대한안과학회지 2019년 제 60 권 제 12 호
J Korean Ophthalmol Soc 2019;60(12):1191-1197
ISSN 0378-6471 (Print) · ISSN 2092-9374 (Online)
https://doi.org/10.3341/jkos.2019.60.12.1191

Original Article

안내 후방인공수정체삽입술 렌즈 직경에 따른 중심 볼트 결과

Result of Central Vault Depending on Lens Diameters in Patients with Implantable Collamer Lens Implantation

박기범 · 정진권

Kibum Park, MD, Jin Kwon Chung, MD, PhD

순천향대학교 의과대학 서울병원 안과학교실

Department of Ophthalmology, Soonchunhyang University Seoul Hospital, Soonchunhyang University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To compare vaulting height and clinical results in patients who underwent anterior chamber phakic intraocular lens implantation with different lens diameters.

Methods: Thirty-five eyes (19 patients) who underwent anterior chamber phakic intraocular lens (V4C or V5) implantation were divided into two groups according to lens diameters, which were based on the patient C or V5) implantation were dividdiameters. Group 1 was implanted with a 12.6 mm diameter lens (WTW, 11.3-11.7 mm; 22 eyes) and group 2 was implanted with a 13.2 mm diameter lens (WTW, 11.8-12.2 mm; 13 eyes). Changes in the central vault over time, refractive error, visual acuity, endothelial cell count, and complications were evaluated as clinical outcomes.

Results: The post operative mean central vaulting heights at 1, 3, and 6 months Group 2 showed significantly higher vaulting at each visit (all, $p < 0.05$). High vaulting (greater than 750 mm) at 1, 3, and 6 months after surgery involved 27% (6 eyes), 27% (6 eyes), and 18% (4 eyes) in group 1 and 69% (9 eyes), 61% (8 eyes), and 53% (7 eyes) in group 2 ($p < 0.05$), respectively. Uncorrected distance visual acuity (logMAR) and spherical equivalent were not significantly different between two groups ($p > 0.05$).

Conclusions: The results of optimal vaulting shows the lens diameter should be adjusted according to the surgeon's experience or nomogram when the horizontal corneal WTW diameter was used to determine lens diameter. Especially in cases using a V4C or V5 model anterior chamber phakic intraocular lens, 13.2 mm in diameter (V5) shows higher central vaulting than 12.6 mm in diameter (V4C).

J Korean Ophthalmol Soc 2019;60(12):1191-1197

Keywords: Anterior chamber depth, Implantable collamer lens, Vaulting, White-to-white

후방유수정체안내렌즈(implantable collamer lens; STAAR Surgical, Nidau, Switzerland)는 고도 근시의 굴절 교정을 위한 수술적 치료 중 하나로 널리 이용되고 있다.[1] 안내후방인공수정체삽입술은 Laser *in situ* keratomileusis과 같은 각막굴절교정술과는 다르게 수술 후에 발생하는 예상치 못한 굴절률의 변화가 있을 때 렌즈 교체가 가능하며 수술 과정 또한 가역적인 장점이 있는 반면 백내장의 진행, 각막내피세포의 소실, 동공차단녹내장과 같은 합병증의 발생 가능성이 있어 이에 유의하여야 한다.[2]

수술 후 합병증 발생에 있어서 수정체전낭과 후방유수정체안내렌즈의 정중앙까지 거리인 중심 vaulting은 매우 중요한 요인이 되는데 high vaulting일 때 각막내피세포의 감

■ **Received:** 2019. 5. 16. ■ **Revised:** 2019. 6. 26.
■ **Accepted:** 2019. 12. 6.

■ Address reprint requests to **Jin Kwon Chung, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Soonchunhyang University Seoul Hospital, #59 Daesagwan-ro, Yongsan-gu, Seoul 04401, Korea
Tel: 82-2-709-9354, Fax: 82-2-710-3196
E-mail: schcornea@schmc.ac.kr

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

ⓒ *2019 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.

