신생혈관녹내장에서 발생한 친수성 아크릴 인공수정체혼탁의 임상양상

Clinical Features of Patients with Opacification of Hydrophilic Acrylic Intraocular Lens in Neovascular Glaucoma

최현진¹ · 한동진¹ · 신주연² · 이도형¹ · 서지원¹ · 정인권¹ · 이종현¹

Hun Jin Choi, MD¹, Dong Jin Han, MD¹, Joo Youn Shin, MD², Do Hyung Lee, MD, PhD¹, Ji Won Seo, MD¹,
In Kwon Chung, MD¹, Jong Hyun Lee, MD, PhD¹

인제대학교 의과대학 일산백병원 안과학교실¹, 연세대학교 의과대학 용인세브란스병원 안과학교실²

Department of Ophthalmology, Ilsan Paik Hospital, Inje University College of Medicine¹, Goyang, Korea

Department of Ophthalmology, Yongin Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine², Yongin, Korea

Purpose: To report the clinical features of patients with opacification of hydrophilic acrylic intraocular lens (IOL) after cataract surgery in neovascular glaucoma.

Methods: This retrospective case series included 11 eyes of 10 patients with IOL opacification and neovascular glaucoma (NVG) between January 2006 and December 2010. We included and analyzed cases with opacification of hydrophilic acrylic IOL. An IOL exchange was performed in three cases, and the explanted IOLs were examined grossly and evaluated by light microscopy. Sagittal sections of the optics of the IOLs were evaluated by Von Kossa staining, scanning electron microscopy (SEM), and energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX).

Results: All 11 eyes of 10 patients were implanted with hydrophilic acrylic IOLs. In addition, there were no cases of hydrophobic acrylic IOL opacification. Nine patients of the 10 patients had diabetic retinopathy and one patient had central retinal artery occlusion. The mean period of IOL opacification after IOL implantation was 19.45 ± 8.52 months and the mean period of IOL opacification after the occurrence of NVG was 14.37 ± 8.51 months. The deposits of the explanted IOLs were shown to consist of calcium by von Kossa staining. The explanted IOLs showed fine whitish irregular granular deposits on the entire anterior surface of the optics by SEM and the presence of calcium deposition was confirmed by EDX analysis.

Conclusions: Care is required when using hydrophilic acrylic IOLs in patients with risk of neovascular glaucoma, such as those with diabetic retinopathy or central retinal artery occlusion.

J Korean Ophthalmol Soc 2021;62(11):1483-1489

Keywords: Calcification, Hydrophilic, Intraocular lens, Neovascular glaucoma, Opacification

■ Received: 2021. 6. 14. ■ Revised: 2021. 8. 9.

■ Accepted: 2021. 10. 26.

■ Address reprint requests to **Jong Hyun Lee, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Inje University Ilsan Paik
Hospital, #170 Juhwa-ro, Ilsanseo-gu, Goyang 10380, Korea
Tel: 82-31-910-7240, Fax: 82-31-910-7236
E-mail: ophtha@naver.com

* This study was supported by grant from Inje University (2019-2020).

* Conflicts of Interest: The authors have no conflicts to disclose.

친수성 아크릴 인공수정체(hydrophilic acrylic intraocular lenses)는 높은 함수율로 유연성을 보임으로써 소절개창을 통하여 효과적으로 백내장수술이 가능하도록 해주었다. 또한 가압멸균이 가능하며, 실리콘이나 폴리메틸메타크릴레이트(polymethylmethacrylate, PMMA) 재질의 인공수정체보다 neodymium:yttrium-aluminum-garnet (Nd:YAG) 레이저에 훨씬 강하고 생체 적합성이 뛰어난 것으로 알려져 있

다.^{1,2} 포도막염에서 삽입된 인공수정체 장기간의 비교 연구에서도 포도막과 각막내피에 외상이 적어 친수성 아크릴 인공수정체에서 소수성 아크릴수정체보다 염증 세포성 변화가 적다고 보고하였다.³

