



# 비스듬한 공막터널을 이용한 무봉합 인공수정체 공막내고정술의 단기 임상 결과

## Short-term Clinical Outcomes after Flanged Intrasceral Fixation of Intraocular Lenses Using Oblique Intrasceral Tunnels

최현규 · 김용규 · 박성표 · 김용대

Hyeon Gyu Choi, MD, Yong-Kyu Kim, MD, Sung Pyo Park, MD, PhD, Yong Dae Kim, MD

강동성심병원 안과

Department of Ophthalmology, Kangdong Sacred Heart Hospital, Seoul, Korea

**Purpose:** To report the short-term clinical outcomes after intrasceral fixation of intraocular lenses (IOLs) using oblique intrasceral tunnels.

**Methods:** We retrospectively studied 17 patients (18 eyes) who underwent flanged intrasceral IOL fixation from October 2019 to October 2021. The patients were divided into those who underwent fixation using horizontal (group A) and oblique (group B) intrasceral tunnels. We compared the best-corrected visual acuities (BCVAs), cylindrical powers, refractive errors (the differences between the targeted spherical equivalents [SEs] and postoperative SEs) before and 3 months after surgery, and operating times.

**Results:** At 3 months vs. preoperatively, there were no significant differences in BCVA ( $-0.83 \pm 0.43$  vs.  $-0.48 \pm 0.59$ ), refractive error ( $-0.06 \pm 0.97$  diopter [D] vs.  $-0.05 \pm 0.80$  D), cylindrical power ( $-0.42 \pm 3.81$  D vs.  $-0.33 \pm 1.20$  D), or operating time ( $83.33 \pm 28.05$  minutes [min] vs.  $66.33 \pm 20.57$  min) between groups A and B, respectively.

**Conclusions:** In terms of the short-term clinical outcomes after use of horizontal and oblique intrasceral tunnels, we found no significant differences in any parameters studied. However, use of an oblique intrasceral tunnel may shorten the operating time. J Korean Ophthalmol Soc 2023;64(7):557-565

**Keywords:** Intraocular lens, Intrasceral fixation, Scleral tunnel

백내장은 노화에 의한 수정체의 혼탁으로 시력저하 및 삶의 질을 저하시키는 흔한 원인 중 하나이다. 고령화 사회

가 되며 백내장수술은 한국에서 가장 많이 시행하는 수술 중 하나로,<sup>1</sup> 백내장수술 후 합병증에 대한 보고가 증가되고 있으며, 인공수정체의 위치 이상도 그중 하나이다. 후방인공수정체 위치 이상의 연간 발생률은 0.05% 정도로 보고되고 있으며,<sup>2</sup> 연간 발생률이 상승하고 있다.<sup>3</sup> 또한 수술적 치료를 필요로 하는 인공수정체 위치 이상의 누적 발생률에 대해 여러 연구가 진행되었고, 수술 10년 후와 20년 후에 각각 1.2%, 3.0%까지 발생하는 것으로 보고되고 있다.<sup>2,4-6</sup>

무수정체안이나 인공수정체 탈구가 발생한 눈에서 수정체낭의 지지가 불안정한 경우 전방 인공수정체를 사용하거나 후방 인공수정체를 홍채 또는 공막에 고정하는 방법을 시행해야 한다.<sup>7,8</sup> 그중에 인공수정체 공막봉합고정술은 홍

■ Received: 2022. 9. 27.      ■ Revised: 2022. 12. 13.

■ Accepted: 2023. 6. 23.

■ Address reprint requests to **Sung Pyo Park, MD, PhD**  
 Department of Ophthalmology, Kangdong Sacred Heart Hospital, #150 Seongan-ro, Gangdong-gu, Seoul 05355, Korea  
 Tel: 82-2-2224-2274, Fax: 82-2-470-2088  
 E-mail: eyepyo@gmail.com

\* This research was supported by the Korean Association of Retinal Degeneration.

\* 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.

채양유착의 위험이 적으며, 녹내장, 각막내피세포 손실의 위험이 적다는 장점이 있어 널리 사용되어 왔으나,<sup>9</sup> 고정실과 관련된 합병증이 발생할 수 있다. 고정실에 의해 발생할 수 있는 합병증에는 고정실 폴립이나 분해에 의한 인공수정체 탈구, 고정실에 의한 자극, 고정실 노출에 의한 안내감염, 홍채끼임 등이 있다.<sup>7,10</sup>

이러한 고정실에 의한 합병증을 줄이기 위해 고정실을 사용하지 않고 인공수정체를 공막에 고정하는 여러 방법들이 제안되었다. 공막절개창을 만들거나<sup>11</sup> 피브린 접착제를 이용하여 인공수정체의 지지부를 고정하는 방법 등이 있으며,<sup>12</sup> 인공수정체의 지지부를 바늘을 이용하여 공막 외부로 노출시킨 후 열소작기로 가열하여 플랜지를 만들어 공막 내로 밀어 넣어 고정하는 방법이 흔히 사용되고 있다.<sup>13</sup>

인공수정체 공막내고정술 시행 시에 인공수정체 지지부가 공막 내에 위치할 수 있도록 공막터널을 만들게 된다. 이 경우 각막윤부에서 일정 거리만큼 떨어진 부분의 공막에서, 각막윤부에 평행한 방향으로 약 50% 공막 두께의 공막터널을 만드는 방법이 널리 사용되어 왔다.<sup>14-16</sup> 이때 바늘이 공막 내부를 지나며 공막터널을 정확한 길이로 만들기 위하여 기술과 경험이 요구되며, 비대칭적인 길이 및 각도로 만들어질 경우 인공수정체의 기울임 및 이로 인한 수정체 난시 유발 등의 문제가 발생할 수 있다.

이에 저자들은 수평 공막터널을 만든 뒤 플랜지를 이용한 무봉합 인공수정체 공막내고정술을 시행한 군과 비스듬한 공막터널을 만든 뒤 플랜지를 이용한 무봉합 인공수정체 공막내고정술을 시행한 군에 대한 의무기록을 후향적으로 분석하여 단기 임상 결과에 대해 보고하고자 한다.

