

백내장 수술에서 수정체낭원형절개와 인공수정체의 중심이탈 및 경사가 임상 결과에 미치는 영향

Effects of Continuous Curvilinear Capsulorhexis, Intraocular Lens Decentration and Tilt on Clinical Outcomes

어두리¹ · 임동희¹ · 현 주¹ · 이주연¹ · 임한웅² · 오재응³ · 정의상¹ · 정태영¹

Doo Ri Eo, MD¹, Dong Hui Lim, MD¹, Joo Hyun, MD¹, Ju Yeon Lee, MD¹, Han Woong Lim, MD²,
Jae Eung Oh, PhD³, Eui Sang Chung, MD, PhD¹, Tae Young Chung, MD, PhD¹

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 안과학교실¹, 한양대학교 의과대학 한양대학교병원 안과학교실², 한양대학교 공과대학 기계공학과³

Department of Ophthalmology, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine¹, Seoul, Korea

Department of Ophthalmology, Hanyang University Seoul Hospital, Hanyang University College of Medicine², Seoul, Korea

Division of Mechanical Engineering, Hanyang University School of Mechanical Engineering³, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the effects of continuous curvilinear capsulorhexis, intraocular lens (IOL) decentration and tilt on postoperative clinical outcomes after cataract surgery.

Methods: We reviewed 62 eyes of 52 patients who underwent cataract surgery and measured the uncorrected visual acuity, best corrected visual acuity and manifest refraction preoperatively and 3 months postoperatively. IOL decentration on anterior segment photography and IOL tilt on anterior optical coherent tomography were analyzed and correlations of postoperative uncorrected visual acuity, best corrected visual acuity, and higher order aberrations were evaluated. In addition, we inspected the relationship of size and decentration of continuous curvilinear capsulorhexis (CCC) intraoperatively with the change in IOL position postoperatively.

Results: The average size of CCC was 5.40 ± 0.51 mm (4.12-6.24 mm) and the average decentration of CCC was 0.30 ± 0.19 mm (0.09-1.21 mm) intraoperatively. The average decentration of IOL was 0.23 ± 0.15 mm (0.00-0.71 mm) and the average IOL tilt was $1.43 \pm 0.73^\circ$ (0.00-4.22°) postoperatively. Intraoperative CCC size and decentration were associated with postoperative IOL decentration ($p = 0.01$, $p < 0.001$), but not with IOL tilt ($p = 0.69$, $p = 0.52$). There were no significant correlations between IOL decentration and tilt with postoperative visual outcomes and higher order aberrations.

Conclusions: The CCC size and decentration can affect the IOL decentration, but IOL decentration and tilt do not have a significant impact on clinical outcomes after cataract surgery.

J Korean Ophthalmol Soc 2016;57(4):575-581

Keywords: Continuous curvilinear capsulorhexis, Decentration, Higher-order aberrations, Intraocular lens, Tilt

■ Received: 2015. 12. 3. ■ Revised: 2016. 1. 12.

■ Accepted: 2016. 3. 8.

■ Address reprint requests to **Tae Young Chung, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Samsung Medical Center, #81
Irwon-ro, Gangnam-gu, Seoul 06351, Korea
Tel: 82-2-3410-3563, Fax: 82-2-3410-0074
E-mail: tychung@skku.edu

* This study was presented as a narration at the 112th Annual Meeting of the Korean Ophthalmological Society 2014.

백내장에 대한 초음파 수정체유화술은 최근 들어 여러 측면에서 많은 발전이 이루어지고 있으며 단순히 굴절 상태에 대한 만족만이 아니라, 광학적 질에 대한 관심 및 기대치가 높아지고 있다. 적절한 크기와 중심이 잘 맞춰진 수정체낭원형절개(continuous curvilinear capsulorhexis, CCC)는 인공수정체의 중심이탈 및 기울임을 막는 중요한 단계이며, 이러한 인공수정체의 위치안정성은 술 후 굴절상태

© 2016 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.

및 고위수차 같은 시각의 질에 영향을 끼칠 수 있다.^{1,3} 최근에는 펄토초레이저를 이용한 수정체낭원형절개가 가능해지면서, 정확한 수정체낭원형절개가 인공수정체의 위치적 안정성을 보여준다는 것이 강조되고 있다.^{4,6} 그러나 이러한 수정체낭원형절개의 크기 및 중심이탈이 인공수정체의 안정성에 관련 있는 중심이탈 및 기울임에 따른 시력 및 고위수차에 관한 연구는 국내에서 알려진 바가 없다.

