



봉합 및 무봉합 인공수정체 공막고정술과 홍채 후방고정 안내렌즈삽입술의 임상 성적 비교

Comparison of Clinical Outcomes Among Sutured, Sutureless Scleral Fixation, and Retropupillary Fixation of Intraocular Lens

강지연 · 윤혜연 · 정소향 · 김현승 · 변용수

Ji Eon Kang, MD, Hye Yeon Yoon, MD, So Hyang Chung, MD, PhD, Hyun Seung Kim, MD, PhD,
 Yong-Soo Byun, MD, PhD

가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원 안과학교실

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

Purpose: To compare the short-term clinical outcomes (up to 3 months) after three different secondary intraocular lens (IOL) implantations in dislocated and aphakic eyes with insufficient capsular support.

Methods: We retrospectively analyzed the medical records of 97 patients who underwent secondary IOL implantation (32 eyes with sutured scleral fixation, 21 with sutureless scleral fixation, and 44 with retropupillary IOL implantation) from March to December 2018. Uncorrected visual acuity (UCVA), and best-corrected visual acuity (BCVA), spherical equivalent (SE), prediction error (PE), mean absolute error (MAE), surgically induced astigmatism (SIA), ocular residual astigmatism (ORA), and complications in the three groups were assessed before and 1 week and 1 and 3 months after surgery.

Results: All groups had an improved BCVA beginning 1 month after surgery. The pre- and postoperative SE ($p = 0.857$, $p = 0.263$, and $p = 0.163$) and PE ($p = 0.479$, $p = 0.848$, and $p = 0.128$) did not differ in the sutured scleral fixation, sutureless scleral fixation, and retropupillary IOL implantation groups, respectively; MAE differed significantly among the procedures 1 week after surgery (1.33 ± 1.25 , 1.40 ± 1.54 , and 0.85 ± 1.25 , $p = 0.044$), but not 1 month after surgery ($p = 0.965$, $p = 0.731$). 3 months after surgery, there was no significant difference in SIA ($p = 0.140$) or ORA ($p = 0.178$) among the 3 groups. As a complication, intraocular pressure rise occurred more often in the sutured fixated group, while the retropupillary group had a higher dislocation rate.

Conclusions: There was no significant difference in the SE, PE, MAE, SIA, ORA, or complications among the three procedures. Surgical skill is still required to minimize the chance of complications regardless of the implantation method.

J Korean Ophthalmol Soc 2024;65(3):203-211

Keywords: Astigmatism, Intraocular lens, Lens Implantation, Intraocular, Refractive error

- Received: 2023. 10. 20. ■ Revised: 2023. 11. 16.
- Accepted: 2024. 2. 23.
- Address reprint requests to **Yong-Soo Byun, MD, PhD**
 Department of Ophthalmology, Seoul St. Mary's Hospital,
 College of Medicine, The Catholic University of Korea, #222
 Banpo-daero, Seocho-gu, Seoul 06591, Korea
 Tel: 82-2-2258-6206, Fax: 82-2-599-7405
 E-mail: mdbyun@catholic.ac.kr

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

인공수정체가 탈구되었거나, 무수정체 안에서 인공수정체를 고정할 수 있는 다양한 방법이 발전되어 왔다.¹⁻³ 전방 인공수정체삽입술의 경우 이차성 녹내장 발병 위험 증가, 각막내피세포부전, 낭포황반부종 등의 가능성으로 인해 최근에는 많이 사용되지 않는다.^{3,4} 한편 1986년 Schallenberg et al³에 의해 소개된 인공수정체 공막고정술의 경우 우수한 임상 결과를 바탕으로 무수정체안 교정을 위한 방법으로 널리 사용되고 있으나, 수술 과정이 복잡하고 수술 시간

이 오래 걸린다는 단점이 있고 수술 후 만성적인 염증 및 안내염을 일으킬 수 있다는 보고가 있다. 최근에는 봉합사 없이, 26계이지 혹은 30계이지 두 개의 바늘을 이용하여 만든 공막터널로 인공수정체의 양쪽 지지부를 동시에 통과시켜 공막에 인공수정체를 고정하는 Yamane technique이 새롭게 소개되어 널리 사용되고 있다.⁵ 1971년 Worst et al에 의해 처음으로 소개된 홍채 후방고정 안내렌즈삽입술은 고식적인 인공수정체 공막고정술에 비하여 수술 시간이 짧고 술기가 간단하다는 것이 장점으로, 공막고정술을 대체할 수 있는 수술 방법으로 널리 사용되었다고 알려져 있다.² 다만, 이 방법 또한 홍채 비틀림, 이차성 녹내장 등과 같은 기타 합병증 위험을 높일 수 있는 것으로도 알려져 있어 제한점이 있다.⁴

각 수술 방법별로 장단점과 시력 및 굴절 예후에 대하여 많은 연구가 진행되어 알려진 바 있으며, 일부 연구에서는 Yamane technique이 고식적인 공막봉합고정술보다 시력 및 굴절 예후가 양호하다고 알려져 있지만,⁶ 어떤 하나의 방법이 다른 방법에 비해 우월한지는 명확히 알려져 있지 않고 측정치에 따라 상반된 결과를 가지는 연구들이 보고 되기도 하였다.^{1,3,7} 국내에서는 공막봉합고정술, 무봉합공막 내고정술 및 홍채 후방고정 안내렌즈삽입술의 임상 결과를 연구한 국내 논문은 있었으나,⁸ 아직까지 수술유발 각막난시, 안구 내 잔여 난시를 비교한 국내 논문은 없었다. 이에 본 연구자들은 인공수정체 공막봉합고정술과 무봉합공막 내고정술, 홍채 후방고정 안내렌즈삽입술, 세 수술법의 임상 결과를 분석하였다.

