

다른 재질의 비구면 인공수정체를 삽입한 이후, Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률의 비교

Comparison of Nd:YAG Laser Capsulotomy Rates between Implantation of Two Different Aspheric Intraocular Lenses

김성현 · 박철용

Sung Hyun Kim, MD, Choul Yong Park, MD, PhD

동국대학교 의과대학 일산병원 안과학교실

Department of Ophthalmology, Dongguk University Ilsan Hospital, Dongguk University College of Medicine, Goyang, Korea

Purpose: To compare neodymium-doped yttrium aluminum garnet (Nd:YAG) laser capsulotomy rates between 2 different aspheric intraocular lenses, SN60WF and MI-60, in patients who underwent cataract surgery.

Methods: This retrospective study included 404 eyes of 278 patients who were followed up for at least 6 months after cataract surgery. Gender, age, follow-up period and Nd:YAG laser capsulotomy rates between the 2 different intraocular lens groups were compared.

Results: The mean follow-up period was 28.1 months in the SN60WF group and 24.3 months in the MI-60 group and the mean age was 68.6 years and 71.3 years in each group, respectively. Follow-up period and age were significantly different between the 2 groups ($p < 0.01$). Nd:YAG laser capsulotomy rates were 5.6% (13 of 231 eyes) in the SN60WF group and 48% (83 of 173 eyes) in the MI-60 group. Nd:YAG laser capsulotomy rates were significantly higher in the MI-60 group ($p < 0.01$). Female gender and young age were associated with significantly increased Nd:YAG laser capsulotomy rates ($p < 0.01$); however, diabetes mellitus was not significantly associated with Nd:YAG laser capsulotomy rates.

Conclusions: Nd:YAG laser capsulotomy rates were higher in the MI60 hydrophilic aspheric intraocular lens group than the SN60WF hydrophilic aspheric intraocular lens group.

J Korean Ophthalmol Soc 2015;56(2):190-198

Key Words: Hydrophilic, Hydrophobic, Intraocular lens, Nd:YAG laser capsulotomy, Posterior capsular opacity

후낭혼탁은 백내장 수술 후 발생하는 시력 저하의 가장 흔한 원인 중 하나이다. 후낭혼탁이 시축에 발생할 경우, 심각한 시력 저하가 생길 수 있다. 지금까지 후낭혼탁의 발생을 줄이기 위한 수술적 방법으로 수정체 낭내의 수정체

상피 세포와 피질의 완벽한 제거, 광학부 크기보다 작은 원형전낭절개 직경, 완벽한 수력분리술 등이 제시되었다.¹⁻⁷ 또한 후낭혼탁의 발생을 줄이기 위해 인공수정체의 모양도 개선되었다. 광학부 후면 모서리 부분을 날카롭고 절단된 형태로 만드는 것이 후낭혼탁의 발생을 줄인다고 보고되었다.⁸ 인공수정체의 날카롭고 절단된 모서리는 capsular bend를 형성하고, 수정체 상피세포의 이동에 장벽 역할을 한다고 알려졌다.^{9,10} 인공수정체의 재질도 후낭혼탁 발생에 영향을 미치는 것으로 알려졌으며, 외국의 연구들에서 소수성 인공수정체보다 친수성 인공수정체에서 후낭혼탁이 더 잘 발생한다고 보고되었다.⁸⁻¹² 전신 질환 중에는 당뇨병이

■ Received: 2014. 5. 1. ■ Revised: 2014. 8. 10.

■ Accepted: 2015. 1. 28.

■ Address reprint requests to **Choul Yong Park, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Dongguk University Ilsan Hospital,
#27 Dongguk-ro, Ilsandong-gu, Goyang 410-773, Korea
Tel: 82-31-961-7395, Fax: 82-31-961-7977
E-mail: oph0112@gmail.com

© 2015 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.

후낭혼탁 발생률을 더 높인다고 보고되었다.¹³ 이 밖에 후낭혼탁 발생에 영향을 미치는 인자로 젊은 연령이 있는데, 아동에서 백내장 수술을 한 경우, 술 후 1년 째, 44%에서 후낭혼탁이 나타났으며, 술 후 2년 이내 거의 모든 환자에서 후낭혼탁이 발생했다는 보고가 있다.¹⁴

후낭혼탁은 Nd:YAG 레이저 후낭절개술로 효율적인 치료 가능하지만, Nd:YAG 레이저 후낭절개술은 인공수정체의 손상, 낭포황반부종, 망막박리 등의 부작용을 유발할 수 있다. 따라서 후낭혼탁의 발생률을 줄이는 것은 백내장 수술 관련 연구에서 중요한 과제로 여겨지고 있으며, 이에 관한 많은 연구가 진행되고 있다. 친수성 아크릴재질의 인공수정체인 CT Asphina 603P (Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany) 삽입군에서 수정체 낭내에 trypan blue 0.1% 용액을 주입한 경우, 술 후 6개월째 후낭혼탁 발생률이 대조군보다 유의하게 낮다는 보고가 있다.¹⁵ 최근의 후낭혼탁 발생률을 줄이기 위한 생체 외 연구에서 doxorubicin을 포함한 나노입자(doxorubicin-loaded methyl ether-block poly (ϵ -caprolactone) nanoparticles, DOX-loaded MePEG-PCL NPs)와 genistein을 포함하는 나노 지방 운반체(nanostructured lipid carrier loaded with genistein, GEN-NLC)가 수정체 상피세포의 증식을 막는 것이 입증되었다.^{16,17}

