



탈구된 인공수정체의 고리모양 지지부를 이용하여 네 개의 플랜지를 만들어 재고정한 공막고정술

Four-flanged Technique for Scleral Fixation of a Dislocated Four-eyelet Intraocular Lens

임병수¹ · 권준수² · 원재연²

Byung Su Lim, MD¹, Jun Su Kwon, MD², Jae Yon Won, MD, PhD²

밝은누리안과병원¹, 가톨릭대학교 의과대학 은평성모병원 안과학교실²

NURI Eye Hospital¹, Daejeon, Korea

Department of Ophthalmology, Eunpyeong St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea², Seoul, Korea

Purpose: To define and evaluate the short-term clinical outcomes of the four-flanged technique for scleral fixation of a dislocated four-eyelet intraocular lens (IOL).

Methods: Eleven eyes of 11 patients who underwent scleral fixation of dislocated four-eyelet intraocular lenses using a four-flanged technique were studied retrospectively. We measured the best-corrected visual acuity (BCVA), corneal endothelial cell density, intraocular pressure (IOP), spherical equivalent, astigmatism, IOL tilt and decentration, and postoperative complications.

Results: The BCVA was 0.25 ± 0.11 logarithm of the minimal angle of resolution (logMAR) before surgery and 0.14 ± 0.12 logMAR 6 months later ($p < 0.001$). The corneal endothelial cell count was $2,427 \pm 384$ and $2,367 \pm 298/\text{mm}^2$ before and after surgery, respectively ($p = 0.285$). The spherical equivalent was 6.02 ± 4.90 and 0.11 ± 0.36 before and after surgery, respectively. There was no significant difference in astigmatism before and after surgery. The mean IOL tilt and decentration were $2.44 \pm 1.68^\circ$ and 0.23 ± 0.09 mm, respectively. The refractive difference was 0.11 ± 0.24 diopters (D). Postoperative complications occurred in one eye; one flange lay outside the scleral tunnel, triggering hyperemia and conjunctival inflammation.

Conclusions: The four-flanged scleral fixation technique for a dislocated four-eyelet IOL improved the BCVA but did not significantly affect corneal endothelial cell loss. The procedure significantly reduced postoperative IOL tilt, decentration, and astigmatism, and may be a useful alternative to scleral fixation of a dislocated four-eyelet IOL.

J Korean Ophthalmol Soc 2023;64(9):803-810

Keywords: Flanged fixation, Scleral fixation, Vitrectomy

인공수정체 공막고정술은 백내장수술 중 후낭파열이나

모양체소대 약화로 인공수정체를 후낭에 위치시킬 수 없을 경우, 무수정체안 또는 인공수정체가 탈구된 경우에 시행한다.¹ 인공수정체 탈구로 인해 수술을 하게 되는 경우 기존 인공수정체의 종류, 지지부 모양, 손상 정도, 도수, 환자의 상태에 따라 기존 인공수정체를 공막에 재고정하거나 교환술을 시행한다.^{2,3}

인공수정체 공막고정술은 고정실을 이용하여 공막에 봉합하여 고정하는 공막봉합고정술과 고정실을 사용하지 않고

■ Received: 2023. 5. 22. ■ Revised: 2023. 6. 30.

■ Accepted: 2023. 8. 22.

■ Address reprint requests to **Jae Yon Won, MD, PhD**
 Department of Ophthalmology, Eunpyeong St. Mary's Hospital,
 #1021 Tongil-ro, Eunpyeong-gu, Seoul 03312, Korea
 Tel: 82-2-2030-4550, Fax: 82-2-2030-2811
 E-mail: jaywon24@naver.com

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

© 2023 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.

공막 내에 인공수정체 지지부를 고정하는 공막내고정술로 나뉜다. 공막융합고정술은 인공수정체의 지지부를 공막에 실로 고정하는 방법이기 때문에 수술 시간이 오래 걸리고, 고정실에 의한 염증 및 공막 위축, 고정실이 손상되어 끊어질 수 있다는 단점이 있다.¹ 공막내고정술은 고정실을 사용하지 않기 때문에 고정실과 관련된 부작용을 보완하는 수술법으로 주목받고 있으며, 인공수정체를 공막에 고정하기 위한 다양한 수술법이 소개되고 있다.² 그중에 Yamane et al⁴은 인공수정체의 지지부를 안과용 소작기로 녹여 플랜지를 만들어 공막터널에 고정하는 방법을 고안하여 많은 술자들이 이 방법을 사용하고 있다. 이처럼 다양한 인공수정체 공막고정술 방법이 소개되었지만, 인공수정체의 중심이 탈이나 기울어짐으로 인한 굴절이상, 인공수정체의 재탈구 등의 문제점이 지속적으로 보고되었다.⁵⁻⁸

최근에 Canabrava et al⁹은 무수정체 환자에서 네 개의 고리모양 지지부가 있는 인공수정체를 프롤렌 봉합사를 이용하여 공막에 네 개의 플랜지를 만들어 고정하는 공막고정술을 발표하였다. 인공수정체 네 개의 고리모양 지지부를 네 개의 플랜지로 공막에 고정하여 안정성이 향상되었으며, 중심이탈이나 기울어짐을 예방할 수 있었다.

