

광학부 중앙 원공을 가지는 안내렌즈삽입술 후 발생한 색소분산증후군 및 역 동공 차단

Pigment Dispersion Syndrome and Reverse Pupillary Block after Implantable Collamer Lens with Central Hole Implantation

이수찬 · 정혜진 · 정윤석 · 최진영 · 최기용 · 김미정

Su Chan Lee, MD, Hye Jin Chung, MD, Yun Suk Chung, MD, Jin Young Choi, MD,
Kee Yong Choi, MD, PhD, Mi Jeung Kim, MD

한길안과병원

HanGil Eye Hospital, Incheon, Korea

Purpose: To report a case of pigment dispersion syndrome and reverse pupillary block secondary to the implantation of implantable collamer lens (ICL) with a central hole (AQUA ICL[®]) that was treated with ICL removal and laser peripheral iridotomy (LPI).

Case summary: A 29-year-old woman with myopia in both eyes underwent implantation of AQUA ICL[®]. Four weeks post-operatively, the intraocular pressure (IOP) increased to 34 mm Hg and the patient showed pigment dispersion syndrome in both eyes. Since the IOP did not reduce with the maximum tolerable medical therapy, the ICLs were removed 8 weeks after implantation. The pigment dispersion subsided and IOP reduced shortly after ICL removal. However, 4 weeks after removal of ICL, posterior iris bowing and reverse pupillary block occurred in the right eye and the IOP increased to 46 mm Hg. LPI was performed in the right eye, and the reverse pupillary block was dissolved after a reduction in pigment dispersion. The IOP subsequently normalized to 13 mm Hg. Two weeks later, prophylactic LPI was performed in the left eye. Four weeks after prophylactic LPI, selective laser trabeculoplasty was performed on both eyes. As a result, the IOP was 11 mm Hg in the right eye and 12 mm Hg in the left eye after 4 weeks of treatment with topical IOP-lowering medications.

Conclusions: The present case indicates that implantation of ICL with a central hole can lead to early postoperative pigment dispersion syndrome. When this condition persists and is accompanied by reverse pupillary block after ICL removal, LPI can be partially effective.

J Korean Ophthalmol Soc 2016;57(10):1661-1665

Keywords: Implantable collamer lens, Laser peripheral iridotomy, Pigment dispersion syndrome, Reverse pupillary block

유수정체 안내렌즈 삽입술은 각막 두께가 충분하지 않거나 교정해야 되는 굴절도가 높아 레이저 굴절교정 수술이

어려운 환자들에게 주로 시행되고 있다. 기존 후방삽입 안내렌즈(implantable collamer lens, ICL)의 경우 술 후 동공 차단^{1,2}이 발생하는 것을 예방하기 위해 안내렌즈 삽입 전 주변부 레이저 홍채절개술을 시행하는 것이 일반적이었다. 하지만 2013년 국내에 도입된 AQUA ICL[®] (Visian ICL with CentraFLOW[®] technology, V4C; STAAR surgical company, Monrovia, CA, USA)의 경우 광학부 중앙에 직경 360 μ m의 원공이 있어 이를 통해 방수가 흐름으로써 술 전 별도의 주변부 레이저 홍채절개술을 필요로 하지 않는

■ Received: 2016. 6. 9. ■ Revised: 2016. 7. 30.

■ Accepted: 2016. 9. 26.

■ Address reprint requests to Mi Jeung Kim, MD
HanGil Eye Hospital, #35 Bupyeong-daero, Bupyeong-gu,
Incheon 21388, Korea
Tel: 82-32-503-3322, Fax: 82-32-504-3322
E-mail: artemismj@hanmail.net

© 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.

다. 따라서 시간적, 경제적 비용 절감효과와 함께 레이저 홍채절개술에 수반될 수 있는 눈부심이나 백내장 등의 합병증 발생 가능성을 배제할 수 있다는 점에서 널리 사용되고 있다.

