

각막확장증 환자에서 펨토초레이저를 이용한 기질내 각막고리 삽입술의 단기 임상 성적

하창일 · 최석규 · 이도형 · 김진형

인제대학교 의과대학 일산백병원 안과학교실

목적: 각막확장증 환자에서 펨토초레이저를 이용한 기질내 각막고리(케라링, Keraring[®]) 삽입술 후 임상결과에 대해 알아보고자 하였다.
대상과 방법: 수술 후 3개월 이상 경과 관찰한 각막확장증 환자 19명 (20안(원추각막 15안, 라식 후 각막확장증 5안))을 대상으로 수술 전후로 나안시력, 안경최대교정시력, 구면렌즈대응치, 각막 곡률 값, 각막난시, 각막고위수차 및 각막내피세포검사를 시행하였으며, 술 중 및 술 후 합병증 발생유무를 조사하였다.

결과: 20안 중 13안(65%)에서 나안시력 상승을 보였고, 16안(80%)에서 안경최대교정시력 상승을 보였다. 술 전에 비해 술 후 구면렌즈 대응치는 통계적으로 유의하지 않은 감소를 보였으며, 반면에 각막지형도상 평균 K값 및 Sim K 난시와 각막 전체 및 코마 고위수차에서는 모두 통계적으로 유의한 감소 결과를 나타내었다($p < 0.05$). 수술 전후 각막내피세포밀도에서는 유의한 차이가 없었다. 합병증으로 부분 데스메막 박리 1예와 미세천공 1예가 있었으나 별 다른 치료 없이 회복되었다.

결론: 케라링 삽입술은 각막확장증 환자에서 시력을 교정하고, 각막굴절력을 안정화 시키는데 효과적이고 안전적이라 생각된다.
(대한안과학회지 2010;51(1):1-7)

각막확장증은 각막기질이 얇아지고 원추형의 각막돌출이 일어나는 진행되는 양상을 보이는 비염증성 각막확장질환으로 대표적으로 원추각막과 1990년대 이후 꾸준히 보고되고 있는 굴절수술 후 각막확장증이 있다.¹⁻⁶ 심한 근시와 불규칙 난시에 의해 심각한 시력감소가 나타나는데, 초기에는 안경 또는 경성 콘택트렌즈를 착용하여 시력을 교정할 수 있으나 진행된 경우에는 시력교정이 잘 안되거나 경성 콘택트렌즈 착용이 용이하지 않은 경우가 많다.^{7,8} 이런 경우 예전에는 부분 각막이식이나 전층각막이식 등의 방법이 일반적인 수순이었으나 각막수종이나 혼탁이 있는 경우가 아니라면, 최근에는 본인의 각막을 유지하려는 시도가 활발하게 이루어지고 있다.^{4,7} 이는 각막이식술을 위한 국내의 공여 각막이 크게 부족한 실정이며, 각막확장증 환자 대부분이 비교적 젊은 나이로 각막이식수술을 받는다 할지라도 술 후 관리 및 이식 후 거부반응 등으로 사회생활에 지대한 영향을 받는 경우가 많기 때문이다.

최근에는 비수술적인 방법으로 리보플라빈과 자외선을 이용하여 각막확장증의 진행을 억제해보려는 시도가 있고, 수술적 치료로는 각막의 형태를 콘택트렌즈 착용이 용이한 형태로 변화시키고 각막이식의 시기를 늦추는 방법으로 기질내 각막고리(Intrastromal Corneal Ring Segment: ICRS) 삽입술이 세계적으로 광범위하게 시행되고 있다.⁹⁻¹² ICRS는 각막확장증에서 텐트모양으로 중심부위가 튀어나온 각막을 기질내 고리가 삽입되면서 기질층을 벌려서 양쪽 중간주변부로 밀어줌으로써 각막중심부의 정상적인 모습을 회복시켜 주는 원리를 이용한다.¹³⁻¹⁵ 현재 삽입 가능한 기질내 고리 중에서 케라링(Keraring[®], Mediphacos, Belo Horizonte, Brazil)은 각막의 5 mm 구역에 삽입하므로 그 교정 효과가 우수하다고 보고된 바 있다.^{16,17} 삽입 터널을 만드는 방법도 기존의 전용 절개도에 비해 안전하고 간편한 펨토초레이저를 이용한 방법이 선호되고 있다.¹⁶⁻²⁰

국내에서는 아직 각막확장증 환자에서 삽입한 기질내 각막고리의 임상 결과가 없어 저자들은 펨토초레이저를 이용한 케라링 삽입술 후 임상 결과를 확인하고 그 효과 및 안전성에 대해 알아보려고 하였다.

