

# 원추각막에서 각막내 링(KeraRing®) 삽입술의 임상성적

최성욱<sup>1</sup> · 최우석<sup>2</sup> · 허 준<sup>1</sup>

인제대학교 의과대학 부산백병원 안과학교실<sup>1</sup>, 성균관대학교 의과대학 마산삼성병원 안과학교실<sup>2</sup>

**목적:** 원추각막을 교정하기 위해 수기법을 통한 각막내 링 삽입술(KeraRing®) 후 6개월 동안의 변화와 임상성적을 평가하고자 하였다.  
**대상과 방법:** 원추각막 환자 11명 12안을 대상으로 KeraRing® 삽입술을 시행하였다. 수술 전, 수술 후 1일, 1주, 3개월, 6개월째 나안시력, 최대교정시력, 구면렌즈 대응치 굴절률을 확인하였으며 경과관찰 중 Orbscan II를 이용한 각막형태의 변화 및 합병증에 대해 알아보았다.

**결과:** KeraRing® 삽입술을 시행 받은 환자의 최대교정시력은 술 전 logMAR 0.47 ± 0.19에서 술 후 6개월 logMAR 0.28 ± 0.17 ( $p < 0.05$ )로 유의하게 향상되었다. 평균 구면렌즈 대응치 굴절률은 -6.03 ± 3.24D에서 -2.24 ± 1.96D로 유의한 호전을 보였으며 Orbscan II를 통한 각막지형도 검사의 각막곡률에서도 술 전 K maximum은 50.7 ± 2.93D에서 술 후 6개월 47.65 ± 3.15D로, K minimum은 47.65 ± 3.15D에서 44.92 ± 2.80D로 유의하게 호전되었다.

**결론:** 수기로 시행하는 각막내 링 삽입술은 원추각막의 교정에 효과적인 방법이다.  
(대한안과학회지 2011;52(3):277-284)

원추각막은 시간이 경과함에 따라 각막기질이 얇아지고 앞으로 돌출하여 원추형 모양을 보이는 비염증성 각막확장 질환이다.<sup>1,2</sup> 진행된 경우 세극등현미경 검사에서 원추각막의 특징적인 징후인 중심각막기질의 두께감소 및 돌출, 각막기질의 반흔, Fleisher's ring, Vogt's striae 등의 유무 및 각막지형도를 통해 진단할 수 있다. 각막 돌출로 인한 부정 난시, 고도근시, 각막혼탁 등으로 시력이 저하되어 초기에는 안경이나 경성콘택트렌즈로 교정을 하게 되지만 진행되어 교정이 되지 않을 경우 수술적 치료로서 각막이식을 하게 된다. 각막이식은 전층각막 및 심부표층각막술이 현재 많이 이용되고 있으며 5년 생존율이 91.2%로 높은 성공률을 보이지만 술 후 상피 및 내피의 이식거부반응, 수술부위의 감염, 수술 자체 및 수술 후 스테로이드 사용에 따른 녹내장, 백내장 발생 등의 합병증이 있는 수술이다.<sup>3</sup>

근래 콘택트렌즈를 착용하기 힘들어 하면서 투명각막을 유지하는 원추각막 환자를 대상으로 방사상각막절개술

(radial keratotomy), 굴절교정레이저각막절제술(photorefractive keratectomy), 치료적레이저각막절제술(phototherapeutic keratectomy) 등이 진행을 억제시키는 방법으로 소개가 되었으나 낮은 성공률과 안정성으로 널리 대중화되지 못하였다.<sup>4,5</sup>

각막링은 경성의 polymethylmethacrylate (PMMA)로 만들어진 각막기질내 삽입물로서 원추각막이 있거나 laser in situ keratomileusis (LASIK) 후 발생한 각막확장증 환자에서 시행할 수 있는 최소침습수술이다.<sup>6,7</sup> 이는 곡률, 너비, 삽입위치에 따라 여러 형태로 나뉜다. 본 연구에 사용된 KeraRing® (Mediphacos, Belo Horizonte, Brazil)은 단면이 삼각형으로 각막의 프리즘효과를 유도하는 방식으로 개발된 PMMA 재질의 각막기질내 삽입물이며 최근 연구들에서 시력 및 각막곡률수치에서 이전 재질보다 우수한 효과를 입증받아 우리나라에서는 2007년 8월 한국 식품의약품안전청의 승인으로 시술되고 있다.<sup>8,9</sup>

아직까지 국내에서 원추각막에서 병의 경과를 지연시키며 각막이식술의 필요를 낮추는 대안으로 KeraRing® 각막링의 수기법을 통한 삽입술에 대한 보고가 없어 저자들이 그 효과와 안정성에 대해 보고하는 바이다.

## 대상과 방법

2008년 6월부터 2009년 8월까지 본원에서 원추각막으

■ 접수 일: 2010년 5월 28일 ■ 심사통과일: 2010년 9월 17일  
■ 게재허가일: 2010년 12월 16일

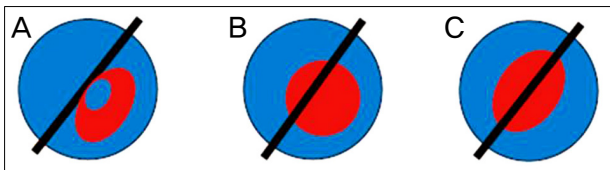
■ 책임저자: 허 준

부산시 진구 개금동 633-165  
인제대학교 부산백병원 안과  
Tel: 051-890-6357, Fax: 051-890-6329  
E-mail: hereye@inje.ac.kr

\* 본 논문의 요지는 2009년 대한안과학회 제102회 학술대회에서 구연으로 발표되었음.

