

역기하렌즈 착용 후 시력과 비구면계수의 관계

나정화 · 최정훈 · 양지욱 · 이영춘 · 김수영

가톨릭대학교 의과대학 안과 및 시과학교실

목적: 역기하렌즈를 착용한 환자에서 착용 전후 비구면계수와 착용 후 나안 시력의 관계에 대하여 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 역기하렌즈를 착용한 37명(68안)을 대상으로 착용 후 나안시력과 착용 전후 구면렌즈 대응치, 착용 전후 비구면계수와 상관계수를 알아보았다. 또한 나안시력의 변화량과 착용 전후 비구면계수의 상관계수를 분석하였다.

결과: 역기하렌즈 착용 후, 나안시력과 구면렌즈 대응치는 향상되었고, 비구면계수는 감소하였다($p < 0.05$). 착용 후 나안 시력은 착용 전후 모두 근시도가 높을수록 감소하였으며($p < 0.001$), 착용 전후 비구면계수와는 상관계수가 없었다($p = 0.358$). 나안시력의 변화량은 착용 전 비구면계수와 음의 상관계수를 보였다($p = 0.048$).

결론: 렌즈 착용 전 비구면계수가 음의 값이 클수록 시력의 변화량이 증가하였으며, 이는 착용 전 비구면계수가 시력의 호전 정도를 예측하는데 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다.

〈대한안과학회지 2009;50(5):670-676〉

각막굴절교정학(Orthokeratology)은 경성 렌즈를 이용하여 굴절 이상을 감소하거나 변형하거나 또는 제거하는 임상 기술을 의미한다.¹

과거의 각막굴절교정학에서는 각막의 만곡도를 편평하게 하기 위하여 단순히 더 편평한 렌즈를 착용하도록 하는데 주력하였다. 최근 개발된 역기하렌즈는 기본 커브를 각막보다 더 편평하게 함과 동시에 이차 커브를 만들어 주었는데, 이것은 기본 커브보다 더 가파른 형태를 가지는 디자인으로 되어 있다. 더 가파른 이차 커브로 인하여 처음에는 눈물이 고이는 “tear reservoir” 영역이 형성되는데 점차 중심 각막이 편평해짐에 따라 각막 조직의 재분포가 일어나 “tear reservoir” 영역을 재분포된 각막 조직이 채우게 된다.²

이러한 새로운 디자인의 렌즈는 이전의 전통적인 렌즈보다 더 빠른 속도로 중심부 각막을 편평하게 하면서 급격하게 근시를 감소시킬 수 있게 해 주었다. 일반적으로 역기하렌즈를 착용하는 사람들은 주로 야간에 잠자는 동안만 렌즈를 착용하면 주된 활동을 하는 주간에는 렌즈를 착용하지 않아도 정상인과 같은 시력을 유지할 수 있게 되었다. 이러한 편리함 때문에 역기하렌즈는 매우 인기있는 굴절

교정 수단이 되고 있다.

하지만, 역기하렌즈를 착용한 후 어느 정도의 근시가 감소할 것인지, 시력이 얼마나 향상할 것인지에 대하여 정확히 예측할 수 없다는 단점이 있다. 만약 정확히 예측할 수 있다면 좀더 선택적으로 역기하렌즈 착용의 대상자를 선정할 수 있을 것이고, 렌즈 착용 후 결과도 예상할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 각막 비구면계수, 근시 정도 등이 역기하렌즈 착용 후의 나안 시력과 상관계수가 있는지를 규명하고, 비구면계수가 렌즈 착용 후 나안 시력의 예측인자가 될 수 있을 것인지에 대하여 알아보고자 하였다.

대상과 방법

2004년 7월부터 2007년 12월까지 본원 안과에서 역기하렌즈를 처방 받아 착용하며 외래 경과 관찰한 환자 37명(68안)을 대상으로 의무기록을 후향적으로 분석하였다.

대 상

굴절 이상의 정도가 -1.0 diopter (D)에서 -7.25 D까지의 근시와 -2.0 D 이하의 난시를 가진 환자들을 대상으로 하였다. 대상자들은 과거에 안구 내 수술이나 굴절교정수술을 받은 적이 없었으며 안외상이나 각막 질환의 경험이 없었다. 안구건조증이나 약시, 사시, 안구진탕 또는 알리지성 각결막염 등의 질환이 있는 환자들은 대상에서 제외되었다 (Table 1).

■ 접 수 일: 2008년 6월 13일 ■ 심사통과일: 2009년 2월 10일

■ 통 신 저 자: 김 수 영

경기도 의정부시 금오동 65-1
가톨릭대학교 의정부성모병원 안과
Tel: 031-820-3587, Fax: 031-847-3418
E-mail: cassiopeia@catholic.ac.kr

* 본 논문의 요지는 2008년 대한안과학회 제99회 춘계학술대회에서 포스터로 발표되었음.