인공수정체의 중심이탈 및 경사도를 측정하는 방법은 초음파생체현미경, 전안부 분석기, 전안부 사진촬영 및 전안부 단층촬영 등으로 가능하다. 국내의 인공수정체의 종류에 따른 인공수정체 중심이탈 및 경사도에 대한 연구는 대부분 전안부 분석기(Scheimpflug camera: EAS-1000, Nidek, Aichi, Japan)를 이용하여 측정하였다.⁷⁻¹¹ 본 연구에서는 전안부 빛간섭단층촬영(Visante™ OCT, Carl Zeiss Meditec Inc., Dublin, CA, USA)으로 경사도를 측정하였는데, 전안부 빛간섭단층촬영은 비접촉식, 비침습적인 검사 방법으로, 전안부 분석기와 마찬가지로 간편하게 검사를 시행할 수 있으며, 동공축과 각막중심축을 중심으로 인공수정체의 경사각을 측정할 수 있다.^{12,13} 본 연구에서는 전안부 사진촬영을 통해 수정체낭원형절개 및 인공수정체의 중심이탈 정도를 측정하고, 전안부 단층촬영을 통해 인공수정체의 기울임 정도를 측정하여 이를 바탕으로 수술 중의 수정체낭원형절개의 크기 및 중심이탈이 수술 3개월 후의 인공수정체의 중심이탈 및 경사도에 미치는 영향을 알아보고, 이렇게 발생한 인공수정체의 중심이탈 및 경사도가 수술 후 시력 및 고위수차에 어떠한 영향을 미치는지의 여부를 알아보고자 하였다.^{4,14,15}

대상과 방법

2012년 1월부터 2013년 12월까지 본원 안과에서 한 명

의 동일 술자에 의해 수정체 초음파유화술 및 후방 인공수정체삽입술을 시행 받은 환자를 대상으로 후향적 의무기록 분석을 시행하였다. 백내장 이외에 수술 전 시력에 영향을 주는 각막, 망막 또는 시신경 질환이 있거나 각막굴절수술 및 안내수술의 병력이 있는 경우, 수술 중에 수정체 후낭파열이 발생했거나 인공수정체를 섬모체고랑에 삽입한 경우, 다초점 인공수정체를 사용한 경우는 제외하여 총 52명 62안에 대해 분석을 시행하였다.

백내장 수술은 0.5% proparacaine hydrochloride (Alcaine®, Alcon, Fort Worth, TX, USA)로 점안 마취 후에 이측 투명각막절개 부위로 점탄물질을 전방에 주입 후에, forcep을 이용하여 수정체낭원형절개를 시행하였다. 수력분리술을 시행한 후에 수정체초음파유화술을 시행하였으며, 관류흡입술을 마친 이후 인공수정체를 삽입하기 전에 자로 수정체낭원형절개의 크기를 측정하는 사진을 촬영하였다(Fig. 1A). 이후 수정체낭과 전방을 다시 점탄물질로 채운 후에 인공수정체를 수정체낭내에 삽입하였고, 인공수정체가 수정체낭내에 정위치된 것을 확인한 후, 남아 있는 점탄물질을 제거하였다. 인공수정체 도수를 결정하기 위해 IOL Master® (Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, USA)로 안축장, 각막곡률 및 전방깊이를 측정하여 Sanders-Retzlaff-Kraff (SRK)-T와 SRK II 공식을 이용하여 인공수정체의 도수를 결정하였으며, 인공수정체는 AcrySof IQ SN60WF (Alcon Laboratories Inc., Fort Worth, TX, USA)의 동일한 종류를 사용하였다.

백내장 수술 전 및 3개월 후에 나안시력 및 교정시력, 현성굴절검사를 시행하였고, 수술 3개월에 백내장 수술한 눈을 산동하여 전안부사진촬영, 전안부 빛간섭단층촬영(Visante™ OCT, Carl Zeiss Meditec Inc., Dublin, CA, USA)을 시행하였고, WASCA™ aberrometer (Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany)로 안구의 고위수차를 측정하였다.

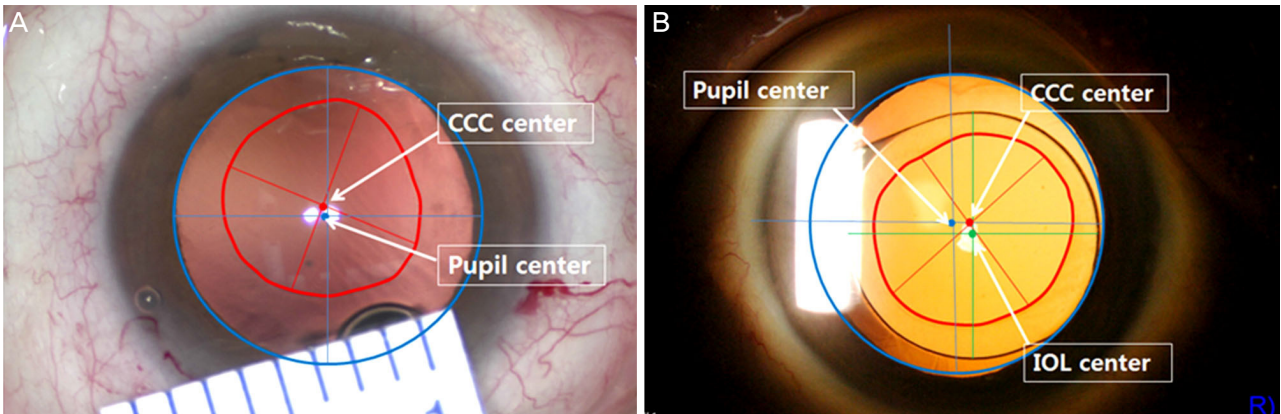


Figure 1. Anterior segment photography. Measurements of CCC size and decentration from the dilated pupil center in the intraoperative state (A) and IOL decentration in the postoperative state (B). CCC = continuous circular capsulorhexis; IOL = intraocular lens.

