

안경착용 후 굴절이상의 장기변화

Long-term Changes in Refractive Error after Spectacle Use

이명연 · 박성희

Myeong Yeon Yi, MD, Song-hee Park, MD, PhD

순천향대학교 의과대학 서울병원 안과학교실

Department of Ophthalmology, Seoul Hospital, Soonchunhyang University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the long-term changes in spherical equivalent (SE) refractive error and astigmatism in patients after spectacle use.

Methods: A total of 103 patients with refractive error without strabismus and amblyopia who received at least 3 years of follow-up after using spectacles were included in this study. Patients were divided into groups according to the age at which spectacles were used (<4 years, ≥4 to <7 years, ≥7 years), the initial degree of SE refractive error (<-0.50 diopter [D], -0.50 to +0.75 D, >+0.75 D), and the initial degree of astigmatism (<1.00 D, 1.00 to 3.00 D, ≥3.00 D). Changes in the SE refractive error and astigmatism were compared between these groups using mixed linear models.

Results: Patients were followed up for a mean of 9.1 ± 1.6 years. An overall negative shift in SE refractive error and an increasing tendency in astigmatism during follow-up were noted regardless of the age at which spectacles were used ($p < 0.001$). The myopic group showed the largest negative shift in SE and the largest increase in astigmatism ($p < 0.001$, $p = 0.02$ respectively). The low and moderate astigmatism groups were more likely to have significant increases in astigmatism ($p < 0.001$).

Conclusions: Patients with refractive error showed a negative shift in SE and an increasing tendency in astigmatism regardless of the age at which spectacles were used. Changes in SE and astigmatism may be influenced by the initial degree of SE, and the initial degree of astigmatism may influence changes in astigmatism.

J Korean Ophthalmol Soc 2017;58(5):563-571

Keywords: Astigmatism, Refractive error, Spectacle use, Spherical equivalent

굴절이상은 소아 시력 저하의 가장 흔한 원인이다.¹ 소아

의 굴절 이상 변화에 대한 국내외 다양한 연구가 보고된 바 있다. 소아기에 발생한 근시는 계속 진행되는 경향을 보였다.^{2,3} 원시 소아는 초기 원시량이 높을수록 정시화가 빠르게 일어났으며,^{4,7} 굴절조절내사시 소아에서의 원시 정도는 초기에 증가하다가 어느 시점에 이르면 감소하였다.^{8,9}

소아의 굴절이상을 교정하기 위한 안경 처방과 굴절률 변화의 관계는 그 기전이 명확히 밝혀진 바 없다. 동물 실험을 통해 미성숙한 눈에서 렌즈 착용 시 굴절이상을 보상하는 방향으로 안구성장이 일어나 정상 정시화 과정에 영향을 미치는 것을 확인하였다.^{10,11} 사시를 동반하지 않은 원시 소아의 경우 안경을 착용했을 때 정시화가 덜 일어났고,¹² 굴절조절내사시 소아에서도 안경 교정을 어린 나이에 받은 경우 정시화가 지연되는 경향을 보였다.^{8,9,13} 하지만

■ Received: 2017. 1. 26. ■ Revised: 2017. 3. 10.

■ Accepted: 2017. 4. 21.

■ Address reprint requests to Song-hee Park, MD, PhD

Department of Ophthalmology, Soonchunhyang University Seoul Hospital, #59 Daesagwan-ro, Yongsan-gu, Seoul 04401, Korea
Tel: 82-2-709-9354, Fax: 82-2-710-3196
E-mail: scheye@schmc.ac.kr

* We would like to thank Bora Lee, of Biostatistic Consulting, Soonchunhyang University Medical Center, for her assistance with the statistical advice throughout the study and preparation of this manuscript.

* This work was supported by the Soonchunhyang University Research Fund.

© 2017 The Korean Ophthalmological Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

원시 안경 착용 시작 연령이 어린 경우 유의하게 원시 굴절률이 많이 감소했다는 보고도 있었다.¹⁴ 이런 여러 연구들의 결과를 바탕으로 굴절이상 환자에서 안경을 착용하는 것이 정시화를 방해하는가에 대한 논란은 있으나 공통적으로 안경 착용을 시작하는 나이가 굴절을 변화에 영향을 준다는 점을 시사한다.

굴절이상의 변화 양상과 안경 착용 여부는 의사와 환자 모두에게 주요 관심사이거나 사시나 약시를 동반하지 않은 국내 굴절이상 소아 환자를 대상으로 굴절교정과 굴절이상 변화의 관계를 분석한 연구는 없었다. 따라서 본 저자들은 굴절이상 환자에서 안경 착용 후에 굴절이상의 변화 양상을 장기간 추적 관찰하여 분석하였다.

대상과 방법

1996년 11월부터 2016년 11월까지 본 병원 안과를 방문한 굴절이상 환자들 중 초진 시 안경 착용을 시작하고 최소 3년 이상 최대 12년까지 정기적으로 추적 관찰이 가능했던 103명의 의무기록을 후향적으로 조사하였다. 각 환자의 우안의 굴절력만을 대상으로 하였고 굴절이상 외 사시나 약시 등을 포함한 다른 동반 안과적 질환이 있는 경우, 발달 지연, 신경학적 이상 및 다른 시각 경로의 질환이 있는 경우, 이전에 안과적 수술을 받았던 경우는 제외하였다. 자발적인 참여의사에 따라 대상자를 선정하였다. 연구는 의학연구윤리강령인 헬싱키선언을 준수하였으며, 본원 임상시험 윤리위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인을 받았다.

초진 시 연령, 시력, 사시 유무, 약시 유무, 전안부의 기질적 병변 유무, 안저검사를 포함한 일반적인 안과검사를 시행하였다. 조절마비굴절검사는 조절마비가 충분히 되도록

1% cyclopentolate를 5분 간격으로 3회 점안하고, 점안 30분 이후에 조절마비가 충분히 되었는지 확인 후 1명의 검사자가 시행하였다. 조절마비굴절검사 결과를 참고하여 굴절이상에 대해 교정 시력이 잘 나오면서 안정 피로를 느끼지 않는 범위 내에서 교정 안경을 착용시켰다. 초진 시와 이후 1년 간격으로 구면렌즈대응치(spherical equivalent, SE)와 난시의 변화를 관찰하였다.

