

# Changes in Pupil Size According to Age, Gender, and Refractive Power during Daytime and Nighttime

Hee-Jeong Jang<sup>1,a</sup>, Yoon-Chul Cho<sup>2,b</sup>, and Joong-Gu Kang<sup>3,c,\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Optometry, Eulji University, Lecturer, Seongnam 13135, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Optometry, Yeosu University, Professor, Yeosu 12653, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Optometry & Vision Science, Dongnam Health University, Lecturer, Suwon 16328, Korea

(Received January 17, 2024; Revised March 9, 2024; Accepted March 15, 2024)

**Purpose:** This study aimed to compare and analyze the pupil size during daytime and nighttime by age (before and after the age of 45 years) and to assess the changes in pupil size according to gender and refractive power to identify the optical contributing factors to night vision with age. **Methods:** From January 2022 to May 2023, participants who visited the outpatient clinic of H Optometry Clinic in Incheon, Gyeonggi Province, were surveyed by age (from their teenage years to their 80s). A total of 124 eyes (men: 66 eyes and women: 58 eyes) were included in the study. Pupil size was measured during daytime and nighttime using OPD-Scan III (NIDEK Inc., Tokyo, Japan). **Results:** The pupil size of patients aged  $\leq 45$  years and those aged  $\geq 45$  years was compared during daytime and nighttime. The pupil size was smaller in patients aged  $\leq 45$  year (Ave=4.23 $\pm$ 0.93 mm) and those aged  $\geq 45$  years (Ave=3.99 $\pm$ 0.76 mm) during daytime, with no significant difference. However, at nighttime, a significant difference ( $t=3.216$ ,  $p<.002$ ) was noted according to age, with the group aged  $\geq 45$  years (mean=5.43 $\pm$ 0.89 mm) having a smaller pupil size compared with the group aged  $\leq 45$  years (mean=5.96 $\pm$ 0.93 mm). The changes in pupil size were analyzed according to gender. At daytime, the average pupil sizes were 3.97 $\pm$ .86 mm for men and 4.26 $\pm$ .83 mm for women. At nighttime, the average pupil sizes were 5.60 $\pm$ 1.02 mm for men and 5.78 $\pm$ .84 mm for women. No difference was found in the pupil size of both men and women during daytime and nighttime. Although no difference was observed in pupil size according to refractive power during daytime and nighttime, a trend toward a smaller pupil size was observed in individuals with hyperopia and myopia greater than  $-3.00$  D compared with those with myopia less than  $-3.00$  D. **Conclusions:** Although no difference was observed in pupil size according to age during daytime, a significant reduction was noted in pupil size at nighttime after the age of 45 years compared with that before the age of 45 years.

**Key words :** Age, Pupil size, Night time, Gender, Refractive power

## 서 론

눈의 동공(pupil)은 임상적으로 시야와 시력의 질에 있어서 매우 중요한 매개체로 작용한다.<sup>[1-3]</sup> 동공으로 입사하는 빛의 양이 증가하면 빛의 산란과 망막 조도의 양을 줄이기 위해 동공이 수축되어 시력이 증가하고 빛의 양이 감소하는 어둠 속에서는 더 많은 빛이 들어오도록 동공이 확장되게 된다.<sup>[3]</sup> 또한 가까운 곳을 주시하거나 명소에서 동공이 수축되어 축동되며 멀리 있는 곳을 주시하거나 암소시에서는 동공이 확장되어 산동 된다.<sup>[4]</sup>

캠벨과 그레고리의 실험에서는 눈에 대한 망막의 이미지가 대부분 동공직경 2.4 mm에서 안정적으로 형성이 되

는 것으로 보고되었다.<sup>[5]</sup> 동공의 크기는 일반적으로 직접적인 조명에 의한 직접 반응으로 어둠 속에서 동공 크기는 약 4~8 mm이다.<sup>[6]</sup> 이와 같은 크기 조절은 눈의 동공이 반사적으로 직경을 조정함으로써 수차와 회절 사이의 최적의 균형점을 찾는 것으로 추정된다.<sup>[5,7]</sup>

동공 크기는 눈의 광학적 시력의 질에 중요한 요소이며 동공 크기가 증가하면 수차가 발생하여 상의 이미지 질이 저하되고 반대로 동공 크기가 작아질수록 회절현상이 발생하지만 초점심도가 증가하여 상이 질이 향상된다.<sup>[8,9]</sup> 동공 크기의 가장 큰 영향을 미치는 요인으로는 망막에 도달하는 빛의 진폭과 근거리 시력을 위한 조절 기능, 나이, 주의력 수준, 교감신경 및 부교감신경 경로의 변화 등이 있다.<sup>[10,11]</sup>

