

# 고령자의 시각기능에 대한 데이터베이스 구축에 관한 연구

최 동 우, 김 동 옥  
순천향대학교 정보기술공학부  
e-mail:bmedwkim@sch.ac.kr

## A Study on Construction of the Elderly's Visual Function Database

D. W. Choi, Kim, Dong-Wook  
Division of Information Technology Engineering,  
Soonchunhyang University

### ABSTRACT

When make most products, the standard is made by standard of the young. These are not proper standards for making the supplies for seniors.

To adapt the standards of the aged, it is necessary to construct the database which is based on the survey for producing supplies for seniors.

In this study, wish to measure life eyesight and ability by color-distinguish that use Flash because uses LandoltC ring and dark adaptation that use contrast and glare to construct sight function measurement system doing to elderly, and construct database because uses measured data.

### 1. 서 론

통계청의 장래인구추계에 따르면 우리나라는 지난 2000년 65세 이상 인구가 총인구의 7.2%에 이르러 고령화 사회에 들어섰으며 2006년 현재 65세 이상의 고령인구가 9.5%로 오는 2018년에는 이 비율이 14.3%를 넘어 고령사회에 진입할 것으로 전망했다.

이와 같이 급속한 고령화 사회로 변화됨에 따라 고령화에 따라 신체의 기능이 저하함으로써 생활, 환경에 적응하기 어려운 노인이 증가하고 이들 노인들에 대한 신체기능 회복장치 및 훈련 장치를 연구-기획-설계-생산으로 이어지는 장면에서 신체기능의 데이터가 필요하게 된다.

고령자의 신체기능 중 시각기능, 동작특성, 청각기능, 체성감각 등은 일상생활을 영위함에 있어서 큰 영향을 끼치는 것들로서 시급히 구축되어야 할 고령자 신체기능데이터베이스라 할 수 있다. 그러나 이

들 모두에 대한 데이터베이스를 구축하는데 있어서 는 많은 시간과 노력이 필요한 사항이며, 고령자의 신체 기능을 측정하여 데이터베이스화 하는 경우에 어떠한 데이터가 현장에 유용한지를 파악하여, 측정 항목을 선정 및 우선순위를 설정할 필요가 있다.

본 연구에서는 고령자의 신체기능의 특성 중에서 시각 기능의 특성에 대한 측정 및 데이터베이스를 구축하였다.

### 2. 고령자 시각기능 데이터베이스의 구성

고령자의 시각 기능에서는 배색/조도의 변화에 따른 생활시력, 콘트라스트 변화에 따른 생활시력, 색 변별, 암순응, 시야각, 초점조절력, 동체실력, 안구운동, 속도지각, 깊이지각 에 대한 계측 및 분석을 수행하게 된다.

본 실험에서는 그 구성 중에서 배색/조도의 변화

에 따른 생활시력, 콘트라스트 변화에 따른 생활시력, 암순응, 눈부심, 색변별에 대해 측정하고, 이를 바탕으로 고령자 시각 기능 데이터베이스를 구축하고자 한다.(그림 1)

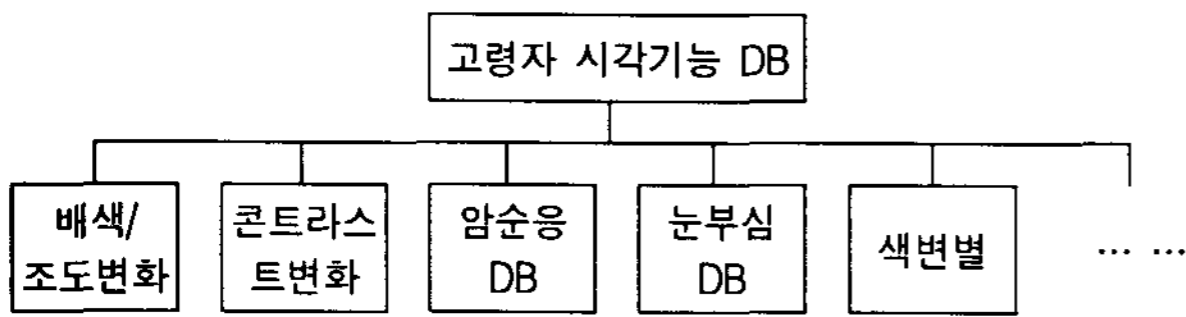


그림 1. 고령자 시각기능 DB의 구성도

### 3. 시각기능 측정 시스템의 구축

#### 3.1 시각기능 측정실 구축

본 실험을 위하여 일상생활을 모의할 수 있는 환경으로 실험실을 구축하였다. 폭 270cm, 길이 400cm의 크기의 실험실에 외부의 빛이 들어오지 않도록 차단하고, 향온 및 향습 시설을 구축하였다. 실내의 조도는 10lux-1000lux로 변화시킬 수 있고, 조명의 색깔도 변경(주광색, 백색, 전구색)할 수 있는 시각 기능 측정실을 구축하였다.(그림 2)

특히, 시각기능측정대상자가 고령자층임을 고려하여, 장시간 서있는 경우가 어려운 고령자의 비율이 높기 때문에, 모든 실험동안 앉아서 측정이 가능하도록 배려한 시각기능측정실을 구비하였다.