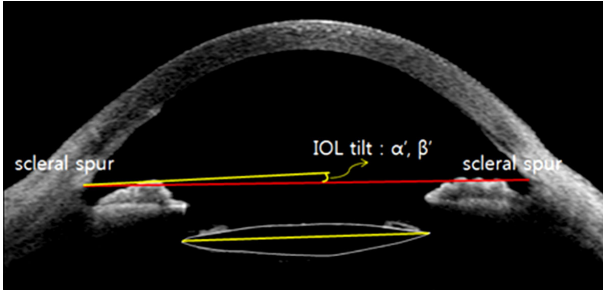


Figure 2. Measurement of IOL tilt angle in the x-axis (α') and y-axis (β') from the line connecting both scleral spurs using anterior segment OCT (Visante™ OCT). IOL = intraocular lens; OCT = optical coherence tomography.

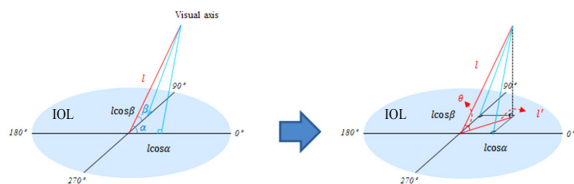


Figure 3. Schematic images of calculation of intraocular lens tilt direction from visual axis. IOL = intraocular lens.

수술 중에 촬영한 전안부 사진으로 수정체낭원형절개에서 가장 긴 직경을 측정하여 ‘수정체낭원형절개의 크기’라고 하였고, 가장 긴 직경의 수직이등분선과의 교점을 수정체낭원형절개의 중심으로 하여 이로부터 산동된 동공중심과의 거리를 ‘수정체낭원형절개의 중심이탈거리’라고 하였다(Fig. 1A). 또한 수술 3개월 후에 촬영한 전안부 사진에서 인공수정체의 광학부 중심과 산동된 동공중심과의 거리를 측정하여 ‘인공수정체의 중심이탈거리’라고 하고, 검사자의 위치에서 보았을 때 산동된 동공의 중심에서부터 수정체낭원형절개의 중심 및 인공수정체의 중심으로 향하는 방향을 1-12시로 표현하였다(Fig. 1B).

인공수정체의 경사도(θ)는 전안부 단층촬영을 0° (x축)와 90° (y축)에서 시행하여 얻은 사진에서, 양 끝의 공막돌기를 잇는 직선과 인공수정체 광학부의 평면선과의 각도를 ImageJ software, version 1.49 (Rasband, W.S., US National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA)를 이용하여 측정하여 각각 α' 와 β' 라고 하였으며(Fig. 2), 3차원적인 인공수정체의 위치를 고려하여 시축에 대한 인공수정체의 경사각도(θ)로 변환하여 $\theta=90-\theta'$, $\alpha=90-\alpha'$, $\beta=90-\beta'$ 로 하였으며, 이를 한양대학교 공과대학 기계공학과에서 유도한 삼각함수 공식을 이용하여 아래와 같이 계산하였다(Fig. 3).

$$l' = l \cos \theta$$

$$l' = \sqrt{l^2 \cos^2 \alpha + l^2 \cos^2 \beta}$$

$$= l \sqrt{\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta}$$

Table 1. Patient characteristics

Demographics	Mean \pm SD	Min, Max
Age (years)	64.71 \pm 10.98	38, 86
Gender (male:female)	24:28	
Duration of follow-up (days)	97.03 \pm 5.41	88, 116
Preoperative UCVA (decimal)	0.46 \pm 0.34	0.01, 1.00
Preoperative BCVA (decimal)	0.56 \pm 0.29	0.05, 1.00
Preoperative MRSE (D)	-1.02 \pm 3.55	-10.75, +3.13
Preoperative cylinder (D)	-0.79 \pm 0.62	-2.50, 0.00

Values are presented as mean \pm SD unless other wise indicated. SD = standard deviation; Min = minimum; Max = maximum; UCVA = uncorrected visual acuity; BCVA = best-corrected visual acuity; MRSE = manifest refraction spherical equivalent; D = diopter.

Table 2. Parameters of continuous curvilinear capsulorhexis and intraocular lens

Parameters	Mean \pm SD	Min, Max
CCC size (mm)	5.40 \pm 0.51	4.12, 6.24
CCC decentration (mm)	0.30 \pm 0.19	0.09, 1.21
IOL decentration (mm)	0.23 \pm 0.15	0.00, 0.71
IOL tilt ($^\circ$)	1.43 \pm 0.73	0.00, 4.22

Values are presented as mean \pm SD unless otherwise indicated. SD = standard deviation; Min = minimum; Max = maximum, CCC = continuous curvilinear capsulorhexis; IOL = intraocular lens.

$$l \cos \theta = l \sqrt{\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta}$$

$$\cos \theta = \sqrt{\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta}$$

$$\therefore \theta = \cos^{-1} (\sqrt{\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta})$$

통계 프로그램으로는 SPSS version 21.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 단순선행회귀분석을 시행하였고, 백내장 수술 전후의 나안시력, 최대교정시력 및 난시의 변화는 paired t-test를 시행하였으며, 산동된 동공의 중심으로부터 수정체원형절개 중심이탈의 방향 및 인공수정체 중심이탈의 방향에 대해 상관관계를 분석하였다. 유의확률은 0.05 미만($p < 0.05$)인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 해석하였다.