이러한 장점에도 불구하고 친수성 아크릴 인공수정체삽입 후 급성 및 지연성 인공수정체혼탁이 발생한 사례가 다양하게 보고되고 있으며, 소수성 아크릴 중합체보다 친수성 아크릴 중합체가 상용될 때 더욱 잘 발생하는 것으로 알려져 있다.^{4,7} 인공수정체혼탁이 발생한 경우 투명도의 소실 등의 광학적 기능 저하를 보여 대비감도 저하 및 눈부심 등의 증상을 유발할 수 있다.⁸ 임상적으로 심한 시력저하 및 불편감을 유발하는 인공수정체혼탁의 경우 인공수정체교환술이 유일한 치료이고 수술 과정에서 여러 가지 합병증이 발생할 수 있다.⁹

인공수정체혼탁에 관여하는 물질은 칼슘과 인으로 알려져 왔고 그 원인과 호발 인자에 대해서는 크게 혼탁의 원인이 인공수정체 자체에 있는 경우와 인공수정체 주위 환경에 있는 경우로 나뉘 볼 수 있다. 일차성 혼탁은 인공수정체 자체의 문제로서 인공수정체의 포장, 가공과 같은 공정이나 및 재료 자체의 문제와 관련하여 혼탁이 발생하거나 인공수정체 제조 과정에서 사용되는 세척물질이나 실리콘 등이 이물반응을 야기하여 혼탁이 발생한 것이다. 다음으로 이차성 혼탁은 전방내 가스(sulfur hexafluoride 또는 perfluoropropane)나 공기 주입 등의 수술 중 요인으로 혼탁이 발생하거나 안내 칼슘 농도의 증가를 유발할 수 있는 기저질환과 관련하여 혼탁이 발생한 것이다.^{10,11}

이차성 혼탁과 관련하여 전방내 가스 주입, 안구내 가스 주입과 관련하여 발생한 증례와 당뇨망막병증과 관련하여 발생한 증례가 주로 보고되었다.^{5,10} 신생혈관녹내장 안에서 친수성 인공수정체의 혼탁 발생에 대한 연구는 아직까지 보고된 바 없다. 이에 본 저자들은 녹내장 환자 중 친수성 아크릴 수정체를 삽입한 환자 가운데 인공수정체혼탁이 발생한 환자들의 증례를 통해 그 임상양상을 분석 및 보고하고자 하였다.

대상과 방법

2006년 1월부터 2010년 12월까지 본원 안과에서 내원한 신생혈관녹내장 환자에서 인공수정체혼탁이 발생했던 환자를 대상으로 후향적으로 의무기록을 분석하였다. 본 연구는 헬싱키선언(Declaration of Helsinki)을 준수하여 진행되었으며, 본원의 인증된 연구윤리심의위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인을 받았다(승인 번호: ISPAIK 2020-07-740).

인공수정체혼탁 발생은 눈부심 및 번짐, 시력저하 등의 증상을 호소하는 환자 중 세극등검사 소견에서 후낭의 인공수정체 자체의 투명도 상실(loss of transparency) 및 색변성(discoloration) 등을 확인함으로써 임상적으로 진단하였다. 이들의 후향적인 의무기록 분석을 통해 수술 당시 나이, 성별, 기저질환, 동반된 안과질환, 당뇨망막병증의 단계, 사용하는 안약, 백내장수술에서 사용한 점탄물질의 종류 및 인공수정체 종류, 백내장수술 후, 동반된 안과 질환 진단 후 인공수정체혼탁발생까지의 기간을 조사하였다.

환자가 심한 불편감을 호소하고 교정시력이 0.1 이하이면서 인공수정체혼탁으로 인해 안저가 잘 관찰되지 않았던 증례들 중 안저 상태로 보아 인공수정체교환술을 시행하면 시력이 호전될 가능성이 있다고 판단되는 환자에서 인공수정체교환술 동의를 얻은 후 3명 3안에서 인공수정체교환술을 시행하였다(증례번호 6, 7, 11). 점탄물질을 충분히 사용하여 유착이 심한 인공수정체 지지부와 적도 부위를 수정체낭으로부터 조심스럽게 분리시킨 후 인공수정체를 전방 내로 이탈시켜 12시 방향에 6.5 mm 또는 7.0 mm 공막절개창을 통해 제거 후 소수성 인공수정체를 삽입하였다. 제거된 인공수정체는 모두 육안관찰 및 광학현미경검사를 시행하였다. 인공수정체의 광학부를 사상절단한 후 4% 포르말데하이드 완충액에 고정시켰다. 3차례 증류수로 인공수정체를 세척한 이후 5% 질산은 용액에 2시간 염색한 후 증류수로 세척한 후 현미경으로 관찰하였다(von Kossa 염색법). 염색하지 않은 인공수정체는 주사전자현미경검사(scanning electron microscope, SEM) 및 엑스선 에너지 분광분석(energy-dispersive X-ray spectroscopy, EDX)을 시행하였다.