Sánchez-Galeana et al³, Pak et al⁴ 등은 기존 안내렌즈 삽입술 후 색소녹내장이 발생한 증례에 대해 보고하였다. 이외에도 기존 안내렌즈의 경우 삽입 후 전방각의 변화, 섬유주 색소 침착에 대한 연구결과들이 이미 보고되어 있다.^{5,6} 하지만 AQUA ICL[®]의 경우 중앙 원공을 통한 방수의 흐름으로 기존 ICL과 방수 순환 양상에 차이를 보임에도 불구하고, 이에 따른 전방각과 섬유주의 변화에 대해서는 아직 밝혀진 바가 없다. 또한 AQUA ICL[®]의 임상성적에 관한 국내외 보고들의 대부분에서 안정적인 술 후 안압을 보고하였으며^{7,8} AQUA ICL[®] 삽입 후 색소분산증후군 발생에 대한 보고는 국내외적으로 없었다. 이에 저자들은 AQUA ICL[®] 삽입 4주 후 색소분산증후군이 발생하였으며 안내렌즈 제거 후에도 색소 분산이 지속되고 역 동공 차단이 병발되어 주변부 레이저 홍채절개술로 일부 완화시킨 증례를 경험하였기에 이를 보고하고자 한다.

증례보고

특이 과거력이 없는 29세 여자 환자가 굴절교정수술을 받기 위해 내원하였다. 양안 모두 구면 렌즈 대응치가 -7.75D였으며 중심각막두께는 우안 494 μ m, 좌안 486 μ m, 전방 깊이는 우안 3.34 mm, 좌안 3.30 mm로 측정되어 AQUA ICL[®] 삽입술을 시행하였고 수술 중 특이 소견은 없었다. 술 후 4주에 측정한 나안시력(decimal)은 우안 0.8, 좌안 0.7이었고 최대 교정시력은 우안 0.9, 좌안 0.8이었다. 세극등현미경검사상 양안에 색소 분산 소견 관찰되면서 전방각경검사상 우안 섬유주 전반에 3도의 색소 침착, 좌안 섬유주 전반에 1도의 색소 침착이 관찰되었고 안압이 양안 모두 34 mmHg로 상승되었다. 전안부 빛간섭단층촬영(Visante[®] Optical Coherence Tomography, Carl Zeiss Meditec Inc., Dublin, CA, USA)을 통해 측정한 vault는 우안 640 μ m, 좌안 700 μ m였다.

양안에 콤비간[®] (Timolol/Brimonidine, Allergan Inc., Irvine, CA, USA) 점안을 시작하였으며, 술 후 5주 경과관찰에서 vault는 우안 500 μ m, 좌안 570 μ m로 감소하였으나 양안의 색소 분산은 지속되며 안압은 우안 20 mmHg, 좌안 22 mmHg로 측정되었다. 술 후 6주에 전방각경검사상 섬유주 전반의 색소 침착이 우안 4도, 좌안 2도로 증가하면서 안압도 우안 40 mmHg, 좌안 22 mmHg로 상승하여 콤비간[®] 사용을 중지하고 코숑[®] (Dorzolamide hydrochloride/ Timolol maleate,

Santen Pharmaceutical Co., Ltd., Osaka, Japan), 알파간 피[®] (Brimonidine, Allergan Inc., Irvine, CA, USA), 루미간[®] (Bimatoprost, Allergan Inc., Irvine, CA, USA) 점안 및 아세타졸정[®] (Acetazolamide, Hanlim Co., Ltd., Yongin, Korea) 1일 4회 경구복용을 단계적으로 추가하였다.

최대 약물치료에도 불구하고 안압이 조절되지 않고(우안 40 mmHg, 좌안 22 mmHg) 양안의 색소 분산이 심화되는 양상을 보여 삽입술 후 8주차에 양안의 안내렌즈를 제거하였다. 안내렌즈 제거 후 색소 분산 경감을 위해 1% 오큐카르핀[®] (Pilocarpine, Samil Co., Ltd., Ansan, Korea) 점안을 시도하였으나 환자가 심한 두통 및 근시성 변화로 인한 불편감을 호소하여 투약 중단하였고 안압 조절을 위해 코숑[®], 알파간피[®] 점안 및 아세타졸정[®] 경구 1일 3회 복용을 지속

