

수정체낭원형절개 확장이 백내장 수술 후 인공수정체의 회전에 미치는 영향

김국영 · 진경현

경희대학교 의과대학 경희대학교병원 안과학교실

목적: 수정체 전낭절개 확장이 백내장 수술 후 인공수정체의 회전에 미치는 영향을 인공수정체의 종류에 따라 비교해보고 영향을 주는 인자들에 대해 분석해보고자 한다.

대상과 방법: 2009년 3월부터 2010년 12월까지 SN60WF, ZA9003, MI60, XL Stabi ZO의 네 가지 인공수정체를 삽입한 128명 151안을 대상으로 전향적으로 연구하였다. 전낭수축 방지를 위해 수정체낭원형절개를 일부 확장시키거나 수술 중 전낭이 의도하지 않게 일부 확장된 64안을 대상으로 하였다. 수술 당일과 1주일 후 산동후 전안부 촬영으로 인공수정체 회전을 평가하였다.

결과: 인공수정체의 회전은 네 가지 인공수정체간에 유의한 차이를 보이지 않았다. 수정체낭원형절개 확장한 군과 수정체낭원형절개 확장하지 않은 군 간에도 유의한 차이를 보이지 않았다. 나이와 인공수정체 회전 간에 양의 상관관계가 있었으며, 안축장, 전방깊이와 부피 등은 인공수정체 회전에 영향을 주지 않았다.

결론: 수정체 전낭절개의 일부 확장이 백내장 수술 후 인공수정체 회전에 영향을 주지 않았으며, 네 가지 재질과 디자인을 가진 인공수정체 모두 난시교정렌즈에 적용될 수 있을 것으로 생각한다.

〈대한안과학회지 2012;53(3):403-411〉

최근 백내장 수술은 단순 시력향상뿐만 아니라 굴절 교정 및 시력의 질 향상에 초점을 맞추고 있으며, 이에 따라 난시 교정용 인공수정체, 다초점 인공수정체 등을 개발하여 이용하고 있다.¹ 난시의 경우 백내장 수술환자 7500 명을 대상으로 한 이전 연구에서 평균 1.0디옵터의 난시를 가지고 있는 것으로 관찰되었으며, 1.50디옵터 이상의 난시는 약 19.1%에서 관찰되었다.² 이에 사용하는 난시교정 인공수정체의 발전과 관련하여 백내장 수술 후 인공수정체의 안정성에 대해 관심이 높아지고 있다.

백내장 수술은 혼탁된 수정체의 제거와 이로 인한 굴절 이상의 교정 두 단계로 나눌 수 있다. 백내장 수술시 이상적인 인공수정체의 안내 삽입을 위해서는 충분하고 완전한 수정체 전후낭의 보존이 필수적이다. 수정체낭절개술의 목적은 수정체를 제거하고 인공수정체를 안전하게 넣을 수 있는 공간을 확보하는데 있다. 원형으로 연속 절개된 전낭

이 수술 중 방사상 열개(radial tear)에 대한 저항력을 가질 수 있고, 인공수정체의 낭내삽입이 용이하며, 인공수정체와 홍채와의 마찰을 일으키는 빈도를 줄일 수 있다. 또한 인공수정체의 안정된 고정을 이루며, 후낭혼탁의 빈도를 줄이게 하는 등의 장점이 있는 반면에, 작은 수정체낭원형절개는 술 후 절개장의 수축으로 인한 유효 광학 면적의 감소가 문제가 된다. 또한 작은 수정체낭원형절개는 백내장 수술 후 수정체낭폐쇄증후군(capsular block syndrome)이 발생하는 요인이 된다.^{3,4} 이런 문제가 발생하는 가능성을 방지하기 위해 백내장 수술시 전낭 일부를 절개하여 작은 수정체낭원형절개를 확장시키기도 한다.

인공수정체의 술 후 안정성에 영향을 주는 요인으로 환자의 나이, 인공수정체의 전낭내 위치, 중력, 안구의 움직임, 전낭수축과 관련한 수정체잔존상피세포의 증식, 인공수정체의 디자인과 구성물질, 점탄물질의 종류, 안축장의 길이, 그와 연관된 수정체낭의 크기 등 수술과 연관된 인자들을 생각해볼 수 있다.⁵ 하지만 인공수정체 간의 안정성을 정확하게 비교하기 위해 비교하고자 하는 인자를 제외한 다른 모든 인자들을 이상적으로 같게 맞추기는 현실적으로 불가능하다. 난시교정용 인공수정체의 경우 술 후 인공수정체가 회전할 경우 난시 교정 효과를 떨어뜨릴 뿐만 아니라 30도 이상 회전할 경우 오히려 난시를 증가시킬 위험이 있다고 알려져 있다. 인공수정체의 회전은 술 후 대부분 초기

■ 접수 일: 2011년 5월 27일 ■ 심사통과일: 2011년 10월 26일
■ 게재허가일: 2012년 2월 29일

■ 책임저자: 진 경 현

서울시 동대문구 경희대로 23
경희대학교병원 안과
Tel: 02-958-8451, Fax: 02-966-7340
E-mail: khjinmd@khmc.or.kr

* 본 논문의 요지는 2011년 대한안과학회 제105회 학술대회에서 구연으로 발표되었음.

에 발생하는 것으로 알려져 있으며 위의 여러 요인들과 관련되어 있다. 이 중에 술 후 낭의 수축으로 인한 인공수정체의 지지부의 압박이 백내장 수술 후 인공수정체의 회전에 주된 요인이며 이는 술 후 초기에 주로 발생한다.^{6,7}

본 연구에서는 수정체초음파 유화술 및 인공수정체 삽입술시 발생한 수정체낭원형절개의 일부 확장이 수술 후 인공수정체의 회전 안정성에 미치는 영향을 서로 다른 네 가지 디자인의 인공수정체로 비교 분석해 보았으며, 이들이 난시교정인공수정체로서 역할을 할 수 있는지 알아보려고 하였다. 또한 인공수정체 회전에 영향을 줄 수 있는 인자들에 대해 알아보려고 하였다.