본 연구에서는 네 개의 고리모양 지지부가 있는 인공수정체가 탈구된 환자에서 Canabrava et al⁹의 네 개의 플랜지를 만들어 고정하는 인공수정체 공막고정술을 변형하여 탈구된 인공수정체를 재고정하는 수술법을 소개하고, 단기 임상 결과를 보고하고자 한다.

대상과 방법

2020년 1월부터 2022년 10월까지 인공수정체 탈구로 본원을 내원한 환자 중 탈구된 인공수정체가 네 개의 고리모양 지지부가 있는 환자 11명, 11안을 대상으로 후향적 분석을 하였다. 이 환자들은 탈구된 인공수정체를 6-0 프롤렌 봉합사를 이용하여 공막에 네 개의 플랜지를 만들어 재고정하는 공막고정술을 받았다. 본 연구는 본원의 연구윤리심의위원회(institutional review board, IRB)의 승인(승인 번호: KC21RASI0451)을 받았으며, 모든 연구 과정에서 헬싱키선언을 준수하였다.

모든 수술은 동일한 술자가 시행하였고, 유리체절제술은 25게이지 경공막 유리체절제술을 테논낭밀마취 후 시행하였다. 안저 관찰 시스템은 비접촉 광각관찰장치(Resight® 700 Fundus Viewing System, Carl Zeiss AG, Oberkochen, Germany)를 이용하였으며, 유리체절제술은 EVA Phaco-Vitrectomy system (D.O.R.C. Dutch Ophthalmic Research Center, Zuidland, Netherlands)의 25게이지 플러스 유리체

절제 시스템을 이용하였다. 전체 유리체절제술을 시행 후 탈구된 인공수정체를 전방으로 이동시켜 눈속집계와 유리체절제기로 인공수정체를 싸고 있는 수정체낭과 피질을 제거하였다. 이후 Canabrava et al⁹이 소개한 수술법을 변형하여 인공수정체 공막고정술을 시행하였다(Fig. 1). 각막 2시, 4시, 8시, 10시 방향에 각막윤부로부터 2.5 mm 떨어진 지점을 표시한 후, 이 지점에 30게이지 바늘(TSK ultra-thin wall needle, Tochigi Seiko, Tochigi, Japan)을 이용하여 각막윤부 방향으로 플랜지를 위치시킬 공막터널을 바늘 빗면의 길이로 만든 후 공막천자를 시행하였다. 이 바늘을 전방에 위치한 인공수정체 지지부 고리에 통과시킨 후 각막 상측, 이측, 비측의 1 mm의 절개를 통해 6-0 프롤렌(polypropylene, Ethicon LLC., San Lorenzo, Puerto Rico, USA) 봉합사와 안내집계를 전방에 삽입하여 바늘 내강에 봉합사를 삽입하였다(Fig. 2A). 결합된 바늘과 봉합사를 안구 밖으로 빼내어 인공수정체의 고리모양 지지부와 공막고정점에 봉합사를 통과시켰다(Fig. 2B). 봉합사의 반대편을 동일한 방법으로 상측 지지부와 공막고정점을 통과시켰다(Fig. 2C). 봉합사 하나로 2시와 4시 방향 인공수정체 지지부 고리와 공막천자 부위를 통과시켜 인공수정체 한쪽을 고정하였고, 8시와 10시 방향도 동일하게 시행하여 고정하였다. 안구 밖에

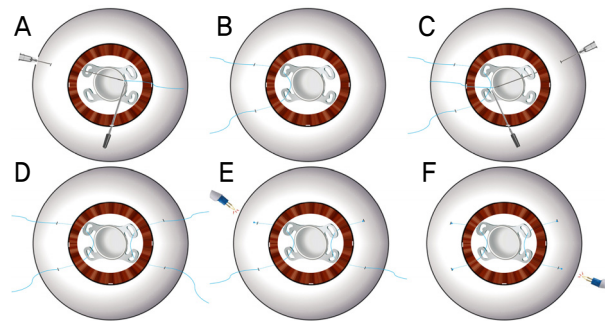


Figure 1. Four-flanged scleral fixation of a 4-eyelet intraocular lens. (A) A 30-gauge needle is inserted through the conjunctiva and sclera and then passed through the eyelet. The 6-0 polypropylene suture into the lumen of the 30-gauge needle. The needle is used to externalize the polypropylene suture from the scleral fixation point. (B) In the upper haptic, the same procedure was performed by the other end of the 6-0 polypropylene suture. Two fixation points were secured the one side haptics eyelets. (C) A third 30-gauge needle was inserted into the eye and another 6-0 polypropylene suture was externalized. (D) After securing the opposite haptics, the intraocular lens (IOL) was centered by pulling the polypropylene suture. (E) A low temperature cautery is used to create first and second flanges at the bottom side end of the polypropylene suture. (F) After creating third and fourth flanges, the final position of the IOL and the flanges.

나온 봉합사에 장력을 가하여 인공수정체의 위치 조정 후 봉합사 끝을 단극전기소작기(Accu-Temp Cautery[®], Beaver-Visitec international Inc, Waltham, MA, USA)로 열을 가해 뾰족한 모양의 플랜지를 만들어 공막터널에 고정시켰다. 하측 두 개의 플랜지를 형성 고정 후 다시 상측 봉합사를 조정하여 인공수정체의 위치를 맞춘 후 상측 두 개의 플랜지를 만들어 공막터널에 고정하였다. 탈구된 인공수정체는 Akreos Adapt-AO (Bausch & Lomb, Rochester, NY, USA), ARTIS[®] PL E, ARTIS SYMBIOSE[®] (Cristalens Industrie,

Lannion, France)로 모두 동일한 방법으로 공막고정술을 시행하였다.

