

각막굴절교정학 렌즈 착용이 산란에 미치는 영향

The Effects of Overnight Orthokeratology Lens Wear on Ocular Scatter

전혜민 · 안동섭 · 이동준 · 문상정 · 이경현

Hye Min Jeon, MD, Dong Seob Ahn, MD, Dong Jun Lee, MD, Sang Jeong Moon, MD, Kyung Heon Lee, MD

부산성모안과병원

Busan Sungmo Eye Hospital, Busan, Korea

Purpose: To evaluate the change of visual quality after wearing orthokeratology lenses overnight.

Methods: This study included 13 patients (24 eyes) who wore orthokeratology lenses for the first time. Visual quality was assessed with the optical quality analysis system (OQAS) using the double-pass technique. The value of modulation transfer function (MTF) cutoff, Strehl ratio, and objective scatter index (OSI) were measured at baseline and 4 weeks after wearing the lenses.

Results: The mean spherical equivalent decreased from -2.70 ± 1.03 diopters (D) to 0.03 ± 0.36 D after 4 weeks of wearing orthokeratology lenses and uncorrected visual acuity improved from log MAR 0.88 ± 0.17 to log MAR 0.03 ± 0.04 . The MTF cutoff decreased from 38.20 ± 11.01 to 34.79 ± 10.30 and the Strehl ratio decreased from 0.24 ± 0.07 to 0.21 ± 0.07 but without statistical significance. The OSI significantly increased from 0.38 ± 0.19 to 0.72 ± 0.40 after wearing orthokeratology lenses.

Conclusions: Orthokeratology lenses were effective for correction of myopia and astigmatism. The OSI increased after wearing the lenses, but MTF cutoff and Strehl ratios were not affected.

J Korean Ophthalmol Soc 2014;55(11):1595-1599

Key Words: OQAS, Orthokeratology, Scatter

각막굴절교정학(Orthokeratology)이란 경성 콘택트렌즈를 착용하여 각막의 곡률을 변화시켜 굴절 이상을 교정하는 방법으로,¹ 초기에는 낮은 효과와 예측성으로 널리 사용되지 않았다. 하지만 렌즈 디자인의 발전으로 정확도가 향상되고, 특히 rigid gas-permeable (RGP) 렌즈와 역기하(reverse-geometry) 원리가 소개되면서 취침 시 렌즈의 착용으로 낮 동안

의 굴절이상 교정이 가능하게 되어 사용이 점차 증가하고 있다.^{2,3} 각막굴절교정학 렌즈는 수술에 의하지 않고 시력 교정이 가능하고 렌즈 착용의 중단으로 복원이 가능한 장점이 있으며, 국내외 여러 논문에서 효과와 안정성이 보고되었다.⁴⁻⁶

각막굴절교정학 렌즈가 근시와 난시를 줄이는 데는 효과적인 것으로 나타났지만, 최근에는 시력의 질에 대한 관심이 높아지면서 렌즈 착용이 고위수차에 미치는 변화에 대한 연구들이 이루어졌다. Hiraoka et al⁷은 각막굴절교정학 렌즈를 착용하여 성공적으로 교정이 이루어진 경우에도 고위수차는 유의하게 증가한다고 하였으며, Stillitano et al⁸은 각막굴절교정학 렌즈의 시험 착용 후 웨이브프론트 분석을 시행한 연구에서 고위수차 중 특히 spherical aberration과 coma가 증가하는 것을 보고하였다.

현재 사용되고 있는 역기하렌즈는 중심부 각막을 편평하게

■ Received: 2014. 4. 26. ■ Revised: 2014. 5. 22.

■ Accepted: 2014. 10. 16.

■ Address reprint requests to Sang Jeong Moon, MD
Busan Sungmo Eye Hospital, #409-1 Haeun-daero,
Haeundae-gu, Busan 612-823, Korea
Tel: 82-51-743-0775, Fax: 82-51-743-0776
E-mail: pinmed@hanmail.net

* This study was presented as a narration at the 109th Annual Meeting of the Korean Ophthalmological Society 2013.

© 2014 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.