대상과 방법

2009년 3월부터 2010년 12월까지 본원 안과에서 초로 기 혹은 노인백내장으로 한 명의 동일 술자에 의해 초음파 유화술 및 후방인공수정체삽입술을 시행 받은 128명 151안을 대상으로 전향적으로 조사하였다. 술 전에 나안시력 및 최대교정시력, 안압을 측정하였고, 자동굴절검사, 세극등현미경검사, 안저검사 및 각막내피세포검사(Topcon SP-2000P, Topcon America Corp, NJ, USA) 그리고 각막지형도검사(Pentacam, Oculus Inc., Dutenhofen, Germany), 안구초음파검사(P-45 UBM plus, Paradigm, Kent, U.K.) 등을 시행하였다. 이전에 굴절교정수술이나 안구 내 수술을 받은 병력이 있거나 포도막염으로 인한 홍채유착, 이차성백내장, 수정체비늘증, 홍채떨림, 수술중 후낭파열, 초자체탈출 등의 합병증이 있는 경우는 제외하였다.

인공수정체

수술에 이용된 네 가지 인공수정체는 모두 비구면 접합렌즈로 양면이 볼록한 형태의 광학부를 가지고 있다. 1-Piece

로 Hydrophobic acrylate 재질의 광학부 지름이 6.0 mm, 전체 길이가 13.0 mm인 인공수정체(SN60WF; Alcon, TX, USA), 3-piece로 Hydrophobic acrylate 재질의 광학부와 PMMA재질의 지지부를 가지는 인공수정체(Tecnis ZA9003; AMO, CA, USA), 1-piece로 Hydrophilic acrylate 재질의 광학부 지름이 6.2 mm, 전체 길이가 10.5-11.0 mm인 네 부분의 지지부를 가지는 인공수정체(MI60; Bausch & Lomb, NY, USA), 그리고 1-piece로 Hydrophilic acrylate 재질의 광학부 지름이 6.0 mm, 전체 길이가 10.5 mm인 세 부분의 지지부를 가지는 인공수정체(XL Stabi ZO; Carl Zeiss Meditec SAS., La Rochelle, France)를 사용하였다. 각 인공수정체의 특징으로 SN60WF는 C-loop형태의 지지부를 가지며 광학부-지지부 경사가 평면을 가지고 있다. ZA9003은 modified C-loop형태의 3-piece 인공수정체로 PMMA재질의 지지부와 5도의 광학부-지지부의 경사를 가지고 있다. MI60은 네 부분의 지지부(4 plate-haptic)를 가지며 10도의 광학부-지지부의 경사를 가지고 있다. XL Stabi ZO는 세 부분의 지지부(3 plate-haptic)를 가지며 10도의 광학부-지지부의 경사를 가지고 있다(Table 1).

수술방법

수술방법은 이측 투명각막 절개를 한 후 점탄물질로 전방을 채운 뒤 25G bent needle이나 수정체낭집계를 이용하여 수정체의 전낭을 원형절개를 하였으며, 수정체유화술로 수정체핵을 제거한 후에 관류흡인장치를 이용하여 잔여 수정체 피질을 제거하였다. 인공수정체를 낭내에 삽입하고 점탄물질을 제거하였다. 수정체낭 원형절개는 약 5.5 mm의 직경으로 시행하였으며, 수정체낭 원형절개면적이 의도한 5.5 mm 직경보다 작다고 판단되는 경우 전낭수축과 수정체낭폐쇄증후군을 예방하기 위해 1-2곳에 Vannas-scissors를 이용하여 1-1.5 mm 정도 전낭절개 확장을 시도하였

Table 1. Demographic characteristics of intraocular lenses

	SN60WF	ZA9003	MI60	XL Stabi ZO
No. of eyes	48	52	37	14
No. of patients	43	45	31	11
Age (mean \pm SD, yr)	66.56 \pm 11.47	68.74 \pm 8.87	68.89 \pm 9.44	67.21 \pm 13.18
Design	1-Piece	3-Piece	1-Piece	1-Piece
Optic material	Hydrophobic acrylate	Hydrophobic acrylate	Hydrophilic acrylate	Hydrophilic acrylate
Haptic material	Hydrophobic acrylate	PMMA	Hydrophilic acrylate	Hydrophilic acrylate
Optic diameter (mm)	6.0	6.0	6.2	6.0
Length (mm)	13.0	13.0	11.0	10.5
A-constant	118.7	119.1	118.4	118.2
Refractive index	1.336	1.47	1.46	1.46
Angulation ($^{\circ}$)	0	5	10	10
Shape	Biconvex	Biconvex	Biconvex	Biconvex

