

후방유수정체안내렌즈 삽입술과 전층 난시교정각막절개술의 동시 수술의 단기간 임상성적

Short-term Clinical Outcomes of Implantable Collamer Lens Implantation with Simultaneous Full Thickness Astigmatic Keratotomy

김부기 · 문수정 · 최현태 · 정영택

Buki Kim, MD, Sujoung Mun, MD, PhD, Hyuntae Choi, MD, Youngtaek Chung, MD, PhD

온누리스마일안과 의원

Onnuri Smile Eye Clinic, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the clinical outcomes of implantable collamer lens (ICL) implantation with simultaneous full thickness astigmatic keratotomy (FTAK) for the correction of moderate to high myopic astigmatism.

Methods: Thirty-two eyes of 16 patients who had an ICL implantation with simultaneous FTAK were studied. Follow-up visits were at 1 week, 1 month, and 3 months. The outcome measures included the uncorrected distance visual acuity (UDVA), refractive error, efficacy, safety, and predictability.

Results: After the surgery, astigmatism was reduced by $74.83 \pm 13.8\%$. The proportion of eyes with a spherical equivalent of 0.5 D or less was 87.5%, and all eyes had a spherical equivalent of 1.0 D or less at 3 months after the surgery. The proportion of eyes with a UDVA of 20/25 or better was 100%, and 20/20 or better was 81.25%. Reoperation was needed in one case (3.1%) because of undercorrection of the astigmatism, and no complications were observed.

Conclusions: This study showed that ICL implantation with simultaneous FTAK is effective and safe for the correction of moderate to high myopic astigmatism.

J Korean Ophthalmol Soc 2017;58(8):916-923

Keywords: Astigmatic keratotomy, Astigmatism, High astigmatism, Implantable collamer lens, Toric Implantable collamer lens

후방유수정체 인공수정체는 Visian Implantable Collamer Lens (ICL[®], STAAR Surgical, Nidau, Switzerland) 근시 교정에 있어서 여러 연구를 통해 그 효과와 안전성이 입증되었고,¹⁻³ 각막을 절삭하여 근시를 교정하는 레이저각막절

삭성형술(laser-assisted *in-situ* keratomileusis, LASIK)이나 굴절교정레이저각막절제술(photorefractive keratectomy) 등 각막굴절수술로 교정이 불가능한 고도근시 환자나 원추각막 등의 각막 질환을 가진 환자에서 특히 유용하다.^{4,5} 최근에는 Visian spherical ICL의 광학부에 난시교정이 가능하게 난시가 들어간 Toric ICL이 소개되어 널리 사용되고 있고, 이에 대한 효과 및 안전성 역시 여러 보고를 통해 입증되었다.^{6,7} 그러나 spherical ICL의 합병증인 백내장, 안압상승, 색소분산증후군, 각막내피세포 손상 등에 더불어 Toric ICL은 술 후 렌즈 축 위치이동(axis shift)으로 인한 난시교정효과 저하가 발생하여 시력 저하가 나타나거나 재수술을 요하는 경우가 있다.^{7,8}

■ Received: 2017. 5. 18. ■ Revised: 2017. 6. 30.

■ Accepted: 2017. 7. 21.

■ Address reprint requests to Youngtaek Chung, MD, PhD
Onnuri Smile Eye Clinic, #Hyobong building 9F, 1
Gangnam-daero 65-gil, Seocho-gu, Seoul 06614, Korea
Tel: 82-2-6913-0000, Fax: 82-2-532-5406
E-mail: ytchungc@daum.net

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

© 2017 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.

난시교정각막절개술은 난시를 교정하는 간편하고, 안전하고, 효과적인 방법으로서, 최근에 저자들은 고도난시 환자를 대상으로 전층 난시교정각막절개술을 먼저 시행하여 난시를 줄여준 뒤 스마일 수술이나 LASIK 수술을 시행하거나, spherical ICL 삽입술 또는 백내장 수술 후 남은 난시를 전층 난시교정각막절개술로 교정하여 좋은 결과를 보고하였다.⁹⁻¹¹ 이 같은 단계적 수술법은 수술의 예측도를 높여주는 장점이 있는 반면 두 수술 사이에 1-2개월의 시간을 기다려야하는 단점이 있다. 이에 저자들은 ICL 삽입술 과정에서 절개창 너비를 조절하거나 새로운 절개창을 추가로 만드는 방법으로 ICL 삽입술과 전층 난시교정각막절개술을 동시에 시행하여 이 같은 단점을 극복하고자 하였다.

본 연구에서는 고도근시 또는 얇은 각막으로 인해 각막굴절수술이 불가능했던 환자 중 2.0디옵터(diopter, D) 이상의 난시를 가지고 있는 환자를 대상으로 ICL 삽입술과 전층 난시교정각막절개술을 동시에 시행하였다. 수술 후 경과관찰을 하며 난시도수, 나안시력, 최대교정시력 등을 측정하여 술 전과 비교하였고, 수술 중, 수술 후 합병증 발생 여부를 관찰하여 ICL 삽입술과 전층 난시교정각막절개술의 동시 수술의 효과 및 안전성을 알아보하고자 하였다.

대상과 방법

2016년 7월부터 2016년 11월까지 온누리스마일안과 의원에서 한 명의 술자에 의해 ICL 삽입술과 전층 난시교정각막절개술을 동시에 시행 받은 환자 중 3개월 이상 추적관찰이 가능하였던 16명, 32안을 후향적으로 조사하였다. 대상 환자 포함 기준으로는 만 18세 이상, 근시도수 6.0D 이상, 난시도수 2.0D 이상, 전방 깊이 3.0 mm 이상, 안압 10-21 mmHg, 각막내피세포 수 2,000 cells/mm² 이상으로 하였고 약시, 망막 질환, 백내장, 녹내장 등의 안과적 질환이나 당뇨, 결체조직질환과 같은 전신질환이 있는 경우는 연구에서 제외하였다. 본 연구는 보건복지부 지정 공공기관 생명윤리위원회(institutional review board, IRB)의 승인을 받았다(승인번호: P01-201703-21-012).