## 대상과 방법

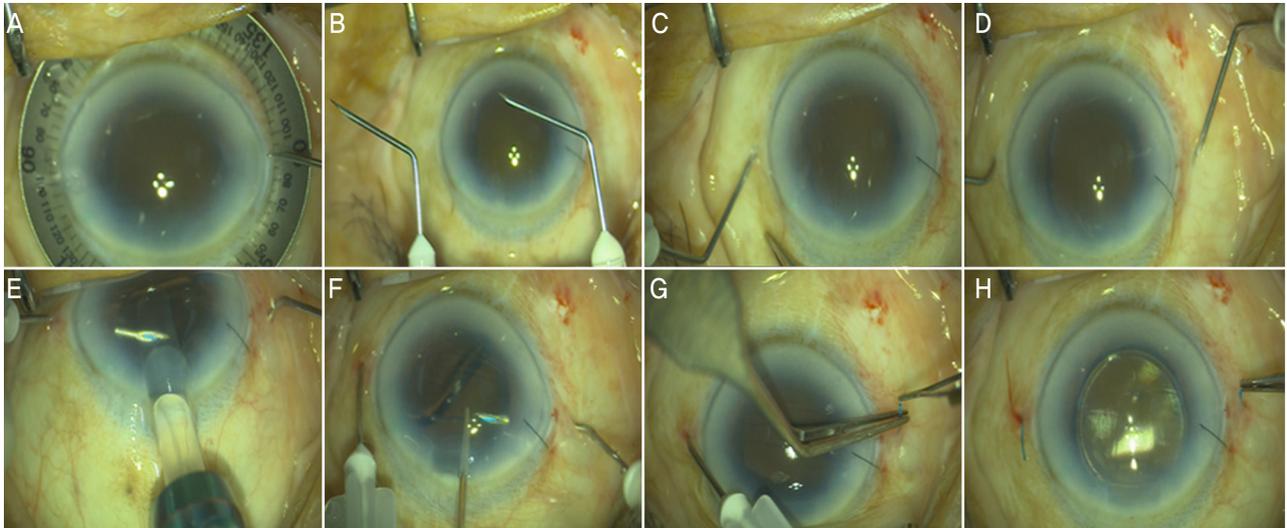
2019년 10월부터 2021년 10월까지 본원에서 인공수정체 공막내고정술을 시행하고 3개월 이상 경과 관찰이 가능하였던 환자 17명(18안)을 대상으로 후향적 연구를 진행하였다. 본 연구는 본원 연구윤리심의위원회의 승인을 받았다(승인번호: 2022-09-002). 3개월 이상 경과 관찰이 불가능하였거나, 검사 결과가 충분하지 않았던 환자들은 대상에서 제외하였다.

수술 전 모든 환자는 최대교정시력과 비접촉안압계를 이용한 안압 측정, 자동각막굴절력계(KR-8900<sup>®</sup>, Topcon, Tokyo, Japan)를 사용한 구면렌즈대응치 및 난시값 측정, 세극등현미경검사, 안저검사를 시행하였다. 비접촉 생체계측장비(OA-2000<sup>®</sup>, Tomey, Nagoya, Japan)를 사용하여 안축장을 포함한 눈 생체계측을 시행하였으며, 인공수정체의 도수 결정에는 OA-2000<sup>®</sup>에 내장되어 있는 Barrett Universal II 공식을 이용하였고,

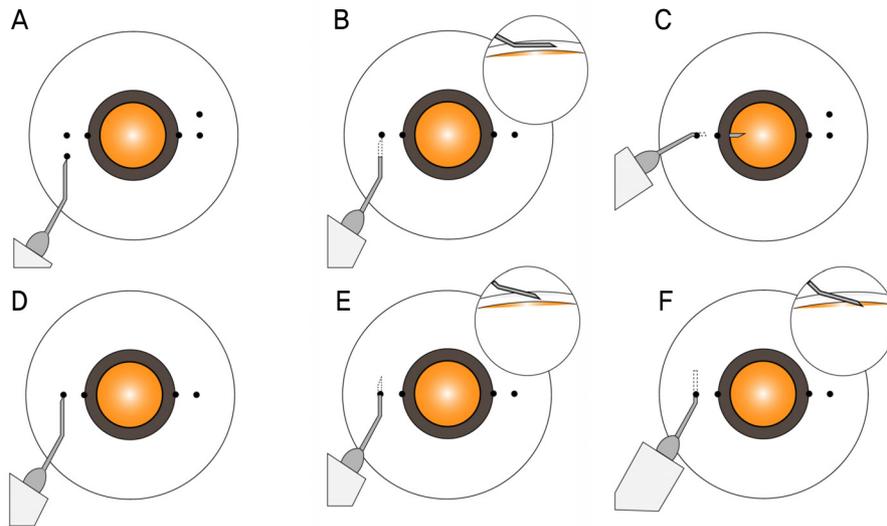
수술 전 목표 구면렌즈대응치와 수술 후 구면렌즈대응치의 차이를 굴절 오차( $\Delta$ spherical equivalent,  $\Delta$ SE)로 정의하고 분석하였다. 수술 후 경과 관찰은 술 후 1주일, 1개월, 3개월째에 시행하였다.

모든 수술은 동일한 술자(K.Y.D.)가 시행하였다. 2019년 10월부터 2020년 2월까지의 수평 공막터널을 만들어 수술을 시행하였고, 2020년 2월부터 2021년 10월까지의 비스듬한 공막터널을 만들어 수술을 시행하였다. 인공수정체의 공막내고정술은 인공수정체 탈구, 수정체의 탈구, 백내장수술 중 섬모체소대 및 수정체낭의 손상으로 의뢰된 경우에 시행하였다. 모든 환자에서 25게이지 유리체절제술을 시행하였고, 유리체절제술 시행 시에 필요한 경우 혹은 예방적으로 레이저 광응고술을 시행하였다. 인공수정체는 삼체형 인공수정체인 Sensar AR40e (AMO, Santa Ana, CA, USA)를 사용하였다. 수정체안의 경우 수정체유화술 또는 평면부 수정체절제술로 수정체를 제거하였다. 기존의 탈구된 인공수정체가 있는 경우는 탈구된 인공수정체를 전방으로 이동시킨 뒤 12시 방향 3 mm 투명각막절개창을 통해 제거하였으며, 3 mm 투명각막절개창을 이용하여 전방에 탈구된 인공수정체를 제거하기 어려운 경우 절개창을 확장하였다.