수술 전 병력 청취, 백내장수술 관련 기록 및 인공수정체 탈구 전 굴절값(타기관 의무기록)을 확인하였고, 시력검사, 비접촉성 안압계를 이용한 안압검사, 세극등현미경검사, 안저검사 등 기본검사를 시행하였다. 경면현미경(SP-2000P[®], Topcon, Corp., Tokyo, Japan)을 이용한 각막내피세포밀도(endothelial cell density)검사 및 자동굴절각막곡률계(RK-F1[®], Canon, Tokyo, Japan)를 이용한 구면렌즈대응치(spherical equivalent)와 난시를 측정하였고, Pentacam[®] (Oculus, Wetzlar, Germany) 검사 및 IOL master[®] (Carl Zeiss, Jena, Germany)를 이용하여 각막곡률, 안축장을 측정하였다. 수술 후 1주일, 1개월, 3개월 및 6개월에 경과 관찰하였으며, 시력검사, 비접촉성 안압계를 이용한 안압검사, 세극등현미경검사, 안저검사, 각막내피세포밀도검사, 자동굴절검사를 시행하였다. 공막고정술 후 굴절오차는 자동굴절각막곡률계를 통해 계산된 “수술 후 구면렌즈대응치-인공수정체 탈구 전 구면렌즈대응치”를 통해 분석하였다. 인공수정체의 기울어짐과 중심이탈은 Pentacam[®]의 90°와 180° Scheimpflug image를 통해 확인하였고, Sasaki et al¹⁰이 제시한 방법으로 인공수정체의 기울어짐 정도는 시축과 인공수정체의 광축 간의 기울어진 정도를 분석한 각도(°)로, 중심이탈 정도는 시축과 인공수정체 광학부의 꼭지점의 수직 거리(mm)를 측정하여 표시하여 비교 분석하였다.

시력은 logarithm of the minimal angle of resolution (logMAR) 표기법으로 변환하였다. 통계 분석은 SPSS ver. 21.0 for windows[®] (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하여 Wilcoxon signed-rank test를 통해 분석하였다. *p*값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의하다고 판정하였다.

결 과

연구 대상으로 포함된 11명 11안의 환자 중에서 남자는 7명, 여자는 4명이고, 평균 연령은 57.9 ± 10.4세였다. 야그레이저 후낭절개술은 4안, 외상의 과거력은 1안에서 있었고, 안축장은 24.07 ± 2.78 mm였다. 탈구된 인공수정체는 Akreos Adapt-AO 7안, ARTIS[®] PL E 3안, ARTIS SYMBIOSE[®] 1안이었다(Table 1).

술 전 uncorrected visual acuity (UCVA) (logMAR)는 1.07 ± 0.09에서 수술 후 1주 0.39 ± 0.27, 1개월 0.31 ± 0.25, 3개월 0.34 ± 0.36, 6개월 0.31 ± 0.20으로 술 후 통계적으로 유의한 호전을 보였다(*p*<0.001, *p*<0.001, *p*<0.001, *p*<0.001). Best corrected visual acuity (BCVA) (logMAR)는 술 전 0.25 ± 0.11, 수술 후 1주 0.18 ± 0.16, 1개월 0.18

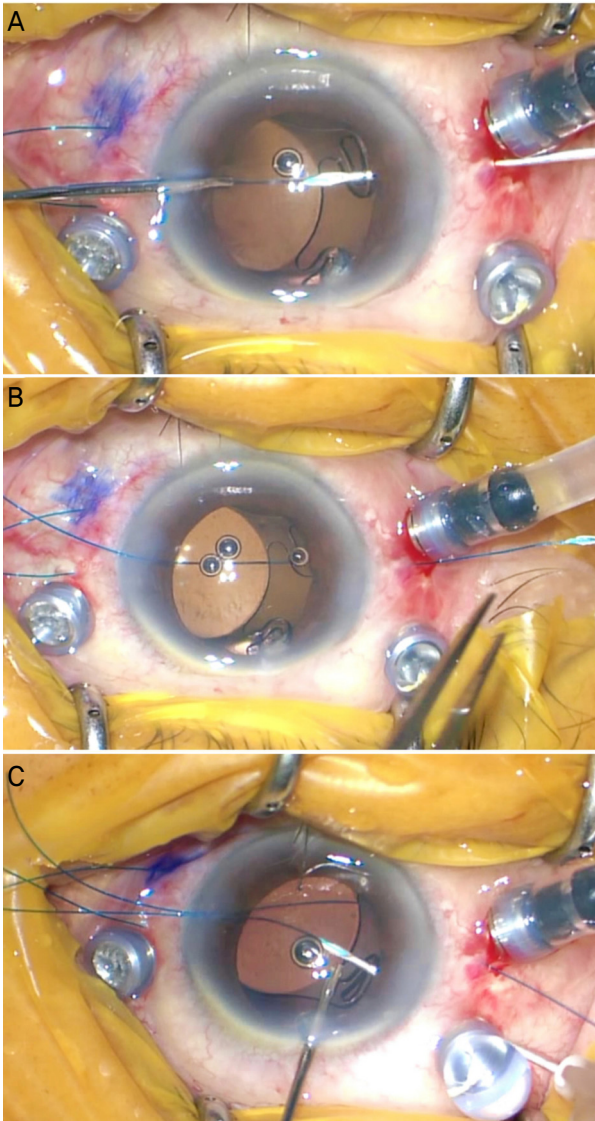


Figure 2. (A) The needle is passed through the eyelet and the 6-0 polypropylene suture into the lumen of the needle using the Handshake technique. (B) The needle is guided to pass and externalize the 6-0 polypropylene suture through the sclera. (C) In the upper haptic eyelet, the same procedure was performed by the other end of the 6-0 polypropylene suture.