소, 동공차단녹내장의 위험성이 증가하고 low vaulting일 때 백내장의 진행과 같은 합병증의 위험성이 증가한다. 이상적인 중심 vaulting의 범위는 250-750 μm이며 이에 영향을 미치는 인자로는 나이, 각막윤부직경(white to white diameter), 앞방깊이(anterior chamber depth), 구면 렌즈 대응치(spherical equivalent), 삽입된 렌즈의 크기 등이 있다.[3-6]

일반적으로 삽입될 후방유수정체안내렌즈의 크기는 각막윤부직경과 앞방깊이에 의해 정해진다. 각막윤부직경의 경우 섬모체고랑 간격을 초음파 생체 현미경(ultrasound biomicroscope, UBM)을 사용하여 측정할 수 있으며 UBM이 없는 경우 각막지형도검사와 같은 영상장치를 이용하거나 측경기(caliper)를 이용하여 측정한 각막윤부직경을 대신해서 사용하기도 한다. 특히 각막윤부직경이 렌즈 크기의 선정에 중요하며, 이에 따라 정해진 렌즈의 크기가 수술 후 vaulting에 영향을 미치는 가장 중요한 인자가 될 수 있으므로 적절한 렌즈 크기의 선정은 매우 중요하다고 볼 수 있다.[7,8]

과거 V4 모델의 후방유수정체안내렌즈의 보존 용액은 0.9% NaCl이었으나 중앙 원공이 없는 V4B 모델과 렌즈 한가운데 직경 360 μm의 원공(KS-AquaPORT)이 있는 V4C와 V5 모델에서는 보존 용액이 평형염류용액(balanced salt solution)으로 바뀌었다. 0.9% NaCl 보존 용액에 보관한 렌즈는 안내에 삽입 후 팽창하여 약 2% 정도의 직경이 더 커진다는 점을 고려하여 과거에는 각막윤부직경에 0.5 mm를 더한 크기의 렌즈를 선정하였다. 현재 사용되는 모델의 보존 용액은 평형염류용액이며 안내 삽입 후 부피 팽창이 일어나지 않는 점을 고려하여 각막윤부직경에 1.1 mm 또는 1.2 mm를 더하여 삽입될 렌즈의 크기를 선정하고 있다. 현재까지 국내 연구들 중 중심 원공을 가지고 평형염류용액을 보존 용액으로 사용하는 새로운 후방유수정체안내렌즈 모델에서 렌즈 직경에 따른 중심 vaulting에 대한 연구는 이루어진 바가 없다. 이에 저자들은 평형염류용액에 보관되는 현재 후방유수정체안내렌즈 모델의 수술 후 중심 vaulting 결과를 보고하고자 한다.

대상과 방법

2013년부터 2017년 8월까지 후방유수정체안내렌즈 삽입 수술을 시행한 환자 중 AQUA ICL® (Visian ICL with CentraFLOW® technology, V4C, V5; STAAR Surgical) 모델의 렌즈를 사용한 35안(19명)을 대상으로 후향적 연구를 시행하였다. 본 연구는 순천향대학교 서울병원 임상윤리심의위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인을 받았다(승인 번호: SCHUH 2017-11-011). 평균 연령은 그룹 1과 그룹 2에서 각각 24.81 ± 3.44세, 26.81 ± 5.41세였으며 유리체 및 망막 수술력이 있는 경우, 녹내장 또는 안내 질환의 과거력이 있는 경우 대상에서 제외하였다. 수술 전 검사로 나안시력, 안압검사, 안저검사, 최대교정시력 및 현성굴절검사, 세극등검사, 각막곡률반경검사(ARK-530A; Nidek, Gamagori, Japan), 각막지형도검사(Orbscan corneal topographer IIz; Bausch & Lomb, Rochester, NY, USA), 각막내피세포 수(Specular microscope EM-4000; Tomey, Nagoya, Japan) 측정을 시행하였다. 수술 후 경과 관찰기간 동안 중심 vaulting은 spectral-domain optic coherence tomography (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany)를 이용하여 측정하였으며 세극등 및 나안시력(logarithm of the minimum angle of resolution), 안압, 최대교정시력검사를 시행하였다. 대상 환자군의 basic characteristics는 Table 1에 나

Table 1. Baseline characteristics of the two groups

Characteristic	Group 1	Group 2	*p*-value*
Sex (eyes)			0.114†
Male	6 (27.27)	7 (53.84)	
Female	16 (72.73)	6 (46.16)	
Age (years)	24.81 ± 3.44	26.81 ± 5.41	0.336
WTW (ORB) (mm)	11.52 ± 0.13	12.02 ± 0.09	0.000
WTW (caliper) (mm)	11.51 ± 0.11	12.03 ± 0.10	0.000
ACD (mm)	3.26 ± 0.31	3.33 ± 0.25	0.029
Preoperative SE (D)	-8.27 ± 3.53	-8.46 ± 2.20	0.649
Postoperative 6 months SE (D)	-0.30 ± 0.37	-0.17 ± 0.31	0.428
Endothelial cell count (cells/mm^2)	2,876 ± 266	2,730 ± 222	0.089
Postoperative 6 months UDVA (logMAR)	0.04 ± 0.10	0.01 ± 0.03	0.448