결 과

연구에 포함된 대상 인원은 52명 62안이었으며, 남자가 24명 27안(43.5%), 여자가 28명 35안(56.5%)이었고, 평균나이는 64.71 \pm 10.98세(38-86세)였다. 평균 관찰기간은 97.03 \pm 5.41일(88-116일)이었고, 수술 전 나안시력은 0.46 \pm 0.34 (0.01-1.00), 최대교정시력은 0.56 \pm 0.29 (0.05-1.00), 평균 구면렌즈대응치는 -1.02 \pm 3.55D (-10.75~3.13D), 수술 전 난시는 -0.79 \pm 0.62D (-2.50~0.00D)였다(Table 1).

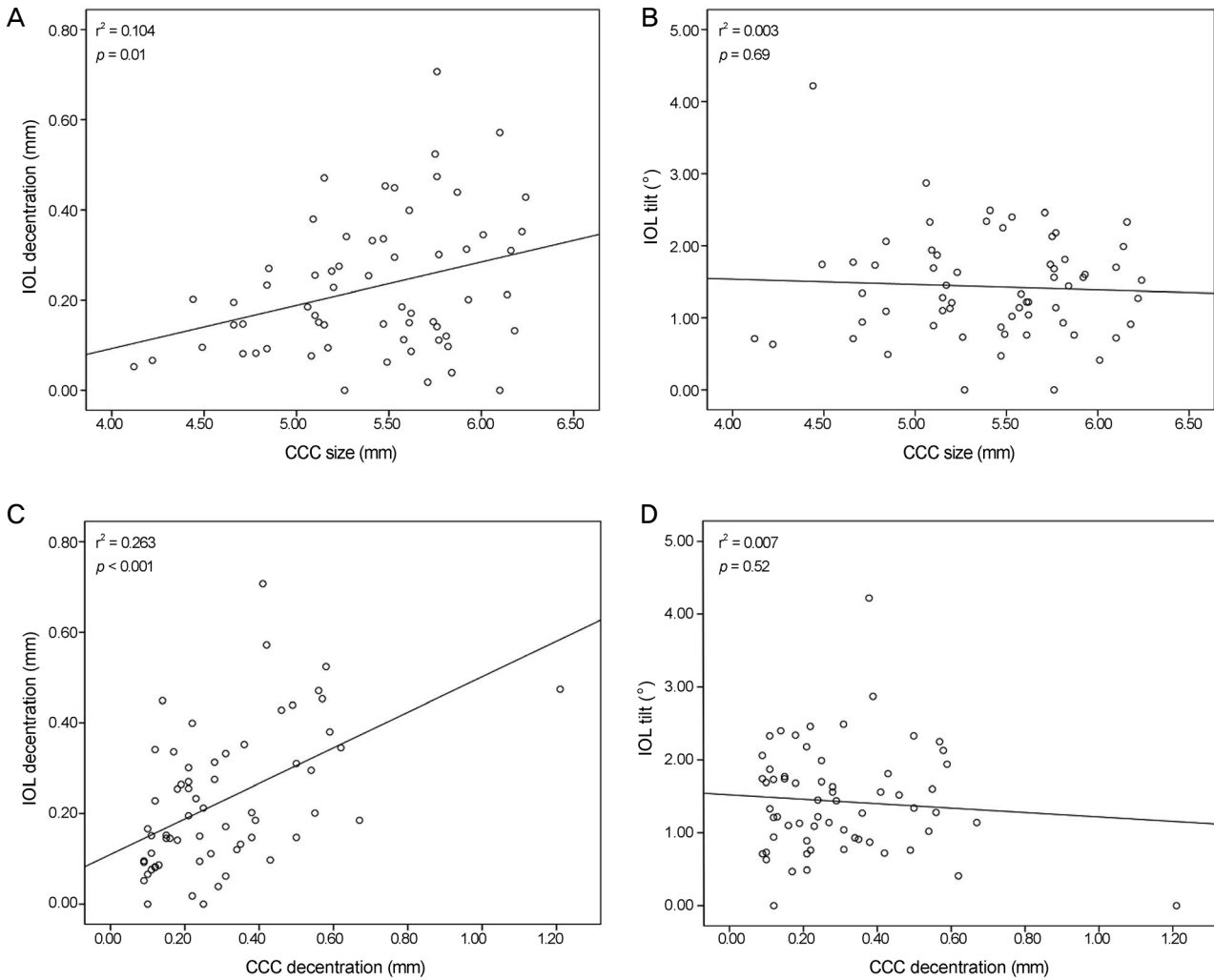


Figure 4. Plots of correlation of CCC with IOL. CCC size and IOL decentration (A), CCC size and IOL tilt (B), CCC decentration and IOL decentration (C), CCC decentration and IOL tilt (D). r^2 = coefficient of determination; CCC = continuous curvilinear capsulorhexis; IOL = intraocular lens.