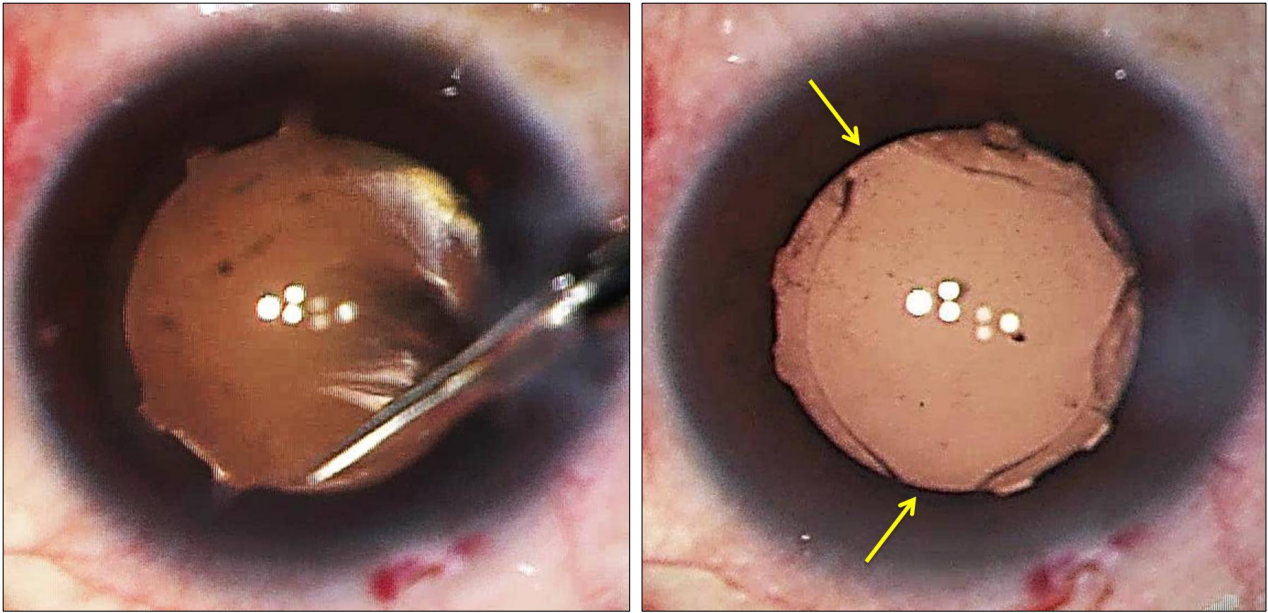


Figure 1. Capsulotomy extension was performed using Vannas-scissor after capsulorrhexis. The yellow arrow indicated the 1-1.5 mm extending tear (XL Stabi ZO; Carl Zeiss Meditec SAS).

다(Fig. 1). 2곳에 전낭절개 확장을 시행한 경우 약 60도 간격을 두고 시행하였다.

술 전 검사

모든 환자는 수술 전 인공수정체 도수결정을 위해 접촉식 초음파(P-45 UBM plus, Paradigm, Kent, U.K.)로 측정된 안축장, 나안시력, 최대교정시력, 안압, 산동후 안저검사, 세극등검사 등을 시행하였으며, 전안부분석기(Pentacam, Oculus Inc., Dutenhofen, Germany)를 이용하여 전방깊이, 전방부피를 측정하였다.

술 후 검사

술후 동일한 검사자 1인에 의해 수술당일과 1주에 Tropicamide 5 mg/ml-phenylephrine HCl 5 mg/ml (Mydrin P®, Santen, Japan)를 점안하여 수술한 눈을 산동한 후 세극등(BX900, Haag-Streit, Bern, Switzerland) 앞에서 정면을 보도록 하여 부착된 디지털카메라로 전안부를 촬영하였다. 역반사조명법을 이용하여 10배 배율로 촬영하였으며 인공수정체 회전정도의 분석은 Adobe photoshop program으로 시행하였다. 역반사조명하에 촬영한 전안부 사진에서 인공수정체의 지지부와 광학부간 접합부의 한 꼭지점과 광학부 중심점과의 연결선과 결막혈관, 상공막혈관 혹은 결막모반 등의 표지자와 광학부 중심점과의 연결선간의 각도를 측정하였다. 회전 정도는 측정된 값에 절대값으로 측정하였다(Fig. 2).

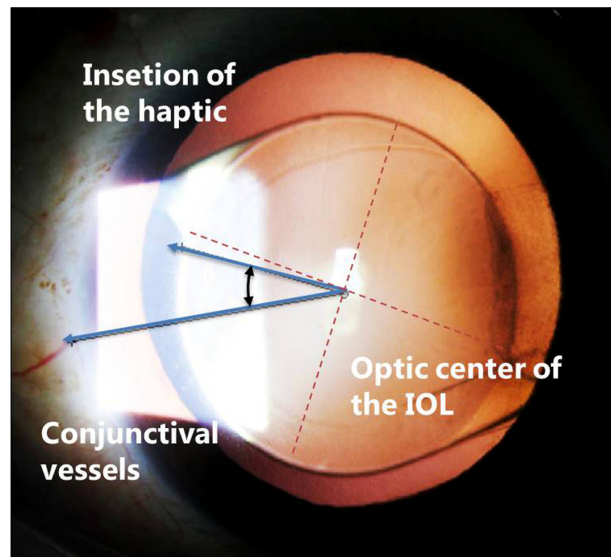


Figure 2. After confirmed maximum pupil dilation, photography of the IOL was taken directly at postoperative 1 day. Three reference axis were determined by taking 3 critical details; the optic center of the IOL, insetion of the haptics and one of the conjunctival vessels, episcleral vessels, or iris marking (SN60WF; Alcon).

분석방법

서로 다른 네 가지 인공수정체의 수술 당일과 술후 7일째의 회전 정도를 측정하였으며, 수정체낭전낭절개를 확장한 군과 그렇지 않은 군으로 나누어 비교분석하였다. 또한 인공수정체 회전에 영향을 줄 수 있는 인자로 생각되는 인공

수정체 지지부 디자인, 광학부와 지지부 간의 각도, 점탄물질의 종류, 1-piece와 3-piece 디자인으로 구분하여 회전 정도를 분석하였다. 전안부분석기에서 평가된 안축장, 전방 부피와 깊이, 나이 등의 인자들이 회전에 영향을 줄 수 있는가에 대해서도 평가 분석하였다.

통계분석은 SPSS for Window (SPSS Version 18.0 Inc., IL, USA) 통계 프로그램을 이용하여 수술 전후 회전 정도 차이에 대하여 paired *T*-test와 Mann-Whitney *U*-test를 시행하였으며, 네 가지 인공수정체간 회전 정도 차이는 oneway-ANOVA test를 시행하였고, 술전 안축장 길이, 전방 부피와 깊이, 환자의 나이 등의 회전에 영향을 주는 인자에 대한 분석은 다중회귀분석을 이용하였다. 모든 통계 분석에서 유의도(*p*-value)는 0.05 미만인 경우만을 통계적으로 유의한 것으로 설정하였다.