\*Corresponding author: Joong-Gu Kang, TEL: +82-31-249-6519, E-mail: freebooter21@hanmail.net

Authors ORCID: <sup>a</sup>https://orcid.org/0009-0007-1674-1582, <sup>b</sup>https://orcid.org/0009-0001-3235-292X, <sup>c</sup>https://orcid.org/0009-0005-4689-8367

동공 크기는 야간 빛 번짐, 눈부심, 단안 이중 상 등은 실제 시력의 질을 떨어뜨리는 부작용으로 알려져 있으며 백내장이나 굴절교정 수술, 콘택트렌즈 처방 및 야간 근시의 진단 및 처방 시 중요하게 고려해야 할 항목 중의 하나이다.<sup>[12-14]</sup> 동공이 어두운 곳에서 확장되지 않거나 빛 또는 조절 기능으로 수축되지 않으면 비정상적이다 라고 본다.<sup>[6]</sup>

Epstein은 어두운 조명에서 눈의 굴절상태가 근시 상태로 변하는 것을 야간 근시(night myopia)라 하며 암소시 상태에서 근시화가 발생한다고 하였다.<sup>[15]</sup> Hsieh등은 162안을 대상으로 동공 크기를 측정된 연구에서 나이가 증가하면서 동공의 크기가 감소한다고 보고하였고, Nakamura등은 140안을 대상으로 동공의 수평, 수직 길이를 측정된 결과에서 연령이 증가함에 따라 60대까지에서는 동공 크기가 유의하게 감소하였다는 보고를 하였다.<sup>[16,17]</sup>

따라서 시력의 질에 있어서 중요한 작용을 하는 동공 크기는 모든 연령층과 노안 교정 및 굴절이상 유형에 중요하게 적용되며 노화로 시력의 변화를 느끼는 사람이 늘어나고 나이와 시력과 관련된 원인들에 대한 연구가 다양하게 보고되고 있다.<sup>[11,15,18]</sup>

이와 같이 선행 연구에서 연령과 동공 크기 변화와 관련한 연구가 있었으나 주간과 야간의 구별이 명확하지 않았기에 본 연구에서는 주간과 야간의 동공 변화를 45세 이전과 45세 이후 비교 분석하고 성별 및 굴절력에 따른 동공 변화도 관찰해 보고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

2022년 1월부터 2023년 5월까지 인천 소재의 H 안경원을 내원한 대상자를 연령별로 10대부터 80대까지 총 124안(남성 66안, 여성 58안)을 조사하였다. 실험의 제외 대상자로는 동공부동 이나 홍채 이상의 질환 및 선천적 안 질환이나 안 염증으로 인해 동공 크기에 비정상적인 변화를 야기하는 질환이 있는 자와 기타 질환으로 본 실험에 영향을 미치는 약물 복용자는 제외하였다.

### 2. 연구 방법

#### 1) 검사방법

대상자들은 총 1회 방문으로 하였고 동공 크기 측정은 조명 조건에 적용하기 위해 검사 전 10-15분 일반적인 실내조명이 있는 방에 머무르게 하였다. 굴절력 검사는 자동 포토퍼(Digital refractor HDR-7000, Huvitz Inc, Gyeonggi-do, Korea)를 이용하였고 동공 크기 검사는 주간 명소시(Day 300 Lux)와 야간 암소시(Night 50 Lux)의 동공 촬영을 시행하기 위해 OPD Scan III pupillometer(Nidek Inc,

Tokyo, Japan) 동공측정기를 이용하여 측정하였다. 동공측정기는 암막 커튼으로 가려진 실내의 반암실 상태에서 대상자에게 기기 내부 원거리의 중심 목표물을 주시하게 하였다. 동공측정기에서의 촬영은 눈을 몇 번 깜박이게 한 후 검사실 내 빛의 영향을 피하기 위해 대상자로 하여금 동공 측정기에서 머리를 떼지 않도록 지시하고 동공측정기의 자동화된 명소시 주간(day)과 암소시 야간(night) 조건에 따라 변화가 가능하도록 하여 주간과 야간의 동공 크기 측정 직후 야간의 동공 크기를 측정 하였다. 이때 대상자의 눈 깜박임으로 인해 부적합한 이미지는 수동으로 제외되었다. 본 실험에서의 동공 검사순서는 먼저, 우안의 동공을 측정하고 좌안의 동공 크기를 각각 촬영하였으며 세 번 측정 이후 평균값을 계산하여 분석하였다. 본 실험에 촬영되는 동공 크기는 실제 동공 크기와 1:1의 비율이며 동공 직경의 측정은 밀리미터 단위의 선형 값으로 수행하였다.