대상과 방법

본 연구는 의무기록을 통한 후향적 연구로, 2018년 3월부터 2018년 12월까지 인위적 무수정체 또는 인공수정체 탈구 진단하 인공수정체 공막봉합고정술(sutured scleral fixation, SSF) 32명 32안, 무봉합공막내고정술(sutureless intrascleral fixation, ISF) 21명 21안, 홍채 후방고정 안내렌즈삽입술을 시행받은 환자(retropupillary intraocular lens implantation, RP-IOL) 44명 44안을 대상으로 하였다. 본 연구는 헬싱키선언에 입각한 본원 의학연구윤리심의위원회의 승인 아래 진행되었다(과제번호: KC22RASI0476). 수술 전 각막혼탁, 각막이상증, 각막이식을 받은 기왕력, 망막 및 맥락막 질환이 있는 경우는 대상에서 제외하였다. 모든 연구자는 연구에 사용된 인공수정체 및 기기에 대해 이해상충 관계가 없었다.

수술 전 검사

수술 전 나안시력(uncorrected visual acuity, UCVA)검사, 최대교정시력(best corrected visual acuity, BCVA)검사, 비접촉성 안압계를 이용한 안압검사, 세극등현미경검사, 안저 검사를 시행하였고, 자동각막굴절력계(RK-F1[®], Canon, Tokyo, Japan)를 사용하여 현성굴절력, 각막난시를 측정하였고, IOL Master 700[®] (Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany)을 이용하여 안축장을 측정하였다.

수술 방법

모든 수술은 숙련된 전안부 또는 망막전문의에 의해서 시행되었다. 수술 3일 전부터 수술할 눈에 하루에 4회 Vigamox (Moxifloxacin HCl ophthalmic solution; 0.5% as base, Alcon Laboratories, Inc., Fort Worth, TX, USA)를 점안하였다. 또한 수술 1시간 전부터 10분 간격으로 Mydrin-P (Tropicamide 5 mg/mL; Phenylephrine HCl 5 mg/mL, Santen Pharmaceutical Company, Osaka, Japan)를 수술할 눈에 점안하여 산동하였다. 모든 수술 환자는 2% lidocaine (Lidocaine HCl Inj. 2%[®], Daihan Pharm Co., Seoul, Korea) 과 0.5% bupivacaine (Pucaine[®], Reyon Pharmaceutical Co., Seoul, Korea)을 5:5로 혼합한 용액을 이용한 구후마취 하에 수술을 진행하였고 alcaine (0.5% proparacaine hydrochloride, Alcon, Puurs, Belgium)으로 점안마취를 시행하였다.

환자별 수술 방법은 4인의 전안부 및 망막전문의에 의해 이루어졌으며 각 술자의 술기 선호도에 따라 결정되었다. 32안을 대상으로 시행된 SSF는 다음과 같은 방법으로 진행되었다. Betadine 소독 후, 각막 위쪽 윤부 주변 결막을 절개하고 약 3 mm 크기의 공막터널절개를 시행하였으며, 이 측 방향에 1 mm 크기의 각막절개를 시행한 후 점탄물질인 1.0% sodium hyaluronate (Healon[®], Pharmacia, Stockholm, Sweden)를 주입하였다. 탈구된 인공수정체를 제거해야 하는 경우는 인공수정체를 Vanna's scissor를 이용하여 자르고 후낭과 함께 상측 공막터널절개를 통하여 제거하였으며, 결막절개가 8시, 2시에 시행되었다. Double arm prolene long needle이 전방 윤부에서 1.5 mm 떨어져서 삽입되었다. 인공수정체는 일체형 비구면 인공수정체인 enVista[®] MX60 (Bausch & Lomb, Rochester, NY, USA) 15안, 삼체형 구면 인공수정체인 Sensar (AR40e, AMO, Santa Ana, CA, USA) 14안, 일체형 비구면 인공수정체인 ARTIS[®] PL E (Cristalens Industrie, Lannion, France)가 2안, 일체형 친수성 비구면 인공수정체인 Rayner 920H (Rayner Intraocular Lenses Ltd., Hove, UK) 1안이 사용되었으며, 인공수정체가 10-0 prolene을 이용하여 2시, 8시 방향 공막에 고정되었다. 상측 공막을 10-0 nylon으로 봉합하였고 결막 봉합을 시행하였다.

21안을 대상으로 시행된 ISF는 다음과 같은 방법으로 진행되었다. 인공수정체는 모두 삼체형 구면 인공수정체인 Sensar (AR40e, AMO)를 사용하였다. 공막터널절개를 만들고 절개창과 수직을 이루는 3시와 9시 방향에 각각 각막 가장자리에서 2 mm 떨어진 지점을 표시하였다. 인젝터를 사용하여 인공수정체 지지부 한쪽과 광학부를 전방으로 밀어넣은 후, 끝을 45도 구부려 놓은 26게이지 바늘로 공막터널을 2 mm 길이로 만들어 미리 표시된 지점에서 바늘 끝이 섬모체고랑을 통과하여 안구 내에 위치하게 하였다. 앞방에 위치한 지지부 한쪽을 맥스그립 포셉(Grieshaber MaxGrip Forceps, Alcon Laboratories, Inc.)으로 잡아 26게이지 바늘 내강으로 밀어넣은 후 바늘을 지지부와 함께 바깥으로 빼냈다. 다른 한쪽 지지부도 동일한 방법으로 26게이지 바늘을 이용하여 공막터널을 통해 외부로 빼낸 뒤 공막터널을 통해 나온 각각의 지지부 끝을 자른 뒤 단극전기소작기(Accu-Temp Cautery, Beaver-Visitec international Inc, Waltham, MA, USA)로 열을 가하여 지름이 약 0.3 mm 정도 되는 타원형으로 만들어 공막터널 쪽으로 밀어 넣어 고정시켰다.