결 과

대상

총 128명 151안으로 남자가 44안, 여자가 107안이었고 환자들의 평균 나이는 67.95 ± 10.29 세였다. 인공수정체는 SN60WF는 43명 48안, ZA9003은 45명 52안, MI60은 31명 37안, XL Stabi ZO는 11명 14안에서 이용되었으며, 수술 중 수정체낭원형절개를 확장한 경우는 총 64안으로 평균 나이는 67.36 ± 10.86 세이고 남자 26명, 여자 38명이었다. 이 중 47안은 백내장 수술 중 원형전낭절개술 시 의도한 5.5 mm의 직경보다 작다고 판단되어 수정체낭원형절개를 Vannas-scissor를 이용하여 전낭파열을 하였으며, 나머지 17안은 수술 중 의도하지 않게 주변부로 수정체낭원형절개 확장이 발생한 경우로, Vannas-scissor를 이용하여 전낭파열을 시킨 경우보다 수정체 적도부를 향해 더 크게 확장되는 경향을 보였다. 수술 중 98안은 점탄물질로 Healon® (AMO, CA, USA)을 사용하였으며, 53안은 Viscoat® (Alcon Surgical Inc., TX, USA)를 이용하였다.

전낭절개 확장과 인공수정체 축의 회전

전체 151안의 술 후 인공수정체 평균회전은 $3.02 \pm 2.28^\circ$ 이었으며, 남자의 경우 $2.82 \pm 2.58^\circ$, 여자의 경우 $3.11 \pm 2.15^\circ$ 로 두 군 간에 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$).

네 가지 인공수정체의 평균 회전 정도를 관찰한 결과 SN60WF는 $3.08 \pm 2.57^\circ$, ZA9003은 $3.22 \pm 2.22^\circ$, MI60은 $2.78 \pm 1.99^\circ$, XL Stabi ZO는 $2.76 \pm 2.36^\circ$ 이었으며 서로 간에 유의한 차이를 보이지 않았다($p = 0.80$). 각각의 인공수정체에서 수술 후 1주일 사이에 회전 정도에도 모두 유의한 차이를 보이지 않았으며, plate-haptic 방식의 인공수정체가 loop-haptic 방식의 인공수정체에 비해 적게 회전하였지만 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Fig. 3, Table 2).

수정체낭원형절개를 확장한 군(64안)의 인공수정체 평균 회전 정도는 $2.72 \pm 2.42^\circ$, 수정체낭원형절개를 확장하지 않은 군(87안)은 $3.24 \pm 2.16^\circ$ 로 서로 유의한 차이를 보이지 않았으며($p = 0.17$), 각각의 인공수정체별로 나누어 분석해보면 수정체낭원형절개를 확장하지 않은 군에서 SN60WF ($3.18 \pm 2.42^\circ$), ZA9003 ($3.63 \pm 2.12^\circ$), MI60 ($2.64 \pm 1.88^\circ$), XL Stabi ZO ($2.76 \pm 2.36^\circ$)로 서로 유의한 차이는 없었다($p = 0.41$). 수정체낭원형절개를 확장한 군에서 평균 회전 정도는 SN60WF ($2.97 \pm 2.76^\circ$), ZA9003 ($2.55 \pm$

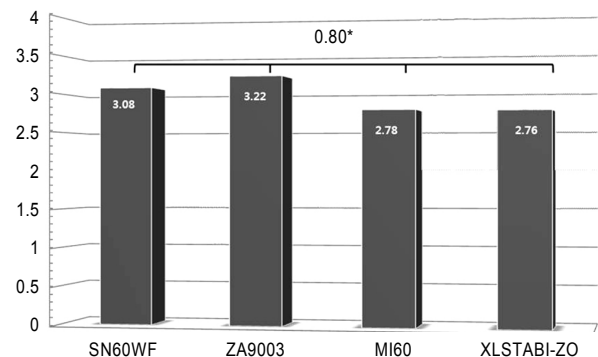


Figure 3. Mean postoperative IOL rotation degrees between 4 types of IOL. **p*-value: statistical significance was calculated by oneway-ANOVA.

Table 2. Comparisons of mean difference in rotations of 4 types of IOL on operative day and 7 days postoperatively

IOL types	Eyes	Mean \pm SD	PostOP - PostOP 1 wk
			<i>p</i> -value*
SN60WF	48	3.08 ± 2.57	0.54
ZA9003	52	3.22 ± 2.22	0.52
MI60	37	2.78 ± 1.99	0.94
XL Stabi ZO	14	2.76 ± 2.36	0.49

*Statistical significance was calculated by paired *t*-test.

2.27°), MI60 ($2.97 \pm 2.20^\circ$), XL Stabi ZO ($1.42 \pm 0.51^\circ$)로 유의한 차이는 없었으며($p=0.68$), 각각의 인공수정체에서 수정체낭원형절개의 확장 유무에 따라 나누어 비교해보았을 때 ZA9003과 XL Stabi ZO에서 두 군 간 평균값에 차이를 보였지만 통계적 의미는 없었다. 또한 MI60의 경우 수정체낭원형절개를 확장한 군에서 인공수정체 회전이 더 크게 관찰되었고, 다른 세 가지 인공수정체에서는 모두 전낭확장을 안한 군에서 회전이 더 크게 관찰되었지만 통계적인 의미는 없었다(Fig. 4).