수술 중 시행한 수정체낭원형절개의 평균크기는 5.40 ± 0.51 mm (4.12-6.24 mm), 평균 중심이탈거리는 0.30 ± 0.19 mm (0.09-1.21 mm)였고, 인공수정체의 평균 중심이탈거리 0.23 ± 0.15 mm (0.00-0.71 mm), 평균 경사각은 $1.43 \pm 0.73^\circ$ (0.0-4.2°)였다(Table 2). 총 62안 중에 산동된 동공의 중심으로부터 수정체낭원형절개의 중심이 이동한 방향은 1-3시 13안, 4-6시 15안, 7-9시 14안, 10-12시 20안 이었고, 인공수정체의 중심이 이동한 방향은 1-3시 27안, 4-6시 13안, 7-9시 10안, 10-12시 12안이었으며, 이 둘의 이동방향은 서로 상관관계가 없었다($p=0.38$).

수정체낭원형절개 크기 및 중심이탈 정도와 인공수정체의 중심이탈 정도 및 경사 정도를 단순선형회귀분석을 시행한 결과, 수정체낭원형절개의 크기가 1 mm 커질수록 인공수정체의 중심이탈은 0.11 mm 증가하고($\beta=0.11$), 수정체낭원형절개의 중심이탈이 1 mm 커질수록 인공수정체의 중

심이탈은 0.39 mm 커지는 상관관계($\beta=0.39$)를 보였다. 수정체낭원형절개 크기와 중심이탈 정도는 인공수정체의 중심이탈 정도와 통계적으로 유의한 값을 보였으나($r^2=0.104$, $p=0.01$, and $r^2=0.263$, $p<0.001$), 수정체낭원형절개 크기와 중심이탈 정도는 경사도와는 관계가 없었다($r^2=0.003$, $p=0.69$, and $r^2=0.007$, $p=0.52$, Fig. 4).

수술 후 평균 나안시력은 0.77 ± 0.26 (0.1-1.00), 평균 최대교정시력은 0.95 ± 0.12 (0.50-1.0)로 수술 전 평균 나안시력($p=0.04$) 및 최대교정시력($p=0.02$)과 유의한 차이를 보였다. 또한 정시를 목표로 한 52안의 수술 후 평균 구면렌즈대응치는 -0.17 ± 0.51 D (-1.75~0.50D), 근시를 목표로 한 10안의 평균 구면렌즈대응치는 -2.56 ± 1.10 D (-4.00~-0.25D), 평균 난시는 -0.61 ± 0.47 D (-2.00~0.00D)로 모두 수술 전 평균 구면렌즈대응치 및 난시와 유의한 차이를 보였다 ($p<0.01$). 반면, 인공수정체의 중심이탈 정도와 경사 정도

Table 3. Postoperative clinical outcomes and *p*-value of linear regression between intraocular lens position and postoperative clinical outcomes

	Mean ± SD	Min, Max	<i>p</i> -value*	<i>p</i> -value†
Postoperative UCVA (decimal)	0.77 ± 0.26	0.10, 1.00	0.46	0.14
Postoperative BCVA (decimal)	0.95 ± 0.12	0.50, 1.00	0.65	0.85
Postoperative MRSE (D, emme target)	-0.17 ± 0.51	-1.75, 0.50	0.21	0.27
Postoperative MRSE (D, near target)	-2.56 ± 1.10	-4.00, -0.25	0.17	0.21
Postoperative cylinder (D)	-0.61 ± 0.47	-2.00, 0.00	0.34	0.07
Coma (micron)	0.46 ± 0.38	0.08, 2.07	0.35	0.87
Trefoil (micron)	0.51 ± 0.33	0.07, 2.01	0.15	0.72
HoA (micron)	0.30 ± 0.16	0.08, 0.92	0.43	0.58
SA (micron)	0.25 ± 0.19	0.02, 1.40	0.71	0.88

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

SD = standard deviation; Min = minimum; Max = maximum; UCVA = uncorrected visual acuity; BCVA = best-corrected visual acuity; MRSE = manifest refraction spherical equivalent; D = diopter; HoA = high-order aberration; SA = spherical aberration.

**p*-value of simple linear regression between intraocular lens decentration and postoperative clinical outcomes; †*p*-value of simple linear regression between intraocular lens tilt and postoperative clinical outcomes.

를 술 후 나안시력, 교정시력, 구면렌즈대응치, 난시 및 고위수차와 단순선형회귀분석을 시행한 결과, 모두 상관관계가 없었다($p>0.05$, Table 3).

고찰

최근의 백내장 수술은 수술 후 굴절이상을 최소화하고 시력의 질을 향상시키기 위한 방향으로 발전하고 있으며, 정확한 인공수정체의 도수계산, 인공수정체의 종류 및 모양, 수술 장비의 발전을 넘어 수정체낭원형절개의 정확성 및 그로 인한 인공수정체의 안정성이 수술 후 임상 결과를 향상시킬 수 있다고 여겨진다. 특히 최근 들어 펌토초레이저를 이용한 백내장 수술 술기의 발달로 보다 정확한 시력 결과를 얻을 수 있는 안정적인 수정체낭원형절개의 시행에 대한 관심이 높아지고 있으나 이러한 수정체낭원형절개의 크기 및 중심이탈이 인공수정체의 중심이탈 및 기울임에 끼치는 영향에 대한 보고가 국내에서 알려진 바가 없다.^{1,16} 본 연구는 국내에서 처음으로 이러한 인공수정체 위치의 안정성과 관련 있는 것으로 알려져 있는 수정체낭원형절개의 크기 및 중심이탈 정도를 측정하여 그 관련성에 대해 알아보았다. 또한 인공수정체의 중심이탈 및 경사도가 수술 후의 시력, 난시 및 고위수차에 미치는 영향에 대하여 알아보려 하였다.