■ 접수 일: 2009년 6월 1일 ■ 심사통과일: 2009년 9월 22일

■ 책임저자 김진형

경기도 고양시 일산서구 대화동 2240
인제대학교 일산백병원 안과
Tel: 031-910-7240, Fax: 031-911-7241
E-mail: jhk0924@hanmail.net

대상과 방법

2007년 10월부터 2009년 2월까지 펨토초레이저를 이용하여 케라링 삽입술을 시행하고 적어도 3개월 이상 경과관

* 본 논문의 일부 내용은 2008년 대한안과학회 제10회 춘계학술대회에서 구연으로 발표되었음.

* 본 논문은 인제대학교 학술연구조성비 보조에 의한 것임.

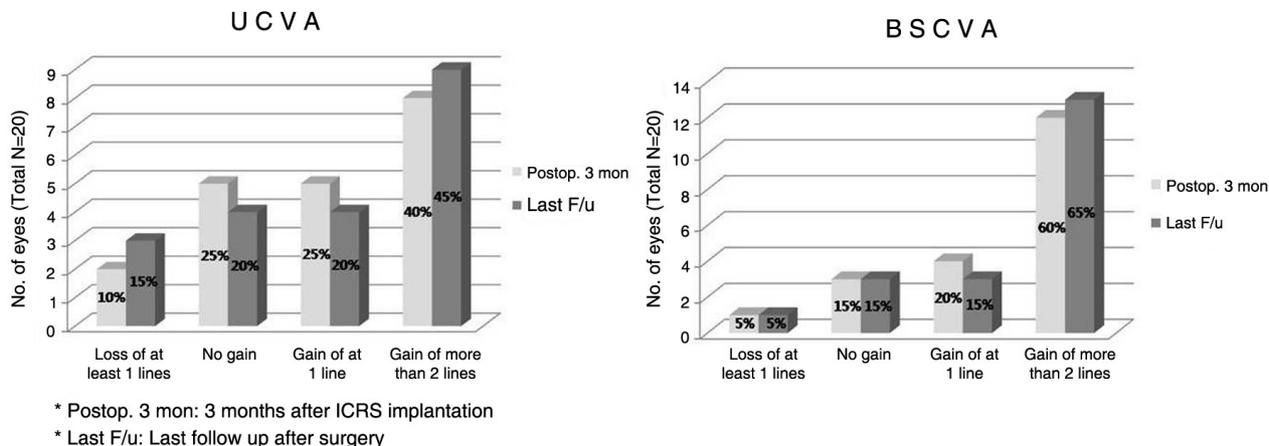


Figure 1. Bar graphs demonstrating (left) uncorrected visual acuity (UCVA) and (right) best spectacle-corrected visual acuity (BSCVA) changes after intrastromal corneal ring segment (ICRS, Keraring®) implantation in keratectatic patients.

찰 한 각막확장증 환자 19명(남자 12명, 여자 7명)의 20안(원추각막 15안, 라식 후 각막확장증 5안)을 대상으로 하였다. 수술은 Mediphacos사에서 제시하는 노모그램(www.amedophchile.cl/Images/Keraring_New_Nomogram.pdf)을 기준으로 하였는데, 술 전 각막지형도(Orbscan IIz, Bausch & Lomb, U.S.A) 상의 각막돌출의 위치와 현성굴절검사상의 굴절오차(난시 도수, 구면 도수), 고리삽입 부위의 최소각막두께의 세 가지 인자에 따라 결정하게 된다. 이를 바탕으로 노모그램에서 제시하는 삽입할 고리의 호(arc)의 크기, 두께 그리고 개수를 결정하였다. 각막두께는 초음파 각막두께측정기(Advent, Mentor O & O, Norwell, MA, USA)로 측정하였으며 각막지형도상의 각막두께와 비교하여 각막의 중심 5 mm 영역의 최소각막두께를 결정하였다(Table 1). 수술은 건식 수술이 원칙으로 0.5% Proparacaine (Alcaine®, Alcon, Fort Worth, TX, USA)으로 점안마취 후 시축의 중심에 표지를 한 후, 각막 중심으로부터 5 mm

