노인의 인지기능 훈련을 위한 가상현실 프로그램의 효과

연세대학교 대학원

의 학 과

김 민 영

노인의 인지기능 훈련을 위한 가상현실 프로그램의 효과

지도 박 창 일 교수

이 논문을 박사학위 논문으로 제출함

2002년 6월 일

연세대학교 대학원

의 학 과

김 민 영

김민영의 박사 학위논문을 인준함

심사위원_____인

심사위원_____인

심사위원_____인

심사위원_____인

심사위원_____인

연세대학교 대학원

2002년 6월 일

감사의 글

우선 본 논문을 쓸 수 있게 하여주신 하나님께 감사드리고 싶습니다. 본 논문이 완성되는데 까지는 많은 분들의 도움이 있었기에 저로서는 이 논문이 매우 소중하게 여겨집니다. 처음부터 끝까지 격려하시며 지도해 주신 박창일 지도교수님께 감사를 표하고 싶고, 본 연구에 많은 관심을 가지고 각별한 조언과 도움을 아끼지 않으신 오병훈 교수님과 전우택 교수님, 김남현 교수님께도 깊은 감사를 드립니다. 본 연구의 시작부터 한 배를 탄 마음으로 같이 하여주시고 적극적으로 지원해 주신 김현빈 박사님과 이기석 연구원을 비롯한 한국전자통신연구원의 의료가상현실연구팀 연구원들께도 감사의 말씀을 드리고 싶습니다. 통계 분석을 도와주신 정신과 안석균 교수님과 새로운 시도를 마다하지 않고 받아주신 유당마을의 어르신들께도 감사를 표합니다.

그리고 제가 연구할 수 있도록 기쁜 마음으로 배려해 주는 사랑하는 남편과 부모님, 시부모님, 또 웃음을 주며 보기만 해도 든든한 두 아이들 강빈이와 신혜에게도 고마운 마음을 전합니다.

저 자 씀

차 례

국문요약 ····· 1

I. 서 론 ····· 3

II. 대상 및 방법 ····· 5

1. 연구 대상 ····· 5

2. 대상노인의 평가 ····· 7

3. 인지기능 훈련과 평가를 위한 가상현실 프로그램 및 노인용 입력기 개발 ····· 7

4. 가상현실 프로그램을 이용한 인지기능 훈련 ····· 12

5. 프로그램 효용도 평가 ····· 12

III. 결 과 ····· 12

1. 인지기능 평가 및 일상생활 수행능력 평가 ····· 12

2. 프로그램의 수행도 ····· 14

3. 프로그램 수행도와 신경심리 평가결과의 관계 ····· 17

4. 흥미 만족도 조사 ····· 19

IV. 고 찰 ····· 19

V. 결 론 ····· 24

참고문헌 ····· 24

영문요약 ····· 30

부록-1 ····· 32

부록-2 ····· 35

그 림 차 례

그림 **1.** 과제 수행을 위해 주어지는 단서들과
이에 의한 단계 설정의 도해 ····· 8

그림 **2.** 본 연구의 과제 순서 흐름 및 각 과제에서
주어지는 단서 도해 ····· 9

그림 **3.** 가상현실 화면-집의 내부 ····· 9

그림 **4.** 가상현실 화면-가스 레인지 ····· 9

그림 **5.** 가상현실 화면-전화 번호 받아적기 ····· 10

그림 **6.** 가상현실 화면-침실 ····· 10

그림 **7.** 가상현실 화면-머리빗 잡기 ····· 10

그림 **8.** 가상현실 화면-신발 고르기 ····· 10

그림 **9.** 본 연구에서 사용한 가상현실 시스템 구성의 도해 ····· 10

그림 **10.** 본 연구에서 개발한 노인용 입력기 ····· 11

그림 **11.** 노인이 본 연구의 훈련을 수행하고 있는 모습 ····· 11

그림 **12.** 한국판 치매평가 검사의 주의 항목 평균점수 변화 ····· 14

그림 13. Rey-Kim기억검사의 청각언어학습 즉각회상 항목의 평균점수 변화 14

그림 14. Rey-Kim기억검사의 청각언어학습 지연회상 항목의 평균점수 변화 15

그림 15. 훈련군이 첫째 주와 넷째 주에서 행동계획 및 장소기억 관련과제 수행시 거친 단계들의 중간값 합의 변화 15

그림 16. 훈련군이 첫째 주와 넷째 주에서 행동계획 및 장소기억 관련과제 수행시 소요한 시간들(초)의 중간값 합의 변화 15

그림 17. 훈련군이 첫째 주와 넷째 주에서 협응동작 관련과제 수행시 거친 단계들의 중간값 합의 변화 16

그림 18. 훈련군이 첫째 주와 넷째 주에서 협응동작 관련과제 수행시 소요한 시간들(초)의 중간값 합의 변화 16

그림 19. 훈련군이 첫째 주와 넷째 주에서 기억기능 관련과제 수행 시 잘못 답한 횟수 중간값 합의 변화 16

그림 20. 훈련군이 첫째 주와 넷째 주에서 판단기능 관련과제 수행시 잘못 답한 횟수 중간값 합의 변화 16

표 차 례

표 1. 대상군의 특성 6

표 2. 실험 전과 실험 후 시점에서 두 군간의
신경인지기능 점수 비교 13

표 3. 행동계획 및 장소기억력 관련과제의 수행도와
신경심리평가 점수의 상관관계 17

표 4. 협응동작 관련과제의 수행도와 신경심리평가
점수의 상관관계 18

표 5. 언어 기억력 관련과제와 판단력 관련과제의
수행도와 신경심리평가 점수의 상관관계 18

표 6. 본 연구의 실험에 대한 흥미 만족도 19

국문요약

노인의 인지기능 훈련을 위한 가상현실 프로그램의 효과

국내 뿐 아니라 전세계적으로 노인의 인구가 증가하면서 치매는 사회적으로도 중요한 문제로 부각되고 있다. 연령이 증가하면 인지기능도 저하되어 고령일수록 치매의 유병률이 높아진다. 하지만 치매를 조기에 알아내기란 쉽지 않고 치료적으로도 뚜렷한 성과를 기대할 수 없는 경우가 대부분이므로 아직까지 치매의 진단과 치료에는 많은 문제가 있다고 할 수 있다. 컴퓨터는 인지기능과 관련된 의학분야에서 진단과 치료적인 가능성을 가지고 있는 도구이다. 특히 최근 들어 발전을 거듭하고 있는 가상현실은 안전한 상황에서 여러 가지 경험을 할 수 있을 뿐 아니라 흥미로운 프로그램으로 치료의 강력한 동기를 부여하는 장점이 있어 더욱 주목받고 있다. 본 연구에서는 노인의 인지기능을 훈련하기 위한 가상현실 시스템을 개발하여 노인들에게 시행하여 그 효과를 알아보고자 하였다. 프로그램은 순서대로 17개의 과제를 수행하도록 하였으며 각 과정에서 단계적인 시청각적 단서를 제공하였다. 프로그램을 수행하면 자동적으로 각 과정에 소요된 시간과 제공된 단서의 수에 따른 단계수 및 잘못 답한 횟수 등이 자동 저장되도록 하였다. 연구대상은 경도의 치매환자 9명과 비치매 노인 21명으로 모두 30명이었으며 이 중 15명은 훈련군으로 일주에 3회로 하여 4주 동안 본 프로그램의 훈련을 받았고, 다른 15명은 대조군으로 같은 시간동안 동일 환경에서 시청각적 자극에 노출되었다. 인지기능 평가를 위한 신경인지기능검사를 실험 전과 후에 실시하였으며, 훈련군에서는 실험의 첫째 주와 넷째 주에 프로그램을 수행하는 능력을 평가하여 그 변화를 알아보았다. 그 외 프로그램에 대한 노인들의 흥미도 여부를 알아보아 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 실험의 시작시점에서 훈련군과 대조군의 성별, 나이, 치매환자 분포, 신경인지기능 검사 결과들이 모두 차이가 없었다.

2. 실험이 끝난 후 훈련군에서 한국판 치매평가검사의 주의점수, Rey-Kim 기억검사 청각언어 학습의 즉각 회상 및 지연 회상의 점수가 대조군보다 유의하게 높아졌다.

3. 프로그램을 수행하는데 필요한 인지능력을 네 가지로 나누어 수행도를 평가할 수 있었다. 행동계획 및 장소기억력, 협응동작 능력, 언어 기억력, 그리고 판단력 등이다. 첫째 주와 네째 주의 수행도를 비교해 본 결과 행동계획 및 장소기억력 과제를 수행하는데 소요된 시간과 단계의 수가 감소하였으며 협응동작 관련과제 수행시 소요된 시간도 감소하였다. 기억력 관련과제와 판단력 관련과제 수행에서 잘못 답한 횟수도 유의하게 감소하여 모든 부분에서 훈련의 효과가 나타났다.

4. 프로그램의 수행도로 평가한 훈련의 효과는 치매여부와 관계없이 네 가지 인지기능 모두에서 나타났다.

5. 훈련을 시행한 치매환자와 비치매 노인 모두 본 프로그램에 많은 흥미를 느꼈다.

이상의 결과로 보아 본 연구에서 개발한 가상현실 프로그램을 이용한 노인 인지기능 훈련은

주의력과 언어 기억력을 증진시키는 효과가 있었으며 훈련의 동기가 되는 흥미 만족도가 높았다. 따라서 본 연구에서 시행한 가상현실 프로그램은 유용한 노인의 인지기능 훈련도구라고 생각된다.

핵심되는 말: 노인, 가상현실, 인지기능, 치매, 훈련

노인의 인지기능 훈련을 위한 가상현실 프로그램의 효과

<지도 박 창 일 교수>

연세대학교 대학원 의학과

김 민 영

I. 서 론

21세기 이후 노인의 인구는 전 세계적으로 증가되고 있는 추세이다. 미국에서는 1900년에 65세 이상이 인구의 4%를 차지하였다가 1984년에는 12%로 늘어 2,800만 명에 달하게 되었다.[1] 우리나라는 65세 이상 노령인구가 2000년에 337만 명으로 총인구의 7.1%가 되면서 본격적인 고령화 사회에 돌입하였고, 2022년에는 14%를 넘어 고령사회에 진입할 것으로 전망되고 있다.[2] 노인인구의 증가는 국가, 사회적인 영향요소로 작용하는데 이는 노인에서 정신과 신체의 기능장애가 쉽게 발생하기 때문이다. 특히 '치매(dementia)'로 대표되는 정신기능 장애는 노인에서 나이가 증가함에 따라 발생빈도가 높아지는 흔한 문제이다. 여러 나라에서 보고된 바에 의하면 65세 이상에서 치매의 유병률은 대개 8.0%에서 13.0% 정도로 볼 수 있는데, 우리 나라의 치매 유병률도 다른 나라들보다 낮다고 볼 수 없다.[3-7] 치매는 고령의 노인에서 더욱 증가하여, Jorm 등[7]은 5.1년 간격으로 유병률이 배증한다고 하였다. Woo 등[6]에 의하면 우리 나라 노인의 치매 유병률은 65세 이상에서 9.5%, 80세 이상에서 여자 31.4%, 남자 20.9%이다. 노인 중에서도 고령 노인이 증가하는 전세계적인 추세는 치매노인의 급격한 증가를 의미하는 것이다.[8] 치매노인은 이환율과 사망률이 높고, 독립된 생활을 하기 어렵다.[9] 또한 치매는 직접적인 사망의 원인으로 작용하기도 한다.[10] 치매는 원인에 따라 알쯔하이머 병(Alzheimer's disease), 혈관성 치매(vascular dementia)와 알코올성 치매 등 80여 가지의 원인들로 나누어진다. 그 외에 순수한 의미의 '치매'로 진단되지 않으나 노인에서 인지기능이 저하되는 경우들이 있는데 뇌졸중 후유증, 외상성 뇌손상후 상태, 우울증, 섬망(delirium), 투약에 의한 부작용 등이 이에 해당한다.[11,12] 치매는 인지기능의 저하 외에도 언어, 시공간 기술, 인격 및 일상생활에까지 이상이 온 상태를 말하며 약 85%의 경우에서 비가역적으로 점차 악화되어 가는 특징을 보인다. 또한 개인에 따라 침범되는 영역과 정도가 다양하여 투약이나 질병에 의한 가역적 인지기능 손상의 경우

를 감별하기 어려울 때도 흔해 진단 및 치료에 문제가 된다.