44안을 대상으로 시행된 RP-IOL은 다음과 같은 방법으로 진행되었다. Betadine 소독 후, 각막 위쪽 윗부 주변 결막을 절개하고, 약 6 mm 크기의 공막터널절개를 시행하였으며 이측 방향에 1 mm 크기의 각막절개를 시행하였다. Vanna's scissor를 이용하여 탈구된 인공수정체를 자르고 제거하였으며, 각막절개 부위를 통하여 1.0% sodium hyaluronate (Healon[®], Pharmacia)를 주입 후 6 mm 크기의 절개창을 통하여 polymethylmethacrylate 재질의 홍채 후방 고정 인공수정체인 Artisan Aphakia Model 205를 삽입하였다. 렌즈 집게로 수평 위치로 회전시킨 후 절개창을 10-0 nylon으로 3회 봉합하였다. 렌즈 집게로 렌즈를 잡고 중심이 동공에 맞도록 한 뒤 두 개의 인공수정체 지지부(haptic)를 홍채 뒤에 부드럽게 밀어 넣고, 홍채의 후방에서 앞쪽으로 약간 들어 올려서 인공수정체 지지부 고리(claw) 형태가 드러나서 홍채 앞면에서 인식될 수 있도록 하였다. 긴 micro-spatula로 홍채 조직을 지지부의 고리 안으로 넣어 두 개의 지지부를 홍채에 고정시켰다. 지지부의 홈이 있는 중심에 부드럽게 압력을 가하여 상당한 양의 홍채 조직을 격리시켜 동공의 타원화를 방지하였다. 상측 공막을 10-0 nylon으로 봉합하였고, 결막 봉합을 시행하였다.

필요한 경우 앞유리체절제술 혹은 유리체전절제술을 시행하였다. 수술 후 세 군의 모든 환자들은 0.5% moxifloxacin hydrochloride와 1% prednisolone acetate를 수술 후 2주 동안 하루에 4회, 다음 2주 동안 각각 하루에 2회씩 점안하였으며, 안약 점안은 수술 후 당일부턴 시작하였다.

수술 후 검사

수술 후 1일, 1주일, 1개월, 3개월에 나안시력, 최대교정시력, 안압검사, 자동굴절검사기, 세극등현미경검사를 시행하였고, 경과 관찰 기간 동안 발생한 합병증을 조사하였다. 시력은 decimal 시력을 logarithm of the minimal angle resolution 값으로 변환하여 분석하였다. 또한, 굴절예측오차(prediction error, PE)와 평균 절대예측오차(mean absolute error, MAE)를 수술 후 시기별로 비교하였다. 세 가지 다른 이차적 인공수정체 삽입 수술법에 따라 각막난시 유발 정도(surgically induced astigmatism, SIA)를 알아보고자 수술 유발 난시 계산기(<http://SIA-calculator.com>에서 제공)를 이용하였으며, 안구 내 인공수정체의 위치 이상을 간접적으로 평가하고자 안구 내 잔여 난시(ocular residual astigmatism, ORA)를 벡터 계산기(<https://assort.com/assortvector-calculator-1>에서 제공)를 통해 계산하였다.

통계적 분석 방법

모든 데이터는 엑셀 데이터베이스로 정리하였고(Microsoft Excel 2010, Microsoft Inc., Redmond, WA, USA) 모든 통계는 IBM SPSS ver. 28.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하였다. Kolmogorov-Smirnov test를 통해 정규성 검정을 시행하였으며, 모든 수치는 평균 ± 표준편차의 형식으로 기술하였다. 3가지 수술 기법군 간의 비교 분석에 one-way analysis of variance test와 *post hoc* comparisons를 이용하였고, 각 군에서 수술 전후 차이를 비교하기 위하여 paired *t*-test를 사용하였다. 모든 통계 분석에서 유의도 (*p*-value) 0.05 미만인 경우 통계학적인 의의가 있는 것으로 판단하였다.

결 과

총 97명 97안을 대상으로 하였으며, SSF 32안, ISF 21안, RP-IOL 44안이 분석되었다. 이전 백내장수술 후 인공수정체 탈구가 발생한 예에서 수술을 시행한 경우가 SSF군 17안(53%), ISF군 15안(71%), RP-IOL군 32안(72%), 유리체강 내로 인공수정체 탈구가 발생한 예에서 수술을 시행한 경우가 SSF군 3안(9%), ISF군 3안(14%), RP-IOL군 4안(9%), 이었다. 수술 전 모든 환자의 성별, 나이, 술 전 시력, 구면 굴절력 및 각막난시, 안축장은 수술 방법 간 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 1).

수술 후 1주, 1개월 및 3개월 시점에서 시력의 개선 여부를 확인하였다. 수술 후 1개월 및 3개월 후, 모든 수술군에서 나안 및 최대교정시력의 평균치의 호전이 관찰되었다. 수술 1개월 후 SSF군에서는 56.4%, ISF군은 81%, RP-IOL

Table 1. Preoperative clinical characteristics of the three surgical groups

	SSF	ISF	RP-IOL	p-value*
Number of eyes	32	21	44	
Age (years)	68.62 ± 11.87	66.05 ± 9.79	62.48 ± 10.94	0.06
Sex				
Male	24 (75)	17 (81)	31 (70)	
Female	8 (25)	4 (19)	13 (30)	
UCVA (logMAR)	0.99 ± 0.64	0.76 ± 0.63	0.74 ± 0.60	0.20
BCVA (logMAR)	0.52 ± 0.48	0.43 ± 0.09	0.45 ± 0.46	0.79
Spherical equivalent (D)	2.27 ± 6.96	0.92 ± 5.87	0.06 ± 4.86	0.29
Corneal astigmatism, K2-K1 (D)	1.23 ± 1.61	0.70 ± 0.44	1.15 ± 0.89	0.21
Axial length (mm)	25.30 ± 3.27	25.25 ± 2.75	25.25 ± 2.11	0.10
Causes of intraocular lens dislocation or aphakia				
Dislocated IOL	17 (53)	15 (71)	32 (72)	
Dropped IOL	3 (9)	3 (14)	4 (9)	
Others	12 (37)	3 (14)	8 (18)	

Values are presented as number (%) or mean ± standard deviation.

SSF = sutured scleral fixation; ISF = sutureless intrascleral fixation; RP-IOL = retropupillary intraocular lens implantation; UCVA = uncorrected visual acuity; logMAR = logarithm of the minimal angle resolution; BCVA = best-corrected visual acuity; D = diopters; K = keratometers; IOL = intraocular lens.