영역의 최소각막두께의 80%에 해당하는 깊이로 펄토초레이저(IntraLase®, 60kHz, AMO, Irvine, California, USA)를 이용하여 터널을 만들었다. 또한 고리 삽입 초입부위 절개는 각막지형도상 가장 가파른 축 부위에 1.1 mm 길이 및 1.0 μm 두께로 펄토초레이저를 이용하여 만들었다(Table 1). 케라링 전용 층간분리기로 초입부 절개창 부위 주머니를 만든 후 전용 집계를 이용하여 케라링의 편평한 부분을 아래로 하여 터널 끝까지 밀어 넣게 되는데 고리 두께를 삽입하는 경우 양 고리 끝부위가 최대한 절개부에서 멀리 위치하는 조건에서 최대한 대칭적으로 위치시켰다. 고리 삽입 후 절개창의 봉합 없이 수술을 종료하였다. 수술 후 2주간 0.5% moxifloxacin 안약과 0.1% diclofenac sodium 안약을 하루 네 번 점안하게 하였다. 주의사항으로 환자에게 눈을 절대로 비비지 말 것을 설명하였으며, 방부제 없는 인공누액제를 자주 사용하게 하였다. 수술 전과 수술 후 경과관찰은 나안시력, 안경최대교정시력, 구면렌즈대응치를 측정

Table 1. Technical specification of Femtosecond laser and Keraring® in patients

Parameter	Femtosecond laser
Tunnel depth in cornea (mean±SD)	407.7±43.9 μm (range: 340~480)
Inner diameter	5.0 mm
Outer diameter	5.8 mm
Ring energy	1.50 μJ
Entry cut energy	1.50 μJ
Entry cut length	1.10 mm
Entry cut thickness	1.0 μm
Parameter	Keraring®
Design(Cross-section)	Triangular
Implantation in respect to	Center of visual axis
Implantation depth	80% of the corneal thickness
Arc length	90, 120, 160 and 210 degree
Available segment thickness	150, 200, 250, 300 and 350 μm

Table 2. Demographics of patients undergoing intras-tromal corneal ring segment (Keraring[®]) implantation

Number of patients	19
Number of eyes	20
Keratoconus: Post-LASIK keratectasia	15 : 5
Gender	
Male: Female	12 : 7
Age (years)	
Mean±SD*	29.2±9.8
Range	14 to 45
Follow-up (months)	
Mean±SD	6.0±3.9
Range	3 to 15

*SD=standard deviation.

하고, Orbscan II로 각막지형도를 검사하여 평균 K값 및 Sim K 난시를 기록하였다. 또한 촬영이 되는 경우에 한하여 수차계인 KR9000PW[®] (Topcon, Tokyo, Japan)로 각막의 전체 고위수차 및 코마 고위수차를 기록하였으며, 비접촉형 경면현미경(Noncon Robo CA, Konan medical, Japan)을 이용하여 각막내피세포 검사를 하였다. 그리고 술 중 또는 술 후 합병증 발생 유무를 조사하였다. 수술 환자들의 결과 분석은 술 전과 술 후 3개월 및 마지막 경과 관찰 시점의 결과를 비교 분석하였으며, 결과의 비교에 대한 통계적 분석은 대상 환자의 수적인 한계점으로 SPSS[®] (version 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL) 프로그램을 이용하여 비모수적 방법인 Wilcoxon signed rank test를 이용하였으며

통계학적 유의성은 $p < 0.05$ 로 결정하였다.