Table 1. Demographics of patients

Variables	Patients
N (Eyes)	37 (68)
Male /Female	7/30
OD/OS	35/33
Age (SD)	16.9 (7.63)
Median (Range)	15.0 (7.0~32.0)
Follow up months (SD)	9.2 (6.7)
Median (Range)	8.0 (1.0~31.0)

렌즈 디자인과 처방 및 착용

루시드 코리아에서 제조한 Ortho-K LK™ CH10.6 mm (Lucid Korea, Korea)라는 한 가지 모델의 역기하렌즈만 처방하였다. 이 렌즈의 재질은 Boston XO, 산소 투과율은 $140 \text{ cm} \cdot \text{mLO}_2/\text{sec} \cdot \text{ml} \cdot \text{mmHg} \cdot 10^{-11}$ 이었다. 이것은 구조적으로 5가지 커브를 가지고 있는데 기본 커브, 역 커브, 정렬 커브 1과 2, 그리고 주변부 커브이다. 5개의 커브를 기준으로 중심 영역, 피팅 영역, 정렬 영역, 주변부 영역이라는 4개의 영역으로 구성되며 그 직경은 각각 6.2 mm, 0.6 mm, 1.2 mm, 그리고 0.4 mm이다.

렌즈 처방은 각막 곡률치 및 각막 지형도 검사, 그리고 조절마비 하 굴절검사의 결과를 토대로 Ortho-K LK™의 처방지침에 따라 처방되었으며, 모든 환자들은 단일 처방자로부터 처방받았다.

환자가 렌즈를 시험 착용한 상태에서 세극등현미경을 통하여 렌즈의 움직임과 위치, 그리고 형광 염색 경향 (fluorescein staining pattern)을 관찰하였다. 눈 깜박임 시 렌즈가 1~2 mm 정도 움직이고 중심부에 안정적으로 위치하며 황소 눈 모양의 형광염색이 나타나면 환자에게 렌즈 처방이 적절한 것으로 간주하였다. 그리고 렌즈 착용 시의 시력 및 굴절 정도를 재확인 후 렌즈를 주문하였다.

모든 환자들에게 취침 전 10분 이상 렌즈를 착용하도록 하였고, 이어서 취침하는 동안 최소한 7시간 이상 지속적으로 렌즈를 착용하도록 교육하였다.

안과 검사 방법

나안 시력은 한천식 시력표(5M용)를 이용하여 5 meter 거리에서 측정하였고 그 거리에서 만약 환자가 시력표의 첫째 줄에 포함된 가장 큰 문자를 읽지 못하면 1 m 거리로 이동하여 측정하였다. 통계분석 시 LogMAR 시력으로 변환한 값을 이용하였다.

검영굴절검사기(Retinoscopy, Welch Allyn, USA)를 이용

하여 굴절 이상을 측정하고, 교차원주 렌즈(cross cylinder)를 사용하여 최대 교정시력을 구하는 자각식 굴절 검사를 시행하였다. 각 환자의 굴절이상의 정도는 구면렌즈대응치로 환산한 값을 이용하였다.

일반적으로 자동굴절검사기에 의한 굴절 검사와 검영법을 이용한 자각식굴절검사 두 가지 모두를 시행하게 된다. 그러나 그 두 가지 방법에 의한 구면렌즈대응치의 값이 차이가 나는 경우가 있다. 나안 시력과 높은 상관성을 보이는 것으로 알려진 것은 검영법을 이용한 자각식굴절검사로 측정한 구면렌즈대응치이다.³ 다른 보고에서도 자동굴절검사보다 검영법에 의한 자각식굴절검사가 렌즈 착용 후의 구면도수와 난시 등 굴절 변화의 분석에 더 유용하다고 하였다.^{4,5} 그리하여 본 연구에서는 자동굴절검사기에 의한 결과를 사용하지 않고, 검영법을 이용한 자각식굴절검사 시 측정한 구면렌즈대응치를 분석에 사용하였다.

각막 지형도 검사는 Orbscan™ II (Orbtext, Bausch & Lomb, USA)를 이용하여 비구면계수를 얻었다. 각막의 비구면 형상을 나타내는 비구면 방정식은 다음과 같이 표현된다.^{6,7}

$$x^2 + y^2 + (1+Q)z^2 - 2zR = 0$$

각막 표면의 정점을 원점으로 간주하고, x는 수평경선, y는 수직경선, z는 회전축, R은 정점의 곡률반경, 그리고 Q는 비구면계수를 의미한다. 타원면에서 장축장과 단축장을 각각 a, b라고 할 때, 이심률 e는 다음과 같은 방정식으로 나타낸다.⁸

$$e^2 = 1 - b^2/a^2$$

또한, 각막의 비구면계수 Q는 $-e^2$ 과 같다는 공식이 성립한다.⁹ 이러한 원리를 이용하여 Orbscan™ II에서 비구면계수를 산출하여 보여준다.¹⁰

한 차례 검사 시마다 한 안구당 3회 측정하여 평균값을 그 눈의 비구면계수로 정하였다.