Table 1. Characteristics of 11 patients who underwent scleral fixation of IOL with 4-flanged technique

Characteristic	Value
Eyes/patients	11/11
Age (years)	57.9 ± 10.4
Gender, men/women	7/4
IOL type	
Akreos Adapt-AO	7
ARTIS® PL E	3
ARTIS SYMBIOSE®	1
Ocular history	
Nd:YAG laser capsulotomy	4
Trauma	1
Axial length (mm)	24.07 ± 2.78
UCVA (logMAR)	1.07 ± 0.09
BCVA (logMAR)	0.25 ± 0.11
Baseline SE (D)	6.02 ± 4.90

Values are presented as mean ± standard deviation or number unless otherwise indicated.

IOL = intraocular lens; Nd:YAG = neodymium-doped yttrium aluminum garnet; UCVA = uncorrected visual acuity; logMAR = logarithm of minimal angle of resolution; BCVA = best corrected visual acuity; SE = spherical equivalent; D = diopters.

± 0.11, 3개월 0.15 ± 0.14, 6개월 0.14 ± 0.12로 통계적으로 유의한 호전을 보였다($p < 0.001$, $p < 0.001$, $p < 0.001$, $p < 0.001$). 각막내피세포밀도는 수술 전과 수술 후 관찰 기간 동안 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 구면렌즈대응치는 수술 전 6.02 ± 4.90 diopters (D)에서 수술 후 1주 0.13 ± 0.34, 1개월 0.14 ± 0.31, 3개월 0.13 ± 0.49, 6개월 0.11 ± 0.36 D로 수술 후 통계적으로 유의한 호전을 보였다($p < 0.001$, $p < 0.001$, $p < 0.001$, $p < 0.001$). 수술 전 난시는 1.61 ± 0.62 D에서, 수술 후 1주, 1개월, 3개월, 6개월에서 1.71 ± 0.79, 1.69 ± 0.70, 1.64 ± 1.21, 1.69 ± 1.18 D로 수술 전 후 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2). 수술 후 1주, 1개월, 3개월 및 6개월의 평균 안압은 수술 전 수준으로 유지되었다.

수술 후 인공수정체 기울어짐(intraocular lens [IOL] tilting, °)은 수술 후 1주 2.49 ± 2.02, 1개월 2.39 ± 1.64, 3개월 2.41 ± 1.58, 6개월 2.44 ± 1.68로 관찰되었고, 인공수정체 중심이탈(IOL decentration, mm)은 수술 후 1주 0.27 ± 0.13, 1개월 0.22 ± 0.16, 3개월 0.24 ± 0.14, 6개월 0.23 ± 0.09로 측정되었다. 5° 이상의 인공수정체 기울어짐과 0.5 mm 이상의 인공수정체 중심이탈이 발생한 경우는 없었다.

Table 2. Visual acuity, corneal endothelial cell density and spherical equivalent at the time of pre-operation and follow-up after surgery

	Pre-operation	Post-operation			
		1 week	1 month	3 months	6 months
UCVA (logMAR)	1.07 ± 0.09	0.39 ± 0.27 ($p < 0.001$)	0.31 ± 0.25 ($p < 0.001$)	0.34 ± 0.36 ($p < 0.001$)	0.31 ± 0.20 ($p < 0.001$)
BCVA (logMAR)	0.25 ± 0.11	0.18 ± 0.16 ($p < 0.001$)	0.18 ± 0.11 ($p < 0.001$)	0.15 ± 0.14 ($p < 0.001$)	0.14 ± 0.12 ($p < 0.001$)
ECD (cells/mm ²)	2,427 ± 384	2,399 ± 367 ($p = 0.386$)	2,389 ± 390 ($p = 0.331$)	2,371 ± 317 ($p = 0.299$)	2,367 ± 298 ($p = 0.285$)
SE (D)	6.02 ± 4.90	0.13 ± 0.34 ($p < 0.001$)	0.14 ± 0.31 ($p < 0.001$)	0.13 ± 0.49 ($p < 0.001$)	0.11 ± 0.36 ($p < 0.001$)
Astigmatism (D)	1.61 ± 0.62	1.71 ± 0.79 ($p = 0.651$)	1.69 ± 0.70 ($p = 0.887$)	1.64 ± 1.21 ($p = 0.891$)	1.69 ± 1.18 ($p = 0.878$)

Values are presented as mean ± standard deviation. Wilcoxon signed-ranks test was used.

UCVA = uncorrected visual acuity; logMAR = logarithm of the minimum angle of resolution; BCVA = best-corrected visual acuity; ECD = endothelial cell density; SE = spherical equivalent; D = diopters.