당뇨병 등의 유병 기간과 혼탁 발생 및 점탄물질의 종류와 혼탁 발생에 대해 대응표본 *t*-검정(paired *t*-test)을 통해 비교 분석하였다. 통계 분석은 SPSS version 25.0 (IBM corp., Armonk, NY, USA)을 이용하여 유의수준은 *p*값이 0.05 미만인 경우 통계학적으로 유의한 것으로 판단하였다.

결 과

연구 기간 중 신생혈관녹내장으로 진단받았던 환자는 총 17명 19안이었으며, 이 중 녹내장발생 전후로 인공수정체삽입술을 시행했던 경우는 16명 17안이였다. 이 중 친수성 인공수정체를 삽입했던 경우는 11명 12안이였으며 이 중 91.7%인 10명 11안에서 인공수정체혼탁이 발생하였다. 소수성 인공수정체를 삽입했던 5안에서는 인공수정체혼탁이 발생하지 않았다.

인공수정체혼탁이 발생했던 11안 중 타병원에서 백내장수술을 받고 경과 관찰하던 중 신생혈관녹내장이 발생하여

전원되었던 증례 3안, 본원에서 백내장수술 단독 또는 유리체절제술 및 백내장 동시 수술을 받은 후 경과 중 신생혈관 녹내장이 발생했던 증례 3안, 기존에 본원에서 신생혈관 녹내장 진단을 받고 경과 관찰하던 중 백내장수술 단독 또는 유리체절제술 및 백내장 동시수술을 받았던 증례 5안이 있었다.

백내장수술 당시 평균 연령은 61.6 ± 9.8 세(42-76세)이며, 인공수정체혼탁 진단 시 평균 연령은 63.3 ± 10.1 세(45-78세)였다. 혼탁 발생은 남자 6명(60%), 여자 4명(40%)이었으며 남자 2안 여자 1안의 환자에서 인공수정체교환술을 시행하였다. 11안 모두에서 신생혈관녹내장이 관찰되었으며 이중 5안에서 백내장수술 전에 신생혈관녹내장을 진단받았다. 동반된 망막질환으로는 증식당뇨망막병증 10안(91.0%), 중심동맥폐쇄 1안(9.0%)이 관찰되었다(Table 1).

세극등검사에서 보이는 침착 양상은 인공수정체 광학부에 국소적으로 분포되어 있는 혼탁 양상 또는 인공수정체 광학부 전반에 걸쳐 수정체낭원형절개를 따라 균일하게 퍼져 보이는 과립성 백색 혼탁 양상을 관찰할 수 있었으며,

수정체 광학부 가장자리와 지지부는 혼탁이 발생하지 않았다(Fig. 1).

인공수정체교환술을 통해 획득한 인공수정체의 Von Kossa 방법을 통한 염색을 통해 광학부전면에 걸쳐 과립형 결정을 확인할 수 있었으며, 염색이 확실하게 되어 침전물이 칼슘임을 시사하였다(Fig. 2). 또한 주사현미경 분석에서 광학부 전면에서 미만성으로 분포되어 있는 과립상의 침착물을 관찰하였으며, 과립에 대한 X선 에너지 분광분석 결과를 통해 칼슘의 분율이 높음을 확인하였다(Fig. 3).

증례를 살펴보면 삽입된 인공수정체는 8안에서 Rayner Superflex® 620H (Rayner Intraocular Lenses, Hove, UK)를 삽입하였으며, Akreos AO MI60® (Bausch and Lomb Surgical, Rochester, NY, USA) 1안, Miniflex® (Mediphacos Ltda., Minas Gerasi, Brazil) 1안 그리고 Aquasense™ (Ophthalmic Innovation international Ontario, CA, USA)을 1안에 각각 삽입하였다. 인공수정체삽입 후 인공수정체삽입 후 1년 이내에 2안(18.2%), 1년에서 2년 사이에 6안(54.5%), 2년 이후에 3안(27.3%)에서 인공수정체혼탁이 발생하였다.