**Table 1.** Technical specifications of KeraRing<sup>®</sup> intrastromal corneal ring segment

Parameter	KeraRing <sup>®</sup>
Design (cross-section)	Triangular
Optical zone	5.0, 5.5, and 6.0 mm
Implantation in respect to	Center of the pupil
Arc length	90, 120, 150, 160, and 210 degrees
Implantation depth	80% of the corneal thickness
Available segment thickness	0.15, 0.20, 0.25, 0.30, and 0.35 mm
Material	Medical grade polymethyl methacrylate



**Figure 1.** Corneal ectasia type. Ectatic type 1: 100% of the corneal ectatic area is located on one side of the steepest corneal meridian (A). Ectatic type 2: Approximately 1/3 of the ectatic area is located on one side of the steepest corneal meridian and 2/3 located on the opposite side (B). Ectatic type 3: The ectatic area is almost evenly distributed on both sides of the steepest corneal meridian (C).

로 진단받고 각막내 링 삽입술(KeraRing<sup>®</sup>)을 시행 받은 11명 12안을 대상으로 의무기록을 기초로 한 후향적 연구를 시행하였다. 대상안은 세극등검사 및 각막 지형도 검사(Orbscan IIz, Bausch & Lomb GmbH, Feldkirchen, Germany)를 통해 전형적인 원추각막 소견이 있는 경우 포함시켰으며 그 정도는 Amsler-Krumeich classification에 따라 분류하였다.<sup>10</sup>

수술 전 투명각막을 확인하였으며 가장 얇은 부위의 각막 두께가 최소 350  $\mu\text{m}$  이상이며 각막링 삽입부의 각막두께가 최소 450  $\mu\text{m}$  이상인 경우에 각막링 삽입술을 시행하였다. 또한 후향적 연구이기는 하나 대상안 선택 당시, 단순포진 각막염, 각막 이영양증, 자가면역질환, 전신결합조직장애, 급성 원추각막, 그리고 각막내피세포수가 1,000 cells/mm<sup>2</sup>보다 작은 경우 수술을 하지 않는 것을 원칙으로 하였다.

술 전 진용한 시력표를 이용한 나안시력, 최대교정시력, 현성굴절검사, 세극등검사, 각막지형도 검사를 시행하였고 경면현미경(Konan Specular Microscope SP 9000; Noncon Robo Pachy Konan Medical, Inc., Hyogo, Japan)을 통한 각막내피세포수를 측정하였다.

각막기질내 삽입물은 KeraRing<sup>®</sup> 각막링으로 시술하였으며(Table 1), 환자의 각막상태에 따라 권장계산도표([www.amedophchile.cl/Images/Keraring\\_New\\_Nomogram.pdf](http://www.amedophchile.cl/Images/Keraring_New_Nomogram.pdf))를 바탕으로 삽입할 각막링을 선택하였다. 각막의 상태는 각막의 확장부위가 급경사 경선(steepest corneal meridian)의 한 쪽 면에 국한된 경우 1형, 확장부위가 경선을 중

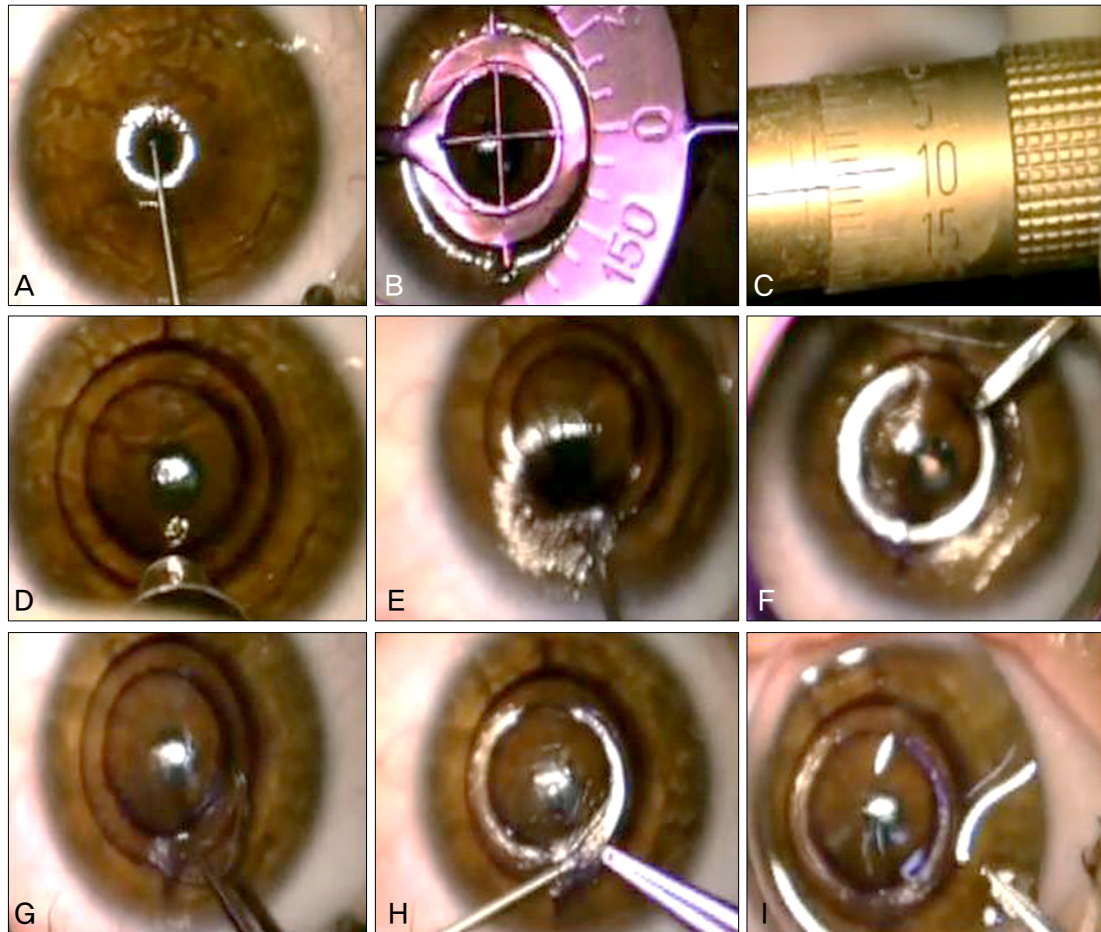
심으로 1/3, 2/3 만큼 걸쳐 있을 경우 2형, 경선을 중심으로 반으로 나누어지는 경우 3형으로 구분하였다. 3가지 형태를 기준으로 현성굴절검사를 통한 근시, 난시 정도에 따라 권장계산도표를 통해 삽입할 각막링의 개수와 크기, 그리고 두께를 결정하였다(Fig. 1).