안경 착용 시작 연령에 따른 굴절력 변화를 알아보기 위해 안경 착용 시작 연령을 기준으로 4세 미만, 4세 이상에서 7세 미만, 7세 이상의 세 군으로 나누고, 각 군에서 나타나는 굴절력 변화의 추세를 비교하였다. 이 밖에 굴절력의 변화에 영향을 미칠 수 있을 것으로 추정되는 인자로 안경 착용 시작 시 구면렌즈대응치에 따라 근시(<-0.50디옵터 [diopter, D]), 정시(-0.50D~+0.75D), 원시(>+0.75D)의 세 군으로, 안경 착용 시작 시 난시 정도에 따라 경도 난시(<1.00D), 중등도 난시(1.00D~3.00D), 중증 난시(≥3.00D)의 세 군으로 나누어 굴절력 변화를 분석하였다. 연속형 변수의 경우 평균 ± 표준편차로 범주형 변수의 경우 빈도(백분율, %)로 표시하였다. 통계 분석에는 R (version 3.1.3, The R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) 프로그램을 이용하여 혼합선형모형을 사용하였으며 유의수준이 0.05보다 작은 유의확률을 보이는 경우를 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

총 103명(남아 49명, 47.6%; 여아 54명, 52.4%)이 대상으로 평균 안경 착용 시작 연령은 4.9 ± 1.7 세였고, 평균 관찰 기간은 9.1 ± 1.6 년이었으며, 103명 중 87명(84.5%)을 최소 10년간 관찰하였다. 처음 안경 착용 연령은 4세 미만이 21

Table 1. Mean initial spherical equivalent, astigmatism, and length of follow-up

	Initial no. of patients (n, %)	Initial SE (D)	Initial astigmatism (D)	Length of follow-up (years)
Age at the use of spectacles				
<4 years	21 (20.4)	-0.17 ± 3.44	1.14 ± 0.67	9.57 ± 1.03
≥4 to <7 years	64 (62.1)	+0.34 ± 2.65	1.67 ± 1.10	9.27 ± 1.30
≥7 years	18 (17.5)	-0.99 ± 1.57	1.01 ± 1.13	7.72 ± 2.54
Initial degree of SE				
<-0.50 D	45 (43.7)	-2.02 ± 1.46	1.50 ± 1.15	8.82 ± 2.10
≥-0.50 to ≤+0.75 D	31 (30.1)	+0.03 ± 0.41	1.63 ± 1.18	9.16 ± 1.04
>+0.75 D	27 (26.2)	+3.34 ± 2.51	1.15 ± 0.65	9.33 ± 1.33
Initial degree of astigmatism				
<1.00 D	33 (32.0)	-0.16 ± 2.94	0.37 ± 0.30	8.39 ± 2.28
≥1.00 to <3.00 D	57 (55.3)	+0.26 ± 2.85	1.60 ± 0.53	9.39 ± 1.19
≥3.00 D	13 (12.6)	-0.69 ± 0.60	3.50 ± 0.43	9.31 ± 0.95

Data were presented as mean ± standard deviation for continuous variables and n (%) for categorical variables.

SE = spherical equivalent; D = diopter.

