

소수성 인공수정체와 친수성 인공수정체의 Nd:YAG 레이저 후낭 절개술 시행률 비교

Comparison of Nd:YAG Capsulotomy Rates between Hydrophobic and Hydrophilic Intraocular Lenses

최미현 · 김선영 · 이미연 · 이영춘 · 김수영

Mihyun Choi, MD, Sun Young Kim, MD, Mee Yon Lee, MD, PhD,
Young-Chun Lee, MD, PhD, Su-Young Kim, MD, PhD

가톨릭대학교 의과대학 의정부성모병원 안과 및 시과학교실

*Department of Ophthalmology and Visual Science, Uijeongbu St. Mary's Hospital, College of Medicine,
The Catholic University of Korea, Uijeongbu, Korea*

Purpose: To compare neodymium-doped yttrium aluminum garnet (Nd:YAG) laser capsulotomy rates between hydrophobic and hydrophilic intraocular lenses.

Methods: The present retrospective study enrolled patients who received cataract surgery from a single surgeon between July 2006 to December 2009. Patients included in the study were implanted with SA60AT hydrophobic spherical intraocular lenses (Alcon, Fort Worth, TX, USA, 268 eyes) or I-FLEX hydrophilic spheric intraocular lenses (i-Medical®, Ophthalmic International Heidelberg GmbH, Mannheim, Germany, 331 eyes). The Nd:YAG capsulotomy rates and best-corrected visual acuity (BCVA) were compared between the two groups for 2 years after the operation.

Results: The mean follow-up period was 23.5 months and 22.6 months and the mean age was 68.6 years and 70.3 years in the SA60AT and I-FLEX groups, respectively. Follow-up periods were longer in the SA60AT group ($p = 0.035$), but ages were not significantly different between the two groups ($p = 0.367$). Nd:YAG laser capsulotomy rates were 6.3% in the SA60AT group and 11.2% in the I-FLEX group. Nd:YAG laser capsulotomy rates were significantly higher in the I-FLEX group ($p = 0.020$). BCVA before and after the Nd:YAG laser capsulotomy was not significantly different.

Conclusions: Nd:YAG laser capsulotomy rates were higher in the I-FLEX hydrophilic spheric intraocular lens group than in the SA60AT hydrophobic spheric intraocular lens group. Adhesion between capsular bag and intraocular lens by bioadhesive character of hydrophobic acrylic intraocular lens may contribute to the prevention of lens epithelial migration and posterior capsule opacification.

J Korean Ophthalmol Soc 2016;57(7):1063-1070

Keywords: Hydrophilic intraocular lens, Hydrophobic intraocular lens, Nd:YAG capsulotomy, Posterior capsule opacification

■ Received: 2016. 3. 10.

■ Revised: 2016. 5. 17.

■ Accepted: 2016. 6. 15.

■ Address reprint requests to **Su-Young Kim, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, The Catholic University of
Korea Uijeongbu St. Mary's Hospital, #271 Cheonbo-ro,
Uijeongbu 11765, Korea
Tel: 82-31-820-3110, Fax: 82-31-847-3418
E-mail: cassiopeia-su@hanmail.net

백내장 수술 후 발생하는 후낭 혼탁을 줄이기 위한 여러 가지 방법이 연구되었으나 여전히 후낭 혼탁은 성공적인 백내장 수술 후 발생하는 가장 흔한 합병증 중 하나이다.^{1,2} 이러한 후낭 혼탁은 수술 후 잔여 수정체 상피의 증식, 성장, 이동과 분화로 발생하며³ transforming growth factor- β (TGF- β) 등의 cytokines가 후낭 혼탁 발생에 영향을 주는 것으로 알려져 있다.⁴ 후낭 혼탁 치료로 neodymium-doped yt-

trium aluminum garnet (Nd:YAG) 레이저 후낭 절개술이 많이 이용되고는 있으나 황반 부종 및 망막 박리 등의 부작용이 보고되어 있어⁵ 수술 과정에서 최대한 후낭 혼탁을 줄이는 것이 가장 좋은 예방 및 치료법이라 할 수 있겠다.

인공수정체의 형태(design)⁶⁻⁹, 재질¹⁰⁻¹⁴ 그리고 백내장 수술 기법¹⁵⁻¹⁸의 차이가 수술 후 후낭 혼탁의 발생률의 차이에 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 수술 후 후낭혼탁은 인공수정체의 각진 광학부 후면 모서리 모양보다 둥근 광학부 후면 모서리 모양에서⁹, 소수성 아크릴 재질에서보다 친수성 아크릴 재질에서 잘 발생하며¹³ 수술 시 작은 크기의 원형전낭절개, 수정체 회전(rotation)을 동반한 수력분리술(hydrodissection), 수정체 피질(Cortex)의 깨끗한 제거(clean up) 등이 후낭 발생률을 낮출 수 있다.^{15,18}