전낭절개 확장이 1-1.5 mm 정도만 한 경우(47안)와 수

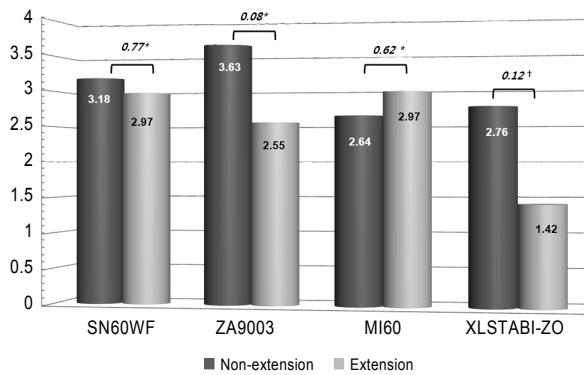


Figure 4. Comparison of mean postoperative IOL rotation degrees between non-extension group and extension group. * p -value: statistical significance was calculated by independent t -test; † p -value: statistical significance was calculated by Mann-Whitney U -test.

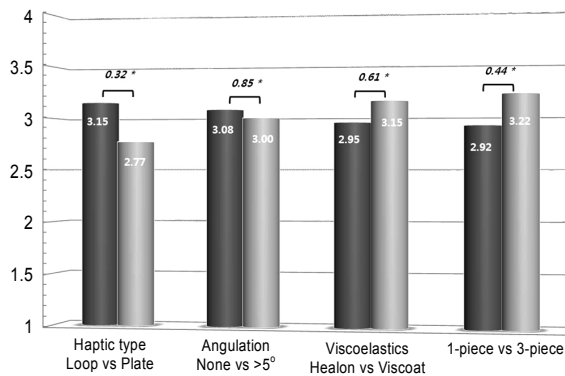


Figure 5. Comparison of mean postoperative IOL rotation degrees between other factors -haptic types, optic-haptic angulation, viscoelastics, and IOL design. * p -value: statistical significance was calculated by independent t -test.

정체 적도부를 향해 의도하지 않게 주변부로 크게 확장된 경우(17안)를 비교하였을 때 각각 $2.73 \pm 2.50^\circ$, $2.70 \pm 2.28^\circ$ 로 서로 유의한 차이는 없었다($p=0.97$).

인공수정체 회전 안정도와 관련한 요인 분석

인공수정체의 종류와 전낭절개 확장 유무 외에 인공수정체의 술 후 회전에 영향을 주는 다른 인자들에 대해 분석해보았다. 인공수정체 지지부의 형태로 구분한 경우, 지지부와 광학부의 angulation유무, 응집성(Healon®)과 분산성(Viscoat®)의 두가지 점탄물질, 1-piece와 3-piece 인공수정체로 구분하여 술 후 인공수정체의 평균회전 정도를 비교해보았을 때 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Fig. 5).

수술안의 안축장, 전방 깊이와 부피, 나이와 인공수정체의 술 후 회전과의 관계를 알아보기 위해 다중회귀분석을 시행한 결과 나이가 증가할수록 인공수정체의 회전 정도가 증가하는 양의 상관관계를 보였으며 통계적으로 유의하였다(Fig. 6, $p=0.01$). 전체 151안에서 평균 안축장은 23.27 ± 0.99 mm, 평균 전방 부피는 159.21 ± 51.83 mm³, 평균 전방 깊이는 2.75 ± 0.55 mm로 측정되었다. 하지만 안축장과 전방 깊이와 부피는 인공수정체의 술 후 회전과 유의

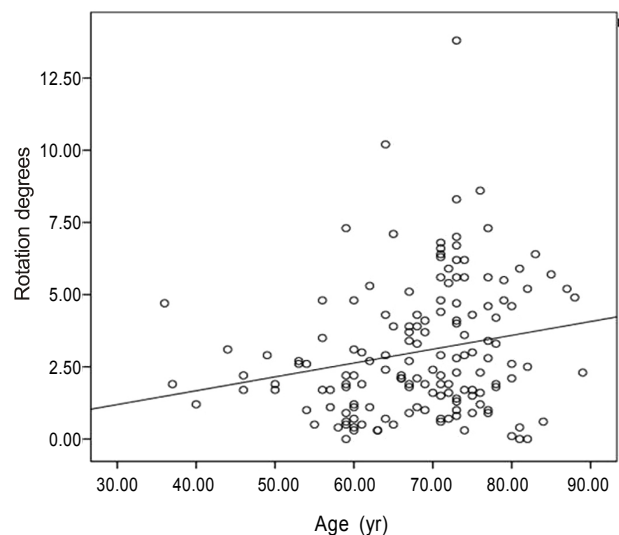


Figure 6. The scatterplots for mean difference of postoperative IOL rotation between age and postoperative rotation degrees (at 1 week after operation, $r = 0.209$, $p < 0.05$).

Table 3. Relationship between rotation degrees and axial length, anterior chamber, and age

		Axial length (mm)	Chamber depth (mm)	Chamber vol. (mm ³)	Age (yr)
Rotation dergees	Pearson correlation	-0.08	-0.01	-0.02	0.21
	p -value*	0.35	0.93	0.82	0.01

*Statistical significance was calculated by multiple logistic regression analysis.

한 상관관계가 없었다(Table 3).

고 찰

백내장 수술 후 인공수정체의 회전은 술 후 초기에 발생하는 것으로 알려져 있으며 이는 전낭의 크기, 전낭절개의 크기, 전낭과 후낭의 유착에 주로 영향을 받는 것으로 알려졌다. 이 중에 술 후 낭의 수축으로 인한 인공수정체의 지지부의 압박이 회전에 주된 요인이며 이런 변화는 술 후 초기 3개월 사이에 주로 발생하는 것으로 알려졌으며 일단 전낭과 후낭의 유착이 시작되면 인공수정체의 회전은 잘 발생하지 않는 것으로 알려졌다. 인공수정체의 형태와 재질은 이러한 인공수정체의 회전에 주요한 영향 인자로 알려져 있다.⁷⁻⁹

난시교정인공수정체는 수정체낭 내에서 1° 회전하면 난시 교정 효과가 3.3% 감소하게 되며, 30° 회전할 경우에는 난시 교정효과가 완전히 사라지게 된다. 일반적으로 10° 이상의 회전으로 인하여 난시 교정 효과가 1/3 이상 저하될 경우를 임상적으로 의미 있는 회전으로 간주한다.^{10,11} 본 연구에서 3도 이상 회전한 경우는 43안(28.5%), 6도 이상 회전한 경우는 14안(10.5%), 9도 이상 회전한 경우는 2안(1.3%)으로 관찰되었다.