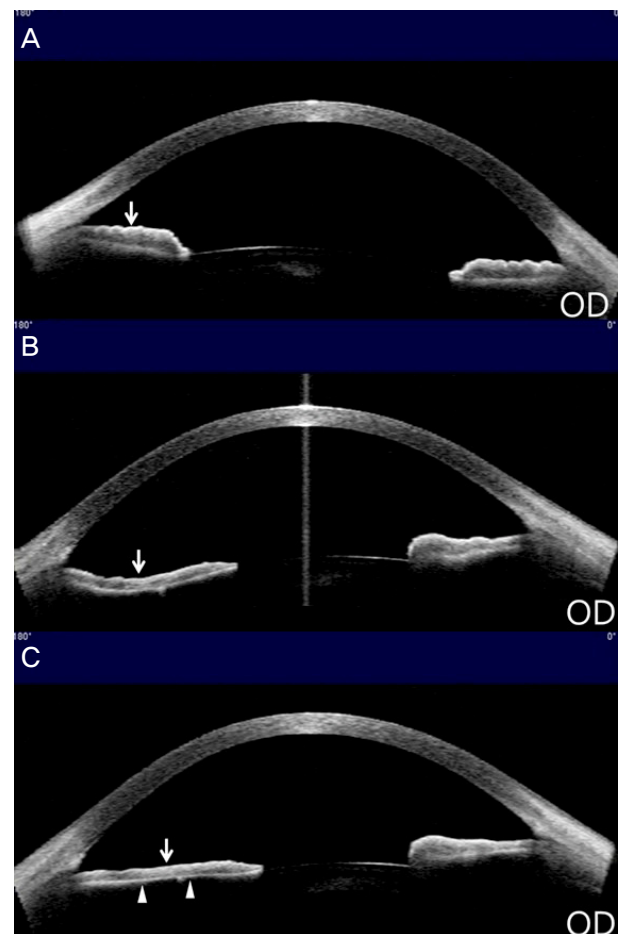


Figure 1. Changes in the iris contour of patient's right eye. Anterior segment optical coherence tomography images showing that the iris of the right eye was planar (white arrow) before implantation of AQUA ICL[®] (A) and became concave (white arrow) because of posterior iris bowing after AQUA ICL[®] removal (B). The iris became planar (white arrow) after laser peripheral iridotomy. Thinning of iris stroma (white arrowheads) was observed (C). OD = oculus dexter.

하였다. 경과관찰 중 점진적으로 색소 분산이 감소하며 안압이 양안 모두 10 mmHg대 중반으로 유지되었으나 안내렌즈 제거 4주차에 환자가 우안의 시력저하 및 통증을 호소하며 내원하였다. 당시 안압은 우안 46 mmHg, 좌안 17 mmHg였으며 세극등현미경상 색소 분산이 다시 증가하였고 전안부 빛간섭단층촬영상 안내렌즈 삽입술 전 관찰되지 않았던(Fig. 1A) 우안 주변부 홍채의 후방이동과 역 동공 차단이 관찰되었다(Fig. 1B). 이에 우안에 주변부 레이저 홍채절개술을 시행하였으며 1일 후 경과관찰 시 전안부 빛간섭단층촬영상 주변부 홍채의 후방이동이 완화되고 역 동

공 차단이 해소되면서(Fig. 1C) 안압은 13 mmHg로 하강하였다. 2주 후 좌안에 예방적 레이저 홍채절개술을 시행하였다.

코슈®, 알파칸 피®, 루미간® 점안을 지속하며 아세타졸정® 1일 2회 경구복용을 지속하였고 우안 레이저 홍채절개술 4주 후(좌안 레이저 홍채절개술 2주 후) 경과관찰 시 안압은 우안 18 mmHg, 좌안 16 mmHg로 측정되었다. 전안부 검진상 양안의 동공연은 불규칙하였으며 우안 이측 홍채의 얇아짐이 관찰되었다. 양안 모두 전방 내 색소 분산은 관찰되지 않았고 전방각경검사상 섬유주 색소 침착도 우안 3도, 좌안 2도 정도로 이전보다 감소되었다(Fig. 2). 안저 검사상 양안 시신경유두의 이측 경사 및 좌안의 하이측 망막신경 섬유층 결손이 관찰되었으나, 시야검사에서는 명확한 녹내장성 시야손상은 관찰되지 않았다. 양안에 선택적 레이저 섬유주성형술을 시행하였으며 경구 안압하강제(아세타졸정®) 복용을 중단하고 점안 안압하강제만 유지하였다. 4주 후 경과관찰 시 안압은 우안 11 mmHg, 좌안 12 mmHg로 측정되었다.