Table 3. IOL tilting, IOL decentration and refractive difference

	Post-operation			
	1 week	1 month	3 months	6 months
IOL tilting (°)	2.49 ± 2.02	2.39 ± 1.64	2.41 ± 1.58	2.44 ± 1.68
IOL decentration (mm)	0.27 ± 0.13	0.22 ± 0.16	0.24 ± 0.14	0.23 ± 0.09
Refractive difference (D)	0.09 ± 0.48	0.13 ± 0.34	0.12 ± 0.28	0.11 ± 0.24

Values are presented as mean ± standard deviation.

IOL = intraocular lens; D = diopters.

굴절오차는 수술 후 1주, 1개월, 3개월, 6개월에 각각 0.09 ± 0.48 , 0.13 ± 0.34 , 0.12 ± 0.28 , 0.11 ± 0.24 D로 측정되었다(Table 3).

수술 후 플랜지 노출로 인한 결막자극이 1안에서 나타났다. 공막터널 밖으로 노출된 플랜지는 결막절개 후 프롤렌 봉합사의 길이를 조정 후 단극전기소작기로 플랜지를 다시 만든 후 공막터널에 위치시켜 호전되었다. 안압상승, 저안압, 인공수정체 재탈구, 광학부 동공포획, 낭포황반부종, 유리체출혈, 안내염, 망막박리 등 다른 합병증은 발생하지 않았다.

고 찰

인공수정체 탈구는 주로 섬모체소대의 약화로 인해 발생한다고 알려져 있다.¹¹ 섬모체소대의 약화를 유발하는 인자로는 거짓비늘증후군, 포도막염, 외상, 유리체절제술 후 상태 등이 있다. 그 외에도 수술 중 발생한 후낭파열로 인한 수정체낭 결손으로 인공수정체가 이탈되는 경우가 있으며, 인공수정체가 실리콘 재질인 경우 인공수정체 이탈의 빈도가 더 높은 것으로 알려져 있다.¹² 이런 탈구된 인공수정체를 제거하고 2차 인공수정체를 삽입하는 인공수정체 교환술은 모양체소대 및 수정체낭의 상태와 관계없이 가능하다는 장점이 있지만, 큰 절개창을 통해 인공수정체를 제거할 때 홍채손상, 저안압, 각막내피손상, 유리체출혈, 망막열공 또는 망막박리 등의 합병증이 발생 가능하며 큰 절개창에 의한 난시가 유발될 수 있다는 단점이 있다.¹³ 이외에도 탈구된 인공수정체의 재고정하기 위해 여러 수술법이 고안되어 시도되고 있다.¹⁴⁻¹⁶

인공수정체의 네 점을 고정하는 공막고정술은 두 점을 고정하는 공막고정술에 비하여 인공수정체의 기울어짐과 중심이탈의 발생이 적고, 안정성을 향상시키는 장점이 있어 인공수정체 공막고정술에 사용되고 있으며, 수술법도 다양하게 변형되어 왔다. 2010년 Fass and Herman¹⁷은 3.0-3.4 mm 절개창을 통하여 10-0 프롤렌 봉합사를 이용한 Akreos Adapt-AO 인공수정체의 지지부 고리를 이용한 공막고정을 소개하였지만, 고정실의 분해에 따른 인공수정체 위치 이동, 재탈구의 위험성이 있었다. 이런 고정실의 분해로 인한 재탈구 위험성을 줄일 수 있는 고어텍스 봉합사를 이용한 인공수정체의 공막고정술이 소개되고 임상 결과가 발표되었다.¹⁸ 하지만 국내에서는 고어텍스 봉합사의 이용에 제한이 있고, 결막자극이 지속적으로 발생한다는 문제와 안구 내 사용에 대한 안정성이 확보되지 않았다는 문제점이 있다. 최근에 이러한 문제들을 보완할 수 있는 수술법이 소개되었다. Canabrava et al⁹은 네 개의 고리모양 지지

부가 있는 인공수정체를 6-0 프롤렌 봉합사를 이용하여 플랜지 형태로 공막에 고정하는 수술법을 발표하였다. 6-0 프롤렌 봉합사는 10-0 프롤렌 봉합사보다 3.5배 두꺼워 인공수정체의 고정력과 안정성을 증가시키고, 결막자극은 적게 발생하였다. 3.4 mm 각막절개창을 통하여 인공수정체를 접은 형태로 삽입이 가능하여 수술 후 난시를 줄이고 회복 시간을 단축할 수 있었다. 저자들은 네 개의 고리모양 지지부가 있는 인공수정체가 탈구된 경우에서 Canabrava et al⁹이 발표한 수술 방법을 변형하여 탈구된 인공수정체를 제거하지 않고 재고정을 시도하였고, 그 결과에 대해 분석하였다.

본 연구에서 시력, 구면렌즈대응치 등 측정 지표는 대부분 수술 후 1주에 유의한 결과를 보였고, 경과 관찰 기간 동안 유지되었으며 각막내피세포 감소, 인공수정체 기울어짐과 중심이탈은 경과 관찰 기간 동안 발생하지 않았다. 또한 탈구된 인공수정체의 제거가 필요하지 않아 각막절개창 작고, 수술 시간이 짧기 때문에 조직에 더 적은 손상을 주고, 시력 회복 속도가 빠른 결과를 보였다. 대상자 중 1예에서 다초점인공수정체(ARTIS SYMBIOSE[®], Cristalens Industrie)가 유리체창 내 탈구되어 경공막 유리체절제술 후 4개의 플랜지를 만들어 재고정을 시행하였다. 환자는 수술 전 UCVA (logMAR) 1.0에서 수술 후 6개월 UCVA (logMAR) 원거리 0.00, 근거리 0.20을 보였다. 이를 통해 수정체낭 지지가 부족한 경우에서 본 수술 방법을 통해 다초점인공수정체 공막고정술을 할 수 있는 가능성을 확인하였다.