#### 수술방법(Fig. 2)

0.5% proparacaine hydrochloride 점안액으로 점안마취를 시행하고, 개검기로 안검을 벌린 후 면봉으로 각막을 닦아 건조한 환경을 만들었다. Sinskey hook을 이용하여 동공 중심이 아닌 시축(visual axis)에 중심부 표지를 하고 표지된 부분을 중심으로 절개축(incision axis; steepest meridian)을 맞추어 각막에 제조사(Mediphacos, Belo Horizonte, Brazil)에서 고안한 기구로 표지하였다. Diamond scalpel을 이용하여 절개할 부위 각막두께의 80%까지 마이크로미터 단위로 조정하여 절개하였다. 이때 절개부는 절개축의 상부에 시행하였다. Gruppenmacher micro dissector를 이용하여 초입부분에 같은 두께로 좌우로 돌려가며 pocket을 만들었다. Suarez's spreader를 이용하여 일정한 터널을 만들 수 있도록 입구 부분을 사각형으로 확장하고 무딘 Turn-clock/clockwise tunnelizer를 이용하여 channel을 만들었다. 이때 180°에 가까워지면 다른 방향의 tunnelizer로 바꾸어 돌려 주었다. 각 환자에 따른 권장계산도표에 따라 선택된 KeraRing<sup>®</sup> segment를 Albertazzi's forcep을 이용하여 납작한 부위를 아래로 하여 tunnel 끝까지 삽입하였다. 이때 절개부의 반대쪽에 좀 더 가깝게 충분히 넣었으며 Sinskey hook을 이용하였다. 좌우 대칭으로 segment를 삽입하고 절개부의 틈이 있을 경우 10-0 nylon으로 봉합하고 치료용 렌즈를 하루 동안 착용하였다.

환자는 술 후 1개월 동안 0.5% Moxifloxacin 점안액과 0.1% Dexamethasone 점안액을 하루 4회 점안하도록 하고 점차 횟수를 줄였다. 무보존제 인공누액을 불편감이 있을 경우 자주 점안하도록 했으며 봉합한 환자의 경우 3~4주 뒤 봉합사를 제거하였다.

외래를 통해 수술하였으며 술 후 1일, 1주일, 3개월, 6개



**Figure 2.** Surgical procedure of KeraRing® intrastromal corneal ring segment implantation. Purkinje reflex was chosen as the central point and was marked (A). A 5 mm marker was used to locate the exact ring channel (B). Tunnel depth was set at 80% of the thinnest corneal thickness using the diamond scalpel (C, D). Pocket was created by using the Gruppenmacher microdissector (E). And then, instromal channel was created by using the Suarez's spreader (F). KeraRing® intrastromal corneal ring segment was implanted after channel creation using the Albertazzi's forceps (G, H). Finally, cornea was put on the therapeutic lens (I).

월에 나안시력, 최대교정시력, 현성굴절검사, 세극등현미경 검사를 시행하고 술 후 6개월째 각막 지형도 검사를 이용하여 각막곡률의 변화를 확인하였다.

#### 통계분석

수집된 자료는 술 전, 후의 차이를 비교하기 위해 SPSS program (Ver. 12.0)의 paired t test를 사용하여 분석하였고  $p < 0.05$ 인 경우 통계학적으로 의미가 있다고 간주하였다.

시력의 경우 진용한 시력표를 통해 검사한 결과를 logMAR (logarithm of the minimal angle of resolution)로 변환하여 분석하였다.

또한 술 후 경과관찰 중 각막링 노출이 발생하여 삽입술 4개월 뒤 각막링을 제거한 1안은 통계분석에서 제외하였다.

#### 결 과

본원에서 원추각막으로 진단받고 KeraRing® 삽입술을 시행 받은 11명 12안(남자 5명, 여자 6명)을 대상으로 하였다. 평균연령은  $24.0 \pm 7.2$ 세(12-38세)였으며 경과관찰 기간은 평균 7.8개월이었다.

12안은 Amsler-Krumeich classification에 따라 원추각막의 단계를 분류하였으며 stage I은 3안, stage II는 7안, stage III는 2안이었다.