Table 1. Baseline characteristic of IOL opacification patients

Case number	Sex (M/F)	Age (years)	BCVA (decimal)	Associated medical condition	Associated ophthalmic condition	Ophthalmic medication
1	M	78	0.5	DM, Asthma	NVG, PDR	DM/TM, ATED
2	M	71	0.05	DM, CVA	NVG, PDR	DM/TM
3	M	69	0.4	DM	NVG, PDR	DM/TM
4	M	69	0.3	DM	NVG, PDR	DM/TM
5	M	69	HM	HTN	CRAO	DM/TM
6	M	58	0.1	DM, CRF	NVG, PDR	DM/TM, ATED
7	M	53	0.05	DM, CRF	NVG, PDR	DM/TM, ATED
8	F	69	0.3	DM	NVG, PDR, NTG	DM/TM, PGA
9	F	66	0.02	DM, hyperthyroidism	NVG, PDR	DM/TM, ATED
10	F	66	0.2	DM, HTN	NVG, PDR, RD	DM/TM, ATED
11	F	45	HM	DM, HTN	NVG, PDR	DM/TM

IOL = intraocular lens; M/F = male/female; BCVA = best corrected visual acuity; DM = diabetes; NVG = neovascular glaucoma; PDR = proliferative diabetic retinopathy; DM/TM = dorzolamide/timolol fixed combination eye drop; ATED = artificial tear eyedrops; CVA = cardiovascular accident; HM = hand motion; HTN = hypertension; CRAO = central retinal artery occlusion; CRF = chronic renal failure; NTG = normal tension glaucoma; PGA = prostaglandin analogue; RD = retinal detachment.

Figure 1. Slit-lamp examination of the case of intraocular lens (IOL) opacification. Gross photograph shows the opacification of IOLs. Some IOL opacification were central or inferior surface, and another were anterior surface that limited to the continuous circular capsulotomy margin ([A] case 1, [B] case 2, [C] case 9, [D] case 11).

인공수정체삽입 후 인공수정체혼탁의 발생까지 평균 19.5 ± 8.5 개월(9-36개월)의 기간이 걸렸다. 백내장수술 도중 11안 가운데 5안에서 Provisc® (Sodium hyaluronate 1.0%), 3안에서 Hyal-2000® (Sodium hyaluronate 1.0%), 3안에서 Viscoat® (Sodium hyaluronate 3.0 % with Sodium chondroitin sulfate 4.0%)를 사용하였으며, 점탄물질별 백내장수술 후 인공수정체혼

Figure 2. Deposits stained blue-black with the von Kossa method. Light photomicrograph of the anterior surface of the intraocular lens that was almost completely covered by layer of irregular granular deposit. The deposit stained positive for von Kossa method ([A] whole mount plane view with original magnification, $\times 200$; [B] section sagittal view with original magnification, $\times 400$).

Figure 3. Scanning electron microscopes (SEMs) and energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX) image of opacified intraocular lens (IOL). SEM shows deposits of anterior surface of IOL. The deposit could not penetrate the IOL (A, B). The EDX obtained from the anterior surface of IOL showed the presence of calcium (C, D).

Table 2. The details of parameters related to IOL opacification

Case Number	Operation date	IOL model	OVD	Cataract surgery (months)*	NVG (months)*	DMR (CRAO, years)*	BCVA (decimal)†
1	07.07.26	Rayner Superflex® 620H	Hyal-2000®	17.9	24.1	10.1	
2	07.11.15	Rayner Superflex® 620H	Provisc®	21.9	4.5	12.9	
3	07.11.01	Rayner Superflex® 620H	Provisc®	13.5	4.93	12.1	
4	07.10.18	Rayner Superflex® 620H	Provisc®	36.3	23.1	13.8	
5	10.03.01	Aquasense™	Provisc®	10.1	4.7	0.4	
6	08.01.30	Miniflex®	Viscoat®	19.8	7.0	23.1	0.4
7	10.03.11	Akreos AO MI60®	Viscoat®	12.6	9.9	16.5	0.3
8	07.11.01	Rayner Superflex® 620H	Provisc®	26.8	26.8	18.3	
9	07.07.13	Rayner Superflex® 620H	Viscoat®	15.8	16.4	12.0	
10	08.12.31	Rayner Superflex® 620H	Hyal-2000®	9.8	16.5	17.1	
11	06.10.01	Rayner Superflex® 620H	Hyal-2000®	29.5	20.3	12.3	0.2