인공수정체의 재질에 따른 후낭혼탁의 발생률 혹은 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률에 관한 많은 외국의 연구들이 있으며, 국내에서는 활발한 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 국내에서 흔하게 사용하는 서로 다른 재질의 각진 광학부 후면 모서리 디자인을 가진 두 가지 비구면 인공수정체, 소수성 아크릴 재질의 인공수정체 Acrysof[®] IQ SN60WF (Alcon, Inc., Fort Worth, TX, USA)와 친수성 아크릴 재질의 인공수정체 Akreos MI-60TM (Bausch & Lomb, Inc., Rochester, NY, USA)을 백내장 수술과 함께 삽입한 이후, 2년간 추적 관찰하면서 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률의 차이를 비교해 보았다.

대상과 방법

2008년 6월부터 2013년 7월까지 본원에서 수정체유화술 후 각진 광학부 후면 모서리 디자인을 가진 서로 다른 두 가지 비구면 인공수정체, 소수성 아크릴재질의 SN60WF 인공수정체를 삽입한 군, 177명(231안)과 친수성 아크릴재질의 MI-60 인공수정체를 삽입한 군, 101명(173안)을 대상으로 연구를 시행하였다. 수술 후 6개월 이상 경과 관찰 가능했던 환자만 연구 대상에 포함하였다(Table 1). 인공수정체 색깔의 차이를 고려하여 같은 환자에게 두 가지 인공수정체가 서로 다른 눈에 삽입된 경우는 없었다.

안수술력, 녹내장, 망막질환 등 눈에 다른 질환을 가진 사람과 망막 혹은 녹내장 수술과 병행하여 받은 사람, 수술 과정에서 후낭파열 등의 합병증이 발생한 사람 및 수술 후 1개월 이후에도 인공눈물을 제외한 다른 안약을(점안 스테로이드제) 사용하는 경우는 대상에서 제외되었다. 수술은 단일 술자에 의해 시행되었으며 점안마취 후 각막절개도로 투명각막절개를 시행한 후 점탄물질을 전낭에 주입하고 26 gauge 바늘을 이용하여 원형전낭절개를 시행하였다. 원형전낭절개의 크기는 직경 약 5 mm로 시행하였으며, 인공수정체의 광학부 360도를 덮을 수 있을 정도로 정하였다. 평형염액을 사용하여 수력분리술과 수력분출술을 시행하였다. 초음파유화기로 수정체유화술을 시행하고 인공수정체를 수정체낭 내에 삽입하였다. 남은 점탄물질은 관류흡입기로 제거하였으며 평형염액을 사용하여 안구 긴장도를 유지하고 투명각막절개는 기질수화를 시행하였다. 수술 후 1달 동안 Levofloxacin 점안액(Cravit[®], Santen Pharm Co., Japan)과 1% prednisolone acetate 점안액(Pred forte[®], Allergan, Irvine VA, USA)을 하루 4회 점안하였다. 모든 환자는 술 후 6개월부터 세극등 현미경의 역반사조명을 이용하여 후낭혼탁 발생유무를 확인하였고, 후낭혼탁이 있으면서 주관적인 시력저하를 호소하는 환자들에게 Nd:YAG 레이저 후낭절개술을 시행하였다.

인공수정체의 종류에 따른 Nd:YAG 레이저 후낭절개술

Table 1. Properties of intraocular lens used in this study

Characteristics	Akreos [®] MI60	Acrysof [®] IQ SN60WF
Lens	1-piece	1-piece
Optic sphericity	Aspherical	Aspherical
Optic type	Monofocal	Monofocal
Optical material	Hydrophilic acrylic	Hydrophobic acrylic
Optic size (mm)	5.6-6.2	6
Overall length (mm)	10.5-11.0	13
Material	Hydrophilic acrylic	Hydrophobic acrylic
Posterior optic edge design	Square edge	Square edge
Haptic design	Plate-haptic	Loop

의 빈도와 연령, 성별, 당뇨병의 유무와 Nd:YAG 레이저 후낭절개술의 상관관계를 분석하였다. 통계분석은 SPSS 20.0 for window (SPSS Inc.) 프로그램을 사용하였고, $p < 0.05$ 를 통계학적으로 의미 있다고 보았다. 각각의 인공수정체를 삽입한 군에서 추적 관찰기간, 연령, 성별의 차이를 독립표본 T검정과 카이제곱 검정을 이용하여 분석하였다. 연령, 성별, 당뇨병의 유무, 인공수정체의 종류와 Nd:YAG 레이저 후낭절개술의 시행과의 연관성에 관하여 카이제곱 검정을 이용하여 분석하였다. 이분형 로지스틱 회귀분석을 이용하여 Nd:YAG 레이저 후낭절개술과 인공수정체의 종류, 연령, 성별, 당뇨병의 유무 사이의 연관성에 관해 분석하였으며, 이들의 교차비를 알아보았다. 또, Kaplan meier survival analysis를 통해 수술 후 추적 관찰기간에 따른 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률을 두 가지 인공수정체를 삽입한 군에서 비교해보았다.