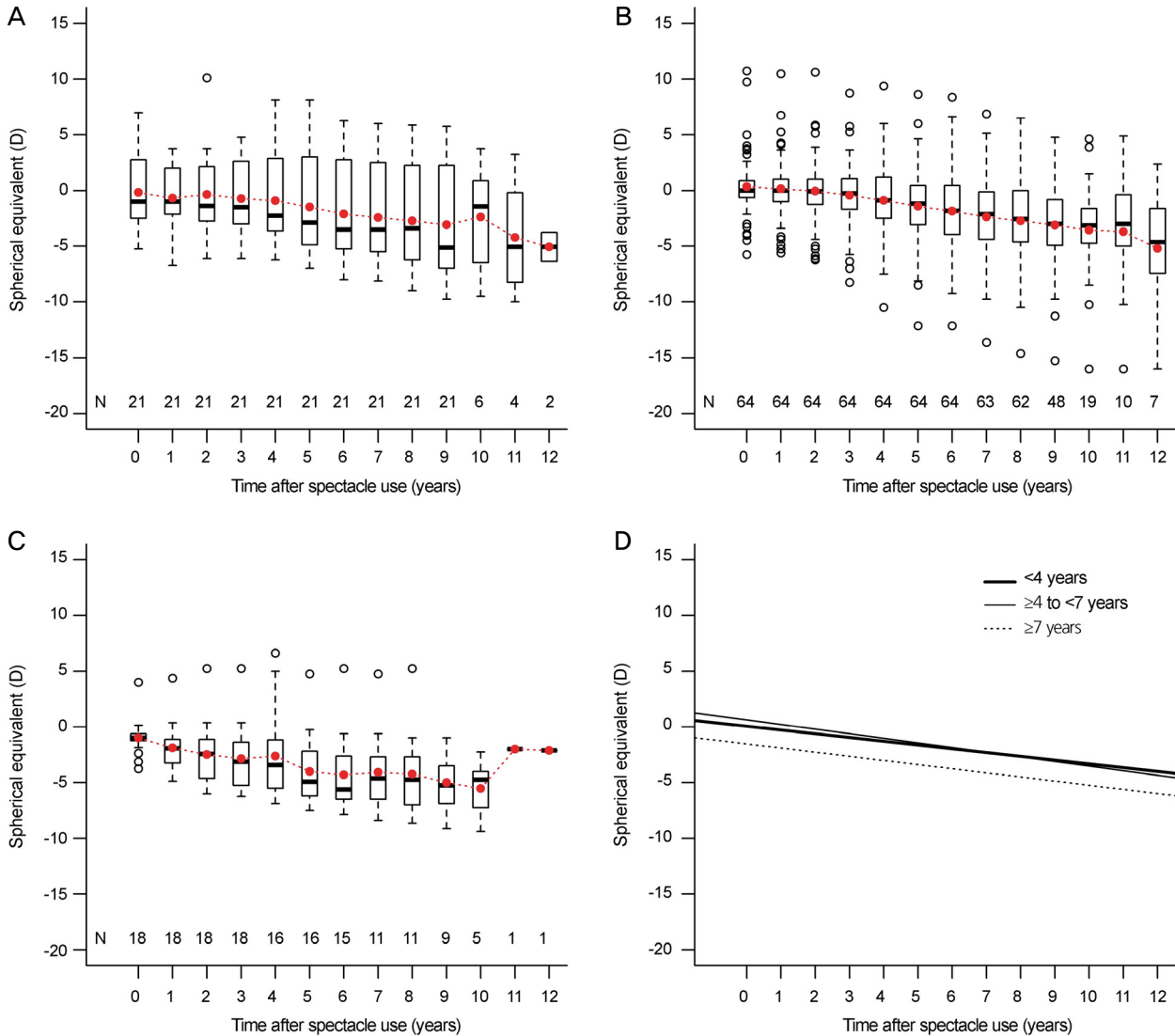


Figure 1. Boxplots showing changes of spherical equivalent (SE) refractive error according to the duration of time after the initiation of spectacle treatment. (A-C) Subjects are divided into 3 groups according to the age at which spectacles were used (A, children using spectacles at < 4 years of age; B, children using spectacles between 4 and 7 years of age; C, children using spectacles at ≥ 7 years of age). (D) A regression model of these groups is also presented. D = diopter.

명(20.4%), 4세 이상 7세 사이가 64명(62.1%), 7세 이상이 18명(17.5%)이었다. 안경 착용 시작 시 평균 구면렌즈대응치는 $0.00 \pm 2.70D$ ($-5.75D \sim +10.75D$)였고 $-0.50D$ 미만의 근시군이 45명(43.7%), $-0.50D$ 에서 $+0.75D$ 사이의 정시군이 31명(30.1%), $+0.75D$ 초과와 원시군이 27명(26.2%)이었다. 안경 착용 시작 시 평균 난시는 $1.44 \pm 1.06D$ ($0.00D \sim 5.00D$)였고 $1.00D$ 미만의 경도 난시군이 33명(32.0%), $1.00D$ 에서 $3.00D$ 사이의 중등도 난시군이 57명(55.3%), $3.00D$ 이상의 중증 난시군이 13명(12.6%)이었다(Table 1).

안경 착용 시작 연령에 따라 세 군으로 나눈 후 각 군의 구면렌즈대응치와 난시의 변화 양상을 비교하였을 때 세 군 모두 안경 착용 이후 시간에 따라 유의하게 구면렌즈대

응치가 근시화되고($p < 0.001$, Fig. 1A-C) 난시가 증가하는 경향을 보였으나($p < 0.001$, Fig. 2A-C), 세 군 간 유의한 차이를 보이지 않았다(구면렌즈대응치, $p = 0.065$, Fig. 1D; 난시, $p = 0.169$, Fig. 2D).

안경 착용 시작 시 구면렌즈대응치에 따라 근시, 정시, 원시 세 군으로 나누어 살펴 본 경우, $-0.50D$ 미만의 근시 아동들에서 $+0.75D$ 초과와 원시 아동들보다 근시화가 더 빠르게 진행되는 경향을 볼 수 있었다($p < 0.001$, Fig. 3). 난시 값 또한 근시 아동들에서 원시 아동들보다 더 많이 증가하는 경향을 보였다($p = 0.02$, Fig. 4).