2007년 친수성 일체형 아크릴 인공수정체의 형태를 각진 모서리(360° square edge)로 변형시킨 인공수정체가 기존의 친수성 일체형 아크릴 인공수정체에 비하여 후낭 발생 억제에 효과가 있는 것으로 밝혀졌으며,^{19,20} 광학부 후면의 날카롭고 절단된 모서리가 잔여 수정체 상피세포의 이동에 장벽 역할을 하는 것으로 알려졌다.⁹ 그러나 이러한 각진 모서리의 친수성 아크릴 인공수정체와 소수성 아크릴 인공수정체의 후낭 혼탁 발생 빈도를 비교해 보았을 때, 친수성 인공수정체의 후낭 혼탁 발생 빈도가 높았다는 보고도 있으며,²¹ 큰 차이를 보이지 않았다는 보고도 최근 발표되었다.²² 2015년 Kim and Park²³은 각진 모서리의 소수성 아크릴 인공수정체(SN60WF)와 친수성 아크릴 인공수정체(MI-60T)에서의 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률의 차이를 비교하여 소수성 인공수정체에서 후낭 혼탁 빈도가 낮음을 발표하였으나, SN60WF는 2개의 지지부(haptic)를 가진 형태이며, MI-60TM은 4개의 지지부(haptic)를 가지고 있다는 점에서 형태적으로 같은 조건에서 재질을 비교하기에는 제한이 있었다.

이에 본 연구에서는 국내에서 흔하게 사용하고 있는 서

로 다른 재질의 같은 디자인(2개의 지지부와 각진 광학부 후면 모서리)을 가진 구면 아크릴 인공수정체(AcrySof[®], SA60AT, Alcon Inc., Fort Worth, TX, USA)와 I-Medical[®] I-FLEX (i-Medical[®] Ophthalmic International Heidelberg GmbH, Mannheim, Germany)를 백내장 수술과 함께 안구내 후방에 삽입한 이후 추적관찰하며 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률의 차이 및 후낭 혼탁 발생 위험 인자들을 비교해 보았다.

대상과 방법

2006년 7월 1일부터 2009년 12월 31일까지 성인성 및 노년성 백내장을 진단 받고 수정체 초음파 유화술 및 인공수정체 삽입술을 시행 받은 환자 중 소수성 구면 인공수정체인 SA60AT (Alcon, Fort Worth, TX, USA)를 삽입한 268안과 친수성 구면 인공수정체 I-FLEX (I-Medical[®], Ophthalmic International Heidelberg GmbH, Mannheim, Germany)를 삽입한 331안을 대상으로 의무기록을 후향적으로 조사하였다. 수술 후 6개월 이상 경과 관찰 가능했던 환자만 연구 대상에 포함하였다. 망막 혹은 녹내장 수술과 병행하여 수술을 시행한 사람은 제외하였으며, 백내장 수술 이전 수술이 필요하지 않았던 안외상 과거력이 있는 환자는 포함하였다. 연령은 백내장 수술 당시의 연령을 기준으로 하였으며, 당뇨병의 유무와 성별, 안축장, 굴절교정 수술력, 안외상력을 확인하였다. 대상 환자 중 인공수정체를 공막 고정한 경우, 선천백내장, 염증에 의한 이차성 백내장, 포도막염, 녹내장, 망막수술의 과거력이 있는 경우는 모두 제외하였다.

인공수정체는 AcrySof[®] SA60AT (Alcon Inc.)와 I-Medical[®] I-FLEX (I-Medical[®] Ophthalmic International Heidelberg GmbH)를 이용하였으며, 수술 시 무작위로 수술 순서가 짝수째의 환자의 경우 AcrySof[®] SA60AT를, 홀수인 경우 I-Medical[®] I-FLEX 인공수정체를 선택하였다(Table 1) (Fig. 1). AcrySof[®]

Table 1. Overview of intraocular lens characteristics

	SA60AT	I-FLEX
Type	Ultraviolet absorbing single-piece hydrophobic acrylic IOL	Ultraviolet absorbing single-piece hydrophilic acrylic IOL
Optic material	Copolymer of phenylethyl acrylate and phenylethyl methacrylate	Copolymer of 2-hydroxyethyl methacrylate and methylmethacrylate
Optic type	Biconvex/Spherical	Biconvex/Spherical
Edge type	Sharp-edged optic interrupted at the optic-haptic junction	360° squared posterior optic edges
Overall length (mm)	13.0	12.0
Optic diameter (mm)	6.0	6.0
Haptic material	Same as optic	Same as optic
Haptic angulation (degree)	0	0

IOL = intraocular lens.

SA60AT는 일체형 소수성 구면 아크릴 인공수정체로 광학부는 biconvex 형태이며, 후면부는 광학부와 지지부의 연결부위를 제외하고 날카로운 모서리(sharp edges) 형태를 띤다. 광학부의 지름은 6.0 mm, 총 길이는 13.0 mm이다. I-Medical® I-FLEX는 일체형 친수성 구면 아크릴 인공수정체로 광학부는 SA60AT와 같은 biconvex 형태이며, 후면부는 광학부와 지지부의 연결부위를 포함하여 360° 각진 모서리(squared posterior optic edges) 형태이다. 광학부의 지름은 6.0 mm, 총 길이는 12.0 mm로, SA60AT에 비하여 1 mm 짧다.