수정체낭원형절개는 Gimbel and Neuhann¹⁷에 의해 소개되면서 현재까지도 행해지고 있는 핵심적인 백내장 수술 과정 중의 하나로 수술 후 인공수정체 안정성에 가장 중요한 역할을 한다고 여겨진다. 최근에는 펌토초레이저를 이용하여 일정한 크기와 정확한 원모양의 수정체낭원형절개를 만드는 것이 술자가 직접 만든 수정체낭원형절개에 비해 인공수정체의 중심이탈 및 경사를 줄이고, 수술 후 결과

에도 긍정적 영향을 준다는 보고가 있는 만큼, 수정체낭원형절개의 정확성이 수술 후 임상 결과에 미치는 영향이 크다고 할 수 있다.^{4,5,18} 그러나 Okada et al¹⁹은 90안의 수정체낭원형절개의 크기, 중심이탈 및 원형성을 분석하여 수술 후 구면렌즈대응치 및 난시에 미치는 영향에 대한 연구에서 0.4 mm 이상의 수정체낭원형절개 중심이탈은 0.25D의 구면렌즈대응치 변화와 관련이 있고, 불완전한 수정체낭원형절개로 인해 인공수정체의 광학부가 완전히 덮이지 않는 것은 수술 1개월에서 1년째 0.5D의 난시 변화와 관련이 있었지만, 결론적으로는 수정체낭원형절개의 원형성 및 중심성은 수술 1년 후의 굴절상태와 관련이 없다고 발표하였다.

본 연구에서는 수술 중 촬영한 수정체낭원형절개의 사진 분석을 통해 그 크기($p=0.01$)와 동공중심으로부터의 중심이탈 정도($p<0.001$)는 인공수정체의 중심이탈과 관련이 있다는 것을 선형회귀분석을 통해 알 수 있었다. 단순선형회귀분석상, 수정체낭원형절개의 크기가 1 mm 커질수록 인공수정체의 중심이탈은 0.11 mm 증가하고($\beta=0.11$), 수정체낭원형절개의 중심이탈이 1 mm 커질수록 인공수정체의 중심이탈은 0.39 mm 커지는 상관관계($\beta=0.39$)를 보였다. 이는 수정체낭원형절개의 크기가 커지고 중심이 이동하게 되면 수정체 전방이 인공수정체 광학부의 주변부를 지지하는 부분이 줄어들고 인공수정체의 광학부의 중심도 같이 이동하면서 전체적으로 인공수정체의 안정성을 떨어뜨리기 때문이라고 할 수 있다. 특히 중심을 벗어난 수정체낭원형절개는 수정체전방의 불균일한 수축력을 발생시켜 인공수정체의 중심이탈에 기여한다고 알려져 있다.²⁰ 또한 본 연구에서 수정체낭원형절개의 크기 및 중심이탈은 인공수정체의 경사도와는 관계가 없었는데($p=0.69$, $p=0.52$), 이는 62안에서 시행한 수정체낭원형절개의 파열이 없었고, 비교적 원형의 모양으로 인공수정체 광학부의 주변부를 지지했기 때

문인 것으로 생각된다. 실제로 수정체낭원형절개와 인공수정체 광학부의 겹치는 부분이 균일하지 않으면 인공수정체의 경사가 커지고, 이것이 백내장 수술 후의 후낭혼탁 발생률을 증가시키는 것으로 알려져 있다.^{21,22}

한편 본 연구에서 수정체낭원형절개의 크기 및 중심이탈이 인공수정체의 중심이탈에 영향을 미치는 것으로 나타났지만, 이러한 인공수정체의 중심이탈 및 경사도가 수술 후의 임상 결과에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 단순선형회귀분석을 시행하였을 때, 수술 후의 나안시력, 최대교정시력, 난시 및 고위수차와는 모두 통계적으로 유의한 관련성이 없었다($p>0.05$). 이것은 수정체낭원형절개가 완전하지 않아 인공수정체의 위치 안정성이 약간 떨어진다고 해도 수술 후의 최대교정시력 및 고위수차 등의 임상 결과는 큰 차이가 없다는 것으로 해석할 수 있다. 본 연구 결과는 펨토초레이저를 이용하여 수정체낭원형절개를 한 군과 수기로 수정체낭원형절개를 한 군의 인공수정체 중심이탈 정도는 펨토초레이저를 이용한 군에서 의미 있게 적은 인공수정체 중심이탈을 보였음에도 불구하고, 수술 후의 예상굴절력, 나안시력 및 최대교정시력은 두 군 간의 차이가 없었다는 Miháltz et al²³의 연구 결과와 비슷한 연구결과를 보여주고 있다. Baumeister et al²도 구면인공수정체와 비구면인공수정체의 경사도와 중심이탈이 수술 후의 고위수차에 미치는 영향에 대한 연구에서 두 군 간의 경사도와 중심이탈 정도가 차이가 없었을 뿐 아니라, 수술 후 고위수차에 대해서도 영향이 없다고 하였다.