### 2)통계분석

통계분석은 SPSS 26 프로그램(SPSS, Inc, Chicago, IL, USA)를 이용하였다. 대상자의 연령은 45세 전후로 두 그룹으로 나누어 독립표본 t-test를 실시하였고 성별에 따른 동공 크기의 비교도 분석하였다. 굴절력은 원시, -3.00 D 미만 그리고 -3.00 D 이상의 세 그룹으로 나누어 One-way ANOVA 분석을 실시하여 주요 변수를 검증하였으며 사후 검정은 Bonferroni Post Hoc Tests를 실시하였다. 유의확률(p-value) 0.05 미만일 때 통계적으로 의미 있는 결과로 판단하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 결과

#### 1) 대상자 주요변수에 대한 기술통계

대상자의 주요 변수에 대한 기술통계를 실시한 결과가 Table 1에 제시되어 있다. 연구대상자 124명의 주요 평균을 살펴보면 연령은 40.79±17.07세 이며 주간과 야간의 동공크기는 평균 4.11 mm±0.85 mm, 야간의 동공 크기는 평균 5.68 mm±0.94 mm이었다. 성별은 남성이 66명(53.22%), 여성이 58명(46.77%) 이었으며 굴절력은 평균 -2.55±2.48 D이었으며 근시 굴절력은 평균 -3.24 D±2.16 D 그리고 원시 굴절력 평균은 0.66±0.78 D이었다.

#### 2) 주간과 야간에서 연령에 따른 동공크기의 변화

주간과 야간에서 연령에 따른 동공 크기가 유의한 차이를 보이는지 검증하고자 독립표본 t-검정을 실시하였다. 그 결과 주간에서는 45세 이전(Ave=4.23±0.93 mm) 그룹

Table 1. Means and standard deviations of weight for diameters

	N (%)	Minimum	Maximum	Mean±SD
Age	124 (100)	11	69	40.79±17.07
Pupil., Day (mm)	124 (100)	2.42	6.41	4.11±0.85
Pupil., Night (mm)	124 (100)	2.67	7.83	5.68±0.94
Male, Day (mm)	66 (53.2)	2.42	6.02	3.97±0.85
Male, Night (mm)	66 (53.2)	2.67	7.35	5.59±1.02
Female, Day (mm)	58 (46.8)	2.56	6.41	4.26±0.82
Female, Night (mm)	58 (46.8)	3.85	7.83	5.78±0.83
Diopter (D)	124 (100)	-8.31	2.31	-2.55±2.48
Myopia (D)	102 (82.2)	-8.31	-0.19	-3.24±2.16
Hyperopia (D)	22 (17.8)	0.00	2.31	0.66±0.78

Table 2. Comparison of pupil size according to age, gender, and diopter

Dependent variable		Pupil.	N (%)	Mean±SD	t	p		
Age	Under 45	Day	60 (48.3)	4.23±0.93	1.610	.110		
	Over 45		64 (51.7)	3.99±0.76				
	Under 45	Night	60 (48.3)	5.96±0.93			3.216*	.002
	Over 45		64 (51.7)	5.43±0.89				
Gender	Male	Day	66 (53.2)	3.97±0.85	-1.884	.062		
	Female		58 (46.8)	4.26±0.82				
	Male	Night	66 (53.2)	5.59±1.02			-1.097	.275
	Female		58 (46.8)	5.78±0.83				
Diopter	Hyperopia	Day	22 (17.7)	4.09±0.71	2.620 (F)	.077		
	Myopia (<-3D)		55 (44.3)	4.28±0.89				
	Myopia (>-3D)		47 (38)	3.90±0.83				
	Hyperopia	Night	22 (17.7)	5.55±0.76			0.496 (F)	.610
	Myopia (<-3D)		55 (44.3)	5.77±1.03				
	Myopia (>-3D)		47 (38)	5.63±0.91				

\*:  $p$ -value <.05

과 45세 이후(Ave=3.99±0.76 mm) 그룹의 동공 크기에 차이를 보이지 않았다. 그러나 야간에서는 연령에 따른 동공 크기에 유의한 차이( $t=3.216$ ,  $p<.002$ )를 보였으며, 45세 이전(Ave=5.96±0.93 mm) 그룹 보다 45세 이후(Ave=5.43±0.89 mm) 그룹에서 동공 크기가 통계적으로 유의하게 더 작아진 것으로 나타났다(Table 2, Fig. 1, Fig. 2).