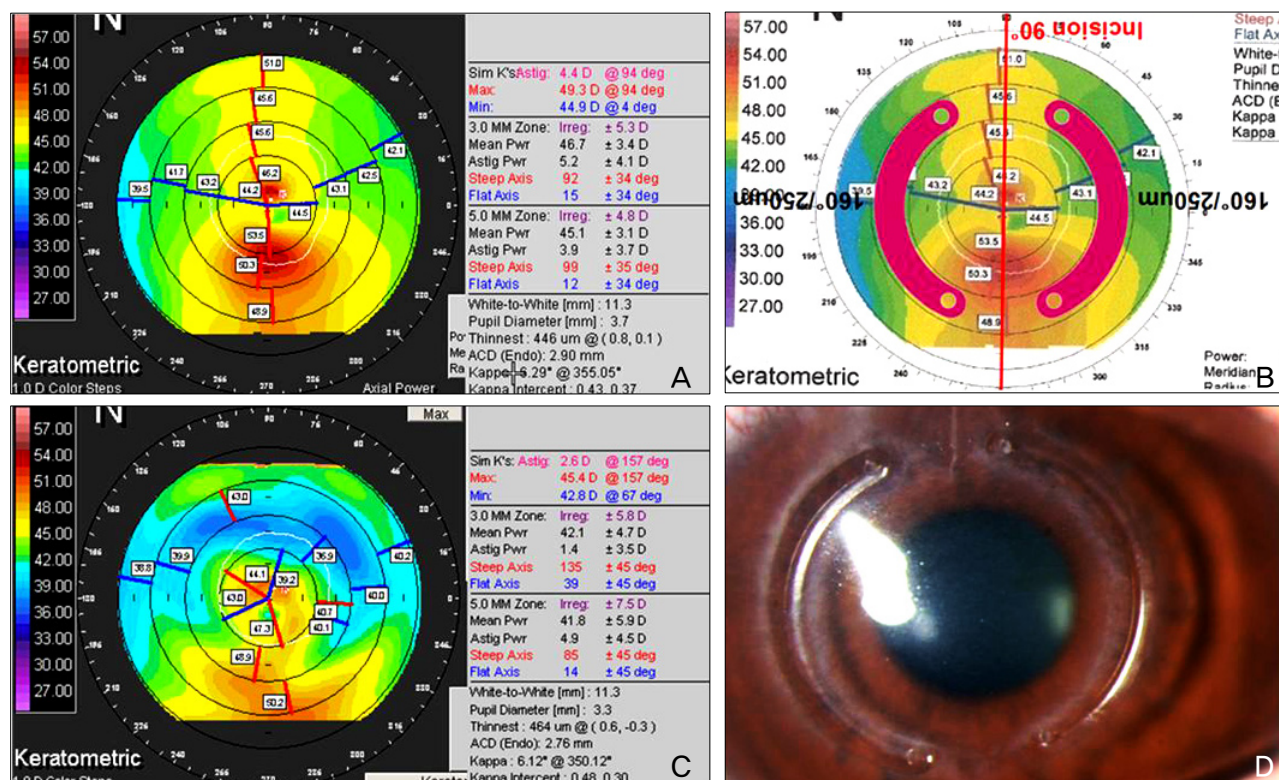
각막링을 제거한 1안을 제외한 11안의 술 전 최대교정시력은 평균 logMAR  $0.47 \pm 0.19$ 였고 이는 술 후 6개월에 평균 logMAR  $0.28 \pm 0.17$ 로 유의한 향상을 보였다( $p < 0.05$ , Table 2). 최대교정시력으로 3줄 이상 호전을 보인 경우는 4안, 1-2줄의 호전을 보인 경우는 4안, 시력변화가 없었던 경우가 3안이었으며 시력저하를 보인 경우는 없었다. 나안



**Table 2.** Preoperative and postoperative (6 months) examination data of patients with keratoconus after KeraRing® intrastromal corneal ring segment implantation

Parameter	Preoperative	Postoperative (6 mon)	
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	
BCVA (logMAR)	0.47 $\pm$ 0.19	0.28 $\pm$ 0.17	$p < 0.05$
Spherical equivalent (D*)	-6.03 $\pm$ 3.24	-2.24 $\pm$ 1.96	$p < 0.01$
Cylinder (D*)	-4.08 $\pm$ 1.38	-1.94 $\pm$ 1.82	$p < 0.01$
Sim K (maximum) (D*)	50.70 $\pm$ 2.93	47.65 $\pm$ 3.15	$p < 0.01$
Sim K (minimum) (D*)	45.73 $\pm$ 3.21	44.92 $\pm$ 2.80	$p < 0.01$
Sim K astigmatism (D*)	5.01 $\pm$ 1.88	2.74 $\pm$ 1.07	$p < 0.01$

\*Diopters.

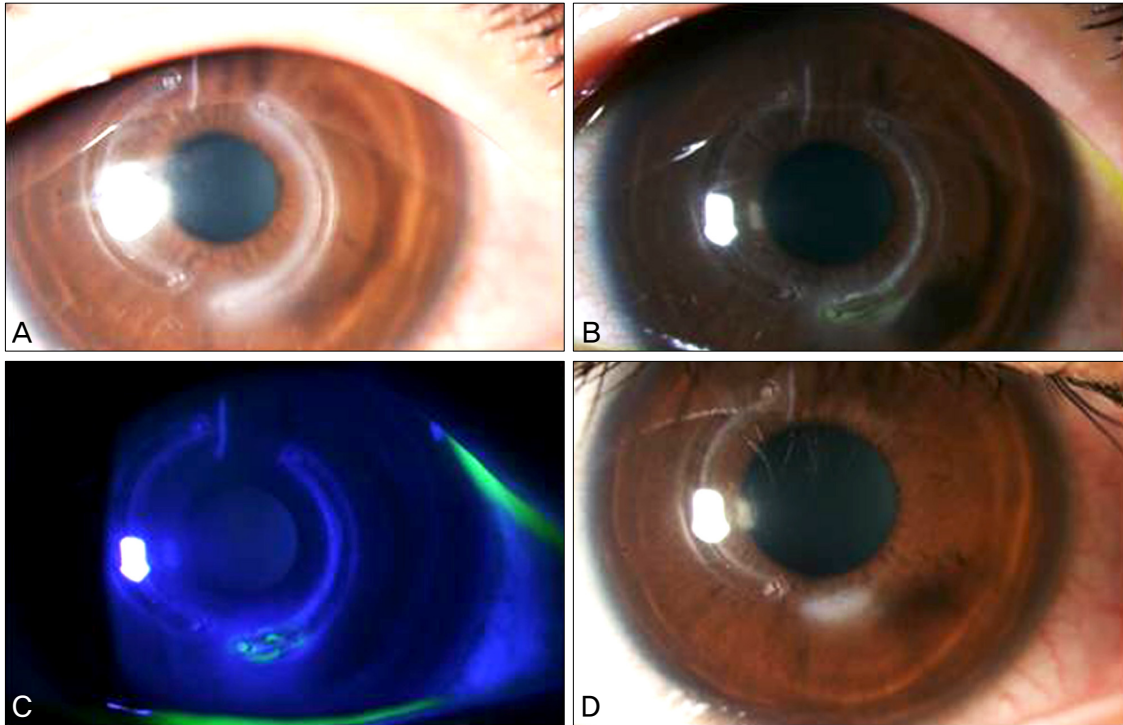


**Figure 3.** Preoperative corneal topography (A). Patient's manifest refraction was  $(-4.5) \times (-5.5) \text{ cyl } 90^\circ$ . Best corrected visual acuity was 0.4 (logMAR). And ectatic area is almost evenly distributed on both sides. planed KeraRing® intrastromal corneal ring segment according to normogram (B). Postoperative corneal topography (C). Implanted KeraRing® intrastromal corneal ring segment inside the stromal tunnel (D). Best corrected visual acuity was 0.2 (logMAR) postoperatively.

