (고급스러운)	어느 쪽 그림이 더 비싸보이나요?

4. 연구 결과 및 고찰

4-1. 색채 보정안의 인지 효율성 분석

본 연구는 노인의 시각적 황변화 현상을 고려한 치매 예방 퍼즐의 색채 보정이 실제 노인 사용자의 인지 효율성을 향상시키는지, 그리고 일반인이 느끼는 원본의 감성을 동일하게 전달할 수 있는지를 실증적으로 검증하고자 하였다.

[표 6] B세트의 반응속도 분석 (대응표본 t-검정)

문항	원본(M±SD)	보정안(M±SD)	t	p
1. 빨간 해	6.81 ± 4.91	4.09 ± 3.11	3.30	.003**
2. 풀밭 사슴	7.31 ± 4.39	4.92 ± 3.63	4.94	<.001***
3. 물속 거북이	7.20 ± 4.15	3.32 ± 2.35	6.62	<.001***

Note. H_a μMeasure 1 - Measure 2 ≠ 0

[표 7] C세트의 반응속도 분석 (대응표본 t-검정)

문항	원본(M±SD)	보정안(M±SD)	t	p
1. 산 폭포	6.86 ± 6.53	4.36 ± 5.71	4.39	<.001***
2. 감나무 학	6.12 ± 6.46	3.86 ± 4.37	2.94	.008**
3. 빨간 버섯	12.25 ± 6.41	8.89 ± 7.14	3.92	<.001***

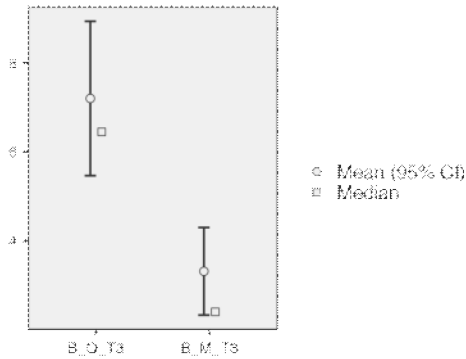
Note. H_a μMeasure 1 - Measure 2 ≠ 0

대응표본 t-검정 결과, 보정안 적용 시 B세트와 C 세트의 총 6개 탐색 문항 모두에서 반응 속도가 유의미하게 단축되었다($p < .01$). [표 6, 7]

특히 노인이 구분하기 가장 어려운 단파장(blue & B-G계열) 유사 배색이 적용되었던 B세트의 ‘물속 거북이 찾기’ 문항에서 가장 큰 폭의 반응 시간 단축(평균 3.88초 감소)과 높은 t값(6.62)이 확인되었다[그림 15].

C세트의 단파장 유사 배색이었던 ‘산 폭포’는 피험자(ID 5)가 “C세트 원본은 폭포가 아예 안 보였으나, 보정본에서는 계곡이 잘 보인다”라고 평가하기도 하였다.

전체 문항 중 원본 탐색 시간이 12.25초로 가장 오래 걸렸던 ‘빨간 버섯 찾기’의 경우, 보정안에서 3.36초가 단축되어 보정안이 인지적 부담을 줄이는 데 효과적임을 재확인하였다.



[그림 15] B 1-3 문제의 반응시간 차이

[표 8] 독립표본 t-검정
(인구통계학적 특성에 따른 인지 효율성 차이)

분석 변인	측정 세트	그룹1 평균(초)	그룹2 평균(초)
남성(n=5)	B세트	2.36	3.19
여성(n=17)	C세트	3.44	2.49
85세 미만(n=11)	B세트	2.19	3.81
85세 이상(n=11)	C세트	2.30	3.11
안경 미착용(n=16)	B세트	3.10	2.73
안경 착용(n=6)	C세트	2.95	2.05

인구통계학적 특성에 따른 인지 효율성의 차이를 분석하기 위해 독립표본 t-검정을 실시하였다. 그 결과 성별 및 안경 착용 여부는 반응 속도 단축 시간에 유의미한 차이를 보이지 않았다($p > .05$)[표 8].