수술은 국소 점안마취하에 수정체 초음파유화술과 인공수정체 삽입술이 시행되었다. 이측(Temporal)에서 2.8 mm blade로 각막 투명 절개창을 만든 후 수정체낭 절개용 포셉(forceps)을 이용하여 원형전낭절개를 시행하였다. 관류액(balanced salt solution, BSS®, Alcon Laboratories, FortWorth, TX, USA)을 사용하여 수력분리술과 수력분층술을 시행하였다. 모든 환자는 동일한 기계(INFINITI® Vision System, Alcon Laboratories, Fort Worth, TX, USA)를 사용하여 수정체유화술을 시행하였으며, 점탄 물질 및 잔류피질은 관류

흡입기(irrigation & aspiration, I & A)로 충분히 제거함을 원칙으로 하였다. 후낭 polishing을 시행한 후 인공수정체는 수정체낭 내에 삽입하였다. 남은 점탄 물질은 관류흡입기로 제거하였으며 평형염액을 이용하여 안구 긴장도를 유지하고 각막 절개부위는 10-0 nylon으로 봉합하였다. 수술 후 1개월 동안 0.5% levofloxacin (Oculevo®, Samil, Seoul, Korea)와 1% prednisolone acetate 점안액(Pred forte®, Allergan, Irvine, CA, USA)을 하루 4회 점안하였다. 백내장 수술 후 외래 내원 시 세극등 현미경의 역반사조명을 이용하여 후낭혼탁 발생유무를 확인하였고, 최대교정시력에서 3줄 이상의 시력감소를 보이고, 세극등 현미경 검사상 황반부 이상소견이 나타나지 않으며, 저명한 후낭혼탁이 관찰되는 경우에 Nd:YAG laser를 이용한 후낭절개술을 시행하였다.

인공수정체의 종류에 따른 Nd:YAG 레이저 후낭절개술의 빈도와 연령, 성별, 당뇨병의 유무, 안축장, 안외상의 기왕력, 굴절수술의 기왕력에 따른 후낭절개술의 상관관계를 분석하였다. 또한 레이저 후낭 절개술을 시행한 날(시행 전)의 최대교정시력(logMAR)과 레이저 후낭절개술을 시행한 후 1주 후 최대교정시력을 서로 비교하였다. 통계분석은 IBM SPSS Statistics version 22.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하였으며, 대응표본 *t*-검정, 카이제곱 검정, 다변량로지스틱 회귀분석(multivariate logistic regression) 등을 사용하여 분석하였다. 또한 Kaplan-Meier survival analysis를 통해 수술 후 추적 관찰기간에 따른 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률(survival rate)을 두 가지 인공수정체에서 비교해 보았다. *p*-value<0.05인 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

연구 대상은 총 452명 599안이었으며 이 중 남성은 211안, 여성은 388안으로 총 599안 중 54안(9.02%)에서 추적 관찰기간 중 레이저 후낭절개술을 시행하였다. SA60AT 인공수정체를 삽입한 군과 I-FLEX 인공수정체를 삽입한 군 사이를 비교해 보면(Table 2) 총 안수는 SA60AT 군에서 268

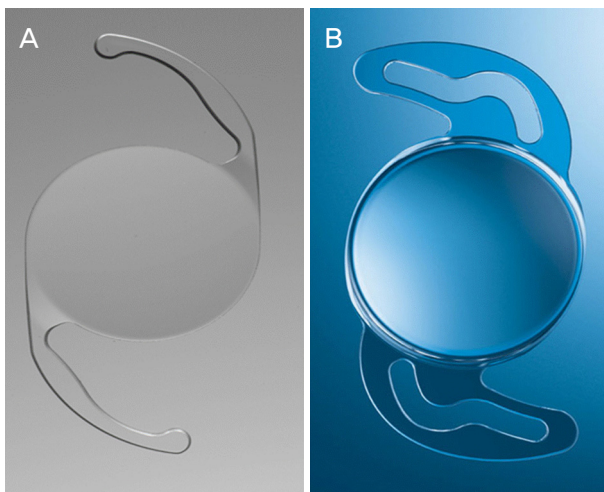


Figure 1. The hydrophobic intraocular lens and hydrophilic intraocular lens used in this study. (A) AcrySof® SA60AT (Alcon Inc., Fort Worth, TX, USA). (B) I-FLEX (i-Medical® Ophthalmic International Heidelberg GmbH, Mannheim, Germany).

Table 2. Patients' demographics

	SA60AT (n = 268)	I-FLEX (n = 331)	<i>p</i> -value
Mean age (years, range)	68.6 ± 12.9 (45-90)	70.3 ± 12.2 (42-92)	0.367*
Sex (male:female)	95:173	116:215	0.525†
DM (n, %)	21 (7.8)	29 (8.8)	0.317†
Right eye/Left eye (n)	145/123	156/175	0.157†
Mean follow up time (months, range)	23.5 ± 8.8 (6.3-36.2)	22.6 ± 10.1 (6.2-34.5)	0.035*

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

DM = diabetes mellitus.

*Independent *t*-test; †Chai-square test.