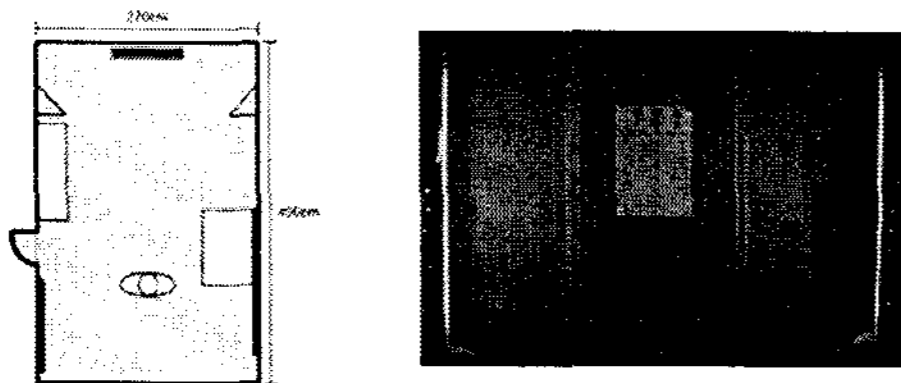


그림 2. 시각 기능 측정실

#### 3.2 피험자군의 선정 및 측정순서

피험자는 주로 고령자 위주의 피험자들로 구성하였으며, 고령자의 경우는, 아산시에 거주하며, 아산시노인종합복지관에 다니는 비교적 건강한 노인을 대상으로 하였으며, 젊은이와의 비교를 목적으로 20대의 청년층도 피험자의 대상으로 하였다. 표 1에 피험자의 구성을 나타낸다. 20세부터 26세까지 41명(여자: 7명, 남자:34명)과 62세부터 81세 까지 68명(여자: 48명, 남자: 20명)의 고령자를 모아서 측정하였다. 그룹은 64세미만(8명), 65~69세(18명), 70~74세

(28명), 75~(14명)이다.

표 1. 피험자의 구성

연령	20-26	60-64	65-69	70-74	75-
인원	41	8	18	28	14

시각기능 데이터를 획득할 때는, 2명의 피험자를 한조로 구성하여 실시하였으며, 표 2와 같이 설문&색변별 Part와 시각측정 Part로 나뉘어서 동시에 실시하였다. 먼저 설문&색변별 Part에는 실험 동의서, 색각검사(한천석식 색각검사표 및 & Color Vision Recorder D-15), 색변별 능력 측정(Flash)으로 구성되어 있고, 시각측정 Part에는 Contrast 변화에 따른 생활시력, 배색/조도변화에 따른 생활시력, 암순응, 눈부심으로 되어 있는데 두 명의 고령자를 모시고 실험하기 때문에 한사람이 시각 기능 측정실에서 시각측정 Part실험을 하면, 다른 사람은 측정실 밖에서 설문&색변별 Part실험을 하게 하여 실험시간을 줄여서 지루하거나 피곤해서 실험데이터의 오차를 최소한으로 줄이기 위함이다.

표 2. 실험 순서

Part	설문&색변별	시각측정
파트별 실험 순서	1. 실험동의서	1. 1000lux 기본시력
	2. 설문지작성	2. 1000lux Contrast 변화
	3. 색각검사	3. 1000lux 배색변화
	4. 색변별 측정 실험	4. 100lux 기본시력
		5. 100lux 배색변화
		6. 10lux 기본시력
		7. 10lux 배색변화
		8. 눈부심
		9. 암순응

### 4. 시각기능 데이터 측정

#### 4.1 색각측정

한천석식 색각검사표와 D-15프로그램을 이용하여 색이상자를 판단하여 이상이 있을 시에 색변별 능력 측정에서 구별을 두어 데이터에 포함하지 않는다.

위에서 D-15프로그램이란 Oprical Diagnostics사에서 만든 검사 프로그램으로 Farnsworth Panel D-15테스트를 수행하여 좀 더 세밀한 검사를 하였다. 정상적인 사람은 색차가 작은 값이 가장 가까운 색으로 지각하기 때문에 순차적으로 선택하게 되지만, 색각 결손자는 혼돈색 선에 가까운 색을 선택하게 된다. 그림 3은 Color Vision Recorder의 Farnsworth Panel D-15의 화면이다.

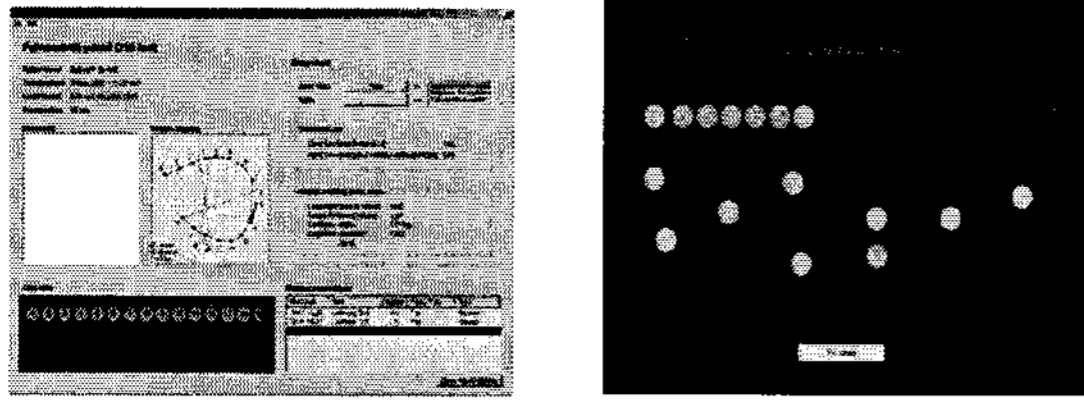


그림 3. 색각 이상자 측정 프로그램인 D-15

#### 4.2 생활시력 측정

일반시력 검사에서 사용하는 표준 시력표는 백색 바탕에 흑색으로 균일하게 제작되어져 있다. 하지만 일상생활에서는 다양한 색과 밝기의 글과 도형들로 이루어져 있는 것들을 많이 볼 수 있다. 생활시력이라 함은 일상생활을 하는데 있어서 이런 여러 가지 색상과 여러 가지 밝기로 만들어진 간판이나 문구들을 보면서 어느 정도의 크기까지 읽을 수 있는지의 가독성을 측정하는 것이다.