수술 전 검사로는 나안시력, 최대교정시력, 세극등현미경 검사, 현성굴절검사, 조절마비굴절검사, 안압검사, 안저검사, 자동굴절검사기(Topcon KR-8900, Topcon Corp., Tokyo, Japan), 각막내피세포검사(noncom Robo-ca, Konan Medical Inc., Tokyo, Japan), 이중샤임플러그 전안부분석기(Galiei®, Ziemer Ophthalmic System, Port, Switzerland), 전안부 빛간섭단층촬영계(Visante®, Carl Zeiss Meditec Inc., Dublin, CA, USA) 등을 시행하였다. ICL은 중심부에 구멍이 있는 ICL (Hole ICL; KS-AP®, STAAR Surgical, Nidau,

Switzerland)을 사용하였고, ICL의 도수 계산은 제조회사(STAAR, Surgical AG, Nidan, Switzerland)에서 제공하는 프로그램을 이용하였으며, 현성굴절검사 값과 각막곡률반경, 각막지형도검사에 의한 White to white, 각막두께, 전방 깊이 등의 측정치를 입력하여 ICL 크기를 선택하였고, 난시교정의 기준인 난시의 도수와 측은 자동굴절검사의 값을 기준으로 하였다.

수술 시 누운 자세에서 0.5% proparacaine HCL (Alcaine®, Alcon, Fort Worth, TX, USA)로 점안 마취를 하고 마킹펜을 이용하여 가파른 축을 표시하였는데 이때 칼리스토아이(CALLISTO eye®, Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany)를 이용하였다. Ring marker with cross wires를 이용하여 동공 중심을 기준으로 직경 7.5 mm 원을 표시하였다. 가파른 축을 표시한 뒤 그 부위에 2.8 mm 절개도를 이용하여 표시된 원에서 난시도수에 따라 0, 0.5, 1.0, 또는 1.5 mm 뒤쪽으로 전층각막절개를 시행하였는데(Table 1), 경사절개 방식으로 절개의 길이를 길게 하였다. 점탄물질을 전방에 채운 뒤 ICL 렌즈 삽입장치(STAAR ICL injector system, Nidau, Switzerland)를 이용하여 후방에 ICL을 삽입하였다. 난시도수에 따라서 넓은 직경의 절개도를 이용하여 절개너비를 넓혔고(Table 1), 교정하고자 하는 난시가 주절개로 부족하리라 판단될 때 반대쪽(counter part)에 추가적으로 절개를 하였다. 연구에 포함되었던 모든 경우에서 난시의 축이 180°에 가까운 직난시였기 때문에 모든 수술은 상측으로 주절개가 이루어졌고, 주절개의 최대너비는 5.7 mm, 반대쪽 절개의 최대너비는 4.1 mm로 하였으며 동공의 직경이 7.5 mm 이상인 경우는 기준선에서 1.0 mm 이상 떨어져서 절개하였다. 반대쪽 절개방법은 2.8 mm 절개도로 전층절개를 하고 필요시 넓히는 방식으로 처음 절개와 동일하게 하였고, 예상 난시교정량은 노모그램에서의 합으로 계산하였다. 주절개와 반대쪽 절개의 길이를 다르게 할 때는 윗눈꺼풀에 가려질 수 있는 주절개의 길이를 더 길게

Table 1. Nomogram of the beveled, full-thickness astigmatic keratotomy

Distance from corneal marking (mm)	Incision width (mm)	Corrected astigmatism (D)
1.5	2.8	0.75
1.5	4.1	1.25
1.5	5.7	2.5
1.0	2.8	1
1.0	4.1	1.75
1.0	5.7	3
0.5	4.1	2
0.5	5.7	3.5
0	5.7	4.5