결 과

연구대상은 총 278명 404안이었으며 평균연령은 70.1 ± 10.0 세(37-96세)였다. 남성은 121명 152안, 여성은 157명 252안이였다. 404안 중 96안(23.7%)에서 추적 관찰기간 중에 Nd:YAG 레이저 후낭절개술을 시행하였다. 서로 다른

두 인공수정체를 삽입한 군 사이의 추적 관찰기간을 비교해 보았을 때, MI-60 인공수정체를 삽입한 군에서 평균 24.3 ± 10.8 개월(6.3-42.1개월), SN60WF 인공수정체를 삽입한 군에서 평균 28.1 ± 16.0 개월(6.2-65.2개월)이었다. 두 군 사이의 연령을 비교해 보았을 때, MI-60 인공수정체를 삽입한 군에서 평균 68.6 ± 10.6 세(37-94세)였으며, SN60WF 인공수정체를 삽입한 군에서 평균 71.3 ± 9.4 세(39-96세)이었다. 추적 관찰기간과 연령은 두 군 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$). 두 군 사이의 성별을 비교해 보았을 때, MI-60 인공수정체를 삽입한 군은 남성의 68안(39.3%)과 여성의 105안(60.7%)이 있었으며, SN60WF 인공수정체를 삽입한 군은 남성의 84안(36.4%)과 여성의 147안(63.6%)이 있었다. 두 군 모두에서 여성이 많았으나, 두 군 사이의 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$) (Table 2).

Nd:YAG 레이저 후낭절개술을 시행 받은 군과 시행 받지 않은 군의 연령을 비교해 보았을 때, Nd:YAG 레이저 후낭절개술을 시행 받은 군에서 연령은 평균 65.4 ± 10.5 세(37-83세)였으며, Nd:YAG 레이저 후낭절개술을 시행 받지 않은 군에서 연령은 평균 71.6 ± 9.3 세(39-96세)였다. 연령은 두 군 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$). 성별을 비교해 보았을 때, 남성의 152안 중 29안(19.1%)에서 Nd:YAG 레이저 후낭절개술을 시행 받았으며, 여성의

Table 2. Comparison of characteristics between the 2 intraocular lens groups

	Akreos®MI60	Acrysof®IQ SN60WF
Follow-up period (months)	24.3 ± 10.8 (6.3-42.1) * $p < 0.01$	28.1 ± 16.0 (6.2-65.2)
Age (years)	68.6 ± 10.6 (37-94) * $p < 0.01$	71.3 ± 9.40 (39-96)
Sex (M/F)	68/105 † $p > 0.05$	84/147

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

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

Table 3. Clinical characteristics of eyes with or without Nd:YAG laser capsulotomy

	Patients with Nd:YAG laser capsulotomy (n = 96)	Patients without Nd:YAG laser capsulotomy (n = 308)	p-value
Age (years)	65.4 ± 10.5 (37-83)	71.6 ± 9.3 (39-96)	* < 0.01
Sex (%)			
Male	29 (19.1)	123 (80.9)	† > 0.05
Female	67 (26.6)	185 (60.1)	
DM (%)			
With DM	31 (22.5)	107 (77.5)	† > 0.05
Without DM	65 (24.4)	201 (75.6)	
IOL (%)			
Acrysof SN60WF IOL	13 (5.6)	218 (94.4)	† < 0.01
Akreos MI60 IOL	83 (48.0)	90 (52.0)	

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

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

*Independent *t*-test; †Chi-squared test.

Table 4. Multivariate logistic regression analysis of Nd:YAG laser capsulotomy

	OR	95% CI	p-value
IOL (Akreos MI60)	16.320	8.433-31.580	* <0.01
Age (young age)	1.065	1.036-1.096	* <0.01
Sex (female)	2.105	1.168-3.788	* <0.01
DM	1.023	0.569-1.839	* >0.05

Nd:YAG = neodymium-doped yttrium aluminum garnet; OR = odds ratio; CI = confidence interval; IOL = intraocular lens; DM = diabetes mellitus.

*Binominal logistic regression analysis.

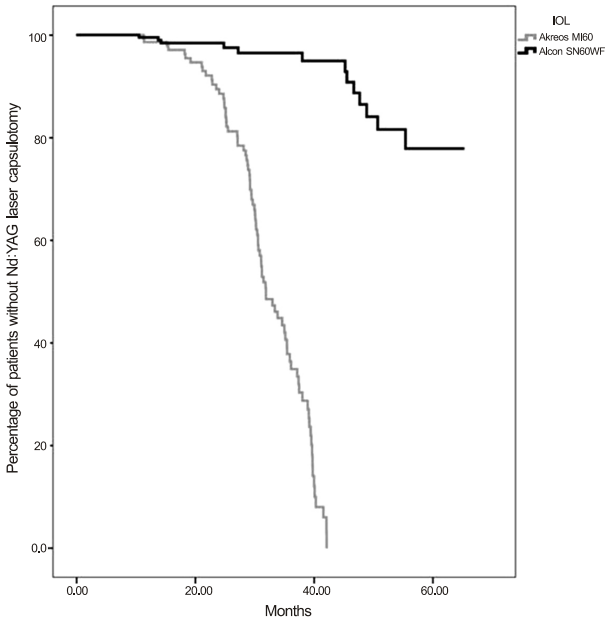


Figure 1. Percentage of eyes without neodymium-doped yttrium aluminum garnet (Nd:YAG) laser capsulotomy after cataract surgery. Nd:YAG laser capsulotomy rates after cataract surgery were increased as time goes by. Since postoperative 6 months, Nd:YAG laser capsulotomy rates were statistically significant different between eyes with MI60 and eyes with SN60WF ($p < 0.01$). At postoperative 31.8 months, Nd:YAG laser capsulotomy rates were 43% in eyes with MI60 and 3.5% in eyes with SN60WF. IOL = intraocular lens.