결 과

케라링 삽입수술을 받은 각막확장증 환자 19명 20안의 수술 시 평균 연령은 29.2 (14~45)세 였으며, 평균 추적관찰 기간은 6 (3~15)개월이었다(Table 2). 케라링 삽입술 후 시력의 상승을 보인 비율은 술 후 3개월과 마지막 경과 관찰 시점에서 서로 같았는데, 나안 시력 1줄 이상의 상승을 보인 것은 각각 13안(65%)이었으며 안경최대교정시력 검사상 1줄 이상의 상승을 보인 것은 각각 16안(80%)이었다(Fig. 1). 술 전 환자들의 구면렌즈대응치는 -8.09 ± 6.70 디옵터(D)(평균±표준편차)였으나, 술 후 3개월 및 마지막 경과 관찰 시점의 구면렌즈대응치는 각각 $-6.66 \pm 6.03D$ ($p=0.067$), $-6.87 \pm 6.09D$ ($p=0.076$)로 술 전에 비해 감소한 결과를 나타내었으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다. 한편 각막지형도상 평균 K값 및 Sim K 난시는 술 전에 각각 $52.04 \pm 5.74D$, $-5.21 \pm 3.29D$ 였으나 술 후 3개월에는 각각 $50.07 \pm 5.63D$ ($p=0.001$), $-3.47 \pm 2.00D$ ($p=0.015$)였으며, 마지막 경과 관찰 시점에서는 각각 $50.23 \pm 5.96D$ ($p=0.001$), $-3.31 \pm 1.87D$ ($p=0.007$)로 모두 통계적으로 유의한 감소 결과를 나타내었다. 또한 각막의 전체 고위수차 및 코마 고위수차는 15안에서 측정이 가능하였는데, 술 전에 각각 $5.809 \pm 5.253 \mu m$, $5.319 \pm 4.582 \mu m$ 였으나 술 후 3개월에는 각각 $3.438 \pm 1.740 \mu m$ ($p=0.009$),

Table 3. Preoperative and postoperative data of patients with keratectasia after intrastromal corneal ring segment (Keraring[®]) implantation

Parameter	Preoperative	Postoperative 3 months	p -value [§]	Last postoperative [¶]	p -value
Spherical equivalent (D [*])					
Mean±SD [†]	-8.09 ± 6.70	-6.66 ± 6.03	0.067	-6.87 ± 6.09	0.076
Range	-21.00 to +2.00	-20.00 to +1.00		-20.50 to +1.50	
Topo mean K (D)					
Mean±SD	52.04 ± 5.74	50.07 ± 5.63	0.001	50.23 ± 5.96	0.001
Range	42.45 to 68.40	42.35 to 65.60		41.50 to 66.70	
Sim K astigmatism (D)					
Mean±SD	-5.21 ± 3.29	-3.47 ± 2.00	0.015	-3.31 ± 1.87	0.007
Range	-13.90 to -1.50	-7.40 to -0.90		-7.20 to -0.80	
Cornea total HOA [‡] (μm)					
Mean±SD	5.809 ± 5.253	3.438 ± 1.740	0.009	3.453 ± 1.781	0.009
Range	2.055 to 23.563	1.548 to 6.900		1.548 to 6.900	
Cornea comalike HOA (μm)					
Mean±SD	5.319 ± 4.582	2.969 ± 1.536	0.003	3.023 ± 1.605	0.003
Range	1.954 to 20.743	1.408 to 5.847		1.354 to 5.847	

* D=dioptr; † SD=standard deviation; ‡ HOA=higher order aberration; § Wilcoxon signed rank test; ¶ Last postoperative=6.0±3.9 months (Mean±SD) (range: 3~15 months).

Table 4. Results of preoperative and postoperative endothelial cell density (CD, cells/±)

	Mean±SD*	Range	p-value†
Preoperative	2379.7±369.5	2028~2985	
Postoperative 1 week	2338.3±366.4	1976~2777	0.499
Postoperative 1 month	2338.8±232.5	1982~2712	0.866

Total N = 7; *SD=standard deviation; † Wilcoxon signed rank test.

2.969±1.536 μm ($p=0.003$)였으며, 마지막 경과 관찰 시점에서는 각각 3.453±1.781 μm ($p=0.009$), 3.023±1.605 μm ($p=0.003$)로 모두 통계적으로 유의한 감소 결과를 나타내었다(Table 3). 그리고 수술 전후로 각막내피세포 검사는 7안에서 측정이 가능하였는데, 술 전 및 술 후 1주, 1달의 각막내피세포 밀도는 각각 2379.7±369.5, 2338.3±366.4, 2338.8±232.5 cells/±로 술 전과 비교해 보았을 때 술 후 1주($p=0.499$) 및 술 후 1달($p=0.866$)의 각막내피세포 밀도는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다(Table 4). 수술 중 합병증으로 부분 데스메막 박리 1예와 미세천공 1예가 관찰 되었으나 경과관찰상 별다른 합병증 없이 3일 내에 회복되었다.

고 찰

본 연구 결과는 펨토초레이저를 이용한 케라링 삽입술은 각막확장증 환자에서 시력을 교정하고, 각막굴절력을 안정화 시키는데 안전하고 효과적인 술기임을 보여 준다.