난시교정인공수정체의 발달과 관련하여 인공수정체의 재질 및 형태에 따른 다양한 회전 안정성에 대한 이전 연구들이 있다. Sun et al¹²은 Staar TF toric IOL (Staar Surgical Co., CA, USA)을 삽입하여 20° 이상 회전하는 경우를 25% 경험하였다고 보고하였고, Till et al¹³은 plate-haptic IOL이 100안 중 11%에서 임상적으로 의미 있게 회전하였다고 보고하였다. Weinand et al¹⁴은 1-piece 소수정 아크릴재질의 modified C-haptic으로 이루어진 일반 인공수정체(AcrySof SA60AT, Alcon)을 17안을 대상으로 술 후 6개월 동안 인공수정체의 회전 안정도를 연구한 결과, 모든 안에서 임상적으로 의미 있는 회전을 보이지 않았으며, 전체적으로 1.8°의 낮은 회전을 보였다 보고하였다. Zuberbuhler et al¹⁵은 Toric IOL (AcrySof SA60TT, Alcon)을 44안을 대상으로 술 후 4개월간 95%에서 5° 이내의 회전을 보였으며, 9° 이상의 회전을 보인 안은 없었다고 보고하였다. Holland et al¹⁶은 Toric IOL (AcrySof SA60TT, Alcon)을 256안에 삽입 후 술 후 1년 동안 4° 미만의 회전을 보였다고 보고하였다. Entabi et al⁷은 33안에 친수성 아크릴재질의 T-flex 623T (Rayner Intraocular Lenses Ltd., East Sussex, England)를 삽입하여 4개월 후 관찰한 결과 3.4° 회전한 것을 관찰하였다. Prinz et al⁹은 80안을 대상으로 plate-haptic형과 loop-

haptic형의 친수성 아크릴 재질의 인공수정체(Acri.Smart 46S, Acri.Lyc 53N, Carl Zeiss Meditec SAS)을 삽입 후 관찰한 결과 1년 후 plate형은 $2.6 \pm 1.9^\circ$, loop형은 $3.1 \pm 2.4^\circ$ 회전하였으며 두 군 간에 통계적인 의미는 없었다. 위 연구들은 인공수정체의 재질이나 형태에 따라 회전 안정도를 비교하였으며 모두 정상적으로 수정체낭원형절개가 이루어진 경우이다. 인공수정체의 광학부와 전낭절개부와의 접촉하는 정도나 전낭수축의 차이에 따른 다양한 인공수정체의 회전안정도에 대한 비교 및 분석을 위해 본 연구에서는 수정체낭원형절개가 정상적으로 된 경우와 확장된 경우에 대해 술 후 인공수정체 회전 정도를 관찰하였다.

본 연구에서는 수정체낭원형절개 확장이 없는 군과 있는 군 사이에 전낭에 삽입된 인공수정체의 회전 안정도는 유의한 차이를 보이지 않았다. 전낭절개 확장한 군의 경우 그렇지 않은 군에 비해 인공수정체의 광학부와 전낭의 접촉 부가 적어 상대적으로 전낭수축에 의한 영향을 덜 받을 것으로 생각한다. 전낭 수축에 의해 발생하는 인공수정체와 전낭 사이의 마찰에 영향을 주는 인자로 수술 시 잔존하는 수정체상피와 전낭의 크기를 생각해 볼 수 있지만, 두 요소 모두 이전 연구에 의하면 인공수정체의 회전 안정성에 영향을 주지 않는 것으로 알려졌다.^{17,18} 본 연구와 유사한 난시교정인공수정체를 사용한 백내장 수술 시에도 수정체낭원형절개가 작게 되거나 혹은 전낭 수축이 우려되는 경우 의도적으로 전낭절개 확장을 만들어 수술을 시행하여도 술 후 인공수정체의 회전 안정도에 큰 영향을 주지 않을 것으로 생각한다.

인공수정체의 지지부는 전낭과 직접적으로 접촉하는 부분으로 그 형태는 인공수정체의 안정도와 관계되어 있다. 이전 연구에 따르면 1-piece 아크릴 인공수정체가 전낭에 삽입된 후 지지부에 가해지는 압력이 3-piece 아크릴 인공수정체보다 약 7분의 1 정도로 적은 것으로 알려져 있으며, 전낭의 형태 유지와 외력에 대해 전낭과외이 발생하는 것에 더 강하다고 알려졌다.¹⁹ 하지만 3-piece 인공수정체도 전낭 내에서 훌륭한 회전 안정성을 지닌다고 관찰한 이전 연구도 있다.^{17,20,21} 본 연구에서 1-piece와 3-piece 인공수정체 간에 술 후 인공수정체의 회전 정도에 유의한 차이를 보이지 않았으며, 전체 인공수정체를 plate-haptic형과 loop-haptic형으로 나누어 분석했을 때 회전 정도에 유의한 차이는 없지만 plate형의 경우가 loop형의 지지부를 가진 인공수정체보다 적은 회전량을 보이는 것을 관찰할 수 있었다. 또한 loop-haptic형에서도 1-piece의 hydrophobic acrylate의 지지부가 3-piece 인공수정체의 PMMA지지부보다 적은 회전 정도를 보이는 것을 관찰할 수 있었다.