그런데 실제 임상 더욱 문제되는 일은 노인의 치매, 혹은 인지기능 저하 자체의 발견이 제대로 이루어지지 않고 있다는 점이다.[12-15] 한 연구에 의하면, 일반 내과 입원 병동을 맡고 있는 의사가 입원 중인 노인들에서 인지기능 장애가 있는 경우의 37%나 파악하지 못하고 있었다.[16] 더구나 외래에서 진료를 하는 경우라면 선별검사(screening test)를 하지 않는 한 인지기능 저하를 발견하기는 어렵다.[17] 인지기능의 선별을 위해 가장 흔히 사용되는 MMSE(Mini-Mental Status Examination)와 같은 검사 도구들이 경도(mild)의 이상을 발견하는데 한계가 있다는 사실 또한 치매의 진단에 문제가 된다.[18-21] 노인의 인지기능이 저하된 경우에는 치료과정에서도 많은 문제를 포함한다. 치매는 치료의 가능성을 크게 기대할 수 없을 뿐 아니라, 치료자가 인지기능을 개선시키기 위한 훈련을 시행하기에는 시간과 경제적 효율이 매우 낮아 치료를 지속하기 어렵다.[22] 이에 따라 인지기능이 저하된 노인은 치료자보다는 가족을 비롯한 간병인(care-giver)에게 의존적인 생활을 하게 되는데, 이 과정에서 간병인은 심한 정서적 스트레스를 받게 되며, 이러한 상황은 환자에게도 좋지 않은 영향을 주게 된다.[23]

현대에 들어서 과학기술의 발전은 심리 및 인지기능과 관련된 질환들에 대하여 컴퓨터라는 도구를 유력한 대안으로 등장시켰다.[24-26] 정확한 시간 및 공간의 위치 측정이 가능하고 사용자의 프로그램 수행 결과가 그대로 자동 입력되는 기능은 인지기능의 평가를 위하여 유용하게 사용될 수 있으며 결과 정리를 위한 시간을 절약하는 효과도 있다. 대개의 프로그램은 주어지는 과제에 대한 사용자의 반응시간과 모니터에 표현되는 시지각적 반응에 의하여 진행되며 시각 주사(visual scanning), 주의 집중, 정보처리 속도, 기억력, 문제해결 등 다양한 인지 능력들을 객관적이고 정량적으로 측정하게 된다.[27] 이 방법은 프로그램에 따라 다양하고 세밀한 측정을 가능하게 하므로 기존의 도구로는 발견하기 어려운 경도(mild)의 이상을 찾아낼 수 있다는 진단적 장점이 있다. 치료적으로도 커다란 가능성을 지니고 있는데 첫째, 필요한 만큼 충분히 반복하여 자극을 줄 수 있다. 둘째, 환자의 프로그램 수행도에 따라 자동적이고 즉각적인 반응을 제공할 수 있는데, 보다 성공적으로 프로그램을 수행할 수 있도록 단서(cue)를 제시하는 등의 방법으로 중재적인 학습을 시킬 수도 있다. 셋째, 환자의 능력에 따라 난이도를 조절함으로써 프로그램의 효과를 높일 수 있다. 넷째, 이러한 과정을 통하여 환자는 흥미를 느끼게 되고 치료에 보다 적극적으로 참여할 수 있는 동기가 유발된다.[28,29] 그 외 치료자의 인력을 대체할 수도 있다는 장점도 있다.[30] 컴퓨터를 사용한 신경인지기능의 평가와 훈련들은 이미 1980년대부터 시도되기 시작하여 점차 활성화되고 있다.[27,31,32] Hoffman 등[33]은 알쯔하이머병 환자에게 3주간 중재적인 컴퓨터 인지기능 훈련을 시킨 결과 병의 중등도와 관계없이 프로그램 수행능력이 호전되었음을 보고한 바 있다.

컴퓨터 기술은 지속적으로 발전하여 다양한 결과물들을 내어놓고 있는데 특히 '가상현

실'은 매우 강력한 도구로서 의학을 비롯한 여러 방면에서 사용 가능성을 주목받고 있다. 1990년대 후반부터 선진 의료계에서는 가상현실을 사용하여 인지기능 장애 진단 및 치료에 접근하고자 하는 시도가 시작되었다.[28,34,35] 가상현실은 사용자가 가상의 3차원 공간 안에서 프로그램의 목적에 따라 다양한 활동과 경험을 할 수 있게 한다. 이제까지 가상현실에서는 주로 주의력, 물건이나 공간을 기억하기 위한 목적의 시도가 이루어졌으며, 환자에게 강한 동기를 유발시키고, 치료에 드는 시간과 노력이 감소되는 효과가 증명되었다.[34,35] 그러나 아직까지는 실험적인 단계로서 널리 사용되고 있지는 않다. 가상현실은 프로그램의 내용에 따라 매우 다양한 인지기능의 평가와 훈련을 가능하게 한다. 이러한 장점은 광범위하게 인지기능이 손상될 수 있는 노년기의 정신 장애, 즉 치매와 같은 경우에서 유용할 것으로 예상된다. 난이도를 다양하게 함으로써 경미한 이상도 평가할 수 있다면 놓치기 쉬운 조기의 인지기능 장애를 측정할 수 있는 조기 진단도구로서도 이용할 수도 있고, 흥미로운 게임형식을 취하여 훈련 및 치료용으로도 사용할 수 있다. 가상현실의 흥미도는 현실과 거의 비슷하게 느껴지는 상황 속에 들어가는 몰입감에 의해 발생된다. 안전한 환경 속에서 위험하게 여겨지는 일을 경험한다든지 상황에 따른 적절한 반응을 학습할 수도 있다.[36] 여기에 개인에게 적합한 난이도와, 사용자의 반응에 따른 단계적인 단서 제공이 이루어진다면 가상현실은 인지기능 훈련을 위한 유용한 도구가 될 것이다.[37]

이러한 배경에서 저자는 노인의 인지기능을 개선시키기 위한 가상현실 훈련프로그램을 개발하고 노인들이 사용하도록 하여 이것이 과연 효과가 있는지 알아보고자 하였다. 또한 프로그램의 수행과 동시에 자동적으로 기록되는 수행도 결과와 다른 방법으로 평가된 노인의 인지기능이 관계 있는지 알아보고자 하였다. 이를 위해 본 연구에서는 노인들을 위한 가상현실 시나리오를 제작하고, 노인들이 쉽게 사용할 수 있는 특수 입력기와 몰입감을 높이기 위한 대형 화면시스템도 개발하였다. 인지 기능 훈련 효과의 검증은 신경인지기능 검사결과들을 바탕으로 하였으며 프로그램 자체의 수행도 변화도 알아보았다. 또한 실질적인 가상현실의 실용가능성을 예측해 보고자 사용한 노인들이 이 프로그램에 흥미를 가지고 만족하는지 설문하였다.

II. 대상 및 방법

1. 연구 대상

수원시의 유료 양로 시설인 '유당 마을'에서 살고 있는 65세 이상 노인들을 대상으로 하였다. 처음 지원자는 모두 37명이었다. 이 중에서 프로그램을 수행할 수 없는 심각한 인지기능 장애나 시청각 장애, 글씨를 읽고 쓸 수 없거나 한국판 MMSE (Korean Mini-Mental Status Examination; K-MMSE)에서 17점 이하의 중등도 치매환자 및 노인 우울 평가 도구인 단축형 노인우울척도(Short-form Geriatric Depression Scale; K-GDS)에서 우울증의 가능성이

있는 경우를 제외하여 모두 30명이 실험에 참가하게 되었다.[38-41] 이 중 경도의 치매환자가 9명이었는데 훈련군에 5명이 포함되었고 대조군에 4명이 포함되었다. 대상군은 치매환자와 비치매환자로 나누어 각각의 경우에서 방 홋수에 따라 무작위로 나누어 훈련군과 대조군을 정하였다. 훈련군은 15명으로 평균연령은 78.7세였고 이 중 남자는 5명, 여자 10명이었다. 대조군은 15명으로 평균연령은 79.8세로 훈련군과 유의한 차이가 없었으며, 남자 4명, 여자 11명으로서 성별에서 유의한 차이는 없었다(표 1). 학력이 치매를 예방하는 요소로 작용할 수 있다는 논의도 있으므로 두 군의 학력을 비교하였다.[42] 초등학교 졸업 이하의 학력이 훈련군은 7명, 대조군은 6명으로 역시 유의한 차이는 없었다(표 1). 훈련군은 1주에 3회, 각 회당 20～30분씩 가상현실을 이용한 인지기능 훈련을 4주간 실시하였으며, 대조군 역시 4주간 같은 횟수, 같은 시간동안 같은 화면을 통하여 흥미로와 하는 영화를 선택하여 보도록 하였다. 연구 대상자 중에서 신체, 정신적으로 뚜렷한 장애가 있었던 경우는 없었으나 훈련군에서 1례는 6년 전의 뇌졸중 과거력이 있었으며 일상생활 동작에 지장이 없는 경미한 좌측 편마비가 남아 있었다. 그 외 훈련군의 3명에서 당뇨가 있었으나 투약으로 조절이 잘 되는 상태였으며, 6명은 고혈압 환자로서 역시 투약으로 잘 조절되고 있었다. 대조군 중에는 2명에서 당뇨, 4명에서 고혈압이 있었는데 역시 투약으로 잘 조절되고 있었다.

표 1. 대상군의 특성

	훈련군(15명)	대조군(15명)	전체군(30명)
나 이(세)*	78.7±5.6	79.8±6.5	79.3±6.1
성 별			
남 자	5명	4명9명	
여 자	10명	11명	21명
치매 환자의 수	5명	4명	9명
한국판 MMSE점수(만점=30점)*	26.9±2.1	26.5±3.0	26.7±2.6
학 력			
무 학 력	0명	1명	1명
초등학교 중퇴	1명	0명	1명
초등학교 졸업	6명	5명	11명
중학교 졸업	1명	0명	1명
고등학교 졸업	6명	5명	11명
대학교 중퇴	0명	1명	1명
대학교 졸업	1명	3명	4명

*평균±표준편차

2. 대상노인의 평가

기본적으로 과거의 직업과 학력을 평가하여 신경인지기능검사에 참고하였다.

1) 신경인지기능 검사

본 프로그램 제작에 관계없는 임상심리사 1인이 한국판 MMSE로 우선 선별검사를 하였고, 한국판 치매평가검사(Korean Dementia Rating Scale; K-DRS)로서 임상적 치매의 정도를 평가하였다.[43,44] 주로 기억력을 검사하기 위하여 언어청각 및 시각기억력을 평가하는 Rey-Kim 기억 검사도 시행하였다.[45] 덧붙여 집중력과 시각협응, 정보능력을 평가하기 위한 신경심리 평가 도구인 한국판 Wechsler 기억검사 수정판(Korean Wechsler Adult Intelligence Scale - Revised; KWAIS-R)의 소검사 중 숫자 따라하기(digit span)검사와 바꿔쓰기 검사(digit symbol) 검사를 시행하였다.[46] 검사 시점은 두 군 모두 프로그램의 수행을 시작하기 3일 이내, 마친 후 3일 이내로 하였다.

2) 우울증 평가

상기 검사자 1인이 30점을 만점으로 하는 단축형 노인우울척도로 우울증 여부를 검사하였는데, 검사 시점은 프로그램의 수행 이전이었으며 11점을 기준으로 하여 우울증이 있는 경우는 제외하였다.[39-41] 본 검사에서 우울증이 있는 것으로 판단된 경우는 1례였다.

3) 일상생활 수행능력 평가

검사자 1인이 MBI (modified Barthel index)로 평가하였으며 검사 시점은 프로그램의 수행 이전으로 하였다.[47]

3. 인지기능 훈련과 평가를 위한 가상현실 프로그램 및 노인용 입력기 개발

한국전자통신연구원의 의료가상현실 연구팀에서 연구자의 시나리오에 따른 '치매의 예방과 치료를 위한 프로그램(Dementia Overcoming Training: DOT)'을 3차원을 기초로 한 Genesis 3D엔진을 사용하여 개발하였다. 시나리오(부록-1)는 주의력, 행동계획, 협응동작, 공간 지각력, 언어 기억력, 청각 및 시각 학습능력, 일반 상식, 시간 지남력, 판단력 등을 훈련하는 내용으로 만들어졌다. 본 연구에서는 주로 주의력과 기억력 강화에 중점을 두어 시나리오를 작성하였다. 주의력은 자극을 통한 정보를 제일 처음 받아들이는데 작용하는 기능으로서 주의력이 떨어지면 그 다음 진행되는 여러 단계의 정보처리가 이루어지지 않는다. 주의력의 저하는 노인과 치매환자, 특히 초기 알쯔하이머병 환자에서 인지기능이 저하되는 주요 요인의 하나로 생각되고 있다.[48] Foster 등[49]은 치매환자들에게 청각자극을 통한 주의력 증진이 중기 및 장기 회상력을 향상시켰다고 하는 등 주의 기능은 자극의 효과를 높이기 위한 기본 기능이라고 볼 수 있다. 기억력은 치매환자에서 거의 공통적으로 저

하되어 있는 특징을 보이며 치매 진단 이전 상태에서 기억력의 저하는 향후 치매가 될 수 있는 징후로도 볼 수 있다.[50,51] 기억력을 훈련하여 그 효과가 나타난다면 주증상이 기억 감퇴인 조기 치매환자들에게는 큰 의미가 있다고 볼 수 있을 것이다. 그 외의 다른 기능들은 프로그램의 진행과 흥미를 위하여 더하여진 요소들로 구성되었다. 시나리오의 배경은 집 내부이고 전체적인 내용은 친구의 생일을 축하하기 위하여 집안을 정리하고 차려입고 선물을 준비하여 찾아가는 것으로 흥미를 유발시킬 수 있는 환경을 제시하려 하였다(부록-1). 프로그램의 수행은 시작 시점에서 나레이션으로 설명한 것을 스스로 따르는 것이 원칙이며 이것을 주어진 시간 안에 바르게 수행하지 못하면 시각 및 청각적인 단서를 단계적으로 제공하게 된다. 상황에 따라 각 과제들마다 주어지는 단서들은 다르다(그림 1). 거치게 되는 단계의 수는 사용자의 수행도에 따라 달라지게 된다. 프로그램은 총 17개의 과제를 순서적으로 수행함으로써 마치게 되는데 훈련과 동시에 평가도 가능하도록 각 과제당 수행시간의 측정, 반응시간의 측정, 시각적 및 청각적 단서의 사용 횟수와 실수의 횟수 등이 자동 저장되도록 하였다. 그림 2에서는 과제의 순서 흐름과 각 단계에서 주어지는 단서를 설명하였다. 부록-2에서는 각 과제에서 평가하고 훈련하게 되는 각각의 인지기능을 설명하였다. 그리고 과제 수행의 목적물(선택할 물건)은 프로그램 실행을 새로 시작할 때마다 계속적으로 바뀜으로써 같은 목적물만 단순히 기억하게 하는 일이 생기지 않도록 하였다. 그림 3은 가상현실 화면에 나타나는 집 내부의 사진이고 그 다음의 그림 4부터 8은 화면에 나타나는 장소와 상황들의 사진이다. 그림 9에서는 본 연구에서 사용한 가상현실 시스템을 설명하였다. 컴퓨터에 익숙하지 않은 노인들의 가상 현실 내에서의 이동 및 물건 선택을 용이하게 하는 입력기는 앉은 상태와 선 자세에서 사용할 수 있도록 제작하였으나 본 연구에서는 사용자세에 의한 변수를 제어하기 위해 앉아서 사용하였다.