눌러주는 기본 커브(base curve), 눌러진 각막이 밀려 들어가는 공간 역할을 하는 가파른 커브(reverse, steeper curve), 렌즈를 안정적으로 정렬시키는 커브(alignment curve), 그리고 눈물순환을 돕고 렌즈 제거를 용이하게 하는 주변부 커브(peripheral curve)로 구성되어 있다. 역기하렌즈의 착용 시 중심부 각막은 얇아지고 중간주변부(mid-periphery)는 두꺼워지는 변화가 빠르게 일어나며,⁹ 이러한 변화는 고위수차뿐 아니라 산란(scattering)에도 영향을 미칠 수 있다. 하지만 국내외에서 역기하렌즈 착용이 산란에 미치는 영향에 대한 연구는 이루어지지 않았다.

이에 저자들은 광학수차와 산란을 모두 반영하는 The Optical Quality Analysis System (OQAS, Visiometrics SL, Spain) 검사를 통하여 각막굴절교정학 렌즈 착용 후 시력의 질 변화에 대해 알아보고자 하였다.

대상과 방법

2012년 11월부터 2013년 2월까지 본원에서 처음으로 각막굴절교정학 렌즈를 처방 받아 착용한 환자를 대상으로 하였다. 대상자 중 -4.50diopter (D) 이하의 근시와 -1.50D 이하의 난시를 가지고 나이가 7세 이상이며, 각막곡률 측정에서 편평한 곡률이 40.00D에서 45.00D 사이의 값을 가지는 13명 24안이 연구에 포함되었다. 다른 안과적 질환을 가지고 있거나 과거력이 있는 경우, 매체 혼탁이 있는 경우는 연구에서 제외시켰다.

각막굴절교정학 렌즈는 5개의 커브를 가진 CH2 디자인의 Ortho-K LK Lens (Lucid Korea lens®, Lucid Korea, Seoul, Korea)를 처방하였으며, 렌즈의 재질은 Boston XO 이고 산소투과율이 $140 \text{ (cm} \cdot \text{mL} \cdot \text{O}_2 \text{)} / \text{(sec} \cdot \text{mL} \cdot \text{mmHg)} \cdot 10^{-11}$ 으로 높은 것이 장점이다. 환자가 렌즈를 시험 착용한 상태에서 세극등현미경 검사를 통해 형광 염색 양상(fluorescein staining pattern)을 관찰하였고, 중심부 3-5 mm는 접촉되어 검게 보이며, 중간주변부는 염색약이 고여 밝고 균일한 고리 모양을 나타낼 때, 눈 깜박임 시 렌즈가 1-2 mm 정도 움직일 때, 시험 착용 1-4시간 후 각막지형도 검사에서 황소 눈 모양(bull's eye pattern)을 나타나면 렌즈 처방이 적절한 것으로 판단하였다.

착용 전 세극등현미경 검사, 현성굴절검사, 시력검사, 자동각막곡률계(auto RK-5, Cannon, Japan), 각막지형도 검사(Oculus Keratograph, Germany), 그리고 OQAS (Visiometrics SL, Spain) 측정을 시행하였다. 모든 환자는 매일 밤 취침 전 10분 이상, 취침 시 적어도 8시간 이상 연속적으로 렌즈를 착용하도록 교육하였고, 착용 4주 이후 오전에 내원하여 검사를 시행하였다. 현성굴절검사상 구면렌즈 대응치가

-0.25D 미만, 나안시력이 소수시력으로 0.8 이상을 교정 성공으로 간주하였으며, 알레르기 반응이나 각막염 발생 등의 특이사항이 없을 경우 OQAS를 측정하였다. OQAS 측정은 렌즈 착용 전과 후에 동일한 환경에서 4 mm 동공 크기로 측정하였으며, 렌즈 착용 전에는 환자의 근시와 난시를 완전 교정한 상태에서, 착용 후에는 0.50D 이상의 난시만 교정한 상태에서 시행하였다. 변조전달기능(MTF cutoff), Strehl ratio, point spread function (PSF), 객관적 산란지수(objective scatter index, OSI) 등을 측정하여 렌즈 착용 전, 후 값을 비교하였다.

시력은 모두 로그 대응치(logMAR)로 전환하여 통계처리하였으며, 결과의 분석은 SPSS Version 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 통계프로그램을 이용하였다. 렌즈 착용 전후의 변화를 확인하기 위해 Wilcoxon signed ranked test를 이용하였고, 모든 통계 분석에서 유의도(p-value) 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 판단하였다.