생활시력측정에서는 자체 제작한 LandoltC환 시력표를 사용하였다. 기존의 시력표에서 사용되는 12개의 단위에 0.15와 1.2의 시력을 추가하여 14개의 단위로 시표표를 제작하였다. LandoltC환 시력표에 배색의 변화를 주어 실제 생활에서 느끼는 여러 가지 색과 밝기를 구현한다. LandoltC환 시력표를 백색바탕과 흑색바탕에 각각 8개씩 총 16개의 시력표를 각각 A2크기(420 × 594mm)로 3m로 환산하여 제작하였다. (그림 4)

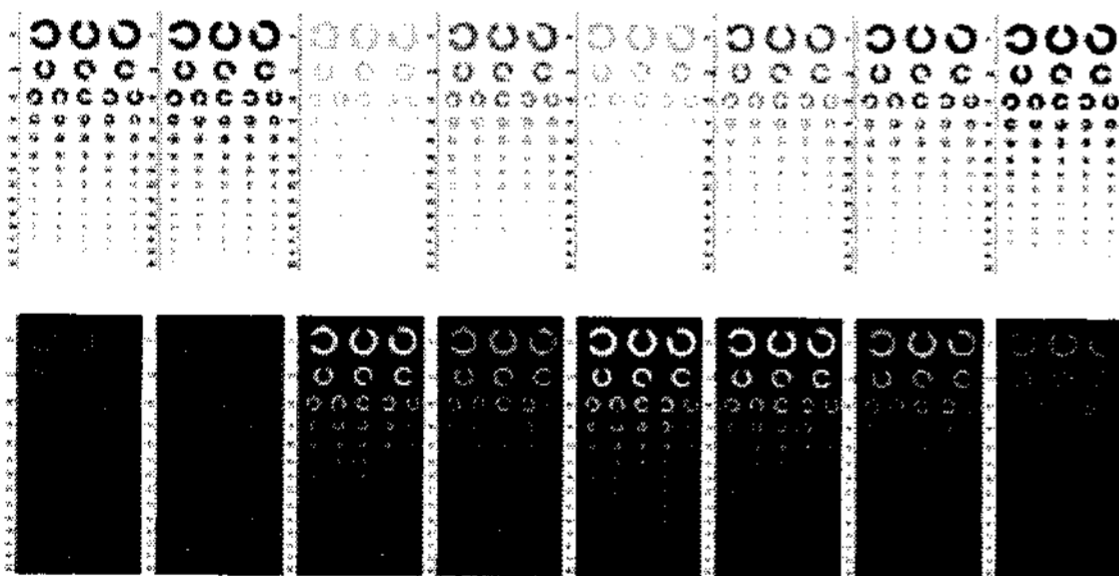


그림 4. 생활시력표의 구성

각각의 시력표에 구현된 색은 Chroma meter (CS-100A, Konica Minolta)를 이용하여 각 시력표의 명도와 채도를 측정하였다. 명도와 채도측정에 사용하는 표색계로는 1931년 국제조명위원회(CIE : Commission Internatinalale de l'Eclairage)에서 가법혼색의 원리를 기본으로 빛의 혼색에 기초한 색표시방법인 CIE표색계를 기준으로 측정하고, 명도와 채도를 Yxy색공간에 표현하였다.(표 3)

표 3. 생활시력표의 배색 구성

		적색	청색	황색	녹색	흑색 100%	흑색 55%	흑색 35%	흑색 15%	흑색 0%
백색바탕	Y	48.75	20.3	183.5	121.5	5.493	50.75	107	186	
	x	0.530	0.200	0.395	0.340	0.334	0.332	0.325	0.320	
	y	0.354	0.148	0.496	0.506	0.351	0.344	0.349	0.355	
흑색바탕	Y	48.5	19.28	183.8	122.5		52.93	108.8	185.6	247
	x	0.528	0.200	0.395	0.340		0.329	0.324	0.321	0.319
	y	0.354	0.143	0.496	0.508		0.345	0.349	0.354	0.356

실험 전에 Illuminance meter (T-10, Konica Minolta)를 이용하여 시력표의 표면 밝기를 1000lux로 유지하도록 한다. 피험자는 시력표로부터 3m의 거리에 착석하고, 1000lux의 시표면 조도에서 나안시력을 측정한다.

시표면 조도를 1000lux, 100lux, 10lux로 조절하여 측정하고 조도를 바꿀 때 2분간 순응 시키고 16개 시력표의 교정시력을 측정한다. 교정시력 측정이 끝나면, 나안시력을 1000lux에서만 측정을 실시한다.