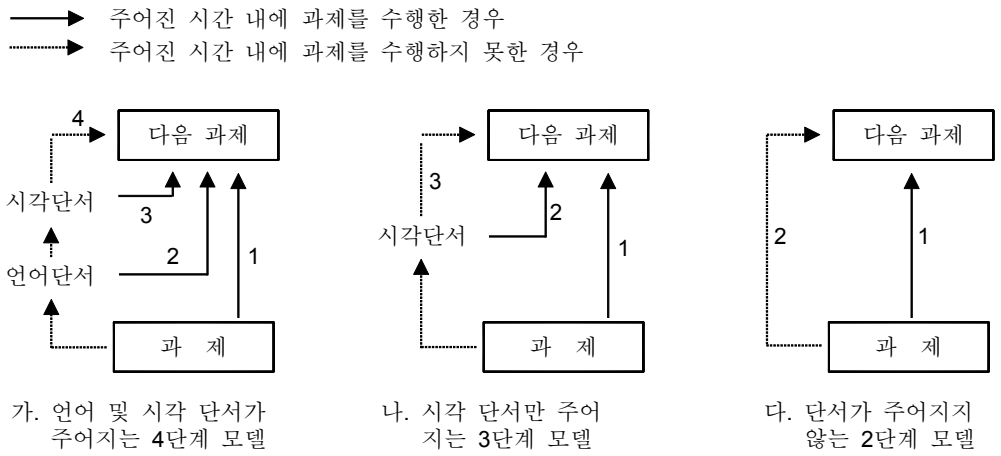

그림 1. 과제 수행을 위해 주어지는 단서들과 이에 의한 단계 설정의 도해.

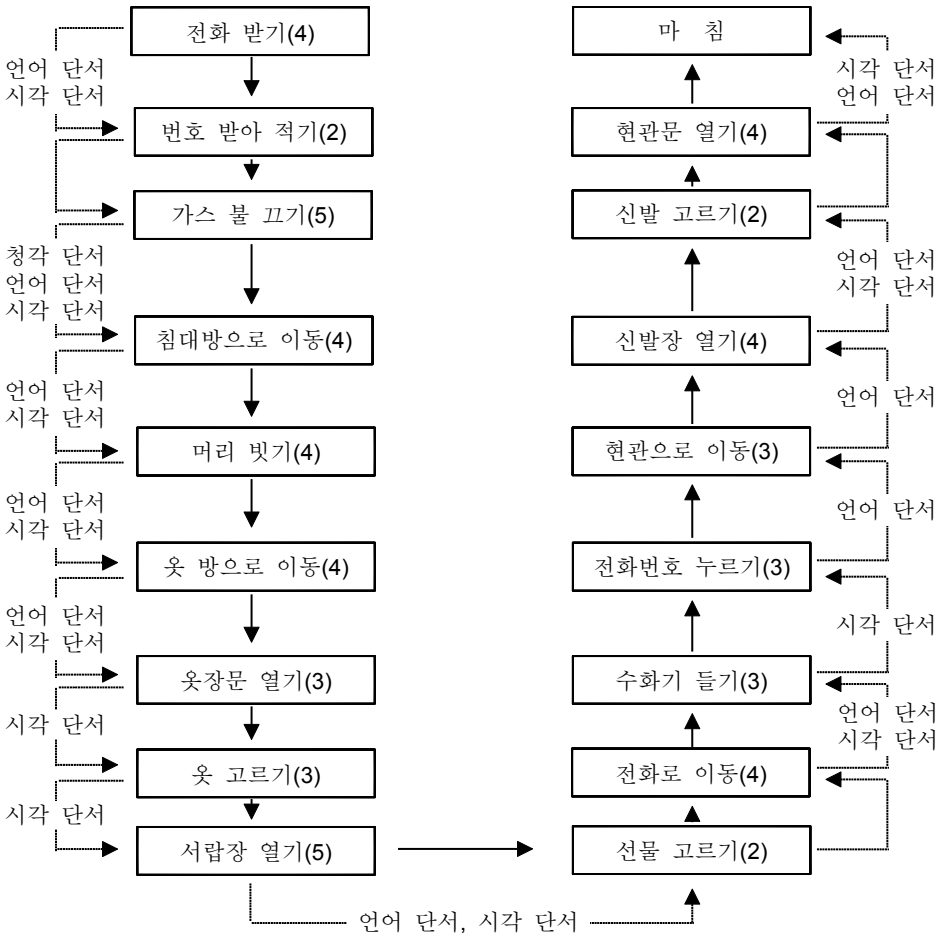

그림 2. 본 연구의 과제 순서 흐름 및 각 과제에서 주어지는 단서 도해. 괄호 안의 숫자는 각 과제에서 최대로 진행될 수 있는 단계를 뜻함.

그림 3. 가상현실 화면-집의 내부.

그림 4. 가상현실 화면-가스 레인지.

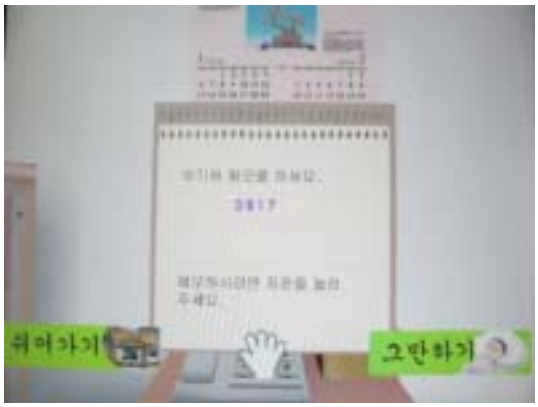

그림 **5.** 가상현실 화면-전화 번호 받아적기.

그림 **6.** 가상현실 화면-침실.

그림 **7.** 가상현실 화면-머리빗 잡기.

그림 **8.** 가상현실 화면-신발고르기.

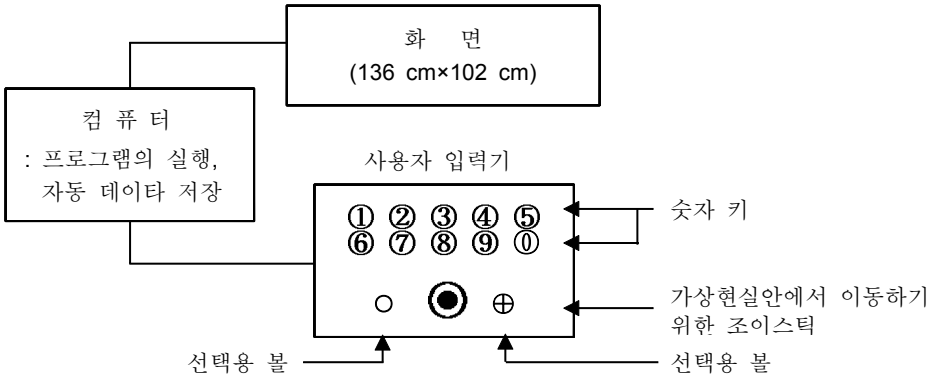

그림 **9.** 본 연구에서 사용한 가상현실 시스템 구성의 도해.

(가) 입력기 전면 (나) 입력기 측면

그림 10. 본 연구에서 개발한 노인용 입력기.

그림 11. 노인이 본 연구의 훈련을 수행하고 있는 모습.

입력기 안의 숫자버튼은 0부터 9까지 10개로서 눈에 잘 뜨이도록 크고 누를 때 불이 들어오게 하였다. 조이스틱은 가상현실 안에서 이동을 하는 기능을 위해 만들어졌고, 화면에서 제시되는 물건 중 원하는 것을 선택하는데는 일반 컴퓨터의 마우스를 대용하는 커다란 볼과 가운데 입력 버튼을 사용하도록 하였다(그림 10). 또한 본 프로그램에서 사용된 모니터의 화면은 가로 136 cm, 세로 102 cm의 대형 특수 유리 스크린으로 프로젝터의 빛이 확대를 위하여 두 번 거울로 반사되어 화면이 비치도록 구성되었다. 그림 11은 한 노인이 본 연구에서 개발한 가상현실 인지기능 훈련을 수행하고 있는 모습의 사진이다.

4. 가상현실 프로그램을 이용한 인지기능 훈련

훈련군은 가상현실 안에서의 동작이 익숙해지도록 실험 시작 전에 다른 가상 현실 공간 안에서 이동하고 물건을 선택하여 집는 연습을 하였다. 훈련기간은 4주였으며 주 3회, 각 회당 약 20～30분 정도씩 실시하였다. 시간은 사용자의 수행도가 좋을수록 짧아졌으며 각 과제들을 제대로 수행하지 못하여도 프로그램에 의하여 다음 과제로 진행되었으므로 35분을 넘지 않았다. 대조군은 훈련군과 같은 화면과 같은 오디오시스템에 의한 시청각적 자극에 30분간 노출되도록 하였다.

5. 프로그램 효용도 평가

1) 인지기능 평가

신경인지기능 평가의 여러 항목들에서 훈련군과 대조군 사이에서 프로그램 시행 전, 후의 차이가 있는가를 알아보았다. 통계는 SPSS for Window프로그램을 사용하여 시행하였으며 주로 반복측정을 위한 변량분석을 사용하였다.

2) 프로그램 자체의 수행도 평가

그 외에도 프로그램 자체에서 기록되는 훈련 수행도, 즉 프로그램에서 주어진 각 과제들을 수행하는데 걸리는 시간 및 실수와 단서의 제공 횟수 등을 훈련을 시작하는 첫 주와 마지막 네째 주에 평가하였다. 그리고 프로그램 수행능력의 변화를 각 항목들에 대하여 각 주에서의 중간값을 구하여 비교 분석하였다.

3) 흥미 만족도 조사

이 프로그램이 재미있어서 또 하고 싶다고 생각되는가에 대하여 '전혀 그렇지 않다'는 -3점, '아주 좋다'는 3점의 scale로 -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3 중에 선택하도록 하였다. 이 평가는 Hoffman 등[33]이 알쯔하이머병 환자들에게 컴퓨터를 이용한 인지 기능 훈련을 시행하였을 때 환자들에게 설문한 방식과 같으며 프로그램을 마친 시점에서 설문하였다.

III. 결 과

1. 인지기능 평가 및 일상생활 수행능력 평가

1) 실험 시작시점에서 두 군의 비교

훈련군과 대조군의 한국판 MMSE결과는 두 군의 비교를 위한 비모수 검정을 하여 보았을 때 의미있는 차이가 없었다(표 1). 전체 대상군에서 9명은 경도의 치매환자였는데 8명이 알쯔하이머병의 이상을 나타내었으며 1명은 혈관성 이상을 나타내었다. 이 알쯔하이머병 치매를 나타내는 8명 중 4명이 훈련군으로 프로그램에 참여하였으며 혈관성 치매를 나

타내는 1명도 훈련군에 포함되었다. 이들은 MMSE에서 23점 이상을 나타내는 경도의 치매로서 프로그램 참여에는 문제가 없었다. 신경심리 검사에서 이들 치매환자들은 모두 공통적으로 기억력이 저하된 결과를 보였고, 개인에 따라 시간 지남력, 추리력과 구성능력 등 전두엽의 기능들이 다양하게 저하되었다. 1명의 혈관성 치매환자는 과거 뇌졸중에 의한 편마비가 약하게 남아있는 상태로 기억력의 저하외에 주의력 장애와 보속증(perservation)이 관찰되었다.

연구 시작시점에 시행한 한국판 치매평가 검사결과에서는 프로그램 시작시점에서 주의 항목을 비롯하여 실행능력, 구성, 개념 및 기억 등 모든 항목에서 두 군간에 유의한 차이를 보이지 않았다(표 2). 연구 시작시점에 시행한 Rey-Kim기억검사의 청각언어학습 중 즉각회상 항목과 지연회상 항목 에서도 훈련군과 대조군 간의 의미있는 차이를 보이지 않았다.

