

고령자의 시각기능데이터베이스 구축을 위한 시각기능계측에 관한 연구

김동욱¹, 박광석², 김정자¹, 김남균¹

¹전북대학교 공과대학 바이오메디컬공학부

²서울대학교 의과대학 의공학교실

(Received May 22, 2007. Accepted August 28, 2007)

Studies on Visual Function Measurements for Building Visual Function Database of the Elderly

Dong-Wook Kim¹, Kwang-Suk Park², Jung-Ja Kim¹, Nam-Gyun Kim¹

¹Division of Biomedical Engineering, College of Engineering, Chonbuk National University

²Department of Biomedical Engineering, College of Medicine, Seoul National University

Abstract

As our society progresses rapidly toward an aged society, there is a stiff increase in the population of the aged persons who have difficulties in adjusting themselves to environments due to declines of their physical functions. Therefore, there is a great need for the concept of 'Universal Design' that demands the design of overall social structure to care for the elderly. Due to this reason, the physical function of the aged persons should thoroughly be studied for the development of rehabilitation and training equipments to help the recovery of physical functions of the elderly. Among the variety of physical functions of the elderly, visual functions, motion characteristics, hearing functions, and somatosensory functions have significant influence toward everyday lives and are physical functions to study for the construction of urgently needed physical function databases of the elderly.

This study concentrates on visual functions among the variety of physical functions of the elderly. To measure various visual functions of the elderly, a measurement room for the elderly has been developed, which can mimic everyday lives and perform measurements of visual functions with subjects in seated position. The measurement items for the construction of the database were capabilities in everyday vision according to changes in arrangement of colors and light intensity and capabilities in everyday vision, color distinction, dark adaptation, and light glare against changes in contrast.

Key word : visual function, glare, dark adaptation, Universal Design

1. 서론

최 근의 급속한 고령화 사회의 진전에 따라 신체의 기능이 저하함으로써 일상적인 생활환경에 적응하기 어려운 노인이 증가하고 있다. 이 때문에 사회의 전반적인 구조를 고령자를 배려하여 적절한 설계를 필요로 하는 Universal Design의 개념이 중요시되고 있으며 고령자를 위한 신체기능 회복장치 및 훈련 장치를

연구-기획-설계-생산으로 이어지는 장면에서 고령자의 신체기능을 구체적으로 파악할 필요가 있다.

지금까지 구축된 신체기능데이터베이스의 현황을 살펴보면 영국의 The Univ. of Birmingham에서는 Thousand Elder Project를 통하여 1000명이 넘는 고령자의 데이터베이스를 구축하고 있으며[1], 이를 활용하여 기업체의 의뢰에 따라 신제품에 대한 고령자 모니터링을 실시하고 있으며, 네덜란드의 Delft Univ. of Tech.에서는 고령자의 계측 데이터를 컴퓨터 마네킹에 활용하여 고령자용 제품개발 등에 사용하고 있고[2], 일본의 경우는 인간생활공학 연구센터 및 NITE에서 신체기능의 측정 및 DB구축을 실시한 사례가 있다[3].

이 논문은 2006년도 전북대학교 지원 신임교수연구비 및 2006년도 산업자원부 지정 핵심연구개발사업 실버의료기기핵심기술개발 연구비(과제번호: 10022765-2006-21)에 의하여 연구되었음.
Corresponding Author : 김 동 욱
전북 전주시 덕진구 덕진동1가664-14 전북대학교 공과대학바이오메디컬공학부
Tel : 063-270-4060 / Fax : 063-270-2247
E-mail : biomed@chonbuk.ac.kr

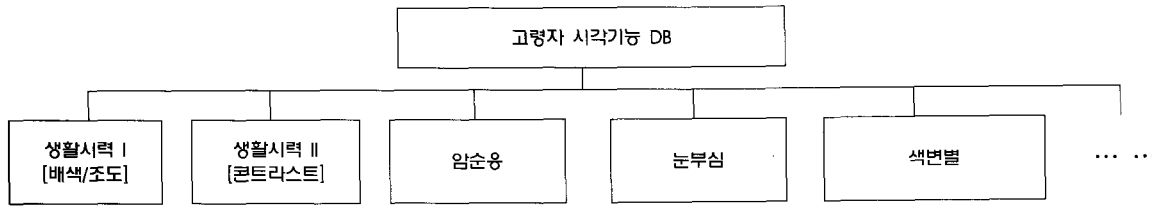


그림 1. 고령자 시각기능 DB의 구성도
 Fig. 1. Block diagram for visual function database of the elderly

그러나, 국내에서 고령자의 신체에 대한 데이터베이스의 구축을 살펴보면 기술표준원 주도의 size korea에서 수행한 인체의 치수에 대한 데이터베이스구축 연구는 시행되었으나 고령자의 신체기능을 대상으로 하는 연구사례는 찾아볼 수 없다.

