

각막굴절교정렌즈 착용 전후 근시 진행의 변화

Comparison of Myopic Progression before and after Orthokeratology Lens Treatment

정호길 · 이경용 · 배지현

Ho Gil Jung, MD, Kyoung Yong Lee, MD, Gi Hyun Bae, MD

삼육서울병원 안과

Department of Ophthalmology, Sahmyook Medical Center, Seoul, Korea

Purpose: To compare the myopic progression before and after wearing an orthokeratology lens (OK).

Methods: Twenty-six patients (49 eyes) with at least 6 months of myopia prior to OK treatment were evaluated. Changes in the spherical equivalent (SE) refractive error and axial length were compared before and after OK use. Changes in the SE and axial length were also compared between two groups according to the myopic progression before baseline: Group 1 with myopic progression < 1 D/year and Group 2 with myopic progression > 1 D/year.

Results: The myopic progression rate decreased from -1.1 to -0.3 D/year after OK treatment ($p < 0.001$). Greater increases in axial length were observed in patients who were younger and had less myopia at baseline, a higher rate of myopia progression before baseline, and a shorter axial length at baseline ($p < 0.001$, $p < 0.004$, $p < 0.007$, and $p < 0.001$, respectively). The increase in axial length was significantly greater in the group with greater myopic progression before baseline (0.2 mm/year) than in the group with less myopic progression (0.1 mm/year) ($p = 0.001$).

Conclusions: Myopic progression was reduced significantly after OK treatment.

J Korean Ophthalmol Soc 2019;60(7):620-626

Keywords: Myopia, Orthokeratology, Progression

근시는 가장 흔한 시력 저하의 원인으로 점차 유병률이 증가하는 추세이다.^{1,2} 특히 한국을 포함한 동아시아에서 소아 근시의 발생률이 급격히 증가하면서 근시 진행을 억제하기 위한 약물 및 광학적 치료 방법이 시도되고 있다. 그 중 각막굴절교정렌즈는 역기하(reverse geometry) 디자인의 렌즈로 중심각막곡률을 편평하게 하고 상대적으로 중간주

변부곡률을 가파르게 하여 근시 및 난시를 교정하는 치료 방법이다. 장기적으로 안축장의 변화를 감소시켜 근시 진행을 억제 또는 지연시키는 역할을 하는 것으로 보고되었다.³⁻¹⁰ 기존의 연구들은 대부분 각막굴절교정렌즈 착용군과 대조군 간의 근시 진행 정도, 안축장 변화를 비교하였다. 그러나 많은 연구에서 근시 진행이 유전적, 환경적 요소의 영향을 받는 것으로 알려졌고, 이를 모두 충족시키는 대조군을 찾는 것은 임상적으로 매우 어려운 일이다.¹¹⁻¹³ 따라서 저자들은 근시를 진단받고 경과 관찰한 환자를 대상으로 각막굴절교정렌즈 착용 전후의 근시 진행 정도를 비교하여 유전적, 환경적 요소가 비슷한 상황에서 각막굴절교정렌즈의 효과를 알아보고자 하였다. 또한 렌즈 착용 전 근시 진행의 정도에 따라 두 군으로 나누어 렌즈 착용 후 근시 진행과 안축장 변화 정도를 비교해 보고자 하였다.

■ Received: 2018. 11. 19. ■ Revised: 2019. 1. 3.

■ Accepted: 2019. 6. 25.

■ Address reprint requests to **Gi Hyun Bae, MD**
Department of Ophthalmology, Sahmyook Medical Center, #82
Mangu-ro, Dongdaemun-gu, Seoul 02500, Korea
Tel: 82-2-2212-2375, Fax: 82-2-2212-2673
E-mail: eddc99@gmail.com

* Conflicts of Interest: The authors have no conflicts to disclose.

© 2019 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.

대상과 방법

본원에서 2005년 9월부터 2018년 4월까지 근시로 진단 받고 6개월 이상 경과 관찰한 환자 중 각막굴절교정렌즈를 처방받은 26명 49안을 대상으로 의무기록을 후향적으로 분석하였다. 환자들은 근시 및 난시 이외의 다른 안과적 질환이 없는 환자군을 대상으로 하였다. 안과적 수술의 과거력, 콘택트렌즈 사용, 각막굴절과 관련된 약물을 사용한 군은 제외하였다. 각막굴절교정렌즈는 LK lens[®] (Lucid Korea Co., Ltd., Seoul, Korea) 또는 Contex OK[®] lens (Contex, Sherman Oaks, CA, USA)를 사용하였다. 대상군은 모두 하루 8시간 이상 연속적으로 렌즈를 착용하여 렌즈의 효과가 충분히 있는 군만 포함시켰다.

각막굴절교정렌즈 처방을 위해 검영굴절검사(Retinoscopy, Welch Allyn, Skaneateles Falls, NY, USA)을 이용하여 조절마비굴절검사 또는 현성굴절검사를 시행하여 굴절 이상을 확인하고, 자동각막굴절계(KR-8100[®], Topcon Corporation, Tokyo, Japan)와 각막지형도(Medmont E300[®] topographer, Medmont International Pty Ltd., Victoria, Australia)를 이용하여 각막곡률, 편심률을 측정하였다. 시험 렌즈 착용 후 세극등현미경에서 렌즈의 형광염색 형태를 확인하고 덧댐 굴절검사를 시행하여 렌즈를 처방하였다. 굴절교정렌즈 처방 전후로 저간섭성반사계(Lenstar LS900[®] Haag-Streit AG, Koeniz, Switzerland)를 이용하여 안축장을 측정하였고, 모든 검사는 렌즈 제거 후 최소 2주 이상 지난 뒤 단일 검사자에 의해 시행하였다. 본 연구는 본원의 임상시험윤리위원회의 심의를 통과하였다.