*One-way analysis of variance test.

군은 79.6%에서 수술 전과 같거나 그보다 좋은 시력을 확인할 수 있었고, 수술 3개월 후에는 SSF군에서 72%, ISF군에서 81%, RP-IOL군에서는 86.4%가 술 전에 비해 같거나 좋은 시력을 얻었다(Fig. 1).

수술 후 3개월, 구면렌즈대응치(spherical equivalent, SE)는 SSF군에서 -0.94 ± 1.08 diopters (D), ISF군에서 -1.38 ± 1.25 D, RP-IOL군에서 0.11 ± 3.00 D였으며, 수술 후 PE는 수술 후 1주, 1개월, 3개월째 모든 시기에서 수술 방법 간 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.479$, $p=0.848$, $p=0.128$) (Table 2). MAE는 수술 후 1주일째 세 군 간 유의한 차이를 보이며($p=0.044$) RP-IOL군에서 가장 적은 오차를 보였으나, 수술 후 1개월 및 3개월에서는 유의한 차이가 관찰되지 않았다($p=0.965$, $p=0.731$).

수술 후 변화가 안정되는 3개월, SIA 및 ORA를 확인하였다. 수술 후 3개월경 SIA는 세 군 간 유의한 차이를 보이지 않았으며($p=0.140$), ORA 또한 세 군 간 유의한 차이를 보이지 않아($p=0.178$) 수술 방법 간 SIA 및 ORA의 차이가 없음을 확인하였다(Table 3).

수술 후 합병증으로 안압이 상승한 경우가 SSF군에서 5안(15.63%), RP-IOL군에서 2안(4.54%)이 있었다. 인공수정체 광학부 돌출로 인한 동공포획이 ISF군에서 4안(19.05%), 홍채 후방고정 안내렌즈 탈구가 RP-IOL군에서 7안(15.90%)이 확인되었고 인공수정체 이탈이 일어난 모든 환자에서 인공수정체 재위치술을 시행한 후 개선되었다. 이 외에도

각막부종이 SSF군에서 3안(9.38%), ISF군에서 1안(4.76%)이 있었고 SSF군 중 1안(술 후 1개월 수술안 각막내피세포 수 816개), ISF군 중 1안(술 후 3개월 수술안 각막내피세포 수 977개)은 수포성 각막병증의 악화로 각막내피세포이식술을 시행받았다. ISF군에서 유리체출혈로 추적 관찰 중 회복되었던 1예가 있었고, 황반부종, 망막박리, 맥락막박리 등의 합병증은 모든 군에서 발생하지 않았다(Table 4).

고 찰

본 연구에서는 인공수정체 탈구 또는 무수정체안에서 시행되는 SSF, ISF, RP-IOL군에서 수술 후 3개월간 시기별로 PE, MAE, SIA 및 ORA, 수술 후 합병증을 분석하였다. 본 연구진의 분석 결과 세 군에서 나안 및 최대교정시력 모두 수술 후 1개월 및 3개월에서 평균치의 호전이 관찰되었으며, 이는 Forlini and Bedi⁹의 연구에서 보고된 결과와 같이 공막고정군과 RP-IOL군 모두에서 수술 후 첫 주에는 일시적으로 악화되었으나 술 후 6개월 동안 점차 호전을 보인다는 결과와 일치한다.

여러 선행 연구 결과에서 술 후 시기별 자동굴절검사로 측정된 SE는 SSF, ISF 및 RP-IOL군에서 수술 방법 간 유의한 차이를 보이지 않는다고 알려져 있다.⁹ 또한, 이차 인공수정체 삽입 방법별 굴절예측오차와 관련된 연구들은 소수에 의해서만 보고되어 있다. Yamane et al⁵이 ISF를 시