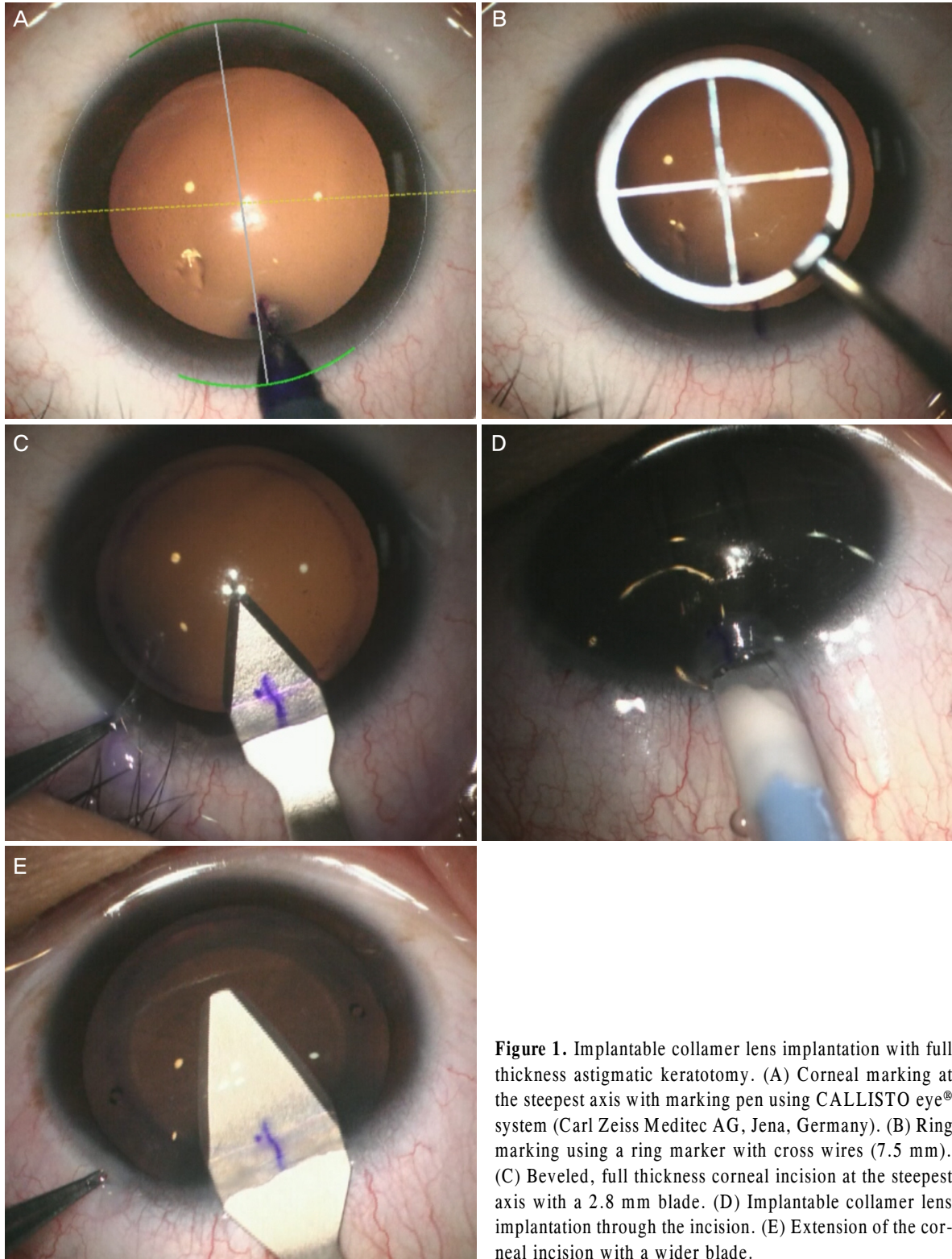


Figure 1. Implantable collamer lens implantation with full thickness astigmatic keratotomy. (A) Corneal marking at the steepest axis with marking pen using CALLISTO eye® system (Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany). (B) Ring marking using a ring marker with cross wires (7.5 mm). (C) Beveled, full thickness corneal incision at the steepest axis with a 2.8 mm blade. (D) Implantable collamer lens implantation through the incision. (E) Extension of the corneal incision with a wider blade.

하였으며, 5.7 mm 절개는 양쪽 4.1 mm 절개로 교정이 되지 않을 때 시행하였다. Weckcel 스펀지를 이용하여 방수 누출여부를 확인한 뒤 세파졸린주(Cefazolin Injection®, Kukje pharm., Seoul, Korea), 한울솔루다코르틴주(Hanall

Soludacortin Injection®, Hanallbiopama Inc., Seoul, Korea), 2% Lidocaine을 2:1:1로 혼합하여 결막하 주사한 뒤 수술을 마쳤고, 봉합은 시행하지 않았다(Fig. 1). 술 후 1개월 때 잔여난시가 2.0D 이상이거나 잔여난시로 인해 나안시력에

만족하지 못하였을 때는 각막절개장의 너비를 넓히거나 반대편에 추가 절개를 하는 방식으로 전층 난시교정각막절개술을 추가로 시행하였다. 술 후 환자는 점안 항생제 0.5% moxifloxacin (Vigamox[®], Alcon, Fort Worth, TX, USA)과 점안 스테로이드 0.1% fluorometholone (Opti-V[®], Reyon Pharm, Seoul, Korea)을 하루 4번 점안하도록 하였고, 0.1% sodium hyaluronate (Hyalein[®] Mini 0.1%, Santen Inc., Osaka, Japan)를 수시로 점안하도록 하였다. 환자는 술 후 1일, 1주, 1개월, 3개월에 내원하여서 나안시력, 최대교정시력, 굴절력, 술 후 합병증 유무 등을 검사하였다. 그리고 전안부 빛간섭단층촬영계를 이용하여 ICL 광학부 중심에서 수정체와의 천장높이(Vaulting)를 측정하였다.

시력은 용이한 분석을 위해 logarithm of the minimum angle of resolution (logMAR)으로 환산하였고, 통계학적 분석은 SPSS 20.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하였으며, paired *t*-test를 이용하여 술 전과 경과관찰 시 측정된 시력 및 굴절력을 비교하였다. 유의 수준은 *p*-value 0.05 미만으로 하였다. 수술 전 환자과 수술의 세부사항 및

위험성, 기대되는 이익, 수술 중 및 수술 후 발생 가능한 합병증 등에 대한 충분한 상담을 거쳤고, 사전동의를 받았다.

결 과

수술 환자는 16명 32안이었고, 남자가 5명(10안), 여자가 11명(22안)이었다. 평균 나이는 24.0 ± 4.76 세, 수술 전 평균 나안시력(logMAR)은 1.52 ± 0.23 , 평균 구면렌즈대응치는 -11.57 ± 2.54 D, 평균 난시도수는 -2.98 ± 1.1 D, 평균 각막내피세포 수는 $2,990.12 \pm 136.28$ cells/mm²였다(Table 2). 수술 전 난시가 2.0~2.75D인 경우는 18안(56.2%), 3.0~3.75D인 경우는 7안(21.9%), 4.0~4.75D인 경우는 5안(15.6%), 5.0D 이상인 경우는 2안(6.3%)이었다.

20안(62.5%)에서는 하나의 절개만 시행하여 난시를 교정하였고, 12안(37.5%)에서는 주절개에서 180° 떨어진 반대쪽에 추가로 절개를 시행하였는데, 절개의 평균 너비는 한 개의 절개를 한 군에서 3.97 ± 0.40 mm였고, 두개의 절개를 한 군에서 주절개는 4.23 ± 0.46 mm, 반대쪽 절개는 3.23 ± 0.64 mm였다. 술 전 난시는 하나의 절개를 한 군에서 2.42 ± 0.45 D, 두개의 절개를 한 군에서 3.89 ± 1.26 D로 통계적으로 유의하게 두개의 절개를 한 군에서 높았고(*p*=0.030), 난시의 교정량은 하나의 절개를 한 군에서 $71.6 \pm 14.8\%$, 두개의 절개를 한 군에서 $80.3 \pm 10.3\%$ 로 통계적으로 유의하지는 않지만 두개의 절개를 한 군에서 높았다(*p*=0.053).