고령자의 신체기능 중 시각기능, 동작특성, 청각기능, 체성감각 등은 일상생활을 영위함에 있어서 큰 영향을 끼치는 것들로서 시급히 구축되어야 할 고령자 신체기능데이터베이스라 할 수 있다. 그러나 이들 모두에 대한 데이터베이스를 구축하는데 있어서는 많은 시간과 노력이 필요하며, 고령자의 신체 기능을 측정하여 데이터베이스화 하는 경우에 어떠한 데이터가 현장에 유용한지를 파악하여 측정항목을 선정 및 우선순위를 설정하여야 할 필요가 있는데, 본 연구진의 사전 조사에 의하면 시각기능에 대한 필요성이 높은 것으로 조사되었다.

따라서, 본 연구에서는 고령자의 신체기능데이터 베이스중에서 시각기능의 특성에 대한 계측 및 데이터베이스를 구축을 위한 연구를 실시하였다.

II. 고령자의 시각기능 데이터베이스의 구성

고령자의 시각 기능 데이터베이스 구축을 위해서는 고려해야할 2가지 관점이 있다. 하나는 시각의 어떠한 기능을 측정대상으로 할 것 인가에 대한 것으로 시력, 색각, 입체시, 시간특성 등 여러 가지가 생각될 수 있으나 이들을 모두 측정한다고 하는 것은 어려움이 뒤따르며 특히, 고령자를 대상으로 한다는 측면을 고려하면 상기에서 언급한 모든 기능을 측정할 필요는 없다. 다른 하나는 측정 방법에 대한 것으로 고령자를 배려한 측정방법의 필요하다.

고령자의 시각 특성을 고려하여 항목을 데이터베이스화 할 것인가를 생각하기 위해서는 고령자가 일상생활에서 다양하게 직면하는 여러 상황을 고려하여 측정범위를 정하여야한다.

인간은 일상생활 중에 대단히 넓은 조도범위에서 생활을 하고 있으나 눈은 이와 같이 넓은 범위의 조도변화에도 대응하기 위하여 다양한 기능이 서로 트레이드오프관계의 상호보완 하도록 되어있으며 이 결과로 조도의 변화에 따라 시력이 변하게 된다. 고령자의 경우는 젊은이의 변화와 양상이 달라 극단적인 차이가 발생하는 경우에는 그것을 보상할 수 있는 환경의 정비가 필요하게 된다[4].

또한 고령화에 따라 색을 구별하는 능력의 저하를 예상할 수 있

다. 원인으로 생각되는 것은 수정체의 변화에 따라 광의 산란특성 및 분광투과율의 변화에 기인할 것으로 생각된다. 최근에는 지하철의 노선도에서 보는바와 같이 색을 정보의 전달도구로 사용하는 경우가 많아지고 있기 때문에 고령자의 경우 색을 구별하는 능력이 저하할 경우는 일상생활이 어렵게 될 것이다[5].

생활 중에 조도의 변화가 급격한 장면 예를 들면 밝은 실외에서 실내로 들어갔을 때, 일시적으로 실내의 표지판 등이 보이지 않는 경우 등이 고령자에게서 많이 발생하게 되는데 이는 암순응에 어려움이 있기 때문으로 생각 된다[6].

또한 야간에 도로를 보행할 때, 전방의 자동차에서 내보내는 강한 헤드라이트 불빛에 의해서 갑작스럽게 주위가 보이지 않는 경우가 발생하게 되는 등 눈부심에 대한 시력특성도 안전에 대단히 중요한 요소라 생각된다[7].

따라서, 이상의 상황을 고려하여 본 논문에서는 그림 1과 같이 배색/조도의 변화에 따른 생활시력, 콘트라스트 변화에 따른 생활시력, 색변별, 암순응, 눈부심 등에 대한 계측 분석을 수행하여 데이터베이스의 구성요소로 선정하였다.

III. 시각기능 측정 시스템의 구축

A. 시각기능 측정실 구축

고령자의 다양한 시각기능의 측정을 위하여 일상생활을 모의할 수 있는 환경으로 실험실을 구축하였다. 폭 270cm, 길이 400cm의 크기의 실험실에 외부의 빛이 들어오지 않도록 차단하고 항온 및 항습 시설을 구축하였다. 실내의 조도는 10lux-1000lux로 변화시킬 수 있으며 조명의 색깔도 변경(주광색, 백색, 전구색)할 수 있는 시각 기능 측정실을 구축하였다.(그림 2)

특히, 시각기능측정대상자가 고령자층으로 구성되어 있어 장시간 기립하여 측정하는 것이 어렵기 때문에 모든 계측이 진행되는 동안 앉아서 측정이 가능하도록 배려한 시각기능측정실을 구축하였다.

B. 피험자군의 선정 및 측정순서

피험자는 주로 고령자 위주의 피험자들로 구성하였으며 고령자의 경우는 비교적 건강한 노인을 대상으로 하였으며 젊은이와의 비교를 목적으로 20대의 청년층도 피험자의 대상으로 하였다.