### 3) 주간과 야간에서 성별에 따른 동공 크기의 변화

주간과 야간에서 성별(남성 66명, 여성 58명)에 따른 동공 크기의 변화를 분석한 결과 주간과 야간 모두에서 차이를 보이지 않았다. 주간에 남성의 평균 동공 크기는 3.97±0.86 mm였으며 여성의 평균 동공 크기는 4.26±0.83 mm로 차이가 나타나지 않았고, 야간에 남성의 평균 동공 크기는 5.60±1.02 mm였으며 여성의 평균 동공 크기는 5.78±0.84 mm로 주간과 마찬가지로 야간에서도 동공 크기

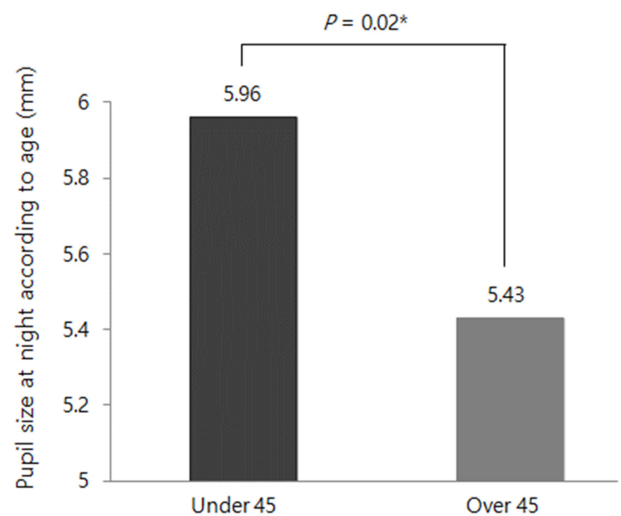


Fig. 1. Changes in pupil size before and after the age of 45 years at nighttime.

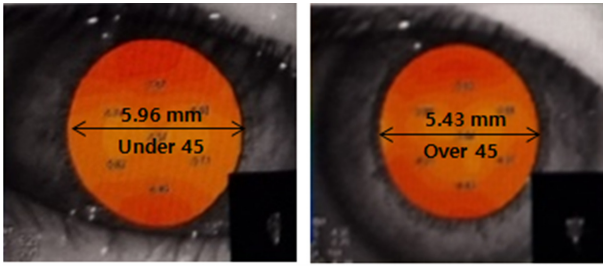


Fig. 2 Changes in pupil size at the age of 45 years measured using the OPD-Scan III pupillometer (NIDEK Inc, Tokyo, Japan) at nighttime.

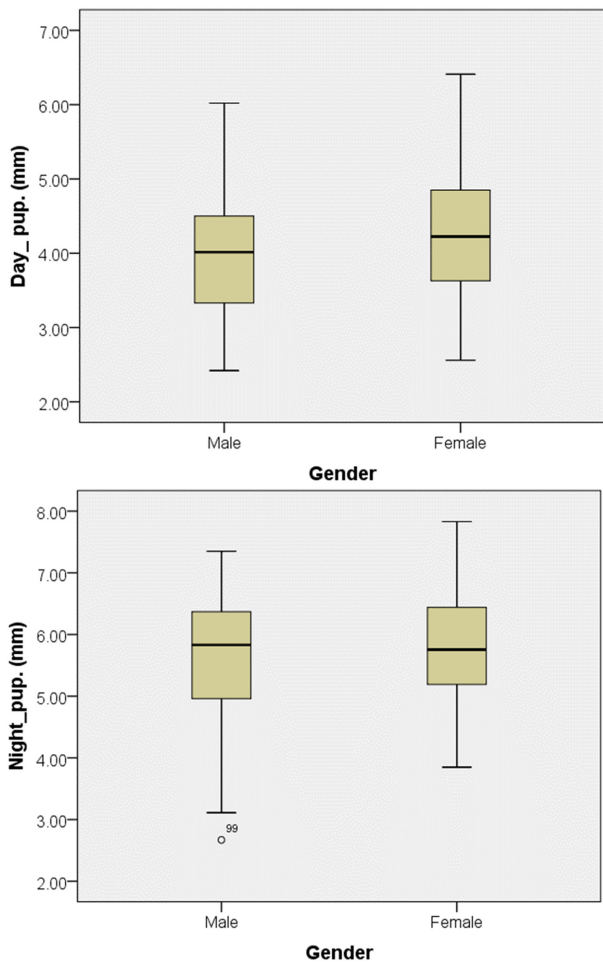


Fig. 3. Changes in pupil size depending on gender under day and night conditions.

는 차이를 나타내지 않았다(Table 2, Fig. 3).