고 찰

색소녹내장은 비정상적인 색소 발생으로 인한 섬유주 손상 및 2차적인 안압 상승으로 녹내장성 시신경 손상이 발생하는 상태를 의미한다. 원인이 되는 비정상적인 색소 분산에 대한 가설은 많으나 Campbell⁹이 주변부 중앙 홍채와 섬모체소대의 마찰 때문이라고 주장한 이래로 이러한 현상이 주된 기전으로 받아들여지고 있으며, 홍채와 섬모체소대의 마찰은 역 동공 차단에 의해 주변부 홍채가 후방 이동함으로써 발생하는 것으로 추정되고 있다.^{9,10}

기존의 후방 안내렌즈 삽입술 후 홍채 후면과 안내렌즈의 마찰로 인하여 색소 분산이 발생할 수 있다는 것은 이미 보고되어 있다. Abela-Formanek et al⁶은 안내렌즈 삽입술을 받은 20명 34안의 환자를 대상으로 평균 2.3년의 경과관찰 결과 전방각이 30° 이하인 경우가 79%였으며, 4분역의 전방각에서 평균 1.3도의 섬유주 색소 침착이 관찰되었다고 보고하였다. 또한 Brandt et al⁵은 안내렌즈 삽입술 후 안압 상승을 동반한 색소분산증후군 증례를 보고하였으며 Sánchez-Galeana et al³, Pak et al⁴은 안압 상승이 심화되면서 색소녹내장으로 진행하여 섬유주 절제수술을 시행한 증례를 보고하였다.

본 증례의 환자의 경우 술 후 4주에 AQUA ICL®의 vault가 비교적 크지 않았음에도 불구하고(우안 640 μm, 좌안 700 μm) 색소 분산이 발생하였으며, 이후 vault가 점진적으로 감소하였음에도 불구하고(우안 500 μm, 좌안 570 μm) 색소 분산은 심화되며 약물치료를 조절되지 않는 안압 상