나안시력은 술 후 1주일째 -0.02 ± 0.09 로 술 전에 비해 유의하게 상승해서(*p*<0.001), 술 후 3개월 -0.03 ± 0.07 로 안정적으로 유지되었다(Table 3). 술 후 3개월째 나안시력이 20/25 이상인 비율이 100%, 20/20 이상인 비율은 81.25%였다. 효용성 지수(efficacy index=mean postoperative uncorrected distance visual acuity [UDVA]/mean preoperative corrected distance visual acuity [CDVA])는 1.07이었다.

난시도수는 술 전 -2.98 ± 1.1 D에서 술 후 1주째 -0.73 ± 0.51 D로 유의하게 감소하였고(*p*<0.001), 3개월째 $-0.72 \pm$

Table 2. Demographics of the patients

Characteristics	Data
Eyes (n)	32
Sex (male/female)	10/22
Age (years)	24.0 ± 4.76 (18~32)
UDVA (logMAR)	1.52 ± 0.23 (1.0~1.7)
CDVA (logMAR)	-0.03 ± 0.06 (-0.1~0.1)
IOP (mmHg)	14.41 ± 3.82 (9.0~17)
Sphere (diopter)	-10.11 ± 2.20 (-14.25~-6.0)
Cylinder (diopter)	-2.98 ± 1.1 (-6.75~-2.0)
Spherical equivalence (diopter)	-11.57 ± 2.54 (-15.75~-7.0)
WTW (mm)	11.42 ± 0.34 (10.71~11.75)
ACD (mm)	3.24 ± 0.16 (3.01~3.57)
Endothelium (cells/mm ²)	$2,990.12 \pm 136.28$ (2,747~3,295)

Values are presented as mean \pm SD (range) unless otherwise indicated. UDVA = uncorrected distance visual acuity; logMAR = logarithm of the minimum angle of resolution; CDVA = corrected distance visual acuity; IOP = intraocular pressure; WTW = white to white; ACD = anterior chamber depth.

Table 3. Pre- and post-operative clinical data comparison in patients who underwent implantable collamer lens implantation with simultaneous astigmatic keratotomy

Measurement	Preoperative	POD 3 months	<i>p</i> -value
Sphere (diopter)	-10.11 ± 2.20	0.53 ± 0.30	<0.001
Cylinder (diopter)	-2.98 ± 1.1	-0.72 ± 0.38	<0.001
Spherical equivalence (diopter)	-11.57 ± 2.54	0.18 ± 0.29	<0.001
UDVA (logMAR)	1.52 ± 0.23	-0.03 ± 0.07	<0.001
CDVA (logMAR)	-0.03 ± 0.06	-0.04 ± 0.05	0.133

Values are presented as mean \pm SD.

POD = postoperative day; UDVA = uncorrected distance visual acuity; logMAR = logarithm of the minimum angle of resolution; CDVA = corrected distance visual acuity.

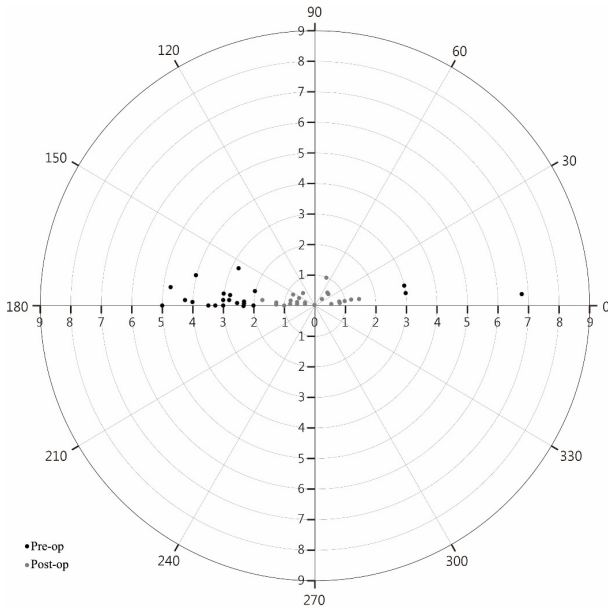


Figure 2. Vector analysis of astigmatism. This polar plot shows the reduction in astigmatism after implantable collamer lens implantation with simultaneous astigmatic keratotomy. Gray dots (postoperative) are closer to the center compared to black dots (preoperative). Pre-op = preoperation; Post-op = postoperation.

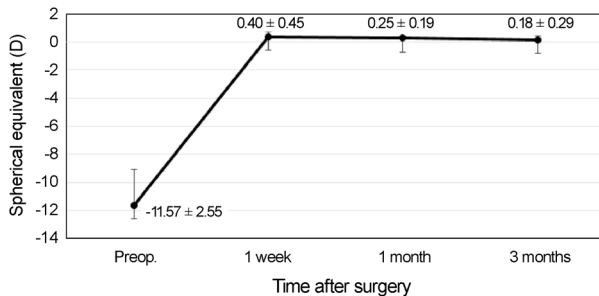


Figure 3. Stability of the implantable collamer lens implantation with simultaneous astigmatic keratotomy. Spherical equivalent refraction of combined procedure is stable for 3 months. Preop = preoperation.