4) 주간과 야간에서 굴절력에 따른 동공 크기의 변화

주간과 야간에서 굴절력에 따른 동공 크기를 분석한 결과 주간과 야간에서 모두 차이를 보이지 않았다. 주간에 평균 동공 크기는 원시의 경우 4.09±0.71 mm, -3.00 D 미만 근시의 경우 4.28±0.89 mm 그리고 -3.00 D 이상 근시의 경우 3.09±0.83mm이었으며, 야간에 평균 동공 크기는 원

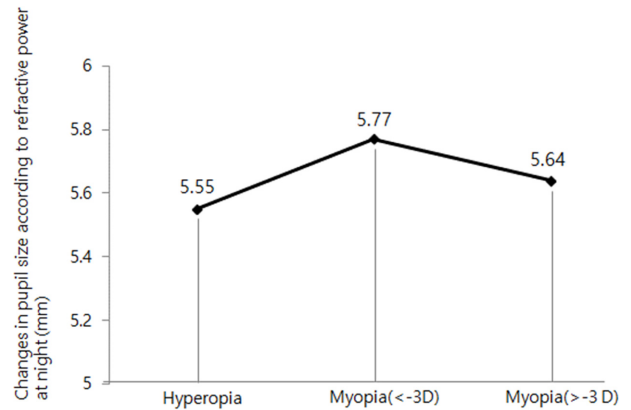


Fig. 4. Changes in pupil size according to refractive power (hyperopia, myopia less than -3 D, and myopia more than -3 D) at nighttime

시의 경우 5.55±0.76 mm, -3.00 D 미만 근시의 경우 5.77±1.03 mm 그리고 -3.00 D 이상 근시의 경우 5.65±0.91 mm 이었다. 그러나 -3.00 D 미만 근시보다 원시와 -3.00 D 이상의 근시에서 동공 크기가 작아지는 경향성이 관찰되었다 (Table 2, Fig. 4).

2. 고찰

동공 크기는 눈의 광학적 전달 기능에 큰 영향을 미치며 또한 동공 크기는 피사계 심도나 망막 조도에 직접적인 영향을 준다고 볼 수 있다.<sup>[16]</sup> 그러므로 동공 크기를 정확하게 파악하는 것은 중요하다. 시력의 질을 떨어뜨리는 여러 요인의 원인 중 하나로 동공 크기가 고려될 수 있으며 이와 관련하여 연령 또한 관련 요소가 될 수 있다.<sup>[5,16]</sup>

Michel 등<sup>[19]</sup>이 적외선 비디오카메라를 사용하여 18세에서 78세 사이의 304명의 피검자(남성 127명, 여성 177명)를 대상으로 250 cd/m<sup>2</sup>(주간), 50 cd/m<sup>2</sup>(실내 조명) 및 2.5 cd/m<sup>2</sup>(야간 운전)의 세 가지 휘도 수준에서 분석한 연구에서 동공 크기는 나이가 들수록 감소하며, 그 효과는 낮은 휘도(2.5cd/m<sup>2</sup>)에서 가장 두드러졌으며 전반적으로 그 차이는 노안에서 유의미한 것으로 나타났다(p=0.017).<sup>[19]</sup> 또한 Winn 등<sup>[3]</sup>의 연구에서는 17세에서 83세 사이의 91명의 피험자로 구성된 그룹을 대상으로 여러 가지 휘도 조건(10, 100, 200, 400, 1000, 2000 Lux, and 4100 cd/m<sup>2</sup>)에서 동공 크기를 측정된 결과 각 휘도 수준에 대해 동공 크기는 연령에 따라 선형적으로 감소하는 것으로 나타났다.

본 연구에서 연령에 따른 주간(Day 300 Lux)과 야간(Night 50 Lux)에서 동공 크기를 분석한 결과, 주간에서는 45세 이전 그룹과 45세 이후 그룹 모두 동공 크기가 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았지만, 야간에서는 45세 이후(Ave=5.43±0.89 mm) 그룹에서 45세 이전(Ave=5.96±0.93 mm) 그룹보다 동공 크기가 평균 0.53 mm가 통계적

으로 유의하게 작아지는 것을 확인할 수 있었다. 이와 같은 결과는 선행 연구에서 휘도가 낮아질 때 연령이 증가할수록 동공 크기가 작아진다는 보고와 일치하며, 야간에서 45세 이전과 45세 이후에 따른 동공 크기의 비교를 보다 세심하게 확인한 것에 의의를 찾을 수 있다.

Winn 등<sup>[3]</sup>과 Cakmak 등<sup>[20]</sup>의 연구에서는 동공 크기와 관련된 다른 요인으로 성별, 홍채, 색상 및 굴절 이상 있었고, 남성과 여성 사이의 동공 크기에는 차이가 없거나 홍채 색상과의 상관 관계는 없다고 보고하였다. 본 연구에서도 주간과 야간에서 성별에 따른 차이를 검증한 결과, 45세 이전과 45세 이후 그룹의 남성과 여성 모두 주간과 야간에서 성별에 따른 동공 크기의 차이는 발생하지 않은 것을 확인하였다.