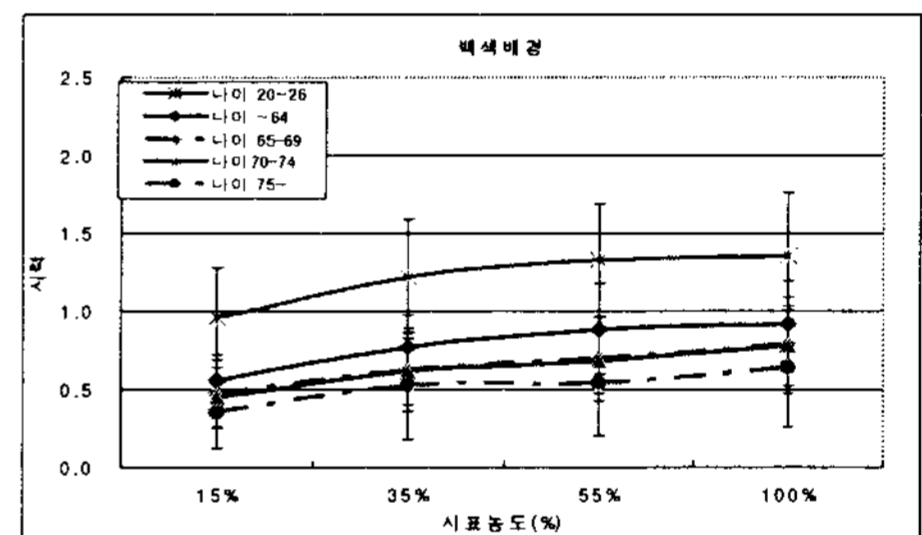


그림 5. 백색배경에서의 시표농도변화

그림 5는 실내의 조도가 1000lux에서 백색배경과 흑색배경에 글자의 콘트라스트변화를 주어 측정하였을 때의 실험결과를 나타낸다. 콘트라스트가 낮을수록(시표농도가 낮을수록) 시력도 저하하는 특성을 나타내고 있으며 특히, 시표농도 15%에서는 다른 그룹보다 현저하게 낮아지는 경향이 있음을 알 수 있다. 연령차에 따라 비교하면, 20대의 청년층이 고령자층에 비하여 훨씬 높은 시력을 나타내고 있음이 확인 되었다.

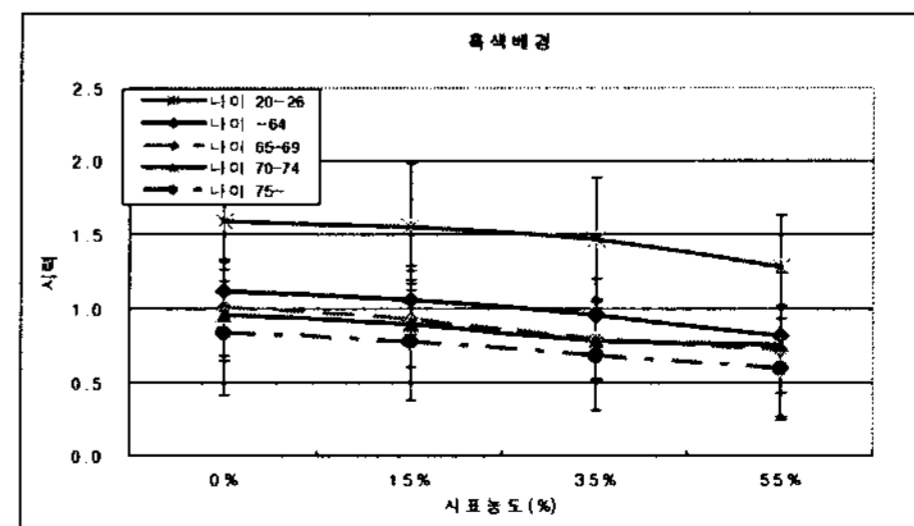


그림 6. 흑색배경에서의 시표농도변화

그림 6은 실내조도를 1000lux로 하였을 경우, 검정색바탕색의 시력표에, 검정색 농도가 0, 15, 35, 55%인 시표에 대하여 측정을 한 결과를 나타낸 것이다. 시표의 농도가 높아질수록 콘트라스트는 낮아지기 때문에, 시력이 점점 낮아지는 경향을 나타내고 있으며, 역시 연령에 따른 시력차이도 존재하고 있는 것을 알 수 있다.

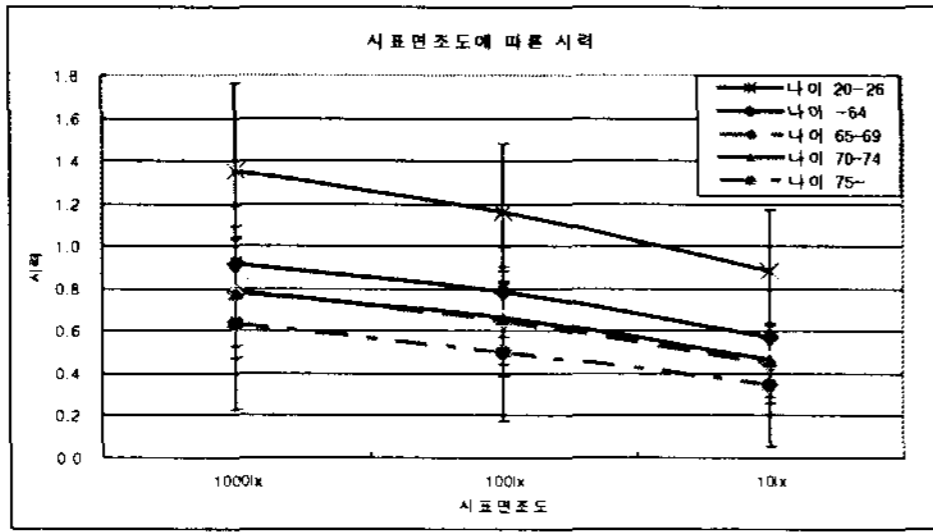


그림 7. 시표면 조도에 따른 시력

그림 7은 시표면 조도에 따른 시력의 변화를 나타낸 것으로, 실내의 조명을 조절하여 시표면의 조도가 1000lux, 100lux, 100lux가 되도록 하여 측정한 결과로 시표면의 조도가 낮아질수록 시표의 식별능력이 떨어지는 것을 알 수 있다.