표 2. 실험 전과 실험 후 시점에서 두 군간의 신경인지기능 점수 비교

검 사 종 류	실 험 전		실 험 후	
	훈련군(15명)	대조군(15명)	훈련군(15명)	대조군(15명)
한국판 MMSE (30)	26.9±2.1	26.5±3.0	28.4±1.9	26.3±3.1
한국판 치매평가검사				
주 의(37)	34.7±1.2	35.5±1.2	35.9±1.4*	35.4±1.2
실행능력(37)	28.4±3.8	26.6±9.7	29.7±4.6	27.6±6.9
구 성(6)	5.7±0.9	5.8±0.4	6.0±0.0	5.9±0.4
개 념(39)	38.8±4.4	34.1±4.1	35.2±2.5	33.7±4.1
기 억(26)	20.8±2.5	18.6±6.0	22.5±4.7	19.3±3.8
Rey-Kim 기억검사				
청각언어학습검사				
즉각회상(15)	2.5±1.2	3.1±1.2	4.0±1.8*	3.1±1.8
지연회상(15)	3.8±2.0	4.6±3.3	6.7±2.8*	4.9±3.5
시각 학습 검사				
베 끼 기(36)	24.6±9.5	26.0±8.7	27.1±8.5	21.6±11.1
즉각회상(36)	7.3±5.1	6.3±3.9	10.7±6.1	6.1±5.9
지연회상(36)	7.3±5.0	5.8±4.9	11.1±5.8	5.0±3.9
Wechsler기억검사수정판				
숫자 따라하기				
정 방 향(9)	5.2±1.8	5.2±1.8	5.1±2.2	5.1±2.4
역 방 향(9)	4.3±1.4	4.3±1.3	4.5±1.1	4.1±1.6
바꿔쓰기(9)	24.4±13.9	22.2±12.6	26.9±15.9	23.4±15.1

평균±표준오차, 검사종류 ( )안의 숫자는 각 검사에서의 만점을 뜻함. *실험 전후의 차이를 비교하였을 때 대조군에 비하여 증가됨($p<0.05$).

같은 검사의 시각학습에서 베끼기 항목과 즉각회상 및 지연회상 항목 모두에서 역시 두 군 간의 의미있는 차이를 보이지 않았다(표 2).

Wechsler기억검사 수정판의 소검사인 숫자 따라하기 검사 결과에서도 마찬가지로 정방향과 역방향 및 바꿔쓰기 항목 모두에서 두 군간의 차이는 없었다(표 2).

일상 생활 수행능력은 대상자 30명 모두 MBI 점수가 100점으로 아무런 장애가 없었고 두 군간의 차이도 없었다.

2) 두 군의 실험 전후 차이 비교

(1) 한국판 치매평가 검사

4주의 훈련기간을 거친 후 주의 항목의 평균 점수가 훈련군에서 대조군보다 유의하게 높아진 결과를 보였다($p<0.05$)(표 2)(그림 12).

(2) Rey-Kim기억 검사

4주의 훈련기간을 거친 후 청각언어 학습의 즉각회상 항목의 점수가 훈련군에서 유의하게 높아진 결과를 보였다($p<0.05$)(표 2)(그림 13). 또한 같은 청각언어 학습의 지연회상 항목의 점수도 훈련군에서 유의하게 높아진 결과를 보였다($p<0.05$)(표 2)(그림 14).

2. 프로그램의 수행도

기능에 따라 구분해 보았을 때 본 프로그램 수행시 주로 훈련하게 되는 인지기능들을 크게 네 가지로 나누어 볼 수 있었다. 첫째는 행동계획력과 장소기억력, 둘째는 협응 동작, 셋째는 언어 기억력, 넷째는 시간 지남력과 관계된 판단력이다. 프로그램 시행 첫주와 마지막 주의 중간값을 비교하여 다음과 같은 훈련의 결과를 알 수 있었다.

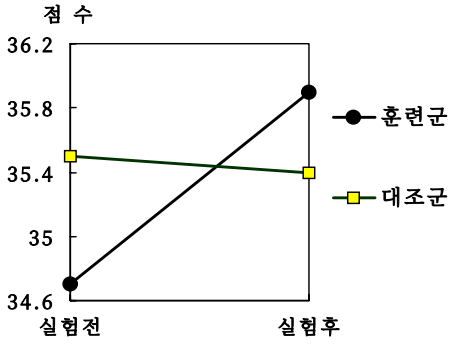

그림 **12.** 한국판 치매평가 검사의 주의 항목 평균 점수 변화(F=6.651, p=0.015).

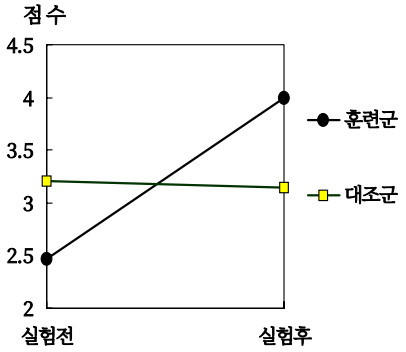

그림 **13.** Rey-Kim기억검사의 청각언어학습 즉각회상 항목의 평균점수 변화(F=6.744, p=0.015).

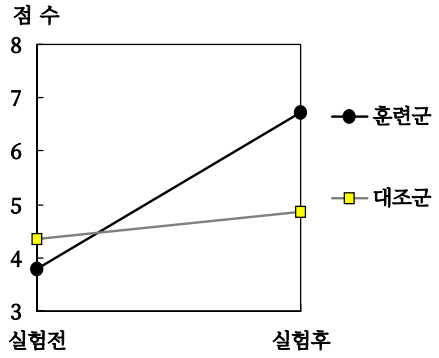

그림 **14.** Rey-Kim기억검사의 청각언어학습 지연 회상 항목의 평균점수 변화(F=7.040, p=0.013).

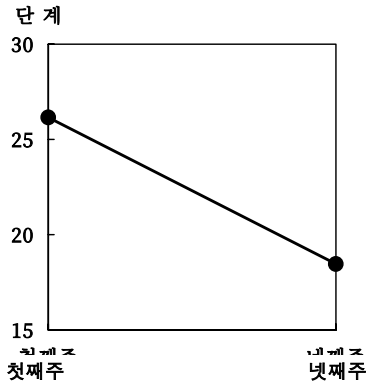

그림 **15.** 훈련군이 첫째 주와 넷째 주에서 행동계획 및 장소기억 관련과제 수행시 거친 단계들의 중간값 합의 변화(p=0.001).

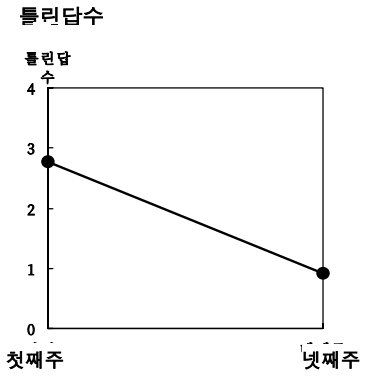

그림 **16.** 훈련군이 첫째 주와 넷째 주에서 행동계획 및 장소기억 관련과제 수행시 소요한 시간들(초)의 중간값 합의 변화(p=0.001).

1) 행동계획력 및 장소기억력의 훈련 효과

훈련군에서 행동계획력 및 장소기억력에 관계된 과제 수행에서 제공된 단서에 따라 거치게 된 단계의 합이 첫째 주에 26.2±4.0단계에서 네째 주에 18.5±4.7단계로 유의하게 감소하였다($p < 0.01$)(그림 15). 그리고 이 기능의 과제를 수행하는데 소요된 시간도 첫 주에 798.3±139.2초에서 네째 주에 541.6±186.0초로 유의하게 감소하였다($p < 0.01$)(그림 16).

2) 협응동작**(coordination)**의 훈련효과

훈련군에서 목표 물체를 정확히 빨리 잡는 것과 같은 협응동작에 관계된 과제를 수행하는데 거치게 된 단계의 합이 첫째 주에 6.7±1.2단계에서 네째 주에 4.7±1.0단계로 유의하게 감소하였다($p<0.05$)(그림 17). 그리고 이 기능의 과제를 수행하는데 소요된 시간의 평균은 첫 주에는 139.7±29.2초, 네째 주에 75.8±28.5초로 줄었으나 통계적 유의성은 없었다(그림 18).

3) 언어 기억력의 훈련 효과

훈련군에서 언어 기억력에 관계된 과제 수행에서 질못된 응답을 한 횟수의 합이 첫째 주에 3.9±2.3개에서 네째 주에 2.0±1.4단계로 유의하게 감소하였다($p<0.01$)(그림 19).

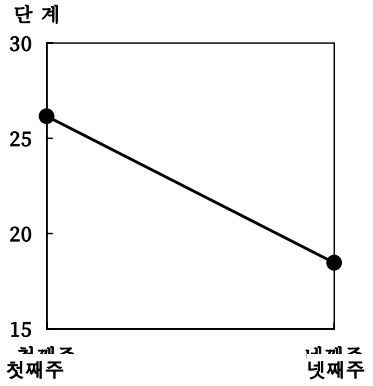

그림 **17.** 훈련군이 첫째 주와 넷째 주에서 협응동작 관련과제 수행시 거친 단계들의 중간값 합의 변화(p=0.016).

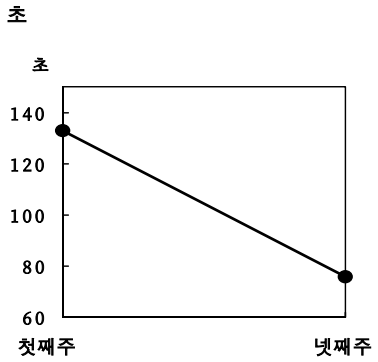

그림 **18.** 훈련군이 첫째 주와 네째 주에 협응동작 관련과제 수행시 소요한 시간들(초)의 중간값 합의 변화($p>0.05$).

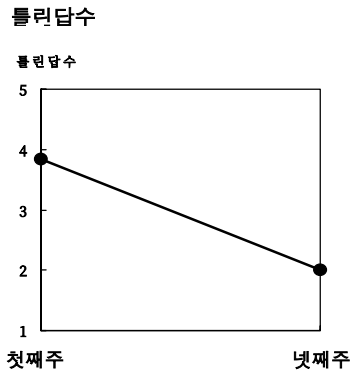

그림 **19.** 훈련군이 첫째 주와 넷째 주에서 기억기능 관련과제 수행시 잘못 답한 횟수 중간값 합의 변화(p=0.001).

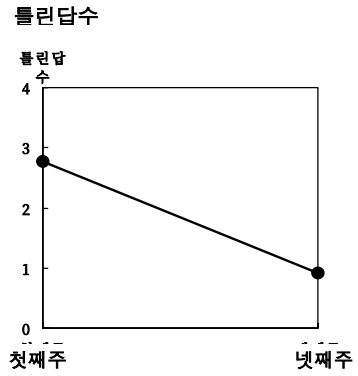

그림 **20.** 훈련군이 첫째 주와 넷째 주에서 판단기능 관련과제 수행시 잘못 답한 횟수 중간값 합의 변화(p=0.002).

4) 판단력의 훈련 효과

훈련군에서 판단력에 관계된 과제 수행에서 잘못된 응답을 한 횟수의 합이 첫째 주에 2.8±1.2개에서 네째 주에 1.0±1.0단계로 유의하게 감소하였다($p<0.01$)(그림 20).

3. 프로그램 수행도와 신경심리 평가결과의 관계

첫 주에 프로그램을 수행하면서 자동 저장된 데이타와 신경심리 평가결과의 관계성을 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 행동계획 및 장소 기억력 관련과제의 수행능력

관련 과제들을 수행하는데 거친 단계의 합은 한국판 MMSE, 한국판 치매평가 검사의 개념과 기억항목, Rey-Kim기억검사의 청각언어학습 중 즉각과 지연회상 및 시각기억 검사의 지연회상, 그리고 Wechsler기억검사수정판의 바꿔 쓰기 검사들과 역상관 관계를 보였으며, 과제 수행에 소요된 시간에서는 한국판 MMSE, Rey-Kim기억검사의 청각언어학습 중 즉각과 지연회상과 Wechsler기억검사수정판의 바꿔쓰기 검사에서 역상관 관계를 나타내었다(표 3).

표 3. 행동계획 및 장소기억력 관련과제의 수행도와 신경심리평가 점수의 상관관계

검 사 종 류	거친 단계수의 합		소요된 시간의 합	
	상관계수	p값	상관계수	p값
한국판 MMSE	-0.73	0.004	-0.69	0.009
한국판 치매평가 검사				
개 념	-0.56	0.049	-0.55	NS
기 억	-0.65	0.017	-0.55	NS
Rey-Kim 기억검사				
청각언어학습검사				
즉각회상	-0.80	0.001	-0.78	0.002
지연회상	-0.74	0.004	-0.77	0.002
시각 학습 검사				
베 끼 기	-0.47	NS	-0.57	0.043
지연회상	-0.04	0.017	-0.48	0.094
Wechsler기억검사수정판				
바꿔쓰기	-0.62	0.024	-0.59	0.035

NS: not significant ($p>0.05$)

2) 협응동작 관련과제의 수행도

협응동작 관련과제의 수행시 거친 단계의 합과 소요시간은 모두 한국판 MMSE 및 한국판 치매평가 검사의 개념 항목과 유의한 역상관 관계를 나타내었다(표 4).