역기하렌즈 처방을 받아 렌즈 착용을 시작한 이후, 하루 7시간 이상을 최소한 4주 이상, 평균 9.2개월 착용하였으며, 6개월 이상 착용한 환자는 전체의 63.8%였다. 외래 경과 관찰 시에는 렌즈 착용을 하지 않은 상태에서 적어도 두 시간 이상 지난 후 상기 검사들을 동일한 방식으로 시행하였다. 모든 검사는 단일 검사자에 의하여 시행되었다.

분석 방법

본 연구에서는 위에서 설명한 세 가지 안과검사 방법으로 측정된 값을 이용하였는데, 각각의 방법에 대하여 렌즈 처방 전과 처방 후 마지막 외래 경과 관찰 시의 결과에 대한 자료를 수집하였다. 그리고 그 자료들은 SPSS for Window

Table 2. Comparison of the unaided visual acuity, spherical equivalent and asphericity

Variables	Before wearing lens	After wearing lens	<i>p</i> -value
Visual acuity (SD) (LogMAR)	1.02 (0.34)	0.05 (0.15)	0.000
Median (Range)	1.10 (0.30~1.52)	0.00 (0.00~0.82)	
Spherical Equivalent (SD) (D)	-3.47 (1.73)	-0.64 (0.70)	0.000
Median (Range)	-3.25 (-7.25~-1.00)	-0.38 (-2.88~0.00)	
Asphericity (SD)	-0.34 (0.14)	-0.40 (0.19)	0.023
Median (Range)	-0.36 (-0.60~-0.01)	-0.40 (-0.87~-0.01)	

The visual acuity and myopia improved after wearing the lens. The asphericity decreased after lens wearing. This result means that the eyes become more prolate after wearing the reverse-geometry lens.

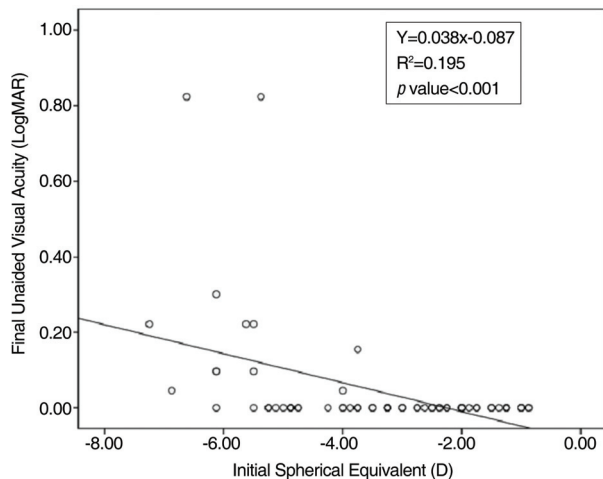


Figure 1. The relationship of the initial SE and the final VA. This graph shows that the eyes are more myopic, the visual acuity is worse.

(SPSS Version 13.0 Inc. Chicago, USA) 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. 시력, 굴절도, 그리고 비구면계수 등 각 측정치의 상관성 및 유의성 등을 확인하기 위하여 paired *t* 검정, 단순 선형 회귀 분석, 그리고 피어슨의 상관관계 분석 등의 방법을 이용하였다.

모든 통계 분석에서 유의도(*p* value) 0.05 미만인 경우만을 통계적으로 유의한 것으로 설정하였다.

결 과

역기하렌즈를 착용한 이후, 나안시력과 근시도는 착용 전보다 통계적으로 의미 있게 향상되었다. 각막 비구면계수는 렌즈 착용 후 유의하게 음(-)의 방향으로 증가하였다(Table 2).

환자들의 시력은 LogMAR로 변환 시 평균 0.98 ± 0.32 만큼 증가되었고, 근시도는 평균 2.83 ± 1.60 D 만큼 감소되었다.

역기하렌즈 착용 전후의 구면 렌즈 대응치와 역기하렌즈 착용 후의 나안 시력 사이에는 의미 있는 상관관계를 보였다(Fig. 1, 2). 근시 정도가 높을수록 착용 후의 나안시력이

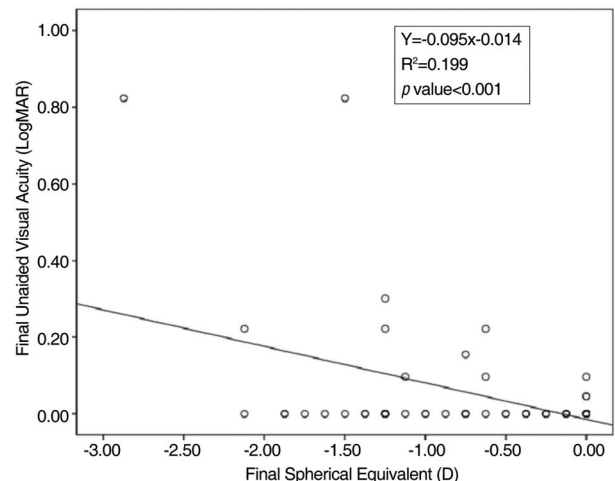


Figure 2. The relationship of the final SE and the final VA. This graph closely resembles the figure 1. Similarly the myopia is more severe, the visual acuity is worse.