0.38D로 안정적으로 유지되었다(Table 3). 술 전과 비교하여 술 후 3개월째 교정된 난시의 양은 $74.83 \pm 13.8\%$ 였다. Fig. 2는 난시를 극좌표에 표시한 것으로 술 전 난시에 비해 술 후 난시가 0에 가깝게 분포된 것을 볼 수 있다. 술 후 3개월째 잔여 난시가 96.9%에서 1.5D 이하, 78.1%에서 1.0D 이하였다. 구면렌즈대응치는 술 전 -11.57 ± 2.54 D에서 술 후 1주째 0.40 ± 0.45 D, 1개월째 0.25 ± 0.19 D, 3개월째 0.18 ± 0.29 D로 안정적으로 유지되었고(Fig. 3), 술 후 3개월째 100%에서 ± 1.0 D 이하였으며, 84.4%에서 ± 0.5 D 이하였다.

예측성(predictability) 면에서 수술 후 3개월째에 구면렌

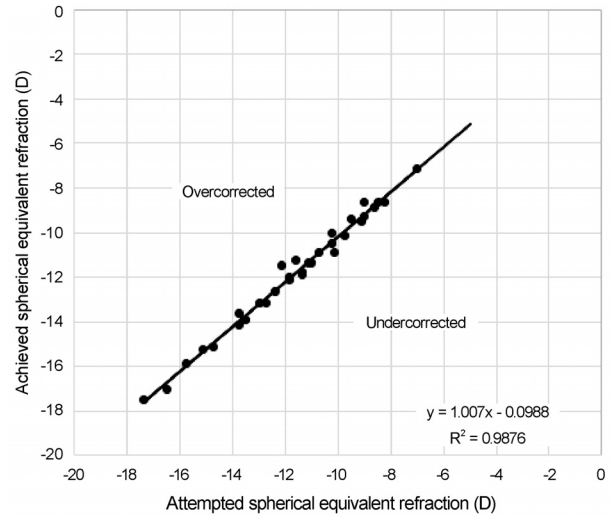


Figure 4. Predictability of the implantable collamer lens implantation with simultaneous astigmatic keratotomy. Scatterplot of the attempted spherical equivalent refractive change plotted against the achieved spherical equivalent change at 3 months.

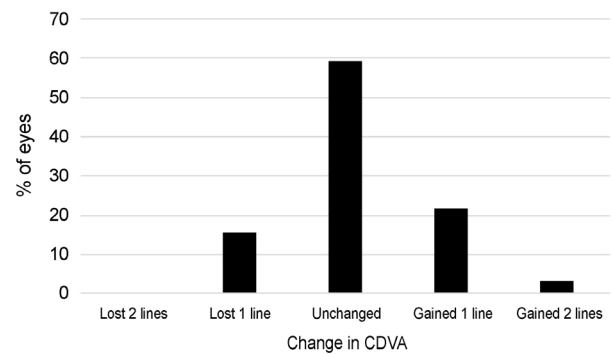


Figure 5. Safety of the implantable collamer lens implantation with simultaneous astigmatic keratotomy. The percentage of eyes in which there was a gain/loss of Snellen visual acuity lines (CDVA). CDVA = corrected distance visual acuity.

즈대응치가 ± 0.5 D 이내인 경우는 87.5%였고, 100%에서 ± 1.0 D 이내로 교정되었으며, 교정하고자 했던 구면렌즈대응치와 교정된 구면렌즈대응치는 높은 연관성을 보였다($R^2=0.987$, Fig. 4). 안전성(Safety) 면에서, 최대교정시력(logMAR)이 술 전 -0.03 ± 0.06 에서 술 후 3개월째 -0.04 ± 0.05 로 증가하였지만 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.133$, Table 3). 술 전과 비교해서 최대교정시력이 1줄 감소한 경우는 15.63%, 변화가 없었던 경우는 59.38%, 1줄 증가한 경우는 21.88%, 2줄 증가한 경우는 3.13%였다(Fig. 5). 안전성 지수(safety index=mean postoperative CDVA/mean preoperative CDVA)는 1.27이었다.

재수술은 1안(3.1%)에서 시행되었는데 술 전 난시가 6.75D에서 술 후 1주째 난시가 3.0D로 저교정되었다. 재교

정은 반대쪽에 추가 절개를 시행하였고, 난시가 1.5D로 줄었고 환자가 나안시력에 만족하여서 그 이상의 추가 교정은 시행하지 않았다. 그 외 수술 중과 수술 후 3개월간의 경과관찰에서 창상누출, 전방출혈, 백내장, 녹내장 등의 수술과 관련된 합병증은 관찰되지 않았다. 각막내피세포 수는 술 전 $2,990.12 \pm 136.28$ cells/mm²에서 술 후 3개월째 $2,915.38 \pm 111.99$ cells/mm²로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.068$). 술 후 3개월째 천장높이는 0.60 ± 0.18 mm였다.

고 찰

고도난시를 가지고 있는 환자에게 굴절교정수술을 시행할 때는 여러 가지 제한점들이 있다. 고도난시를 라식이나 라섹과 같은 각막굴절수술로 교정을 하면 저교정되는 경향이 있고, 특히 고도난시가 고도근시와 동반된 경우는 각막절삭량의 증가로 수술 후 각막확장증의 위험성이 높아진다.^{12,13} 최근 Toric ICL에 대한 여러 연구에서 좋은 임상결과를 보고하고 있어서 고도근시와 난시가 동반된 경우 널리 사용되고 있으나 이 역시 제한점들이 존재한다. Toric ICL 수술 후 중요한 제한점 중 하나는 수술 후 난시 축의 회전인데, Bhandari et al¹⁴은 10.6%에서 30° 이상의 축의 회전이 발생하여서 축을 바로 잡아주는 재수술을 시행하였다고 보고하였고, Kamiya et al⁷은 Toric ICL 삽입술을 받고 3년간 경과관찰 하였을 때 12%에서 수술 후 10° 이상의 축의 회전 때문에 재수술을 하였다고 보고하였다. 이 중 66.7%에서 자연적으로 축의 회전이 발생하였고, 33.3%에서는 외상 후 축의 회전이 발생하였다고 하였으며, 자연적으로 축의 회전이 발생하였던 경우 중 75%는 수술 하루 후에 발생, 25%는 수술 2년 후에 발생하였다. 15° 이상의 축회전이 있을 경우 난시교정효과가 50% 이상 감소하고 난시 축의 변화가 발생하는데 이 때문에 시력 저하, 시력 질의 저하가 나타날 수 있다.⁸