무봉합 인공수정체 공막내고정술은 다음과 같이 시행되었다. 모든 환자는 점안마취 및 결막낭하마취를 시행한 후, Toric reference corneal marker (K3-7904<sup>®</sup>, Katena Products, Inc., Denville, NJ, USA)를 이용하여 3시, 9시 방향의 각막윤부에 26게이지 바늘로 표시하였다(Fig. 1A). 모기침자를 이용하여 두 개의 27게이지 바늘의 끝 1/2-2/3 지점에서 첨단부의 경사가 위를 향하도록 약 120도 정도의 각도로 구부렸다(Fig. 1B). 수평 공막터널의 경우 표시한 각막윤부에서 2 mm 떨어진 위치에서 수술자의 좌측은 각막윤부와 평행하게 안구의 상측 2 mm 위치에, 수술자의 우측은 하측 2 mm 위치에 추가로 표시한 후(Fig. 2A), 바늘을 삽입하여 공막 수평절개를 시행하여 2 mm 길이의 터널을 만들고(Fig. 2B), 처음 표시한 각막윤부에서 2 mm 떨어진 위치에서 안구 내로 삽입하였다(Fig. 2C). 비스듬한 공막터널의 경우, 각막윤부에서 2 mm 혹은 1.8 mm 떨어진 위치에 표시한 후(Fig. 2D), 공막표면과 20도 각도를 유지한 채로 27게이지 바늘을 똑바로 일정하게 진입하여 공막터널을 형성하였다(Fig. 1C, D, Fig. 2E, F). 인공수정체를 인공수정체 주입기에 장착하여 주입기를 안구 12시 방향에 위치한 3 mm 길이의 투명각막절개창에 삽입한 후, 인공수정체가 주입기에 들어있는 상태에서 인공수정체의 선행지지부를 27게이지 바늘 첨단부 길이의 2배 정도 길이로 노출시켜 술자 좌측의 27게이지 바늘 첨단부에 삽입하였다(Fig. 1E). 이후 인공수정체가 유리체강 내로 떨어지는 것을 방지하기



**Figure 1.** The surgical procedure about flanged intrascleral fixation of intraocular lens using oblique intrascleral tunnel. (A) Two points on corneal limbus were marked symmetrically by using a toric reference corneal marker (at 3 o' clock and 9 o' clock direction). (B) Two 27-gauge needles were bended at an equal angle with the bevel upward. (C, D) Oblique intrascleral tunnels were created at a distance of 2 mm from the limbus using direct insertion of 27-gauge needle. (E) The leading haptic was inserted into the lumen of the left needle. (F) The trailing haptic was inserted into the lumen of right needle. (G) After externalization of haptic, the end of haptic was cauterized into a cone shape to make flange. (H) While checking the centration of intraocular lens, the haptics were pushed back to fix the flanges in intrascleral tunnels.



**Figure 2.** The illustration of techniques about flanged intrascleral fixation by using horizontal intrascleral tunnel (A-C) and oblique intrascleral tunnel (D-F). (A) Two points on sclera were marked at 2 mm posterior to the limbus (at 3 o' clock and 9 o' clock direction). The left side of operator was additionally marked on the upper 2 mm point, and the right side of operator was marked on the lower 2 mm point. (B) Scleral tunnel about 50% scleral thickness was created 2 mm from the limbus using a 27-gauge needle (inset: magnified view about the creation of horizontal intrascleral tunnel). (C) Trans-scleral incision was created perpendicular to the scleral tunnel. (D) A 27-gauge needle was directly inserted with the bevel upward at an angle of 20 degrees to the sclera at 2 mm posterior to the limbus (at 3 o' clock and 9 o' clock direction). (E) Scleral tunnel was created 2 mm from the limbus using a 27-gauge needle, while maintaining an angle 20 degrees to the sclera at the insertion site (inset: magnified view about the creation of oblique intrascleral tunnel). (F) Trans-scleral incision is created by advancing a 27-gauge needle, while maintaining an angle 20 degrees to the sclera (inset: magnified view about the completion of oblique intrascleral tunnel).

위해 후행지지부는 각막절개창 바깥에 위치하도록 인공수정체를 주입기에서 배출하였다. 선행 지지부가 안구 내 바늘 침단부에 고정되어 있는 상태에서 후행 지지부를 23게이지 미세겸자(Eckardt end-gripping forceps, DORC, Zuidland, Netherlands)로 가볍고 견고하게 잡고 술자 우측의 27게이지 바늘 침단부에 삽입한 후(Fig. 1F), 이를 밖으로 노출시켜 맥퍼슨겸자로 잡고 열소작기로 후행 지지부의 말단에 플랜지를 만들었다(Fig. 1G). 이후 선행 지지부에도 동일한 과정을 진행하였으며, 플랜지는 원뿔 모양이 형성될 정도의 크기로 양쪽이 동일한 모양이 되도록 만들어졌다. 인공수정체 지지부를 양쪽에 대칭적으로 공막터널로 천천히 밀어 넣으며 인공수정체의 기울임이나 중심이탈이 발생하지 않는지 확인하였다(Fig. 1H). 모든 과정에 이상이 없는 경우 플랜지를 공막 내로 삽입한 후 수술을 종료하였다.

수평 공막터널을 만든 뒤 공막내고정술을 시행한 군(A)과 공막표면에서 20도 각도로 바늘을 바로 삽입하여 비스듬한 공막터널을 만든 뒤 공막내고정술을 시행한 군(B)으로 나누어 비교 분석하였다. B군에서 각막윤부에서 2 mm 떨어진 곳에 바늘을 삽입한 군(B1)과 각막윤부에서 1.8 mm 떨어진 곳에 바늘을 삽입한 군(B2)을 나누어 구면렌즈대응치에 대하여 하위 집단 분석을 시행하였다.