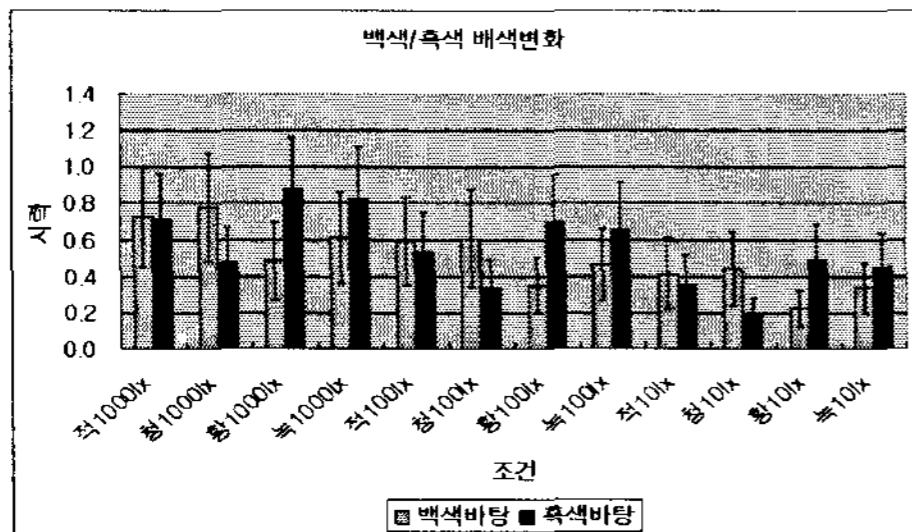


그림 8. 배색변화에 따른 생활시력

그림 8은 백색/흑색배경에 적색, 청색, 황색, 녹색의 배색변화를 준 생활 시력측정실험결과를 종합적으로 정리하여 나타낸 그래프로 전 연령에 대한 결과이다. 전반적인 경향은, 조도가 같은 조건이라 하면, 백색배경보다는 흑색배경에서 더 잘 보이는 것으로 측정되었으며, 색차가 큰 경우(흑색배경-황색시표) 더 잘 보이는 것으로 측정되었다. 또한, 배경색의 변화에 둔감한 색의 배치는 적색과 녹색을 들 수 있다.

### 4.3 암순응 측정

밝은 곳에서 어두운 곳으로, 혹은 그 반대로 이동할 때 동공경이 변화하여 눈으로 들어오는 입사광량을 조절한다. 노약자의 경우, 눈 근육의 근력과 홍

채의 탄성이 저하하여, 동공의 크기의 변화 범위가 감소한다. 기호 문자 도형의 식별에는 콘트라스트가 중요하다. 콘트라스트의 최댓값이 100%라고 하였을 때, 콘트라스트가 70%정도로 저하되면 문자, 기호 등의 시인능력이 저하하기 시작한다. 밝은 상태에서의 동공의 크기는 연령에 따라 그렇게 많이 변화하지는 않지만 어두울 때의 동공의 크기는 연령과 함께 약간 저하한다. 이는 연령의 증가와 함께 안구내의 유리체액이 불투명하게 되어 입사광을 산란시켜 콘트라스트를 저하시키기 때문이다.

암순응 측정에서 사용되는 시력표는 백색바탕에 콘트라스트 10%부터 100%까지 10%간격으로 10개의 흑색 글자를 0.1시력의 80%크기(3m시력)가 되도록 제작하였다. 제작된 시력표는 Chroma meter (CO-100A, Konica Minolta)를 이용하여 콘트라스트를 측정하였다.(표 4, 그림 9)

표 4. 암순응시표의 색상 값

글자	Y	x	y
바	5.21	0.340	0.350
차	8.34	0.342	0.352
가	13.1	0.338	0.351
타	24.2	0.334	0.343
마	40.4	0.331	0.347
하	60.9	0.330	0.344
나	87.2	0.327	0.348
사	120	0.324	0.349
다	162	0.322	0.353
아	203	0.320	0.355

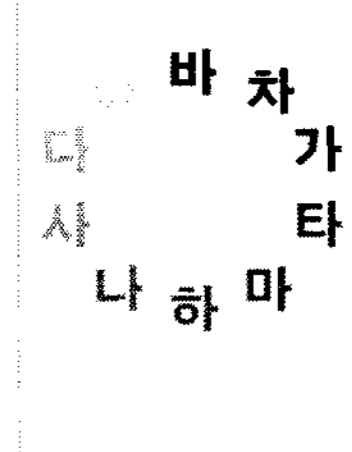


그림 9. 암순응 측정 시표

암순응 측정에서는 실내의 조도를 10lux로 조절된 상태에서 10000 cd/m<sup>2</sup>의 밝기로 아크릴판의 스크린을 투시하여 피험자가 주시한 후, 시력표를 제시하여 측정한다. 제시장치에서 사용한 제시 시퀀스는 T1에서 5초간 안정 상태를 유지하다가 T2에서 15초간 프로젝터의 출력을 서서히 올려 T3에서 1분간 출력 100%를 유지한다. T4에서 프로젝터의 출력을 0%로 조절, 암순응 상태를 제시한 후 10초간 시표를 제시하여 측정한다. T5에서 시표의 조명을 끄고 측정을 완료한다. (그림 10)

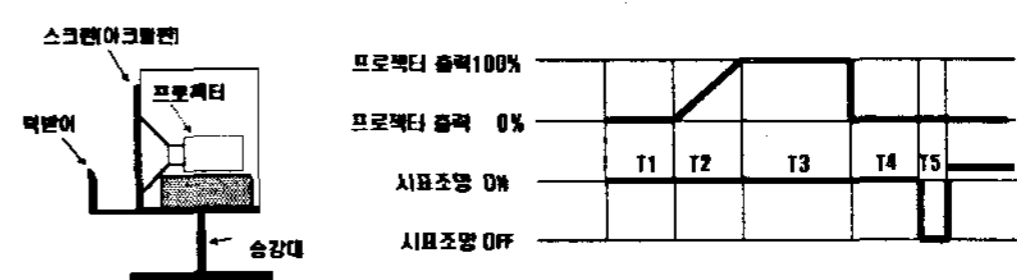


그림 10. 암순응 제시장치와 제어 시퀀스

그림 11은 암순응 측정결과를 나타낸 것으로, control상태는 암순응을 자극을 제시하지 않은 상태에서, 실내조도 10lux에서의 측정결과를 나타낸다. 실험결과, 암순응 부여의 유무에 따른 차이는 연령 차에 의한 영향을 크게 나타내고 있지 않는 것으로 평가 되었다.