한편, Cakmak et al.<sup>[20]</sup> Linkeet<sup>[21]</sup> 등은 연령이 증가함에 따라 동공이 작아졌다는 결과와 함께 굴절 이상에서는 근시보다 원시에서 동공이 작아짐에 따라 동공 크기에 유의미한 차이가 있다고 보고하였다. Tolga 등<sup>[22]</sup> Sirius Topographer의 자동화된 동공 측정기를 사용하여 총 75명의 지원자(여성 49명, 남성 26명)의 노안인을 대상으로 다양한 조도 조건(0.04, 4, 40 Lux)에서 동공 크기에 미치는 영향을 조사한 연구에서 노안이 확립된 피험자의 경우 모든 조도에서 근시의 동공 직경이 원시 동공에 비해 더 컸다는 보고를 하였고, 원시에서는 나이가 들수록 세 가지 조건 모두에서 동공 직경이 감소했다는 결과를 얻었다.

Kathryn et al.<sup>[23]</sup>의 연구에서 동공 크기 변화는 낮은 휘도(2.5 cd/m<sup>2</sup>)에서 나이( $p < 0.001$ )와 굴절 이상( $p = 0.019$ )을 중요한 요소로 식별하였는데 나이와 굴절 상태가 모두 동공 크기에 영향을 미치며, 젊은 피험자와 근시일수록 동공이 더 크다는 것을 보여주었다. 본 연구의 굴절력에 따른 동공 크기 비교 분석결과는 주간과 야간에서 모두 통계적으로는 유의하게 차이가 나타나지 않았지만, 야간에서 -3.00 D 미만일 때 동공 크기가 커지는 현상이 있었고 원시와 그리고 근시의 경우에는 -3.00 D 이상에서 동공이 작아지는 현상을 볼 수 있었다. 이와 같은 현상은 더 많은 대상자의 확보로 후속 연구에서 의미 파악을 고려해 볼 필요가 있다.

동공 크기에 영향을 미치는 주요 요인인 휘도의 효과는 잘 알려져 있지만 노화 및 다른 기여 요인에 관한 정보는 많이 알려져 있지 않다.<sup>[3]</sup> 또한, Koch et al.<sup>[24]</sup>은 동공 크기를 측정하기 위해 몇 가지 일상 생활을 상황으로 설정하여 밤에 운전하기, 어두운 조명에서 독서하기, 밝은 조명에서 독서하기, 간접 태양광에서 먼 곳 바라보기, 직사광에서 먼 곳 바라보기를 설정하고 동공 크기를 측정하였으나 일상생활을 구분한 기준이 모호하고 직접적인 조도를 알아볼 수 없는 한계점이 있었다. 문헌상 우리가 생활하는

실내 공간의 적정 조도는 약 300 lux이며, 작업이나 독서에 필요한 조도는 500 lux이며 어둡지만 사물의 식별이 가능한 조도는 1~60 Lux라고 보고되고 있다.<sup>[25,26]</sup> 본 연구에서는 주간과 야간을 명확한 구분을 지어 동공 크기를 파악해 보고자 했으며 특히 노안의 일상생활과 노안 교정을 포함한 광학 영역에서 동공 크기의 정보를 결정하는데 부분적으로 중요한 역할을 할 수 있다고 생각된다.

일상에서는 야간에 운전이나 저녁 시간대에 다양한 여러 활동을 하기 때문에 주간과 같은 밝은 조도(300~500 Lux)에서 보다는 야간(1~60 Lux)의 어두운 조도에서의 동공의 변화를 정확히 파악하였다. 일반적으로 야간 운전 시 직면하는 낮은 조도와 변동하는 조도에 대한 적응을 포함한 야간 환경의 복잡하고 진화하는 특성에 대하여 연령 증가 및 굴절 상태에 관련된 요소를 고려해 보아야 할 것이며 위와 같은 특성을 이해하는데 기본 자료로 기여할 것으로 사료된다.