시력은 최대교정시력을 logarithm of the minimal angle resolution (logMAR) 값으로 변환하여 분석하였다. 통계학적 분석은 SPSS 21.7 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하였으며 같은 군에서의 수술 전후 최대교정시력, 구면렌즈대응치, 난시값의 비교는 Wilcoxon signed-rank test를, 두 군 사이 비교에는 Mann-Whitney U-test를 통계 분석에 사용하였다. 통계적인 유의성은 *p*-value가 0.05 미만일 경우로 정의하였다.

본 연구에는 17명(18안)의 환자가 포함되었으며, A군은

6명(6안), B군은 11명(12안)이었다. 평균 연령은  $65.6 \pm 8.5$  세였으며, A군은  $66.3 \pm 8.8$ 세, B군은  $65.3 \pm 9.9$ 세로 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $p=0.860$ ). 전체 환자 중 남성이 13명, 여성이 4명이었으며, A군은 남성이 6명, 여성이 0명, B군은 남성이 7명, 여성이 4명으로 두 군 사이의 성별 비율도 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p=0.237$ ). 인공수정체 탈구는 10안, 수정체 탈구는 7안, 백내장수술 후 후낭파열로 인한 무수정체가 1안에서 관찰되었다. A군에서 인공수정체 탈구는 2안, 수정체 탈구는 3안, 백내장수술 후 무수정체는 1안이었으며, B군에서 인공수정체 탈구는 8안, 수정체 탈구는 4안에서 관찰되었고, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p=0.321$ ,  $p=0.627$ ,  $p=0.333$ ) (Table 1). 수술 이후의 추적 관찰 기간은 평균  $9.4 \pm 7.6$ 개월이었다. B군 중 B1군은 6명(6안), B2군은 6명(6안)이었다.

수술 전 최대교정시력(logMAR)은 A군  $1.19 \pm 0.54$ , B군  $0.63 \pm 0.59$ 였고, 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p=0.067$ ). 수술 3개월 후 최대교정시력은 A군  $0.36 \pm 0.30$ , B군  $0.15 \pm 0.23$ 으로 수술 전과 비교하여 각각 통계적으로 유의하게 향상되었다( $p=0.028$ ,  $p=0.026$ ). 수술 3개월 후 최대교정시력은 B군이 조금 더 좋았으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다( $p=0.125$ ). 수술 전과 수술 3개월 후 최대교정시력의 변화는 A군  $-0.83 \pm 0.43$ , B군  $-0.48 \pm 0.59$ 였으며 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p=0.213$ ).

수술 전 목표 구면렌즈대응치(target spherical equivalent)는 Barrett Universal II 공식을 기준으로 A군  $-0.06 \pm 0.39$  D, B군  $-0.33 \pm 0.39$  D였고, 수술 3개월 후 구면렌즈대응치는 A군  $-0.13 \pm 0.95$  D, B군  $-0.38 \pm 0.90$  D로, 두 군 모두에서 목표 구면렌즈대응치보다 근시화된 값을 보였으나, 목표 구면렌즈대응치와 비교하였을 때, 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다( $p=0.917$ ,  $p=0.937$ ). 수술 3개월 후

**Table 1.** The baseline demographics and clinical characteristics about the patients

	Horizontal intrascleral tunnel (A)	Oblique intrascleral tunnel (B)	<i>p</i> -value
Number of eyes/patients	6/6	12/11	-
Age (years)	$66.3 \pm 8.8$	$65.3 \pm 9.9$	0.860
Gender, men/women	6/0	7/4	0.237
BCVA (logMAR)	$1.19 \pm 0.54$	$0.63 \pm 0.59$	0.067
Cylindrical power (D)	$-2.63 \pm 3.19$	$-1.17 \pm 1.02$	0.250
Cause of surgery			
IOL dislocation	2 (33.3)	8 (66.7)	0.321
Crystalline lens dislocation	3 (50.0)	4 (33.3)	0.627
Surgical aphakia	1 (16.7)	0 (0.0)	0.333

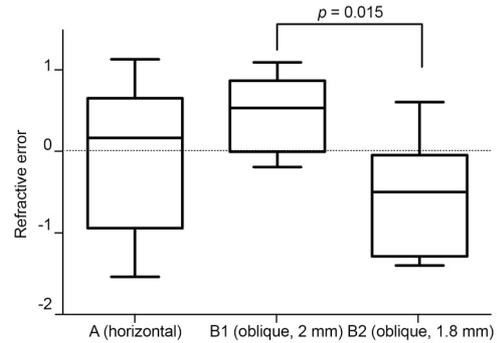
Values are presented as mean  $\pm$  standard deviation or number (%) unless otherwise indicated. Statistical significance was defined as *p* < 0.05. BCVA = best-corrected visual acuity; logMAR = logarithm of the minimum angle of resolution; D = diopter; IOL = intraocular lens.

구면렌즈대응치와 목표 구면렌즈대응치와의 차이는 A군  $-0.06 \pm 0.97$  D, B군  $-0.05 \pm 0.80$  D였으며 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p=1.000$ ) (Table 2). 집단 간 하위 분석을 시행하였을 때, 수술 3개월 후 구면렌즈대응치와 목표 구면렌즈대응치와의 차이는 윤부에서 2 mm 떨어진 곳에 공막절개를 한 B1군에서 윤부에서 1.8 mm 떨어진 곳에 공막절개를 한 B2군에 비해 통계적으로 유의하게 원시화된 값을 보였다( $p=0.015$ ) (Fig. 3).

수술 전 난시값(cylindrical power)은 A군  $-2.63 \pm 3.19$  D, B군  $-1.17 \pm 1.02$  D였고 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p=0.250$ ). 수술 3개월 후 난시값은 A군  $-3.04 \pm 1.57$  D, B군  $-1.50 \pm 0.57$  D로 수술 전과 비교하여 증가하는 경향을 보였으나 통계적인 유의성은 없었다( $p=0.344$ ,  $p=0.083$ ) (Table 3). 수술 3개월 후 난시값과 수술 전 난시값의 차이는 A군  $-0.42 \pm 3.81$  D, B군  $-0.33 \pm 1.20$  D였으며 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p=0.553$ ). 수술 3개월 후의 난시값을 A군과 B군에서 비교하였을 때에는, B군의 난시값이 A군의 난시값보다 통계적으로 유의하게 적었다( $p=0.010$ ) (Table 2).