기질내 각막고리 삽입술은 원추각막 환자 또는 라식수술 후 발생한 각막확장증 환자에서 시행해 볼 수 있는 최소 침습적인 수술 방법이다.^{5,6,16,17} 기질내 각막고리는 삽입 후 각막 총판의 “호-단축(arc-shortening)” 효과로 인해 중심부 각막이 편평해 지는 원리를 이용한다.¹³⁻¹⁵ 임상적으로 삽입 가능한 기질내 각막고리는 그 호의 각도, 폭, 각막내 삽입되는 위치에 따라 여러 종류가 있는데 그 중 대표적인 것이 인텍스(Intacs®, Addition Technology, Des Laines, IL, USA)와 케라링(Keraring®, Mediphacos, Belo Horizonte, Brazil)이다. 인텍스는 호의 길이가 150° 인 반달 모양의 링이며 각막 내 삽입 되었을 때 내측 지름이 6.8 mm, 외측 지름이 8.1 mm 정도가 되고 7 mm 광학부에 위치한다. 한편 본 연구에 사용된 케라링은 광학부가 더 작아서 그 정점의 지름이 5.0 mm가 되는데, 이런 차이로 케라링은 인텍스에 비해 보다 더 각막 중심부에 위치 할 수 있기에 이론적으로 각막을 편평하게 하는 효과가 더욱 크지만, 각막의 얇아진 부위에 보다 더 가까이 위치하기 때문에 삽입이 더 까다롭다.¹⁶ 케라링은 단면이 삼각형 모양으로 네 종류의 호의 길이(90°, 120°, 160°, 210°)를 가지며, 두께는 150 μm에서 350 μm까지 있는데, 고리의 선택은 Medip-

hacos사의 노모그램을 그대로 따랐다. 고리에 비해 터널이 위치한 부위의 원직경이 약간 클 때 추가적인 고리의 각막 신전효과로 각막을 편평화시키는 힘이 크다는 최근 경향에 따라 터널의 위치는 기존의 직경 4.4 mm와 5.6 mm 위치와는 달리 직경 5.0 mm와 5.8 mm의 위치에 만들었다.

원추각막 환자에서 본 연구와 같이 펨토초레이저를 이용하여 기질내 각막고리를 삽입한 몇몇 연구들이 있다.¹⁶⁻²⁰ Ertan et al¹⁸은 원추각막 환자에서 펨토초레이저를 이용하여 인텍스를 모든 환자에게서 성공적으로 삽입하였으며 술 후 나안시력 및 최대교정 시력의 상승을 각각 81.3%, 73.7%로 보고 하였다. 한편 최근 Shabayek and Alió¹⁶는 원추각막 환자에서 펨토초레이저를 이용하여 케라링을 삽입한 후 6개월 결과들을 발표하였는데, 그들은 이 수술이 아주 효과적이고 안전하다고 결론지었다. 또한 원추각막 환자 50안을 대상으로 케라링 삽입술 후 1년 결과를 발표한 다른 보고에 의하면 39안(78%)에서 술 전에 비해 술 후 나안시력의 상승을 보여, 스넬렌 시력표상 평균 1.9줄 시력향상을 보였으며, 안경최대교정시력 검사상 9안(18%)에서는 술 전과 변함이 없었으나, 39안(78%)에서는 한 줄에서 세 줄까지 시력 향상을 보였다고 한다.¹⁷

한편 본 연구에서도 모든 환자에서 기질내 각막고리 삽입술은 성공적이었으며, 술 후 3개월이나 마지막 경과 관찰 시점 각각의 시기에서 20안 중 13안(65%) 씩이 한 줄 이상의 나안시력 상승을 보였고, 안경최대교정시력 또한 각 시기에서 16안(80%) 씩에서 상승을 나타내어 기존의 결과들과 비슷하였다. 구면렌즈대응치는 술 전에 비해 술 후에 감소하였으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 하지만 각막 지형도로 측정한 각막 평균 K값 및 Sim K 난시는 술 전에 비해 술 후에 통계적으로 유의하게 감소하였다. 기존의 연구들과 차별적인 검사로 안구수차 검사와 각막내피 세포 검사를 시행하였다. 최근 도입된 하트만 쉐 방식의 KR9000PW[®]는 총 안구수차 뿐 아니라 각막만의 수차가 따로 측정되는 비교적 신뢰할 만한 검사기구인데, 각막확장증과 같이 정상 범위에서 심하게 벗어난 각막의 경우 안구수차계 측정이 잘 되지 않고 그 수치 또한 부정확한 면이 많기는 하지만 이를 사용하여 기질내 각막고리의 삽입효과가 각막 수차에 미치는 영향을 확인해 볼 수 있었다.²¹ 전체 20안 중 15안에서 측정이 가능하였고, 각막 전체 고위수차 및 코마 고위