Values are presented as mean ± standard deviation or number (%). 'Group 1' is 12.6 mm in diameter, 'Group 2' is 13.2 mm in diameter.
WTW = white to white diameter; ORB = Orbscan II corneal topography; ACD = anterior chamber depth; SE = spehrial equivalent; D = diopters; UDVA = uncorrected distant visual acuity; logMAR = logarithm of minimal angle of resolution.
*p-value was acquired from Mann Whitney U-test; †Fisher exact test.

타내었다.

수술 전 렌즈 직경 결정을 위한 앞방깊이는 각막지형도검사를 통하여 측정하였고 각막윤부직경은 각막지형도검사와 측경기를 이용한 두 가지 방법으로 측정하였다. 렌즈의 도수와 직경의 선택은 제조사에서 공급되는 프로그램을 이용해 선정했는데 과거 V4 모델에서 높은 중심 vaulting를 보이는 것을 보정하기 위해 술자가 이를 보정한 nomogram을 이용했다. 이에 따라 본 연구에 포함된 환자 중 각막윤부직경이 11.3-11.7 mm의 범위에 포함되는 환자군의 경우 12.6 mm 크기(기존 V4 모델의 12.0 mm)의 렌즈를 삽입하였고(그룹 1), 각막윤부직경이 11.8-12.2 mm의 범위에 포함되는 환자군의 경우 13.2 mm (기존 V4 모델의 12.5 mm) 크기의 렌즈를 삽입했는데(그룹 2) 모든 환자에서 제조사 권고와 동일하거나 또는 한 치수 작은 렌즈를 사용하였다.

수술은 단일 술자(J.K.J)에 의해 진행되었으며 수술 과정을 요약하면, 점안마취를 시행한 후 앞방내 점탄물질(Eyefill® HD; Croma Pharma GmbH, Leobendorf, Austria)을 주입하고 제조사의 후방유수정체안내렌즈 삽입 장치(STAAR Surgical)를 이용하여 상측 또는 이측 방향에 만들어진 3.2 mm 투명 절개창을 통하여 홍채 앞쪽으로 렌즈 삽입을 시행하였다. 다음으로 manipulator를 이용하여 렌즈를 수평 방향으로 회전시킨 후 4개의 지지부를 홍채 뒤쪽으로 밀어 넣고 홍채 뒤쪽의 중앙부로 렌즈를 위치시켰다. 평형염류용액(Balanced salt solution; Alcon laboratories, Inc. Fort Worth, TX, USA)으로 앞방 세척을 통해 점탄물질을 제거하고 마지막으로 10-0 nylon을 이용하여 절개창을 봉합 후 수술을 마쳤다. 수술 2시간 후 안압을 측정하였으며 점안 항생제(Vigamox eye drop 0.5%, moxifloxacin; Alcon Singapore manufacturing Pte Ltd., Singapore) 및 점안 스테로이드(Loteproophthalmic suspension 0.5%, Hanlim Pharm Co., Ltd., Yongin, Korea)를 하루 4회 4주 동안 점안하도록 하였다.

두 그룹 간의 성별에 대한 비교 분석은 Fisher exact test를 이용하였으며 각막윤부직경, 앞방깊이, 구면 렌즈 대응치, 수술 후 시력에 대한 비교는 Mann Whitney *U*-test로 비교하였다. 또한 각막지형도검사를 통해 얻은 각막윤부직경 값과 측경기를 이용하여 측정한 각막윤부직경 값의 비교는 Wilcoxon signed rank test로 비교하였다. 수술 후 중심 vaulting의 두 그룹 간의 차이와 1, 3, 6개월째 vaulting의 변화에 대한 분석은 Mann Whitney *U*-test로 비교 분석하였다. 모든 통계 분석은 IBM SPSS ver. 18.0 Statistics (IBM, Armonk, NY, USA)를 이용하였으며 *p*-value의 유의 수준은 0.05 미만으로 하였다.