대상자들의 의무기록을 분석하여 구면렌즈대응치가 최초로 -0.50디옵터(D) 이하로 측정된 시기를 근시 진단 시점하고, 근시 진행 정도는 구면렌즈대응치의 변화/경과 관찰 기간(D/year)로 정의하였다. 렌즈 처방 전후의 근시 진행 정도를 비교하고, 렌즈 착용 후 안축장의 변화와 관련된 인자들 간의 상관 관계를 분석하였다. 또한 근시 진행 정도가 1D/year 미만인 군(1군)과 1D/year 이상인 군(2군)으로 나누어 연령, 구면렌즈대응치의 변화, 안축장 변화를 비교하였다.

통계학적 분석은 렌즈 처방 전후의 근시 진행 정도에 대한 비교는 Wilcoxon Signed-Rank test를 이용하였고, 안축장 증가와 연관된 인자에 대한 상관관계 분석에서는 Pearson correlation을 이용하였다. 1군과 2군 간의 비교에서는 two sample *t*-test, Mann Whitney *U*-test를 이용하였다. 모든 통계적인 분석은 PASW[®] 20.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하였고, *p*값의 유의수준은 0.05 미만으로 하였다.

결 과

대상자는 총 26명 49안을 대상으로 하였고, 남자 9명, 여자 17명이었다(Table 1). 근시 진단을 받은 연령은 8.4 ± 2.2세, 구면렌즈대응치는 -1.6 ± 1.4D였다. 근시 진단 후 평균 1.8 ± 1.8년 후에 각막굴절교정렌즈를 착용하였고, 렌즈 착용 평균 연령은 10.2 ± 2.4세, 평균 구면렌즈대응치는 -3.2 ± 1.6D였다. 각막굴절교정렌즈 종류는 LK lens[®] 34안, Contex OK[®] lens 15안으로 렌즈 착용 평균 연령은 각각

Table 1. Baseline characteristics of subjects

Variable	Value
Gender (male:female)	9:17
Age at diagnosis (years)	8.4 ± 2.2 (5.1 to 14.7)
SE at diagnosis (D)	-1.6 ± 1.4 (-6.8 to -0.5)
Age at OK (years)	10.2 ± 2.4 (6.6 to 15.3)
SE at OK (D)	-3.2 ± 1.6 (-7.4 to -1.0)
Age at final follow-up (years)	13.8 ± 2.3 (10.2 to 17.5)
SE at final follow-up (D)	-4.4 ± 2.1 (-8.5 to -1.3)
Axial length at OK (mm)	24.8 ± 0.9 (23.0 to 26.3)
Axial length at final follow-up (mm)	25.4 ± 0.9 (23.5 to 27.0)
Duration from diagnosis to OK (years)	1.8 ± 1.8 (0.6 to 8.1)
Duration from OK to final follow-up (years)	3.5 ± 1.6 (1.0 to 6.9)
SE change (D)/year (diagnosis-OK)	-1.1 ± 0.6 (-2.4 to -0.1)
SE change (D)/year (OK-final follow-up)	-0.3 ± 0.3 (-0.9 to 0.2)
SE change (D) 1 year before OK	-1.1 ± 0.5 (-2.3 to 0)
SE change (D) 1 year after OK	-0.2 ± 0.2 (-1.0 to 0.1)
Axial length change (mm)/year (OK-final follow-up)	0.1 ± 0.1 (-0.1 to 0.6)

Values are presented as mean ± standard deviation (range) unless otherwise indicated.

SE = spherical equivalent refractive error; D = diopter; OK = orthokeratology lens.

9.9 ± 2.1세, 10.9 ± 2.8세, 평균 구면렌즈대응치는 각각 -2.8 ± 1.4D, -3.7 ± 1.8D로 두 군 간의 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 저간섭반사계(Lenstar LS900[®])로 측정된 전안부 계측값 중 편평한 축(flat K)과 가파른 축(steep K)의 평균 각막곡률이 LK lens[®] 군이 각각 42.3 ± 1.9D, 43.5 ± 2.0D, Contax OK[®] lens군이 각각 44.1 ± 1.4D, 45.2 ± 1.9D로 Contax OK[®] lens를 처방받은 환자의 평균 각막곡률이 더 높았다($p = 0.002$, $p = 0.006$, Mann Whitney U-test). 그러나 안축장, 각막두께, 전방각깊이, 난시, 각막윤부직경, 동공직경은 렌즈 종류에 따른 차이는 없었다($p > 0.05$). 렌즈 착용부터 마지막 경과 관찰기간은 평균 3.5 ± 1.6년이고, 마지막 경과 관찰 시 평균 구면렌즈대응치는 -4.4 ± 2.1D였다. 근시 진행 정도는 근시 진단 후 렌즈 착용 전까지 -1.1 ± 0.6D/year, 렌즈 착용 후 마지막 경과 관찰 기간까지 -0.3 ± 0.3D/year으로 굴절교정렌즈 착용 후 근시 진행 정도가 의미 있게 감소하였다($p < 0.001$, Fig. 1). 굴절교정렌즈 착용 전후의 1년동안 근시 진행을 비교해본 결과, 렌즈 착용 1년 전의 근시 진행은 -1.1 ± 0.5D, 렌즈 착용 1년 후의 근시 진행은 -0.2 ± 0.2D로 렌즈 착용 후 의미있는 근시 진행의 감소를 보였다($p < 0.001$, Fig. 1). 렌즈 착용 전 측정된 안축장은 24.8 ± 0.9 mm, 마지막 경과 관찰 시 25.4 ± 0.8 mm였고, 안축장 증가속도는 0.1 ± 0.1 mm/year였다. 안축장 변화와 다른 인자들의 상관 관계 분석에서는 렌즈 착용 나이가 어릴수록, 렌즈 착용 시 근시가 적을수록, 렌즈 착용 전