3) 언어 기억력 관련과제의 수행도

언어 기억력 관련과제의 수행시 틀린 답을 한 횟수는 한국판 MMSE, 한국판 치매평가검사의 개념과 기억항목 및 Rey-Kim기억검사의 청각언어학습 중 지연회상, 시각기억 즉시회상 항목, 그리고Wechsler기억검사수정판의 바꿔쓰기 검사결과와 유의한 역상관 관계를 나타내었다(표 5).

표 4. 협응동작 관련과제의 수행도와 신경심리평가 점수의 상관관계

검 사 종 류	거친 단계수의 합		소요된 시간의 합	
	상관계수	p값	상관계수	p값
한국판 MMSE	-0.58	0.037	-0.67	0.012
한국판 치매평가검사				
개 념	-0.68	0.011	-0.58	0.037

표 5. 언어기억력 관련과제와 판단력 관련과제의 수행도와 신경심리평가 점수의 상관관계

검 사 종 류	거친 단계수의 합		소요된 시간의 합	
	상관계수	p값	상관계수	p값
한국판 MMSE	-0.59	0.034	-0.75	0.003
한국판 치매평가검사				
개 념	-0.69	0.009	-0.88	0.001
기 억	-0.76	0.002	-0.68	0.010
Rey-Kim 기억검사				
시각 학습 검사				
즉각회상	-0.61	0.029	-0.47	NS
Wechsler기억검사수정판				
바꿔쓰기	-0.63	0.020	-0.62	0.024

NS: not significant ($p>0.05$)

표 6. 본 연구의 실험에 대한 흥미 만족도

	훈련군(15명)	치매환자(5명)	비치매환자(10명)
만족도	2.5±1.0	2.6±0.6	2.4±1.2

만족도의 범위는 -3에서 3까지임.

4) 판단력 관련과제의 수행도

시간 지남력과 관계된 판단력 관련과제의 수행시 틀린 답을 한 횟수는 한국판 MMSE, 한국판 치매평가 검사의 개념과 기억 및 Wechsler기억검사수정판의 바꿔쓰기 검사 결과와 유의한 역상관 관계를 나타내었다(표 5).

4. 흥미 만족도 조사

프로그램 수행 후 실험군 15명의 평균 선택 점수는 -3부터 3까지의 범위에서 2.4±1.1점으로 높은 흥미 만족을 표현했으며 치매환자군과 비치매환자군의 차이는 없었다(표 6).

IV. 고 찰

본 연구에서는 경도의 치매환자 및 비치매 노인들이 4주 동안 가상현실을 통한 인지기능 훈련 프로그램을 수행함으로써 주의력과 언어 기억력이 향상된 결과를 얻을 수 있었다. 이는 비교적 단기간에 가상현실 훈련이 분명한 효과를 나타내었음을 의미하는데, 두 가지 기전이 관계되었을 것으로 보인다. 첫째는 가상 현실의 자극이 강력함에 의거한다. 그것은 사람이 일상생활에서 받게 되는 기초적인 자극 정보의 대부분이 3차원 공간을 배경으로 하는 시각 및 청각에서 비롯되는데 가상현실이 그 두 가지 자극을 선명하게 부여하기 때문일 것이다. 두 번째는 사용자의 적극적이고 능동적인 인지활동을 이끌어 낼 정도의 몰입감과 관계된다. 여기에는 사용자의 수행도에 따른 적절한 프로그램의 반응과 커다란 화면에 의한 실감 증대가 관계되었을 것이다. 이러한 기능은 여러 자극에 대한 반응을 주 기능으로 하는 '신경계'를 다루는 의학분야, 그 중에서도 신경학적 재활의 영역에 활용가능성을 부여한다.[52] 아직까지는 인지기능 훈련을 위한 가상현실 프로그램이 초보적인 수준을 벗어나지 못하고 있기는 하지만 다양한 시도가 이루어지고 있는 상태이다.[28,35-37,52,53] Christiansen 등[54]은 뇌 손상 환자들에게 부엌에서 조리하는 훈련을 시켜보았으며 객관적인 신경심리 평가에서는 유의한 결과를 얻지 못했으나 프로그램의 수행능력은 향상됨을 보고하였다. Gourly 등[53]도 공간감각 훈련과 집안에서 사용하는 몇 가지 기술 익히기, 가상 부엌에서 뜨거운 것 인식시키기 등 가상현실을 통한 일상생활동작의 재활훈련을 보고한 바

있다.

본 연구에서는 뇌 기능의 노화 및 치매와 관계되었을 것으로 여겨지는 주의력과 언어기억력 부분을 집중적으로 훈련하기 위한 프로그램을 만들어 사용하여 보았다. 신경인지기능 검사로서 훈련의 결과를 판정하여 볼 때 본 프로그램을 사용하여 인지기능을 훈련하였던 노인들에서 주의력과 언어 기억력의 훈련 효과가 나타났다. 프로그램 자체의 수행도 역시 훈련의 첫째 주와 마지막 주인 네째 주를 비교하여 보았을 때 매우 유의하게 향상되었다. 본 연구에서 나타난 인지기능의 훈련 효과가 인지기능저하에 대한 치료 효과로 해석될 수 있다면 아직도 치료가 어려운 노인의 치매 분야에 획기적인 결과가 아닐 수 없다. 하지만 본 연구에서 사용한 신경심리 평가결과를 보다 자세히 분석함으로써 훈련의 효과가 정확히 무엇을 의미하는지 파악하는 일이 우선되어야 할 것이라고 생각된다. 본 연구에서 의미 있는 훈련결과를 나타낸 항목의 하나인 주의력은 한국판 치매평가 검사의 다섯 개 소검사들 중 주의 항목에서 입증되었다. 본 연구에서 평가한 Wechsler 기억검사수정판의 정방향 및 역방향 숫자 따라하기와 바꿔쓰기 역시 주의력을 평가하기 위한 도구이다. 숫자 따라하기는 언어의 주의력을, 바꿔쓰기는 시각의 주의력을 주로 평가한다. 그런데 이들 검사에서는 훈련의 효과가 나타나지 않았다. 따라서 주의력이 향상되었다고 볼 수 있는가에 대한 의구심을 발생시킬 수 있겠으나, 본 연구의 대상자들을 치매환자와 비치매환자로 나누어 비모수 검정을 한 결과 한국판 치매검사에서 유의한 차이가 나타난 반면 Wechsler기억검사수정판에서는 차이가 없었음을 참고한다면 별 문제가 되지 않는다고 판단할 수 있다. 즉, 본 연구 대상자들에게 난이도가 적합하지 않다고 볼 수 있는 것이다. 한국판 치매평가 검사의 주의력 항목은 모두 8개의 과제로 구성되어 있고 과제들은 청각, 시각 및 언어, 비언어 등을 포함하는 전반적 주의력에 대한 평가방법이다. 그러므로 본 결과에서 향상된 것으로 나타난 주의력은 전반적 영역과 관련되었을 가능성이 높다고 볼 수 있다. 기억력의 훈련효과는 Rey-Kim기억검사의 청각언어학습 중 즉각 및 지연회상에서 나타났다. 기억력을 보기 위해 시행한 검사는 이 외에도 Rey-Kim기억검사의 시각검사 항목과 한국판 치매평가의 기억 항목 등이 있었는데 모두 치매환자에서 비치매환자 보다 유의하게 낮은 검사를 보인 항목들이었다. 본 연구에서는 훈련을 위한 시나리오에서부터 주로 언어 기억을 훈련하고자 하였으므로 시각 기억에는 별다른 영향이 없었던 것으로 보인다. 한국판 치매 평가의 기억 항목에서는 훈련 효과가 입증되지 않았는데 그것은 이 평가 방법이 시각과 언어, 숫자 계산 등을 모두 포함하여 언어 기억에 대해서만 특이성을 가지지 않았기 때문일 것으로 생각된다. 따라서 본 실험의 결과는 처음에 본 연구에서 의도한 바에 부합하는 주의력과 언어 기억력의 향상 효과를 잘 나타낸다고 할 수 있다. 그러나 과연 이러한 항목에서 유의하게 증가된 점수가 관련 기능의 향상을 직접적으로 의미하는지에 대하여는 더 생각해 볼 점들이 있을 것이다. Iverson과 Green[55]은 WAIS-R을 세 달 안에 재평가할 때 평가 자체에 의한 연습효과가 있음을 말하였다. 물론 본 연구에서는 이러한 요소의 가능성

을 배제하기 위하여 대조군도 같은 시점에서 검사를 시행하여 두 군 사이의 차이를 보았다. 이와 관련하여 생각해 볼 점은 본 연구에서 시행하였던 훈련의 내용이 이러한 검사의 내용을 강도 높게 연습하는 것일 수도 있다는 일이다. 이러한 해석은 본 연구의 결과를 단순한 인지 기능의 반복에 의한 효과일 수도 있다는 의미 절하를 가져올 수도 있다. 하지만 본 시나리오를 작성하는 과정에서 이러한 검사의 내용은 전혀 고려한 바 없었으며 실제 내용상 평가 방법과 훈련내용은 많은 차이가 있었다. 또한 본 연구의 결과에서 분명하게 나타난 훈련효과는 인지기능을 훈련함으로써 노인의 인지기능을 향상시킬 수 있다는 가능성을 강력하게 시사한다고 볼 수 있다.

그러면 노인의 인지기능이 향상될 수 있는 지와 향상의 기전은 무엇으로 설명될 수 있는지를 생각해 볼 필요가 있을 것이다. Ritchie 등[56]은 선명한 기억, 시공간 기술, 언어기술과 같은 기능들이 노인에서 더욱 저하되므로 향상에 제한이 있을 것이라고 주장하였다. 그러나 최근 알쯔하이머병과 혈관성 치매를 비롯한 노인의 인지기능 저하에 대하여 cholinesterase inhibitor가 사용되면서 기억력을 포함한 여러 가지 기능이 향상되는 것이 보고되면서 과거에 생각되었던 치료 한계에 대한 개념이 바뀌고 있다.[57,58] 이는 치매자에서 발견된 cholinesterase inhibitor의 기능 장애와 관련하여 이해되고 있다.[59] Cummings 등[60]은 cholinesterase inhibitor를 경한 인지기능장애자와 알쯔하이머 환자에게 투여하여 저하된 뇌의 포도당 대사율이 증진되었으며 이로 인해 주의력이 향상되었다고 하였다. Perry 등[61]의 연구에서는 인식의 바탕이 되는 능력인 '선택적 주의력'이 cholinergic system과 관계함을 밝혔는데 이 역시 같은 맥락으로 볼 수 있다. 알쯔하이머 환자의 사체 부검 소견과 신경심리 평가의 결과를 비교한 연구에서 주의력이 감퇴된 경우는 내측 전두엽에서 cholinesterase 활성도가 증가되었고, 기억력이 감퇴된 경우는 해마에서 같은 효소가 증가되어 있었다.[62] 이러한 결과들로 미루어볼 때 치매에서는 cholinesterase의 활성도가 증가하였으며 이를 기억력과 집중력 저하 등의 증상을 나타내는 주요 기전으로 볼 수 있다. Decker 등[63]은 기억력과 같은 인지 기능 훈련이 과제 특이적인 choline계의 변화를 일으킨다고 하였다. 따라서 본 연구에서 향상된 신경심리 평가점수는 인지기능 훈련이 뇌내의 choline계에 영향을 미친 결과일 가능성이 높다고 보인다. 그리고 본 결과에는 언급하지 않았으나 훈련군을 치매환자와 비치매환자로 다시 나누어 훈련의 효과를 반복측정에 의한 변량분석으로 비교해 보니 치매환자에서 비치매환자에 비하여 언어 기억력의 향상 정도가 유의하게 적었다($p < 0.05$). 이는 이미 언급한 바와 같이 치매환자에서 cholinesterase inhibitor의 이상이 이미 진행되었기 때문이라고 볼 수 있다. 그러나 치매환자에서도 역시 모든 기능에 걸쳐 프로그램의 수행도가 증진되었으므로 치매환자에서의 치료가능성도 배제할 수는 없다고 생각한다.