점탄물질이 백내장 수술 시 부적절하게 제거될 경우 인

공수정체의 술 후 안정성을 저하시킬 수 있다고 알려져 있다.²² 백내장 수술 시 사용하는 점탄물질의 경우 본 연구에서는 응집성 점탄물질인 Healon[®]과 분산성 점탄물질은 Viscoat[®]를 사용하였다. 응집성 점탄물질과는 다르게 분산성 점탄물질의 경우 백내장 수술 시 관류흡인장치로 제거하여도 전방내 남아있는 경우가 많으므로 이런 두 점탄물질간의 특성이 따라 백내장 수술 후 인공수정체 회전에 차이가 있을지 알아보고자 비교하였다. 본 연구에서는 두 군간에 평균회전은 거의 유사하였으며 통계적으로 유의한 차이도 없었다.

인공수정체의 술 후 회전 안정도를 알아보기 위해 본 연구에서 이용한 산동후 역반사조명법을 이용한 전안부 사진촬영은 이전의 연구들에서 이용된 방법이다.^{23,24} 하지만 이 방식의 경우 환자가 세극등 앞에 앉아 있게 되고 두부를 세극등에 놓는 과정에서 자세에 따라 인공수정체의 위치가 변할 수 있는 한계를 가지고 있다. 또한 인공수정체가 탈중심화되는 경우 인공수정체 광학부의 중심점을 기준으로 하였으므로 각도 측정에 오차가 발생할 수 있는 한계를 가지고 있다. 또한 인공수정체의 회전을 술 후 1주일간의 변화만으로 비교하여 술 후 후기 인공수정체 회전에 대한 평가가 이루어지지 않은 한계를 가지고 있지만, 백내장 수술 후 인공수정체의 회전이 대부분 술후 초기 수주 이내 이루어지므로 연구가 의미를 가질 수 있다고 생각한다.

본 연구에서 나이가 많을수록 인공수정체의 회전정도가 커지는 상관성을 관찰할 수 있었다($r=0.209$, $p<0.05$). 전낭수축의 주요 인자로 약해진 모양체 소대, 고도근시, 고령, 가성낙설증후군, 포도막염 등이 있으며,²⁵ 본 연구에서 나이가 많을수록 수정체낭 지지부의 약화로 인해 백내장 수술 후 인공수정체의 회전안정도가 저하되는 것으로 생각된다. 또한 이전 연구에서는 전낭크기의 증가가 수정체낭내 삽입된 인공수정체의 안정도에 영향을 줄 수 있는 요인으로 생각되었지만,^{18,26,27} 본 연구에서는 안축장(최소값 21.56 mm, 최대값 27.57 mm)과 전낭의 부피(최소값 72 mm³, 최대값 395 mm³), 깊이(최소값 1.56 mm, 최대값 4.95 mm) 등은 인공수정체의 회전 안정성에 영향을 주지 않는 것으로 관찰되었다.

백내장수술 후 인공수정체의 회전을 일으키는 요인들에 대해 요약해보면 첫 번째로 인공수정체와 전낭과의 마찰을 생각해볼 수 있으며 이는 인공수정체와 전낭의 상대적인 크기와 전낭내 남아있는 점탄물질에 영향을 받을 수 있다. 하지만 본 연구에서 전낭의 상대적인 크기나 점탄물질의 종류가 인공수정체의 회전성에 미치는 영향은 적은 것으로 관찰되었다. 두 번째로 수술 후 안압상승이나 외력에 의한 전낭의 불안정성으로 회전이 발생할 수 있다. 본 연구에서

백내장 수술 후 특이적인 외상에 의해 수술안에 영향을 준 경우는 없었으며, 술 후 안압 변화와 인공수정체 회전의 관계에 대해서는 추후 연구가 더 필요할 것으로 생각한다. 세 번째로 인공수정체의 형태와 재질, 전낭 수축에 동반된 섬유화 정도에 영향을 받을 수 있다. 서로 다른 형태와 디자인을 가진 네 가지 인공수정체를 비교하였을 때 백내장 수술 후 인공수정체의 회전에 유의한 차이는 없었으며, 전낭 수축과 동반된 섬유화 정도의 정량화나 각각의 인공수정체마다 전낭수축 정도의 비교를 통해 이들이 인공수정체 회전에 미치는 영향에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각한다.

결론적으로 수정체초음파 유화술 및 후낭 인공수정체 삽입술 시 수정체낭원형절개의 확장은 삽입된 인공수정체의 회전 안정도에 영향을 주지 않으며, 본 연구와 유사한 형태와 재질을 지닌 난시교정 인공수정체를 이용한 백내장수술 시에도 수정체낭원형절개 시 전낭수축의 방지를 위한 전낭절개를 일부 확장하는 것이 술 후 인공수정체의 회전에 큰 영향을 주지 않을 것으로 생각한다. 또한 본 연구에서 사용된 다양한 형태와 재질을 가진 인공수정체들 간에 회전 안정도에는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며, 이들과 같은 형태와 재질을 가진 난시교정인공수정체에 적용이 가능할 것으로 생각한다.

참고문헌

- 1) Hoffer KJ. The evolution of the intraocular lens. In: Steinert RF, Howard Fine I, eds. Cataract Surgery, 2nd ed. Philadelphia: Saunders, 2004; chap. 33.
- 2) Hoffer KJ. Biometry of 7,500 cataractous eyes. Am J Ophthalmol 1980;90:360-8.
- 3) Shin JW, Chung SK, Baek NH. The changes in the area of the anterior capsulotomy size. J Korean Ophthalmol Soc 2001;42:972-6.
- 4) Choi BJ, Hur J. Postoperative changes of continuous curvilinear capsulorhexis. J Korean Ophthalmol Soc 1998;39:1153-8.
- 5) Na JH, Lee HS, Joo CK. The clinical result of AcrySof toric intraocular lens implantation. J Korean Ophthalmol Soc 2009;50:831-8.
- 6) Montés-Micó R, Cerviño A, Ferrer-Blasco T. Intraocular lens centration and stability: efficacy of current technique and technology. Curr Opin Ophthalmol 2009;20:33-6.
- 7) Entabi M, Harman F, Lee N, Bloom PA. Injectable 1-piece hydrophilic acrylic toric intraocular lens for cataract surgery: efficacy and stability. J Cataract Refract Surg 2011;37:235-40.
- 8) Buckhurst PJ, Wolffsohn JS, Naroo SA, Davies LN. Rotational and centration stability of an aspheric intraocular lens with a simulated toric design. J Cataract Refract Surg 2010;36:1523-8.
- 9) Prinz A, Neumayer T, Buehl W, et al. Rotational stability and posterior capsule opacification of a plate-haptic and an open-loop-haptic intraocular lens. J Cataract Refract Surg 2011;37:251-7.
- 10) Novis C. Astigmatism and toric intraocular lenses. Curr Opin Ophthalmol 2000;11:47-50.