결 과

총 19명의 환자 35안에서 직경 12.6 mm 후방유수정체안내렌즈를 삽입한 그룹 1 (22안)과 직경 13.2 mm 렌즈를 삽입한 그룹 2 (13안)로 나누었을 때 각 그룹 간 평균 연령, 앞방깊이, 수술 전 구면렌즈 대응치, 수술 후 6개월째 나안시력 및 구면렌즈 대응치는 유의한 차이가 없었으며 수술 전 각막지형도 검사(Orbscan)로 측정한 각 그룹의 각막윤부직경은 11.52 ± 0.13, 12.02 ± 0.09 mm로 유의한 차이가 있었다(p=0.00, Table 1). 각막지형도검사 또는 측경기로 측정치를 측정 방법에 따라 비교하였을 때 그룹 1과 그룹 2 그리고 전체 환자군에서 차이를 보이지 않았다.

전체 환자군에서 수술 1, 3, 6개월 후 평균 중심 vaulting은 각각 704 ± 224 μm, 664 ± 234 μm, 641 ± 210 μm로 측정되었으며 1개월과 6개월의 차이는 62.3 μm였다(p=0.00). 수술 1개월 후 그룹 1, 그룹 2의 평균 중심 vaulting은 각각 657 ± 232 μm와 783 ± 192 μm 그리고 3개월 후에는 각각 603 ± 210 μm, 768 ± 244 μm, 6개월 후 587 ± 190 μm, 733 ± 217 μm로 수술 후 세 번의 경과 관찰에서 모두 그룹 2에서 유의하게 높은 중심 vaulting를 보였다(p<0.05). 시간에 따른 결과를 살펴보면 그룹 1은 수술 6개월 중심 vaulting이 수술 1개월 후와 비교하여 평균 69.9 μm 감소하고 (p=0.030) 그룹 2에서는 49.5 μm 감소하였다(p=0.041, Table 2).

수술 후 중심 vaulting이 750 μm 이상 측정된 비율은 수

Table 2. Comparison of changes in central vault at post op. 1, 3, and 6 months between two groups

Variable	Post op. 1 month	Post op. 3 months	Post op. 6 months	Diff.	*p*-value*
Total (μm)	704 ± 224	664 ± 234	641 ± 210	62.3	0.000
Group 1 (μm)	657 ± 232	603 ± 210	587 ± 190	69.9	0.030
Group 2 (μm)	783 ± 192	768 ± 244	733 ± 217	49.5	0.041
p-value†	0.042	0.045	0.045		

Values are presented as mean ± standard deviation or number. 'Group 1' is 12.6 mm in diameter, 'Group 2' is 13.2 mm in diameter.
op. = operation; Diff. = difference.
*p-value was acquired from the Wilcoxon signed rank test. Postoperative central vault in 1 month was compared with 6 months; †p-value was acquired from Mann Whitney *U*-test. Postoperative central vault in group 1 was compared with group 2.

술 1개월째 그룹 1에서 27% (6안), 그룹 2에서 69% (9안)였으며(p=0.019), 3개월 후 그룹 1은 27% (6안), 그룹 2에서는 61% (8안) (p=0.050), 6개월 후 그룹 1에서 18% (4안), 그룹 2에서 53% (7안)로 확인되었다(p=0.035, Table 3). 수술 후 경과 관찰기간 동안 35안 모두에서 중심 vaulting이 250 μm 이하로 측정된 경우는 없었다.

수술 후 경과 관찰기간 동안 백내장 또는 녹내장과 같은 합병증이 발생한 환자는 없었으며 high vaulting 결과를 보인 경우에서 전방각경검사 시 주변홍채앞유착 또는 색소분산과 같은 합병증이 관찰되는 환자도 없었다. 수술 전과 비교하여 수술 6개월 후 각막내피세포의 유의한 감소는 없었다(Table 4).