결 과

대상자는 13명 24안이었고, 남녀비율은 6:7, 좌안 및 우안의 빈도는 13:11로 비슷하였다. 대상군의 평균 나이는 10.3 ± 6.5세, 평균 경과관찰 기간은 36.5 ± 8.1일이었다(Table 1).

현성굴절검사상 구면렌즈 값은 렌즈 착용 전 -2.42 ± 0.86D에서 렌즈 착용 후 0.20 ± 0.30D, 원주렌즈 값은 렌즈 착용 전 -0.56 ± 0.48D에서 렌즈 착용 후 -0.34 ± 0.35D로 모두 유의한 차이를 나타내었고($p < 0.05$), 구면렌즈대응치도 -2.70 ± 1.03D에서 0.03 ± 0.33D로 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 자동각막곡률계 검사상 각막곡률의 최소값은 렌즈 착용 전 43.37 ± 0.99D에서 착용 후 40.90 ± 1.31D로, 최대값은 44.50 ± 1.20D에서 42.29 ± 1.22D로 유의하게 감소하였고($p < 0.05$), 나안시력은 logMAR 0.88 ± 0.17에서 0.03 ± 0.04로 통계적으로 의미 있는 변화를 보였다($p < 0.05$) (Table 2).

OQAS 검사를 통해 특정된 MTF cutoff는 렌즈 착용 전

Table 1. Demographics of patients

	Patients
N (eyes)	13 (24)
Sex (M/F)	6:7
OD/OS	11:13
Age (years)	
Mean ± SD	10.3 ± 6.5
Range	7-31
Follow up period (days)	
Mean ± SD	36.5 ± 8.1
Range	27-50

Table 2. The refractive, keratometric variables, and visual acuity at baseline and 4 weeks after wearing orthokeratology lens

	Baseline	Post-treatment	p-value
Manifest sphere (diopter)	-2.42 ± 0.86	0.20 ± 0.30	<0.001
Manifest cylinder (diopter)	-0.56 ± 0.48	-0.34 ± 0.35	0.044
Spherical equivalent (diopter)	-2.70 ± 1.03	0.03 ± 0.33	<0.001
K _{min} [*]	43.37 ± 0.99	40.90 ± 1.31	<0.001
K _{max} [*]	44.50 ± 1.20	42.29 ± 1.22	<0.001
UDVA (log MAR)	0.88 ± 0.17	0.03 ± 0.04	<0.001

Values are presented as mean ± SD.

UDVA = uncorrected distance visual acuity.

^{*}Corneal curvature.

Table 3. Baseline and post-treatment retinal image-quality results

	Baseline		Post-treatment		p-value
	Mean ± SD	range	Mean ± SD	range	
MTF cutoff (cycles/degree)	38.20 ± 11.02	19.39-55.39	34.79 ± 10.30	19.04-54.61	0.262
Strehl ratio	0.24 ± 0.07	0.12-0.40	0.21 ± 0.07	0.11-0.40	0.115
Width at 50%	3.46 ± 1.15	5.84-2.15	4.03 ± 1.29	6.60-2.26	0.104
Width at 10%	10.22 ± 2.94	17.08-5.82	12.19 ± 4.68	27.04-6.04	0.086
OSI	0.38 ± 0.19	0.10-0.80	0.72 ± 0.40	0.20-1.90	<0.001

MTF = modulation transfer function; OSI = objective scatter index.

38.20 ± 11.02 (cycles/degree)에서 착용 후 34.79 ± 10.30 (cycles/degree)로 감소하였고($p=0.26$), strehl ratio는 렌즈 착용 전 0.24 ± 0.07에서 착용 후 0.21 ± 0.07로 감소하였으나($p=0.12$), 두 값 모두 통계학적 유의성은 없었다. OSI는 렌즈 착용 전 0.38 ± 0.19에서 렌즈 착용 후 0.72 ± 0.40으로 의미 있게 증가하였다($p<0.01$) (Table 3).