수차는 술 전에 비해 술 후에 통계적으로 유의하게 감소된 결과를 보여주었다. 다만 본 연구에서 20안 환자의 경과 관찰은 3~15개월 경과 관찰이 가능하였는데, 3개월 이상 경과 관찰된 것은 20안이었지만, 6개월 이상은 9안, 12개월 이상은 5안이었다. 따라서 술 후 6개월 시점과 12개월 시점의 결과는 대상 환자수가 너무 적어 통계적으로 비교하기에는 무리가 있었다. 따라서 본 연구에서는 술 후 3개월과 마지막 경과 관찰 시점의 결과들을 술 전과 비교 분석 하였다. 3개월 이후 시점의 환자들의 데이터는 경과 관찰 시마다 크게 다르지 않은 경향을 보여 주었는데, 술 후 3개월과 마지막 경과 관찰 시점의 결과는 서로 비슷하였다. 이는 케라링 삽입술 후 3개월 후에는 창상치유가 안정된 상태로 환자의 각막변화가 크지 않을 것임과 각막확장증의 진행을 예방하는 효과도 있음을 시사하지만 이것은 추후 경과 관찰에 의한 연구가 더 필요하다.

기존의 기구를 이용하여 수동으로 각막 내 삽입 터널을 만든 후 고리를 삽입하는 경우와 비교하여 펌프초레이저를 이용한 각막 내 터널 형성의 가장 큰 장점은 술자가 의도한 대로 정확한 깊이의 각막 내 터널 형성이 가능하여 수술이 빠르고 안전하게 시행될 수 있다는 점이다. 정확한 깊이의 터널을 만들면 더 나은 고리 삽입 효과를 나타낼 수 있으며, 고리의 탈출 등의 합병증 위험을 낮출 수 있다. 실제로 수동으로 터널을 만든 경우에 Siganos et al²²은 수술 환자의 7.7%에서 의도되지 않은 곳에 부적절하게 고리가 삽입되었다고 보고 하였으며, 반면에 Kwitko and Severo²³는 더 높은 발생률을 보고하였는데 고리가 탈출되어 나오는 등의 합병증이 수술 환자의 19.6%에서 발생하였다고 한다. 본 연구에서는 술 중 삽입이 불가능하거나 잘못 삽입된 예는 없었으나 한 명의 환자에서 케라링 삽입술 직후 시행한 세극등검사상 부분 데스메막 박리가 관찰 되었고, 다른 한 예에서는 수술 직후 시행한 세극등검사상 전방에 방수 흐름이 있고 전방세포가 관찰 되어 미세천공이 의심되었다. 그러나 두 증례 모두 다른 추가적인 처치 없이 경과 관찰을 하였고 술 후 3일 이내에 후유증 없이 회복되었다. 이런 예들은 펌프초레이저를 사용한다고 하더라도 고리가 삽입될 부위에 되도록 많은 각막두께 자료가 정확하게 측정되는 것이 뒷받침되어야 한다는 점과 현재의 접촉식 초음파각막두께 측정기 보다는 비접촉성이면서 정확성이 향상된 측정 방법이 개발되어야 할 필요성을 시사한다. 그 외에 삽입된 고리가 탈출 되거나 노출되는 증례는 없었으며, 고리를 제거하거나 위치 재조정이 필요했던 증례도 없었다. 또한 각막내피세포에 대한 안전성을 확인하기 위해 수술 전후 검사가 시행된 7안을 대상으로, 술 전과 술 후 1주 및 1달에 측정된 각막내피세포 밀도를 비교해 보았는데 각각 통계적

으로 유의한 차이는 없었다. 대상안의 수가 적고 단기 경과 관찰이라 앞으로 더 연구되어야 하겠지만 펌프초레이저를 이용한 기질내 각막고리 삽입술은 각막내피세포에 별다른 영향을 주지 않음을 시사 하는 결과이다.