여러 연구에서 비구면 인공수정체의 기울어짐은 난시를 유발하고, 중심이탈이 0.5 mm보다 큰 경우에는 구면수차를 감소시키는 비구면 형태가 오히려 큰 굴절오차를 야기할 수 있다고 알려져 있다.^{19,20} 따라서 수술 후 시력의 질을 향상시키기 위해서는 인공수정체의 기울어짐이 적고 중심이탈이 발생하지 않아야 한다. 본 연구에서 수술 후 3개월째 인공수정체 기울어짐의 평균값은 $2.41 \pm 1.58^\circ$ 였으며, 인공수정체 중심이탈은 0.24 ± 0.14 mm를 보여 비교적 양호한 결과를 보였다. 또한 5° 이상의 인공수정체 기울어짐과 0.5 mm 이상의 인공수정체 중심이탈이 발생한 경우는 없었다. 난시는 각막이상 또는 수정체 및 인공수정체 이상에 의해 발생하며, 인공수정체 교환술 중 각막절개, 수술 전후 인공수정체의 기울어짐이나 중심이탈 등으로 발생한다고 알려져 있다.²¹ 하지만 본 연구에서는 모든 관찰 기간 동안에 수술 전과 수술 후의 유의한 난시 차이를 보이지 않았다. 이는 저자들이 시행한 공막고정술이 각막의 주 절개창 없이 각막절개를 상측, 비측, 이측 1 mm로 최소한으로 시행하고, 인공수정체의 기울어짐이나 중심이탈이 적어 난시 발생이 적은 것으로 생각된다. 네 개의 플랜지형 공막고정술

시 인공수정체 기울어짐이나 중심이탈을 예방하기 위해서는 플랜지를 만들기 전 인공수정체의 위치 조정이 필요하고, 네 곳의 공막천자 부위가 각막윤부로부터의 거리가 일정하게 상하좌우 대칭적으로 위치해야 하겠다. 또한 공막고정에 사용된 두 개의 프롤렌 봉합사의 길이가 동일해야 하며 봉합사에 적절한 장력을 주어 안구 내에 봉합사가 불필요하게 남지 않게 해야 한다.

각막윤부에서 공막절개까지의 거리에 따른 굴절예측오차들과 관련된 연구들을 살펴보면 Hayashi et al²²은 봉합사를 사용한 공막고정술에서 각막윤부 1 mm 후방에 공막절개 시 -0.65 D의 평균 굴절오차를 보였다고 하였으며, Abbey et al²³은 공막터널을 통한 무봉합 공막고정술 시 각막윤부 1.5 mm 또는 2.0 mm에 삼중체인공수정체 공막 내 고정 시 +0.41 D의 평균 굴절오차를 보이며 각막윤부 1.5 mm보다 2.0 mm 후방에 공막고정술 시 더 원시화되는 결과를 보인다고 하였다. 또한 Su et al²⁴은 봉합사로 공막고정술을 시행 시 각막윤부 2 mm 후방에 고정하였을 때 -1.35 ± -1.32 D, 각막윤부 3 mm 후방에 고정하였을 때 -0.43 ± -0.71 D였으며 통계적으로 의미가 있다고 하였다. 이러한 다양한 굴절예측오차를 보이는 것은 사용된 수술 기법의 다양성과 각막윤부로부터 인공수정체를 고정시키는 거리에 따른 영향 때문으로 생각된다. 고리모양 지지부 인공수정체를 이용한 네 개의 플랜지형 공막고정술은 비교적 최근에 소개된 수술법으로 굴절오차에 관한 연구가 없어 수술 후 구면렌즈대응치 결과와 비교에 한계가 있다. Canabrava et al⁹은 수정체내 인공수정체 삽입과 유사한 목표 굴절률을 권유하였다. 본 연구에서 각막윤부 2.5 mm 후방에 플랜지를 형성하여 고정하였을 때 구면렌즈대응치는 수술 후 1주에 0.13 ± 0.34 D, 6개월에 0.11 ± 0.36 D로 수술 후 초기부터 관찰 기간 동안 일정하게 유지되었다. 이전의 각막윤부로부터 인공수정체를 고정시키는 거리에 따른 영향에 대한 연구에서 각막윤부로부터 멀어질수록 원시화되는 결과를 보여 본 수술법에서도 유사한 경향을 보일 것으로 예상된다. 각막윤부 2.0 mm 후방에 플랜지를 형성하였을 경우 저자들의 결과보다 근시화된 결과를 보일 것으로 예상되며 이에 대한 추가 연구가 필요하겠다. 공막고정술 환자의 수술 후 6개월 구면렌즈대응치와 인공수정체가 탈구되기 전 구면렌즈대응치를 비교하여 굴절오차를 분석하였다. 7안에서 탈구 전 구면렌즈대응치와 공막고정술 후 구면렌즈대응치를 비교 시 수술 후 원시화되는 경향을 보이지만 비교적 탈구 전 굴절력과 유사한 결과를 보였다. 이는 플랜지형 공막고정술을 이용하여 인공수정체 교환이나 새로운 인공수정체 삽입 후 공막고정술을 시행할 때 굴절력 목표를 수정체내 인공수정체 삽입 시와 유사하게 설정할 수 있는 근

거가 될 수 있겠다.