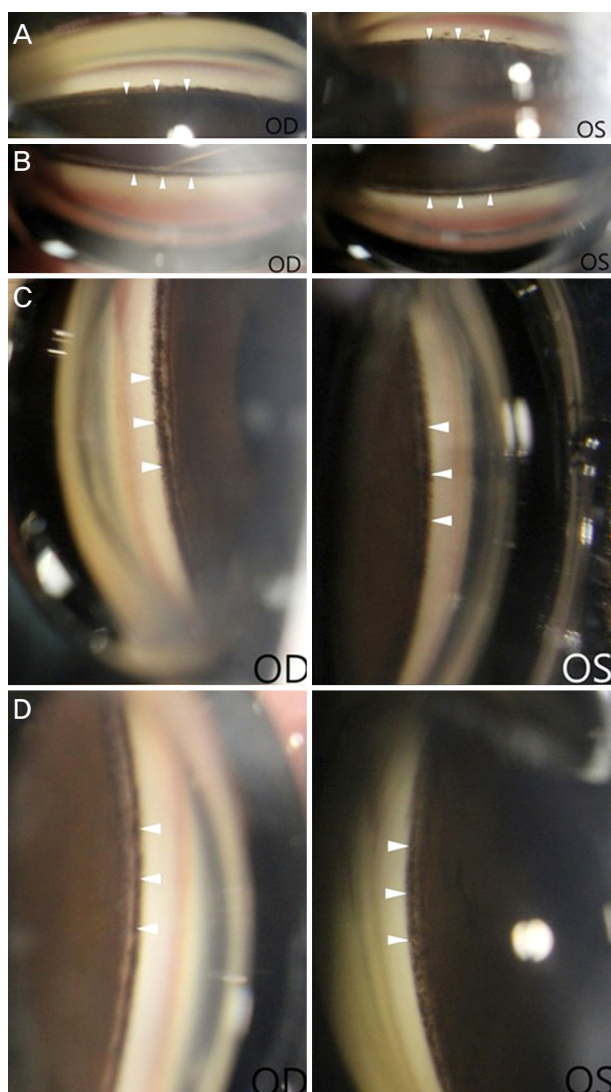


Figure 2. Gonioscopy showing open angles with 3 degrees of pigment deposition on the trabecular meshwork (white arrowheads) in the right eye and 2 degrees of pigment deposition in the left eye at 4 weeks after laser peripheral iridotomy (LPI) on the right eye (2 weeks after LPI on the left eye). (A) Inferior, (B) superior, (C) nasal, and (D) temporal side of the gonioscopic view. OD = oculus dexter; OS = oculus sinister.

승이 동반되었다. 이는 기존의 안내렌즈 삽입 후 색소 분산 및 안압 상승 발생보고가 대부분 삽입 3개월 이후이며 높은 vault가 안내렌즈 삽입 후 고안압증과 연관이 있다는 것과는 다소 차이가 있는 것이다.^{11,12} 이렇게 안내렌즈 삽입 후 초기에 심한 색소 분산이 발생한 원인을 추정하면 다음과 같다. AQUA ICL[®]에서의 특징적인 방수 순환 양상이 홍채 후면과 안내렌즈의 접촉을 조장할 가능성이 있다. Kawamori et al¹³은 유체역학 시뮬레이션 결과 AQUA ICL[®]에서 중앙 원공을 통해 방수가 통과함으로써 기존 ICL보다 수정체 중심부 0.25 mm 앞 방수의 유속이 더 빠르다는 것을 보고하였다. 이렇게 중앙부 방수 흐름이 증가하면서 상대적으로 주변부 홍채와 안내렌즈 사이의 방수 흐름이 감소하고 이것이 홍채 후면과 안내렌즈 사이의 접촉을 증가시켰을 것으로 추정된다. 아울러 AQUA ICL[®]의 경우 술 전 예방적 주변부 홍채절개술을 시행하지 않으므로 주변부 홍채절개술을 통한 홍채의 후방이동 완화 효과를 기대할 수 없는 것 또한 색소 분산이 증가하는 원인 중 하나일 것으로 의심된다. 하지만 이는 아직 가설단계로 추후 이에 대한 유체역학 시뮬레이션 및 AQUA ICL[®] 삽입 후 전방각내 구조변화, 색소 분산 및 섬유주 색소 침착에 대한 장기간 대규모의 관찰연구가 필요할 것으로 생각된다.

물론 홍채 등 환자의 안내구조의 개별적 특수성이 색소 분산에 대한 감수성을 증가시켰을 가능성 또한 배제할 수 없다. 즉 홍채의 이완성(flaccidity)이 증가되어 있거나 홍채 후면 국소비후가 존재하여 홍채 후면과 안내렌즈와의 접촉이 증가하였을 가능성도 있다. 하지만 술 전과 수술 직후 시행한 전안부 빛간섭단층촬영상 홍채 후면에 특이 소견이 관찰되지 않았고, AQUA ICL[®] 삽입 전 세극등 현미경 검사상 색소 분산을 추정할 만한 소견이 관찰되지 않았음을 고려할 때 이러한 추정은 가능성이 높지 않다고 판단된다. 이에 대한 명확한 규명을 위해서는 추후 대규모의 임상연구를 통하여 AQUA ICL[®] 삽입 후 색소 분산을 보이는 환자들의 홍채 및 전방각 구조에 대한 정량적, 정성적 분석이 필요할 것으로 생각된다.