252안 중 67안(26.6%)에서 Nd:YAG 레이저 후낭절개술을 시행 받았다. 당뇨병의 유무에 따라 비교해 보았을 때, 당뇨병이 있는 환자의 138안 중 31안(22.5%)에서 Nd:YAG 레이저 후낭절개술을 시행 받았으며, 당뇨병이 없는 환자의 266안 중 65안(24.4%)에서 Nd:YAG 레이저 후낭절개술을 시행 받았다. Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률은 성별과 당뇨병의 유무에 따라 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$). 두 가지 인공수정체의 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률을 비교해 보았을 때, SN60WF 인공수정체를 삽입한 231안 중 13안(5.6%)에서 Nd:YAG 레이저 후낭절개술을 시행 받은 반면에, MI60 인공수정체를 삽입한 173안 중 83안(48%)에서 Nd:YAG 레이저 후낭절개술을 시행

받았다. Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률은 두 가지 인공수정체 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$) (Table 3).

다변수 분석에서 인공수정체의 종류(OR: 16.320, 95%CI: 8.433-31.580), 연령(OR: 1.065, 95% CI: 1.036-1.096), 성별(OR: 2.105, 95% CI: 1.168-3.788)은 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행과 통계적으로 유의한 연관성이 있었다($p < 0.01$). 반면, 당뇨병의 유무(OR: 1.023, 95% CI: 0.569-1.839)는 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행과 통계적으로 유의한 연관성이 없었다($p > 0.05$). MI60 인공수정체가 SN60WF 인공수정체보다 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행과 16.320배 높은 상관관계를 보였으며, 여성이 남성보다 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행과 2.105배 높은 상관관계를 보였다. 고령보다 젊은 연령이 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행과 높은 상관관계를 보였다(Table 4).

두 가지 인공수정체를 삽입한 군에서 추적 관찰기간에 따른 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률을 비교해 보았을 때, 두 군 사이에 수술 후 6개월 이후부터 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$). 수술 후 31.8개월째, Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률은 MI-60 인공수정체를 삽입한 군에서 43%, SN60WF 인공수정체를 삽입한 군에서 3.5%이었다(Fig. 1).

고 찰

본 연구를 통하여, 친수성 아크릴 재질의 인공수정체인 MI60을 삽입한 군에서 소수성 아크릴 재질의 인공수정체인 SN60WF를 삽입한 군보다 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률이 높다는 것을 알 수 있었다. MI60 인공수정체를 삽입한 군의 추적 관찰기간이 SN60WF 인공수정체를 삽입한 군의 추적 관찰기간보다 더 짧았다는 점을 고려해볼 때, 두 인공수정체 간의 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률의 차이는 더 의미가 있다고 할 수 있다. 또한 추적 관찰기간이 경과함에 따라, MI60 인공수정체를 삽입한 군과 SN60WF 인공수정체를 삽입한 군의 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률의 차이가 커진다는 것을 알 수 있었다. 또한, 본 연구

에서는 여성과 젊은 연령에서 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률이 유의하게 높았다.

현재까지 후낭혼탁의 발생기전에 관한 여러 연구가 있었다. Marcantonio and Vrensen¹⁶의 연구에서 후낭혼탁은 백내장 수술 시 수정체 전방에 남아있는 수정체 상피 세포의 분화와 증식으로 인해 발생하며, 원형전낭절개 경계부와 인공수정체 광학부 뒤 공간에 있는 수정체 상피세포에서 중간엽 조직으로 화생을 일으키며, 이것이 일반적으로 수정체에서 관찰되지 않는 섬유모세포 형태나 근육섬유모세포 형태를 가지며 후낭혼탁을 일으킨다고 보고하였다. Meacock et al¹⁷은 생체 외 연구와 동물모델 연구에서 후낭혼탁 발생에 transforming growth factor β (TGF- β)와 fibroblast growth factor 2 (FGF-2)가 중요한 역할을 하며, 이 cytokine들이 수정체 상피세포를 근육섬유모세포로 분화시키고, 수정체 후낭에 잘 유착이 되도록 한다고 보고하였다.

현재까지 국내외로 후낭혼탁과 Nd:YAG 레이저 후낭절개술에 영향을 미치는 인공수정체의 여러 요소들(광학부 후면 모서리 모양, 지지부의 형태, 재질)에 관한 다양한 연

구들이 보고되었다.¹⁸⁻⁴¹ 수술 후 후낭혼탁은 인공수정체의 각진 광학부 후면 모서리 모양에서보다 둥근 광학부 후면 모서리 모양에서, 소수성 아크릴 재질에서보다 친수성 아크릴 재질에서 잘 발생하며, 1-piece 혹은 3-piece 같은 지지부의 형태는 후낭혼탁의 발생과 관련이 없다고 알려졌다.^{10,22,24,37,38} Nd:YAG 레이저 후낭절개술은 다른 재질의 인공수정체에서보다 polymethylmethacrylate (PMMA)와 친수성 아크릴 재질의 인공수정체에서 그 시행률이 높았다.^{12,40} 인공수정체의 구면성이 Nd:YAG 레이저 후낭절개술에 미치는 영향은 아직까지 논란 중이다(Table 5).^{20,39} 국내의 연구에서도 친수성 아크릴 재질의 인공수정체에서 소수성 아크릴 재질의 인공수정체에서보다 후낭혼탁 발생률이 높았고, Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률이 높았다고 보고되었다(Table 6).^{18,41}