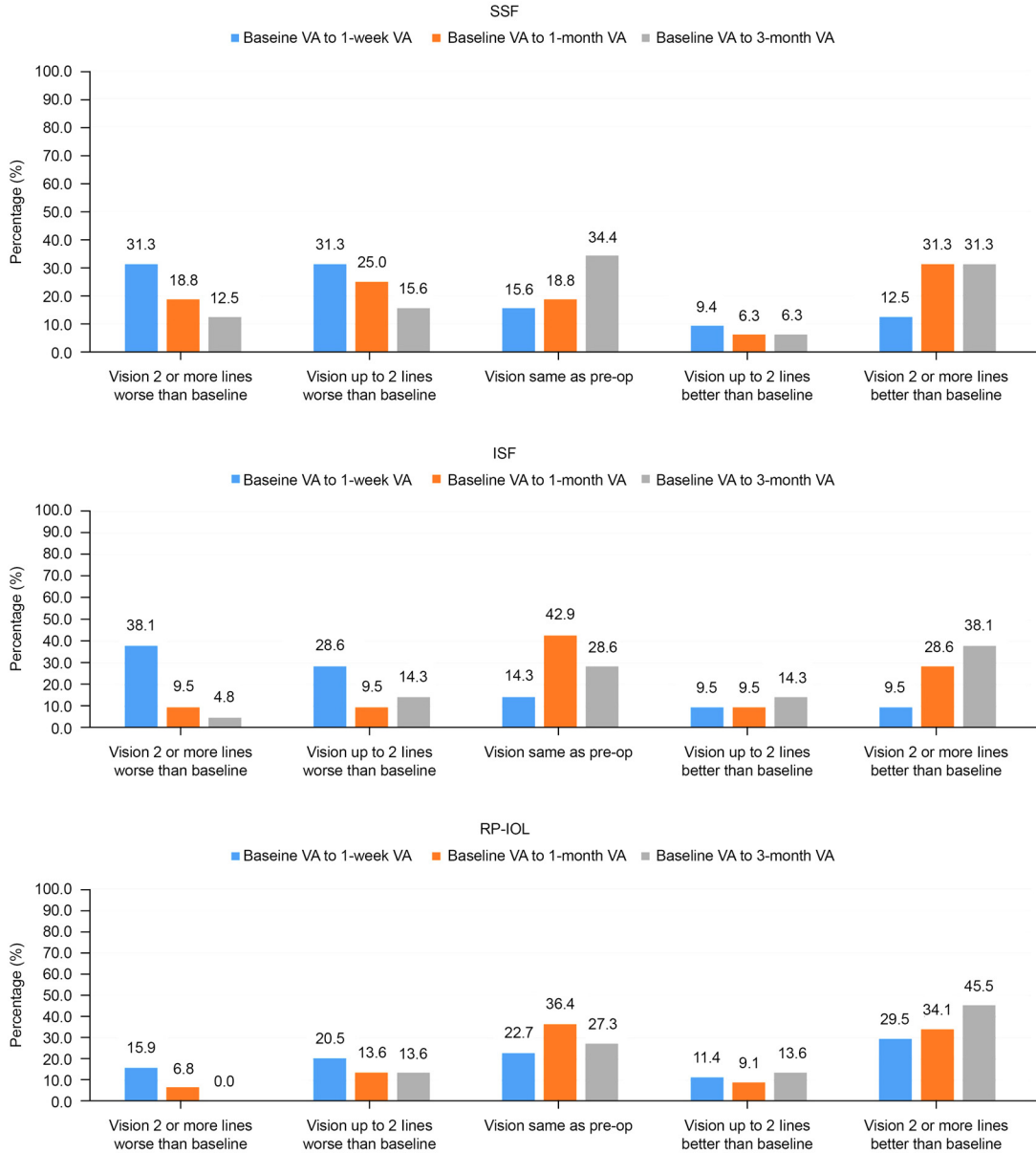


Figure 1. The visual acuity response category (≥ 2 line gain, < 2 line change, ≥ 2 line loss) at post-operative 1 week, 1 month, and 3 months in three surgical groups. SSF = sutured scleral fixation; VA = visual acuity; ISF = sutureless intrascleral fixation; RP-IOL = retropupillary intraocular lens implantation.

행한 연구에서 SRK/T 공식을 사용하여 평균 PE가 -0.21 ± 0.99 D라고 보고하였지만, MAE 및 ± 0.5 D 이내의 오차가 있는 눈의 비율에 대한 정보는 보고된 바 없었다. Kim et al⁸이 보고한 SSF 및 ISF, RP-IOL을 비교한 연구에서 평균 PE가 각각 -0.15 ± 0.77 D, 0.44 ± 1.00 D, 0.56 ± 0.62 D로 ISF 및 RP-IOL군에서 원시 편위로의 유의한 차이를 보였으며, AE가 각각 0.60 ± 0.49 D, 0.90 ± 0.56 D, 0.64 ± 0.53 D로 보고된 바 있으나, 수술 방법 간 통계적으로 유의하지는 않았으며 인공수정체 도수 예측 공식에 대한 기술 및 시

기별 PE, MAE 및 SIA, ORA를 비교한 자료는 포함되지 않았다. 본 연구에서 인공수정체 도수는 IOL Master 700을 이용해 측정하고 SRK-T 공식 및 Barrett Universal II 공식을 이용하여 계산하였다. SSF군은 SRK-T 공식을 바탕으로 A-constant 119.1 (enVista[®] MX60, Bausch & Lomb), 119.7 (ARTIS[®] PL E, Cristalens Industrie), 119.3 (Sensar AR40e, AMO), 118.6 (Rayner 920H, Rayner Intraocular Lenses Ltd.)의 4가지 중 하나를 선택하였으며, 술자별 선호도에 따라 인공수정체를 선택하였다. ISF군은 모두 SRK-T 공식

Table 2. Changes of SE, PE and MAE over time in three surgical groups

	SSF	ISF	RP-IOL	<i>p</i> -value*
SE (D)				
POD 1 week	-0.94 ± 2.07	-1.53 ± 1.85	-1.20 ± 2.04	0.857
POD 1 month	-0.84 ± 1.22	-1.09 ± 1.35	-1.61 ± 2.19	0.263
POD 3 months	-0.94 ± 1.08	-1.38 ± 1.25	0.11 ± 3.00	0.163
PE (D)				
POD 1 week	-0.52 ± 1.77	-1.02 ± 1.83	-0.48 ± 1.74	0.479
POD 1 month	-0.12 ± 1.39	-0.57 ± 0.97	-0.82 ± 1.89	0.848
POD 3 months	-0.20 ± 1.28	-0.56 ± 0.62	0.39 ± 2.76	0.128
MAE (D)				
POD 1 week	1.33 ± 1.25	1.40 ± 1.54	0.85 ± 1.58	0.044
POD 1 month	0.99 ± 0.76	0.82 ± 0.76	0.95 ± 1.73	0.965
POD 3 months	0.80 ± 0.79	0.70 ± 0.43	1.79 ± 2.65	0.731

Values are presented as mean ± standard deviation.

SE = spherical equivalent; PE = prediction error; MAE = mean absolute error; SSF = sutured scleral fixation; ISF = sutureless intrascleral fixation; RP-IOL = retropupillary intraocular lens implantation; D = diopters; POD = postoperative day.

*One-way analysis of variance test.

Table 3. SIA and ORA at postoperative 3 months with *post-hoc* comparison among three surgical groups

	SSF	ISF	RP-IOL	<i>p</i> -value*
SIA	1.83 ± 0.72	1.55 ± 0.89	1.20 ± 0.73	0.140
ORA	1.09 ± 0.93	0.90 ± 0.60	0.67 ± 0.42	0.178

Values are presented as mean ± standard deviation.

SIA = surgically induced astigmatism; ORA = ocular residual astigmatism; SSF = sutured scleral fixation; ISF = sutureless intrascleral fixation; RP-IOL = retropupillary intraocular lens implantation.

*One-way analysis of variance test.