- 11) Viestenz A, Seitz B, Langenbucher A. Evaluating the eye's rotational stability during standard photography: effect on determining the axial orientation of toric intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:557-61.
- 12) Sun XY, Vicary D, Montgomery P, Griffiths M. Toric intraocular lenses for correcting astigmatism in 130 eyes. *Ophthalmology* 2000;107:1776-81.
- 13) Till JS, Yoder PR Jr, Wilcox TK, Spielman JL. Toric intraocular lens implantation: 100 consecutive cases. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:295-301.
- 14) Weinand F, Jung A, Stein A, et al. Rotational stability of a single-piece hydrophobic acrylic intraocular lens: new method for high-precision rotation control. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:800-3.
- 15) Zuberbuhler B, Signer T, Gale R, Haefliger E. Rotational stability of the AcrySof SA60TT toric intraocular lenses: a cohort study. *BMC Ophthalmol* 2008;8:8.
- 16) Holland E, Lane S, Horn JD, et al. The AcrySof Toric intraocular lens in subjects with cataracts and corneal astigmatism: a randomized, subject-masked, parallel-group, 1-year study. *Ophthalmology* 2010;117:2104-11.
- 17) Saldanha MJ, Benjamin L, Patel CK. Postoperative rotation of a 3-piece loop-haptic acrylic intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:1751-5.
- 18) Mendicute J, Irigoyen C, Aramberri J, et al. Foldable toric intraocular lens for astigmatism correction in cataract patients. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:601-7.
- 19) Lane SS, Burgi P, Milios GS, et al. Comparison of the biomechanical behavior of foldable intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:2397-402.
- 20) Koshy JJ, Nishi Y, Hirschall N, et al. Rotational stability of a single-piece toric acrylic intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:1665-70.
- 21) Hayashi K, Hayashi H. Comparison of the stability of 1-piece and 3-piece acrylic intraocular lenses in the lens capsule. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:337-42.
- 22) Chang DF. Early rotational stability of the longer Staar toric intraocular lens: fifty consecutive cases. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:935-40.
- 23) Wolffsohn JS, Buckhurst PJ. Objective analysis of toric intraocular lens rotation and centration. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:778-82.
- 24) Shah GD, Praveen MR, Vasavada AR, et al. Software-based assessment of postoperative rotation of toric intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:413-8.
- 25) Nagata M, Matsushima H, Mukai K, et al. Comparison of anterior capsule contraction between 5 foldable intraocular lens models. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:1495-8.
- 26) Kwartz J, Edwards K. Evaluation of the long-term rotational stability of single-piece, acrylic intraocular lenses. *Br J Ophthalmol* 2010;94:1003-6.
- 27) Patel CK, Ormonde S, Rosen PH, Bron AJ. Postoperative intraocular lens rotation: a randomized comparison of plate and loop haptic implants. *Ophthalmology* 1999;106:2190-5.

=ABSTRACT=

Effects of Anterior Capsulotomy Extension on Rotational Stability of Intraocular Lens

Kook Young Kim, MD, Kyung Hyun Jin, MD, PhD

Department of Ophthalmology, KyungHee University Medical Center, Kyung Hee University School of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the effects of anterior capsulotomy extension on the rotational stability of four different types of intraocular lenses (IOLs) and to analyze factors influencing IOL rotation.

Methods: The present single-center prospective study was comprised of 128 cataract patients (151 eyes) who underwent cataract surgery and received AcrySof IQ SN60WF, Tecnis ZA9003, Akreos MI60, or Zeiss XL Stabi ZO from March 2010 to December 2010. Sixty-four eyes received an anterior capsulotomy extension which was unintentionally created or performed using Vannas scissors after capsulorrhexis to prevent anterior capsular contracture. After pupil dilation, a digital retroillumination image of the IOL was taken on the operative day and 7 days postoperatively.

Results: There was no statistically significant difference in IOL rotation between the 4 types of IOL ($p > 0.05$). The anterior capsulotomy extension group ($2.72 \pm 2.42^\circ$) and the non-extension group ($3.24 \pm 2.16^\circ$) did not show statistically significant differences in IOL rotation ($p > 0.05$). A positive correlation was observed between age and IOL rotation. Axial length, anterior chamber depth, and anterior chamber volume did not affect the degree of rotation.

Conclusions: Among the 4 types of IOLs, there was no significant difference in rotational stability. Anterior capsulotomy extension to prevent anterior capsular contracture is not likely to significantly affect the rotational stability of IOLs; the 4 different types of IOL were stable in the eye and suitable as toric IOLs for correction of astigmatism.

J Korean Ophthalmol Soc 2012;53(3):403-411

Key Words: Cataract surgery, IOL rotation stability, Toric intraocular lens

Address reprint requests to **Kyung Hyun Jin, MD, PhD**

Department of Ophthalmology, KyungHee University Medical Center

#23 Kyungheedaero, Dongdaemun-gu, Seoul 130-872, Korea

Tel: 82-2-958-8451, Fax: 82-2-966-7340, E-mail: khjinmd@khmc.or.kr