본 연구의 결과에서 생각해 볼만한 또 다른 측면은 훈련과 동시에 자동 평가된 환자의 기능, 즉 프로그램 수행도가 신경심리 평가와 많은 관계를 보였다는 점이며 과제의 수행도가 나름대로의 의미를 지닌다는 점이다. 본 연구에서는 개발한 프로그램의 특성상 크게 네 가

지로 각 과제관련 인지기능을 구분하였다. 이 중 행동계획과 장소 기억 기능은 본 프로그램의 시작 시점에서 오늘의 할 일을 전체적으로 설명해 준 내용을 기억하고 순서적으로 시행할 수 있는 능력 뿐 아니라 가상공간 안에서 각 과제를 하러 갈 곳을 기억하는 능력을 요구하므로 복합적인 여러 인지기능들이 관계되었다. 한국판 MMSE는 총체적인 인지 기능상태를 대표하는 검사로서 본 프로그램에서 구분한 네 항목의 기능 모두와 관계를 나타내었다. 한국판 치매평가 검사의 개념 항목은 전두엽 기능, 즉 고등 인지능력을 살피는 내용으로 역시 모든 프로그램 수행 능력과 관련된 것으로 나타났다.[43] 다시 말하면, 본 프로그램의 전반적인 수행과정에서 전두엽의 기능이 지속적으로 요구되었다고도 볼 수 있다. 본 연구에서 개발한 가상현실 훈련을 통하여 사고와 관계된 전두엽의 기능이나 기억력, 지남력, 판단력 등에서는 훈련 효과가 있었지만 협응동작 과제에서는 과제 수행에 소요된 시간이 별 다른 변화를 보이지 않았다. 이는 손의 협응동작이 사고와 별 관계없이 단순히 반복만 하는 동작으로 이루어졌기 때문일 것이다. 그런데 협응동작을 제외한 여러 인지기능들이 이렇게 프로그램 수행능력에서 분명한 훈련의 효과를 나타내었지만 신경심리 평가검사에서까지 유의성을 나타낸 기능은 청각언어 기억력이었다. 언어 기억력의 즉시 및 지연회상 모두에서 유의한 향상이 증명되었는데 이 기능이 관련되었다고 할 수 있는 과제들은 행동계획력과 장소기억력을 요구하는 과제와 언어 기억력을 요구하는 과제들이었다. 집중력만을 위한 과제가 따로 있다고는 볼 수 없었으며 모든 과제의 수행을 위해 집중력은 기본적으로 필요하였다고 볼 수 있다. 이러한 해석을 가지고 본 가상현실 프로그램의 진단적 사용가능성을 말하기는 아직 이를 것이다. 대상자의 수가 적어 훈련군에서 치매환자군과 비치매환자군을 나눈 결과를 제시하지는 않았으나 본 프로그램의 모든 네 가지 과제의 수행도는 두 군에서 차이를 보였다. 만약 향후 표준화 작업을 거친다면 각 과제에서 요구하고 있는 인지기능의 종류와 정도에 따라 평가의 가치도 부여할 수 있을 것이다. 이와 관련하여 무엇보다 의미있는 일은 조기 치매환자, 혹은 경한 인지기능 장애자를 선별할 수도 있는 가능성이다. 경도 인지장애는 알쯔하이머병의 조기 증상으로 인식되기도 하고 개별의 한 질병 분류로도 생각되며 과거에는 없었던 진단명이다.[64] 이러한 개념이 등장한 것은 조기에 치매를 발견하고자 하는 노력의 일환이라고 볼 수 있다.[65] 조기 진단은 조기 치료를 가능하게 하기 때문이다. 조기 치매, 즉 일반인들이 알아차릴 수 있는 시점 이전부터의 자극은 더욱 효과적일 수 있다.[66] DeKosky와 Orgogozo[67]는 알쯔하이머 병의 특성상 이 병의 진행을 늦추는 것이 결국 병이 호전되는 것과 같다고 하였다. 누구나 보아도 치매인지 알 수 있기 전의 상태에서부터 인지기능의 이상을 발견해야만 진행을 막기 위한 노력을 일찍부터 기울일 수 있다. 따라서 많은 연구자들이 조기 진단을 위한 방법들을 제시하여 왔다.[68-70] 그 중에는 대중매체를 이용한 기초 조사와 같은 시도도 있었다.[71] 이는 컴퓨터의 보편화가 이루어지는 시대에 맞춘 움직임으로 생각된다. 본 연구의 출발 역시 이와 비슷한 의도가 포함되어 있으며 더욱 발전한 단계로 진행하는 과정이라 생각한다. 실제로 조기에

치매를 진단받은 환자가 자신의 상황을 받아들이고 노력하는 일은 실효를 거두고 있다.[72,73] 그 중에서도 캐나다의 사회공동체 모델은 조기 치매환자들의 독립성을 도와주고 대상자의 범위를 크게 확대시킬 수 있다는 점에서 매우 바람직한 일이다.[74] 향후 이러한 방향의 시도는 사회적으로 매우 바람직할 것이며 본 연구에서 시행한 프로그램도 이렇게 사용될 수 있는 기초단계로 볼 수도 있다는 점에서 의미가 있다. 이러한 조기 치료에 대한 연구들이 실제 뇌 안에서 발생하는 생물학적인 변화를 증명하지는 않았으나 뇌가소성으로 충분히 설명될 수 있다고 본다.[75] 뇌가소성은 뇌세포의 연접 전달 물질의 활성도와 주로 관련되어 생각되고 있는데 Lesch 등[76]은 serotonin이 가소성 및 치매와 관계됨을 발표한 바 있다. 노인은 신체활동이 저하되면서 외부로부터의 자극도 결여되기 쉽다. 이것은 정상적으로 활동할 수 있는 뇌세포의 능력을 비활성화시키는 결과를 가져올 수 있다. 이러한 상황에서 적절한 자극을 제공한다면 퇴화되기 전의 정상적인 뇌세포의 활성화를 도울 것이며, 사용되지 않아 더욱 빨리 위축되는 뇌의 활동을 촉진할 수 있을 것이다.[50,77] 그리고 지속적이고 효과적인 자극은 뇌가소성을 통한 인지기능의 향상, 혹은 치매의 진행 억제 효과를 낼 수 있을 것이다.

이미 치매가 진행된 경우에서도 훈련을 통한 기능 증대는 이루어 질 수 있다.[78,79] 물론 치매 말기에 이른 경우라면 어렵겠지만 훈련이 가능한 정도에서는 치매 상태의 호전을 위한 노력은 실효를 거둘 수 있을 것이다. 인력과 경제력의 소모라는 측면만 아니라면 가치가 있는 경우도 많을 것이다. 그러나 현실적인 부분을 고려하여 볼 때 꾸준히 치료 과정이 이루어 질 수 없으므로 인력을 최소화하는 방법을 찾을 수밖에 없을 것이다. 이러한 측면에서 본 가상현실 프로그램은 강점을 가진다고 볼 수 있는데, 치매 이전이나 이후에서도 사용자에게 난이도를 맞춘 프로그램은 효용성이 있을 것으로 생각된다. 물론 훈련 효과는 본 연구에서도 나타났듯이 분명한 치매가 나타나기 이전의 시점에서 이루어지는 것이 더욱 클 것이다. 또한 대개의 노인들은 계속 같은 환경에 처해져 있어 지루하고 인지 기능 활용을 위한 동기유발이 생기지 않는 환경에 처해져 있음을 감안한다면 다양하고 자극적인 환경을 경험시킨다는 오락적 측면만으로도 의미있다고 생각된다.[80] 본 연구에서 대상 노인들은 의외로 컴퓨터에 대한 거부감을 느끼지 않고 매우 흥미로와 하였다. 이는 아마도 노인들을 위한 입력기가 컴퓨터에 대한 공포심을 낮추어 노인들이 보다 쉽게 프로그램에 접근할 수 있도록 도움을 주었기 때문일 것이다. 이러한 특수 계층을 대상으로 한 시스템에서는 단순한 가상현실 기술에 한 발 앞서 인체 친화적인 interface 기술들이 도입된다면 사용이 더욱 쉬워질 것이다. 예를 들자면 많은 임상실험을 거친 노인용 키보드, 마우스를 대체하는 볼, 청각인식 시스템 등이 있다.[81] 향후 이러한 추가 사항을 덧붙여서 흥미롭고 효과적이며 다양한 환경을 제공할 수 있는 노인 인지기능 훈련용 가상현실을 개발해 나간다면 더욱 유용할 것이다.

V. 결　　론

본 연구에서는 노인들의 인지기능을 개선시키기 위한 가상현실 훈련프로그램과 노인용 특수 입력기를 개발하여 그 유용성을 알아보고자 하였다. 경도의 치매환자를 포함한 노인들을 대상으로 4주간 실험한 결과 주의력과 즉각 및 지연 언어 기억력의 향상이 나타났다. 본 프로그램을 수행하는데 필요한 능력들을 행동계획 및 장소기억력, 협응동작, 언어 기억력, 판단력 등 크게 네 가지로 구분하여 수행도를 평가한 결과에서는 넷째 주에 모든 기능의 수행도가 향상되었음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 본 연구에서 개발하여 실험한 가상현실 프로그램이 인지기능을 개선시키는데 효과가 있었음을 입증하는 것이며 향후 치료적 가능성을 제시하는 것이다. 또한 이렇게 평가한 프로그램 수행도가 신경인지기능 검사 결과와 많은 관계가 있었는데 앞으로 프로그램의 보강과 표준화 작업 등이 진행된다면 인지기능을 평가할 수 있는 새로운 방법으로 사용될 수 있을 것으로 보인다. 그 외에도 본 연구의 훈련에 참여한 노인들이 별 어려움 없이 프로그램을 수행할 수 있었고 매우 흥미로와 하였던 점은 노인을 위한 가상현실 프로그램의 활용가능성을 시사한다.

참 고 문 헌

1. US Senate special committee on aging. Developments in aging. Vol.1. Washington, DC; 1988.
2. 통계청 인구분석과. 7월 11일 '세계인구의 날'에 즈음한 세계 및 한국의 인구현황: 대한민국 통계청; 2000.
3. Canadian study of health and aging working group. Canadian study of health and aging: study methods and prevalence of dementia. Can Med Assod J 1994;150:899-913.
4. Park J, Ko HJ, Park YN, Jung CH. Dementia among the elderly in a rural Korean community. Br J Psychiatry 1994;164:796-801.
5. 김동현, 나덕렬, 연병길, 강연옥, 민경복, 배상수 등. 도시지역 노인들의 치매유병률에 관한 단면 조사 연구. 예방의학회지 1999;32:306-16.
6. Woo JI, Lee JH, Yoo K-Y, Kim C-Y, Kim Y-I, Shin YS. Prevalence estimation of dementia in rural area of Korea. J Am Geriatr Soc 1998;46:983-7.
7. Jorm AF, Korfen AE, Henderson AS. The prevalence of dementia; aj quantitative integration of the literature. Acta Psychiatr Scand 1987;76:456-79.
8. Campion EW. The oldest old. N Engl J Med 1994;330:1819-20.
9. Fields SD, MacKenzie R, Charlson ME. Cognitive impairment: can it predict the course of hospitalized patients? J Am Geriatr Soc 1986;34:579-85.
10. Aguero-Torres H, Fratiglioni L, Guo Z, Viitanen M, Winblad B. Mortality from dementia in advanced age: a 5-year follow-up study of incident dementia cases. J Cin Epidemiol

1999;52:737-43.
11. Gallo JJ, Reichel W, Anderson LM. Handbook of geriatric assessment. 3rd ed. Maryland: Aspen Publishers Inc.; 1995, pp1-103.
12. Maletta GJ. The concept of “reversible” dementia: how nonreliable terminology may impair effective treatment. J Am Geriatr Soc 1990;38:136-40.
13. Larson EB, Reifler BV, Featherstone HJ, English DR. Dementia in elderly outpatients: a prospective study. Ann Intern Med 1984;100:417-23.
14. NIH consensus development conference on depression in later life. Diagnosis and treatment of depression on late life. JAMA 1992;268:1018-24.
15. McCartney JR, Palmatee LM. Assessment of cognitive deficit in geriatric patients: a study of physician behavior. J Am Geriatr Soc 1985;33:467-71.
16. Knights EB, Folstein MF. Unsuspected emotional and cognitive disturbance in medical patients. Ann Intern Med 1977;87:723-4.
17. Illiffe S, Booroff A, Gallivan S, Goldenberg E, Morgan P, Heins A. Screening for cognitive impairment in the elderly using the Mini-Mental State Examination. Br J Gen Pract 1990;40: 277-9.
18. McPeack LA. Physiatric history and examnation. In: Braddom RL(ed). Physical Medicine and Rehabilitation. Philadelphia: W.B. Saunders Co.; 1996, pp35-6.
19. Tombaugh TN, McLintyre NJ. The Mini-Mental State Examination: A comprehensive review. J Am Geriatr Soc 1992;40:922-35.
20. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. “Mini-Mental State”: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. J Psychiatr Res 1975;12:189-98.
21. Feher EP, Mahurin RK, Doody RS. Establishing the limits of Mini-Mental State: Examination of ‘subsets’. Arch Neurol 1992;49:87-92.
22. Mayerx R, Sano M. Treatment of Alzheimer’s disease. N Engl J Med 1999;341:1670.
23. Bird TD. Alzheimer’s disease and other primary dementias. In: Braunwald E, Fauci AS, Kasper DL, Hauser SL, Lango DL, Jameson JL (eds). Harrison’s Principles of Internal Medicine. 15th ed. New York: McGrow-Hill Co.; 2001, pp 2391-8.
24. Hunt LA, Muphy CF, Carr D, Ducheck JM, Buckles V, Morris JC. Reliability of the Washington University road test: a performance-based assessment for drivers with dementia of the Alzheimer type. Arch Neurol 1997;54:707-12.
25. Heimann M, Nelson KE, Tjus T, Gillberg C. Increasing reading and communication skills in children with autism through an interactive multimedia computer program. Journal of Autism and Developmental Disorders 1995;25:459-80.
26. Batchelor J, Shores EA, Marosszeky JE, Sandanam J, Lovarini M. Focus on clinical research: cognitive rehabilitation of severely closed-head-injured patients using computer-assisted and noncomputerized treatment techniques. J Head Trauma Rehabil 1988;3:78-85.