본 연구의 대상 중 일반적인 기질내 각막고리 삽입술의 적응증보다 진행된 원추각막 환자에게 시행한 결과 술 전 각막 평균 K 값이 68.40D였으나 술 후 4개월 후 환자의 각막 평균 K 값은 63.85D로 감소하였고, Sim K 난시는 술 전 -8.60D에서 -2.90D로 크게 감소한 결과를 나타낸 증례가 있었다. 이 환자의 경우 술 후 나안시력 및 최대교정시력이 상승하였고, 각막 고위수차가 크게 감소하였다. 위와 같은 증례는 각막이식수술만이 가장 적절한 치료로 생각되는 경우라도 환자가 이식수술을 꺼려하거나 각막이식수술이 지연되는 경우 케라링 삽입술이 좋은 대안이 될 가능성이 있음을 보여준다.

각막확장증은 대부분 젊은 환자들에게 이환 되며, 각막 이식의 성공률이 비록 높은 편이기는 하나 각막이식 후 감염, 이식거부반응, 그리고 점안 스테로이드제의 장기간 사용으로 인한 여러 합병증 등의 위험성이 있다는 것을 젊은 환자에게 수술을 권하기 전에 이런 점은 한 번 더 강조할 필요가 있다.^{24,25} 본 연구에서 케라링 삽입술은 안정이나 콘택트렌즈로 더 이상 시력 교정이 되지 않아 각막이식수술 밖에 방법이 없는 각막확장증 환자에서 시력을 보다 향상시키고 각막 곡률 값, 각막난시 및 각막 고위수차를 감소시켜 각막이식수술까지의 기간을 연장할 수 있는 좋은 대안이 됨을 확인할 수 있었다.

본 연구의 한계점으로 생각할 수 있는 것은 대상안의 수가 적고 추적 관찰 기간이 짧아 케라링 삽입술 후 장기 결과를 제대로 알 수 없었다는 점으로 향후 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 1) Rabinowitz YS. Keratoconus. *Surv Ophthalmol* 1998;42:297-319.
- 2) Kim HJ, Cho SH, Kim JH, Joo CK. Risk factors and clinical evaluation for corneal ectasia after LASIK. *J Korean Ophthalmol Soc* 2005;46:589-96.
- 3) Kim HJ, Song IK, Joo CK. Keratectasia after laser in situ keratomileusis: clinicopathologic case report. *J Korean Ophthalmol Soc* 2005;46:910-4.
- 4) Kymionis GD, Siganos CS, Kounis G, et al. Management of post-LASIK corneal ectasia with intacs inserts. *Arch Ophthalmol* 2003; 121:322-6.
- 5) Kymionis GD, Tsiklis NS, Pallikaris AI, et al. Long-term follow-up of Intacs for post-LASIK corneal ectasia. *Ophthalmology* 2006; 113:1909-17.
- 6) Kymionis GD, Siganos CS, Tsiklis NS, et al. Long-term follow-up