근시 진행 정도가 심할수록, 렌즈 착용 전 안축장이 짧을수록 안축장 증가 정도가 커졌다($p < 0.001$, $p = 0.004$, $p = 0.007$, $p < 0.001$, Fig. 2).

Table 2는 렌즈 착용 전 근시 진행이 1D/year 미만인 군(1군) 27안과 1D/year 이상인 군(2군) 22안으로 나누어 분석한 결과이다. 근시 진단 연령은 1군 8.7 ± 2.4세, 2군 8.1 ± 2.0세, 구면렌즈대응치는 -1.6 ± 1.5D, -1.5 ± 1.7D로 두 군 간의 차이는 없었다. 렌즈 착용 연령은 1군이 11.3 ± 2.1세, 2군이 8.9 ± 2.0세로 2군에 비해 1군의 연령이 더 많았으나($p < 0.001$), 구면렌즈대응치는 각각 -3.4 ± 1.8D, -2.9 ± 1.2D로 두 군 간의 차이가 없었다. 마지막 경과 관찰 연령도 1군 14.9 ± 1.9세, 2군 12.4 ± 2.2세로 1군의 연령이 더 많았지만($p < 0.001$), 구면렌즈대응치는 -4.5 ± 2.3D, -4.2 ± 2.0D로 두 군 간의 차이가 없었다. 안축장은 렌즈 착용 시 1군과 2군이 각각 25.1 ± 0.8 mm, 24.6 ± 0.9 mm, 마지막 경과 관찰 시 25.4 ± 0.9 mm, 25.4 ± 0.9 mm로 두 군 간의 차이는 없었다. 근시 진단 후 렌즈 착용까지의 기간은 1군 2.8 ± 2.2년, 2군 0.8 ± 0.3년으로 1군이 2군에 비해 근시 진단 후 더 늦게 렌즈 착용을 시작하였다($p < 0.001$). 렌즈 착용 후 마지막 경과 관찰기간은 각각 3.5 ± 1.8년, 3.4 ± 1.5년으로 두 군 간의 차이는 없었다. 렌즈 착용 전 근시 진행 정도는 1군 -0.6 ± 0.3D/year, 2군 -1.6 ± 0.4D/year였고($p < 0.001$), 렌즈 착용 후 근시 진행 정도는 1군 -0.2 ± 0.2D/year, 2군 -0.3 ± 0.3D/year로 두 군 간의 차이가 없었다. 렌즈 착용 1년 전 근시 진행은 1군 -0.8 ± 0.5D, 2군 -1.4 ± 0.4D로 1군에 비해 2군의 근시 진행 정도가 컸다($p < 0.001$). 렌즈 착용 1년 후 근시 진행은 1군 -0.1 ± 0.2D, 2군 -0.3 ± 0.3D로 두 군 간의 차이는 없었다. 안축장 증가 정도는 1군 0.1 ± 0.1 mm/year로 2군의 0.2 ± 0.1 mm/year에 비해 통계적으로 의미 있게 작았다($p < 0.001$).

Table 3은 렌즈 착용 연령이 10세 미만인 군(1군) 27안과 10세 이상인 군(2군) 22안을 비교한 결과이다. 근시 진단 연령은 1군이 7.4 ± 1.1세, 2군 9.7 ± 2.5세로 1군이 2군에 비해 연령이 작았으나($p < 0.001$), 근시 진단 시 구면렌즈대응치는 1군이 -1.4 ± 1.3D, 2군이 -1.6 ± 1.9D로 두 군 간의 차이는 없었다. 렌즈 착용 연령은 1군이 8.4 ± 0.9세, 2군이 12.5 ± 1.5세로 차이가 있었으나($p < 0.001$), 구면렌즈대응치는 각각 -2.7 ± 1.0D, -3.6 ± 2.0D로 차이가 없었다. 마지막 경과 관찰 나이는 1군이 12.3 ± 1.6세로 2군 15.6 ± 1.8세에 비해 어렸으나($p < 0.001$), 구면렌즈대응치는 -4.5 ± 1.9D, -4.2 ± 2.4D로 차이가 없었다. 안축장 길이는 렌즈 착용 시 1군과 2군이 각각 24.7 ± 0.8 mm, 25.0 ± 1.0 mm, 마지막 경과 관찰 시 25.5 ± 0.8 mm, 25.3 ± 0.9 mm로 두 군 간의 차이는 없었다. 근시 진단 후 렌즈 착용까지 기간은 1군 1.0