알티산 렌즈(Artisan®, Ophtec BV, Groningen, Netherlands)와 같은 홍채고정 안내렌즈가 홍채에 지지부를 단단히 고정하는 것에 비해 ICL은 모양체고랑에 지지부를 지지하는 방식이기 때문에 수술 후에 렌즈가 회전할 수 있다. Park et al¹⁵은 Toric ICL 삽입술 후 축의 회전이 구면렌즈대응치가 높을수록 잘 발생한다고 하였는데 그 이유는 도수가 높을수록 렌즈가 두꺼워지고 광학부가 작아져서 구조적인 안정성이 떨어지기 때문일 것이라고 하였고, Mori et al¹⁶은 난시축이 180°에서 떨어질수록 술 후 회전이 많이 발생한다고 하였는데 수평 모양체고랑간거리(sulcus-to-sulcus diameter)에 비해 수직 모양체고랑간거리가 넓기 때문이라고 하

였다. 그리고 Kamiya et al⁷은 ICL의 지지부가 모양체고랑에 위치하지 않고 모양체에 위치하는 경우 술 후 동공의 수축이완 운동이나 외상에 의해 축의 회전이 있을 것이라고 하였다. 그러나 연구마다 축의 회전 정도나 회전의 위험인자에 대해 다른 결과를 보이기 때문에 이를 예상하거나 예방하기 힘들다.^{8,14-16} 일반적으로 재수술은 원래의 축으로 회전시켜주면 되고 큰 어려움 없이 진행되나 술자와 환자의 재수술에 대한 부담감, 내피세포감소나 안내감염 등에 대한 우려가 있을 수 있고, 회전이 재발하여 여러 번 재수술을 하거나 렌즈를 교환하는 경우도 있다.^{7,14,17}

이외에도 ICL 삽입술 시 시행하는 각막 절개창이 난시를 유발할 수 있는데 Kamiya et al¹⁸은 3.0 mm 길이의 투명각막절개를 통해 ICL 삽입술을 시행하였을 때 각막곡률계로 0.45D, 각막지형도검사로 0.49D의 수술유발난시가 발생하였다고 보고하였다. 이는 비교적 적은 양의 난시유발이지만 굴절교정수술에서 무시할 수 없는 양이라 생각된다. 또한 Toric ICL은 spherical ICL에 비해 가격이 비싸기 때문에 환자의 경제적 부담이 있을 수 있고, 도수에 따라서 렌즈를 주문을 한 뒤 수주 동안 기다려야 하는 시간적 단점이 존재한다.¹¹

난시교정각막절개술은 가파른 축의 주변부 각막에 절개를 하여서 그 부위를 평편하게 만들어 주는 방식으로 난시를 교정하는 방법으로서 간편하고 효과적으로 난시를 교정할 수 있다.¹⁹ 각막절제를 하지 않기 때문에 각막확장증의 위험성이 적고, 시축에서 떨어진 주변부 각막에서 수술이 이루어지기 때문에 각막중심에 반흔조직을 형성하거나 불규칙 난시를 유발할 가능성이 낮은 장점이 있으나, 수술 예측도가 비교적 부정확하고 많은 양의 난시는 한 번의 수술로 교정되지 않은 단점이 있으며 절개 깊이, 위치, 방법 등의 수술 방법과 노모그램이 술자에 따라 다양하기 때문에 최근에는 널리 시행되고 있지 않다.^{19,21} 저자들은 기존 난시교정각막절개술의 단점을 보완하기 위해 각막의 주변부에 경사절개법을 이용한 전층각막절개 난시교정술을 이용하여 ICL 삽입술 후 난시교정각막절개술, 백내장 수술 후 난시교정각막절개술, 그리고 난시교정각막절개술 단독으로 시행한 환자군 세 군으로 나누어서 임상결과를 보고하였고 전체적으로, 그리고 각 군에서 좋은 결과를 보였다. 특히 ICL 삽입술 후 전층 난시교정각막절개술을 한 군에서 난시가 $69.24 \pm 20.76\%$ 감소하였는데 이는 기존의 연구 Hoffart et al²²의 55%, Buzzonetti et al²³의 47%, Kumar et al²⁴의 36% 보다 좋은 난시교정효과를 보였다. 이는 기존의 수술이 수직절개를 이용하고 75-90%의 깊이의 부분층절개를 사용하였던 것에 비해 경사절개, 전층절개를 사용하였기 때문이라 생각된다. 그리고 이번 연구에서는 난시교정 효

과가 $74.83 \pm 13.8\%$ 로 기존의 두 단계 수술에 비해 효과가 더 좋았는데 그 이유는 기존 연구에서는 전층 난시교정각막절개술을 한쪽만 시행하고 저교정되었을 때만 반대편에 재수술로 전층 난시교정각막절개를 추가로 시행하였던 것에 비해 이번 연구에서는 난시가 상대적으로 높은 37.5%에서 처음 수술을 하면서 전층 난시교정각막절개술을 180° 간격으로 두개를 시행하였기 때문으로 생각된다. 그리고 저자들의 기존 연구에 비해 난시교정 효과가 좋았던 이유는, 기존연구가 라식 또는 스마일 수술 전에 전층 난시교정각막절개술을 시행하여 술 전 4-5D 이상의 높은 난시를 2D 이내로 줄여줘서 이차수술의 정확도를 높이거나 굴절 이상이 교정범위를 넘어서는 수술이 불가능한 경우 난시를 줄여주는 목적으로 수술이 시행되었던 반면에, 본 연구에서는 난시를 최대한 줄여서 나안시력을 좋게 하기 위해 더욱 정확히 난시를 교정하고자 했기 때문으로 생각된다. 그리고 기존의 연구에서 ICL 삽입술과 전층 난시교정각막절개술, 전층 난시교정각막절개술과 라식 또는 스마일 수술 간의 시간적 간격을 2개월 이상 두었던 것에 비해 이번 연구에서는 두 수술을 동시에 시행하였기 때문에 시간적, 경제적인 장점이 있고, ICL 삽입술 시 시행한 절개창을 넓혀서 수술을 진행하기 때문에 따로 절개를 하는 것에 비해 술 후 감염 위험성 측면에서도 도움이 되리라 생각된다.