반면, 85세 이상 고령층은 B세트에서 반응 속도가 평균 3.81초 단축되어 85세 미만(평균 2.19초 단축)보다 보정안의 효과가 더 큰 것으로 나타났다($p=.042$). 이는 연령이 높아질수록 시각적 황변화가 심해진다는 선행연구의 결론을 실증적으로 뒷받침하는 결과이다.

이러한 결과는 색채 보정안이 노인의 시각적 탐색 과정에서 발생하는 인지적 과부하를 효과적으로 감소 시킴을 보여준다. 특히 85세 이상 고령층에서 단축 효과가 극대화된 점은, 노화에 따른 황변화가 심화될 수록 본 연구의 색채 보정 기준 적용이 치매 예방 교육 설계에 있어 필수적인 요소임을 시사한다.

4-2. 원본과 색채 보정안의 가독성 차이 분석

가독성의 경우, B세트는 보정안(68.2%)에 대한 선호도가 압도적으로 높게 나타나 인지 효율성이 향상 되었음을 확인하였다. 반면, C세트는 원본 선호(45.5%)가 보정안 선호(40.9%)보다 높게 나타났다. 이

는 ‘폭포’등 특정 객체의 인지도는 보정안이 우세하나 ‘산과 바위’의 고유색 변경이 노인들에게 낯설게 느껴 졌기 때문에 분석된다[표 9].

[표 9] 원본 및 색채 인지 보정안에 대한 가독성 비교

구분	범주	빈도(명)	백분율(%)
B세트	원본	5	22.7
	비슷함	2	9.1
	보정안	15	68.2
			100.0
C세트	원본	10	45.5
	비슷함	3	13.6
	보정안	9	40.9
			100.0

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

실제로 피험자(ID 2)는 “B의 보정본은 물이 파란색 이 아니어서 덜 즐거워보인다”고 하였고, 여러 피험자 (ID 2, 5)가 “C의 보정본은 폭포는 잘 보이지만 산이 노란색이라 허전해 보인다” 등의 의견을 남기기도 하였다. 이는 보정안으로 인해 가독성은 높아졌지만 기존 색상에 대한 익숙함이 노인들에게 더 큰 선호도를 느끼게 하는 것으로 판단된다.

그러나 이러한 색채 차원에서의 낯설음과 별개로, 본 연구에 사용된 자연 풍경 중심의 동양화 이미지는 노인층에게 정서적 친숙감과 회상 반응을 유발하는 경향을 보였다. 예를 들어, 피험자(ID 7)는 “C의 그림 을 보니 울산 폭포에 놀러 갔을 때가 생각난다”고 하 였고, 피험자(ID 11)는 “C의 이미지를 보니 젊었을 때 여행 갔던 옛날 생각이 난다”고 응답하였다. 또한 피험자(ID 8)는 “C 그림의 산과 물 경치가 좋아요”라 말하였고, 피험자(ID 13)는 “B그림을 보니 기분이 좋 다. 신선놀음 하는 것 같다”라고 응답하여 이미지 자체에 대한 긍정적 정서 반응을 나타냈다. 이는 자연 풍경 및 동양화 기반 소재가 노년층의 과거 경험과 정서적 기억을 자극함으로써 심리적 안정감과 자발적 참여를 유도할 가능성을 시사하며, 관련 선행연구의 결과를 뒷받침한다.

4-3. 감성 일치 보정에 따른 감성 복원도 분석

감성 복원도의 통계적 유의성을 검증하기 위해 단 일표본 t-검정(one-sample t-test)을 수행하였다. 이 를 통해 피험자들의 응답 평균이 보정안(5점) 방향으

로 통계적으로 유의미하게 편향되었는지, 즉 본래 의도된 감성이 성공적으로 복원 및 전달되었는지를 확인하였다.

B세트와 C세트에 대한 단일표본 t-검정 결과, 본 연구에서 I.R.I 스케일을 기반으로 설계한 색채 보정안은 황변화된 시각 조건에서도 원본의 감성을 노인 층에게 효과적으로 전달한 것으로 나타났다. B세트의 경우 '경쾌한($t=3.80, p=.001$)'과 '전통적인($t=2.67, p=.014$)' 항목이, C세트의 경우 '고상한($t=3.92, p=.001$)'과 '우아한($t=4.04, p=.001$)' 항목이 모두 검정값 3.0을 상회하며 5점(보정안) 방향으로 유의미하게 수렴하였다[표 10, 11].