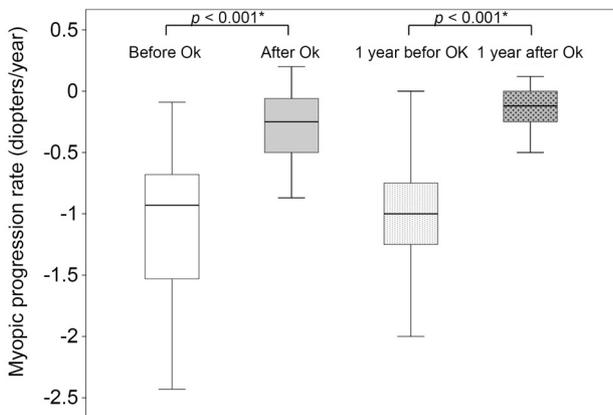


Figure 1. Myopic progression rates of before and after orthokeratology lens (OK) treatment. The mean myopic progression rate from diagnosis to OK (before OK) is -1.1 D/year, which is significantly higher than -0.3 D/year from OK to last follow up (after OK) ($p < 0.001$, Wilcoxon Signed-Rank test). The mean myopic progression of 1 year before OK is -1.1 D, which is significantly higher than -0.2 D in 1 year after OK ($p < 0.001$, Wilcoxon Signed-Rank test).

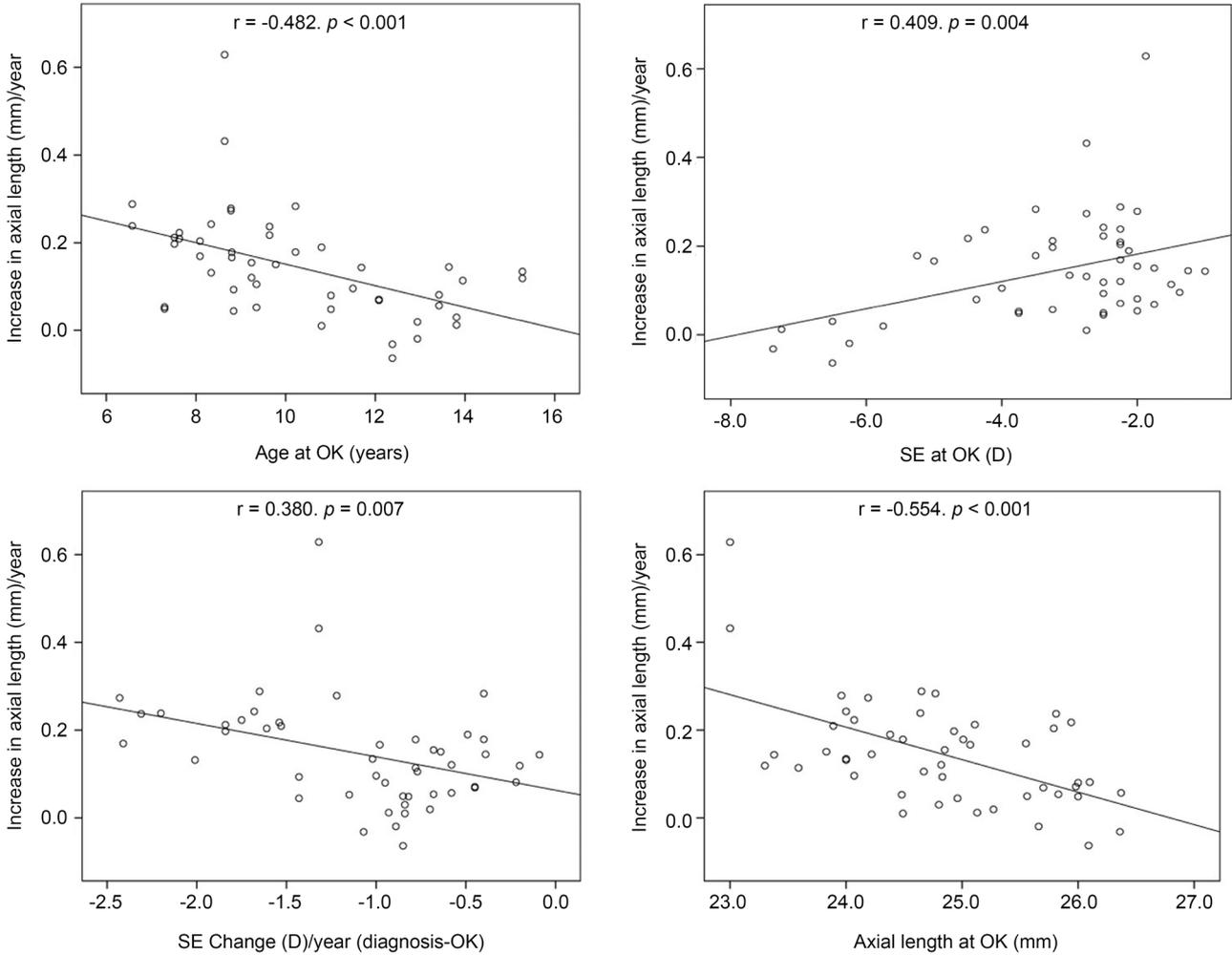


Figure 2. Increase in axial length and age at orthokeratology lens (OK), spherical equivalent refractive error (SE) at OK, SE change (diopter, D)/year and axial length at OK. Significant correlations were found between increase in axial length and age at OK, SE at OK, SE change (D)/year and axial length at OK (Pearson's correlation coefficient, $r = -0.482$; $p < 0.001$, $r = 0.409$; $p = 0.004$, $r = -0.380$; $p = 0.007$, $r = -0.554$; $p < 0.001$).