IOL = intraocular lens; OVD = ophthalmic viscoelastic device; NVG = neovascular glaucoma; DMR = diabetic retinopathy; CRAO = central retinal artery occlusion; BCVA = best corrected visual acuity.

*Duration from cataract surgery, NVG and DMR (CRAO) to opacification; †BCVA after IOL exchange.

탁이 발생한 기간은 각각 21.7 ± 10.5 개월, 19.1 ± 9.9 개월, 16.1 ± 3.6 개월이었다. 각 군 사이의 유의한 통계적 차이는 보이지 않았다($p=0.703$) (Table 2).

증례 10 환자에서 유리체절제술 및 안내가스 주입술을 받았으며, 술 후 10개월 만에 인공수정체혼탁이 발생하였다. 증례 11 환자에서는 녹내장 안약으로 안압이 조절되지 않아 유리체절제술 및 안구내방수유출장치 삽입술을 함께 시행하였으며, 술 후 30개월 후에 인공수정체혼탁이 발생하였다.

고 찰

친수성 인공수정체삽입 후 혼탁의 발생은 최근까지 꾸준히 보고되고 있다.¹¹⁻¹⁷ 소수성 아크릴인공수정체와 달리 친수성 아크릴 인공수정체는 백내장수술 후 칼슘과 인의 침착으로 인한 인공수정체혼탁의 가능성이 있는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서 인공수정체혼탁 양상을 보면 광학부 가장자리와 지지부는 혼탁이 발생하지 않고, 수정체 광학부 가장자리와 지지부는 혼탁이 발생한 이차성 혼탁의 증

례들로 생각된다.

본 연구에서 인공수정체혼탁이 발생한 환자에서 전신질환과의 연관성을 보면 전체 10명 가운데 9명(90%)이 당뇨와 이로 인한 당뇨망막병증, 3명(30%)에서 고혈압과 심혈관질환을 동반하였다. 이는 당뇨 자체와 인공수정체혼탁이 직접적으로 연관되었다기 보다는 안과에서 발생하는 신생혈관증의 원인이 대부분 당뇨망막병증이라는 것에서 기인한 것으로 생각된다. 다른 연구에서는 당뇨와 인공수정체혼탁의 발생 사이에 비교적 연관성이 높다 보고한 바 있다.^{4,18} 이와 반대로 Frohn et al¹⁴의 보고에 따르면 인공수정체혼탁이 발생한 18명 가운데 5명만 당뇨를 동반했다고 보고하였다. Kim et al¹⁹의 연구에서 인공수정체혼탁이 발생한 75안 가운데 38안(54%)에서 당뇨를 동반하고 있었으나, Kaplan Meier 생존 분석 및 비교위험도에서 당뇨와 혼탁의 발생 여부에 통계적으로 유의성이 없다고 보고하였다.

본 연구에서 혼탁이 발생한 모든 환자에서 신생혈관증내장이 관찰되었다. 신생혈관증내장은 홍채와 전방각의 표면에 생기는 섬유혈관막에 의해 발생된다. 또한 신생혈관증내장은 대부분 허혈성 변화를 일으키는 다른 질환들과 동반되어 나타난다. 신생혈관증내장에서는 방수 내에 interleukin-6 (IL-6)나 다른 염증성 사이토카인, 그리고 자유라디칼의 농도가 높다고 알려져 있다.^{20,21} 허혈과 관련하여 발생한 혈관내피성장인자(vascular endothelial growth factor, VEGF)의 경우 혈액방수장벽에서의 투과성에 영향을 미칠 수 있다.²² 홍채와 전방각의 표면에서 발생한 누출성 혈관 및 혈액 투과성 증가로 인하여 방수 조성의 변화를 일으켜서 전방내 칼슘 농도가 증가할 수 있으며, 이로 인해 인공수정체 표면에 침착할 수 있는 가능성을 높일 것으로 생각된다.²³⁻²⁵ 본 연구의 증례에서도 제거한 인공수정체 광학부 표면 가운데 방수와 직접 접촉이 있는 광학부 전면에서 혼탁이 발생하고, 인공수정체 지지부와 전방에 가려진 광학부에서는 혼탁이 발생하지 않았고 후낭절제술을 시행한 눈에서는 인공수정체 광학부 전면 및 방수와 접촉이 있는 후면에도 혼탁이 발생한 것으로 추측할 수 있다.