수술 후 합병증으로 B군에서 낭포성황반부종이 2안, 일시적인 안압상승이 1안에서 관찰되었다. 황반부종의 경우 1안에서는 유리체강 내 트리암시놀론 주사를 시행하고 1달 이후에 호전되었으며, 다른 1안에서는 유리체강 내 트리암시놀론 주사 시행 이후 환자가 내원하지 않아 호전 여부를 확인할 수 없었다. 안압상승은 안압하강제 점안 후 1달 이내에 호전되었다. 수술 후 경과 관찰 기간 동안 망막박리, 인공수정체 광학부의 동공물림, 유리체출혈 및 인공수정체

지지부 노출 등의 합병증은 관찰되지 않았다. 수술 시간은 A군에서  $83.33 \pm 28.05$ 분, B군에서  $66.33 \pm 20.57$ 분으로, 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 B군에서 A군에 비해 짧았다( $p=0.151$ ).



**Figure 3.** The difference in refractive error according to intrascleral tunnel (A: horizontal intrascleral tunnel versus B1 and B2: oblique intrascleral tunnel) and location of intrascleral tunnel (B1: 2 mm posterior from corneal limbus versus B2: 1.8 mm posterior from corneal limbus). The mean refractive error was  $-0.06 \pm 0.97$  (diopter, D) in group A,  $0.47 \pm 0.50$  D in group B1 and  $-0.56 \pm 0.74$  D in group B2. There was no statistically significant difference in refractive error between group A and group B ( $p = 1.000$ ). Refractive error was defined as the difference between target spherical equivalent and achieved spherical equivalent three months after surgery. The statistical significance was defined as  $p < 0.05$ .

**Table 2.** The comparison of clinical characteristics three months after the surgery and postoperative complications in eyes with flanged intrascleral fixation by using horizontal and oblique intrascleral tunnel

	Horizontal intrascleral tunnel (A)	Oblique intrascleral tunnel (B)	p-value
Post-op 3 months BCVA (logMAR)	$0.36 \pm 0.30$	$0.15 \pm 0.23$	0.125
Refractive error, ΔSE (D)	$-0.06 \pm 0.97$	$-0.05 \pm 0.80$	1.000
Post-op 3 months cyl (D)	$-3.04 \pm 1.57$	$-1.50 \pm 0.57$	0.010
Post-op complication			
IOP elevation	0	1	1.000
Cystoid macular edema	0	2	0.529
Optic capture	0	0	-
Retinal detachment	0	0	-
Vitreous hemorrhage	0	0	-
Haptic exposure	0	0	-

Values are presented as mean  $\pm$  standard deviation or number. Refractive error was defined as difference between target spherical equivalent and spherical equivalent at three months after the surgery. Statistical significance was defined as  $p < 0.05$ .

op = operative; BCVA = best corrected visual acuity; logMAR = logarithm of the minimum angle of resolution; SE = spherical equivalent; D = diopter; cyl = cylindrical power; IOP = intraocular pressure.

**Table 3.** The comparison of clinical characteristics before and three months after surgery in eyes with flanged intrascleral fixation by using horizontal and oblique intrascleral tunnel

	Horizontal intrascleral tunnel (A)			Oblique intrascleral tunnel (B)		
	Pre-op	Post-op 3 months	p-value	Pre-op	Post-op 3 months	p-value
BCVA (logMAR)	1.19 ± 0.54	0.36 ± 0.30	0.028	0.63 ± 0.59	0.15 ± 0.23	0.026
SE (D)	-0.06 ± 0.39	-0.13 ± 0.95	0.917	-0.33 ± 0.39	-0.38 ± 0.90	0.937
Cylindrical power (D)	-2.63 ± 3.19	-3.04 ± 1.57	0.344	-1.17 ± 1.02	-1.50 ± 0.57	0.083

Values are presented as mean ± standard deviation. Statistical significance was defined as  $p < 0.05$ .

op = operative; BCVA = best corrected visual acuity; logMAR = logarithm of the minimum angle of resolution; SE = spherical equivalent; D = diopter.

## 고찰

본 연구에서는 비스듬한 공막터널을 만든 후 인공수정체 공막내고정술을 시행한 경우와 수평 공막터널을 만든 후 인공수정체 공막내고정술을 시행한 경우의 수술 전후 최대 교정시력, 난시값의 변화와 굴절 오차를 비교하였다. 비스듬한 공막터널과 수평 공막터널 사이에 수술 전후의 최대 교정시력, 난시값의 변화와 굴절 오차는 통계적으로 유의미한 차이가 관찰되지 않았다. 비스듬한 공막터널과 수평 공막터널 모두에서 통계적으로 유의하지는 않으나, 수술 후 구면렌즈대응치가 목표 구면렌즈대응치보다 근시화된 값을 보였다. 비스듬한 공막터널을 만든 후 인공수정체 공막내고정술을 시행한 환자에서 수술 후 창상누출이나 저안압이 관찰되지 않았다. 통계적으로 유의하지는 않으나, 비스듬한 공막터널을 이용한 인공수정체 공막내고정술이 수평 공막터널을 이용한 인공수정체 공막내고정술보다 수술 시간이 짧았다.

인공수정체 공막내고정술에서 인공수정체 지지부가 공막을 통과하는 터널의 길이 및 형태에 따라 인공수정체의 위치 이상이 발생할 수 있으며, 수술 후 창상누출, 저안압 등의 합병증이 발생할 수 있다. Yavuzer and Evcimen<sup>14</sup>은 2 mm의 수평 공막터널을 만든 후 공막절개를 시행하는 것이 수술 후 누출 및 저안압을 예방하는 데 도움이 될 것이라고 제안하였으며, 21안에서 최대교정시력이 수술 후 유의하게 호전되었고 수술 후 누출 및 저안압이 발생하지 않았음을 보고하였다. Randerson et al<sup>15</sup>도 121안에 수평 공막터널을 이용한 인공수정체 공막내고정술을 시행하였고, 수술 후 최대교정시력이 유의하게 호전되었음을 보고하였다. 본 연구에서도 수평 공막터널을 이용한 인공수정체 공막내고정술 시행 후, 최대교정시력이 수술 후 유의하게 호전되었으며 인공수정체 관련 합병증이 발생하지 않았다.