본 증례에서는 안내렌즈를 제거한 후 안내렌즈 삽입 전과 삽입 상태에서 관찰되지 않았던 우안 홍채 주변부의 후방이동과 역 동공 차단이 관찰되었으며, 주변부 레이저 홍채절개술을 통하여 홍채의 후방이동이 감소하면서 역 동공 차단이 해소되었다. 이와 같은 현상이 발생한 원인을 추정하면 다음과 같다. 안내렌즈 삽입 후, 안내렌즈와 홍채 후면의 마찰에 의해 위축되고 얇아진 홍채의 이완성이 증가하면서 홍채가 일 방향 밸브(one way valve)로서 작용하게 된다. 즉 전방에서 후방으로의 방수 이동을 차단함으로써 주변부 홍채가 후방으로 이동하게 된다. 이러한 상태에서

안내렌즈가 제거되면 안내렌즈에 의한 후방 지지효과가 소실되어 주변부 홍채의 후방이동이 심화되고 역 동공 차단이 발생하게 되는 것이다. 무산동 상태에서 촬영한 빛간섭단층촬영 상 안내렌즈 삽입 전(Fig. 1A)과 비교하여 점진적으로 홍채 실질의 두께가 감소하는 양상을 보이는 점(Fig. 1B, C)도 이러한 추정을 가능하게 한다.

색소분산증후군 및 색소녹내장에서 주변부 레이저 홍채절개술을 통해 전방과 후방의 안압을 동등하게 함으로써 홍채 후방이동을 완화시킬 수 있다는 기존의 보고결과를 본 증례에서도 확인할 수 있었다.¹⁰ 하지만 Scott et al¹⁴은 주변부 레이저 홍채절개술이 고안압 색소분산증후군 환자에서 색소녹내장으로의 진행을 예방 또는 억제하는 효과는 없다고 보고하였다. 즉 섬유주 구조의 비가역적 변성이 발생하여 고안압 단계에 도달한 색소분산증후군의 경우 더 이상 색소 분산 자체가 녹내장으로의 진행의 주요 인자로 작용하지 않기 때문에 색소 분산을 경감시키는 레이저 홍채절개술의 치료효과에는 한계가 있다고 보고하였다. 본 증례의 환자도 주변부 레이저 홍채절개술 후 급성 안압 상승은 호전되었으나 추가적인 안압 조절을 위하여 선택적 레이저 섬유주성형술 및 점안 안압하강제 치료가 필요하였다. 아울러 향후에도 안압 및 녹내장성 시신경 손상 여부에 대한 지속적인 경과관찰이 필요할 것으로 생각된다.

본 증례를 통해 광학부 중앙 원공을 가지는 AQUA ICL[®] 삽입 후 초기에 안압상승을 동반한 색소분산증후군이 발생할 수 있으며, 안내렌즈 제거 후에도 주변부 홍채의 후방이동 및 역 동공 차단이 발생할 수 있다는 점을 알 수 있었다. 아울러 이와 같은 속발성 홍채 후방이동과 역 동공 차단의 치료 및 예방에 주변부 레이저 홍채절개술이 일정 부분 도움이 된다는 것을 파악할 수 있었다

REFERENCES

- 1) Sanders DR, Doney K, Poco M; ICL in Treatment of Myopia Study Group. United States Food and Drug Administration clinical trial of the Implantable Collamer Lens (ICL) for moderate to high myopia: three-year follow-up. *Ophthalmology* 2004;111:1683-92
- 2) Fernandes P, González-Méijome JM, Madrid-Costa D, et al. Implantable collamer posterior chamber intraocular lenses: a review of potential complications. *J Refract Surg* 2011;27:765-76.
- 3) Sánchez-Galeana CA, Zadok D, Montes M, et al. Refractory intraocular pressure increase after phakic posterior chamber intraocular lens implantation. *Am J Ophthalmol* 2002;134:121-3.
- 4) Pak KY, Kim HS, Lee JW. A case of pigmentary glaucoma after posterior chamber phakic intraocular lens implantation. *J Korean Ophthalmol Soc* 2013;54:994-9.
- 5) Brandt JD, Mockovak ME, Chayet A. Pigmentary dispersion syndrome induced by a posterior chamber phakic refractive lens. *Am J*