- of Intacs in keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2007;143:236-44.
- 7) Krachmer JH, Feder RS, Belin MW. Keratoconus and related non-inflammatory corneal thinning disorders. *Surv Ophthalmol* 1984; 28:293-322.
 - 8) Edrington TB, Szczotka LB, Barr JT, et al. Rigid contact lens fitting relationships in keratoconus. collaborative longitudinal evaluation of keratoconus (CLEK) study group. *Optom Vis Sci* 1999;76:692-9.
 - 9) Wollensak G, Spoerl E, Seiler T. Riboflavin/ultraviolet-a-induced collagen crosslinking for the treatment of keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2003;135:620-7.
 - 10) Colin J, Cochener B, Savary G, Malet F. Correcting keratoconus with intracorneal rings. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:1117-22.
 - 11) Hellstedt T, Makela J, Uusitalo R, et al. Treating keratoconus with Intacs corneal ring segments. *J Refract Surg* 2005;21:236-46.
 - 12) Alió JL, Artola A, Hassanein A, et al. One or two Intacs segments for the correction of keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:943-53.
 - 13) Burris TE, Ayer CT, Evensen DA, Davenport JM. Effects of intrastromal corneal ring size and thickness on corneal flattening in human eyes. *Refract Corneal Surg* 1991;7:46-50.
 - 14) Burris TE, Baker PC, Ayer CT, et al. Flattening of central corneal curvature with intrastromal corneal rings of increasing thickness: an eye-bank eye study. *J Cataract Refract Surg* 1993;19:182-7.
 - 15) Siganos CS, Kymionis GD, Kartakis N, et al. Management of keratoconus with Intacs. *Am J Ophthalmol* 2003;135:64-70.
 - 16) Shabayek MH, Alió JL. Intrastromal corneal ring segment implantation by femtosecond laser for keratoconus correction. *Ophthalmology* 2007;114:1643-52.
 - 17) Coskunseven E, Kymionis GD, Tsiklis NS, et al. One-year result of intrastromal corneal ring segment implantation(Keraring) using femtosecond laser in patients with keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2008;145:775-9.
 - 18) Ertan A, Kamburoglu G, Bahadir M. Intacs insertion with the femtosecond laser for the management of keratoconus: one-year results. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:2039-42.
 - 19) Ertan A, Bahadir M. Topography-guided vertical implantation of Intacs using a femtosecond laser for the treatment of keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:148-51.
 - 20) Carrasquillo KG, Rand J, Talamo JH. Intacs for keratoconus and post-LASIK ectasia: mechanical versus femtosecond laser-assisted channel creation. *Cornea* 2007;26:956-62.
 - 21) Hiraoka T, Okamoto C, Ishii Y, et al. Time course of changes in ocular higher-order aberrations and contrast sensitivity after overnight orthokeratology. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008;49: 4314-20.
 - 22) Siganos D, Ferrara P, Chatzinikolas K, et al. Ferrara intrastromal corneal rings for the correction of keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1947-51.
 - 23) Kwitko S, Severo NS. Ferrara intracorneal ring segments for keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:812-20.
 - 24) Dua HS, Azuara-Blanco A. Corneal allograft rejection: risk factors, diagnosis, prevention, and treatment. *Indian J Ophthalmol* 1999;47:3-9.
 - 25) Colin J, Velou S. Utilization of refractive surgery technology in keratoconus and corneal transplants. *Curr Opin Ophthalmol* 2002; 13:230-4.

=ABSTRACT=

The Clinical Results of Intrastromal Corneal Ring Segment Implantation Using a Femtosecond Laser in Keratectasia

Chang Il Ha, MD, Suk Kyue Choi, MD, Do Hyung Lee, MD, PhD, Jin Hyoung Kim, MD

Department of Ophthalmology, Ilsan Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Ilsan, Korea

Purpose: To evaluate the clinical results of intrastromal ring segment (Keraring[®]) implantation using a femtosecond laser in patients with keratectasia.

Methods: Twenty eyes of 19 keratectatic patients (15 eyes of keratoconus and five eyes of post-LASIK keratectasia) who completed at least three months of postoperative follow-up were included in this study. Uncorrected visual acuity (UCVA), best spectacle-corrected visual acuity (BSCVA), spherical equivalent, keratometric value, corneal astigmatism, corneal higher order aberrations (HOA) and specular microscopy were determined or performed before and after surgery. In addition, intraoperative and postoperative adverse complications were recorded.

Results: UCVA improved in 13 out of 20 eyes (65%), and BSCVA improved in 16 out of 20 eyes (80%). At the postoperative examination there was no statistically significant reduction in the spherical equivalent with that observed at the examination before implantation. Conversely, there were statistically significant reductions in topographic mean K value and Sim K astigmatism, corneal total and coma-like HOA ($p < 0.05$). On specular microscopy, there was no statistically significant difference between preoperative and postoperative endothelial cell density. There was one case of partial Descemet membrane detachment and one case of microperforation as a complication during surgery, which recovered over time without any treatment.

Conclusion: Keraring[®] implantation appears to be an effective and safe procedure for improving visual acuity and stabilizing corneal refractive power in keratectatic patients.

J Korean Ophthalmol Soc 2010;51(1):1-7

Key Words: Femtosecond laser, Intrastromal corneal ring segment, Keratectasia

Address reprint requests to **Jin Hyoung Kim, MD**

Department of Ophthalmology, Ilsan Paik Hospital, Inje University College of Medicine

#2240 Daehwa-dong, Ilsanseo-gu, Goyang 411-760, Korea

Tel: 82-31-910-7240, Fax: 82-31-911-7241, E-mail : jhk0924@hanmail.net