인공수정체혼탁을 야기하는 침착물질에 대해서는 Werner et al⁴의 연구에서 처음으로 칼슘-인 복합체로 발표한 이후 여러 보고에서 Von Kossa 염색, 주사전자현미경과 이에 대한 X선 에너지 스펙트럼 분석을 통해 칼슘의 침착을 확인할 수 있었다. 본 연구에서도 마찬가지로 광학부 전반에 걸친 칼슘의 침착을 확인할 수 있었다.

인공수정체혼탁의 원인에 대해서는 아직도 확실히 정립되어 있지 않은데, 초기에는 수술 중 사용하는 점탄물질과 관류액의 종류 그리고 안내염증이 혼탁에 영향을 미칠 것이라는 보고가 있었다.²⁴⁻²⁷ 이전 연구에 따르면 Viscoat[®] 사

용안에서 높은 인과 카르복시산염으로 인하여 인공수정체 혼탁을 더 쉽게 야기할 수 있다고 보고하였다.^{28,29} 그러나 Mak et al³⁰의 연구에 따르면 이전의 보고들을 언급하며, 인공수정체혼탁이 초기 그리고 후기에 발생하는데 점탄물질이 유의한 영향을 미치지 않는다고 보고하였다. 본 연구에서는 Viscoat[®] 사용안에서 평균 16개월 후에 혼탁이 발생하여 다른 점탄물질보다 빠른 시간 내에 혼탁이 발생하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없으며, 11안 중 총 3안에서 발생하여 Sodium Hyaluronate 성분의 점탄물인 Hyal-2000[®]와 Provisc[®]에 비해 더 높은 비율로 발생했다고 볼 수 없다. 한 개 증례에서 유리체절제술 및 안구 내 가스주입술을 시행 받았으며, 다른 증례에 비해 수술 후 10개월이라는 비교적 짧은 시기에 발생하였으며, 이는 가스주입술로 인해 혈액방수장벽 파괴의 조금 더 빠른 진행 가능성을 시사한다.¹⁰

최근에는 이를 보완하고자 친수성 인공수정체 표면에서 소수성 물질을 입힘으로써 혼탁 발생을 막고자 하였으나 여전히 표면 바로 아래 칼슘 침착이 발생되었다고 보고하고 있다.¹⁷ 본 연구에서도 친수성과 소수성 물질이 혼합된 인공수정체인 Miniflex[®]에서도 혼탁을 확인할 수 있었고 신생혈관증내장에서의 혈액방수장벽의 파괴로 인한 인공수정체혼탁이 다른 전신적인 질환보다 큰 유발인자가 될 수 있었을 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 적은 수의 증례로 인해 인공수정체혼탁 관련 위험 요인에 대한 정확한 통계적 분석이 어려웠다는 점을 들 수 있다. 그럼에도 불구하고 혼탁이 발생한 모든 환자에서 신생혈관증내장이 있으며, 이러한 신생혈관증내장에서의 혈액방수장벽 파괴가 안내 환경을 변화시켜 인공수정체혼탁의 중요한 원인 가운데 한 가지가 될 수 있을 것으로 사료되며, 이에 대한 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각한다. 신생혈관증내장이 발생할 수 있는 당뇨망막병증, 중심동맥폐쇄, 중심정맥폐쇄 등의 환자에서 백내장수술 후 친수성 아크릴릭 인공수정체를 사용함에 있어서는 보다 신중한 고려가 필요할 것을 생각한다.