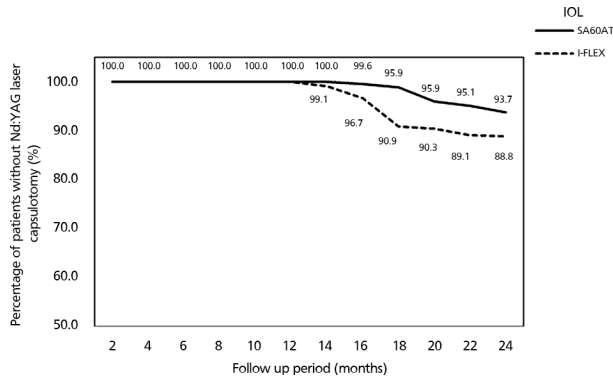


Figure 2. Kaplan-Meier survival plots for eyes not requiring neodymium-doped yttrium aluminum garnet (Nd:YAG) laser posterior capsulotomy. Percentage of eyes without Nd:YAG laser capsulotomy after cataract surgery. Kaplan-Meier survival analysis showed that the rate of capsulotomy was statistically significantly higher in the hydrophilic group than in the hydrophobic group ($p=0.02$). At postoperative 24 months, Nd:YAG laser capsulotomy rates were 6.3% in eyes with SA60AT and 11.2% in eyes with I-FLEX. IOL = intraocular lens.

안, I-FLEX 군에서 331안으로 I-FLEX를 삽입한 환자가 더 많았으며 평균 나이는 두 군 간의 유의한 차이를 보이지 않았다. 성비(남성:여성) 및 당뇨병의 유무 역시 두 군 간의 차이는 있으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 각각의 추적 관찰 기간은 SA60AT 군에서 23.5 ± 8.8 개월(6.3-36.2개월), I-FLEX 군에서 22.6 ± 10.1 개월(6.2-34.5개월)이며 유의하게 SA60AT 군에서 더 추적관찰 기간이 길었다($p=0.035$).

두 군에서 Nd:YAG 레이저 후낭절개술의 비율은 SA60AT 군에서 17/268 (6.3%), I-FLEX 군에서 37/331 (11.2%)로 친수성 아크릴 인공수정체인 I-FLEX에서 월등히 비율이 높았다($p=0.020$). 특히 I-FLEX 군은 수술 후 레이저 후낭절개술을 시행하기까지 걸린 시간이 평균 18.3 ± 11.6 개월(13.5-32.0개월)로, SA60AT 군의 20.1 ± 6.8 개월(15.8-30.5개월)에 비하여 짧았으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p=0.045$) (Table 3). Kaplan-Meier survival analysis를 통하여 시간 변화에 따른 두 군의 후낭절개술의 비율을 분석하였으며, I-FLEX 군에서 SA60AT 군에 비해 후낭절개술의 비율이 유의하게 높음을 확인할 수 있었다($p<0.01$) (Fig. 2). 두 군에서 모두

Table 3. The rate of Nd:YAG laser posterior capsulotomy and visual acuity in 2 intraocular lens groups (pre-laser & post-laser)

	SA60AT	I-FLEX	p-value
Nd:YAG capsulotomy eye/total eye (%)	17/268 (6.3)	37/331 (11.2)	0.020*
Mean time to Nd:YAG capsulotomy (months, range)	20.1 \pm 6.8 (15.8-30.5)	18.3 \pm 11.6 (13.5-32.0)	0.045†
Pre-laser mean BCVA	0.59 \pm 0.36	0.61 \pm 0.41	0.535†
post-laser mean BCVA	0.10 \pm 0.44	0.13 \pm 0.46	0.122†

Values are presented as mean \pm SD unless otherwise indicated.

Nd:YAG = neodymium-doped yttrium aluminum garnet; BCVA = best-corrected visual acuity as tested on the Snellen chart and transformed into the log MAR unit.

*Chai-square test; †Independent *t*-test.

Table 4. Clinical characteristics of eyes with or without Nd:YAG laser capsulotomy

	Total	Non-capsulotomy	Nd:YAG capsulotomy	p-value
Total No.	599	545	54	
Sex				
Male	211 (35.2)	191 (90.5)	20 (9.5)	0.165*
Female	388 (64.8)	354 (91.2)	34 (8.8)	
Age (years)	69.0 \pm 12.6 (42-92)	69.7 \pm 11.9 (45-92)	62.1 \pm 16.9 (42-89)	0.002†
DM	50 (8.3)	44 (88.0)	6 (12.0)	0.472*
Trauma history	14 (2.3)	10 (71.4)	4 (28.6)	0.312*
History of refractive surgery	59 (9.8)	45 (76.3)	14 (23.7)	0.121*
Axial length (mm)				
<22	9 (1.5)	9 (100.0)	0 (0)	
22-26	384 (64.1)	363 (94.5)	21 (5.5)	<0.001*
>26	206 (34.4)	173 (84.0)	33 (16.0)	
IOL				
SA60AT	268 (44.7)	251 (93.7)	17 (6.3)	
I-FLEX	331 (55.3)	294 (88.8)	37 (11.2)	0.020*

Values are presented as n (%) unless otherwise indicated.

Nd:YAG = neodymium-doped yttrium aluminum garnet; DM = diabetes mellitus; IOL = intraocular lens.

*Chai-square test between Non-capsulotomy group and Nd:YAG capsulotomy group; †Independent *t*-test between Non-capsulotomy group and Nd:YAG capsulotomy group.

레이저 후낭 절개술을 시행한 후 시력 개선을 보였으며, 각 군에서의 시술 전 및 시술 후의 최대교정시력은 통계적으로 큰 차이가 없었다(Table 3).