Table 4. Postoperative complications for patients receiving secondary IOL implantation after 3 months of the operation

Group	Complication							
	No complications	IOP elevation	Iris damage	IOL capture	IOL dislocation	Corneal edema	Vitreous hemorrhage	Vitreous prolapse
SSF	19 (59.38)	5 (15.63)	4 (12.50)	0 (0.0)	1 (3.13)	3 (9.38)	0 (0.0)	0 (0.0)
ISF	14 (66.67)	0 (0.0)	0 (0.0)	4 (19.05)	1 (4.76)	1 (4.76)	1 (4.76)	0 (0.0)
RP-IOL	34 (77.27)	2 (4.54)	0 (0.0)	0 (0.0)	7 (15.90)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (2.27)

Values are presented as number (%).

IOL = intraocular lens; SSF = sutured scleral fixation; ISF = sutureless intrascleral fixation; RP-IOL = retropupillary intraocular lens implantation.

을 바탕으로 A-constant 119.3을, RP-IOL군은 모두 SRK-T 공식을 바탕으로 A-constant 116.5를 기준으로 인공수정체를 선택한 뒤 수술을 시행하였다. 목표 굴절력(goal diopter)은 비교적 정시에 가장 가까운 근시값을 선택하였고, 근시환자가 근거리 타겟을 원하는 경우에는 정시에서 -2 D 사이의 근시값을 목표로 택하였다.

수술 후 1개월 및 3개월에서 PE 및 MAE에서 수술 방법

간 유의한 차이는 없으나, RP-IOL군이 SSF 및 ISF군에 비하여 굴절 안정성이 낮고 원시 변화가 더 큰 결과를 보였다. 이는 수술 전 수술안에서의 유리체 상태 및 수술 후 경과에 따른 인공수정체의 위치 변화로 설명할 수 있다.¹⁰ 이차 인공수정체 삽입은 고식적인 후낭 내 인공수정체 삽입술보다 외상, 수정체 탈구 등으로 인해 유리체가 일부 소실되었을 가능성이 높은 눈에서 수행되는 경향이 있으며, 이

러한 유리체 소실이 있는 눈에서 유동적인 구조물인 홍채에 고정된 안내렌즈는 안정적인 공막에 고정된 인공수정체보다 유리체를 향해 후방으로 편위될 수 있다고 알려져 있다.¹⁰ 이로부터 PE의 원시 편위를 유발할 수 있기에 본 연구의 RP-IOL군에서 술 후 시간이 경과할수록 PE가 원시로 편위되는 것 또한 이전 보고된 결과와 일치하는 결과를 보인다.

SIA는 일반적으로 백내장수술 시 절개창이 길수록, 봉합시 장력이 셀수록 더 큰 난시를 유발하며 절개창의 폭이 좁고 각막 중심부로부터 뒤쪽에서 절개할수록 발생이 적은 것으로 알려져 있다.^{11,12} 홍채 후방고정 안내렌즈의 경우 재질이 단단하고, 고정을 위해서는 5 mm 이상의 절개창이 필요하며, 각막절개보다는 공막절개를 통한 렌즈 삽입이 난시를 적게 유발한다고 알려져 있던 이전 결과들로부터 최근 RP-IOL은 주로 5.4 mm 내외의 공막절개를 통해 이루어지고 있다.^{3,4,13,14} 절개창 자체의 크기가 SSF 또는 ISF를 위한 절개창에 비해 크기 때문에 SIA가 더 많이 유발될 수 있다고 생각될 여지가 있으나, 현재까지 이 세 가지 수술 방법 간 SIA를 비교한 연구는 없었다. 본 연구에서는 수술 후 3개월 SIA는 세 수술 방법 간 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아 큰 절개창이 필요한 RP-IOL군에서 SIA가 가장 클 것이라는 예측과 달랐다. 이는 SIA는 탈구된 인공수정체를 제거할 때 만들어지는 절개창의 크기, 절개창의 위치와 형태, 봉합 술기 등에 의해 영향을 많이 받기 때문으로 생각되고, 따라서 특정 수술법이 SIA에 더 유리한지를 평가하는 것은 임상적으로 중요성이 크지 않다고 할 수 있겠다.

정상적인 백내장수술을 받은 눈에서 ORA는 주로 각막 후면에서 기인하기는 하지만, 인공수정체의 기울어짐이나 편위가 상대적으로 크고 많은 인공수정체 고정술에서는 인공수정체의 위치 이상이 ORA에 큰 영향을 미칠 수 있다.^{15,16} ORA에 영향을 주는 요인을 분석한 Katz et al¹⁶의 연구에서, Pentacam[®] (Oculus Inc., Wetzlar, Germany)을 이용한 각막난시값과 자동굴절기를 이용해 측정된 각막난시값의 차이를 벡터분석하여 ORA를 구해 다초점인공수정체를 삽입한 백내장수술 전, 후 ORA가 0.30 D가량 발생한다는 것을 보고한 바 있으며, Balparada et al¹⁵이 보고한 논문에서, Pentacam[®]을 이용한 각막난시값과 자동굴절기를 이용해 측정된 ORA는 각막수술 이전 굴절 오류 상태와 무관하다는 것이 알려진 바 있다. 본 연구에서 수술 후 3개월째 ORA가 SSF군, ISF군, RP-IOL군에서 각각 1.83 ± 0.72 , 1.55 ± 0.89 , 1.20 ± 0.73 D로 수술 방법 간의 유의미한 차이는 없었지만, 기존 보고된 수정체내에 인공수정체 삽입안에서 관찰되는 수치에 비해 상대적으로 높은 것이어서 이차

인공수정체 고정술을 시행할 경우 인공수정체 위치 이상에 의한 ORA가 많이 유발된다는 것을 추론해 볼 수 있다.