나쁜 것으로 나타났다.

렌즈 착용 전의 난시 정도와 착용 후 나안시력은 통계적으로 유의한 상관관계는 없었으나 난시의 정도가 심할수록 나안 시력이 낮은 경향을 보였다(Fig. 3). 그리고 역기하렌즈 착용 전후의 각막 비구면계수와 착용 후 나안 시력 사이에는 의미 있는 상관관계는 없었다(Fig. 4, 5).

렌즈 착용 전 측정된 각막 비구면계수와 렌즈 착용 후 향상된 근시의 감소량 사이의 상관관계에서는 적률 상관 계수 0.154, 유의도 0.209로 상관관계가 없었으나, 렌즈 착용 전 각막 비구면계수와 나안시력의 변화량과의 사이에서는 통계적으로 유의한 음의 상관관계를 보였다($p=0.048$, Fig. 6). 렌즈 착용 후의 비구면계수는 나안시력의 변화량과 음의 상관관계를 보이는 경향이 있었으나 통계적으로 유의하지 않았다(Fig. 7).

고 찰

역기하렌즈가 비교적 안전하면서도 근시 교정 및 나안 시력 향상에 효과가 있다는 것은 이미 여러 연구에서 알려

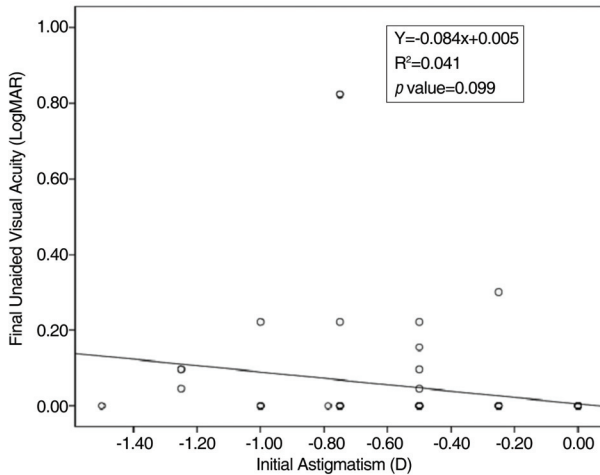


Figure 3. The relationship of the initial astigmatism and the final VA. This graph illustrates that the astigmatism is higher, the final visual acuity tends to be lower.

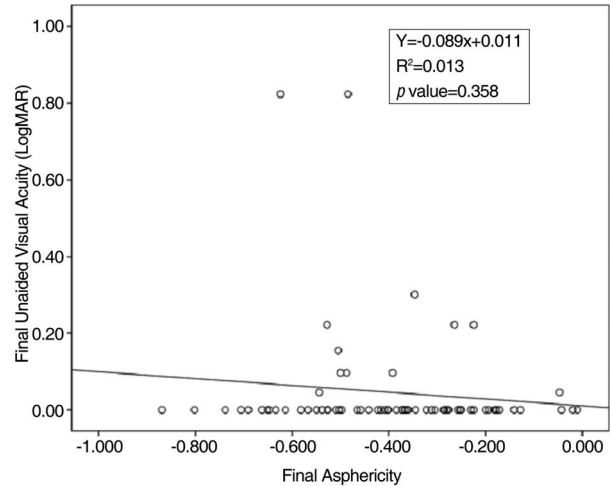


Figure 5. The relationship of the final asphericity and the final VA. The final asphericity did not have an effect on final visual acuity.

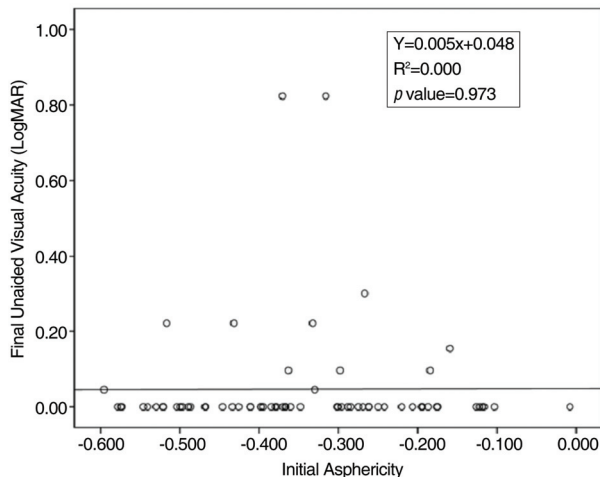


Figure 4. The relationship of the initial asphericity and the final VA. Initial asphericity did not affect the final visual acuity.