본 연구에서는 재질은 다르지만, 동일한 각진 광학부 후면 모서리를 가지는 1-piece 비구면 인공수정체 두 종류에서 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률을 비교함으로써, 인공수정체의 표면 재질의 특성만이 후낭혼탁에 미치는 영향

Table 5. Effects of intraocular lens optic design (sharp posterior optic edge versus round posterior optic edge), haptics (1-piece versus 3-piece), sphericity (aspheric versus spheric), material (PMMA versus silicone versus acrylic, hydrophilic acrylic versus hydrophobic acrylic) on development of posterior capsule opacification or Nd:YAG laser capsulotomy rates

	PCO value (score)/ Capsulotomy rates (%)	Follow-up period	<i>p</i> -value	Study ID
Optic design (sharp posterior optic edge versus round posterior optic edge)				
Sharp edge	*0.145 ± 0.27	14.01 ± 2.81	<0.01	Auffarth et al ³⁷
Round edge	*0.55 ± 0.28			
Haptics (1-piece versus 3-piece)				
1-piece	†0.2 ± 0.5	12	>0.05	Prinz et al ²²
3-piece	†0.3 ± 0.5			
1-piece	*0.2 ± 0.23	24	>0.05	Wallin et al ²⁴
3-piece	*0.11 ± 0.23			
1-piece	†1.5	24	>0.05	Sacu et al ³⁸
3-piece	†1.3			
Sphericity (aspheric versus spheric)				
Aspheric	1.8%	6	>0.05	Jun et al ²⁰
Spheric	3.2%			
Aspheric	17.3%	15.9 ± 6.5	<0.01	Biber et al ³⁹
Spheric	4.0%			
Material (PMMA versus silicone versus acrylic)				
PMMA	30.4%	24	<0.01 (PMMA versus silicone, PMMA versus acrylic) >0.05 (silicone versus acrylic)	Hayashi et al ⁴⁰
Silicone	5.7%			
Acrylic	2.7%			
Material (hydrophilic acrylic versus hydrophobic acrylic)				
Hydrophilic acrylic	‡50.3	12	<0.01	Heatley et al ¹⁰
Hydrophobic acrylic	‡4.9			
Hydrophilic acrylic	10%	24	<0.01	Kugelberg et al ¹²
Hvdrophobic acrvlic	42%			

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

Nd:YAG = neodymium-doped yttrium aluminum garnet; PCO = posterior capsule opacification; PMMA = polymethylmethacrylate.

*Values are estimated by EPCO (Established image analysis system); †Values are estimated by AQUA (Automated Quantification of After-cataract); ‡Values are estimated by POCO (posterior capsule opacification software).

Table 6. Studies about effects of hydrophilic acrylic versus hydrophobic acrylic intraocular lens on development of posterior capsule opacification and Nd:YAG laser capsulotomy in Korea

	PCO development (%)	Nd:YAG laser capsulotomy rates (%)	Follow-up periods (months)	p-value	Study ID
Hydrophilic acrylic	29.3	20.3	36	<0.01	Suh et al ¹⁸
Hydrophobic acrylic	13.5	6.8			
Hydrophilic acrylic		35.56, 16.67, 20	24	<0.01	Yoo et al ⁴¹
Hydrophobic acrylic		6.9			

Nd:YAG = neodymium-doped yttrium aluminum garnet; PCO = posterior capsule opacification.

을 좀 더 정확히 알아보고자 하였다. 이는 이전의 연구들에서 둥근 광학부 후면 모서리의 친수성 인공수정체가 주로 사용되었음을 고려해 볼 때 본 연구의 차이점이라 생각한 다.^{11,12,18} 본 연구에서 환자 군의 평균 연령은 70.1 ± 10.0 세 (37-96세)로 대부분의 연구들과 유사하였다.^{9-13,19-24} 본 연구 대상은 소수성 아크릴 재료의 인공수정체인 SN60WF를 삽입한 군 231안, 친수성 아크릴 재료의 인공수정체인 MI60을 삽입한 군 173안으로 총 404안이었는데, 이는 국내에 보고된 인공수정체 관련 연구 중 가장 많은 숫자의 연구 대상이다. 이런 이유로 본 연구의 결과가 다른 연구들에 비하여 조금 더 일반성을 가질 것으로 생각한다.