공막고정술 후 발생할 수 있는 합병증으로 각막부종, 고안압, 저안압, 포도막 및 맥락막상강출혈, 인공수정체 탈구, 지지부 미끄러짐 및 부러짐, 봉합 부위 미란, 안내염, 낭포성 황반부종, 망막박리, 유리체출혈 등이 있다.²⁵ 저자들이 경험한 합병증은 플랜지 노출로 인한 결막자극이 1안이 있었다. 플랜지 노출이 발생한 1예에서 결막을 절개한 후 봉합사의 길이를 조절하였다. 이후 플랜지를 다시 만들어 공막터널에 위치시켰다. 이러한 플랜지 노출을 예방하기 위해서는 수술 시야의 하측에 위치한 두 개의 플랜지를 공막터널에 위치시킨 후 상측 3, 4번째 플랜지를 만들 때 일정한 장력을 주어 안구 내에 봉합사가 불필요하게 남지 않게 하는 것이 중요하겠다. 아크릴 인공수정체의 고리모양 지지부는 6-0 프롤렌 봉합사와 비교하여 약하기 때문에 봉합사에 장력을 가할 때 지지부가 손상되지 않게 주의해야 한다. 각막윤부로부터 인공수정체 공막고정 위치가 2.41 mm 미만인 경우 바늘이 섬모체 돌기를 손상시켜 출혈 위험이 증가한다는 연구가 있어,²⁶ 저자들은 각막윤부 2.5 mm 후방에 플랜지를 만들어 고정시켰으며 출혈이 발생한 경우는 없었다. 본 수술법은 다른 수술법과 비교하여 공막천자의 횡수가 많고, 플랜지가 공막터널에 위치하기 때문에 유리체출혈, 수술 후 염증, 망막박리의 발생 위험성이 증가할 수 있어 수술 후 주의 깊은 망막검사가 필요하겠다.

본 연구는 대상자가 적고 관찰 기간이 짧으며, 후향적 연구로 인한 혼합변수의 제어가 되지 못한 한계점이 있다. 추후 다수의 환자를 대상으로 한 전향적인 연구가 필요할 것으로 생각되며, 플랜지형 인공수정체 공막내고정술(야마네 기법) 등 다른 인공수정체 공막고정술과 비교 분석이 필요하겠다. 저자들이 시행한 네 개의 고리모양 지지부가 있는 인공수정체를 6-0 프롤렌 봉합사를 이용하여 네 개의 플랜지를 만들어 고정하는 공막고정술은 인공수정체의 기울어짐이나 중심이탈이 적고, 인공수정체의 안정성을 높일 수 있는 수술법으로 고리모양 지지부가 있는 인공수정체가 탈구된 경우 인공수정체를 제거하지 않고 재고정할 수 있는 유용한 수술법이라 생각된다.

REFERENCES

- 1) Stem MS, Todorich B, Woodward MA, et al. Scleral-fixated intraocular lenses: past and present. J Vitreoretin Dis 2017;1:144-52.
- 2) Agarwal A, Kumar DA, Jacob S, et al. Fibrin glue-assisted sutureless posterior chamber intraocular lens implantation in eyes with deficient posterior capsules. J Cataract Refract Surg 2008;34:1433-8.
- 3) Ganekal S, Venkataratnam S, Dorairaj S, Jhanji V. Comparative evaluation of suture-assisted and fibrin glue-assisted scleral fixated intraocular lens implantation. J Refract Surg 2012;28:249-52.