본 연구에서 난시도수가 술 후 1주째 $-0.73 \pm 0.51D$ 에서 3개월째 $-0.72 \pm 0.38D$ 로 안정적으로 유지되었다. 저자들이 시행한 기존의 연구에서도 술 후 6개월의 경과관찰에서 유의한 증가를 보이지 않았었는데,¹¹ 이는 기존의 부분층 절개를 이용한 난시교정각막절개술이 시간이 지남에 따라 절개부위가 치유되면서 난시교정효과가 감소한 것에 비해,²⁰ 본 연구에서 시행한 경사절개법과 전층각막절개법을 이용한 난시교정각막절개술은 가파른 축의 각막이 절개부위를 따라 sliding 되어 위치가 이동하고 절개부위가 치유된 뒤에도 난시회행의 정도가 적으리라 사료된다.⁹

ICL 삽입술과 관련된 합병증인 안압 상승, 백내장, 녹내장, 각막대상부전 등의 합병증은 관찰되지 않았고, 각막내피세포 수 또한 술 전 $2,990.12 \pm 136.28$ cells/mm²에서 술 후 3개월째 $2,915.38 \pm 111.99$ cells/mm²로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.068$). 그리고 본 연구에서 ICL 삽입 후 절개부위를 넓혀주거나 추가 절개를 시행하기 때문에 안내염이나 망막박리 등의 우려가 ICL 삽입술만 시행했을 때보다 있을 수 있다. 그러나 본 연구에서 단 1예에서도 관찰되지 않았는데, 그 이유는 절개창을 만들고 넓히는 과정에서 경사절개를 사용하여 절개길이를 길게 하여 절개창을 안정되게 하려고 노력했고, 이 때문에 최대 5.7 mm의 넓은 절개에도 불구하고 감염이나 전방 유지에 대하여

안전하리라 사료된다. 이는 저자들의 기존 연구에서 난시교정각막절개술과 관련된 합병증에 대한 결과와 일치하는 결과였고,⁹⁻¹¹ 수술 방법은 차이가 있지만 백내장 수술 시 절개창의 반대편에 난시교정각막절개술을 추가로 시행하였던 Mendicutt et al²⁵의 연구에서도 추가 각막절개에 의한 합병증은 발생하지 않았다고 보고하였다. 그리고 재교정은 1안(3.1%)에서 시행되었는데 술 전 난시가 6.75D로 높았기 때문에 처음 수술할 때 노모그램대로 두개의 절개가 필요로 하였으나 12시 방향 5.7 mm 절개 후 환자의 협조 불량 때문에 반대쪽 절개를 추가로 시행하지 못했다. 술 후 검사에서 나안시력 20/40, 난시 3.0D였기 때문에 1개월 뒤 반대쪽에 4.1 mm 절개를 추가로 시행하였고, 재교정 후 나안시력 20/30, 난시 1.5D로 만족할 만한 결과를 보였다. 이와 같이 환자의 협조불량이나 전방의 불안정 또는 노모그램에서 애매함이 있을 때 우선 수술을 마치고 추후에 추가적인 난시교정각막절개술을 시행하는 것도 좋은 방법이라고 생각된다.

결론적으로 비록 짧은 경과관찰 기간이지만 ICL 삽입술과 전층 난시교정각막절개술의 동시 수술은 중등도 이상의 난시를 효과적으로 교정할 수 있는 안전한 수술로 사료된다. 그리고 Toric ICL 삽입술과 비교해서 술 후 축회전에 대한 우려가 없고, 환자의 경제적 부담을 덜어줄 수 있다. 다만 전층 난시교정각막절개술이 손으로 이루어지고, 난시가 높은 경우에 각막절개의 크기가 큰 경우가 많기 때문에 신중히 수술에 임하는 자세가 필요하다. 또한 보다 긴 경과관찰을 한 연구가 향후 필요하며, 절개를 한쪽만 한 경우와 두개를 한 경우에 대한 비교 연구, 그리고 본 연구에서는 모두 난시의 축이 180°에 가까운 직난시였는데, 직난시와 도난시의 난시교정효과 등의 추가적 연구가 필요하리라 생각된다.

REFERENCES

- 1) Kamiya K, Shimizu K, Igarashi A, et al. Four-year follow-up of posterior chamber phakic intraocular lens implantation for moderate to high myopia. Arch Ophthalmol 2009;127:845-50.
- 2) Alfonso JF, Baamonde B, Fernández-Vega L, et al. Posterior chamber collagen copolymer phakic intraocular lenses to correct myopia: five-year follow-up. J Cataract Refract Surg 2011;37:873-80.
- 3) Igarashi A, Shimizu K, Kamiya K. Eight-year follow-up of posterior chamber phakic intraocular lens implantation for moderate to high myopia. Am J Ophthalmol 2014;157:532-9.e1.
- 4) Zaldivar R, Davidorf JM, Oscherow S. Posterior chamber phakic intraocular lens for myopia of 8 to 19 diopters. J Refract Surg 1998;14:294-305.
- 5) Alfonso JF, Palacios A, Montés-Micó R. Myopic phakic STAAR collamer posterior chamber intraocular lenses for keratoconus. J