± 0.5 세, 2군 2.7 ± 2.3 세로 1군이 근시 진단 후 더 빨리 렌즈 착용을 시작하였다($p < 0.001$). 렌즈 착용 후 마지막 경과 관찰 기간은 각각 3.8 ± 1.6 년, 3.0 ± 1.5 년으로 두 군 간의 차이는 없었다. 렌즈 착용 전 근시 진행 정도는 1군 -1.4 ± 0.6 D/year, 2군 -0.7 ± 0.3 D/year, 렌즈 착용 후 근시 진행 정도는 1군 -0.4 ± 0.3 D/year, 2군 -0.2 ± 0.2 D/year로 1군이 2군에 비해 렌즈 착용 전후로 더 빠른 근시 진행을 보였다($p < 0.001$, $p = 0.002$). 렌즈 착용 1년 전 근시 진행은 1군 -1.3 ± 0.5 D, 2군 -0.8 ± 0.3 D, 렌즈 착용 1년 후 근시 진행은 -0.3 ± 0.2 D, 2군 -0.04 ± 0.1 D로 1군이 2군에 비해 렌즈 착용 1년 전후로 더 심한 근시 진행을 보였다($p < 0.001$, $p < 0.001$). 안축장 증가 정도는 1군 0.2 ± 0.1 mm/year, 2군 0.1 ± 0.2 mm/year로 1군이 2군에 비해 더 빠른 안축장 증가를 보였다($p < 0.001$).

고 찰

본 연구의 결과 각막굴절교정렌즈를 착용하기 전 근시 진행 정도는 -1.1 D/year에서 렌즈 착용 후 -0.3 D/year로 감소하였다($p < 0.001$). 렌즈 착용 1년 전후의 근시 진행이 -1.1 D에서 -0.2 D로 감소하였다($p < 0.001$). 렌즈 착용 후 안축장 증가 정도는 평균 0.2 mm/year였고, 렌즈 착용 나이가 어릴수록, 렌즈 착용 근시가 적을수록, 렌즈 착용 전 근시 진행 정도가 심할수록, 렌즈 착용 전 안축장이 짧을수록 안축장 증가 정도가 컸다($p < 0.001$, $p = 0.004$, $p = 0.007$, $p < 0.001$). 렌즈 착용 전 근시 진행 정도가 렌즈 착용 후 근시 억제 효과에 미치는 영향에 대해 알아보기 위해 근시 진행 정도에 따라 두 군으로 나누어 분석하였다. 그 결과 렌즈 착용 후 구면렌즈대응치의 변화 정도는 두 군 간의 차이가 없었으

Table 2. Comparison between 2 groups according to the myopic progression before orthokeratology treatment

	Group 1 (27 eyes)	Group 2 (22 eyes)	p-value*
Age at diagnosis (years)	8.7 ± 2.4 (5.1 to 14.7)	8.1 ± 2.0 (6.11 to 14.7)	0.6
SE at diagnosis (D)	-1.6 ± 1.5 (-6.0 to -0.5)	-1.5 ± 1.7 (-7.0 to -0.50)	0.3
Age at OK (years)	11.3 ± 2.1 (7.3 to 15.3)	8.9 ± 2.0 (6.7 to 15.3)	<0.001
SE at OK (D)	-3.4 ± 1.8 (-7.3 to -1.0)	-2.9 ± 1.2 (-7.4 to -1.4)	0.3
Age at final follow-up (years)	14.9 ± 1.9 (11.6 to 17.5)	12.4 ± 2.2 (10.2 to 17.3)	<0.001
SE at final follow-up (D)	-4.5 ± 2.3 (-8.0 to -1.3)	-4.2 ± 2.0 (-8.5 to -1.9)	0.7
Axial length at OK (mm)	25.1 ± 0.8 (23.3 to 26.4)	24.6 ± 0.9 (23.1 to 26.4)	0.1 [†]
Axial length at final follow-up (mm)	25.4 ± 0.9 (23.5 to 27.0)	25.4 ± 0.9 (24.0 to 27.0)	0.9
Duration from diagnosis to OK (years)	2.8 ± 2.2 (0.6 to 8.1)	0.8 ± 0.3 (0.6 to 1.4)	<0.001
Duration from OK to final follow-up (years)	3.5 ± 1.8 (1.0 to 6.9)	3.4 ± 1.5 (1.6 to 6.0)	0.9 [†]
SE change (D)/year (diagnosis-OK)	-0.6 ± 0.3 (-1.0 to -0.1)	-1.6 ± 0.4 (-2.4 to -1.0)	<0.001 [†]
SE change (D)/year (OK-final follow-up)	-0.2 ± 0.2 (-0.7 to 0.2)	-0.3 ± 0.3 (-0.9 to 0.0)	0.2 [†]
SE change (D) 1 year before OK	-0.8 ± 0.5 (-2.3 to 0.0)	-1.4 ± 0.4 (-2.0 to -0.8)	<0.001 [†]
SE change (D) 1 year after OK	-0.1 ± 0.2 (-0.8 to 0.0)	-0.3 ± 0.3 (-1.0 to 0.1)	0.05 [†]
Axial length change (mm)/year (OK-final follow-up)	0.1 ± 0.1 (-0.1 to 0.3)	0.2 ± 0.1 (0 to 0.6)	0.001

Values are presented as mean ± standard deviation (range). ‘Group 1’ means myopic progression rate less than 1 D/year. ‘Group 2’ means myopic progression rate more than 1 D/year.