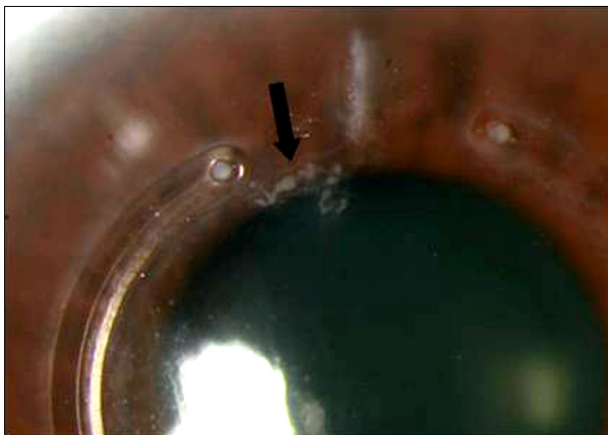
시력의 경우 3줄 이상의 호전을 보인 경우는 2안, 1-2줄의 호전을 보인 경우는 6안, 시력변화가 없었던 경우가 3안이었으며 나안시력 역시 시력저하를 보인 경우는 없었다. 술 후 최대교정시력의 변화가 없었던 3안의 경우 2안은 원추각막의 단계상 stage I에 해당하여 최대교정시력이 술 전 각각 logMAR 0.4, 0.3이었으며 1안은 stage III, 각막확장 형태가 2형에 해당하는 초기 최대교정시력이 logMAR 0.9인 환자였다. 술 전 구면랜즈대응치와 난시 역시 각각  $-6.03 \pm 3.24\text{D}$ ,  $-4.08 \pm 1.38\text{D}$ 에서 술 후 6개월  $-2.24 \pm 1.96\text{D}$ ,  $-1.94 \pm 1.82\text{D}$ 로 유의한 감소를 확인할 수 있었다 ( $p < 0.01$ ).

이러한 시력의 변화와 함께 Orbscan IIz를 통한 각막지형도 검사의 각막곡률에서도 유사한 변화를 확인할 수 있었다. 술 전 K maximum는  $50.7 \pm 2.93$ 에서 술 후 6개월  $47.65 \pm 3.15$ 으로, K minimum은  $47.65 \pm 3.15$ 에서  $44.92 \pm 2.80$ 로 유의하게 감소하였으며 이 두 값의 차인 Sim K astigmatism은  $5.01 \pm 1.88$ 에서  $2.74 \pm 1.07$ 로 유의한 변화를 확인할 수 있었다.

12안 중 11안의 경우 KeraRing®을 삽입하여 6개월 경과 관찰 중 각막링의 위치변화 없이 각막곡률의 호전 및 시력의 보존을 확인하였으나(Fig. 3), 1안에서 술 후 경과관찰 중 각막링 삽입부의 각막 앞쪽 표피가 돌출되면서 꺾양과



**Figure 4.** A 19-year-old male had KeraRing® implantation of 2 intrastromal corneal ring segments in December 2008. Marked improvement was reported by the patient during 3 months. However slit-lamp examination revealed inferior migration of the temporal segment and epithelial protrusion (A). Temporal segment is partially extruded from the wound. And the segment was explanted in March 2009 (B, C). An Obvious wound haziness persisted after explantation (D).



**Figure 5.** Epithelial ingrowth occurred in the 1 eye (arrow).

함께 주변부가 융해되어 각막링 노출이 발생하였다. 이는 권장계산도표에 따라 2개의 각막링을 삽입한 환자로 노출 당시 최대교정시력은 logMAR 0.1로 노출에 따른 중심시력의 저하는 없었으나 추후 발생할 수 있는 감염 및 이에 따른 시력저하를 막기 위해 삽입술 4개월 뒤 노출된 각막고리만 제거하였다. 노출 직전 검사한 각막지형도상 Sim K astigmatism이 3.0D에서 남아 있는 비측의 각막고리의 영향으로 4.2D로 증가함을 관찰할 수 있었고 최대교정시력도

logMAR 0.1에서 logMAR 0.2로 시력표상 1줄 감소하였다. 제거술 후 2개월 뒤 이전에 각막링이 들어있던 부위에 약간의 각막흔탁이 발생하였으나 추가적인 감염이나 합병증은 없었다(Fig. 4). 나머지 11안에서는 술 후 6개월 경과 관찰 기간 동안 각막천공, 각막염, 각막링의 위치이동, 심한 이물감은 발생하지 않았다. 경한 합병증으로 12안 중 5안에서 수술 시 각막링을 넣기 위해 절개했던 부위에 각막흔탁이 발생하였으며 이 중 1안에서 절개부위 사이로 상피가 자라 들어가는 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 5). 또한 4안에서 삽입된 부위에 미세한 각막내 침착이 나타났으나 중심시력에는 영향이 없었다.