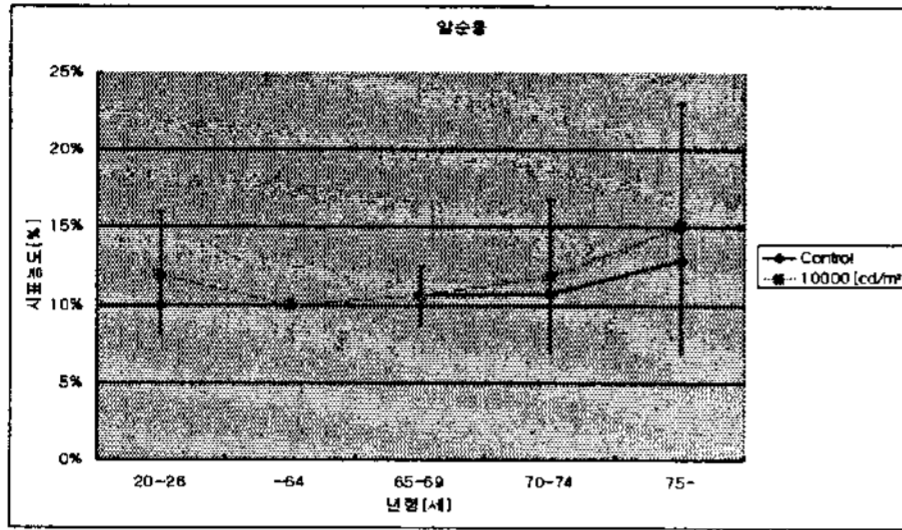


그림 11. 암순응 측정시스템 결과

4.4 눈부심 측정

일상생활에서 태양광이나 다른 불빛으로 인해 눈이 부신 상황에서 어느 정도 농도의 글자까지 읽을 수 있는지에 대한 검사를 실시한다.

피험자의 상방 4°, 8°에 각막면조도가 60lux가 되는 스포트라이트를 설치하여 눈이 부신 상황에서 시표를 읽을 수 있는 정도를 측정한다. 이때 피험자가 광원을 직접 주시하지 않도록 주의한다. 위 4-5.암순응에서 사용한 콘트라스트 시력표를 사용한다. 시표면의 조도는 10lux로 조절하고 3m의 거리에서 측정한다.

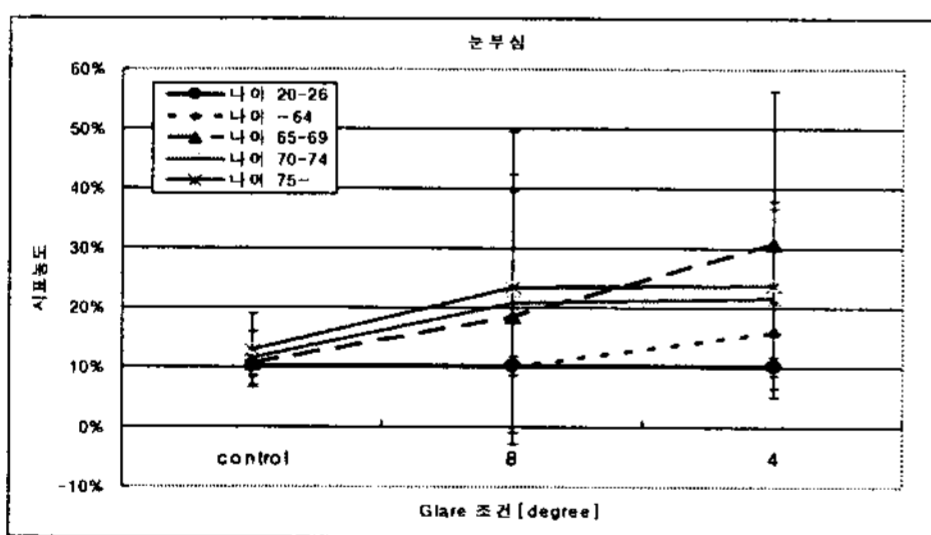


그림 12. 눈부심 측정시스템 결과그래프

그림 12에 그 결과를 나타낸다. Control상태라 함은 눈부심 자극을 부여하지 않았을 때의 결과를 나타낸 것으로, 시표농도가 10%정도의 희미한 것도 읽어 낼 수 있었으나, 눈부심 광원의 각도가 8°에서 4°로 갈수록 시표농도가 질어야 읽을 수 있었으며, 연령에 따른 차이도 나타나, 연령이 높을수록 시표농도가 진해져야 읽을 수 있는 것으로 나타났다.

이것은 나이가 들면서 눈 근육의 근력과 홍채의 탄성이 저하하여, 동공의 크기의 변화 범위가 감소한다는 것을 뒷받침하는 결과이다.

4.5 색변별 능력 측정

색변별 능력 측정은 Flash 프로그램으로 구축한 색제시 프로그램을 이용하여 색을 구분하는 능력을 측정하였다. 먼저 색제시 Flash는 적, 황, 녹색, 청 기준색(4장)에 색상, 명도, 채도의 색차를 준 비교색(77장)(표 5)을 이용하여 [기준색-기준색]의 40장, [비교색-비교색]의 77장, [기준색-비교색]의 77장, [비교색-기준색]의 77장으로 조합하여 271장의 색제시 화면을 구성하였다. 2초간 색제시를 한 후에 두 색이 같은지 다른지 판단하여 선택할 수 있게 만들었다.