27. Davidson OR, Stevens DE, Goddard GV, Bilkey DK, Bishiara SN. The performance of a sample of traumatic head-injured patients on some novel computer-assisted neuropsychological test. Applied Psychology: An International Review 1987;36:329-42.
28. Grealy MA, Johnson DA, Rushton SK. Improving cognitive funcation after brain injury: the use of exercise and virtual reality. Arch Phys Med Rehab 1999;80:661-7.
29. Either M, Braun M, Baribeau J. Computer-dispensed cognitive-perceptual training of closed head injury patients after spontaneous recovery. study 1: speeded tasks. Can J Rehabil 1989;2: 2123-33,
30. Thomas-Stonell N, Johnson P, Schuller R, Jutai J.Evaluation of a computer-based program for remediation of cognitive-communication skills. J Head Trauma Rehabil 1994;25-37.
31. 김민영, 전세일, 박은숙, 김재희, 이정준. 편측시각무시에 대한 컴퓨터 진단 프로그램의 시도. 대한재활의학회지 2001;25:39-50.
32. Ruff RM, Baser CA, Johnston JW, Marshall LF, Klaber SK, Klauber MR, et al. Neuro-psychological rehabilitation: an experimental study with head-injured patients. J Head Trauma Rehabil 1989;4:20-36.
33. Hoffman M, Hock C, Kuhler A, Muller-Spahn F. Interactive computer-based cognitive training in patients with Alzheimer's disease. J Psychiatr Res 1996;30:493-501.
34. Johnson DA, Rose FD, Rushton S, Pentland B, Attree EA. Virtual reality: a new prosthesis for brain injury rehabilitation. Scot Med J 1998;43:81-3.
35. Rose FD, Johnson DA, Attree EA. Virtual reality in brain injury rehabilitation. Cur Opin Neurol 1996;9:461-7.
36. Bricken W. Virtual reality learning environments: potentials and challenges. Computer Graphics 1991;25:178-84.
37. Myers RL, Laenger CJ. Virtual reality in rehabilitation. Disabil Rehab 1998;20:111-2.
38. 강연욱, 나덕렬. 한승혜. 치매환자들을 대상으로 한 K-MMSE의 타당도 연구. 대한신경과학회지 1997;15:300-7.
39. 배재남. DSM-III-R 주요 우울증에 대한 Geriatric Depression Scale (GDS)의 진단정확도. 서울대학교 대학원 석사학위; 1996.
40. Yasavage JA, Brink TL. Development and validation of a geriatric depression screening scale : A preliminary report. J psychiatr Res 1983;17:37-49.
41. Kafoneck S, Ettinger WH, Roca R. Instruments for screening for depression and dementia in a long-term care facility. Am J Geriatr Soc 1989;37:29-34.
42. Maeguro K, Shimada M, Yamaguchi S, Ishizaki J, Ishii H, Shimada Y, et al. Cognitive function and frontal lobe atrophy in normal elderly adults; implications for dementia not as aging-related disorders and the reserve hypothesis. Psychiatry Clin Neurosci 2001;55:565-72.
43. 이은희, 윤가현. 한국판 치매평가검사(K-DRS)의 일반화 가능성, 한국노년학회연구 1999;8: 17-35.

44. 최진영. 한국판 치매평가검사(K-DRS). 서울, 도서출판 학지사; 1998.
45. 김홍근. Rey-Kim 기억검사. 서울, 도서출판 신경심리; 1999.
46. Wechsler D. Wechsler Memory Scale- Revised. New York: Hartcourt Barce Jovanovich; 1987.
47. Fortinsky RH, Granger Cv, Seltzer GB. The use of functional assessment in understanding home care needs. Med Care 1981;19:489-97.
48. Rizzo M, Anderson SW, Dawson J, Myers R, Ball K. Visual attention impairments in Alzheimer's disease. Neurology 2000;54:1954-9.
49. Foster NA, Valentine ER. The efficacy of auditory stimulation on autobiographical recall in dementia. Exp Aging Res 2001;27:215-8.
51. Jonker C, Greerlings MI, Schmand B. Are memory complaints predictive for dementia? a review of clinical and population-based studies. Int J Geriatr Psychiatry 2000;15:983-91.
50. Grober E, Lipton RB, Hall C, Crystal H. Memory impairement on free and cued selective reminding predicts dementia. Neurology 2000;54:827-32.
52. Tauber G. Taking the data on hand-literally-with virtual reality. Science 1994;265:884-6.
53. Gourlay D, Lun KC, Lee YN, Tay J. Virtual reality for relearning daily skills. Int J Med Inform 2000;60:255-61.
54. Christiansen C, Abreu B, Ottenbach K, Huffman K, Masel B, Culpepper R. Task performance on virtual environments used for cognitive rehabilitation after traumatic brain injury. Arch Phys Med Rehabil 1998;79:888-92.
55. Iverson GL, Green P. Measuring improvement or decline on the WAIS-R in inpatient psychiatry. Psychol Rep 2001;89:457-62.
56. Ritchie K, Touchon J, Ledersert B, Leibovici D, Gorce AM. Establishong the limits and characteristics of normal age-realted cognitive decline. Rev Epidemiol Sante Publique 1997;45: 373-81.
57. Erkinjuntti T, Kurz A, Gauthier S, Bullock R, Lilienfeld S, Damaraju CV. Efficacy of galantamine in probable vascular dementia and Alzheimer's disease combined with cerebrovascular disease: a randomised trial. Lancet 2002;359:1265-6.
58. Conn DK; American association for geriatric psychiatry. Cholinesterase inhibitors, comparing the options for mild-to-moderate dementia. Geriatrics 2001;56:56-7.
59. Lopez OL, Becker JT, Winsniewski S, Saxton J, Kaufer DI, DeKosky ST. Cholinesterase inhibitor treatment alters the natural history of Alzheimer's disease. J Neurol Neurosurg Psychiatry 2002;72:31-314.
60. Cummings J, Farlow M, Geula C, Korczyn A, McKeith I, Nordberg A, Tarrot P, Burns A. Understanding changes in cholinergic function; Implications for treating dementia. J Clin Psychiatry 2002;63:259-61.
61. Perry E, Qalker M, Grace J, Perry AR. Acetylcholine in mind; a neurotransmitter correlate of consciousness? Trens Neurosci 1999;22:273-80.

62. Pappas BA, Bayley PJ, Bui BK, Hansen LA, Thal LJ. Choline acetyltransferase activity and cognitive dementia scores of Alzheimer's patients. Neurobiol Aging 2000;21:11-7.
63. Decker MW, Pelleymounter MA, Gallagler M. Effects of training on a spatial memory task on high affinity choline uptake in hippocampus and cortex on young adult and aged rats. J Neurosci 1988;8:90-9.
64. Peterson RC, Smith GE, Waring SG, Ivnik RJ, Tangalos EG, Kokmen E. Mild cognitive impairment: clinical characterization and outcome. Arch Neurol 1999;56:303-8.
65. Waite LM, Broe GA, Grayson DA, Creasey H. Preclinical syndromes predict dementia; the Sydney older person study. J Neurol Neurosurg Psychiatry 2001;71:289-90.
66. Morris JC, McKeel DW Jr, Storandt M, Rubin EH. Very mild Alzheimer's disease: Informant-based clinical, psychometric, and pathologic distinction from normal aging. Neurology 1991;41: 469-78.
67. Dekosky ST, Orgogozo JM. Alzheimer disease; diagnosis, costs and dimensions of treatment. Alzheimer Dis Assoc Disord 2001;1:S3-7.
68. Boller F, Barba GD. Neuropsychologic test in Alzheimer's disease. Aging 2001;13:210-20.
69. Peterson RC, Stevens JC, Ganguli M, Tangalos EG, Cummings JL, Dekoksky ST. Practice parameter; early detection of dementia; mild cognitive impairment (an evidence review). Report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology. Neurology 2001;56:1133-42.
70. Morris JC, Fulling K. Early Alzheimer's disease : diagnostic considerations. Arch Neurol 1988;45:345-9.
71. Inoue M, Meshitsuka S, Yshioka S, Kawhara R. Development of computerized screening system for dementia and its preliminary field test. Comput Methods Programs Biomed 2000;61:151-5.
72. Marin DB, Sewell MC, Schlechter A. Alzheimer's disease. Accuracy and early diagnosis in the primary care setting. Geriatrics 2002;57:336-40.
73. Metitieri T, Zanetti O, Geroldi C, Frisoni GB, DeLeo D, Dello B, et al. Reality orientation therapy to delay outcomes of progression in patients with dementia. A retrospective study. Clin Rehab 2001;15:471-8.
74. Goldsilver PM, Gruneir MR. Early stage dementia group; an innovative model of support for individuals on the early stages of dementia. Am J Alzheimer Dis Other Demen 2001;16:109-14.
75. Akhondzadeh S. Hippocampal synaptic plasticity and cognition. J Clin Pharm Ther 1999;24: 241-8.
76. Lesch KP, Mossner R. Genetically driven variation in serotonin uptake; is there a link to affective spectrum, neurodevelopmental, and neurodegenerative disorders? Biol Psychiatry 1988;44:179-92.
77. Zoltan B: Vision, perception and cognition. a manual for the evaluation and tratment of the neurologically impaired adult. 3rd ed. New Jersey: SLACK Incorporated; 1996, pp193-6.

78. Engelman KK, Mathews RM, Altus DE. Restoring dressing independence on persons with Alzheimer's disease; a pilot study. Am J Alzheimer Dis Other Demen 2002;17:37-43.
79. Huusko TM, Karppi P, Avikainen V, Kautiainen H, Sulkava R. Randomised, clinically controlled trial of intense geriatric rehabilitation in patients with hip fracture; subgroup analysis of patients with dementia. BMJ 2000;321:1107-11.
80. Trexler LE, Fordyce DJ. Psychological perspectives on rehabilitation: Contemporary assessment and intervention strategies. In: Braddom RL (ed). Physical Medicine and Rehabilitation. Philadelphia: W.B. Saunders Co.; 1996, p75.
81. Britell CW, Scott NG. Computer adaptive systems and technology for the disabled. In: Joel A. DeLisa (ed). Rehabilitation Medicine: Principles and practice, 2nd ed. Philadelphia: JB Lippincott Company; 1993, p552-62.

Abstract

The Effect of Cognitive Training Based on Virtual Reality (VR) Program for the Elderly

Min-Young Kim

Department of Medicine,
The Graduate School, Yonsei University

(Directed by Professor Chang-il Park)

As old people increase in population, dementia has become one out of social issues not only in our nation but also all over the world. However dementia is difficult to diagnose in early stage and to treat successfully. Dementia is a disorder of cognitive functions. Computer can be a useful tool for diagnosis and treatment of cognitive functions in medicine. Among the modern computer engineering techniques, the virtual reality (VR) system has been thought to have great usability for cognitive treatment because it enables diverse experiences in a safe environment. As get older cognitive functions decline. I think that if there is a VR program designed for the elderly to train cognitive functions, it would be effective to prevent and treat dementia. So we developed a VR program. This program has a special input units and a large projection type monitor. It simulated 17 different house-hold tasks. If subjects could not perform the tasks by themselves, they were provided with verbal or visual cues step by step. In this system, the duration to finish each task, the number of wrong answers and given cues were designed to be calculated and recorded automatically.

The subjects of this study were 30 elderly persons including 9 dementia and 21 mild-dementia. The subjects were randomly divided into two groups. Fifteen were belonged to the training group and the other 15 belonged to the control group.

The training group subjects underwent this VR program for four weeks, We believe that a VR program specially designed for the old to train their cognitive functions would be effective in the treatment of dementia. The persons in training group must take VR program for 4 weeks by 3 times a week. The persons in control group must see some movies for visual and auditory stimuli. I tested for neuropsychology during this study of VR program. And also I evaluated the changes of performance abilities at every week.

The results were as follows,

1. At the beginning of this study, there was no difference between training group and control group in sex, age, distribution of dementia, and the results of neuropsychological functions.

2. After VR program, training group showed significant high score in attention test through Dementia Rating Scale of Korean version and in memory test through the Rey-Kim memory

test of auditory verbal learning(both immediate and delayed memory).

3. This program evaluated four kinds of functions; motor planning, coordination, memory, and judgment. Training group showed significant improvement in all the functions after 4 week.

4. Both non-dementia and mild-dementia persons showed improvement after VR program.

5. Both non-dementia and mild-dementia persons were interested in VR program.

In conclusion, I think VR program developed in this study can be an effective tool to improve attention, immediate and delayed verbal memory functions for the elderly.

Key Words: The elderly, Virtual reality, Cognitive functions, Dementia, Training

부 록-1

< 전체 시나리오 >

먼저 한 집의 구조가 demonstration으로 나타난다. 부엌으로 연결된 거실, 화장실, 침실과 옷장이 있는 방이 있다. 거실에는 분명히 잘 보이는 곳에 괘종시계와 달력이 있고 가운데 응접 셋트가 있다. 그 아래 전화기도 있다. 전화기 옆에는 메모장이 있다. 구석진 한 쪽 벽에 거울과 그 아래의 가구가 보인다. 부엌에는 냉장고가 있고, 싱크대와 가스레인지 등이 있다. 가스레인지에서는 주전자가 놓여져 있고 불이 켜져 있으며 물이 끓고 있는 상태로 김이 올라오고 있다. 침실에는 침대와 화장대가, 옷 방에는 옷장과 거울이 있다. 출입문 옆에는 신발장이 있다. 거실은 한 쪽이 베란다로 연결되어 큰 창문이 있고 밖에서는 햇볕이 강하게 들어오고 한여름의 푸른 나뭇잎들이 잘 보이고 매미소리가 들린다(혹은 밖이 어두우면서 비가 내리고 빗소리가 들린다.). 집의 구조를 한 번 쭉 보여준다.