## 고 찰

Nose et al<sup>11</sup>이 사람의 각막에 최초로 링 형태의 보형물을 삽입하여 각막형태의 변화를 확인하였고 Colin et al<sup>12</sup>이 Intacs® (Addition Technology, Inc., California, CA, USA)를 이용하여 원추각막의 치료로 각막기질내 링을 삽입한 최초의 연구를 하였다. 이는 각막기질내 각막링의 삽입이 각막 전면의 만곡도를 줄여(arc-shortening effect) 중심각막을 편평하게 하고 각막 중심부를 침범하지 않아 안전

하며 어려움 없이 다시 제거할 수 있으며 수술 자체가 시축에 영향을 주지 않는 장점이 있다.<sup>6,13,14</sup> Intacs®는 150°의 반달모양의 내부직경 6.8 mm, 외부직경 8.1 mm의 arc형태의 각막내 삽입물이다. 이에 반해 본 연구에 사용된 KeraRing®은 정점직경(apical diameter)이 5.0 mm으로 Intacs®보다 작은 직경을 가지고 시축에 보다 가깝게 위치한다. 따라서 기존의 각막링보다 얇은 각막에 삽입되어 술기상 어려운 단점은 있지만 중심부 각막을 보다 편평하게 하여 원추각막의 교정에 더 큰 효과가 있다.<sup>9</sup> 이는 Patel et al<sup>15</sup>의 작은 직경과 두꺼운 두께의 각막 내 링 삽입이 각막을 편평하게 하는 효과가 더 크게 나타난다는 연구 결과와 일치한다. 또한 KeraRing®을 삽입하기 위해 사용된 권장계산도표는 이제까지 원추각막을 교정하기 위해 각막기질내 각막링을 삽입함으로써 나타난 여러 가지 의문에 대한 결과이다.<sup>16-19</sup> 이전의 각막링과는 달리 KeraRing®은 현성굴절검사를 통한 근시, 난시 정도 및 각막형태에 따라 삽입되는 각막링의 두께, 길이, 1개 혹은 2개 삽입, 대칭형 혹은 비대칭형 등으로 달리하여 환자 개개인의 각막 특성에 맞게 삽입될 수 있도록 고안되었다. 따라서 본 연구에서는 KeraRing®을 원추각막의 교정에 적용하였다.

본 연구에서 KeraRing®을 삽입한 뒤 6개월 후 나안시력은 8/11안(73%)에서, 최대교정시력 역시 8/11안(73%)에서 수술 전과 비교해 향상되었으며 나머지 3/11안(27%)은 시력저하 없이 수술 전 시력과 같았다. 또한 Orbscan IIz를 통한 각막곡률변화에서도 수술 전과 비교해 K max, K min에서 유의한 향상을 확인할 수 있었다. 이는 KeraRing® 각막링과 같은 5 mm 직경을 가지는 Ferrara® 각막링을 수기로 삽입하여 콘택트 렌즈를 착용하기 힘들어 하는 원추각막환자에서 각막 곡률을 정상화시키면서 시력의 향상을 보인 이전 연구와 같은 결과를 보였다.<sup>20,21</sup> 그리고 저자들은 시력의 변화가 없었던 3안에 대해 경과관찰을 한 결과, stage I에 해당하는 2안의 경우 시력표상의 시력은 변화가 없으나 주관적인 시력호전을 보임에 따라 향후 술 전, 후 설문과 대비감도검사 등을 평가하여 시력의 질 변화에 대하여 연구하는 것이 필요할 것으로 생각하였다.

각막링을 삽입하는 방법에는 2가지가 있다. 여기에는 본 연구처럼 특수하게 고안된 기구를 통해 수기로 터널을 만들어 삽입하는 방법과 펄토초레이저(IntraLase, Advanced Medical Optics, California, CA, USA)를 이용한 방법이 있다. 수기 방법을 이용하여 각막링을 삽입한 뒤 좋은 시력예후 및 적은 합병증을 보였던 많은 연구들이 최근까지 보고되고 있다.<sup>6,12,14,17,21-29</sup> 합병증의 비율이 적다고 하더라도 수기로 인한 가장 큰 부작용은 정교하지 못한 수기와 부적절한 각막링 위치선정으로 인한 각막링의 탈출 및 주변각

막의 꺾임, 감염 등의 발생이다. 이는 본 연구에서 통계에서 제외된 1안에서도 나타났으며 탈출된 KeraRing®을 제거한 뒤 각막곡률의 변화 및 시력의 저하를 확인할 수 있었다. 이런 부작용을 막기 위해 펄토초레이저를 통한 삽입부 터널을 만드는 방법이 많이 이용된다.<sup>8,9,30,31</sup> 펄토초레이저의 장점은 보다 빠르고 정교하게 각막터널을 만들며 술자가 보다 쉽게 수술방법을 익힐 수 있으며 수술받는 환자가 수술 중 안락함을 얻는 등 여러 장점이 있다. 그러나 고가의 레이저 장비를 이용해야 하며 최근 보고된 연구에 따르면 146안을 대상으로 수기 방법과 펄토초레이저를 이용한 방법으로 각막링을 삽입한 군을 나누어 비교한 결과 시력 및 각막 곡률 결과가 비슷할 뿐만 아니라 부작용에 있어서도 비록 수술 후 각막링의 탈출 및 제거, 그리고 위치 수정 등이 수기 방법에서 수치상으로 높게 나타났으나 두 군 사이에 통계적인 차이는 없었다.<sup>32</sup> 따라서 수기로 KeraRing®을 삽입하는 방법이 수술 시 주의를 기울일 경우 술자가 원하는 결과를 얻을 것으로 생각하였다.

본 연구에서는 12안 중 5안에서 수술 시 절개했던 부위에, 4안에서 각막링 경로를 따라 각막 혼탁이 발생하였으며 이는 수술 중 절개부를 통한 터널형성, 각막링 삽입 등의 수기로 인한 합병증으로 볼 수 있다. 그러나 각막 중심 5 mm 부위의 혼탁으로 중심시력을 침범하지 않아 결과에는 영향을 주지 않았다. 또 1안에서 술 후 각막링 삽입부의 표피가 탈출되면서 각막링 노출이 발생하여 각막링을 제거하였다. 제거 후 남아 있는 각막링의 영향으로 각막지형도상 Sim K astigmatism이 다소 증가하였으나 최대교정시력이 logMAR 0.2로 KeraRing® 삽입술 전보다 높게 유지되고 환자 역시 만족도가 높아 아직 추가적인 삽입술 및 기존 각막링 제거술은 계획하지 않은 채 경과관찰 중이다.