- Ophthalmol 2001;131:260-3.
- 6) Abela-Formanek C, Kruger AJ, Dejacco-Ruhswurm I, et al. Gonioscopic changes after implantation of a posterior chamber lens in phakic myopic eyes. J Cataract Refract Surg 2001;27:1919-25.
 - 7) Son GS, Kim JW, Lim TH, et al. Comparison of clinical outcomes in implantable collamer lens implantation between AQUA ICL(R) and conventional ICL. J Korean Ophthalmol Soc 2015;56:1316-23.
 - 8) Lisa C, Naveiras M, Alfonso-Bartolozzi B, et al. Posterior chamber collagen copolymer phakic intraocular lens with a central hole to correct myopia: one-year follow-up. J Cataract Refract Surg 2015; 41:1153-9.
 - 9) Campbell DG. Pigmentary dispersion and glaucoma. A new theory. Arch Ophthalmol 1979;97:1667-72.
 - 10) Karickhoff JR. Pigmentary dispersion syndrome and pigmentary glaucoma: a new mechanism concept, a new treatment, and a new technique. Ophthalmic Surg 1992;23:269-77.
 - 11) Alfonso JF, Lisa C, Abdelhamid A, et al. Three-year follow-up of subjective vault following myopic implantable collamer lens implantation. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 2010;248:1827-35.
 - 12) Chung TY, Park SC, Lee MO, et al. Changes in iridocorneal angle structure and trabecular pigmentation with STAAR implantable collamer lens during 2 years. J Refract Surg 2009;25:251-8.
 - 13) Kawamorita T, Uozato H, Shimizu K. Fluid dynamics simulation of aqueous humour in a posterior-chamber phakic intraocular lens with a central perforation. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 2012;250:935-9.
 - 14) Scott A, Kotecha A, Bunce C, et al. YAG laser peripheral iridotomy for the prevention of pigment dispersion glaucoma a prospective, randomized, controlled trial. Ophthalmology 2011;118:468-73.

= 국문초록 =

광학부 중앙 원공을 가지는 안내렌즈삽입술 후 발생한 색소분산증후군 및 역 동공 차단

목적: 광학부 중앙 원공이 있는 안내렌즈(AQUA ICL[®]) 삽입술을 시행 받은 환자에서 발생한 색소분산증후군과 역 동공 차단이 안내렌즈 제거 및 주변부 레이저 홍채절개술 후 호전된 증례를 보고하고자 한다.

증례요약: 양안 근시 소견을 보이는 29세 여자 환자에게 양안 AQUA ICL[®] 삽입술을 시행하였다. 삽입술 후 4주에 양안 모두 색소분산이 발생하면서 안압이 각각 34 mmHg로 증가하였으며 최대 약물치료에도 불구하고 안압이 조절되지 않아 삽입술 후 8주에 안내렌즈를 제거하였다. 안내렌즈 제거 직후 색소 분산이 감소하면서 안압이 조절되는 양상을 보였으나 제거 수술 4주에, 우안 홍채의 후방이동 및 역 동공 차단이 발생하며 우안 안압이 46 mmHg로 다시 증가하였다. 우안에 주변부 레이저 홍채절개술을 시행한 후 역 동공 차단이 해소되면서 색소 분산이 감소되었고 우안 안압이 13 mmHg로 정상화되었다. 2주 후 좌안에 예방적 레이저 홍채절개술을 시행하였다. 좌안 레이저 홍채절개술 시행 4주 후, 양안에 선택적 레이저 섬유주성형술을 시행하였으며 4주 후 측정 안압은 점안 안압하강제를 투약하는 상태에서 우안 11 mmHg, 좌안 12 mmHg로 측정되었다.

결론: 광학부 중앙 원공을 가지는 안내렌즈 삽입술 후 조기에 색소분산증후군이 발생할 수 있으며, 색소분산증후군이 안내렌즈 제거 후에도 지속되면서 역 동공 차단이 동반될 경우 주변부 레이저 홍채절개술이 부분적으로 효과가 있음을 알 수 있었다.

(대한안과학회지 2016;57(10):1661-1665)