실제로 다른 방법으로 인공수정체의 기울어짐을 측정한 연구들이 이를 뒷받침하고 있다. Durak et al¹⁷이 SSF를 시행한 53명의 환자에서 평균 기울기(IOL tilt)가 6.09 ± 3.08 도라고 보고하였고, 1 mm 이상의 광학부 중심이탈과 10도 이상의 기울기 변화가 16.7%에서 나타났다고 확인한 바 있다. 이후 Yamane et al⁵에 의해 기술된 ISF로부터, 평균 인공수정체 광학부 기울기를 3.4 ± 2.5 도로 보고한 바 있다. 또한, 홍채에 고정되어 굴절 안정성이 높을 것으로 생각되었던 RP-IOL군의 ORA 값이 다른 군들과 유의한 차이를 보이지 않았는데, 이는 적은 표본 수, 각 술기에 익숙한 술자가 수술을 시행한 점 등이 영향을 주었기 때문으로 생각된다.

본 연구에서 확인된 수술 후 합병증은 안압상승, 인공수정체 탈구, 각막부종 및 유리체출혈 등이 있었고, 세 수술 방법 중 RP-IOL군에서는 안압이 상승된 환자는 발견되지 않았다. 해외 문헌 고찰상 이전 연구에서는 홍채 후방에 인공수정체를 삽입하는 경우 수술 과정 중 부분적인 전유리체절제술이 동반되며 후방과 전방 사이의 방수의 흐름이 원활하게 되어 안압상승의 예가 낮았던 것으로 보고된 바가 있었다.¹⁸ 본 연구에서 확인된 RP-IOL의 안압상승률이 낮았던 이유 중 첫 번째로는 본 연구에 포함된 RP-IOL 술식 환자에서 타 술식에 비하여 전유리체절제술이 동반된 경우가 많아(SSF군 15안[46.88%], ISF군 5안[23.81%], RP-IOL군 35안[79.85%]) 안압상승률이 적었던 결과가 얻어진 것으로 생각되며, 전유리체절제술이 동반된 경우에 점탄물질이 남아 있는 경우가 거의 없는 것도 이유가 될 수 있다. 두 번째로는 다른 두 수술법과 달리 RP-IOL 술식의 경우 모든 경우에서 홍채절개술(surgical iridotomy)이 시행되었고 이는 동공차단(pupillary block)에 의해 안압이 상승하는 케이스를 예방하였을 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 먼저 비교적 적은 수의 대상으로 연구를 진행하였으며, 피험자를 무작위 배정에 의해 배정하지 않았다는 한계가 있다. 둘째, 수술이 여러 술자에 의해 시행되었는데, 수술 방법을 통일하였고 ISF 및 RP-IOL군에서 동일한 종류의 인공수정체만을 사용하여 술자 간의 차이를 최소화하였으나, 수술 중 발생할 수 있는 변수 및 술기가 술자별로 차이가 발생할 수 있다는 제한점이 있다. 최근 발표된 연구에 따르면,¹⁹ 동일한 종류의 삼체형 인공수정체를 각막윤부로부터 동일한 위치에 공막고정술을 시행하더라도 수술 방법에 따라 술 후 굴절예측오차가 달라진다는 보고가 있다. 본 연구에서는 술자 및 술기마다 윤부로부터 떨어진 인공수정체의 공막고정 위치가 차이가 있

으며, 동일한 술식(SSF)에서도 사용한 인공수정체의 종류가 다양하여 술 후 굴절예측오차를 평가하는 데 고려해야 할 변수가 많다는 제한점이 있다. 다만 이전까지는 세 가지 다른 술식에서 동시에 굴절예측오차 및 안구 내 잔여 난시를 비교한 연구는 없어 이를 최초로 평가하였다는 데에 의의가 있다고 생각되며 위 제한점을 보완한 후속 연구가 필요할 것으로 생각된다. 셋째, 수술 후 시기별 PE, MAE 및 SIA, ORA의 분석에 자동굴절검사기로 측정된 값만을 사용하여 분석하였다는 한계가 있다. 기존에 발표된 연구 결과 중 Pentacam[®]으로 측정된 Sagittal (axial) power와 자동각막굴절계로 측정한 각막곡률값은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않는다는 결과도 있으나,²⁰ 한편으로는 Pentacam[®]에서 ray tracing 방법을 통해 총 각막곡률값을 더 정확하게 측정할 수 있다는 연구 결과로부터²¹ 기기별로 발생할 수 있는 각막곡률값의 오차를 보정하여 시기별 굴절오차를 분석하는 것이 필요할 것이다. 넷째, 수술 전 환자들의 굴절상태가 근시 및 정시, 원시로 다양하고, 인공수정체 선택시 -0.5 D to -2 D를 목표 굴절력으로 선택하여 다양한 환자가 포함되어 있어 수술 방법의 차이 요인뿐만 아니라, 수술 후 임상 결과에 영향을 줄 수 있는 여러 요인이 혼재되어 있다는 제한점이 있다. 비록 이와 같은 제한점이 있지만, 본 연구에서는 SSF 및 ISF, RP-IOL군에서 수술 후 시력, 굴절력뿐만 아니라 시기별 PE 및 MAE, SIA 및 ORA를 최초로 비교하였다는 부분에서 의의가 있을 것으로 생각된다. 결과적으로, 본 연구에서는 술자에 따라 익숙한 방법으로 수술을 시행하는 경우 SSF 및 ISF, RP-IOL의 수술 방법 차이에 따라서 수술 후 3개월까지 시기별로 유의미한 PE 및 MAE의 차이나 SIA, ORA의 차이가 있지는 않음을 보여주었다. 다만, RP-IOL의 경우 술 전 안구 상태에 따라 술 후 굴절력의 원시 편위 가능성이 있어 술 전 위험도를 평가하여 적절한 인공수정체 고정법을 선택해야 할 것이다.