그러나 기존의 수평 공막터널을 이용하여 인공수정체 공막내고정술을 시행하는 경우 공막터널의 깊이 및 길이, 각도가 양쪽이 대칭이 되도록 만드는 것은 많은 기술과 경험

이 요구되며, 정확히 대칭이 되지 않을 경우 인공수정체의 중심이탈 및 기울어짐을 유발하여 수술 후 시력에 영향을 미치게 된다. 본 연구에서는 수평 공막터널을 만들어 수술하는 것이 수술의 난이도 및 소요 시간을 높일 것으로 생각하였고, 대신 비늘을 일정한 각도로 안구 내로 바로 삽입하여 비스듬한 공막터널을 만든 후 인공수정체 공막내고정술을 시행하였으며, 이후 단기 임상 결과를 기존의 방식과 비교하였다.

수술 후 최대교정시력은 수술 전과 비교하였을 때 수평 공막터널을 이용한 군과 비스듬한 공막터널을 이용한 군 모두에서 유의한 호전이 있었으며, 두 군을 비교하였을 때에는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 두 군 모두에서 수술 후 구면렌즈대응치는 목표 구면렌즈대응치와 비교하였을 때 유의한 차이를 보이지 않았으며, 두 군의 굴절 오차를 비교하였을 때 통계적으로 유의미한 차이가 관찰되지 않았다. 두 군 모두에서 수술 후 난시값은 수술 전 난시값과 비교하여 증가하였으나 통계적으로 유의하지 않았으며, 두 군의 수술 전후 난시값의 변화를 비교하였을 때 통계적으로 유의미한 차이가 관찰되지 않았다. 수술에 의한 합병증 역시 낭포황반부종 2안 및 일시적인 안압상승 1안으로 치료 후 호전되는 비교적 경미한 합병증이었다. 더불어, 통계적인 유의성은 없었으나 수술 시간은 비스듬한 공막터널을 이용하여 인공수정체 공막내고정술을 시행한 군에서, 수평 공막터널을 이용하여 인공수정체 공막내고정술을 시행한 군보다 짧았다. 따라서 비스듬한 공막터널을 이용한 인공수정체 공막내고정술을 수평 공막터널을 이용한 인공수정체 공막내고정술과 비교하였을 때 열등하지 않은 수술 여부를 가지며, 수술 난이도 및 시간을 줄이는데 이점이 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서 통계적으로 유의하지는 않으나, 비스듬한 공막터널을 이용하여 인공수정체 공막내고정술을 시행한 군에서 수평 공막터널을 시행한 군에 비하여 기존 인공수정체의 탈구로 수술을 시행한 환자의 비율이 더 높았다 (66.7% vs. 33.3%). 본 연구에서 기존 인공수정체의 탈구로

인해 인공수정체를 제거할 때 각막막절개가 아닌 투명각막절개를 통해 제거하였고, 3 mm 투명각막절개창을 이용하여 인공수정체 제거가 불가능할 경우 투명각막절개창을 확장한 경우도 있었다. 따라서 비스듬한 공막터널 후 인공수정체 공막내고정술을 시행한 군에서 난시값의 변화가 클 것으로 사료되었으나, 난시값의 변화는 두 군 사이에 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다. 이러한 점을 고려해 볼 때, 비스듬한 공막터널 후 인공수정체 공막내고정술을 시행하였을 때 인공수정체 기울임 등으로 인한 수정체 난시 발생 가능성이 수평 공막터널 후 인공수정체 공막내고정술을 시행하였을 때보다 적게 나타날 가능성을 고려해 볼 수 있으나, 비스듬한 공막터널은 후기에 수평 공막터널은 초기에 사용하여 인공수정체 공막내고정술의 학습곡선 효과를 배제하기는 어려울 것으로 사료된다. 상기 부분에 관하여서는 전안부 초음파검사나 빛간섭단층촬영을 통하여 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

무봉합 인공수정체 공막내고정술의 경우 수술 후 근시로 편위된 구면렌즈대응치를 가졌다는 보고와 원시로 편위된 구면렌즈대응치를 가졌다는 보고도 있는 상반된 연구 결과가 존재한다. Yamane et al<sup>16</sup>은 플랜지를 이용한 무봉합 인공수정체 공막내고정술을 시행 후 구면렌즈대응치와 목표 구면렌즈대응치와의 차이가  $-0.21 \pm 0.99$  D로 근시로 편위된 것을 보고하였다. Kakisu et al<sup>17</sup>도 플랜지를 이용한 무봉합 인공수정체 공막내고정술 시행 후, 수술 후 구면렌즈대응치와 목표 구면렌즈대응치와의 차이가  $-0.36 \pm 1.12$  D로 근시로 편위된 것을 보고하였다. 반면, Lee et al<sup>7</sup>은 인공수정체 공막내고정술 후 구면렌즈대응치 굴절 오차는 예측값에 비해  $1.10 \pm 1.30$  D 원시로 편위됨을 보고하였다. 또한, Lee et al<sup>18</sup>은 공막내고정술 시행 후 평균 구면렌즈대응치를  $-0.50 \pm 1.59$  D로 보고하였으나, 이 연구에서 목표 구면렌즈대응치를 인공수정체내삽입술 기준  $-1$  to  $-1.5$  D로 설정하여 목표 도수에 비교하여 원시로 편위된 것을 보고하였다. 이 연구에서는 또한 각막윤부에서 멀리 떨어진 곳에 공막내고정술을 시행할 경우 평균 구면렌즈대응치가 원시로 편위된다는 결과를 보고하였다. 본 연구에서는 비스듬한 공막터널을 만드는 지점이 각막윤부에서 2 mm 떨어진 곳에 위치할 때(B1) 원시로 편위된 수술 후 평균 구면렌즈대응치를 확인할 수 있었으며, 공막터널을 각막윤부에서 1.8 mm 떨어진 곳에 만든 경우(B2)에는 보다 근시로 편위된 수술 후 평균 구면렌즈대응치를 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 Lee et al<sup>18</sup>이 보고한 결과와 일치하였다. 상기 연구들에서 무봉합 인공수정체 공막내고정술 후 굴절 오차의 상반된 결과는 원인이 명확하게 밝혀지지 않았으나, Kakisu et al<sup>17</sup>은 플랜지를 이용하여 인공수정체 지지부를 고정한

경우에 플랜지를 이용하지 않고 공막터널에 인공수정체 지지부를 고정한 경우보다 인공수정체의 위치가 더 앞쪽에 위치할 것이라고 제안하였다.