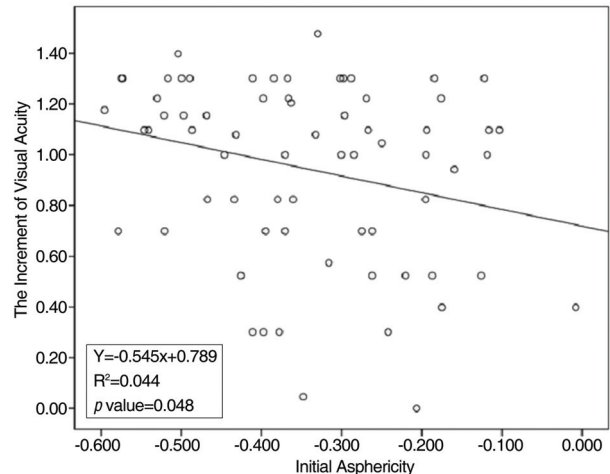


Figure 6. The relationship of the initial asphericity and the increment of VA. As the initial asphericity was lower, the increment of visual acuity was higher.

진 바이다.^{11,12} 그러나 렌즈를 착용한 후 개인별로 어느 정도의 근시가 개선될지, 나안시력의 향상은 얼마나 될지, 그리고 어느 정도의 기간이 걸려 목표하는 시력에 도달할지에 대한 예측도가 낮다는 것이 아직 해결하지 못한 과제 중 하나이다.

Carkeet et al¹³이 후향적으로 조사하여 보고한 바에 따르면 각막굴절교정술에 효과를 보인 군과 그렇지 않은 군 간에 안구의 경도, 각막 상피의 연약한 정도, 중심부와 주변부의 각막 두께, 각막의 크기, 그리고 눈 사이 거리 등은 차이가 없었다고 한다. 렌즈 착용 전 근시도의 정도가 높은 경우 교정 효과가 없었으며, 여러 가지 조사 대상들 중 초기 굴절 이상의 정도만이 굴절교정술의 예측인자가 될 수 있다고 하였다. 하지만, 환자들 중 서로 다른 정도의 굴절 이상

을 가지고 있는데 렌즈 착용 후 비슷한 나안 시력을 보이는 경우도 있고, 반대로 비슷한 굴절이상 정도를 가지고 있으면서도 렌즈 착용 후 서로 다른 나안 시력을 보이는 경우도 종종 있다. 각막 곡률치의 변화에 따른 결과도 마찬가지이다.¹⁴ 각막 곡률치보다 각막의 형태를 더 정확하게 나타내 주는 것이 각막의 편심률(e)이다. 각막의 비구면계수는 $-e^2$ 과 같다. 본 연구에서는 각막의 편심률에 따른 비구면계수가 나안 시력의 예측 인자가 될 수 있는지를 분석하였다.

각막이 중심에서 주변으로 갈수록 편평해지는 prolate ellipse 형상일 때, 비구면계수는 그 범위가 -1에서 0 사이에 있게 된다. 사람의 각막은 대부분 이 범위에 속한다. 만약 비구면계수가 0이라면 완전한 구형의 각막을 의미한다. 드물지만 중심에서 주변으로 갈수록 경사가 가파른 oblate ellipse

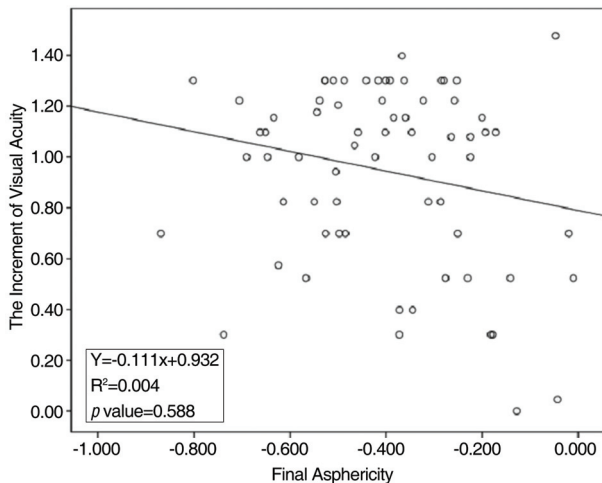


Figure 7. The relationship of the final asphericity and the increment of VA. The lower the final asphericity, the higher the increment of visual acuity.

형상의 각막에서는 비구면계수 값이 0과 1 사이 범위 내에 존재한다.

Davis et al⁸과 Horner et al⁹이 각막의 비구면계수에 대하여 보고한 바에 의하면 근시안이 다른 눈에 비하여 각막의 형상이 덜 prolate하다고 한다. 점점 근시가 심해질수록 각막 형상이 점점 더 oblate해진다는 것이다. 그리고 초기 비구면계수가 더 prolate 할수록 시간이 흐름에 따라 근시 진행이 더 심하였다고 한다. 본 연구에서는 역기하 렌즈의 착용 후 근시가 감소하는 경향을 보였고, 그와 함께 비구면계수도 감소하는 양상을 보였다. 근시도가 약화됨에 따라 각막의 형상이 약간 더 prolate 하게 변한 것이다. 이는 위의 보고들에서 나타난 결과와 상통한다고 볼 수 있다.