Nd:YAG 레이저 후낭절개술을 시행 받은 군과 시행 받지 않은 군을 비교해 보았을 때(Table 4), 평균연령은 후낭절개술 비시행군이 69.7 ± 11.9 세(45-92세), 시행군이 62.1 ± 16.9 세(42-89세)로 더 젊은 연령에서 후낭절개술을 시행하는 비율이 높음을 시사했다($p=0.002$). 이외에 성비, 당뇨, 외상 기왕력, 굴절수술률의 기왕력은 모두 두 군 간의 유의한 차이를 보이지 않았다. 안축장에 따른 환자군은 22 mm에서 26 mm 사이가 제일 많았으며, 안축장에 따른 레이저 후낭절개술 시행률을 비교하였을 때, 안축장이 길수록, 즉 근시안일수록 후낭절개술의 빈도가 통계적으로 유의하게 높았다($p<0.001$).

위의 통계적인 결과를 토대로 나이, 안축장, 인공수정체의 종류를 레이저 후낭절개술 시행률에 대한 독립변수로 고려하고, 다변량 로지스틱 회귀분석(multivariate logistic regression)으로 분석한 결과 인공수정체의 종류는 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행과 통계적으로 유의한 연관성이 있었다(odd ratio [OR]=1.852, 95% confidence interval [CI]=1.018-3.370, $p=0.014$).

고 찰

과거 수년간 백내장 수술 후 후낭혼탁 발생을 예방하기 위하여 수술 방법, 약물 치료 등의 여러 연구가 있었으나 어느 것도 완전히 효과적이고 안전한 방법으로 증명되지는 못하였다.²⁴ 이후 많은 연구가 인공수정체의 재질 혹은 디자인의 변화를 중심으로 이루어졌으며, 이에 따라 새로운 인공수정체가 생산되었다. 그리하여 현재까지 알려진 후낭혼탁 발생에 영향을 미치는 가장 큰 3가지 주 요소는 첫째는 수술 기법¹⁵⁻¹⁸, 둘째는 인공수정체의 모양⁶⁻⁹, 그리고 마지막은 인공수정체의 재질이다.¹⁰⁻¹⁴ 이 중 본 연구에서는 인공수정체의 재질을 비교하였으며, 동일한 디자인의 각진 모서리 광학부를 가진 친수성, 소수성 인공수정체를 비교하여 친수성 인공수정체(I-FLEX)에서 Nd:YAG 레이저 후낭절개술의 시행률이 높음을 알 수 있었다. 특히 I-FLEX 인공수정체를 삽입한 군의 추적기간이 SA60AT 인공수정체를 삽입한 군에 비해 추적 관찰기간이 더 짧았으며, 수술 이후 Nd:YAG 레이저 후낭 절개술을 시행한 시기를 비교했을 때 SA60AT 인공수정체 군에서 20.1 ± 6.8 개월, I-FLEX 인공수정체 군에서 18.3 ± 11.6 개월로 친수성 인공수정체를 삽입한 군에서 후낭혼탁이 더 조기에 발생할 수 있음을 시사하였다($p=0.045$).

현재까지 후낭혼탁의 발생 기전에 대한 연구는 꾸준히 시행되어 왔으며, 이러한 연구에 의하면 후낭혼탁은 백내장

수술 후 남아 있던 수정체 상피세포(lens epithelial cells)의 후낭에서의 단층 증식 및 수정체 상피세포의 중화엽 조직으로의 화생(mesenchymal transition)을 통한 섬유모세포나 근육섬유모세포의 발생에 기인하는 것으로 알려져 있다.³ 또한 수술 중 혈액방수장벽의 파괴 및 염증반응으로 전방 내 유리된 transforming growth factor- β (TGF- β) 및 fibroblast growth factor-2 (FGF-2) 등의 사이토카인이 이러한 수정체 상피세포의 증식을 촉진시키는 것으로 알려져 있다.⁴

인공수정체의 모양에 따른 후낭혼탁의 발생률에 대한 기존의 연구에서 광학부 후면의 날카로운 모서리가 후낭혼탁을 억제하는 것으로 알려진 바 있으며,^{9,25} 이러한 날카로운 모서리가 후낭 혼탁을 억제하는 기전은 두 가지 이론으로 설명되고 있다. 하나는 압박 이론(compression theory)으로 각진 모서리와 후낭 사이의 기계적인 접촉압력이 세포의 이동을 억제한다는 이론이다.²⁶ 또 하나는 날카로운 모서리로 인해 후낭의 날카로운 접힘(sharp capsular bend)이 발생하고 이로 인해 수정체 상피세포의 이동이 제한된다는 이론이다.²⁷ 본 연구에서 사용된 친수성, 소수성 인공수정체는 모두 동일한 각진 광학부 후면 모서리를 가지고 있으나, 소수성 인공수정체인 SA60AT는 광학부-지지부의 연결 부위에서 이러한 각진 후면 모서리를 유지하지 못하는 특성을 띠고 있다. 이는 각진 모서리의 인공수정체가 가지고 있는 수정체 상피세포 이동의 장벽 기능이 감소된 형태로 생각할 수 있으며, 이러한 광학부-지지부 연결부위에서 후낭으로의 수정체 상피세포 이동이 용이할 것으로 생각할 수 있다.²⁸ 실제로 한 연구에서 360° 각진 모서리를 소수성 인공수정체와 광학부-지지부 연결부위에서만 각진 후면 모서리가 없는 소수성 인공수정체를 비교하였을 때, 360° 각진 모서리를 가진 인공수정체에서 후낭 혼탁 발생률이 낮았다.²⁸ 이번 연구에서 주의 깊게 볼 점은 본 연구에서 사용된 친수성 인공수정체는 360° 각진 후면부 모서리를 가지고 있는 반면, 소수성 인공수정체는 광학부-지지부의 연결 부위에서는 각진 후면부 모서리가 없음에도 불구하고, 친수성 인공수정체에서 Nd:YAG 레이저 후낭절개술을 시행한 비율이 높았다는 것이다. 이는 인공수정체의 모양으로 얻을 수 있는 후낭혼탁 예방 효과보다 인공수정체의 재질이 후낭혼탁 발생에 미치는 영향이 더 클 수 있음을 시사한다.