SE = spherical equivalent refractive error; D = diopter; OK = orthokeratology lens.

*Two sample *t*-test; [†]Mann Whitney *U*-test.

Table 3. Comparison between 2 groups according to the age at orthokeratology lens treatment

	Group 1 (27 eyes)	Group 2 (22 eyes)	p-value
Age at diagnosis (years)	7.4 ± 1.1 (5.1 to 9.0)	9.7 ± 2.5 (5.6 to 14.7)	<0.001*
SE at diagnosis (D)	-1.4 ± 1.3 (-4.0 to 1.0)	-1.6 ± 1.9 (-7.0 to 0.0)	0.7 [†]
Age at OK (years)	8.4 ± 0.9 (6.6- to 8)	12.5 ± 1.5 (10.2 to 15.3)	<0.001*
SE at OK (D)	-2.7 ± 1.0 (-5.0 to -2.0)	-3.6 ± 2.0 (-7.0 to -1.0)	0.06 [†]
Age at final follow-up (years)	12.3 ± 1.6 (10.2 to 15.6)	15.6 ± 1.8 (11.6 to 17.5)	<0.001 [†]
SE at final follow-up (D)	-4.5 ± 1.9 (-8.0 to -2.0)	-4.2 ± 2.4 (-8.0 to -1.0)	0.6 [†]
Axial length at OK (mm)	24.7 ± 0.8 (23.0 to 25.9)	25.0 ± 1.0 (23.3 to 26.4)	0.2*
Axial length at final follow-up (mm)	25.5 ± 0.8 (24.1 to 27.0)	25.3 ± 0.9 (24.0 to 27.0)	0.4 [†]
Duration from diagnosis to OK (years)	1.0 ± 0.5 (0.5 to 2.2)	2.7 ± 2.3 (0.6 to 8.1)	0.001 [†]
Duration from OK to final follow-up (years)	3.8 ± 1.6 (1.6 to 6.9)	3.0 ± 1.5 (1.0 to 6.4)	0.1*
SE change (D)/year (diagnosis-OK)	-1.4 ± 0.6 (-2.4 to -0.6)	-0.7 ± 0.3 (-1.1 to -0.1)	<0.001*
SE change (D)/year (OK-final follow-up)	-0.4 ± 0.3 (-0.9 to 0.0)	-0.2 ± 0.2 (-0.7 to 0.2)	0.002*
SE change (D) 1 year before OK	-1.3 ± 0.5 (-2.3 to -0.5)	-0.8 ± 0.3 (-1.4 to 0.0)	<0.001*
SE change (D) 1 year after OK	-0.3 ± 0.2 (-1.0 to 0.1)	-0.04 ± 0.1 (-0.3 to 0.0)	<0.001 [†]
Axial length change (mm)/year (OK-final follow-up)	0.2 ± 0.1 (0.0 to 0.6)	0.1 ± 0.2 (-0.1 to 0.3)	<0.001 [†]

Values are presented as mean ± standard deviation (range). ‘Group 1’ means age at orthokeratology lens <10 years. ‘Group 2’ means age at orthokeratology lens ≥10 years.

SE = spherical equivalent refractive error; D = diopter; OK = orthokeratology lens.

*Two sample *t*-test; [†]Mann Whitney *U*-test.

나 안축장 증가 정도는 렌즈 착용 전 근시 진행 정도가 심한 군이 0.2 mm/year로 렌즈 착용 전 근시 진행 정도가 적었던 군의 0.1 mm/year에 비해 의미 있게 큰 변화를 보였다($p=0.001$). 각막굴절교정렌즈 착용 연령에 따라 10세 미만에서 착용한 군과 10세 이상에서 착용한 군의 렌즈 착용 전 근시 진행 정도는 각각 -1.4D/year, -0.7D/year에서 렌즈 착용 후 근시 진행 정도가 각각 -0.4D/year, -0.2D/year로 두 군 모두에서 렌즈 착용 후 근시 진행 정도가 모두 감소하였

다. 렌즈 착용 1년 전 근시 진행 정도는 10세 미만 군에서 -1.3D, 10세 이상 군에서 -0.8D로, 렌즈 착용 1년 후 각각 -0.3D, -0.04D로 감소하였다. 안축장 변화에서는 10세 미만 군이 0.2 mm/year, 10세 이상 군이 0.1 mm/year로 어린 나이에서 렌즈를 착용할수록 근시 진행과 안축장 증가가 더 큰 것을 확인할 수 있었다.