SN60WF 인공수정체를 삽입한 군에서 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률을 보고한 다른 연구들을 보면, Vasavada et al²⁵의 연구에서 3년의 추적관찰 기간 동안 0% (31안 중 0안), Morgan-Warren and Smith²¹의 연구에서 2년의 추적관찰 기간 동안 1.4% (696안 중 10안)이었다. Vasavada et al²⁵의 연구에서는 증상이 있는 최대교정시력 저하, 안저 검사가 불가능할 정도의 후낭혼탁, 시축을 침범하는 후낭혼탁이 있는 경우 Nd:YAG 레이저 후낭절개술을 시행하였기 때문에, 후낭혼탁이 있으면서 주관적인 시력저하를 호소하는 경우 Nd:YAG 레이저 후낭절개술을 시행했던 본 연구보다 낮은 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률을 보였을 것으로 생각한다. Morgan-Warren and Smith²¹의 연구에서는 본 연구와 그 적응증이 같았으나, 낮은 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률이 관찰되었는데, 이것은 환자의 주관적인 시력저하 호소를 적응증으로 하는, 적응증 자체의 주관성으로 인해 발생한 것으로 생각한다. MI60 인공수정체를 삽입한 군에서 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률을 보고한 이전 연구들을 살펴 보면, Nanavaty et al²⁶의 연구에서 2년의 추적관찰기간 동안 22.9% (35안 중 8안), Selvam et al²⁷의 연구에서 평균 30개월의 추적관찰기간 동안 20.1% (268안 중 54안)이었다. Nanavaty et al²⁶과 Selvam et al²⁷의 연구에서는 Nd:YAG 레이저 후낭절개술은 최대교정시력의 저하가 있고, POCO 프로그램으로 측정된 후낭혼탁 점수의 증가가 있을 때 시행되었기 때문에, 본 연구에서보다 낮은 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률이 관찰되었을 것으로

생각한다.

본 연구에서는 인공수정체 재료 이외에 다른 요소로서 여성, 젊은 연령이 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률을 높였으나, 당뇨병의 유무는 Nd:YAG 레이저 후낭절개술의 시행과 연관성이 없었다. 후낭혼탁 발생의 위험인자에 관한 연구에서, Fong et al²⁸은 1934명의 환자를 백내장 수술 후, 3년 동안 추적 관찰하였는데, 후낭혼탁이 발생한 환자들의 56.6% (1495명 중 846명)가 여성이었으며, 평균 나이는 74.8 ± 5.8 세로 후낭혼탁이 발생하지 않은 군보다 더 젊었다. 당뇨병은 후낭혼탁이 발생한 환자들의 26.5% (544명 중 144명), 후낭혼탁이 발생하지 않은 환자들의 31.1% (951명 중 296명)에서 있었는데, 연령, 성별, 인종을 보정하여도 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. Elgohary and Dowler²⁹는 806명의 환자들에서 당뇨병이 없는 것(HR: 1.44, 95% CI: 1.01-2.13)과 65세 이하의 젊은 나이(HR: 1.58, 95% CI: 1.09-2.27)가 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행을 통계적으로 유의하게 높인다고 보고하였다. Nd:YAG 레이저 후낭절개술의 시행과 성별과의 연관성은 연구 대상의 인종과 문화에 따라 그 결과가 다르다. Ando et al³⁰은 여성이 남성에 비해 건강문제에 민감하며, 이로 인해 의료기관에 더 빨리 방문하기 때문에 후낭혼탁 발생률이 높게 관찰된 것이라고 추측하였다. 본 연구의 결과와 상반되게 Ebihara et al³¹의 연구에서 수술 후 6개월과 12개월에 당뇨병이 있는 환자에서 POCO 프로그램으로 측정된 후낭혼탁의 점수가 10.85 ± 10.09 점, 10.01 ± 13.66 점인데 반하여 당뇨병이 없는 환자에서 측정된 후낭혼탁의 점수는 3.70 ± 4.04 점, 4.14 ± 3.28 점으로 통계적으로 유의한 차이를 보였다고 보고하였다. 이처럼 당뇨병의 유무와 후낭혼탁의 발생 혹은 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행과의 연관성에 관한 연구는 아직까지 논란이 있다. 젊은 연령에서 높은 Nd:YAG 레이저 후낭절개술의 시행률을 설명할 수 있는 가설로, 고연령에 비하여 상대적으로 높은 수정체 상피세포 증식력으로 인한 후낭혼탁 발생을 제시할 수 있다.^{32,33}

본 연구는 다음과 같은 제한점들이 있다. Nanavaty et al³⁴은 주사형 전자현미경을 이용하여 인공수정체들의 각진 광학부 후면 모서리를 비교 분석하였는데, SN60WF 인공수정

체에서 모서리 곡률의 반지름이 8.5 μm , MI60 인공수정체에서 모서리 곡률 반지름이 14.3 μm 이었다. 모서리 곡률 반지름이 작을수록, 각진 모서리이므로, 이 연구 결과를 통해 SN60WF 인공수정체와 MI60 인공수정체가 모두 각진 광학부 후면 모서리의 인공수정체이지만, 실제로 SN60WF 인공수정체의 광학부 후면 모서리가 MI60 인공수정체의 광학부 후면 모서리보다 더 날카롭다는 것을 알 수 있다. 이러한 점을 볼 때, MI60 인공수정체를 삽입한 군에서 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률이 높았던 원인으로, SN60WF 인공수정체와 서로 다른 광학부 후면 모서리 각도를 배제하지 못한다. 이외에 MI60 인공수정체와 SN60WF 인공수정체는 광학부의 크기, 인공수정체의 전체 길이, 지지부의 형태에도 차이가 있다(Table 1). Moreno-Montañés et al³⁵은 인공수정체 종류에 따라 발생하는 후낭혼탁의 두께를 빛간섭단층촬영을 이용하여 측정하였는데, 다른 인공수정체의 특성들을 보정한다면, 인공수정체 광학부의 크기, 전체 길이에 따른 후낭혼탁의 두께의 차이는 통계적으로 유의한 결과를 보이지 않았다. Prinz et al³⁶은 소수성 아크릴 재질의 두 가지 인공수정체, 1-piece의 plate 지지부 형태의 인공수정체와 3-piece의 loop 지지부 형태의 인공수정체에서 후낭혼탁 발생률을 비교하였는데, 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 이전의 연구들에서 1-piece 인공수정체와 3-piece 인공수정체에서 후낭혼탁 발생률이 차이가 없다고 보고한 것을 고려한다면, 지지부의 형태가 후낭혼탁 발생에 미치는 영향은 미미할 것으로 생각한다.^{22,24,38} MI60 인공수정체와 SN60WF 인공수정체의 광학부 크기, 전체 길이, 지지부의 형태가 다르나, 이것이 후낭혼탁 발생률의 차이를 유발하지는 않았을 것으로 생각한다.