[표 10] B세트의 보정 전, 후 감성 복원도 분석 (단일표본 t-검정)

감성 형용사	검정값	M	SD	t	p
전통적인	3.0	3.82	1.44	2.67	.014*
내추럴한		2.14	1.52	-2.66	.015*
경쾌한		4.05	1.29	3.80	.001**

[표 11] C세트의 보정 전, 후 감성 복원도 분석 (단일표본 t-검정)

감성 형용사	검정값	M	SD	t	p
친근한	3.0	2.73	1.67	-0.77	.451
고상한		4.00	1.20	3.92	.001**
우아한		4.14	1.32	4.04	.001**

Note. H₀: $\mu \neq 3$

1점(원본 느낌이 강함) ~ 3점(비슷함) ~ 5점(보정안 느낌이 강함).

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

이는 가독성(인지 속도)을 높이기 위해 색상을 인위적으로 크게 변경하였음에도 불구하고, 해당 색채들이 I.R.I 스케일 상에서 원본과 동일한 감성 공간에 위치하도록 설계-통제된 결과, 동양화 특유의 예술적 가치(우아함, 전통적임 등)가 노인에게 성공적으로 전달되었음을 의미한다.

타겟 감성의 복원 성공과 별개로, 자연물의 고유색 변경이 유발하는 한계점 역시 확인되었다. B세트의 '내추럴한($M=2.14, p=.015$)'과 C세트의 '친근한($M=2.73, p=.451$)' 항목은 보정안 쪽으로 수렴하지 못하고, 원본 방향으로 편향되었다.

이는 나무나 바위, 강물 등 노인이 평생 경험을 통해 학습해 온 자연물의 고유 색상이 가독성 중심의 난색 배색으로 변경되면서 시각적 생경함을 유발했기 때문으로 해석된다. 실제 피험자 인터뷰에서도 "바위가 붉은색이라 인식하기 어렵다(ID 4)", "강물이 유치해 보인다(ID 9)" 등 자연물의 일반적인 색상 변경에 대한 낯설음을 토로하였다.

종합하면, 감성 일치 보정안은 작품 전체의 '추상적 분위기(우아함, 경쾌함)'를 복원하는 데는 유의미한 결과를 보였으나, 대상에 대한 '친숙함과 자연스러움(내추럴, 정겨움)'을 유지하기 위해서는 자연물의 고유 색 범위를 고려한 선택적 보정 전략이 추가적으로 필요함을 나타낸다.

5. 결론

본 연구는 초고령 사회 진입에 대비하여 노인의 생물학적 시각 특성인 황변화 현상을 고찰하고, 이를 반영한 색채 보정이 치매 예방 교구의 인지 효율성 및 감성 전달에 미치는 영향을 실증적으로 검증하였다. 선행연구와 I.R.I 색채 분석을 통해 객관적 보정 기준을 수립하였으며, 이를 바탕으로 진행된 실험 결과 및 학술적 의미를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 색채 인지 보정안은 노인의 객체 탐색 속도를 유의미하게 단축시켜 인지 효율성을 향상시키는 것으로 나타났다. 특히 황변화를 겪는 노인이 인지하기 어려운 단파장 계열(물, 폭포 등) 문항에서 가장 두드러진 탐색 속도 향상($t=6.62, p<.001$)이 확인되었다. 또한 연령별 독립표본 t-검정 결과, 85세 이상의 초고령 집단이 85세 미만 집단에 비해 보정안 적용 시 유의미하게 높은 속도 향상 폭($p=.042$)을 보였다. 이는 황변화가 심화되는 고령층일수록 본 연구에서 제시한 색채 보정 기준의 실효성이 높음을 시사한다. 나아가, 빠른 객체 인지를 통해 사용자의 좌절감을 줄이고 훈련의 지속성을 확보하는 기제로 기능할 수 있음을 입증하였다.