표 5. 색제시 Flash의 기준색과 비교색

기준색	비교기준	색 차						
		4	8	12	16	20	24	
적 5R 4/12	색상	4	8	12	16	20	24	
	명도	2	4	6	8	10	12	
	채도	5	10	15	20	25	30	
황 5Y 7/10	색상	2	4	6	8	10	12	
	명도	2	4	6	8	10	12	
	채도	6	12	18	24	30	36	42
녹 2.5G 4/10	색상	4.5	9	13.5	18	22.5	27	
	명도	2	4	6	8	10	12	14
	채도	5	10	15	20	25	30	35
청 5PB 4/10	색상	2	4	6	8	10	12	14
	명도	2	4	6	8	10	12	14
	채도	5	10	15	20	25	30	

실험 전에 색각검사를 하였을 때 68명중 한명이 강도 제2(녹색) 이상자로 실험에서 제외하였고, 한명은 녹내장으로 두 명은 요청에 의한 실험에서 제외시켜서 고령자 68명중에서 64명이 참가하였다. 나이 20~26 그룹은 이상자가 없었다.

실험결과 나이에 따라 구분하는 능력의 차이를 볼 수 있었는데 나이 별로 차이가 있는 것이 있는 반면이 많이 차이 나지 않는 그래프(그림 14)를 볼 수 있었다. 그림 14은 x축을 색차, y축을 백분율로 설정하였는데, 특히 표 5에서의 색차를 x축의 MAX값으로 설정하지 않고 색차45로 통일하여 서로를 비교하는데 쉽게 하였다.

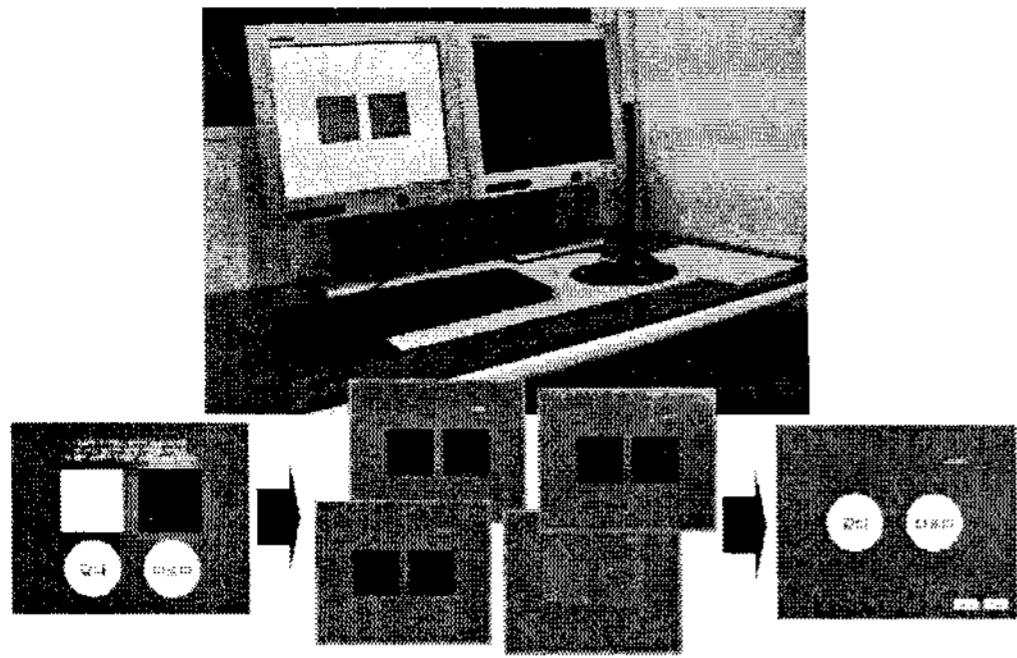


그림 13. 색변별 자극 제시 시스템

그림 13는 컴퓨터상에 구현한 색변별자극 시스템을 나타낸 것으로, 표 5에 나타내는바와 같이, 총 271개의 색 조합에 따라 색을 제시하고 그 결과를 판단하도록 구축한 시스템이다.