따라서 무봉합 인공수정체 공막내고정술의 경우 개별적인 수술자의 술기가 중요하게 작용할 수 있으며, 굴절 오차를 줄이기 위하여 술자의 술기 및 경험을 통해 오차를 교정하는 과정이 필요하다. 이때, 비스듬한 공막터널을 이용한 인공수정체 공막내고정술을 시행할 경우 오차를 최소화하기 위해 Yamane double-needle stabilizer (Geuder AG, Heidelberg, Germany)와 같이 일정한 각도로 바늘이 진입할 수 있도록 제작된 기구를 이용할 수 있다. Besozzi et al<sup>19</sup>은 12안에 Yamane double-needle stabilizer를 이용한 인공수정체 공막내고정술 후 평균 구면렌즈대응치가  $-0.44 \pm -0.14$  D로, 목표 구면렌즈대응치  $-0.20 \pm -0.09$  D에 비하여 근시로 편위되었으나, 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았음을 보고하였다. 본 연구에서 비스듬한 공막터널을 이용하여 인공수정체 공막내고정술 시행 후 평균 구면렌즈대응치가  $-0.38 \pm -0.90$  D로, 목표 구면렌즈대응치  $-0.33 \pm -0.39$  D에 비하여 근시로 편위되었으나, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 정확한 술 후 구면렌즈대응치를 예측하기 위해 추후 더 많은 환자에서 구면렌즈대응치의 장기간 변화에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

본 연구에서 공막고정 지점과 윤부와의 거리를 2 mm와 1.8 mm의 두 가지로 시도한 이유는 거리가 2 mm일 때의 인공수정체의 위치가 일반적인 수정체유화술 및 인공수정체 후방삽입술 후의 인공수정체의 위치보다 뒤에 위치한다는 점이다. 이것이 술 후 시력에 미치는 영향은 굴절 오차(ΔSE)에 차이가 있다는 점 외에는 뚜렷하지 않으며, 인공수정체의 도수를 신중히 선택한다면 큰 의미가 없을 수도 있다. 그러나 각막을 통과한 빛이 인공수정체를 통과하기까지의 거리가 달라질 경우 인공수정체의 중심이탈에 따른 영향이 보다 커질 수 있다. 더불어서, 광각안저 사진에서 인공수정체의 윤곽이 보이는 경우가 생기고, 인공수정체 경계면에서의 망막 관찰이 방해받을 가능성이 있다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 본 연구는 의무기록을 후향적으로 분석한 연구이며, 비교적 단기간의 임상 결과를 보여주었다. 수술 후 경과 관찰 기간 동안 인공수정체 공막내고정술 시행 후 발생할 수 있는 합병증인 인공수정체 광학부의 동공물림, 유리체출혈 등이 발생한 경우는 없었으나, 장기간 경과 관찰이 가능하지 않았던 환자들이 많아 합병증이 추후 발생하였는지에 대한 여부를 확인하지 못하였다. 또한 인공수정체 공막내고정술 시행 후 시간이 경과함에 따라 인공수정체의 위치가 변할 수 있다는 보고들이 있으나 본 연구에서는 확인하지 못하였다.

그러나 경과 관찰이 누락된 환자들에서 인공수정체 탈구 등의 합병증이 발생하였다면 다시 내원하였을 가능성이 높아, 심각한 합병증의 발생 가능성은 낮을 것으로 생각된다. 둘째, 본 연구에서는 전안부 빛간섭단층촬영, 전안부 초음파, 각막형태검사 등의 자료와 수술 전, 수술 3개월 후의 각막곡률을 제시하지 못하였기 때문에, 인공수정체 기울임의 정도 및 각막난시에 대한 정확한 분석을 시행하지 못하였다. 마지막으로 본 연구의 가장 중요한 제한점 중 하나는 수평 공막터널 후 인공수정체 공막내고정술의 경우 수술 초기에 시행하였고, 비스듬한 공막터널 후 인공수정체 공막내고정술의 경우 후기에 시행하여, 인공수정체 공막내고정술의 학습곡선에 의한 효과를 배제하기 어렵다는 점이다.

수술 중, 인공수정체의 위치는 인공수정체 지지부의 길이를 조정하여 교정할 수 있다. 하지만 공막터널을 만드는 데 있어 정확한 진입 위치와 진입 각도는 계획된 인공수정체 도수와 술 후 굴절값과의 오차를 줄이는 데에 필수적이다. 정확한 각도로 비늘을 진입할 수 있도록 제작된 기구가 있으나, 이를 구비하지 못하면 사용할 수 없고 환자의 눈의 크기가 모두 다르기 때문에 오차가 발생할 수 있다. 따라서 술자의 술기 및 경험을 통해 오차를 교정하는 과정이 필요하며, 추후 비늘을 일정하게 진입할 수 있도록 돕는 새로운 수술 기구가 제작된다면 도움이 될 것이다. 더불어서, 본 연구에서 사용한 인공수정체는 지지부의 변형이 쉽게 일어난다는 단점이 있어 추후 지지부가 좀 더 탄성이 있는 재질의 인공수정체가 사용된다면 보다 쉽고 안정적인 수술이 가능할 것으로 기대된다.

결론적으로, 비스듬한 공막터널과 수평 공막터널을 이용하여 인공수정체 공막내고정술을 시행한 경우를 비교해 보았을 때 수술 전후 최대교정시력, 난시값의 변화와 굴절 오차에서 통계적으로 유의미한 차이가 관찰되지 않으며, 수술 3개월 후 난시값의 경우 비스듬한 공막터널을 이용하였을 때 통계적으로 유의미하게 낮았다. 또한 경과 관찰 기간 동안 비스듬한 공막터널 후 인공수정체 공막내고정술을 시행한 경우에 창상누출이나 저안압 등의 합병증이 관찰되지 않았다. 따라서 술기의 난이도 및 시간 소요를 고려해 볼 때, 비스듬한 공막터널을 이용한 인공수정체 공막내고정술이 기존의 방법에 비하여 열등하지 않은 수술 예후를 가지며, 초심자에게 있어 대안이 될 수 있을 것으로 사료된다. 또한 본 연구를 통해 수술 후 구면렌즈대응치를 예상하는데 참고할 수 있는 지침이 될 것으로 기대된다.