안경 착용 시작 시 난시에 따라 경도, 중등도, 중증 세 군으로 나누어 살펴 본 경우, 경도와 중등도 난시 아동들은

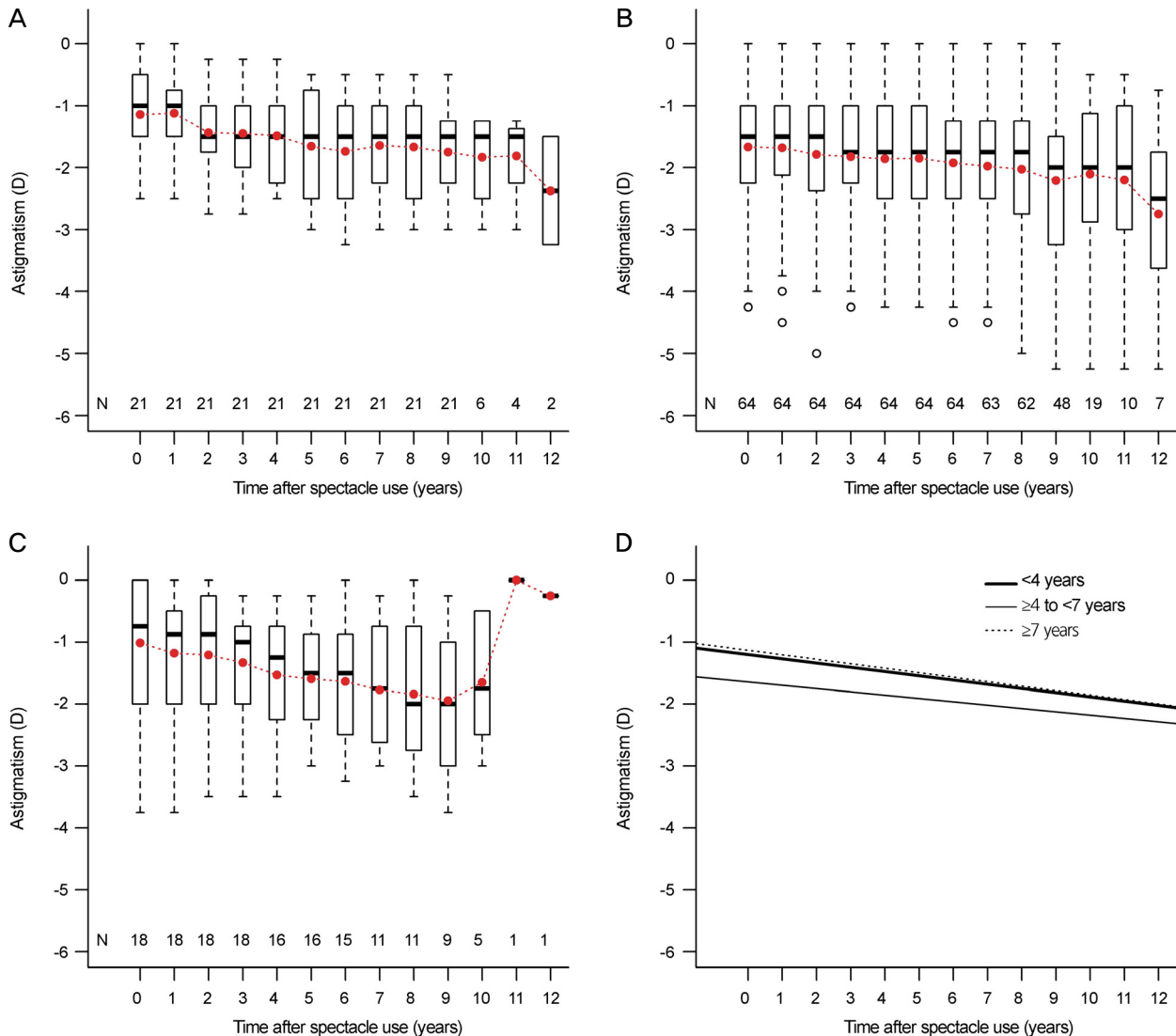


Figure 2. Boxplots showing changes of astigmatism according to the duration of time after the initiation of glasses treatment. (A-C) Subjects are divided into 3 groups according to the age at which spectacles were used (A, children using spectacles at < 4 years of age; B, children using spectacles between 4 and 7 years of age; C, children using spectacles at ≥ 7 years of age). (D) A regression model of these groups is also presented. D = diopter.

안경 착용 이후 시간에 따라 통계적으로 유의하게 난시 값이 증가하는 반면($p < 0.001$, Fig. 5), 중증 난시 아동들의 난시 값은 비교적 일정하게 유지되어 변화하지 않았다($p = 0.866$, Fig. 5).

고찰

본 연구는 단면연구의 한계점을 극복하고 국내 소아의 안경 착용 기간에 따른 굴절이상의 시계열적 변화와 굴절 교정의 관계를 반영한다는 첫 연구라는 점에서 의의를 찾을 수 있다. 미성숙하고 빠르게 성장하는 소아의 눈은 외부 환경의 변화에 비교적 높은 감수성을 보이기 때문에 안경

착용에 따른 장기적 굴절률 변화를 관찰하여 안경 사용의 잠재적 효과를 고찰하는 것은 의미가 있다.

신생아의 굴절이상은 대부분 원시로서, 생후 첫 1년 내에 빠르게 정시화를 거쳐 원시가 감소한다.¹⁵⁻¹⁸ 정시화는 굴절력에 관여하는 각막곡률, 전방깊이, 수정체의 두께, 안축장 길이 등의 여러 광학적 구성요소들이 안구가 성장함에 따라 상호 협응 과정을 통해 굴절이상의 정도를 최소화하는 방향으로 일어난다.⁶ 소아에서 원시는 뚜렷한 상을 얻기 위해 조절 노력이 필요하기 때문에 지속될 경우 눈피곤증, 간헐적 복시, 근거리 작업이 어려운 증상 등의 원인이 될 뿐 아니라,¹⁹ 사시나 약시의 위험요인으로 알려져 있다.²⁰ 하지만 674명의 소아를 대상으로 한 고찰 논문에 의하면 원시