본 연구에서는 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률로 후낭혼탁의 유무 간접적으로 추정하였는데, Nd:YAG 레이저 후낭절개술을 후낭혼탁이 있으면서 주관적인 시력저하를 호소하는 환자들에서 시행하였으므로, 이런 방법이 모든 후낭혼탁을 연구대상에 포함하지 못하였을 가능성도 있다. 이러한 경우 EPCO, POCO, AQUA 등의 프로그램을 이용한 후낭혼탁의 분석이 더 정확한 연구결과를 유도할 수 있을 것으로 생각한다. 마지막으로, 같은 환자의 양안을 모두 연구대상에 포함시켜, 한 개인에서 후낭혼탁 발생에 영향을 미칠 수 있는 요인들을 모두 배제하지 못한 것도 본 연구의 제한점이다.

결론적으로 본 연구를 통하여 저자들은 각진 광학부 후면 모서리를 가지고 있으나 재질이 다른 두 가지 비구면 인공수정체인 MI60과 SN60WF를 비교하여 MI60 인공수정체를 삽입한 경우 SN60WF 인공수정체를 삽입하였을 때보다 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률이 더 높고 이러한

차이가 추적 관찰 기간이 경과함에 따라 더 심해짐을 알 수 있었다.

REFERENCES

- 1) 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.
- 2) 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.
- 3) Nishi O, Nishi K, Sakka Y, et al. Intercapsular cataract surgery with lens epithelial cell removal. Part IV: Capsular fibrosis induced by poly(methyl methacrylate). *J Cataract Refract Surg* 1991;17:471-7.
- 4) Aykan U, Bilge AH, Karadayi K, Akin T. The effect of capsulorhexis size on development of posterior capsule opacification: small (4.5 to 5.0 mm) versus large (6.0 to 7.0 mm). *Eur J Ophthalmol* 2003;13:541-5.
- 5) Bolz M, Menapace R, Findl O, et al. Effect of anterior capsule polishing on the posterior capsule opacification-inhibiting properties of a sharp-edged, 3-piece, silicone intraocular lens: three- and 5-year results of a randomized trial. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32:1513-20.
- 6) 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.
- 7) Sacu S, Menapace R, Wirtitsch M, et al. Effect of anterior capsule polishing on fibrotic capsule opacification: three-year results. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:2322-7.
- 8) Findl O, Buehl W, Bauer P, Sycha T. Interventions for preventing posterior capsule opacification. *Cochrane Database Syst Rev* 2010;(2):CD003738.
- 9) Hayashi K, Hayashi H. Posterior capsule opacification after implantation of a hydrogel intraocular lens. *Br J Ophthalmol* 2004; 88:182-5.
- 10) Heatley CJ, Spalton DJ, Kumar A, et al. Comparison of posterior capsule opacification rates between hydrophilic and hydrophobic single-piece acrylic intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:718-24.
- 11) Kugelberg M, Wejde G, Jayaram H, Zetterström C. Posterior capsule opacification after implantation of a hydrophilic or a hydrophobic acrylic intraocular lens: one-year follow-up. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:1627-31.
- 12) Kugelberg M, Wejde G, Jayaram H, Zetterström C. Two-year follow-up of posterior capsule opacification after implantation of a hydrophilic or hydrophobic acrylic intraocular lens. *Acta Ophthalmol* 2008;86:533-6.
- 13) Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F. Posterior capsule opacification after cataract surgery in patients with diabetes mellitus. *Am J Ophthalmol* 2002;134:10-6.
- 14) Metge P, Cohen H, Graff F. Intercapsular intraocular lens implantation in children: 35 cases. *Eur J Implant Refract Surg* 1989; 1:169-73.
- 15) Sharma P, Panwar M. Trypan blue injection into the capsular bag during phacoemulsification: initial postoperative posterior capsule