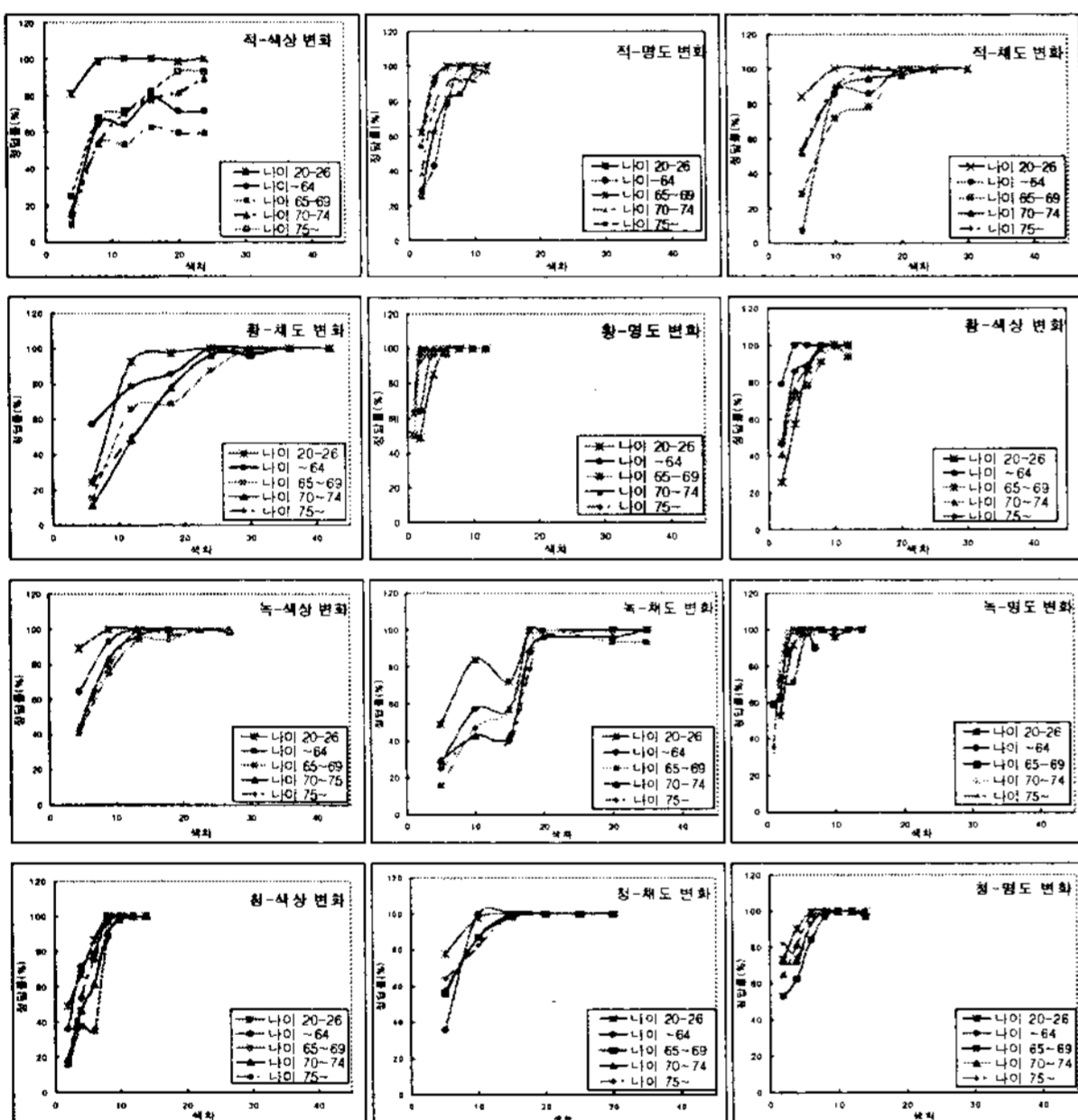


그림 14. 색상, 명도, 채도의 색차 그래프

그림 14은 4가지 기준색에 대하여 색상, 명도, 채도를 변화시켰을 경우의 결과를 나타낸 것으로, 전 그래프가 가축은 색차를, 세로축은 색변별 정답률을 나타낸 것이다. 각 그래프에서, 연령 간 그래프의 간격이 크다는 것은, 연령에 따라 색 변별력에 차이가 크다는 것을 나타낸다.

표 6. 연령에 따른 색 변별 능력

	적색	황색	녹색	청색
연령에 따른 변별력 차이가 큼	색상	채도	색상	채도
연령에 따른 변별력 차이가 적음	명도	색상 명도	명도	색상 명도

표 6은 각 연령대에 따라, 색을 식별하는데 있어서의 차이를 나타낸 것으로, 연령에 따라 변별력에 차이가 크다는 것은 색을 변별함에 있어서 젊은 층과 고령자층에 차이가 있음을 나타냄을 의미한다. 따라서 고령자를 배려하는 배색의 배치는 적색의 경우는 명도를 변화시키고, 황색의 경우는 색상 또는 명도를, 녹색의 경우는 명도를, 청색의 경우는 색상 또는 명도를 변화시켜서 배색변화를 부여하면, 전 연령대에서 식별이 용이하다는 것을 의미한다.

또한, 고령화에 따른 시계황변화의 영향에 의하여, 황색의 변별이 곤란하다고 하나, 실험결과는, 채도의 변화에 대해서는 연령에 따른 색변별에 유의차가 있었으나, 색상이나, 명도를 변화시킨 경우는 연령차에 따른 변별력에 차이가 크지 않은 결과를 나타내고 있어, 색을 차이를 구별한다고 하는 의미에서는 시계황변화가 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

### 5. 결론

고령자에 대한 시각기능의 측정을 통하여 고령자의 다양한 연령대에 따른 데이터를 수집하였으며, 이 데이터는 향후, 고령자를 배려한 설계인 Universal Design의 개념을 도입하는 경우에 있어서 매우 유용한 데이터로 활용할 수 있다. 즉, 실버산업에 종사하고 있는 연구자 및 설계자에게 기준을 제공하여 앞으로 다가올 고령사회에 고령자들이 생활하면서 불편하지 않고 원활하게 생활할 수 있는 환경의 구축에 기여할 수 있다.

### 참고 문헌

- [1] 한천석, "A Simplified Vision Test Chart for Screening Test", 대한안과학회지, 제 27권 6호, 1986
- [2] 김동인, 최억, "시시력표의 종류와 조도에 따른 시력의 차이", 대한안과학회지, 제 24권 4호, 1983
- [3] 김찬식, 김하경, "조도가 대비감도에 미치는 영향", 대한안과학회지, 제 28권 4호, pp. 687-693, 1987
- [4] 황찬혁, 문남주, "60세 이상 노인 환자의 저시력 진료", 대한안과학회지, 제 40권 10호, pp. 2884-2892, 1999
- [5] 김홍진, 김홍순, "노인 보행자 교통사망사고 예

방에 관한 연구”, 도시행정학보, 제 17권 3호,  
pp. 139-164, 2004

[6] 이경은, “노인을 위한 조명에 관한 연구”, 한국  
색채학회지, 제 18권 3호, pp. 115-125, 2004

[7] 김동호, 오정엽, “색채 용어와 표색계”, 한국색채  
학회논문집, 제 9권 pp. 125-144, 1997

[8] Konica Minolta, “Precise Color Communication”,  
1998