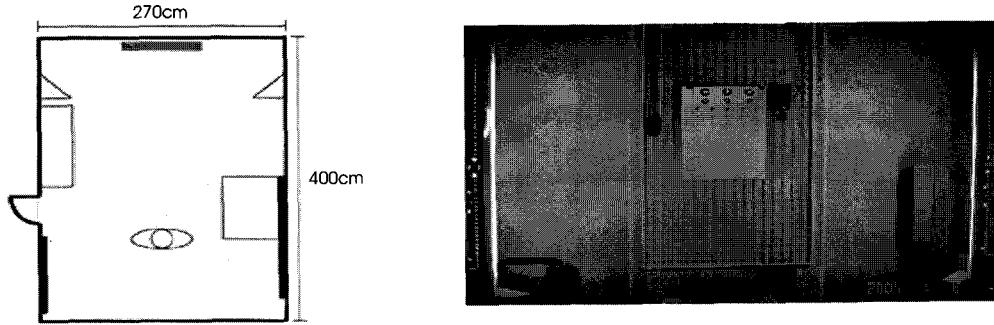


그림 2. 시각기능 측정실
Fig. 2. Visual function measurement room

표 1에 피험자의 구성을 나타낸다. 20세부터 26세까지 41명(여자: 7명, 남자:34명)과 62세부터 81세 까지 68명(여자: 48명, 남자: 20명)으로 구성되어 있으며 각 연령별 구성을 살펴보면 64세 미만(8명), 65~69세(18명), 70~74세(28명), 75세 이상(14명)으로 되어 있다.

시각기능 데이터를 획득할 때는 2명의 피험자를 한조로 구성하여 실시하고 표 2에 나타내는 실험절차와 같이 설문 및 색변별측정 절차와 시각측정 절차를 나눠서 동시에 실시하였다. 먼저 설문 및 색변별측정 절차에서는 실험 동의서, 색각검사(한천석식 색각검사표 및 Color Vision Recorder D-15), 색변별 능력 측정(Flash)으로 구성되어 있으며, 시각측정 절차에는 콘트라스트 변화에 따른 생활시력, 배색/조도변화에 따른 생활시력, 암순응, 눈부심 순서로 측정하였다. 또한 전체적으로 측정도중에 피험자가 불편함을 호소하는 경우에는 충분한 휴식시간을 갖도록 하였으며, 측정시간은 1일 2인정도 측정하도록 측정시간을 조정 하였다.

표 1. 피험자의 구성
Table 1. Makeup of subjects

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

표 2. 실험 순서
Table 2. Experimental procedures

Part	설문 및 색변별측정	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

IV. 시각기능 측정결과 및 고찰

A. 색각측정

색각이상자를 판단하여 이상이 있을 경우에는 이후의 시각기능 측정에서 배제하도록 하기위한 스크리닝검사 이다.

색각측정에는 한천석식 색각검사표와 Opical Diagnostics사에서 제작한 PC기반의 Farnsworth Panel D-15테스트를 수행하였다. Farnsworth Panel D-15검사는 색각결손을 심도 있게 검사하는 방법으로 적녹과 청황유형의 색각결손에 민감하다[8]. 그림 3은 Color Vision Recorder의 Farnsworth Panel D-15의 화면이다.

B. 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.

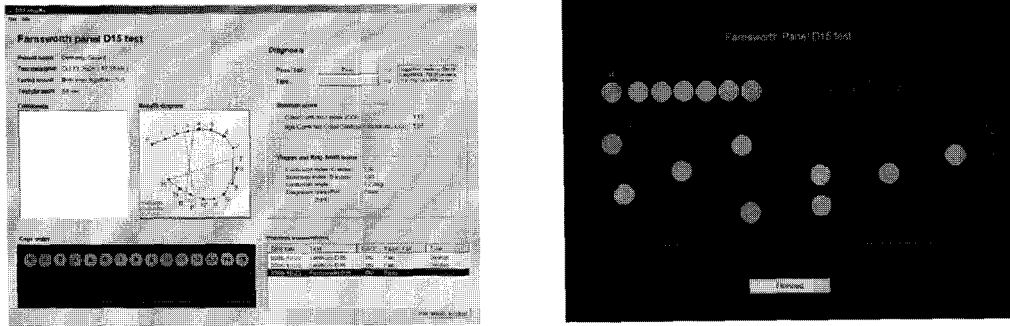


그림 3. 색각 이상자 측정 프로그램인 D-15
Fig. 3. D-15 Program for diagnosis of dyschromatopsia

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 시표를 제작하였다. LandoltC환 시력표에 배색의 변화를 주어 실제 생활에서 느끼는 여러 가지 색과 밝기를 구현하였다. LandoltC환 시력표를 백색배탕과 흑색배탕에 각각 8개씩 총 16개의 시력표를 각각 A2크기(420×594mm)로 하였으며, 시거리 3m에서 측정하는 것을 기준으로 LandoltC환의 크기를 결정하였다. (그림 4)

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 Yxy색공간 환산한 결과를 표3에 나타내었다.

그리고, 매 측정때마다, 측정 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 때마다, 측정실에서 피험자가 2분이상 순응할 수 있는 시간을 부여하였으며, 16개 시력표 모두에 대하여, 교정시력을 측정하였으며, 교정시력 측정이 끝나면, 나안시력을 1000lux에서만 측정을 실시한다.