과거 많은 문헌에서 각막굴절교정렌즈가 근시 진행을 늦춘다고 보고하였다. Charm and Cho⁸은 35명을 대상으로

각막굴절교정렌즈 착용한 군과 안경(single-vision spectacles)을 착용한 군의 안축장과 유리체방 깊이를 비교하였다. 2년 동안 각막굴절교정렌즈군과 안경 착용군의 평균 안축장 변화는 각각 0.29 mm, 0.54 mm, 유리체방 깊이 변화는 0.23 mm, 0.48 mm로 각막굴절교정렌즈 착용군이 통계적으로 유의하게 작은 변화를 보였다. Walline et al⁴은 각막굴절교정렌즈 착용이 소프트콘택트렌즈 착용에 비해 안축장 0.16 mm, 유리체방 깊이 0.10 mm가 더 작은 것으로 보고하였다. Kakita et al⁵은 45명 90안의 각막굴절교정렌즈군과 60명 120안의 안경 착용군을 2년 동안 비교하여, 안축장 증가가 각각 0.39 mm, 0.61 mm로 보고하였다. Hiraoka et al⁶은 5년 후 안축장 증가가 각막굴절교정렌즈군 0.99 mm, 안경군 1.41 mm로 보고하였다. 그러나 대부분의 연구는 각막굴절교정렌즈를 착용하는 군과 안경이나 콘택트렌즈를 착용하는 대조군 간의 비교하여 보고하였다. Swarbrick et al¹⁴은 기존의 연구 한계점은 극복하기 위해 26명의 근시환자를 대상으로 1년 동안 양안을 번갈아 가면서 한쪽은 각막굴절교정렌즈를 반대편 눈은 경성콘택트렌즈를 착용시킨 뒤 구면렌즈대응치와 안축장을 비교해 본 결과 각막굴절교정렌즈에 비해 경성콘택트렌즈군에서 의미 있는 근시 진행과 안축장 증가가 있었다. Chan et al¹⁵은 일란성 쌍생아를 대상으로 한 명은 각막굴절교정렌즈, 다른 한 명은 안경을 착용한 결과 각막굴절교정렌즈 착용자의 구면렌즈대응치와 안축장 변화가 적었던 사례를 보고하기도 하였다. 그러나 임상적으로 양안의 다른 종류의 치료를 하는 것은 윤리적으로 문제가 될 수 있고 장기간의 경과 관찰이 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 같은 대상군에서 각막굴절교정렌즈를 착용 전후의 근시 진행 정도를 비교하는 것이 의미 있다고 생각하였다. 그 결과 각막굴절교정렌즈를 착용하기 전 근시 진행률은 -1.1D/year에서 렌즈 착용 후 -0.3D/year로 감소함을 알 수 있었다. 또한 렌즈 착용 후 안축장 증가는 0.2 mm/year로 과거 문헌과 비슷한 결과를 보였다.

각막굴절교정렌즈를 착용한 뒤 안축장 증가에 영향을 미칠 수 있는 인자들에 대한 과거 문헌 중 Kakita et al⁵은 2년 경과 관찰 동안 초기 근시가 적을수록 안축장 증가가 많은 것으로 보고하면서, 근시가 높을수록 중심 각막이 편평해지면서 주변부 각막곡률의 증가(oblake)되어 주변부 원시의 감소를 더욱 증대시킨 것이 안축장 증가를 억제하는 데 영향을 줬을 것으로 보고하였다. Hiraoka et al⁶은 5년 경과 관찰 동안 초기 연령이 낮을수록 안축장 증가가 많은 것으로 보고하면서 초기 각막굴절교정렌즈로 치료를 시작하는 것이 안축장 증가 억제에 더 큰 효과를 줄 것으로 제시하였다. Santodomingo-Rubido et al⁷은 연령이 낮을수록, 각막곡

률이 작을수록 안축장 증가가 많았다고 보고하였다. 본 연구에서는 렌즈 착용 후 평균 3.5년 동안 초기 연령이 낮을수록, 초기 근시가 적을수록 안축장 증가 정도가 많았는데, 이는 과거 논문과 비슷한 결과였다. 그외에 각막굴절교정렌즈 처방 전 근시 진행이 빠를수록, 초기 안축장이 짧을수록 안축장 증가 정도가 늘어났다.

또한 저자들은 렌즈 처방 전 근시 진행 정도에 따라 근시 진행이 적은 군(1군)과 많은 군(2군)으로 나누어 비교해 본 결과 근시 진행이 적은 군에서 렌즈 처방 연령이 더 높았고, 근시 진단 후 처방까지 기간이 더 긴 것으로 나타났다. 렌즈 처방 후에는 근시 진행 속도가 1군 -0.2D/year, 2군 -0.3D/year로 의미 있는 차이가 없었으나 안축장 증가는 1군 0.1 mm/year, 2군 0.2 mm/year로 2군에서 안축장 증가가 더 많았다. 즉, 근시 진행 정도가 많은 군도 각막굴절렌즈를 착용하면 의미 있는 근시 진행 감소 및 안축장 증가 억제를 보였으므로 근시 진행이 많은 경우 더욱 적극적으로 각막굴절교정렌즈의 사용을 고려해 볼 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구는 근시에 영향을 미치는 유전적, 환경적 요인이 유사한 상태에서 각막굴절교정렌즈의 효과를 비교해 보고자, 근시환자에서 각막굴절교정렌즈 착용 전후의 근시 진행 정도를 비교하였다. Hyman et al¹⁶이 나이가 어릴수록 근시 진행 정도가 빨랐던 것으로 보고한 것처럼, 연령은 근시 진행 속도에 영향을 줄 것으로 생각된다. 본 연구에서도 렌즈 착용 연령에 따라 비교 분석한 결과 렌즈 착용 연령이 낮은 군(<10세)에서 렌즈 착용 전후 근시 진행 정도, 렌즈 착용 1년 전후 근시 진행, 안축장 증가에서 더 큰 변화를 보였다. 비록 연령에 따라 렌즈 착용 전후의 근시 진행 정도의 차이는 있었지만, 두 군 모두에서 렌즈 착용 전의 근시 진행이 각각 -1.4D/year, -0.7D/year에서 -0.4D/year, -0.2D/year로 감소함을 확인할 수 있었다.