Mountford¹⁵는 60안을 대상으로 렌즈 착용 후의 각막 형태 변화와 굴절률 변화를 후향적으로 분석하였다. 그에 의하면 각막 편심률이 높은 안구에서 큰 굴절 변화를 보였다. 평균 약 0.50 가량의 초기 각막 편심률을 가질 경우, 근시 감소량은 대략 2.50D가 된다고 한다. 그의 연구에서 편심률과 나안 시력의 관계는 고려 대상이 되지 않았다. 본 연구에서는 초기 각막비구면계수와 렌즈 착용 후 근시 감소량 정도의 상관관계는 통계적으로 의미가 없는 것으로 나타나 그의 결과와는 차이가 있었다. 그러나 본 연구에서 근시 변화량과 나안시력 변화량 사이에서 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 보였고($p < 0.001$), 렌즈 착용 전 비구면계수가 음의 방향으로 증가할수록(즉, 편심률이 커질수록) 나안시력의 변화량이 컸다는 것은 Mountford¹⁵의 주장과 비슷한 결과를 보여주었다.

Careek et al¹⁶이 싱가포르 어린이를 대상으로 서로 다른 굴절력을 가진 그룹들 사이에 각막 비구면계수를 비교하였

는데 차이가 없는 것으로 보고 하였다. Joe et al²은 11명(22안)의 환자들을 대상으로 OK-3 렌즈를 깨어있는 시간 동안 하루 8시간 이상 적어도 16주간 착용하게 하여 초기 각막 편심률과 렌즈 착용 후 각막 굴절력의 변화 사이의 관계를 분석하였는데 상관성이 없었다고 한다. 본 연구에서도 비구면계수와 굴절력 변화와는 상관관계가 없었다.

Joe et al²의 연구에서는 환자들의 초기 각막 편심률과 렌즈 착용 후 향상된 나안 시력 등의 관계에 대하여도 분석하였는데 통계적으로 의미 있는 상관성이 없었다고 하였고, 각막의 편심률이 시력 변화의 예측 인자가 될 수 없다고 보고하였다. 그러나 그들의 연구에서는 대상 환자의 수가 11명으로 적다는 한계가 있다. 본 연구에서는 비구면계수와 나안시력을 분석하였는데 대상 환자 수를 더 늘렸음에도 불구하고 Joe et al²의 결과처럼 착용 후 나안 시력은 착용 전후 비구면계수와는 상관관계가 없었다. 또한 비구면계수의 변화량과 렌즈 착용 후 시력의 변화나 렌즈 착용 후 최종 시력과 관계가 없었다($p > 0.05$). 그러나 나안시력의 변화량, 즉 시력의 호전 정도와 착용 전 비구면계수 사이에는 음의 상관관계를 보여, 착용 전 비구면계수가 시력의 호전 정도를 예측하는데 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다.

우리 연구에서는 대상자들의 나이를 고려하지 않았다는 제한점이 있다. Jayakumar and Swarbrick¹⁷의 연구에서는 5세에서 16세 사이를 그룹 I, 17세에서 35세 사이를 그룹 II, 그리고 36세 이상인 사람을 그룹 III으로 나누어 OK 렌즈를 한 시간 동안 착용하게 한 후 결과를 비교하였다. 나이가 많은 사람일수록 역기하렌즈 착용 후 시력 향상의 정도나 굴절도, 비구면계수의 변화 정도, 그리고 중심각막 두께가 얇아지는 정도가 모두 적은 것으로 나타나 렌즈 착용의 효과가 떨어진다고 보고하였다. 이들은 단기간의 변화를 보았기 때문에 본 연구에서와 같이 장기간의 효과로 비교한 결과와는 다른 결과를 보일 수 있다. 하지만 각막의 생물학적인 노화 과정이 렌즈 착용 결과에 영향을 줄 수 있으므로 향후에는 연령에 따라 분석해 보는 것도 좋은 접근 방법이 될 수 있을 것이다.

일반적으로 역기하렌즈 착용 후에 나타나는 부작용들에는 렌즈 중심 이탈, 각막 미란, 각막 철 침착, 주변시야의 변질 증상, 난시 등이 있다. 본 연구에서는 각막미란 외에 다른 부작용은 없었으며, 각막 미란은 모두 8안(11.8%)에서 나타났다. 이들 모두 인공 누액 점안으로 호전되는 경미한 정도였다. 렌즈 중심 이탈 등이 나타나서 렌즈 교환을 요하는 경우나 심각한 각막 미란으로 렌즈 사용이 중단된 경우는 연구 대상에서 제외되었다.