그림 5는 실내의 조도가 1000lux에서 백색배경과 흑색배경에 글자의 콘트라스트변화를 부여하여 측정 하였을 때의 실험결과를 나타낸다. 콘트라스트가 낮을수록(시표농도가 낮을수록) 시력도 함께 저하하는 특성을 나타내고 있으며 특히, 시표농도가 15%로 낮아졌을 경우에는 현저하게 시력이 저하하는 경향을 나타내고 있다. 연령차에 따라 비교하면, 20대의 청년층이 고령자층에 비하여 훨씬 높은 시력을 나타내고 있음이 확인 되었다.

그림 6은 실내조도를 1000lux로 하였을 경우, 검정색배탕색의 시력표에, 검정색 농도가 0, 15, 35, 55%인 시표에 대하여 측정한 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. 이상의 결과로부터 생각할 수 있는 것은 시력을 높이기 위해서

표 3. 생활시력표의 배색 구성

Table 3. Composition of color schemes for measurement of daily activity visual acuity

		적색	청색	황색	녹색	흑색 100%	흑색 55%	흑색 35%	흑색 15%	흑색 0%
백 색 배 탕	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	
흑 색 배 탕	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

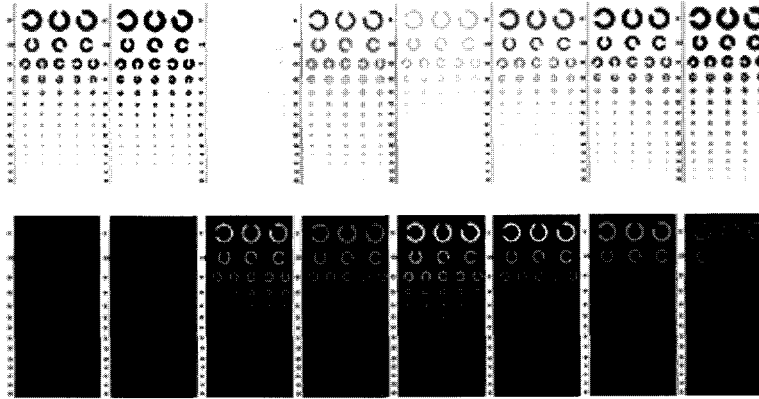


그림 4. 생활시력표의 구성

Fig. 4. Composition of eye chart for daily activity visual acuity

는 대상물의 색조합을 콘트라스트가 높도록 고려하여야 하며, 특히 고령자의 경우는 콘트라스트의 변화에 따라 시력의 변화도 증대되기 때문에, 물체의 콘트라스트를 더욱 확실히 차이를 두어야 한다는 것을 말하고 있다. 또한, 백색배경과 흑색배경의 차이를 살펴보면, 동일한 콘트라스트를 갖고 있다 하더라도 흑색배경을 기본으로 하여 콘트라스트를 강조하는 것이 시인성이 우수하다는 것을 알 수 있다.

그림 7은 시표면 조도에 따른 시력의 변화를 나타낸 것으로, 실내의 조명을 조절하여 시표면의 조도가 1000lux, 100lux, 10lux가 되도록 하여 측정한 결과를 나타낸다. 모든 연령대에서 시력은 조도의 상승과 더불어 증대하는 것으로 나타나, 일반적인 상식을 벗어나지 않는다. 즉, 세밀한 것을 보기 위해서는 조도를 높일 필요가 있다는 것을 나타내는 것이다. 또한 고령자의 경우를 살펴보면 같은 밝기의 환경이라 하더라도 젊은이에 비하여 현저하게 시력이 낮아지는 것으로 나타나 있어 조도가 낮은 환경에서 생활을 하기에는 젊은이에 비하여 상대적으로 불편을 더 느낀다는 것을 알 수

있고, 고령자가 생활하는 환경에서는 주변 환경을 더욱 밝게 유지시켜야 한다는 것을 알 수 있다.

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 것을 알 수 있으며, 컬러의 경우 색차가 큰 경우(흑색배경-황색시표)에 더 잘 보이는 것으로 측정되었다. 또한, 배경색의 변화에 둔감한 색의 배치는 적색과 녹색을 들 수 있다.