그러나 본 연구는 대상자의 연령이 증가하면서 발생할 수 있는 근시 진행 정도의 차이를 완벽히 보정하지 못한 한계점을 가지고 있다. 렌즈 착용 전 안축장 변화를 측정하지 못했던 점, 렌즈 착용 후 근시 진행을 평가할 때 현성굴절검사를 시행한 점 등이 본 연구의 한계점으로 생각된다. 그러나 다른 논문과 달리 같은 대상군의 각막굴절교정렌즈 처방 전후를 분석한 점, 렌즈 처방 전 근시 진행 정도에 따라 렌즈 처방 후 근시 진행 억제 정도를 비교한 점은 본 연구가 가지는 의의가 될 것이다. 향후 연구에서는 연구 대상자 및 경과 관찰기간을 늘리고, 근시 진행 정도에 영향을 미칠 수 있는 인자들을 보정하는 노력이 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) 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.
- 2) Li SM, Li SY, Kang MT, et al. Near work related parameters and myopia in Chinese children: the Anyang childhood eye study. *PLoS One* 2015;10:e0134514.
- 3) Cho P, Cheung SW, Edwards M. The longitudinal orthokeratology research in children (LORIC) in Hong Kong: a pilot study on refractive changes and myopic control. *Curr Eye Res* 2005;30:71-80.
- 4) Walline JJ, Jones LA, Sinnott LT. Corneal reshaping and myopia progression. *Br J Ophthalmol* 2009;93:1181-5.
- 5) Kakita T, Hiraoka T, Oshika T. Influence of overnight orthokeratology on axial elongation in childhood myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52:2170-4.
- 6) Hiraoka T, Kakita T, Okamoto F, et al. Long-term effect of overnight orthokeratology on axial length elongation in childhood myopia: a 5-year follow-up study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2012;53:3913-9.
- 7) Santodomingo-Rubido J, Villa-Collar C, Gilmartin B, Gutiérrez-Ortega R. Factors preventing myopia progression with orthokeratology correction. *Optom Vis Sci* 2013;90:1225-36.
- 8) Charm J, Cho P. High myopia-partial reduction ortho-k: a 2-year randomized study. *Optom Vis Sci* 2013;90:530-9.
- 9) Cho P, Cheung SW. Retardation of myopia in Orthokeratology (ROMIO) study: a 2-year randomized clinical trial. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2012;53:7077-85.
- 10) Chen C, Cheung SW, Cho P. Myopia control using toric orthokeratology (TO-SEE study). *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013;54:6510-7.
- 11) Saw SM, Shankar A, Tan SB, et al. A cohort study of incident myopia in Singaporean children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:1839-44.
- 12) Mutti DO, Mitchell GL, Moeschberger ML, et al. Parental myopia, near work, school achievement, and children's refractive error. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002;43:3633-40.
- 13) Hammond CJ, Snieder H, Gilbert CE, Spector TD. Genes and environment in refractive error: the twin eye study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2001;42:1232-6.
- 14) Swarbrick HA, Alharbi A, Watt K, et al. Myopia control during orthokeratology lens wear in children using a novel study design. *Ophthalmology* 2015;122:620-30.
- 15) Chan KY, Cheung SW, Cho P. Orthokeratology for slowing myopic progression in a pair of identical twins. *Cont Lens Anterior Eye* 2014;37:116-9.
- 16) Hyman L, Gwiazda J, Hussein M, et al. Relationship of age, sex, and ethnicity with myopia progression and axial elongation in the correction of myopia evaluation trial. *Arch Ophthalmol* 2005;123:977-87.

= 국문초록 =

각막굴절교정렌즈 착용 전후 근시 진행의 변화

목적: 각막굴절교정렌즈를 착용하기 전후의 근시 진행 정도를 비교하고자 하였다.

대상과 방법: 각막굴절교정렌즈 착용 전 최소 6개월 이상 근시로 본원을 내원한 26명 49안을 대상으로 조절마비굴절검사 또는 현성굴절검사, 저간섭성반사계(Lenstar LS900® Haag-Streit AG, Koeniz, Switzerland)를 시행하여, 렌즈 착용 전후의 구면렌즈대응치 및 안축장의 변화를 비교하고, 안축장 증가와 관련된 인자에 대해 분석하였다. 또한 렌즈 착용 전의 근시 진행 정도가 1D/year 미만인 군과 1D/year 이상인 군으로 나누어 렌즈 착용 후 구면렌즈대응치 및 안축장 변화를 비교하였다.

결과: 각막굴절교정렌즈를 착용하기 전 근시 진행 정도는 -1.1D/year에서 렌즈 착용 후 -0.3D/year로 감소하였다($p < 0.001$). 렌즈 착용 나이가 어릴수록, 렌즈 착용 시 근시가 적을수록, 렌즈 착용 전 근시 진행 정도가 심할수록, 렌즈 착용 전 안축장이 짧을수록 안축장 증가 정도가 컸다($p < 0.001$, $p = 0.004$, $p = 0.007$, $p < 0.001$). 근시 진행 정도에 따른 비교에서 안축장 증가는 근시 진행 정도가 많은 군이 0.2 mm/year로 근시 진행 정도가 적었던 군의 0.1 mm/year에 비해 의미 있게 큰 결과를 보였다($p = 0.001$).

결론: 각막굴절교정렌즈의 착용 후 근시 진행 정도는 렌즈 착용 전에 비해 유의하게 감소되었다.

<대한안과학회지 2019;60(7):620-626>

정호길 / Ho Gil Jung

삼육서울병원 안과
Department of Ophthalmology,
Sahmyook Medical Center