## 결론

본 연구에서는 연령에 따른 주간과 야간의 동공 크기의 변화를 비교 분석하였다. 주간과 야간의 동공 크기를 비교한 결과 주간에 동공 크기는 45세 이전과 이후를 비교 분석하였을 때 나이에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 야간의 동공 크기는 나이에 따른 유의한 차이를 나타내었으며 45세 이전 보다 45세 이후에서 동공 크기가 더 작아진 것을 통계적으로 확인할 수 있었다. 성별에 따른 차이를 검증한 결과에서는 남성과 여성 모두 주간과 야간에서 동공 크기에 차이는 발생하지 않았다. 굴절력에 따른 동공 크기 변화를 분석한 결과에서는 주간과 야간에서 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나 -3.00 D 미만 근시까지는 동공 크기가 커지는 경향성을 보였고 원시와 -3.00 D 이상 근시에서 동공 크기가 작아지는 경향성을 보였다. 따라서 주간에서는 45세 이전과 이후에 동공 크기에 차이가 없었지만, 야간에서는 45세 이상에서 동공 크기가 통계적으로 유의하게 작아진 것을 확인할 수 있었다.

## Reference

- [1] Sulutvedt U, Zavagno D, Lubell J, et al. Brightness perception changes related to pupil size. *Vis Res.* 2021; 178:41-47. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.visres.2020.09.004>
- [2] Telek HH, Erdol H, Turk A. The effects of age on pupil diameter at different light amplitudes. *Beyoglu Eye J.* 2018; 3(2):80-85. DOI: <https://doi.org/10.14744/bej.2018.43534>
- [3] Winn B, Whitaker D, Elliott DB, et al. Factors affecting

- light-adapted pupil size in normal human subjects. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1994;35(3):1132-1137.
- [4] Mathur A, Gehrman J, Atchison DA. Influences of luminance and accommodation stimuli on pupil size and pupil center location. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2014;55(4):2166-2172. DOI: <https://doi.org/10.1167/iovs.13-13492>
- [5] Campbell FW, Gregory AH. Effect of size of pupil on visual acuity. *Nature.* 1960;187:1121-1123. DOI: <https://doi.org/10.1038/1871121c0>
- [6] Kerr FWL, Hollowell OW. Location of pupillomotor and accommodation fibres in the oculomotor nerve: experimental observations on paralytic mydriasis. *J Neurol Neurosurg Psychiat.* 1964;27:473-481. DOI: <https://doi.org/10.1136/jnnp.27.5.473>
- [7] Miller D. Light damage to the eye. In: Yanoff M, Duker JS, editors. *Ophthalmology.* 2nd ed. St Louis: Mosby. 2004;4-5.
- [8] Whang AJ, Chen YY, Tseng WC, et al. Pupil size prediction techniques based on convolution neural network. *Sensors(Basel).* 2021;21(15):4965. DOI: <https://doi.org/10.3390/s21154965>
- [9] Zele AJ, Gamlin PD. Editorial: the pupil: behavior, anatomy, physiology and clinical biomarkers. *Front Neurol.* 2020;11:211. DOI: <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.00211>
- [10] Glaser JS, Duane TD, Jaeger EA, The pupils and accommodations. *Clinical Ophthalmology.* Philadelphia: Harper & 1984;1-5.
- [11] Telek HH, Erdol H, Turk A, The Effects of Age on Pupil Diameter at Different Light Amplitudes. *Beyoglu Eye J.* 2018; 3(2): 80-85. DOI:10.14744/bej.2018.43534
- [12] Martinez CE, Applegate RA, Klyce SD, et al. Effect of pupillary dilation on corneal optical aberrations after photorefractive keratectomy. *Arch Ophthalmol.* 1998;116(8):1053-1062. DOI: <https://doi.org/10.1001/archoph.116.8.1053>
- [13] Jeong WJ, Jeon IC, Kang JH. Scotopic pupil size in myopes. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2013;18(2):197-202. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2013.18.2.197>
- [14] Endl MJ, Martinez CE, Klyce SD, et al. Effect of larger ablation zone and transition zone on corneal optical aberrations after photorefractive keratectomy. *Arch Ophthalmol.* 2001;119(8):1159-1164. DOI: <https://doi.org/10.1001/archoph.119.8.1159>
- [15] Epstein D, Ingelstam E, Jansson K, et al. Low-luminance myopia as measured with a laser optometer. *Acta Ophthalmologica.* 1981;59(6):928-943. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1755-3768.1981.tb05770.x>
- [16] Hsieh YT, Hu FR. The correlation of pupil size measured by Colvard pupillometer and Orbscan II. *J Refract Surg.* 2007;23(8):789-795. DOI: <https://doi.org/10.3928/1081-597X-20071001-08>
- [17] Nakamura K, Bissen-Miyajima H, Oki S, et al. Pupil sizes in different Japanese age groups and the implications for intraocular lens choice. *J Cataract Refract Surg.* 2009; 35(1):134-138. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2008.10.020>
- [18] Ryu NY, Park KH, Kim SR, et al. The effect of myopic degree on the change of higher-order aberrations induced by aging. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2014;19(3):353-362. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2014.19.3.353>
- [19] Michel G, Kathryn D, Panagiotis T, et al. The effects of age, refractive status, and luminance on pupil size. *Optom Vis Sci.* 2016;93(9):1093-1100. DOI: <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000000893>
- [20] Cakmak HB, Cagil N, Simavli H, et al. Refractive error may influence mesopic pupil size. *Curr Eye Res.* 2010;35(2):130-136. DOI: <https://doi.org/10.3109/02713680903447892>
- [21] Linke SJ, Baviera J, Munzer J, et al. Mesopic pupil size in a refractive surgery population (13,959 eyes). *Optom Vis Sci.* 2012;89(8):1156-1164. DOI: <https://doi.org/10.1097/oxp.0b013e318263c165>
- [22] Yilmaz Y, Ozcelik F. The influence of brightness, age and refractive errors on pupil size. *Anatomy.* 2022;16(3):146-151. DOI: <https://doi.org/10.2399/ana.22.3207380>
- [23] Dumbleton K, Guillon M, Theodoratos P, et al. The effect of age and refractive error on pupil size. *Investig Ophthalmol Vis Sci.* 2015;56(7):585.
- [24] Koch DD, Samuelson SW, Haft EA, et al. Pupillary and responsiveness: implications for selection of a bifocal intraocular lens. *Ophthalmology.* 1991;98(7):1030-1035. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(91\)32181-X](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(91)32181-X)
- [25] Chee CK, Kang WG, Kim CS. The survey on the design standard for the illumination level. *J Korean Inst illum Electr Install Eng.* 1988;2(3):59-66.
- [26] Lee CH, Choi DG. Effect of illumination on stereoacuity. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2002;43(10):1963-1967.