본 연구에서 stage IV에 해당하는 원추각막 환자는 처음부터 KeraRing® 삽입술을 시도하지 않았다. Stage IV의 원추각막을 대상으로 KeraRing®을 삽입한 Shabayek et al<sup>9</sup>은 최대교정시력의 감소를 보고하였으며 Intacs®를 사용한 Alio et al<sup>22</sup>도 같은 결과를 보였다. 따라서 본원에 내원한 환자 중 stage IV 원추각막 환자는 KeraRing® 삽입술을 시행하지 않고 각막이식을 받도록 하였다.

KeraRing®을 성공적으로 시행 받은 11안 중 수술 당시 원추각막 stage가 높거나 부정시가 심한 경우 수술 후 현성굴절검사상 정시와 차이가 있는 부정시가 남는 경우가 많았다. 이 경우 안경이나 콘택트렌즈로 술 전보다 좋은 최대교정시력을 얻을 수는 있었지만 환자의 불편감은 남게 되었다. Budo et al<sup>33</sup>는 중심부 각막이 투명한 3명의 원추각막 환자를 대상으로 난시교정용 홍채교정 유수정체 안내렌즈(Toric Artisan®)를 삽입함으로써 수술 후 구면렌즈대응치



의 유의한 감소와 1D 이내의 정시에 가까운 결과를 도출하였다. 이를 바탕으로 Colin and Velou<sup>34</sup>는 원추각막으로 Intacs®를 삽입한 환자에 전방 유수정체 안내렌즈를 추가적으로 삽입하여 5개월 이상 유지되는 최대교정시력 및 나안시력의 증가를 확인하였다. 본 연구에서도 술 후 부정시가 심한 환자에게 전방 유수정체 안내렌즈가 앞으로 추가적으로 적용할 수 있는 방법으로 생각된다.

본 연구에서 11안의 경우 모두 술 전보다 각막지형도 검사의 각막곡률에서 K값의 감소를 확인할 수 있었다. 이렇게 통계적으로 유의한 변화는 확인할 수 있었지만 초기 각막곡률값과 각막형태가 비슷하여 같은 KeraRing®을 삽입한 각각의 환자들 중 Sim K astigmatism 값이 5.2D 감소한 경우가 있는 반면 2.1D 감소로 예상보다 작은 경우도 있었다. 저자들은 술기상의 문제도 관계될 수 있지만 corneal hysteresis나 corneal resistance factor 같은 각막의 생체역학적 성질이 관계가 될 수 있을 것으로 추측하였다. 보다 탄력성이 있는 각막조직인 경우 각막기질내 각막링이 삽입될 경우 각막을 편평하게 하는 힘이 더 강할 것이다.<sup>9</sup> 따라서 수술 전 Ocular Response Analyzer (Reichert Inc., New York, NY, USA)를 통해 corneal hysteresis를 측정하는 것이 특히 진행된 원추각막 환자에서 수술의 효과 및 시행여부 결정에 참고 자료가 될 수 있을 것이다.

본 연구는 KeraRing® 삽입술 후 6개월 동안 관찰하여 나안시력, 최대교정시력, 각막곡률 모두 의미 있는 변화를 확인하였다. 따라서 KeraRing® 삽입술은 원추각막에서 효과적인 치료법이라 생각되나 대상군의 수가 적고 짧은 경과 관찰 기간이라는 제한점이 있다. 하지만 KeraRing® 삽입술이 안경이나 콘택트렌즈로 더 이상 시력 교정이 되지 않아 각막이식수술밖에 방법이 없는 원추각막 환자에서 시력을 보다 향상시키고 각막 곡률 값, 각막난시를 감소시켜 각막이식수술까지의 기간을 연장할 수 있는 좋은 대안이 됨을 확인할 수 있었다.

앞으로 더 많은 대상군에 대해 앞서 언급한 추가적인 검사와 치료법을 병행하는 장기간의 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- 1) Krachmer JH, Feder RS, Belin MW. Keratoconus and related non-inflammatory corneal thinning disorders. *Surv Ophthalmol* 1984; 28:293-322.
- 2) Rabinowitz YS. Keratoconus. *Surv Ophthalmol* 1998;42:297-319.
- 3) Kim MK, Lee JH. Long-term outcome of graft rejection after penetrating keratoplasty. *J Korean Ophthalmol Soc* 1997;38:1553-60.
- 4) Doyle SJ, Hynes E, Naroo S, Shah S. PRK in patients with a keratoconic topography picture. The concept of a physiological 'dis-