인공수정체의 중심이탈 및 경사도가 수술 후 시력 및 고위수차에 미치는 영향에 대한 기존 연구에 따르면, Korynta et al³은 인공수정체가 1 mm 이상의 중심이탈이 있거나, 5° 이상의 경사가 있을 때 난시유발이 된다고 보고하였다. Piers et al²⁴은 인공수정체가 0.8 mm 이내의 중심이탈 및 10° 이내의 경사가 있을 때는 고위수차 등 시력의 질에 영향을 끼치지 않는다고 하였고, Kozaki et al²⁵은 각막중심으로부터 평균 0.68 ± 0.33 mm의 중심이탈과 $7.53 \pm 3.03^\circ$ 의 경사도를 보인 인공수정체의 위치는 0.4D 이내의 난시를 유발했으나 이것은 시력에 큰 영향을 미치지 않는다는 보고를 하였다.

본 연구에서 62안 중의 인공수정체 중심이탈 최대거리는 0.71 mm이고, 최대 경사각도는 4.2°로 앞서 언급한 Korynta et al³과 Piers et al²⁴의 수술 후 임상 결과에 영향을 끼칠 수 있는 범위를 모두 벗어나지 않았다. 숙련된 한 술자에 의해 행해진 백내장 수술이고, 수술 중 및 수술 후의 합병증이 없는 경우만 연구에 포함되어 있기 때문에 인공수정체의 중심이탈 및 경사가 크게 발생하지 않은 것으로 생각되며 이로 인해 수술 후 임상 결과에 큰 영향을 끼치지 않았을 가

능성도 있다. 따라서 향후 인공수정체의 중심이탈 및 경사도의 범위가 더 넓고, 더 많은 안수의 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 수술 중의 수정체낭원형절개의 크기를 측정할 때에 안구 밖에 있는 자로 그 길이를 측정하였는데, 불룩한 각막 및 전방수의 굴절로 인해 실제 수정체낭원형절개의 크기보다 확대되어 보이므로, 전안부 사진에서 측정된 값이 실제 값보다 클 수 있다는 것이다. 또한 수정체낭원형절개와 인공수정체의 중심이탈을 모두 산동된 동공의 중심을 기준으로 하여 언급하였으나, 이러한 산동된 동공의 중심이 각막의 중심 및 수정체낭의 중심과 정확히 일치하지 않을 수 있기 때문에 실제적인 중심이탈과 차이가 있을 수 있다. 그리고 본 연구는 평균 경과관찰 기간이 3개월로 짧았으므로, 1년 이상의 장기 경과관찰을 한다면 인공수정체 위치 안정성과 수술 후 임상 결과에 관련이 있을 가능성도 있다. 또한 눈부심 및 달무리 등의 야간시력 장애를 포함한 시력의 질을 함께 측정하는 것도 도움이 될 것으로 생각된다. 결론적으로, 술 중 수정체낭원형절개의 크기 및 중심이탈은 술 후 인공수정체의 중심이탈에 유의한 영향을 미치지 않지만, 미세한 인공수정체의 중심이탈과 경사도의 차이는 술 후 시력 및 난시, 고위 수차 등의 임상 결과에 큰 영향을 주지 않는 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F. Anterior capsule contraction and intraocular lens decentration and tilt after hydrogel lens implantation. *Br J Ophthalmol* 2001;85:1294-7.
- 2) Baumeister M, Bühren J, Kohnen T. Tilt and decentration of spherical and aspheric intraocular lenses: effect on higher-order aberrations. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:1006-12.
- 3) Korynta J, Bok J, Cendelin J, Michalova K. Computer modeling of visual impairment caused by intraocular lens misalignment. *J Cataract Refract Surg* 1999;25:100-5.
- 4) Kránitz K, Miháltz K, Sándor GL, et al. Intraocular lens tilt and decentration measured by Scheimpflug camera following manual or femtosecond laser-created continuous circular capsulotomy. *J Refract Surg* 2012;28:259-63.
- 5) Kránitz K, Takacs A, Miháltz K, et al. Femtosecond laser capsulotomy and manual continuous curvilinear capsulorrhexis parameters and their effects on intraocular lens centration. *J Refract Surg* 2011;27:558-63.
- 6) Lee WS, Han SY, Lee KH. Comparison of Laser Refractive Cataract Surgery with a Femtosecond Laser Versus Conventional Phacoemulsification. *J Korean Ophthalmol Soc* 2013;54:1127-35.
- 7) Seo SJ, Lee DH, Joo CK. The effect of a capsular tension ring on decentration and tilting of intraocular lenses after cataract surgery. *J Korean Ophthalmol Soc* 2002;43:29-34.
- 8) Cha YD, Oh SH, Lee DH. Comparative assessment of clinical results in various acrylate IOLs. *J Korean Ophthalmol Soc* 2006;