REFERENCES

- 1) Kohnen T. The variety of foldable intraocular lens materials. J Cataract Refract Surg 1996;22 Suppl 2:1255-8.
- 2) Abela-Formanek C, Amon M, Schild G, et al. Uveal and capsular biocompatibility of hydrophilic acrylic, hydrophobic acrylic, and silicone intraocular lenses. J Cataract Refract Surg 2002;28:50-61.
- 3) Abela-Formanek C, Amon M, Kahraman G, et al. Biocompatibility of hydrophilic acrylic, hydrophobic acrylic, and silicone intraocular lenses in eyes with uveitis having cataract surgery: long-term follow-up. J Cataract Refract Surg 2011;37:104-12.
- 4) Werner L, Apple DJ, Escobar-Gomez M, et al. Postoperative depo-

- sition of calcium on the surfaces of a hydrogel intraocular lens. *Ophthalmology* 2000;107:2179-85.
- 5) Lee DH, Seo Y, Joo CK. Progressive opacification of hydrophilic acrylic intraocular lenses in diabetic patients. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1271-5.
- 6) Neuhann IM, Werner L, Izak AM, et al. Late postoperative opacification of a hydrophilic acrylic (hydrogel) intraocular lens: a clinicopathological analysis of 106 explants. *Ophthalmology* 2004;111:2094-101.
- 7) Liu Q, Zhang S, Wang X, et al. Acute clouding of trifocal lens during implantation: a case report. *BMC Ophthalmol* 2017;17:242.
- 8) Tandogan T, Khoramnia R, Choi CY, et al. Optical and material analysis of opacified hydrophilic intraocular lenses after explantation: a laboratory study. *BMC Ophthalmol* 2015;15:170.
- 9) Dagres E, Khan MA, Kyle GM, Clark D. Perioperative complications of intraocular lens exchange in patients with opacified Aqua-Sense lenses. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:2569-73.
- 10) Neuhann IM, Kleinmann G, Apple DJ. A new classification of calcification of intraocular lenses. *Ophthalmology* 2008;115:73-9.
- 11) Dhital A, Spalton DJ, Goyal S, Werner L. Calcification in hydrophilic intraocular lenses associated with injection of intraocular gas. *Am J Ophthalmol* 2012;153:1154-60.e1.
- 12) Chang BY, Davey KG, Gupta M, Hutchinson C. Late clouding of an acrylic intraocular lens following routine phacoemulsification. *Eye (Lond)* 1999;13(Pt 6):807-8.
- 13) Dhaliwal DK, Mamalis N, Olson RJ, et al. Visual significance of glistenings seen in the AcrySof intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 1996;22:452-7.
- 14) Frohn A, Dick HB, Augustin AJ, Grus FH. Late opacification of the foldable hydrophilic acrylic lens SC60B-OUV. *Ophthalmology* 2001;108:1999-2004.
- 15) Park DH, Shin JP, Kim HK, et al. Hydrophilic acrylic intraocular lens (Akreos AO MI60) optic opacification in patients with diabetic retinopathy. *Br J Ophthalmol* 2010;94:1688-9.
- 16) Purbrick RM, Stavarakas P, Porooshani H, et al. Calcification of a Rayner Centerflex 570H hydrophilic acrylic intraocular lens following vitrectomy for retinal detachment: a clinicopathologic report. *Eur J Ophthalmol* 2010;20:1082-5.
- 17) Bang SP, Moon K, Lee JH, et al. Subsurface calcification of hydrophilic refractive multifocal intraocular lenses with a hydrophobic surface: a case series. *Medicine (Baltimore)* 2019;98:e18379.
- 18) Kim HG, Lee SH, Choi YJ. Late postoperative opacification of the foldable hydrophilic acrylic intraocular lens, ACRL-160. *J Korean Ophthalmol Soc* 2003;44:315-20.
- 19) Kim JC, Kim CS, Choi SH, et al. Clinical characteristics of patients with opacification of hydrophilic acrylic intraocular lens after cataract surgery. *J Korean Ophthalmol Soc* 2005;46:1281-90.
- 20) Chen KH, Wu CC, Roy S, et al. Increased interleukin-6 in aqueous humor of neovascular glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999;40:2627-32.
- 21) Oshida E, Matsumoto Y, Arai K. Free radicals in the aqueous humor of patients with glaucoma. *Clin Ophthalmol* 2010;30;4:653-60.
- 22) Funatsu H, Yamashita H, Noma H, et al. Increased levels of vascular endothelial growth factor and interleukin-6 in the aqueous humor of diabetics with macular edema. *Am J Ophthalmol* 2002;133:70-7.
- 23) Higashihara H, Sotozono C, Yokoi N, et al. The blood-aqueous barrier breakdown in eyes with endothelial decompensation after argon laser iridotomy. *Br J Ophthalmol* 2011;95:1032-4.
- 24) Kong X, Liu X, Huang X, et al. Damage to the blood-aqueous barrier in eyes with primary angle closure glaucoma. *Mol Vis* 2010;16:2026-32.
- 25) Yang H, Yu X, Sun X. Neovascular glaucoma: Handling in the future. *Taiwan J Ophthalmol* 2018;8:60-6.
- 26) Jensen MK, Crandall AS, Mamalis N, Olson RJ. Crystallization on intraocular lens surfaces associated with the use of Healon GV. *Arch Ophthalmol* 1994;112:1037-42.
- 27) Kim CY, Kang SJ, Lee SJ, et al. Opacification of a hydrophilic acrylic intraocular lens with exacerbation of Behçet's uveitis. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1276-8.
- 28) Guan X, Tang R, Nancollas GH. The potential calcification of octacalcium phosphate on intraocular lens surfaces. *J Biomed Mater Res A* 2004;71:488-96.
- 29) Sher JH, Gooi P, Dubinski W, et al. Comparison of the incidence of opacification of Hydroview hydrogel intraocular lenses with the ophthalmic viscosurgical device used during surgery. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:459-64.
- 30) Mak ST, Wong AC, Tsui WM, Tse RK. Calcification of a hydrophilic acrylic intraocular lens: clinicopathological report. *J Cataract Refract Surg* 2008;12:2166-9.