"이 집에서 게임이 시작됩니다. 저를 따라와 보세요. 여기는 거실이고, 여기가 부엌, 이쪽이 침실이예요. 여기에 화장대가 있군요. 그리고 다시 나와서 이쪽이 화장실, 이쪽은 옷들이 있는 방입니다. 이 집의 출입문은 이쪽이고요."라는 설명이 나온다.

창 밖에 여름의 느낌이 강하게 부각된다(혹은 빗소리가 강하게 부각된다.). -일단 일일이 설명을 하지 않은 채 집의 구조(방의 위치 등)와 가구들의 위치를 스스로 알도록 유도한다(이동하는 방법, 문을 여는 방법, 물건을 잡는 방법, 숫자 키 넣는 방법, 가스레인지 사용법 등을 알려준다.).

집의 안내가 끝나면 프로그램에서 실행해야 할 일들을 전반적으로 이와 같이 제시해 준다. "지금 어르신은 이 집에서 차를 마시려고 물을 끓이고 계시는 중입니다. 오늘은 친구분의 생일이라서 선물을 가져다 드리기로 되어 있습니다. 선물할 것은 '반지'(혹은 목걸이나 브로치 등)이고 아까 돌아보신 집에서 거실의 거울 아래 있는 가구의 서랍 안에 있습니다. 오늘은 즐거운 날이니까 잘 차리고 나가세요. 화장품과 빗은 화장대에 있고, 외출복은 옷이 있는 방의 옷장 안에 준비되어 있고 신발은 신발장에 있어요. 나가시기 전에 집안에 이상이 없는지 꼭 확인하시고요. 친구 분이 오늘 만날 약속을 하려고 전화주기로 하셨습니다." 설명이 끝나면 전화 벨소리가 들린다. 스스로 전화기를 찾아가도록 하며 찾지 못하면 "전화는 거실의 응접셋트 옆에 달력 아래 있네요." 라는 말이 나온다. 그래도 못 찾으면 전화기가 번쩍번쩍 거려서 눈에 뜨이게 한다. 그래도 못 찾으면 "전화를 받으셔야 하는데 찾지 못하시는군요. 이 쪽으로 오세요." 하면서 화면 스스로 이동되어 전화기 앞으로 오게 된

다. 그리고 “어머 지금 그 전화가 왔네요.”하고서 전화기를 잡으면 “찰칵”하는 연결음이 들리고 “안녕하세요? 저 경자예요. 저희 어머님 오늘 만나기로 하셨죠? 빨리 오시면 좋겠다고 하시네요. 저희 어머니께서 지금 잠깐 나가시면서 어르신께서 출발하시기 직전에 전화해 달라고 부탁하셨습니다. 저희 전화번호는 3047(계속 무작위로 변경됨)이예요. 메모해 두세요.”라는 통화가 이루어진다. 메모장이 전화기 옆에 있고 환자가 전화를 입력하면 메모장에 기록된다. 틀린 번호를 누르면 경고음이 들리면서 번호를 다시 한 번 불러준다. 그래도 틀리면 “이 번호입니다.” 라고 하면서 맞는 번호가 기입된다. 이 과정이 끝나고 스스로 가스불을 끄러 가지 않으면 물이 끓는 소리가 강하게 부각되고 주전자에서 김이 나온다. 그래도 가스불을 끄러 가지 않으면 다음의 설명이 나온다. “반가운 친구 분이니까 서둘러야겠어요. 빨리 오시라고 하잖아요? 자, 그러면 이제부터 친구에게 가실 준비를 하고 얼른 나가시자구요. 먼저 집안을 정리하셔야겠지요?”, 그래도 실행이 되지 않으면 요란한 경고음이 들리고, 그래도 실행되지 않으면 “제가 대신 꺼드리지요.”라는 설명이 나온다. 그 후 스스로 화장대로 가지 않으면 “저런, 아직 빗질을 하지 않았네요. 화장도 아직 안됐고요. 침실에 화장대가 있어요. 그리로 가서 머리도 빗고 화장을 하세요.”라는 말이 나온다. 또한 그래도 침실로 가지 않으면 침대 그림이 있는 침실의 문이 번쩍거려 찾기 쉽게 한다. 그래도 가지 않으면 “제가 모셔드리지요.” 라고 하면서 화면이 이동된다. 그리고 다음 과정인 머리 빗기를 진행하도록 하고 마찬가지로 화장대로 가서 빗을 잡지 않으면 “화장대에 빗과 화장품이 있네요.” 라는 말이 나오고, 그래도 가지 않으면 빗이 번쩍거려 잡기를 유도한다. 그래도 안되면 “여기 빗이 있어요.” 하면서 잡는 동작으로 넘어간다. 다음 순서는 옷방으로 이동하여 날씨에 적합한 옷을 고르도록 한다(옷은 프로그램 시행시마다 무작위로 계속 여러 가지로 바뀌도록 한다.). 역시 같은 과정으로 진행되고 성에 따라 남자는 남자의 옷을 고르도록 하고 여자는 여자의 옷을 계절에 맞게 골라야 한다. 잘못 고른 경우 마찬가지로 날씨를 설명하여 바로 고를 수 있게 유도해 주고 그래도 안되면 설명과 함께 “이 옷을 입으셔야죠.”하면서 다음단계로 진행될 수 있게 한다. 옷 고르는 과정을 마치면 선물을 찾도록 하고 시간 안에 스스로 하지 못하면 마찬가지로 “자, 이제 다 차리셨나요? 그러면 이제 선물을 챙겨 가셔야죠.”라는 말이 나온다. 못 찾으면 “선물이 어디 있다고 했죠? 거실에 있는 거울 아래의 서랍장(내용은 제시에 따라 변경됨)에 있어요.”라는 말이 나온다. 그래도 찾지 못하면 서랍장이 번쩍인다. 그래도 또 찾지 못하는 경우는 “제가 모셔 드릴게요. 이 앞에 있어요.”하면서 진행시킨다. 손잡이를 잡으면 서랍이 열린다. 서랍이 열리면 반지와 목걸이, 브로우치 등이 보인다(내용은 계속 무작위로 바뀐다.). 그 중에서 반지(제시된 것)를 잡으면 다음 단계로 진행하지만 바로 잡지 못하면 “반지(혹은 처음 제시된 것)를 드

리기로 했지요."라고 한다. 그래도 못 잡으면 반지가 번쩍거린다. 그래도 반지를 잡지 않으면 "여기에 반지가 있어요. 이 반지를 가져다 드리세요." 한다. 반지를 잡으면 곧 예쁘게 포장이 된다.

다음에는 친구에게 다시 전화번호를 기억하여 전화하여 주는 과정이 진행된다. 마찬가지로 스스로 하지 못하면 "자, 이제 출발하셔도 되겠어요. 친구 분에게 출발하실 때 전화하기로 했죠?" 하고 거실의 전화기로 이동하지 않으면 "전화기는 거실에 있어요."라고 하고 이동을 유도한다. 그래도 가지 않으면 전화기가 번쩍거리고 다시 실패하면 "전화기로 모셔드릴게요." 하면서 자동이동 한다. 전화기로 가서 전화번호를 맞게 누르지 않으면 "친구에게 전화를 하셔야죠." 한다. 메모장은 덮여 있다. 맞게 누르지 않으면 "전화기 옆에 있는 메모장을 열어보세요." 한다. 메모장에 있는 번호를 보고도 바로 누르지 않으면 "제가 대신 눌러 드릴게요. 하고 3047 (맞는 번호)을 누른다." 번호가 눌리면 친구 딸의 목소리 "네, 지금 출발하신다고요? 제가 바로 전해 드릴게요. 얼른 오세요. 준비하고 있습니다." 라는 말이 나온다.

그리고 다음에 신발을 맞게 골라 신고 나가는 과정이 진행된다. 스스로 진행하지 않으면, "자, 이제 친구 댁으로 가시면 되겠네요. 신발 신고 가는 것 잊지 마세요."라는 말이 나온다. 출입구 쪽으로 가지 않으면 "저 쪽에 집밖으로 나가는 문이 있네요."라는 말이 나온다. 그래도 안가면 신발장문이 번쩍거린다. 그래도 안가면 "제가 모셔드릴게요. 이쪽이예요." 하면서 화면이 이동된다. 출입문에서 신발장을 열지 않으면, "신발을 신으셔야죠. 신발장을 여세요." 한다. 그래도 열지 않으면 신발장의 손잡이가 번쩍거린다. 그래도 열지 않으면 "여기 신발장을 열어 드릴게요." 하면서 신발장이 열리고 신발이 쭉 나열된 것이 잘 보인다. 그 중에서 여름용 신발(혹은 비가 오는 날씨에 맞는 신을 고르도록 함)을 성에 맞게 고르면 된다. 방한화, 장화, 나막신, 운동화 등 여러 가지 신발이 무작위로 진열되는데 잘 못 고르면 "지금은 여름이예요. 옷에 어울리는 신발을 고르세요."와 같은 설명이 나온다. 남, 녀가 맞지 않아도 "그 신발은 신사화(혹은 숙녀화)예요."라는 말이 나온다. 그래도 못 고르고 있으면 여름신발(혹은 장화)이 번쩍거리면서 "이 신발을 신으셔야죠." 한다. 그래도 못 고르면 "이 신발이 입고 계신 옷에 잘 어울리네요. 신겨 드릴게요." 하고 화면이 이동된다. 신발을 고르고 나서 바로 현관의 출입문을 열지 않으면 "이제 출입문을 열고 나가시면 되겠어요."라는 말이 나온다. 그래도 출입문의 손잡이를 잡지 않으면 출입문이 번쩍거린다. 그래도 잡지 않으면 "자, 제가 문을 열어 드릴게요."라고 하면서 문이 열린다. 동시에 "안녕히 다녀오세요."라는 인사말이 나오고 집밖의 정원으로 나가게 된다.

부 록-2

< 내용과 인지 기능의 관계 >

전체 진행에 관계된 능력

; 주의력, 행동 계획, 협응동작, 공간 지각력, 언어 기억력, 청각 학습능력, 시각 학습능력, 일반 상식, 지간 지남력, 판단력

각각에서의 단계 진행과 의미

1. 전화 받기(4): 1-스스로, 2-말이 나오고, 3-번쩍이고, 4-실패(자동)
   ; 공간 지각, 행동 계획, 장소 기억
2. 전화번호 받아 적기(2): 1-바로 맞춤, 2-30초 이상 틀림(자동)
   ; 언어 단기 기억
3. 가스 불 끄기(5): 1-스스로, 2-부글부글, 3-말이 나오고, 4-경고음, 5-실패(자동)
   ; 공간 지각, 장소 기억, 일반 상식, 판단, 주의, 행동 계획, 협응 동작
4. 침실로 이동(4): 1-스스로, 2-말이 나오고, 3-번쩍이고, 4-실패(자동)
   ; 공간 지각, 장소 기억, 행동 계획
5. 머리 빗기(4): 1-스스로, 2-말이 나오고, 3-번쩍이고, 4-실패(자동)
   ; 일반 상식, 주의, 협응 동작
6. 옷 방으로 이동(4): 1-스스로, 2-말이 나오고, 3-번쩍이고, 4-실패(자동)
   ; 공간 지각, 장소 기억, 행동 계획
7. 옷장 문열기(3): 1-스스로, 2-번쩍이고, 3-실패(자동)
   ; 주의, 협응 동작
8. 옷 골라 입기(3): 1-스스로, 2-날씨 설명하고, 3-실패(자동)
   ; 시간 지남력, 판단

9. 서랍으로 이동(5): 1-스스로, 2-할 일 설명, 3-장소설명,
4-번쩍이고, 5-실패(자동)
; 공간 지각, 장소 기억, 행동 계획

10. 선물 선택(2): 1- 맞춤, 2-실패(자동)
; 언어 중기 기억

11. 전화 찾아 이동(4): 1-스스로, 2-말이 나오고, 3-번쩍이고, 4-실패(자동)
; 공간 지각, 장소 기억, 행동 계획

12. 전화기 잡기(3) : 1-스스로, 2-번쩍이고, 3-실패(자동)
; 주의, 협응 동작

13. 전화하기(3) : 1-바로 맞춤, 2-답을 가르쳐 주고, 3-실패(자동)
; 언어 중기 기억

14. 신발장 찾아가기(3) : 1-스스로, 2-말이 나오고, 3-실패(자동)
; 공간 지각, 장소 기억, 행동 계획

15. 신발장 열기(4) : 1-스스로, 2-말이 나오고, 3-번쩍이고, 4-실패(자동)
; 주의, 협응 동작

16. 신발 골라 신기(2) : 1- 맞춤, 2-실패(자동)
; 시간 지남력, 일반 상식, 판단

17. 문열고 나가기(4) : 1-스스로, 2-말이 나오고, 3-번쩍이고, 4-실패(자동)
; 공간 지각, 장소 기억, 행동 계획, 주의, 협응 동작