- 47:740-7.
- 9) Choi YJ, Chung SK. Comparison of decentration and tilt in foldable acrylic intraocular lenses. J Korean Ophthalmol Soc 2006; 47:37-41.
- 10) Lee JY, Lee SH, Chung SK. Decentration, tilt and anterior chamber depth: aspheric vs spheric acrylic intraocular lens. J Korean Ophthalmol Soc 2009;50:852-7.
- 11) de Castro A, Rosales P, Marcos S. Tilt and decentration of intraocular lenses in vivo from Purkinje and Scheimpflug imaging. Validation study. J Cataract Refract Surg 2007;33:418-29.
- 12) Kumar DA, Agarwal A, Prakash G, et al. Evaluation of intraocular lens tilt with anterior segment optical coherence tomography. Am J Ophthalmol 2011;151:406-12.e2.
- 13) Zhang Q, Jin W, Wang Q. Repeatability, reproducibility, and agreement of central anterior chamber depth measurements in pseudophakic and phakic eyes: optical coherence tomography versus ultrasound biomicroscopy. J Cataract Refract Surg 2010;36:941-6.
- 14) Mura JJ, Pavlin CJ, Condon GP, et al. Ultrasound biomicroscopic analysis of iris-sutured foldable posterior chamber intraocular lenses. Am J Ophthalmol 2010;149:245-52.e2.
- 15) Li L, Wang K, Yan Y, et al. Research on calculation of the IOL tilt and decentration based on surface fitting. Comput Math Methods Med 2013;2013:572530.
- 16) Ohmi S. Decentration associated with asymmetric capsular shrinkage and intraocular lens size. J Cataract Refract Surg 1993;19:640-3.
- 17) Gimbel HV, Neuhann T. Development, advantages, and methods of the continuous circular capsulorhexis technique. J Cataract Refract Surg 1990;16:31-7.
- 18) Friedman NJ, Palanker DV, Schuele G, et al. Femtosecond laser capsulotomy. J Cataract Refract Surg 2011;37:1189-98.
- 19) Okada M, Hersh D, Paul E, van der Straaten D. Effect of centration and circularity of manual capsulorhexis on cataract surgery refractive outcomes. Ophthalmology 2014;121:763-70.
- 20) Masket S. Postoperative complications of capsulorhexis. J Cataract Refract Surg 1993;19:721-4.
- 21) Ravalico G, Tognetto D, Palomba M, et al. Capsulorhexis size and posterior capsule opacification. J Cataract Refract Surg 1996;22:98-103.
- 22) Hollick EJ, Spalton DJ, Meacock WR. The effect of capsulorhexis size on posterior capsular opacification: one-year results of a randomized prospective trial. Am J Ophthalmol 1999;128:271-9.
- 23) Miháltz K, Knorz MC, Alió JL, et al. Internal aberrations and optical quality after femtosecond laser anterior capsulotomy in cataract surgery. J Refract Surg 2011;27:711-6.
- 24) Piers PA, Weeber HA, Artal P, Norrby S. Theoretical comparison of aberration-correcting customized and aspheric intraocular lenses. J Refract Surg 2007;23:374-84.
- 25) Kozaki J, Tanihara H, Yasuda A, Nagata M. Tilt and decentration of the implanted posterior chamber intraocular lens. J Cataract Refract Surg 1991;17:592-5.

= 국문초록 =

백내장 수술에서 수정체낭원형절개와 인공수정체의 중심이탈 및 경사가 임상 결과에 미치는 영향

목적: 백내장 수술 후 수정체낭원형절개와 인공수정체의 중심이탈 및 경사도가 술 후 임상 결과에 미치는 영향을 알아보고자 한다.
대상과 방법: 백내장 수술을 받은 환자 52명 62안을 대상으로 술 전과 술 후 3개월의 나안 및 교정시력, 현성굴절검사를 시행하였다. 술 후 3개월에 전안부 사진을 촬영하여 인공수정체의 중심이탈 정도를 분석하고, 전안부단층촬영을 하여 인공수정체의 경사도를 분석하여, 술 후 나안시력, 교정시력 및 고위수차와의 관련성을 분석하였다. 또한 술 중 수정체낭원형절개의 크기 및 중심이탈을 측정하여 술 후 인공수정체의 위치 변화와의 연관성을 알아보았다.

결과: 술 중 평균 수정체낭원형절개의 크기는 5.40 ± 0.51 mm (4.12–6.24 mm), 중심이탈은 0.30 ± 0.19 mm (0.09–1.21 mm)였으며, 술 후 평균 인공수정체의 중심이탈은 0.23 ± 0.15 mm (0.00–0.71 mm), 경사도는 $1.43 \pm 0.73^\circ$ (0.00–4.22°)로 측정되었다. 술 중 수정체낭원형절개의 크기 및 중심이탈 정도는 술 후 인공수정체의 중심이탈과는 유의한 관련성을 보였으나($p=0.01$, $p<0.001$), 술 후 인공수정체의 경사도와는 관련이 없었다($p=0.69$, $p=0.52$). 술 후 인공수정체의 중심이탈 및 경사도는 술 후 시력, 난시 및 고위수차와는 유의한 관련성을 보이지 않았다($p>0.05$).

결론: 술 중 수정체낭원형절개의 크기 및 중심이탈은 술 후 인공수정체의 중심이탈에 영향을 미치지만, 인공수정체의 중심이탈과 경사도는 술 후 임상 결과에 큰 영향을 주지 않는 것으로 생각한다.

(대한안과학회지 2016;57(4):575–581)