고 찰

각막굴절교정학은 각막의 형태를 변화시켜 굴절이상을 교정하는 방법으로, 수술적 치료에 비해 부작용이 적으며 쉽게 처방할 수 있다는 장점이 있다. 또한 근시 및 난시의 진행 억제효과도 보고되고 있어 소아를 대상으로 착용이 점점 증가하고 있다. Lee et al¹⁰은 각막굴절교정학 렌즈를 착용한 군에서 1년간 근시 및 난시의 진행이 안경 착용군에 비해 유의하게 낮았다고 보고하였다. 또한 Kim et al¹¹의 연구에서는 렌즈 착용 후 초기부터 6개월까지의 구면렌즈 대응치의 평균변화량은 대조군과 차이가 없었으나, 6개월째로부터 12개월째까지 및 초기부터 12개월째까지의 변화량은 렌즈 착용군에서 통계적으로 유의하게 적었다.

시력교정을 위한 시술에는 방사상각막절개술(radial keratotomy, RK), 레이저각막절제술(photorefractive keratectomy, PRK), 라식(LASIK) 등의 수술적 방법과, 각막굴절교정학 렌즈의 착용이 있다. 이러한 시술은 모두 각막의 중심부 곡률을 편평하게 변화시키는 방법으로 각막에 의한 수차에 영향을 미치게 된다. 최근에는 시력의 질에 대한 관심

이 높아지면서 시력교정술 후 고위수차 분석을 통한 시력의 질 평가에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 여러 연구에서 RK, PRK, 그리고 LASIK 후 고위수차의 증가를 보고하였으며, 이는 근시 교정의 정도와 상관관계가 있는 것으로 나타났다.⁷ 또한, 각막굴절교정 렌즈를 이용한 시력 교정 후에도 고위수차가 증가하였으며 역시 근시 교정량과 상관관계가 있었다.^{7,8}

시력의 질을 결정하는 요소로는 앞서 언급한 수차와 산란(scatter)이 있다. 그동안 각막굴절교정학 렌즈 착용 후 시력의 질 평가로는 주로 웨이브프론트 수차계 측정과 대비감도검사를 이용하였으나, 수차계는 산란을 반영하지 못하며 대비감도검사는 환자의 응답에 의한 주관적인 검사라는 한계점이 있다. Double-pass system을 이용한 OQAS 장비는 수차와 산란을 모두 반영한 시력의 질을 정밀하고 객관적으로 분석할 수 있어, 백내장 수술이나 굴절교정수술 전후의 평가에 이용된다. Ondategui et al¹²은 PRK와 LASIK 수술 후 double-pass system을 이용하여 광학의 질을 평가하였는데, PRK 군에서는 MTF cutoff가 38.18 (c/deg), strehl ratio가 0.213, OSI가 1.00이었고, LASIK 군에서는 MTF cutoff가 33.43 (c/deg), strehl ratio가 0.201, 그리고 OSI가 1.07로 두 군 간의 유의한 차이는 없었다. 본 연구에서 각막굴절교정학 렌즈 착용 후 시행한 검사에서는 MTF cutoff가 34.79 (c/deg), strehl ratio가 0.21, OSI가 0.72로 비슷하거나 나은 결과를 보였다.

본 연구에서 각막굴절교정학 렌즈 착용 전후 MTF cutoff, strehl ratio는 유의한 변화를 보이지 않았지만, 안구 매

체를 통과한 빛이 망막에 도달할 때 상(image)의 깨짐 정도를 나타내는 OSI 값은 유의한 증가를 보였다. 평균 -2.42D 근시 환자를 대상으로 렌즈 착용 후 OSI가 0.34 증가하였으나, 렌즈 착용 후의 OSI는 0.72로 착용 전보다 유의한 증가를 보였음에도 불구하고 젊고 건강한 성인의 정상 기준인 1.0 내의 수치를 보였다. Ondategui et al¹²은 PRK, LASIK 수술 후 광학적 질의 변화를 연구하였는데, 구면렌즈 값이 각각 -3.16D, -3.23D인 환자를 대상으로 굴절수술을 시행하여 수술 전 OSI 값에 비해 PRK 후에는 1.48, LASIK 후에는 1.57이 각각 증가하였다고 보고한 바 있다.