둘째, I.R.I 이미지 스케일을 활용한 감성 일치 보정안 분석 결과, 본 연구의 색채 보정 모델이 황변화로 인해 왜곡된 노인의 감성 지각을 원본 창작자가 의도한 타겟 감성으로 일부 회복시키는 것으로 나타났다. 단일표본 t-검정 결과, B세트의 '경쾌한'($M=4.05, p=.001$), '전통적인'($M=3.82, p=.014$) 항목과 C세트의 '고상한'($M=4.00, p=.001$), '우아한'($M=4.14$,

$p=.001$) 항목 모두 검정값 3.0을 유의미하게 초과하여 보정안(5점) 방향으로 수렴하였다. 이는 가독성 향상을 위해 색채 데이터를 변환하였음에도 불구하고, I.R.I 스케일 상 동일 감성 영역 내에서 조율된 보정안이 황변화의 시각적 장벽을 극복하고 원본의 심미적 가치를 노인층에게 전달할 수 있음을 실증한 것이다. 즉, 치매 예방 교구 디자인이 단순한 인지 보조를 넘어 원본 이미지의 미적 가치도 함께 전달할 수 있는 가능성을 제시한다.

셋째, 가독성 평가를 통해 노인의 시지각이 단순히 명도 대비나 채도 향상뿐만 아니라, 평생에 걸쳐 형성된 기억과의 일치 여부에도 영향을 받는다는 점을 확인하였다. 난색 강화와 단파장 배제라는 기능적 보정은 인지 속도를 높였으나, 자연물(산, 바위 등)의 본질적인 색채를 훼손할 경우 시각적 생경함과 인지 부조화를 유발하는 것으로 나타났다. 따라서 고려자용 교구 디자인에서는 주요 지표물은 보정하되 배경 지형 지물은 고유색의 범위를 유지하는 '선택적 보정 방식'이 요구된다.

본 연구는 객관적 색채 분석과 노인 대상의 실증 실험을 교차 검증함으로써 인지적 유니버설 디자인(cognitive universal design)의 실무적 활용 가능성을 제시하였다는 점에서 의의를 지닌다. 그러나 본 연구는 다음과 같은 한계를 지니며, 이를 보완하기 위한 후속 연구가 필요하다.

첫째, 표본 구성과 참여자 특성 측면에서 제한이 있다. 참여자의 지역, 교육 수준, 디지털 기기 사용 경험 등의 변인을 충분히 통제하지 못하였고, 특히 85세 이상 초고령 집단의 표본 수가 제한적이어서 연구 결과를 전체 고령층으로 일반화하는 데에는 한계가 있다. 또한 백내장, 녹내장 등 시각적 기저질환 여부를 통제하지 못하였으므로, 이로 인한 시지각 차이가 연구 결과에 일부 영향을 미쳤을 가능성을 배제하기 어렵다. 특히 백내장은 단파장 인지 저하와 직접적으로 관련이 있으므로, 후속 연구에서는 보다 확대된 표본과 정밀한 변인 통제를 바탕으로 보정 모형을 정교화할 필요가 있다.

둘째, 본 연구는 동양화 기반 퍼즐 교구를 중심으로 실험을 수행하였기 때문에 도출된 결과를 사진, 디지털 인터페이스 등 다른 유형의 시각 자극물에 동일하게 확장 적용하는 데에는 한계가 있다. 따라서 향후에는 다양한 시각 매체와 배색 구조를 대상으로 동일한 효과의 재현 가능성에 대한 검증이 필요하다.

셋째, 본 연구는 감성 평가의 기준으로 I.R.I 이미징 스케일을 활용하였으나, 감성 어휘의 해석은 세대별 경험과 문화적 배경에 따라 상이하게 나타날 가능성이 있다. 이에 본 연구에서는 실험 과정에서 참여자의 발화와 행동 반응을 함께 관찰·기록하여 해석의 보조 자료로 활용하였다. 다만 향후 연구에서는 보다 체계적인 심층 인터뷰와 시선 추적, 생체 반응 측정 방법 등의 다각적 방법을 병행함으로써 감성 평가 결과의 신뢰도와 재현성을 제고할 필요가 있다.