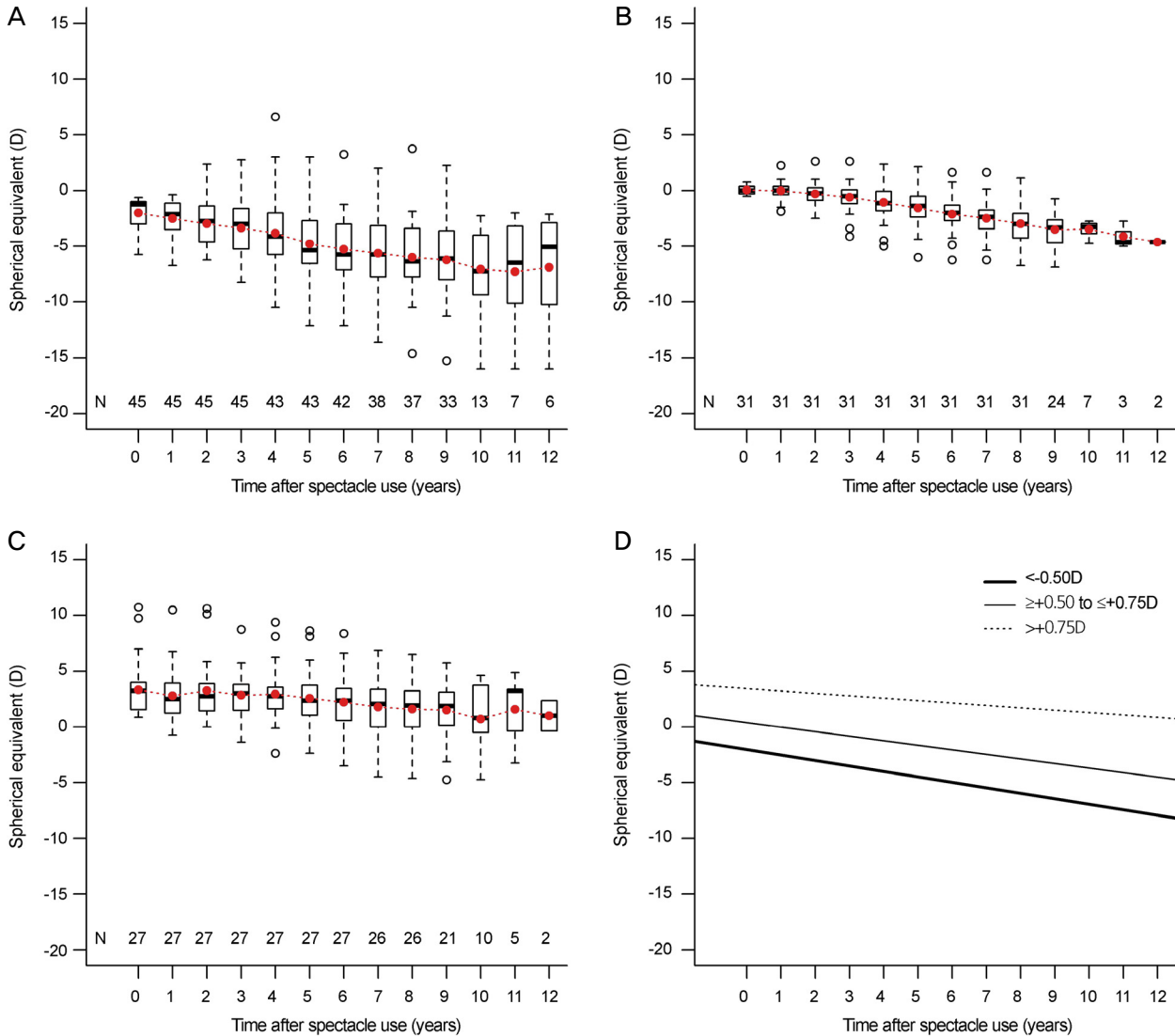


Figure 3. Boxplots showing changes of spherical equivalent (SE) refractive error according to the duration of time after the initiation of spectacle treatment. (A-C) Subjects are divided into 3 groups according to the initial degree of SE (A, myopia group: eyes with an initial SE refractive error of < -0.50 D; B, emmetropia group: eyes with an initial SE refractive error of -0.50 to +0.75 D; C, hyperopia group: eyes with an initial SE refractive error of > +0.75 D). (D) A regression model of these groups is also presented. D = diopter.

아동에서 안경을 처방하는 것이 사시 발생이나 시력 개선에 긍정적 영향이 없었고 정시화를 지연시키는 여부에 대해서도 논란의 여지가 있다고 하였다.²¹

본 연구에서도 첫 안경 착용 연령이 시간 경과에 따른 굴절력의 변화 양상에 영향을 끼치지 못하는 것으로 분석되었는데, 어린 나이에 안경을 착용하는 것이 성장에 따른 정시화에 영향을 미치지 않을 것으로 보인다. 안경 착용 시작 연령과 무관하게 근시화와 난시 값이 증가하는 경향을 보였다. 이는 굴절조절내사시 환자에서 어린 나이에 안경 착용을 시작할수록 원시 감소에 많이 영향을 주었다는 기존 연구들과 차이를 보인다.^{8,9,13} 사시나 약시 등의 기질적 안

과 질환이 없는 경우 안경을 조기에 착용하는 여부가 최종적인 굴절력에 유의한 영향을 보이지 않을 가능성을 시사한다. 조기에 안경을 착용하여 망막에 정확한 상을 맺도록 하는 것이 근시화를 억제하는 데 도움이 되지 못하는 것으로 보인다. 본 연구가 안경을 착용하지 않은 소아들을 대조군으로 설정하여 굴절이상의 장기적 변화를 관찰한 후 비교하지 못한 한계를 가지지만, 이는 어릴 때부터 안과적 추적 관찰을 하는 환자들이 이미 안경 착용을 하거나 사시, 약시 등의 다른 원인 질환이 있는 경우가 대부분이기 때문에 이런 대조군 설정이 현실적으로 불가능하였다.