- 4) Yamane S, Inoue M, Arakawa A, Kadonosono K. Sutureless 27-gauge needle-guided intrascleral intraocular lens implantation with lamellar scleral dissection. *Ophthalmology* 2014;121:61-6.
- 5) Kurimori HY, Inoue M, Hirakata A. Adjustments of haptics length for tilted intraocular lens after intrascleral fixation. *Am J Ophthalmol Case Rep* 2018;10:180-4.
- 6) Bading G, Hillenkamp J, Sachs HG, et al. Long-term safety and functional outcome of combined pars plana vitrectomy and scleral-fixated sutured posterior chamber lens implantation. *Am J Ophthalmol* 2007;144:371-7.
- 7) Safran JP, Safran SG. Intraocular lens tilt due to optic-haptic junction distortion following intrascleral haptic fixation with the Yamane technique. *Am J Ophthalmol Case Rep* 2023;30:101845.
- 8) Kim Y, Choi EY, Lee CS, et al. Clinical characteristics of recurrent intraocular lens dislocation after scleral-fixated sutured intraocular lens and long-term outcomes of intraocular lens re-fixation. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2022;260:3267-73.
- 9) Canabrava S, Andrade N Jr, Henriques PR. Scleral fixation of a 4-eyelet foldable intraocular lens in patients with aphakia using a 4-flanged technique. *J Cataract Refract Surg* 2021;47:265-9.
- 10) Sasaki K, Sakamoto Y, Shibata T, et al. Measurement of post-operative intraocular lens tilting and decentration using Scheimpflug images. *J Cataract Refract Surg* 1989;15:454-7.
- 11) Pueringer SL, Hodge DO, Erie JC. Risk of late intraocular lens dislocation after cataract surgery, 1980-2009: a population-based study. *Am J Ophthalmol* 2011;152:618-23.
- 12) Fan Q, Han X, Luo J, et al. Risk factors of intraocular lens dislocation following routine cataract surgery: a case-control study. *Clin Exp Optom* 2021;104:510-7.
- 13) Lee DG, Nam KY, Kim JY. Modified scleral fixation of dislocated posterior chamber intraocular lenses. *J Korean Ophthalmol Soc* 2009;50:1071-5.
- 14) Park SY, Eom Y, Lee YJ, et al. Scleral fixation of subluxated or dislocated multifocal and multifocal toric intraocular lenses. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2022;260:1195-203.
- 15) Micheletti JM, Weber N, McCauley MB, et al. Punch and rescue technique for scleral fixation of dislocated single-piece intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2022;48:247-50.
- 16) Eom Y, Lee YJ, Park SY, et al. Cable tie technique for securing scleral fixation suture to intraocular lens. *Am J Ophthalmol Case Rep* 2022;27:101646.
- 17) Fass ON, Herman WK. Four-point suture scleral fixation of a hydrophilic acrylic IOL in aphakic eyes with insufficient capsule support. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:991-6.
- 18) Khan MA, Gupta OP, Smith RG, et al. Scleral fixation of intraocular lenses using Gore-Tex suture: clinical outcomes and safety profile. *Br J Ophthalmol* 2016;100:638-43.
- 19) Weikert MP, Golla A, Wang L. Astigmatism induced by intraocular lens tilt evaluated via ray tracing. *J Cataract Refract Surg* 2018;44:745-9.
- 20) Altmann GE, Nichamin LD, Lane SS, Pepose JS. Optical performance of 3 intraocular lens designs in the presence of decentration. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:574-85.
- 21) Mello MO Jr, Scott IU, Smiddy WE, et al. Surgical management and outcomes of dislocated intraocular lenses. *Ophthalmology* 2000;107:62-7.
- 22) Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F. Intraocular lens tilt and decentration, anterior chamber depth, and refractive error after trans-scleral suture fixation surgery. *Ophthalmology* 1999;106:878-82.
- 23) Abbey AM, Hussain RM, Shah AR, et al. Sutureless scleral fixation of intraocular lenses: outcomes of two approaches. The 2014 Yasuo Tano memorial lecture. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2015;253:1-5.
- 24) Su D, Stephens JD, Obeid A, et al. Refractive outcomes after pars plana vitrectomy and scleral fixated intraocular lens with Gore-Tex suture. *Ophthalmol Retina* 2019;3:548-52.
- 25) McAllister AS, Hirst LW. Visual outcomes and complications of scleral-fixated posterior chamber intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:1263-9.
- 26) Sugiura T, Kaji Y, Tanaka Y. Anatomy of the ciliary sulcus and the optimum site of needle passage for intraocular lens suture fixation in the living eye. *J Cataract Refract Surg* 2018;44:1247-53.

= 국문초록 =

탈구된 인공수정체의 고리모양 지지부를 이용하여 네 개의 플랜지를 만들어 재고정한 공막고정술

목적: 탈구된 인공수정체의 고리모양 지지부를 이용하여 네 개의 플랜지를 만들어 재고정한 공막고정술을 소개하고 단기 임상 결과를 분석하고자 한다.

대상과 방법: 탈구된 인공수정체의 고리모양 지지부와 프롤렌 봉합사를 이용하여 네 개의 플랜지를 만들어 재고정한 11안을 대상으로 후향적 연구를 하였다. 최대교정시력, 안압, 각막내피세포밀도, 구면렌즈대응치, 난시, 인공수정체 기울어짐과 중심이탈 및 합병증을 분석하였다.

결과: 최대교정시력(logarithm of the minimal angle of resolution)은 술 전 0.25 ± 0.11 , 술 후 6개월 0.14 ± 0.12 로 호전되었고 ($p < 0.001$), 각막내피세포밀도(/ mm^2)는 술 전 $2,427 \pm 384$, 술 후 $2,367 \pm 298$ 로 유의한 차이가 없었다($p = 0.285$). 구면렌즈대응치(diopters, D)는 수술 전 6.02 ± 4.90 , 수술 후 0.11 ± 0.36 으로 호전되었다($p < 0.001$). 난시는 수술 전후 유의한 차이가 없었다. 인공수정체 기울어짐은 $2.44 \pm 1.68^\circ$ 이고, 중심이탈은 0.23 ± 0.09 mm였다. 굴절오차(공막고정술 후 구면렌즈대응치-인공수정체 탈구 전 구면렌즈대응치, D)는 0.11 ± 0.24 였다. 플랜지 노출이 1안이 발생하였다.

결론: 고리모양 지지부가 있는 인공수정체를 네 개의 플랜지를 만들어 재고정한 결과, 유의한 시력의 호전을 보였고 각막내피세포밀도는 유의한 변화가 없었다. 수술 후 난시 변화가 거의 없으며 인공수정체 기울어짐과 중심이탈의 발생이 적고 수술 후 회복이 빠른 장점이 있어 고리모양 지지부가 있는 인공수정체가 탈구된 경우에서 유용한 공막고정술 방법이 되겠다.

(대한안과학회지 2023;64(9):803-810)

임병수 / Byung Su Lim

밝은누리안과병원
NURI Eye Hospital