역기하렌즈는 변형된 각막 상태의 유지를 위해 야간에 렌즈를 착용하기 때문에 렌즈 착용 중 눈 깜박임이 없어 렌

즈 움직임이 적은 특징으로 인해 감염성 각막염의 발생의 위험이 있으며, 장기간 사용할수록 각막부종, 각막 미란, 난시유발 및 원추각막성 변화 등의 빈도가 증가할 수 있다. 환자에게 렌즈 착용 및 소독에 대하여 자세하게 교육하고 철저히 관리해 주는 것이 필요하다.^{18,19}

Jee et al¹⁸은 렌즈 착용을 시작한 후 평균 5.9697일(최소 1.00~최대 21.00일)이 지나서 하루 8시간 이상 시력 0.8 이상을 유지하였다고 하며 착용 후 3개월 동안 각막 두께의 증가나 각막내피세포의 감소는 관찰되지 않았다고 하였다. Chang et al¹²은 역기하렌즈를 착용하고 1주일 후에 시력 및 구면렌즈 대응치의 개선 효과가 보였고, 이후 시력 개선이 지속적으로 이루어지다가 6개월의 시력이 3개월에 비하여 통계적으로 유의하게 저하되는 현상을 보였다고 한다. Jee et al¹⁸의 결과와 같이 각막내피세포 수는 유의한 감소를 보이지 않았다. 이들의 연구 결과로 보아 일반적으로 렌즈 착용 약 1주일 이내에 시력 개선의 효과가 나타나기 시작하여 각막 두께나 내피세포 밀도 등의 변화 없이 3개월 이상 개선된 시력이 지속될 것임을 추정할 수 있다.

한편, Kang et al²⁰은 역기하렌즈의 굴절 교정 효과가 렌즈 착용의 초기에 나타나 렌즈를 제거한 직후 오전에는 개선된 나안 시력을 나타내다가 수 시간 경과 후 오후가 되면 각막의 비구면계수가 원상태로 회복되면서 시력이 감소하게 된다고 보고하였다. 그러나 오전과 오후 사이의 이러한 시력의 차이는 4주가 지나면 감소하여 그러한 변동이 안정화를 이루게 된다고 한다.

렌즈 착용 중지 후 각막의 변화가 회복되는 시점을 연구한 Yun et al²¹의 보고에서는 평균 나안시력, 평균 구면렌즈 대응치, 평균 각막중심부굴절력 등이 구면렌즈 대응치가 3.5D 미만인 경우에는 렌즈 착용 중지 2주 후, 3.5D 이상 5D 미만인 경우는 1개월 후에 렌즈 착용 전의 값으로 회복되었다고 한다. 그래서 역기하렌즈를 착용 중인 -5D 미만의 중등도 근시 환자에게 재처방이 필요하여 새로운 렌즈로 교환해야하거나 각막 굴절 교정 수술 등을 계획할 때는 2주에서 1개월 정도 렌즈 착용을 중지한 이후에 검사를 시행하여 각막 원형이 회복된 것을 사전에 확인해야 한다고 하였다.

본 연구를 통하여 역기하렌즈 착용 후 환자들의 나안 시력의 향상과 근시도의 감소, 그리고 각막 비구면계수의 감소를 관찰할 수 있었다. 환자의 근시의 정도는 변화된 나안 시력과 의미 있는 상관성을 보인다는 것을 확인하였다. 또한 초기 비구면계수가 낮을수록 시력의 변화량이 커지는데, 선형 회귀 분석 상 비구면계수 0.1 낮을수록, 시력의 변화는 0.0545 (LogMAR)씩 증가하였다.

역기하렌즈가 근시도를 줄이고 시력의 개선을 가져오는 이유에 대하여 아직 정확히 규명되지는 못하였다. 렌즈착용

후 렌즈의 중심부가 각막의 중심부를 누르고 각막의 주변부에 흡입력이 가해져서 각막의 재형성(modeling)에 의해서 시력 증가가 발생하며,¹⁸ 형태학적으로는 렌즈 착용 후 중심각막 두께가 얇아짐과 각막주변부의 두꺼워짐이 발생하는데, 조직학적으로는 각막 상피세포의 재분포와 각막실질의 재분포와 관련이 있다는 주장이 있다.^{5,11,22}

향후 역기하렌즈 착용 후의 시력과 굴절률의 변화를 좀 더 정확히 예측할 수 있는 과학적 방식을 발견하기 위하여 더 많은 환자들을 대상으로 한, 새로운 발상의 잘 계획된 전향적 연구가 필요하겠다.