근시 진행 속도에 근거리 작업, 야외 활동 등 외부적인

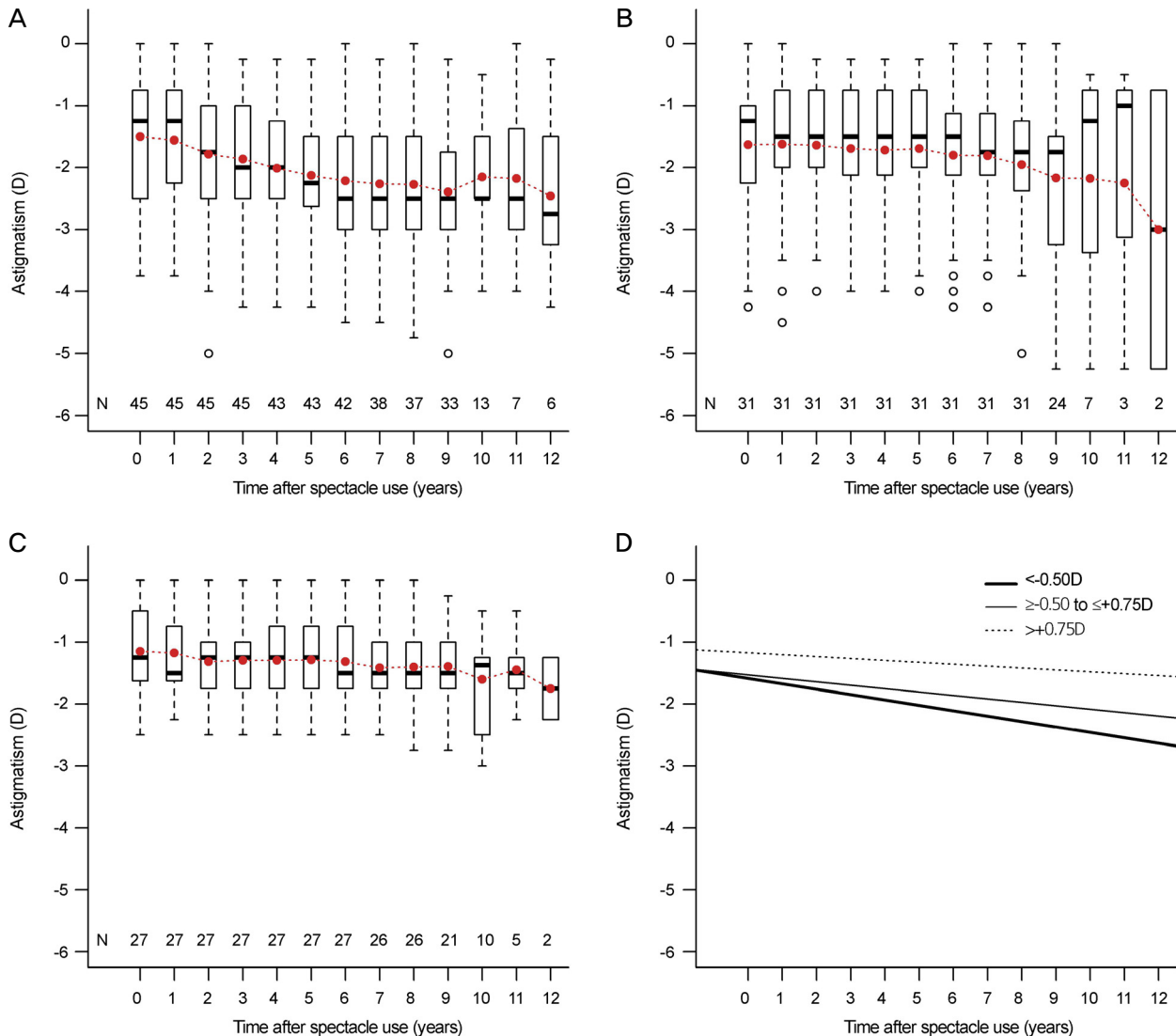


Figure 4. Boxplots showing changes of astigmatism according to the duration of time after the initiation of spectacle treatment. (A-C) Subjects are divided into 3 groups according to the initial degree of spherical equivalent (SE) (A, myopia group: eyes with an initial SE refractive error of < -0.50 D; B, emmetropia group: eyes with an initial SE refractive error of -0.50 to $+0.75$ D; C, hyperopia group: eyes with an initial SE refractive error of $> +0.75$ D). (D) A regression model of these groups is also presented. D = diopter.

환경 요인들이 영향을 준다는 보고들이 있다.^{22,23} 서양인에 비해 동양인에서 근시, 난시의 유병률이 높고 상대적으로 원시의 비율이 낮은 분포를 보인다.^{24,25} 본 연구에서 근시, 정시, 원시군 모두에서 연령의 증가에 따라 지속적으로 구면렌즈대응치 값이 감소하는 경향을 보였으며, 정시, 원시군과 비교하여 근시군에서 그 값이 더 빠르고 많이 감소하였다. 근시군에서 근시화가 더 빠르게 일어나고,^{2,26} 원시군 환자에서 원시 굴절률이 지속적으로 감소한다는 점^{7,14}은 이전 결과들과 일치하고 이는 연령이 증가하면서 근시군이 고도 근시로 진행될 가능성이 높고 원시군이 정시화될 가능성이 높음을 의미한다. 난시가 많을수록 근시 진행이 촉진

된다는 기존 동물 및 사람 연구들과 다르게^{27,28} 본 연구에서는 초기 난시 정도와 무관하게 근시화의 속도와 정도가 비슷하였다. 하지만 본 연구 대상이 안경을 통해 난시에 대해 전교정을 받아 착용하였다는 점에서 결과 해석에 제한점이 될 수 있다고 생각한다.

난시에 영향을 줄 수 있는 많은 요인들이 제기되고 있으나 연령의 증가에 따른 난시의 변화 양상이나 기전은 명확히 밝혀지지 않았다. 소아의 난시는 변하지 않고 일정하다는 보고들도 있었으나,^{29,30} 개개인을 장기적으로 분석하였을 때 난시 값은 역동적으로 변한다는 주장이 보편적으로 받아들여지고 있다.^{31,32} 본 연구에서도 연령이 증가함에 따