C. 암순응 측정

암순응 측정을 위해서 사용되는 시력표는 그림 9와 같이 백색 바탕에 콘트라스트 10%부터 100%까지 10%간격으로 10개의 흑색 글자를 0.1시력의 80%크기(3m시력)가 되도록 제작하였으며, 제작된 시력표의 각 시표를 Chroma meter (CO-100A, Konica Minolta)를 이용하여 측정한 결과를 CIE색체계로 나타내면 표4

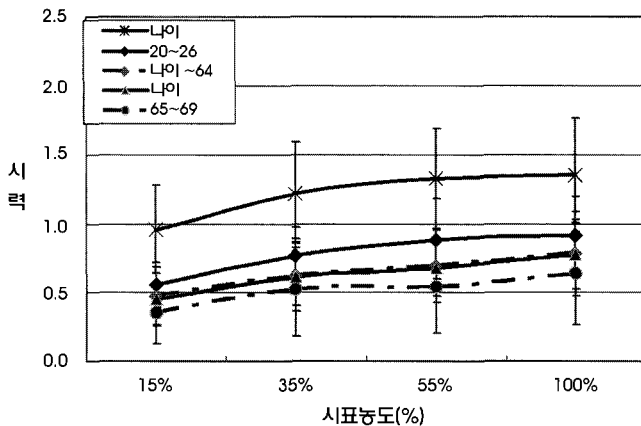


그림 5. 백색배경에서의 시표농도변화

Fig. 5. Change of color depth in eye chart with white background

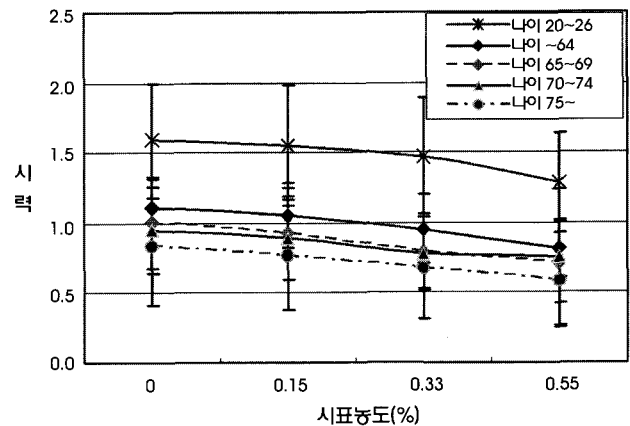


그림 6. 흑색배경에서의 시표농도변화

Fig. 6. Change of color depth in eye chart with black background

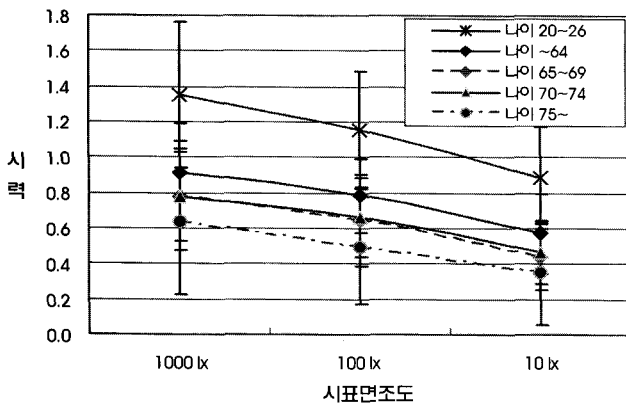


그림 7. 시표면 조도에 따른 시력
 Fig. 7. Change in visual acuity for different illuminance of eye chart

와 같으며, 여기에서 Y값은 밝기를 표시하는 반사율을 나타내는 것으로 콘트라스트의 조절이 적절하게 된 것을 나타낸다.

암순응 측정을 위해서 실내의 조도를 10lux로 조절한 상태에서, 아크릴제의 스크린에 후면에서 프로젝터를 조사하여 표면조도를 10000cd/m²로 조절하여 피험자가 스크린을 눈을 감지 않고 일정 시간동안 주시하도록 하여 동공의 크기를 강제적으로 축소시키도록 자극하였다. 이후, 스크린에서 눈을 떴 후 벽면에 제시된 그림 9.의 시력표를 제시하고, 10초 동안에 콘트라스트가 높은 글자 부터 순차적으로 낮은 글자를 읽도록 하여 가장 콘트라스트가 낮은 글자를 기록 하였다.

그림 10의 암순응 자극 제시장치에서 피험자에게 부여하는 조명자극 시퀀스는 T1에서 5초간 안정 상태를 유지하다가 T2에서 15초간 프로젝터의 출력을 서서히 올려 T3에서 1분간 출력 100% (10000 cd/m²)를 유지한다. T4에서 프로젝터의 출력을 0%로 조절한 후, 10초 동안에 시표를 제시하여 시표상의 글자를 읽도록 한 후, T5에서 실험실의 조명을 완전히 끄고(0lux) 측정을 완료한다.

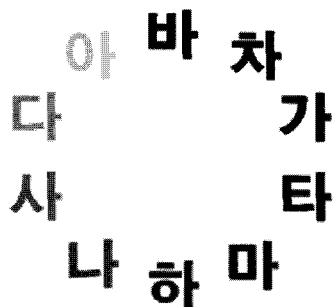


그림 9. 암순응 측정 시표
 Fig. 9. Eye chart for dark adaptation measurement

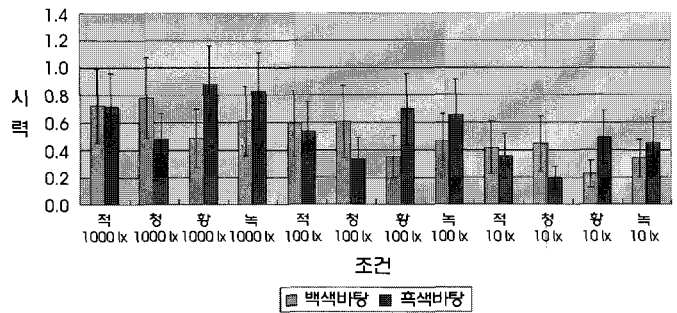


그림 8. 배색변화에 따른 생활시력
 Fig. 8. Daily activity visual acuity for different color schemes