= 국문초록 =

신생혈관녹내장에서 발생한 친수성 아크릴 인공수정체혼탁의 임상양상

목적: 신생혈관녹내장에서 백내장수술 후 발생한 친수성 아크릴 인공수정체혼탁의 임상양상에 대하여 보고하고자 한다.

대상과 방법: 2006년 1월부터 2010년 12월까지 내원한 신생혈관녹내장 환자에서 인공수정체혼탁이 발생했던 11안(10명)의 의무기록을 후향적으로 분석하였다. 인공수정체혼탁안 중 3안에서 인공수정체교환술을 시행하였으며, 제거된 인공수정체는 육안 및 광학현미경으로 검사하였다. 인공수정체 광학부를 시상 절단하여 von Kossa 염색, 주사전자현미경(scanning electron microscope, SEM), 엑스선 에너지 분광분석기(energy dispersive X-ray spectroscope, EDX)를 통하여 분석하였다.

결과: 인공수정체혼탁은 모두 친수성 아크릴 인공수정체에서 발생하였다. 소수성 인공수정체를 삽입했던 증례에서는 혼탁이 발생하지 않았다. 인공수정체혼탁이 발생했던 10명 가운데 9명이 당뇨망막병증, 1명이 중심동맥폐쇄 환자였다. 혼탁 발생은 인공수정체삽입 후 평균 19.45 ± 8.52 개월, 신생혈관녹내장이 병발된 이후 평균 14.37 ± 8.51 개월 경과 후 발생하였다. 제거한 인공수정체의 von Kossa 염색에서 칼슘침착을 확인할 수 있었다. 인공수정체의 주사전자현미경검사서 전체 광학부에 앞쪽 표면 걸쳐 과립상 미세 침착물을 관찰하였으며 엑스레인 분광분석에서 칼슘을 확인할 수 있었다.

결론: 신생혈관녹내장이 발생할 수 있는 당뇨망막병증, 중심동맥폐쇄, 중심정맥폐쇄 등의 환자에서 백내장수술 후 친수성 아크릴 인공수정체를 사용함에 있어서는 보다 신중한 고려가 필요할 것을 생각한다.

〈대한안과학회지 2021;62(11):1483-1489〉

최현진 / Hun Jin Choi

인제대학교 의과대학 일산백병원 안과학교실
Department of Ophthalmology, Ilsan Paik Hospital,
Inje University College of Medicine