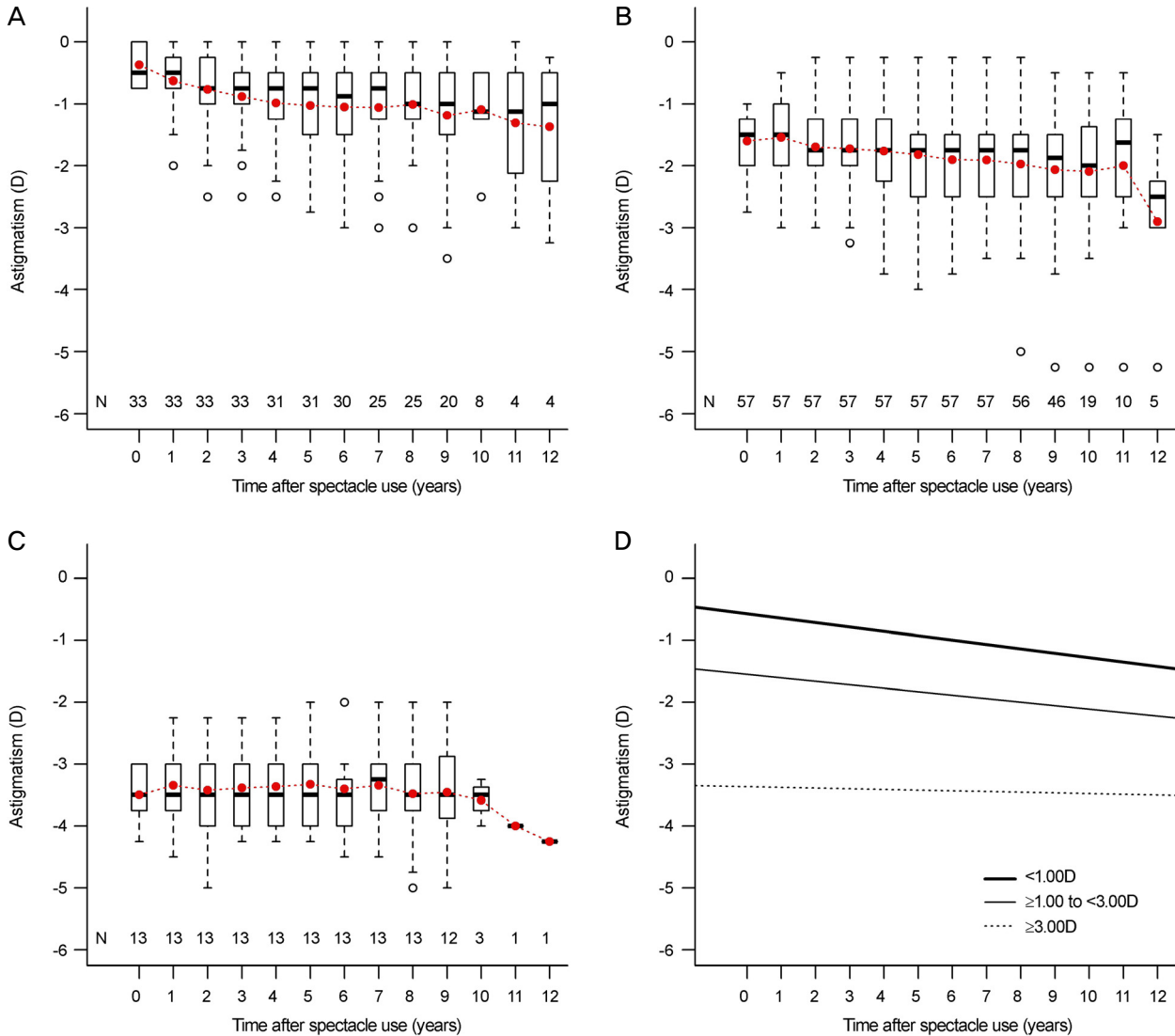


Figure 5. Boxplots showing changes of astigmatism according to the duration of time after the initiation of spectacle treatment. (A-C) Subjects are divided into 3 groups according to the initial degree of astigmatism (A, mild astigmatic group: eyes with an initial astigmatism of < 1.00 D; B, moderate astigmatic group: eyes with an initial astigmatism of 1.00 to < 3.00 D; C, severe astigmatic group: eyes with an initial astigmatism of ≥ 3.00 D). (D) A regression model of these groups is also presented. D = diopter.

라 초기 구면렌즈대응치와 무관하게 근시, 정시, 원시군 모두에서 난시 값이 증가하였고 세 군 간 유의한 차이는 없었다. 하지만 초기 난시 정도에 따른 분석에서는 초기 난시가 적은 군들에서만 시간 경과에 따라 유의하게 난시 값이 증가하였고 3.00D 이상의 중증 난시군은 비교적 일정하게 난시 값이 유지되었다. 3.00D 이상의 난시가 있는 경우가 많지 않아 표본 수가 적은 것이 결과 해석에 제한점이 될 수 있다고 생각한다.

결론적으로 굴절이상 소아 환자를 대상으로 안경 착용을 시작한 나이에 따라 굴절력의 변화를 분석하였을 때, 모든 군에서 근시화와 난시가 점차 증가하는 경향을 보였다. 안경 착용을 시작한 나이와 무관하게 이런 경향을 보였는데,

이는 안경 착용 시작 연령이 사시나 약시를 동반하지 않은 굴절이상 환자의 정시화 과정에 영향을 주지 못한다는 점을 시사하는 결과로 생각된다. 이외에 초기 굴절이상 기준 원시군에 비해 근시군에서 근시화가 빠르게 진행하였고 난시 값도 많이 증가하였다. 초기 난시 정도가 적은 군일수록 난시가 유의하게 많이 증가하였다. 이러한 결과를 고려한다면 환자의 굴절력 변화를 예측하는 데 있어서 유의한 정보를 얻을 수 있을 것으로 기대된다. 즉, 안경 착용 시작 연령과 상관없이 원시를 가진 소아 중 정시화가 진행되고 상대적으로 난시가 적게 변화하는 경우 안경을 중단할 수 있을 것이다.

사시가 없고 시력에 영향을 주지 않는 소아의 경우 안경

착용 시작에 대해 미국안과학회(American Academy of Ophthalmology, AAO)에서 제시한 가이드라인이 있지만³³ 실제 취학 전 아동을 대상으로 한 연구들에서 시력 저하, 약시 위험 요인, 분명한 굴절이상 등이 없는 정상 범위내의 소아의 경우에도 과도하게 안경처방이 이루어지고 있는 것이 보고되었다.^{34,35} 소아에서 과도한 안경처방은 비용적 문제를 야기할 뿐 아니라, 눈피곤증, 두통, 학습 장애 등의 원인이 될 수 있다.³⁶ 따라서 본 연구는 사시나 약시 등의 기질적 이상이 없고 시력 저하에 따른 자각증상이나 눈을 찌푸리거나 얼굴을 돌려보는 두위이상 등의 타각증세가 없는 굴절이상 환자의 경우 조기 안경처방 없이 정기적 경과관찰 할 수 있는 근거가 될 것이다.