- placed apex syndrome'. *Br J Ophthalmol* 1996;80:25-8.
- 5) Kremer I, Shochot Y, Kaplan A, Blumenthal M. Three year results of photoastigmatic refractive keratectomy for mild and atypical keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 1998;24:1581-8.
- 6) Boxer Wachler BS, Christie JP, Chandra NS, et al. Intacs for keratoconus. *Ophthalmology* 2003;110:1031-40.
- 7) Kymionis GD, Tsiklis NS, Pallikaris AI, et al. Long-term follow-up of Intacs for post-LASIK corneal ectasia. *Ophthalmology* 2006;113:1909-17.
- 8) Coskunseven E, Kymionis GD, Tsiklis NS, et al. One-year results of intrastromal corneal ring segment implantation (KeraRing) using femtosecond laser in patients with keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2008;145:775-9.
- 9) Shabayek MH, Alió JL. Intrastromal corneal ring segment implantation by femtosecond laser for keratoconus correction. *Ophthalmology* 2007;114:1643-52.
- 10) Maguire LJ, Lowry JC. Identifying progression of subclinical keratoconus by serial topography analysis. *Am J Ophthalmol* 1991; 112:41-5.
- 11) Nosé W, Neves RA, Schanzlin DJ, Belfort Júnior R. Intrastromal corneal ring--one-year results of first implants in humans: a preliminary nonfunctional eye study. *Refract Corneal Surg* 1993;9:452-8.
- 12) Colin J, Cochener B, Savary G, Malet F. Correcting keratoconus with intracorneal rings. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:1117-22.
- 13) Alió JL, Artola A, Ruiz-Moreno JM, et al. Changes in keratoconic corneas after intracorneal ring segment explantation and reimplantation. *Ophthalmology* 2004;111:747-51.
- 14) Alió JL, Shabayek MH, Artola A. Intracorneal ring segments for keratoconus correction: long-term follow-up. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:978-85.
- 15) Patel S, Marshall J, Fitzke FW 3rd. Model for deriving the optical performance of the myopic eye corrected with an intracorneal ring. *J Refract Surg* 1995;11:248-52.
- 16) Alió JL, Artola A, Hassanein A, et al. One or 2 Intacs segments for the correction of keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:943-53.
- 17) Colin J. European clinical evaluation: use of Intacs for the treatment of keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:747-55.
- 18) Colin J, Malet FJ. Intacs for the correction of keratoconus: two-year follow-up. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:69-74.
- 19) Rabinowitz YS, Li X, Ignacio TS, Maguen E. INTACS inserts using the femtosecond laser compared to the mechanical spreader in the treatment of keratoconus. *J Refract Surg* 2006;22:764-71.
- 20) Kwitko S, Severo NS. Ferrara intracorneal ring segments for keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:812-20.
- 21) 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.
- 22) Alió JL, Shabayek MH, Belda JI, et al. Analysis of results related to good and bad outcomes of Intacs implantation for keratoconus correction. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:756-61.
- 23) Colin J, Cochener B, Savary G, et al. INTACS inserts for treating keratoconus: one-year results. *Ophthalmology* 2001;108:1409-14.
- 24) Hellstedt T, Mäkelä J, Uusitalo R, et al. Treating keratoconus with intacs corneal ring segments. *J Refract Surg* 2005;21:236-46.
- 25) Kanellopoulos AJ, Pe LH, Perry HD, Donnenfeld ED. Modified intracorneal ring segment implantations (INTACS) for the management of moderate to advanced keratoconus: efficacy and complications. *Cornea* 2006;25:29-33.

- 26) Kymionis GD, Siganos CS, Tsiklis NS, et al. Long-term follow-up of Intacs in keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2007;143:236-44.
- 27) Miranda D, Sartori M, Francesconi C, et al. Ferrara intrastromal corneal ring segments for severe keratoconus. *J Refract Surg* 2003; 19:645-53.
- 28) Siganos CS, Kymionis GD, Kartakis N, et al. Management of keratoconus with Intacs. *Am J Ophthalmol* 2003;135:64-70.
- 29) Zare MA, Hashemi H, Salari MR. Intracorneal ring segment implantation for the management of keratoconus: safety and efficacy. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:1886-91.
- 30) Ertan A, Bahadır M. Topography-guided vertical implantation of Intacs using a femtosecond laser for the treatment of keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:148-51.
- 31) Ertan A, Kamburoğlu G, Bahadır M. Intacs insertion with the femtosecond laser for the management of keratoconus: one-year results. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:2039-42.
- 32) Piñero DP, Alio JL, El Kady B, et al. Refractive and aberrometric outcomes of intracorneal ring segments for keratoconus: mechanical versus femtosecond-assisted procedures. *Ophthalmology* 2009;116:1675-87.
- 33) Budo C, Bartels MC, van Rij G. Implantation of Artisan toric phakic intraocular lenses for the correction of astigmatism and spherical errors in patients with keratoconus. *J Refract Surg* 2005;21:218-22.
- 34) Colin J, Velou S. Implantation of Intacs and a refractive intraocular lens to correct keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:832-4.

**=ABSTRACT=**

## Intrastromal Corneal Ring Segments (KeraRing®) Implantation for the Correction of Keratoconus

Sung Wook Choi, MD<sup>1</sup>, Woo Seok Choae, MD<sup>2</sup>, Jun Her, MD<sup>1</sup>

*Department of Ophthalmology, Busan Paik Hospital, Inje University College of Medicine<sup>1</sup>, Busan, Korea*

*Department of Ophthalmology, Masan Samsung Hospital, Sungkyunkwan University School of Medicine<sup>2</sup>, Masan, Korea*

**Purpose:** To report the outcomes after the implantation of intrastromal corneal ring segments (KeraRing®) by manual tunnel creation for the correction of keratoconus.

**Methods:** The present retrospective case series was comprised of 12 eyes of 11 consecutive keratoconic patients. Intrastromal corneal ring segments (KeraRing®) were implanted for keratoconus correction after manual tunnel creation. Uncorrected visual acuity (UCVA), best corrected visual acuity (BCVA), refractive outcome, and complete ophthalmologic examinations were performed before and after surgery at 1 day, 1 week, 3 months, and 6 months. Corneal topography was measured before surgery, 6 months after surgery and during any necessary follow-up visits.

**Results:** Intrastromal corneal ring segments (KeraRing®) implantation significantly increased BCVA from logMAR 0.47 ± 0.19 to logMAR 0.28 ± 0.17 ( $p < 0.05$ ) and decreased the spherical equivalent from -6.03 ± 3.24 D to -2.24 ± 1.96 D. The simulated keratometric value in the Orbscan IIz significantly decreased in K maximum from 50.7 ± 2.93D to 47.65 ± 3.15 D and in K minimum from 47.65 ± 3.15 D to 44.92 ± 2.80 D.

**Conclusions:** Intrastromal corneal ring segments implantation (KeraRing®) by manual tunnel creation appears to be effective in improving BCVA and reducing corneal astigmatism and keratometric value in keratoconic patients. KeraRing® may delay or prevent the need for a corneal graft, and reduce the contact lens intolerance.

*J Korean Ophthalmol Soc* 2011;52(3):277-284

**Key Words:** Intrastromal corneal ring segments, KeraRing, Keratoconus

---

Address reprint requests to **Jun Her, MD, PhD**

Department of Ophthalmology, Pusan Paik Hospital, Inje University College of Medicine  
#633-165 Gaegeum-dong, Busanjin-gu, Busan 614-735, Korea

Tel: 82-51-890-6357, Fax: 82-51-890-6329, E-mail: hereye@inje.ac.kr