그림 11은 암순응 측정결과를 나타낸 것으로, control상태는 암순응을 자극을 제시하지 않은 상태에서 실내조도 10lux에서의 측정결과를 나타낸다. 측정결과, 암순응 부여의 유무에 따른 차이는 그리 크지는 않았으나 연령차를 나타내는 결과를 보여 주었다.

밝은 곳에서 어두운 곳으로, 혹은 그 반대로 이동할 때 동공경이 변화하여 눈으로 들어오는 입사 광량을 조절한다. 노약자의 경우 눈 근육의 근력과 홍채의 탄성이 저하하여 동공의 크기의 변화 범위가 감소한다. 기호 문자 도형의 식별에는 콘트라스트가 중요하다. 콘트라스트의 최대값이 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 안구 내의 유리체액이 불투명하게 되어 입사광을 산란시켜 콘트라스트를 저하시키기 때문으로 생각 된다.

표 4. 암순응시표의 색상 값

Table 4. Color values in dark adaption eye chart

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

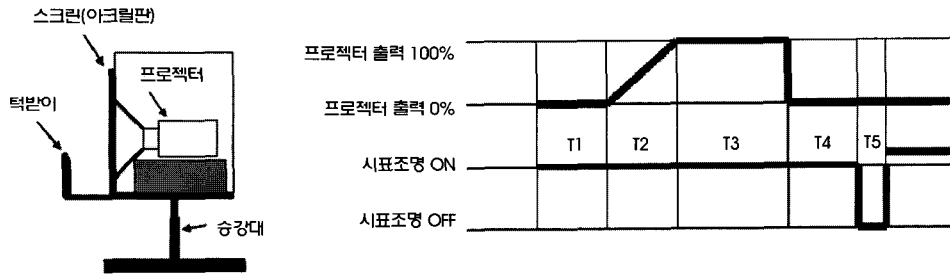


그림 10. 암순응 제시장치와 제어 시퀀스
 Fig. 10. Device for presentation of dark adaptation and presentation control sequences

D. 눈부심 측정

일상생활에서 태양광이나 다른 불빛으로 인해 눈이 부신 상황 또는 야간에 도로를 보행할 때 전방의 자동차의 강한 헤드라이트 불빛에 의해서, 갑작스럽게 주위가 보이지 않게 되는 상황을 재현하여, 어느 정도 농도의 글자까지 읽을 수 있는지에 대한 측정을 실시하였다.

피험자의 상방 4°, 8°에 각막면조도가 60lux가 되는 스포트라이트를 설치하여 눈이 부신 상황을 연출하고, 이 상태에서 그림 9의 시표를 제시한 후 시표면의 조도를 10lux로 조절하여 3m의 거리에서 읽을 수 있는 가장 낮은 콘트라스트의 글자를 측정하였다. 이때 피험자가 광원을 직접 주시하지 않도록 주의한다.

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 짙어야 (콘트라스트가 높아야) 읽을 수 있었으며, 연령에 따른 차이도 나타나 연령이 높을수록 콘트라스트가 높아야 읽을 수 있는 것으로 나타났다. 이것은 나이가 들면서 눈 근육의 근력과 홍채의 탄성이 저하하여 동공의 크기의 변화 범위가 감소한다는 것을 뒷받침하는 결과이다.

E. 색변별 능력 측정

색변별 능력 측정은 Flash 프로그램으로 구축한 색채시 프로그램을 이용하여 색을 구분하는 능력을 측정하였다. 먼저 색채시 Flash는 적, 황, 녹, 청 기준색(4종)에 색상, 명도, 채도의 색차를 준 비교색(77종)(표 5)을 이용하여 [기준색-기준색]의 40종, [비교색-비교색]의 77종, [기준색-비교색]의 77종, [비교색-기준색]의 77종으로 조합하여 271종의 색채시 화면을 구성하였다. 2초간 색채시를 한 후에 두 색의 동일성을 판단하여 선택할 수 있게 만들었다.

그림 13은 컴퓨터상에 Flash로 구현한 색변별 자극 제시 시스템을 나타낸 것으로, 표 5에 나타내는바와 같이 총 271종의 색 조합에 따라 색을 제시하고 그 결과를 판단하도록 구축한 시스템이다.