REFERENCES

- Hoyt C, Taylor D. Pediatric Ophthalmology and Strabismus, 4th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2013; chap. 4.
- Fan DS, Lam DS, Lam RF, et al. Prevalence, incidence, and progression of myopia of school children in Hong Kong. Invest Ophthalmol Vis Sci 2004;45:1071-5.
- Zhao J, Mao J, Luo R, et al. The progression of refractive error in school-age children: Shunyi district, China. Am J Ophthalmol 2002;134:735-43.
- Atkinson J, Anker S, Bobier W, et al. Normal emmetropization in infants with spectacle correction for hyperopia. Invest Ophthalmol Vis Sci 2000;41:3726-31.
- Lim HT, Cho SI, Lee SJ, Park SH. Long-term observations on the emmetropization of the high hyperopia. J Korean Ophthalmol Soc 2002;43:1230-7.
- Saunders KJ, Woodhouse JM, Westall CA. Emmetropisation in human infancy: rate of change is related to initial refractive error. Vision Res 1995;35:1325-8.
- Na SJ, Choi NY, Park MR, Park SC. Long-term follow-up results of hyperopic refractive change. J Korean Ophthalmol Soc 2005;46:1704-10.
- Lambert SR, Lynn MJ. Longitudinal changes in the spherical equivalent refractive error of children with accommodative esotropia. Br J Ophthalmol 2006;90:357-61.
- Lambert SR, Lynn M. Longitudinal changes in the cylinder power of children with accommodative esotropia. J AAPOS 2007;11:55-9.
- Hung LF, Crawford ML, Smith EL. Spectacle lenses alter eye growth and the refractive status of young monkeys. Nat Med 1995;1:761-5.
- Irving EL, Sivak JG, Callender MG. Refractive plasticity of the developing chick eye. Ophthalmic Physiol Opt 1992;12:448-56.
- Ingram RM, Gill LE, Lambert TW. Effect of spectacles on changes of spherical hypermetropia in infants who did, and did not, have strabismus. Br J Ophthalmol 2000;84:324-6.
- Park KA, Kim SA, Oh SY. Effect of age wearing prescription glasses on changes of refractive error in accommodative esotropia. J Korean Ophthalmol Soc 2009;50:247-52.
- Kim IN, Paik HJ. Long-term changes of hyperopic refractive error in refractive accommodative esotropia. J Korean Ophthalmol Soc 2015;56:580-5.
- Baldwin WR. Refractive status of infants and children. In: Rosenbloom AA, Morgan MW, eds. Principles and Practice of Paediatric Optometry. Philadelphia: JB Lippincott, 1990; 104-52.
- Ehrlich DL, Braddick OJ, Atkinson J, et al. Infant emmetropization: longitudinal changes in refraction components from nine to twenty months of age. Optom Vis Sci 1997;74:822-43.
- Grosvenor TP, Flom MC. Refractive anomalies: Research and Clinical Applications. Boston: Butterworth-Heinemann, 1991.
- Ingram RM, Arnold PE, Dally S, Lucas J. Emmetropisation, squint, and reduced visual acuity after treatment. Br J Ophthalmol 1991;75:414-6.
- Cotter SA, Frantz KA. Strabismus: detection, diagnosis and classification. In: Moore BD, ed. Eye Care for Infants and Young Children. Boston: Butterworth-Heinemann, 1997; 123-54.
- Babinsky E, Candy TR. Why do only some hyperopes become strabismic? Invest Ophthalmol Vis Sci 2013;54:4941-55.
- Jones-Jordan L, Wang X, Scherer RW, Mutti DO. Spectacle correction versus no spectacles for prevention of strabismus in hyperopic children. Cochrane Database Syst Rev 2014;(8):CD007738.
- Lin Z, Vasudevan B, Jhanji V, et al. Near work, outdoor activity, and their association with refractive error. Optom Vis Sci 2014;91:376-82.
- Lin Z, Vasudevan B, Mao GY, et al. The influence of near work on myopic refractive change in urban students in Beijing: a three-year follow-up report. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 2016;254:2247-55.
- Dirani M, Chan YH, Gazzard G, et al. Prevalence of refractive error in Singaporean Chinese children: the strabismus, amblyopia, and refractive error in young Singaporean Children (STARS) study. Invest Ophthalmol Vis Sci 2010;51:1348-55.
- Multi-Ethnic Pediatric Eye Disease Study (MEPEDS) Group. Prevalence and causes of visual impairment in African-American and Hispanic preschool children: the multi-ethnic pediatric eye disease study. Ophthalmology 2009;116:1990-2000.e1.
- Lam CS, Edwards M, Millodot M, Goh WS. A 2-year longitudinal study of myopia progression and optical component changes among Hong Kong schoolchildren. Optom Vis Sci 1999;76:370-80.
- Fan DS, Rao SK, Cheung EY, et al. Astigmatism in Chinese preschool children: prevalence, change, and effect on refractive development. Br J Ophthalmol 2004;88:938-41.
- Shih YF, Ho TC, Chen MS, et al. Experimental myopia in chickens induced by corneal astigmatism. Acta Ophthalmol (Copenh) 1994;72:597-601.
- Hirsch MJ. Changes in astigmatism during the first eight years of school--an interim report from the Ojai longitudinal study. Am J Optom Arch Am Acad Optom 1963;40:127-32.
- O'Donoghue L, Rudnicka AR, McClelland JF, et al. Refractive and corneal astigmatism in white school children in northern Ireland. Invest Ophthalmol Vis Sci 2011;52:4048-53.
- Harvey EM, Miller JM, Twelker JD, Sherrill DL. Longitudinal change and stability of refractive, keratometric, and internal astigmatism in childhood. Invest Ophthalmol Vis Sci 2014;56:190-8.
- O'Donoghue L, Breslin KM, Saunders KJ. The changing profile of astigmatism in childhood: the NICER Study. Invest Ophthalmol Vis Sci 2015;56:2917-25.
- American Academy of Ophthalmology Pediatric Ophthalmology/

- Strabismus Panel. Preferred practice pattern guidelines: Pediatric eye evaluations. San Francisco: American Academy of Ophthalmology, 2012.
- 34) Donahue SP. How often are spectacles prescribed to "normal" pre-school children? J AAPOS 2004;8:224-9.
- 35) Robaei D, Rose K, Kifley A, Mitchell P. Patterns of spectacle use in young Australian school children: findings from a population-based study. J AAPOS 2005;9:579-83.
- 36) Robaei D, Kifley A, Rose KA, Mitchell P. Refractive error and patterns of spectacle use in 12-year-old Australian children. Ophthalmology 2006;113:1567-73.

= 국문초록 =

안경착용 후 굴절이상의 장기변화

목적: 굴절이상 환자에서 안경 착용 후에 굴절이상의 변화 양상을 장기간 추적 관찰하여 분석하고자 한다.

대상과 방법: 사시나 약시를 동반하지 않은 굴절이상 환자 중 최소 3년 이상 최대 12년까지 정기적으로 추적 관찰이 가능했던 103명을 대상으로 하였다. 안경 착용 시작 연령, 안경 착용 시작 시 구면렌즈대응치, 그리고 난시에 따라 군을 나눈 후 굴절력 변화를 분석하였다.

결과: 대상자들의 평균 관찰 기간은 9.1 ± 1.6 년이었다. 안경 착용 시작 연령과 무관하게 시간에 따라 유의하게 구면렌즈대응치가 근시화되고($p < 0.001$) 난시가 증가하였다($p < 0.001$). 근시군에서 원시군보다 근시화가 더 빠르게 진행되고($p < 0.001$), 난시 값도 더 많이 증가하는 경향을 보였다($p = 0.02$). 경도와 중등도 난시군에서 시간에 따라 통계적으로 유의하게 난시 값이 증가한 반면($p < 0.001$), 중증 난시군에서는 난시 값이 일정하게 유지되었다($p = 0.866$).

결론: 굴절이상 소아 환자는 연령 증가에 따라 근시화되고 난시가 점차 증가하는 경향을 보이며 이는 안경 착용을 시작한 나이와 무관하였다. 안경 착용 시작 시 근시군에서 근시화가 빠르게 진행하였고 난시 값도 많이 증가하였다. 안경 착용 시작 시 난시 정도가 작은 군일수록 난시가 유의하게 많이 증가하였다.

〈대한안과학회지 2017;58(5):563-571〉