현재 사용되고 있는 소수성 아크릴 인공수정체는 생체유착적(bio-adhesive) 성질을 가지고 있으며, 이러한 성질로 인하여 후낭과 인공수정체가 유착함으로써 수정체 상피세포의 이동을 막아 후낭혼탁을 덜 유발하는 것으로 알려져 있다.^{29,30} 반면 친수성 아크릴 인공수정체에서는 수정체 상피세포의 증식이 활발하여 수술 후 남아있는 수정체 적도부의 수정체 상피세포들이 후낭과 인공수정체 사이로 증식하

면서 후낭과 인공수정체의 유착을 막고 이러한 인공수정체 후방 공간으로 더욱 수정체 상피세포의 증식이 이루어져 결국 후낭 혼탁을 유발하게 된다.³¹

본 연구의 대상은 소수성 아크릴 재질의 인공수정체인 SA60AT를 삽입한 군 268안, 친수성 아크릴 재질의 인공수정체인 I-FLEX를 삽입한 군 331안으로 총 599안이며, 이는 국내에 보고된 인공수정체 관련 보고들에 비해 더 많은 숫자로 조금 더 일반성을 가질 것으로 생각한다. 본 연구에서 사용한 소수성 인공수정체인 SA60AT를 삽입한 군에서 Nd:YAG 레이저 후낭절개술의 시행률을 보고한 다른 연구들을 보면, Leydolt et al³²은 3년간의 추적관찰 기간 동안 26.1%, Chang et al³³은 5년에서 7년간의 추적관찰 기간 동안 10%, Iwase et al³⁴은 2년간의 추적관찰 기간 동안 2.0%의 환자에서 레이저 후낭 절개술을 시행한 것으로 보고하였다. 본 연구의 SA60AT의 Nd:YAG 레이저 후낭 절개술의 시행률은 2년간의 추적기간 내에 6.3%로 각 연구마다 레이저 후낭절개술의 시행률에는 차이가 있었으나, Nd:YAG 레이저 후낭 절개술은 후낭혼탁이 있으면서 주관적인 시력저하를 호소하고 레이저 시술에 동의한 환자들에서 시행하였으므로, 단순히 시행률을 비교하기에는 무리가 있을 것으로 생각한다. 친수성 인공수정체인 I-FLEX를 삽입한 군에서의 Nd:YAG 레이저 후낭절개술의 시행률은 다른 연구에서 다루어지지 않아 비교할 수 없었다.

본 연구에서 인공수정체 재질 이외에 다른 요소로서는 젊은 나이, 근시(안축장이 길수록)가 Nd:YAG 레이저 후낭 절개술과 연관성을 보였으나 성별, 당뇨병의 유무, 외상의 과거력, 굴절수술의 과거력 등은 연관성을 보이지 않았다. 후낭 혼탁의 발생기전을 고려할 때 세포의 증식, 재생, 이동능력 등의 활성도가 높은 젊은 연령에서 후낭혼탁 발생률이 높을 것으로 기대되었으며³⁵, 여러 연구들에서도 젊은 연령에서 후낭혼탁 발생률이 높음이 보고된 바 있다.^{36,37} 근시와 후낭혼탁 발생과의 관련성에 대해서는 논란이 많으며, 기존 연구에서 고도 근시안에서 Nd:YAG 레이저 후낭절개술의 빈도가 높다고 보고된 경우도 있으나,³⁸ 관련성이 없다고 보고된 연구도 있다.³⁹

본 연구는 재질만 다른 두 가지 유사한 인공 수정체, 즉 6 mm의 동일한 광학부 길이를 가지고 동일한 각진 광학부 후면을 가지며 2개의 지지부(haptic)를 가진 동일한 형태의 1-piece 구면 인공수정체 두 종류(Table 1)에서 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률을 비교한 국내 최초의 연구로써, 인공수정체의 표면 재질의 특성이 후낭혼탁 발생에 미치는 영향을 정확히 비교하고자 하였다. 그러나 소수성 인공수정체에서 광학부와 지지부의 연결부위에 각진 광학부가 유지되지 않아 후면부의 모서리에 두 군 간에 차이가 있었던 것

은 본 연구의 제한점이라 할 수 있겠다. 또한 Nd:YAG 레이저를 시행하기 직전의 최대교정시력을 비교함으로써, 각 군의 최대교정의 시력 비교 시점이 서로 맞지 않는다는 제한점이 있다. 즉, 실제로는 친수성 군에서 더 조기에 Nd:YAG 레이저 후낭 절개술을 시행하였기 때문에 두 군의 시력 비교 시점을 일치시키면 두 군의 최대교정시력의 차이가 더욱 크게 측정되었을 가능성을 배제할 수 없다. 또한 본 연구는 Nd:YAG 레이저 후낭 절개술의 시행률로 후낭 혼탁의 유무를 간접적으로 추정한 것으로, 이런 방법이 모든 후낭 혼탁을 연구대상에 포함하지 못하였을 가능성도 크다.