- opacification results. *J Cataract Refract Surg* 2013;39:699-704.
- 16) Marcantonio JM, Vrensen GF. Cell biology of posterior capsular opacification. *Eye (Lond)* 1999;13 (Pt 3b):484-8.
- 17) Meacock WR, Spalton DJ, Stanford MR. Role of cytokines in the pathogenesis of posterior capsule opacification. *Br J Ophthalmol* 2000;84:332-6.
- 18) Suh Y, Oh C, Kim HM. Comparison of the long-term clinical results of hydrophilic and hydrophobic acrylic intraocular lenses. *Korean J Ophthalmol* 2005;19:29-33.
- 19) 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.
- 20) Jun I, Seo KY, Kim EK, Kim TI. Comparison of Nd: YAG Capsulotomy Rates between Spherical and Aspheric Intraocular Lenses. *J Korean Ophthalmol Soc* 2011;52:414-9.
- 21) Morgan-Warren PJ, Smith JA. Intraocular lens-edge design and material factors contributing to posterior-capsulotomy rates: comparing Hoya FY60aD, PY60aD, and AcrySof SN60WF. *Clin Ophthalmol* 2013;7:1661-7.
- 22) Prinz A, Vecsei-Marlovits PV, Sonderhof D, et al. Comparison of posterior capsule opacification between a 1-piece and a 3-piece microincision intraocular lens. *Br J Ophthalmol* 2013;97:18-22.
- 23) Vock L, Menapace R, Stifter E, et al. Posterior capsule opacification and neodymium:YAG laser capsulotomy rates with a round-edged silicone and a sharp-edged hydrophobic acrylic intraocular lens 10 years after surgery. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:459-65.
- 24) Wallin TR, Hinckley M, Nilson C, Olson RJ. A clinical comparison of single-piece and three-piece truncated hydrophobic acrylic intraocular lenses. *Am J Ophthalmol* 2003;136:614-9.
- 25) 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.
- 26) Nanavaty MA, Spalton DJ, Gala KB, et al. Fellow-eye comparison of posterior capsule opacification between 2 aspheric microincision intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2013;39:705-11.
- 27) Selvam S, Khan IJ, Craig EA. Neodymium:YAG laser capsulotomy rate of microincision hydrophilic acrylic intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:2080-1.
- 28) Fong CS, Mitchell P, Rochtchina E, et al. Three-year incidence and factors associated with posterior capsule opacification after cataract surgery: The Australian Prospective Cataract Surgery and Age-related Macular Degeneration Study. *Am J Ophthalmol* 2014;157:171-9.e1.
- 29) 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.
- 30) Ando H, Ando N, Oshika T. Cumulative probability of neodymium: YAG laser posterior capsulotomy after phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:2148-54.
- 31) Ebihara Y, Kato S, Oshika T, et al. Posterior capsule opacification after cataract surgery in patients with diabetes mellitus. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:1184-7.
- 32) Wormstone IM, Liu CS, Rakic JM, et al. Human lens epithelial cell proliferation in a protein-free medium. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1997;38:396-404.
- 33) 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.
- 34) Nanavaty MA, Spalton DJ, Boyce J, et al. Edge profile of commercially available square-edged intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:677-86.
- 35) Moreno-Montañés J, Alvarez A, Bes-Rastrollo M, García-Layana A. Optical coherence tomography evaluation of posterior capsule opacification related to intraocular lens design. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:643-50.
- 36) 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.
- 37) Auffarth GU, Golescu A, Becker KA, Völcker HE. Quantification of posterior capsule opacification with round and sharp edge intraocular lenses. *Ophthalmology* 2003;110:772-80.
- 38) Sacu S, Findl O, Menapace R, et al. Comparison of posterior capsule opacification between the 1-piece and 3-piece Acrysof intraocular lenses: two-year results of a randomized trial. *Ophthalmology* 2004;111:1840-6.
- 39) Biber JM, Sandoval HP, Trivedi RH, et al. Comparison of the incidence and visual significance of posterior capsule opacification between multifocal spherical, monofocal spherical, and monofocal aspheric intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:1234-8.
- 40) Hayashi H, Hayashi K, Nakao F, Hayashi F. Quantitative comparison of posterior capsule opacification after polymethylmethacrylate, silicone, and soft acrylic intraocular lens implantation. *Arch Ophthalmol* 1998;116:1579-82.
- 41) Yoo YS, Yang JW, Lee YC, Kim SY. Incidence and Risk Factors of Nd: YAG Capsulotomy in Adult Cataract Patients Younger than 50 Years of Age. *J Korean Ophthalmol Soc* 2013;54:1339-44.

= 국문초록 =

다른 재질의 비구면 인공수정체를 삽입한 이후, Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률의 비교

목적: 백내장 환자에서 수정체초음파유화술과 후방인공수정체삽입술(서로 다른 인공수정체; SN60WF와 MI60)을 시행한 군에서 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률을 비교 분석하였다.

대상과 방법: 수정체초음파유화술과 후방인공수정체삽입술을 시행 받은 후, 6개월 이상 경과 관찰이 가능했던 278명 404안을 후향적으로 조사하였다. SN60WF 인공수정체를 삽입한 군과 MI-60 인공수정체를 삽입한 군의 성별, 연령, 추적 기간, Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률을 비교 분석하였다.

결과: 추적 기간은 SN60WF 인공수정체를 삽입한 군에서 평균 28.1개월, MI-60 인공수정체를 삽입한 군에서 평균 24.3개월이었다. 연령은 두 군에서 평균 68.6세, 평균 71.3세였다. 추적 기간과 연령은 두 군 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$). Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률은 SN60WF 인공수정체를 삽입한 군에서 5.6% (231안 중 13안), MI-60 인공수정체를 삽입한 군에서 48% (173안 중 83안)이었으며, 두 군 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$). 여성과 젊은 연령은 Nd:YAG 레이저 후낭절개술의 시행률과 통계적으로 유의한 연관성이 있었지만($p < 0.01$), 당뇨병 유무는 통계적으로 유의한 연관성이 없었다($p > 0.05$).

결론: 친수성 아크릴 비구면 인공수정체인 MI-60을 삽입한 군에서 소수성 아크릴 비구면 인공수정체인 SN60WF를 삽입한 군보다 추적 기간 중 Nd:YAG 레이저 후낭절개술 시행률이 유의하게 높았다.

〈대한안과학회지 2015;56(2):190-198〉