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 색각검사에서 이상이 나타난 사람은 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 14는 x축을 색차, y축을 백분율

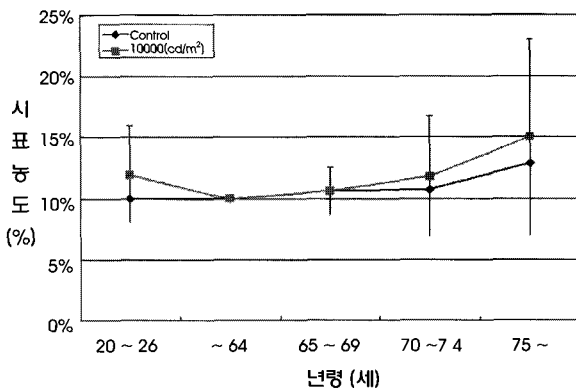


그림 11. 암순응 측정시스템 결과
 Fig. 11. System for presentation of visual stimulations to measure color distinction capability

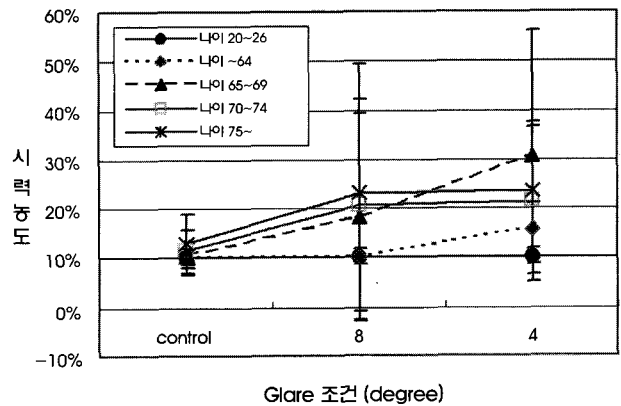


그림 12. 눈부심 측정시스템 결과그래프
 Fig. 12. Result of light glare measurement

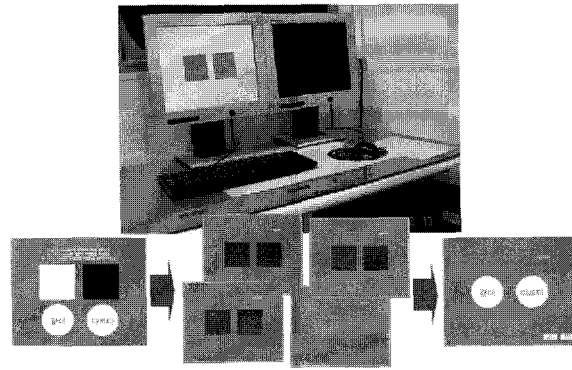


그림 13. 색변별 능력 측정을 위한 시각자극 제시 시스템
 Fig. 13. System for presentation of visual stimulations to measure color distinction capability

로 설정하였는데, 특히 표 5에서의 색차를 x축의 최대값으로 설정하지 않고 색차를 45로 동일하게 설정 하였다.

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

표 6은 각 연령대에 따라, 색을 식별하는데 있어서의 차이를 나타낸 것으로, 연령에 따라 변별력에 차이가 크다는 것은 색을 변별함에 있어서 젊은 층과 고령자층에 차이가 있다는 것을 의미한다.

따라서 고령자를 배려하는 배색의 배치로 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.