REFERENCES

- 1) Kang HG, Jun JW, Choi EY, et al. Comparison of long-term surgical outcomes for scleral-fixated versus retropupillary iris-claw intraocular lens. *Clin Exp Ophthalmol* 2021;49:686-95.
- 2) Forlini M, Soliman W, Bratu A, et al. Long-term follow-up of retropupillary iris-claw intraocular lens implantation: a retrospective analysis. *BMC Ophthalmol* 2015;15:143.
- 3) Schallenberg M, Dekowski D, Hahn A, et al. Aphakia correction with retropupillary fixated iris-claw lens (Artisan) - long-term results. *Clin Ophthalmol* 2014;8:137-41.
- 4) Madhivanan N, Sengupta S, Sindal M, et al. Comparative analysis of retropupillary iris claw versus scleral-fixated intraocular lens in the management of post-cataract aphakia. *Indian J Ophthalmol* 2019;67:59-63.
- 5) Yamane S, Sato S, Maruyama-Inoue M, Kadonosono K. Flanged intrascleral intraocular lens fixation with double-needle technique. *Ophthalmology* 2017;124:1136-42.
- 6) Jang KH, Kong M, Moon BG, Son G. Comparison of scleral fixation of intraocular lens: sutureless intrascleral fixation versus conventional sutured scleral fixation. *Retina* 2021;41:761-7.
- 7) Do JR, Park SJ, Mukai R, et al. A 1-year prospective comparative study of sutureless flanged intraocular lens fixation and conventional sutured scleral fixation in intraocular lens dislocation. *Ophthalmologica* 2021;244:68-75.
- 8) Kim MJ, Han GL, Chung TY, Lim DH. Comparison of clinical outcomes among conventional scleral fixation, retropupillary iris-claw intraocular lens implantation, and intrascleral fixation. *Korean J Ophthalmol* 2022;36:413-22.
- 9) Forlini M, Bedi R. Intraocular lens implantation in the absence of capsular support: scleral-fixated vs retropupillary iris-claw intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2021;47:792-801.
- 10) Kim KH, Kim WS. Comparison of clinical outcomes of iris fixation and scleral fixation as treatment for intraocular lens dislocation. *Am J Ophthalmol* 2015;160:463-9.e1.
- 11) Langenbacher A, Szentmáry N, Cayless A, et al. Surgically induced astigmatism after cataract surgery - a vector analysis. *Curr Eye Res* 2022;47:1279-87.
- 12) Storr-Paulsen A, Madsen H, Perriard A. Possible factors modifying the surgically induced astigmatism in cataract surgery. *Acta Ophthalmol Scand* 1999;77:548-51.
- 13) Choi EY, Lee CH, Kang HG, et al. Long-term surgical outcomes of primary retropupillary iris-claw intraocular lens implantation for the treatment of intraocular lens dislocation. *Sci Rep* 2021;11:726.
- 14) Thulasidas M. Retropupillary iris-claw intraocular lenses: a literature review. *Clin Ophthalmol* 2021;15:2727-39.
- 15) Balparada K, Silva-Quintero LA, Acevedo-Urrego A, Herrera-Chalarca T. Ocular residual astigmatism (ORA) does not seem to correlate with baseline refractive error among refractive surgery candidates. *Int Ophthalmol* 2023;43:4087-96.
- 16) Katz T, Steinberg J, Druchkiv V, et al. Ocular residual astigmatism (ORA) in pre-cataract eyes prior to and after refractive lens exchange. *Int Ophthalmol* 2017;37:859-65.
- 17) Durak A, Oner HF, Koçak N, Kaynak S. Tilt and decentration after primary and secondary transsclerally sutured posterior chamber intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:227-32.
- 18) Zaleski M, Stahel M, Eberhard R, et al. Outcomes of retropupillary iris claw intraocular lens implantation combined with pars plana vitrectomy. *Retina* 2022;42:1284-91.
- 19) Yoon EG, Eom Y, Woo M, et al. Clinical outcomes of intrascleral fixation of intraocular lens compared to ciliary sulcus implantation and transscleral fixation. *Korean J Ophthalmol* 2023;37:128-36.
- 20) Shammas J, Hoffer K, Shammas M. Scheimpflug photography keratometry readings for routine intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:330-4.
- 21) Olsen T, Jeppesen P. Ray-tracing analysis of the corneal power from Scheimpflug data. *J Refract Surg* 2018;34:45-50.

= 국문초록 =

봉합 및 무봉합 인공수정체 공막고정술과 홍채 후방고정 안내렌즈삽입술의 임상 성적 비교

목적: 적절한 후낭지지기 없는 무수정체 및 인공수정체 탈구안에서 봉합 및 무봉합 인공수정체 공막고정술과 홍채 후방고정 안내렌즈삽입술의 단기 임상 결과를 비교하였다.

대상과 방법: 2018년 3월부터 12월까지 무수정체 또는 인공수정체 탈구 소견으로 본원에서 수술받은 총 97명의 환자(공막봉합고정술 32명, 무봉합공막내고정술 21명, 홍채 후방고정 안내렌즈삽입술 44명)를 대상으로 후향적 의무기록 분석을 시행하였다. 모든 환자의 나안 및 최대교정시력, 구면렌즈대응치 및 굴절예측오차, 수술유발 각막난시, 안구 내 잔여 난시 및 합병증을 술 후 1주, 1개월, 3개월에 비교하였다.

결과: 모든 군에서 술 후 1개월 및 3개월에 시력의 호전이 관찰되었다. 술 후 모든 시기에서 구면렌즈대응치($p=0.857$, $p=0.263$, $p=0.163$), 굴절예측오차($p=0.479$, $p=0.848$, $p=0.128$)는 술식 간 유의한 차이를 보이지 않았다. 절대예측오차는 술 후 1주일째 술식 간 유의한 차이를 보이거나(1.33 ± 1.25 , 1.40 ± 1.54 , 0.85 ± 1.25 , $p=0.044$), 수술 1개월 이후는 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.965$, $p=0.731$). 술 후 3개월 수술유발 각막난시 및 안구 내 잔여 난시는 술식 간 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.140$, $p=0.178$). 합병증은 봉합고정군에서 안압상승이, 홍채고정군에서 인공수정체 탈구가 더 많았다.

결론: 세 술식 간 수술 후 시기별 굴절오차 및 수술유발난시, 안구 내 잔여 난시의 경과에는 차이가 없으므로, 술기에 대한 숙련도를 높여 합병증의 발생을 최소화하는 것이 중요하다.

(대한안과학회지 2024;65(3):203-211)

강지연 / Ji Eon Kang

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