## REFERENCES

1) Ryu SY, Kim J, Hong JH, Chung EJ. Incidence and characteristics

of cataract surgery in South Korea from 2011 to 2015: a nationwide population-based study. *Clin Exp Ophthalmol* 2020;48:319-27.

2) Kristianslund O, Dalby M, Drolsum L. Late in-the-bag intraocular lens dislocation. *J Cataract Refract Surg* 2021;47:942-54.

3) Lee GI, Lim DH, Chi SA, et al. Risk factors for intraocular lens dislocation after phacoemulsification: a nationwide population-based cohort study. *Am J Ophthalmol* 2020;214:86-96.

4) Mönestam EI. Incidence of dislocation of intraocular lenses and pseudophakodonesis 10 years after cataract surgery. *Ophthalmology* 2009;116:2315-20.

5) Mönestam E. Frequency of intraocular lens dislocation and pseudophakodonesis, 20 years after cataract surgery—a prospective study. *Am J Ophthalmol* 2019;198:215-22.

6) Gross JG, Kokame GT, Weinberg DV. In-the-bag intraocular lens dislocation. *Am J Ophthalmol* 2004;137:630-5.

7) Lee MS, Chae SH, Bang CW, et al. Clinical outcomes of combined vitrectomy and intrascleral fixation of new intraocular lenses in in-the-bag dislocations. *J Korean Ophthalmol Soc* 2018;59:657-64.

8) Jo YC, Park JM. Comparison of clinical outcomes between refixation of dislocated intraocular lenses and exchange with intrascleral fixation. *J Korean Ophthalmol Soc* 2020;61:737-45.

9) Malbran ES, Malbran E Jr, Negri I. Lens guide suture for transport and fixation in secondary IOL implantation after intracapsular extraction. *Int Ophthalmol* 1986;9:151-60.

10) Bading G, Hillenkamp J, Sachs HG, et al. Long-term safety and functional outcome of combined pars plana vitrectomy and scleral-fixed sutured posterior chamber lens implantation. *Am J Ophthalmol* 2007;144:371-7.

11) Gabor SG, Pavlidis MM. Sutureless intrascleral posterior chamber intraocular lens fixation. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:1851-4.

12) 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.

13) 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.

14) Yavuzer K, Evcimen Y. Sutureless transconjunctival intrascleral intraocular lens fixation: the modified Yamane technique. *Arq Bras Oftalmol* 2019;82:389-93.

15) Randerson EL, Bogaard JD, Koenig LR, et al. Clinical outcomes and lens constant optimization of the Zeiss CT Lucia 602 lens using a modified Yamane technique. *Clin Ophthalmol* 2020;14:3903-12.

16) Yamane S, Sato S, Maruyama-Inoue M, Kadonosono K. Flanged intrascleral intraocular lens fixation with double-needle technique. *Ophthalmology* 2017;124:1136-42.

17) Kakisu M, Baba T, Tatsumi T, et al. Refractive errors after sutureless intrascleral fixation of intraocular lens. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2021;259:3003-9.

18) Lee R, Govindaraju V, Farley ND, et al. Refractive outcomes after flanged intrascleral fixation of intraocular lens with pars plana vitrectomy. *Retina* 2021;41:822-6.

19) Besozzi G, Posarelli C, Costa MC, et al. Standardized flanged intrascleral intraocular lens fixation with the double-needle technique for cataract luxation in the vitreous chamber during phacoemulsification. *J Ophthalmol* 2021;2021:9998482.

= 국문초록 =

## 비스듬한 공막터널을 이용한 무봉합 인공수정체 공막내교정술의 단기 임상 결과

**목적:** 비스듬한 공막터널을 이용한 인공수정체 공막내교정술의 단기 임상 결과를 보고하고자 한다.

**대상과 방법:** 2019년 10월부터 2021년 10월 사이 플랜지를 만들어 무봉합 인공수정체 공막내교정술을 시행한 17명(18안)을 후향적으로 분석하였다. 수평 공막터널을 이용하여 인공수정체 공막내교정술을 시행한 군(A)과 비스듬한 공막터널을 이용하여 인공수정체 공막내교정술을 시행한 군(B)으로 나누어 수술 전과 수술 3개월 후의 최대교정시력과 난시값의 변화, 굴절 오차(목표 구면렌즈대응치와 수술 후 구면렌즈대응치의 차이), 수술 시간을 비교하였다.

**결과:** 수술 전후의 최대교정시력 차이는 A군  $-0.83 \pm 0.43$ , B군  $-0.48 \pm 0.59$ 였으며 유의한 차이가 없었다( $p=0.125$ ). 굴절 오차는 A군  $-0.06 \pm 0.97$ 디옵터(diopters, D), B군  $-0.05 \pm 0.80$  D였으며 유의한 차이가 없었다( $p=1.000$ ). 수술 전후 난시값의 차이는 A군  $-0.42 \pm 3.81$  D, B군  $-0.33 \pm 1.20$  D였으며 유의한 차이가 없었다( $p=0.553$ ). 수술 시간은 A군에서  $83.33 \pm 28.05$ 분, B군에서  $66.33 \pm 20.57$ 분이었으며, 통계적인 유의성은 없었으나 B군이 A군보다 수술 시간이 짧았다( $p=0.151$ ).

**결론:** 수평 공막터널 또는 비스듬한 공막터널을 이용하여 무봉합 인공수정체 공막내교정술을 시행한 단기 임상 결과에서 수술 전후 최대교정시력, 난시값의 변화와 굴절 오차의 유의미한 차이가 없었으며, 수술 시간 단축에 비스듬한 공막터널이 이점이 있을 것으로 사료된다.

〈대한안과학회지 2023;64(7):557-565〉

최현규 / Hyeon Gyu Choi

강동성심병원 안과  
Department of Ophthalmology,  
Kangdong Sacred Heart Hospital