- Refract Surg 2008;24:867-74.
- 6) Kamiya K, Shimizu K, Aizawa D, et al. One-year follow-up of posterior chamber toric phakic intraocular lens implantation for moderate to high myopic astigmatism. *Ophthalmology* 2010;117:2287-94.
 - 7) Kamiya K, Shimizu K, Kobashi H, et al. Three-year follow-up of posterior chamber toric phakic intraocular lens implantation for moderate to high myopic astigmatism. *PLoS One* 2013;8:e56453.
 - 8) Yoon JM, Moon SJ, Lee KH. Clinical outcomes of toric implantable collamer lens implantation. *J Korean Ophthalmol Soc* 2009;50:839-51.
 - 9) Kim BK, Mun SJ, Lee DG, Chung YT. Clinical outcomes of combined procedure of astigmatic keratotomy and laser in situ keratomileusis. *J Korean Ophthalmol Soc* 2016;57:353-60.
 - 10) Kim BK, Mun SJ, Lee DG, et al. Full-thickness astigmatic keratotomy combined with small-incision lenticule extraction to treat high-level and mixed astigmatism. *Cornea* 2015;34:1582-7.
 - 11) Kim BK, Mun SJ, Lee DG, Chung YT. Clinical outcomes of beveled, full thickness astigmatic keratotomy. *J Korean Ophthalmol Soc* 2015;56:1160-9.
 - 12) Tatar MG, Aylin Kantarci F, Yildirim A, et al. Risk factors in post-LASIK corneal ectasia. *J Ophthalmol* 2014;2014:204191.
 - 13) Ivarsen A, Næser K, Hjortdal J. Laser in situ keratomileusis for high astigmatism in myopic and hyperopic eyes. *J Cataract Refract Surg* 2013;39:74-80.
 - 14) Bhandari V, Karandikar S, Reddy JK, Relekar K. Implantable collamer lens V4b and V4c for correction of high myopia. *J Curr Ophthalmol* 2016;27:76-81.
 - 15) Park SC, Kwun YK, Chung ES, et al. Postoperative astigmatism and axis stability after implantation of the STAAR toric implantable collamer lens. *J Refract Surg* 2009;25:403-9.
 - 16) Mori T, Yokoyama S, Kojima T, et al. Factors affecting rotation of a posterior chamber collagen copolymer toric phakic intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2012;38:568-73.
 - 17) Gomez-Bastar A, Jaimes M, Graue-Hernández EO, et al. Long-term refractive outcomes of posterior chamber phakic (spheric and toric implantable collamer lens) intraocular lens implantation. *Int Ophthalmol* 2014;34:583-90.
 - 18) Kamiya K, Shimizu K, Aizawa D, et al. Surgically induced astigmatism after posterior chamber phakic intraocular lens implantation. *Br J Ophthalmol* 2009;93:1648-51.
 - 19) Pineda R, Jain V. Arcuate keratotomy: an option for astigmatism correction after laser in situ keratomileusis. *Cornea* 2009;28:1178-80.
 - 20) Song HB, Choi HJ, Kim MK, Wee WR. The short-term effect of limbal relaxing incision and compression suture on post-penetrating keratoplasty astigmatism. *J Korean Ophthalmol Soc* 2011;52:1142-9.
 - 21) Nubile M, Carpineto P, Lanzini M, et al. Femtosecond laser arcuate keratotomy for the correction of high astigmatism after keratoplasty. *Ophthalmology* 2009;116:1083-92.
 - 22) Hoffart L, Proust H, Matonti F, et al. Correction of postkeratoplasty astigmatism by femtosecond laser compared with mechanized astigmatic keratotomy. *Am J Ophthalmol* 2009;147:779-87.e1.
 - 23) Buzzonetti L, Petrocelli G, Laborante A, et al. Arcuate keratotomy for high postoperative keratoplasty astigmatism performed with the intralase femtosecond laser. *J Refract Surg* 2009;25:709-14.
 - 24) Kumar NL, Kaiserman I, Shehadeh-Mashor R, et al. IntraLase-enabled astigmatic keratotomy for post-keratoplasty astigmatism: on-axis vector analysis. *Ophthalmology* 2010;117:1228-35.e1.
 - 25) Mendicute J, Irigoyen C, Ruiz M, et al. Toric intraocular lens versus opposite clear corneal incisions to correct astigmatism in eyes having cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:451-8.

= 국문초록 =

후방유수정체안내렌즈삽입술과 전층 난시교정각막절개술의 동시 수술의 단기간 임상성적

목적: 중등도 이상의 난시 및 근시 환자를 대상으로 후방유수정체안내렌즈(implantable collamer lens, ICL) 삽입술과 전층 난시교정각막절개술을 동시에 시행하여 임상성적을 평가하고자 하였다.

대상과 방법: 16명 32안을 대상으로 ICL 삽입술과 전층 난시교정각막절개술을 동시에 받은 환자를 대상으로 연구를 시행하였다. 술 전과 술 후 1주, 1개월, 3개월에 나안시력, 굴절력, 효율성, 안전성, 예측성 등을 비교하였다.

결과: 술 전과 비교하여 술 후 3개월째 교정된 난시의 양은 $74.83 \pm 13.8\%$ 였고, 구면렌즈대응치가 $\pm 0.5D$ 이내인 경우는 87.5%였으며, 100%에서 $\pm 1.0D$ 이내로 교정되었다. 나안시력이 20/25 이상인 비율이 100%, 20/20 이상인 비율은 81.25%였으며, 재수술은 저교정 때문에 1안(3.1%)에서 시행되었고, 합병증은 관찰되지 않았다.

결론: ICL 삽입술과 전층 난시교정각막절개술의 동시 수술은 중등도 이상의 난시 및 근시를 효과적으로 교정할 수 있는 안전한 수술로 생각된다.

(대한안과학회지 2017;58(8):916-923)