표 5. 색제시 Flash의 기준색과 비교색

Table 5. Basis color and comparison color in color presentation flash

기준색	비교기준	색 차						
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	

표 6. 연령에 따른 색 변별 능력

Table 6. Color differentiation capabilities according to ages

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

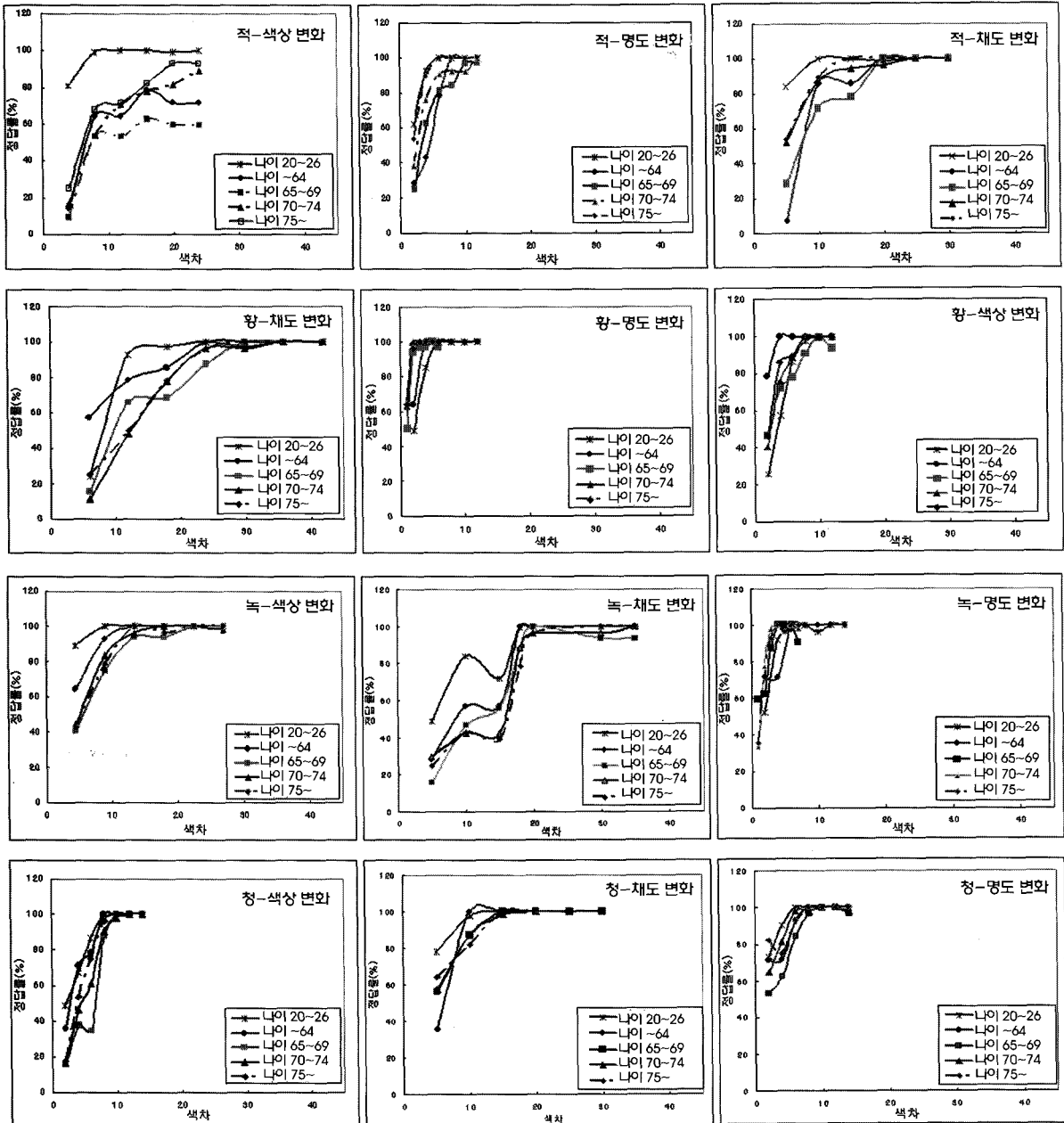


그림 14. 색상, 명도, 채도의 색차 그래프
 Fig. 14. Success rate for color differences with various tone, brightness, and chroma

V. 결론

고령자에 대한 시각기능의 측정을 통하여 고령자의 다양한 연령 대에 따른 데이터를 수집하였으며, 그 결과 대부분의 시각기능이 젊은 층에 비하여 약화되어 있다는 것을 알 수 있었으며, 고령자의 시각특성을 파악할 수 있었다. 본 연구에서 취득한 데이터는 향후, 고령자를 배려한 Universal Design의 개념을 도입하는 경우에 있어서 매우 유용한 데이터로 활용할 수 있다. 즉, 고령친화산업에 종사하고 있는 연구자 및 설계자에게 기준을 제공하여 앞으로 다가

올 고령사회에 고령자들이 생활하면서 불편하지 않고 원활하게 생활할 수 있는 환경의 구축을 위한 기초데이터로 사용할 수 있다.

참고문헌

[1] Crawford JO, Wanibe E, Nayak L, "The interaction between lid diameter, height and shape on wrist torque exertion in younger and older adults," *Ergonomics.*, vol. 45, no. 13, pp.922-933, 2002.
 [2] Steenbekkers LP, "Visual capacities of the elderly, relevant to

- man-product interaction, assessed in the Delft Gerontechnology Project," *Stud Health Technol Inform.* vol.48, pp.129-133, 1998.
- [3] M. Higuchi, A. Okada, S. Hisamoto, "Physical characteristics database in healthy Japanese," *The 9th Korea-Japan Joint Symposium on Ergonomics*, vol. 42, 2006.
- [4] Scheffrin BE, Tregear SJ, Harvey LO Jr, Werner JS, "Senescent changes in scotopic contrast sensitivity," *Vision Res.*, vol. 39, no. 22, pp.3728-3736, 1999.
- [5] Shinomori K, Scheffrin BE, Werner JS, "Age-related changes in wavelength discrimination," *J. Opt. Soc. Am. A Opt. Image. Sci. Vis.*, vol. 18, no. 2, pp.310-318, 2001.
- [6] Ishigaki H, Miyao M, "A new dynamic visual acuity device -aging and sex difference in dynamic visual acuity-", *Sangyo Igaku.*, vol. 36, no. 3, pp.181-182, 1994.
- [7] Huitema RB, Brouwer WH, Mulder T, Dekker R, Hof AL, Postema K, "Effect of ageing on the ability to adapt to a visual distortion during walking," *Gait Posture.*, vol. 21, no. 4, pp. 440-446, 2005.
- [8] Kandatsu A, Okabe T, Kitahara K, "Theoretical patterns of the panel D-15 test in congenital dichromatic color vision defects," *Nippon Ganka Gakkai Zasshi.*, vol. 93, no. 12, pp.1154-1159, 1989.