참고문헌

- 1) Brungardt TF. Orthokeratology: An Analysis. *Int Contact Lens Clin* 1976;3:56-8.
- 2) Joe JJ, Marsden HJ, Edrington TB. The relationships between corneal eccentricity and improvement in visual acuity with orthokeratology. *J Am Optom Assoc* 1996;67:87-97.
- 3) Choi JH, Ryu JW, Lee YC, Kim HS. An Analysis of Correlation with Visual Acuity, Refractive Error and Corneal Astigmatism after Wearing of Reverse Geometry Lenses. *J Korean Ophthalmol Soc* 2006;47:1266-73.
- 4) Cheung SW, Cho P. Subjective and Objective assessments of the effect of orthokeratology. *Curr Eye Res* 2004;28:127-7.
- 5) Nichols JJ, Marsich MM, Nguyen M, et al. Overnight orthokeratology. *Optom Vis Sci* 2000;77:252-9.
- 6) Liou HL, Brennan NA. Anatomically accurate, finite model eye for optical modeling. *J Opt Soc Am A* 1997;14:1684-95.
- 7) Kiely PM, Smith G, Carney LG. Meridional variations of corneal shape. *Am J Optom Physiol Opt* 1984;61:619-26.
- 8) Davis WR, Raasch TW, Mitchell GL, et al. Corneal Asphericity and Apical Curvature in Children: A Cross-sectional and Longitudinal evaluation. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46:1899-906.
- 9) Horner DG, Soni PS, Vyas N, Himebaugh NL. Longitudinal Changes in Corneal Asphericity in Myopia. *Optom Vis Sci* 2000;77:198-203.
- 10) Lee HJ, Won CH, Song YY, Mah KC. Correlations between Refractive Error and Corneal Shape. *Korean Journal of Vision Science* 2002;4:11-8.
- 11) 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.
- 12) Chang JW, Choi TH, Lee HB. The Efficacy and Safety of Reverse Geometry Lenses. *J Korean Ophthalmol Soc* 2004;45:908-12.
- 13) Carkeet NL, Mountford JA, Carney LG. Predicting success with orthokeratology lens wear: a retrospective analysis of ocular characteristics. *Optom Vis Sci* 1995;72:892-8.
- 14) Polse KA, Brand RJ, Schwalbe JS, et al. The Berkaly orthokeratology study. Part II: Efficacy and duration. *Am J Optom Physiol Opt* 1983;60:187-98.
- 15) Mountford JA. Analysis of the changes in corneal shape and refractive error induced by accelerated orthokeratology. *ICLC* 1997;24:128-44.
- 16) Careek A, Luo HD, Tong L, et al. Refractive error and mono-

- chromatic aberrations in Singaporean children. *Vision Res* 2002; 42:1809-24.
- 17) Jayakumar J, Swarbrick HA. The effect of age on short-term orthokeratology. *Optom Vis Sci* 2005;82:505-11.
- 18) Jee DH, Hong ME, Kim MS. The efficacy and safety of Ortho-K LKTM lens. *J Korean Ophthalmol Soc* 2003;44:706-11.
- 19) Schein OD, Glynn RJ, Poggio EC, Sedden JM. The relative risk of ulcerative keratitis among users of daily-wear and extended-wear contact lenses. *N Engl J Med* 1989;321:779-83.
- 20) Kang SY, Kim BK, Byun YJ. Sustainability of orthokeratology as demonstrated by corneal topography. *Korean J Ophthalmol* 2007; 21:74-8.
- 21) 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.
- 22) Swarbrick HA, Wong G, O'Leary DJ. Corneal response to orthokeratology. *Optom Vis Sci* 1998;75:791-9.

=ABSTRACT=

The Relationship Between Asphericity and Visual Acuity After Wearing Reverse-Geometry Lens

Jung Hwa Na, MD, Jeong Hoon Choi, MD, Ji Wook Yang, MD, Young Chun Lee, MD, Su Young Kim, MD

Department of Ophthalmology and Visual Science, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

Purpose: To report the change of corneal asphericity and the relationship between asphericity and visual acuity after wearing the reverse-geometry lens.

Methods: The authors reviewed out-patient records of 37 consecutive patients wearing reverse-geometry lenses. The patients were followed up from July 2004 to December 2007. The unaided visual acuity (VA), spherical equivalent (SE) and asphericity before and after wearing the lens were compared. The relationship of SE and final VA, initial astigmatism and final VA, and asphericity and final VA was also analyzed. In addition, the relationship between the increment of VA and asphericity was determined.

Results: VA and SE improved and the asphericity decreased after wearing the lens ($p < 0.05$). There was high correlation between the spherical equivalent and final visual acuity ($p < 0.001$), and no correlation between asphericity and final visual acuity ($p = 0.358$) was observed. However, the lower the initial asphericity, the greater the increment of visual acuity observed ($p = 0.048$).

Conclusions: Initial corneal asphericity can be a predictor of increment of VA after wearing reverse-geometry lenses. *J Korean Ophthalmol Soc* 2009;50(5):670-676

Key Words: Corneal asphericity, Corneal eccentricity, Orthokeratology, Reverse-geometric lens, Spherical equivalent

Address reprint requests to **Su Young Kim, MD**

Department of Ophthalmology, Uijeongbu St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea

#65-1 Geumo-dong, Uijeongbu 480-717, Korea

Tel: 82-31-820-3587, Fax: 82-31-847-3418, E-mail: cassiopeia@catholic.ac.kr