## 주간과 야간에서 연령, 성별, 굴절력에 따른 동공 크기 변화

장희정<sup>1</sup>, 조윤철<sup>2</sup>, 강중구<sup>3,\*</sup><sup>1</sup>울지대학교 안경광학과, 강사, 성남 13135<sup>2</sup>여주대학교 안경광학과, 겸임교수, 여주 12653<sup>3</sup>동남보건대학교 안경광학과, 강사, 수원 16328

투고일(2024년 1월 17일), 수정일(2024년 3월 9일), 게재확정일(2024년 3월 15일)

**목적:** 주, 야간 동공 크기를 45세 이전과 45세 이후로 구분하여 동공 크기를 비교 분석하고 성별과 굴절력에 따른 동공 크기 변화 파악하여 연령 증가에 따른 야간 시력의 광학적 기여 요인을 알아보고자 하였다. **방법:** 2022년 1월부터~2023년 5월까지 경기 인천 소재의 H 안경원 외래를 내원한 대상자를 연령별로 10대부터 80대까지 총 124안(남성 66안, 여성 58안)을 조사하였다. OPD Scan III(Nidek Inc., Tokyo, Japan)을 이용하여 주간과 야간의 동공 크기를 측정하였다. **결과:** 주간과 야간에서 45세 전, 후 그룹의 동공 크기를 비교 분석한 결과, 주간에서는 45세 이전(Ave=4.23±0.93 mm) 그룹과 45세 이후(Ave=3.99±0.76 mm) 그룹에서 동공 크기가 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 야간에서는 45세 이전(Ave=5.96±0.93 mm) 그룹보다 45세 이후(Ave=5.43±0.89 mm) 그룹에서 연령에 따라 통계적으로 유의한 차이( $t=3.216$ ,  $p<.002$ )를 보여 동공 크기가 더 작아지는 것을 확인할 수 있었다. 성별에 따른 동공 크기의 변화를 분석한 결과, 주간에서 남성의 평균 동공 크기는 3.97±.86 mm, 여성의 평균 동공 크기는 4.26±.83 mm, 야간에서 남성의 평균 동공 크기는 5.60±1.02 mm, 여성의 평균 동공 크기는 5.78±.84 mm로 주간과 야간에서 남녀 모두 동공 크기 차이는 발생하지 않는 것으로 확인 되었다. 굴절력에 따른 동공 크기는 주, 야간에서 모두 차이가 나지 않았지만 -3.00 D 미만 근시보다 원시와 -3.00 D 이상의 근시에서 동공 크기가 작아지는 경향이 관찰 되었다. **결론:** 주간에서는 연령에 따른 동공 크기의 차이가 나타나지 않았으나 야간에서의 동공 크기는 45세 이전 보다 45세 이후에서 동공 크기가 유의하게 줄어드는 것을 확인할 수 있었다.

**주제어:** 연령, 동공크기, 야간, 성별, 굴절력