결론적으로 본 연구를 통하여 같은 모양을 가진 서로 다른 재질의 소수성, 친수성 구면 인공수정체에서 친수성 구면 인공수정체 I-FLEX를 삽입했을 때가 소수성 구면 인공수정체 SA60AT를 삽입했을 때보다 Nd:YAG 레이저 후낭 절개술의 시행률이 높았음을 알 수 있었다.

REFERENCES

- 1) Apple DJ, Solomon KD, Tetz MR, et al. Posterior capsule opacification. *Surv Ophthalmol* 1992;37:73-116.
- 2) Schaumberg DA, Dana MR, Christen WG, Glynn RJ. A systematic overview of the incidence of posterior capsule opacification. *Ophthalmology* 1998;105:1213-21.
- 3) Marcantonio JM, Vrsen GF. Cell biology of posterior capsular opacification. *Eye (Lond)* 1999;13(Pt 3b):484-8.
- 4) Meacock WR, Spalton DJ, Stanford MR. Role of cytokines in the pathogenesis of posterior capsule opacification. *Br J Ophthalmol* 2000;84:332-6.
- 5) Aslam TM, Devlin H, Dhillon B. Use of Nd:YAG laser capsulotomy. *Surv Ophthalmol* 2003;48:594-612.
- 6) Sterling S, Wood TO. Effect of intraocular lens convexity on posterior capsule opacification. *J Cataract Refract Surg* 1986;12:655-7.
- 7) Born CP, Ryan DK. Effect of intraocular lens optic design on posterior capsular opacification. *J Cataract Refract Surg* 1990;16:188-92.
- 8) Yamada K, Nagamoto T, Yozawa H, et al. Effect of intraocular lens design on posterior capsule opacification after continuous curvilinear capsulorhexis. *J Cataract Refract Surg* 1995;21:697-700.
- 9) Kohnen T, Fabian E, Gerl R, et al. Optic edge design as long-term factor for posterior capsular opacification rates. *Ophthalmology* 2008;115:1308-14, 1314.e1-3.
- 10) Ursell PG, Spalton DJ, Pande MV, et al. Relationship between intraocular lens biomaterials and posterior capsule opacification. *J Cataract Refract Surg* 1998;24:352-60.
- 11) Hollick EJ, Spalton DJ, Ursell PG, et al. The effect of polymethylmethacrylate, silicone, and polyacrylic intraocular lenses on posterior capsular opacification 3 years after cataract surgery. *Ophthalmology* 1999;106:49-54; discussion 54-5.
- 12) Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F. Changes in posterior capsule opacification after poly(methyl methacrylate), silicone, and acrylic intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:817-24.
- 13) Kugelberg M, Wejde G, Jayaram H, Zetterström C. Posterior cap-