RK, PRK, LASIK, 그리고 각막굴절교정학 렌즈 착용 등의 시력교정술 후 고위수차의 변화에 관한 연구에서는 근시 교정량이 증가할수록 고위수차도 증가하는 결과를 보였다.^{7,8} 하지만 본 연구에서는 대상자를 렌즈 착용 전후 OSI 증가량이 0.4 미만인 군과 0.4 이상인 군으로 나누었을 때, 평균 근시교정량은 각각 2.61D, 2.84D로 두 군 간의 유의한 차이는 관찰되지 않았다.

콘택트렌즈 착용은 각막의 구조를 변화시키고 각막의 정상 생리를 교란시킴으로써 각막의 투명성 저하를 가져와 결과적으로 빛의 산란을 증가시킨다고 알려졌다.^{13,14} 이러한 변화는 경성 콘택트렌즈 착용 시에도 발생하며, 렌즈의 재질, 크기, 중심위치에 따라 영향을 받는다.¹⁵ Mitchell and Elliott¹⁵은 경성 콘택트렌즈를 착용하면 산란이 증가하지만, 렌즈 제거 후에는 정상화된다고 보고하였다. 반면, van der Meulen et al¹⁶은 빛의 산란을 측정하는 C-quant 스트레이아이트기(Oculus GmbH, Wetzlar, Germany)를 이용한 연구에서 경성 콘택트렌즈를 착용 시 산란이 증가되고 렌즈 제거 후에는 유의하게 낮아지지만, 정상안과 비교했을 때는 여전히 높은 값을 나타내며, 이는 렌즈에 의한 각막상피와 기질의 미세한 변화가 렌즈 제거 후에도 지속되어 산란을 증가시키는 것이라고 설명하였다.

역기하렌즈의 착용 후, 각막 두께의 변화는 여러 연구에서 보고되었다. Swarbrick et al¹⁷은 렌즈 착용 후 각막 중심부는 얇아지고 주변부는 두꺼워지는 변화를 관찰하였고, 이는 중심부 상피가 얇아지고 주변부 기질이 두꺼워지기 때문이라고 하였다. 반면, Nichols et al³은 렌즈의 착용으로 각막 중심부 상피세포가 주변부로 재분포되면서 두께의 변화가 발생한다고 하였고, Jeong et al¹⁸은 가토안을 이용한 동물 실험에서 이를 뒷받침하는 해부조직학적인 변화를 확인하였다. Elliott et al¹⁴은 렌즈 착용 후에 각막기질의 변화는 상대적으로 적으며, 산란에 미치는 영향도 각막상피의 변화에 비해 낮고, 10% 이상의 기질 부종이 발생하여야 산란의 유의한 변화를 일으킨다고 하였다. 이처럼 각막의 각 층이 어떤 변화를 일으키는지, 광학적 질의 변화에 어느 정

도 기여를 하는지에 대해서는 아직 논란이 있지만, 본 연구는 각막상피 또는 각막기질의 변화가 빛의 산란을 유의하게 변화시킬 수 있음을 확인할 수 있었다. 하지만 정확한 영향을 알기 위해서는 각막층 두께와 산란 정도의 상관성에 대한 분석이 필요할 것으로 생각한다.

결론적으로, 각막굴절교정학 렌즈는 정도의 난시를 가지고 있는 중등도 이하의 근시를 효과적으로 교정하였다. 또한 double-pass system을 이용한 산란 측정에서 렌즈 착용 후 MTF cutoff와 strehl ratio는 변화가 없었고, OSI는 유의한 증가가 관찰되었으나 정상 범주 이내의 변화를 보였다. 따라서 각막굴절교정학 렌즈의 착용은 우수한 광학적 결과를 보이는 효과적인 시력교정술 방법이며, 추후 더 많은 대상안과 장기적인 경과관찰을 통한 연구가 필요할 것으로 생각한다.