본 연구의 핵심은 치매 예방 교구의 색채 설계가 단순한 가독성 향상에 머무르지 않고, 원본의 감성적 가치를 보존하면서도 노인의 인지 효율성을 동시에 확보할 수 있는 균형점을 제시하였다는 데 있다. 이러한 결과는 향후 초고령 사회에 대응하는 시니어 제품 및 인지 재활 콘텐츠 디자인의 질적 향상을 위한 기초 자료로 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 강경연 외 2, '노인을 고려한 아파트 욕실의 색채계획에 관한 연구', 대한건축학회, 대한건축학회 논문집 계획계, 2008.
2. 고경애 외 1, '경증 치매노인을 위한 인지활동 통합프로그램의 효과', 한국디지털정책학회, 디지털융복합연구, 2018.
3. 김영인 외 3, '시니어 세대의 색채지각과 선호 유사배색의 특성', 한국색채학회, 한국색채학회지, 2011.
4. 김응철, '치매 예방을 위한 교구재 디자인 색상 적용 연구', 한국디자인문화학회, 한국디자인문화학회지, 2020.
5. 박소연 외 2, '노인의 시계황변화를 고려한 아파트 주방 색채분석 연구', 대한건축학회, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 2016.
6. 양현주, '치매예방 프로그램이 후기노인의 우울감과 삶의 질, 치매 인식에 미치는 영향', 인문사회21, 인문사회21, 2021.

7. 이경연, '노인의 색 선호도와 색 지각 변별력의 관련성 연구', 한국브랜드디자인학회, 브랜드디자인학연구, 2025.
8. 이윤진 외 3, '스마트폰 색채에 따른 시니어의 가독 특성', 한국색채학회, 한국색채학회 논문집, 2015.
9. 임오연, '광원의 색온도에 따른 고령자의 실내색채 지각특성에 관한 연구', 대한건축학회, 대한건축학회 논문집 계획계, 2008.
10. 임춘옥, '퍼즐 프로그램이 경도인지장애 노인의 인지기능과 우울에 미치는 영향', 한국웰니스학회, 한국웰니스학회지, 2018.
11. 전은정, '고령자를 배려한 유니버설디자인의 색채 가이드라인 구축', 한국색채학회, 한국색채학회 논문집, 2015.
12. 정민영, '고령자의 지각색채 분석을 위한 디지털 모의수정체', 한국실내디자인학회, 한국실내디자인학회논문집, 2020.
13. 정민영, '시계활변화 노인을 위한 실내 안내색채', 한국실내디자인학회, 한국실내디자인학회 학술발표대회논문집, 2019.
14. 정유미, '노인 대상 그림책 개발을 위한 색채 선호도 연구', 한국상품문화디자인학회, 상품문화디자인학연구, 2023.
15. Annika B. E. Benz et al., 'Nature-Based Relaxation Videos and Their Effect on Heart Rate Variability', Frontiers Media S.A., Frontiers in Psychology, 2022.
16. Keiko Ishihara et al., 'Age-related decline in color perception and difficulties with daily activities-measurement, questionnaire, optical and computer-graphics simulation studies', Elsevier, International Journal of Industrial Ergonomics, 2001.
17. Zhang, H., 'Sense of familiarity: Improving older adults' adaptation to exergames', Association for Computing Machinery (ACM), CHI Conference on Human Factors in Computing Systems Extended Abstracts (CHI '19), 2019.
18. 吉田あこ 외 1, '高齢化視界黄変化の研究 (1) 消える案内標識と水晶体の透過率', 日本建築学会学術講演梗概集E 建築計画農村計画, 1991.
19. 이승영, '퍼즐활동프로그램이 노인의 인지기능과 우울에 미치는 효과', 한남대학교 교육대학원-석사학위논문, 2016.
20. clinic.paju.go.kr
21. news.sbs.co.kr
22. shop.coupang.com
23. www.korea.kr