- sule opacification after implantation of a hydrophilic or a hydrophobic acrylic intraocular lens: one-year follow-up. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:1627-31.
- 14) Johansson B. Clinical consequences of acrylic intraocular lens material and design: Nd:YAG-laser capsulotomy rates in 3 x 300 eyes 5 years after phacoemulsification. *Br J Ophthalmol* 2010;94:450-5.
- 15) 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.
- 16) Apple DJ, Peng Q, Visessook N, et al. Surgical prevention of posterior capsule opacification. Part 1: Progress in eliminating this complication of cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:180-7.
- 17) Peng Q, Apple DJ, Visessook N, et al. Surgical prevention of posterior capsule opacification. Part 2: Enhancement of cortical cleanup by focusing on hydrodissection. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:188-97.
- 18) Vasavada AR, Raj SM, Johar K, Nanavaty MA. Effect of hydrodissection alone and hydrodissection combined with rotation on lens epithelial cells: surgical approach for the prevention of posterior capsule opacification. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:145-50.
- 19) Werner L, Mamalis N, Pandey SK, et al. Posterior capsule opacification in rabbit eyes implanted with hydrophilic acrylic intraocular lenses with enhanced square edge. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:2403-9.
- 20) Nishi Y, Rabsilber TM, Limberger IJ, et al. Influence of 360-degree enhanced optic edge design of a hydrophilic acrylic intraocular lens on posterior capsule opacification. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:227-31.
- 21) Vasavada AR, Raj SM, Shah A, et al. Comparison of posterior capsule opacification with hydrophobic acrylic and hydrophilic acrylic intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:1050-9.
- 22) Bai L, Zhang J, Chen L, et al. Comparison of posterior capsule opacification at 360-degree square edge hydrophilic and sharp edge hydrophobic acrylic intraocular lens in diabetic patients. *Int J Ophthalmol* 2015;8:725-9.
- 23) Kim SH, Park CY. Comparison of Nd: YAG laser capsulotomy rates between implantation of two different aspheric intraocular lenses. *J Korean Ophthalmol Soc* 2015;56:190-8.
- 24) Awasthi N, Guo S, Wagner BJ. Posterior capsular opacification: a problem reduced but not yet eradicated. *Arch Ophthalmol* 2009;127:555-62.
- 25) Buehl W, Findl O. Effect of intraocular lens design on posterior capsule opacification. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:1976-85.
- 26) Nagamoto T, Fujiwara T. Inhibition of lens epithelial cell migration at the intraocular lens optic edge: role of capsule bending and contact pressure. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:1605-12.
- 27) Nishi O, Yamamoto N, Nishi K, Nishi Y. Contact inhibition of migrating lens epithelial cells at the capsular bend created by a sharp-edged intraocular lens after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:1065-70.
- 28) Nixon DR, Apple DJ. Evaluation of lens epithelial cell migration in vivo at the haptic-optic junction of a one-piece hydrophobic acrylic intraocular lens. *Am J Ophthalmol* 2006;142:557-62.
- 29) Katayama Y, Kobayakawa S, Yanagawa H, Tochikubo T. The relationship between the adhesion characteristics of acrylic intraocular lens materials and posterior capsule opacification. *Ophthalmic Res* 2007;39:276-81.
- 30) Lombardo M, Carbone G, Lombardo G, et al. Analysis of intraocular lens surface adhesiveness by atomic force microscopy. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:1266-72.
- 31) Barbour W, Saika S, Miyamoto T, Ohnishi Y. Biological compatibility of polymethyl methacrylate, hydrophilic acrylic and hydrophobic acrylic intraocular lenses. *Ophthalmic Res* 2005;37:255-61.
- 32) Leydolt C, Kriechbaum K, Schriebl S, et al. Posterior capsule opacification and neodymium:YAG rates with 2 single-piece hydrophobic acrylic intraocular lenses: three-year results. *J Cataract Refract Surg* 2013;39:1886-92.
- 33) Chang A, Behndig A, Rønbeck M, Kugelberg M. Comparison of posterior capsule opacification and glistenings with 2 hydrophobic acrylic intraocular lenses: 5- to 7-year follow-up. *J Cataract Refract Surg* 2013;39:694-8.
- 34) Iwase T, Nishi Y, Oveson BC, Jo YJ. Hydrophobic versus double-square-edged hydrophilic foldable acrylic intraocular lens: effect on posterior capsule opacification. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:1060-8.
- 35) Liu CS, Wormstone IM, Duncan G, et al. A study of human lens cell growth in vitro. A model for posterior capsule opacification. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1996;37:906-14.
- 36) Jamal SA, Solomon LD. Risk factors for posterior capsular pearlying after uncomplicated extracapsular cataract extraction and plano-convex posterior chamber lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 1993;19:333-8.
- 37) Elgohary MA, Dowler JG. Incidence and risk factors of Nd:YAG capsulotomy after phacoemulsification in non-diabetic and diabetic patients. *Clin Experiment Ophthalmol* 2006;34:526-34.
- 38) Kohonen S, Brauweiler P. First results of cataract surgery and implantation of negative power intraocular lenses in highly myopic eyes. *J Cataract Refract Surg* 1996;22:416-20.
- 39) Hayashi K, Yoshida M, Hayashi H. Posterior capsule opacification in myopic eyes. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:634-8.

= 국문초록 =

소수성 인공수정체와 친수성 인공수정체의 Nd:YAG 레이저 후낭 절개술 시행률 비교

목적: 백내장 수술 시 흔히 사용되는 소수성 구면 인공수정체와 친수성 구면 인공수정체의 수술 후 Nd:YAG 레이저 후낭 절개술 시행률을 비교하고자 한다.

대상과 방법: 2006년 7월 1일부터 2009년 12월 31일까지 한 명의 술자에 의해 시행된 노년성 백내장 수술 후 소수성 구면 인공수정체인 SA60AT (Alcon, Fort Worth, TX, USA)를 삽입한 268안과 친수성 구면 인공수정체인 I-FLEX (I-Medical®, Ophthalmic International Heidelberg GmbH, Mannheim, Germany)를 삽입한 331안을 수술 후 2년간의 Nd:YAG 레이저 후낭 절개술 시행률 및 레이저 후낭절개술 전후의 최대 교정시력을 후향적으로 비교하였다.

결과: 추적 기간은 SA60AT 인공수정체를 삽입한 군에서 평균 23.5개월, I-FLEX 인공수정체를 삽입한 군에서 평균 22.6개월로 SA60AT 인공수정체군에서 더 길었다($p=0.035$). 연령은 각각 평균 68.6세와 70.3세로 두 군 사이에 유의한 차이가 없었다($p=0.367$). 소수성 인공수정체군은 268안 중 17안(6.3%)에서, 친수성 인공수정체군은 331안 중 37안(11.2%)에서 레이저 후낭절개술을 시행하였으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p=0.020$). 레이저 후낭 절개술 전후의 최대 교정 시력은 두 군 간의 차이를 보이지 않았다.

결론: 친수성 구면 인공수정체에서 소수성 구면 인공수정체보다 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률이 높았다. 그 이유는 소수성 아크릴 인공수정체의 생체유착적 성질로 인해 후낭과 인공수정체가 유착함으로써 수정체 상피세포의 이동을 막아 후낭혼탁을 덜 유발하는 것으로 생각된다.

〈대한안과학회지 2016;57(7):1063-1070〉