REFERENCES

- 1) Pearson R. The concept of orthokeratology in which corneal lenses are fitted in order to temporarily reduce or eliminate a refractive error. *Cont Lens Anterior Eye* 2000;23:67.
- 2) Sridharan R, Swarbrick H. Corneal response to short-term orthokeratology lens wear. *Optom Vis Sci* 2003;80:200-6.
- 3) Nichols JJ, Marsich MM, Nguyen M, et al. Overnight orthokeratology. *Optom Vis Sci* 2000;77:252-9.
- 4) Shin DB, Yang KM, Lee SB, et al. Effect of reverse geometry lens on correction of moderate-degree myopia and cornea. *J Korean Ophthalmol Soc* 2003;44:1748-56.
- 5) Yun YM, Kim MK, Lee JL. Change of corneal parameters after removing reverse geometry lens in moderate degree myopia. *J Korean Ophthalmol Soc* 2005;46:1478-85.
- 6) Mountford J. An analysis of the changes in corneal shape and refractive error induced by accelerated orthokeratology. *ICLC* 1997;24:128-44.
- 7) Hiraoka T, Matsumoto Y, Okamoto F, et al. Corneal higher-order aberrations induced by overnight orthokeratology. *Am J Ophthalmol* 2005;139:429-36.
- 8) Stillitano IG, Chalita MR, Schor P, et al. Corneal changes and wavefront analysis after orthokeratology fitting test. *Am J Ophthalmol* 2007;144:378-86.
- 9) Alharbi A, Swarbrick HA. The effects of overnight orthokeratology lens wear on corneal thickness. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003;44:2518-23.
- 10) Lee WH, Park YK, Seo JM, Shin JH. The inhibitory effect of myopic and astigmatic progression by orthokeratology lens. *J Korean Ophthalmol Soc* 2011;52:1269-74.
- 11) Kim JR, Chung TY, Lim DH, Bae JH. Effect of orthokeratologic lenses on myopic progression in childhood. *J Korean Ophthalmol Soc* 2013;54:401-7.
- 12) Ondategui JC, Vilaseca M, Arjona M, et al. Optical quality after myopic photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis: comparison using a double-pass system. *J Cataract Refract Surg* 2012;38:16-27.
- 13) Liesegang TJ. Physiologic changes of the cornea with contact lens

- wear. CLAO J 2002;28:12-27.
- 14) Elliott DB, Fonn D, Flanagan J, Doughty M. Relative sensitivity of clinical tests to hydrophilic lens-induced corneal thickness changes. Optom Vis Sci 1993;70:1044-8.
- 15) Mitchell S, Elliott DB. Light scatter changes due to corneal oedema and contact lens wear. J Br Contact Lens Assoc 1991;14:183-7.
- 16) van der Meulen IJ, Engelbrecht LA, van Vliet JM, et al. Straylight measurements in contact lens wear. Cornea 2010;29:516-22.
- 17) Swarbrick HA, Wong G, O'Leary DJ. Corneal response to orthokeratology. Optom Vis Sci 1998;75:791-9.
- 18) Jeong YJ, Lee HB, Park SP. The effect of RGP lens and reverse geometry lens on redistribution of corneal epithelial cell in rabbit. J Korean Ophthalmol Soc 2014;55:110-8.

= 국문초록 =

각막굴절교정학 렌즈 착용이 산란에 미치는 영향

목적: 각막굴절교정 콘택트렌즈 착용 후 시력의 질 변화를 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 처음으로 각막굴절교정 콘택트렌즈를 착용하는 24안을 대상으로 double pass 원리를 적용한 Optical quality analysis system (OQAS, Visionmetrics SL, Spain)을 이용하여 변조전달기능(MTF cutoff), Strehl ratio, 객관적 산란지수(OSI)를 측정하여 렌즈 착용 전과 4주 후를 비교하였다.

결과: 구면렌즈대응치는 -2.70 ± 1.03 diopter (D)에서 렌즈 착용 후 4주째 0.03 ± 0.36 D로 감소되었고, 나안시력은 logMAR 0.88 ± 0.17 에서 0.03 ± 0.04 로 호전되었다. MTF cutoff는 착용 전 38.20 ± 11.01 , 착용 후 34.79 ± 10.30 으로 감소하였고, Strehl ratio는 착용 전 0.24 ± 0.07 , 착용 후 0.21 ± 0.07 로 감소하였으나, 통계학적으로 유의한 변화는 없었다. OSI는 착용 전 0.38 ± 0.19 , 착용 후 0.72 ± 0.40 로 통계적으로 유의하게 증가하였다.

결론: 각막굴절교정학 콘택트렌즈는 착용은 근시, 난시를 효율적으로 교정하는 수단이었으며, 각막굴절교정학 렌즈착용은 OSI를 증가시키지만, MTF cutoff, Strehl ratio에는 영향을 미치지 않았다.

〈대한안과학회지 2014;55(11):1595-1599〉