고 찰

그동안 이루어진 연구들에 의하면 안내후방인공수정체 삽입수술 후 중심 vaulting에 영향을 미치는 요인으로는 환자의 나이, 각막윤부직경, 앞방깊이, 섬모체고랑간격, 구면렌즈대응치, 후방유수정체안내렌즈의 크기 등이 있다고 알려져 있다. 환자의 나이가 많을수록, 구면렌즈대응치가 높을수록, 앞방깊이가 얕을수록, 그리고 크리스탈렌즈 상승이 높을수록 중심 vaulting은 낮아질 수 있으며 이는 수술 후 백내장 발생의 위험성을 높인다. 환자의 나이가 많을 때 크리스탈렌즈의 상승은 증가하고, 크리스탈렌즈의 상승은 앞방깊이를 얕게 하므로 이 세 요인은 서로 연관성을 가진다고 알려져 있다. 반면 중심 vaulting에 영향을 미치는 여러 요인으로 환자의 나이, 앞방깊이, 후방유수정체안내렌즈 크기, 섬모체고랑간격, 각막윤부직경 등 10가지 요인에 대하여 다중 회귀분석을 시행한 최근 연구에서는 전체 환자 중 36.9%에서만 이들 인자와 연관성이 있다는 결과가 있었으며 단계적 다중회귀분석에서는 오직 후방유수정체안내렌즈의 크기와 섬모체고랑간격만이 중심 vaulting에 강한 연관성을 가지는 요인으로 보고된 바가 있다.[4,5,9,10] 이러한 이전 결과들이 본 연구에서 중심 vaulting에 영향을 미치는 요인으로 후방유수정체안내렌즈의 크기를 주 요인으로 분석하게 된 근거이기도 하다.

이전 여러 연구에서 수술 후 시간이 경과함에 따라 중심 vaulting이 조금씩 감소하는 것으로 보고되고 있는데 이는 후방유수정체안내렌즈 삽입 후 섬모고랑이나 섬모체에 위치한다고 알려져 있는 지지부가 섬모체에서 섬모고랑으로 고정되는 과정과 관련이 있다.[11-13] 이번 연구에서 수술 후 시간이 경과함에 따라 중심 vaulting이 어느 정도 감소한다는 점에서 이전의 연구 결과들과 맥락을 같이 한다. 하지만 삽입된 렌즈의 크기에 따라서 중심 vaulting의 감소 정도가 다르다는 것을 확인하였으며 작은 크기의 렌즈 삽입 시 6개월 동안 더 큰 vaulting의 감소를 보였으며 750 μm 이상의 high vaulting 비율이 작았다. 이 결과는 큰 직경의 렌즈를 삽입한 군에서 high vaulting를 유지하는 경향성이 더 크다는 것을 시사하기도 한다.

후방유수정체안내렌즈의 크기를 결정하는 데에 있어서

Table 3. Comparison of high vault ratio between the two groups

Variable	Post op. 1 month			Post op. 3 months			Post op. 6 months		
	Group 1	Group 2	p-value*	Group 1	Group 2	p-value*	Group 1	Group 2	p-value*
Vault			0.019			0.050			0.035
≥ 750 mm	6 (27)	9 (69)		6 (27)	8 (61)		4 (18)	7 (53)	
< 750 mm	16 (73)	4 (31)		16 (73)	5 (39)		18 (82)	6 (47)	
Total	22 (100)	13 (100)		22 (100)	13 (100)		22 (100)	13 (100)	

Values are presented as number (%). Comparison of high vault ratio between the two groups in each follow up period.
op. = operation.
*p-values were acquired from chi-square test.

Table 4. Comparison of changes in ECC at pre op. and post op. 6 months in each group

Variable	Pre op. (cells/mm^2)	Post op. 3 months (cells/mm^2)	Post op. 6 months (cells/mm^2)	Difference (cells/mm^2)	p-value*
Total	2,822.2 ± 257.96	2,803.4 ± 232.02	2,787.4 ± 265.33	34.8 (1.23)	0.543
Group 1	2,876.5 ± 266.66	2,839.3 ± 248.07	2,820.0 ± 315.57	56.5 (1.96)	0.284
Group 2	2,750.4 ± 222.63	2,742.5 ± 196.10	2,732.1 ± 141.16	18.3 (0.67)	0.534

Values are presented as mean ± standard deviation or number (%). 'Group 1' is 12.6 mm in diameter, 'Group 2' is 13.2 mm in diameter.
ECC = endothelial cell count; op. = operation.
*p-value was acquired from the Wilcoxon signed rank test.

각막윤부직경은 중요한 인자가 되며 이에 0.5-1.0 mm를 더한 수치가 렌즈의 직경이 되는데 이는 렌즈 제조사의 권고사항이다.[14] 이렇게 선택된 렌즈의 직경은 중심 vaulting에 영향을 미치게 되는데 렌즈의 직경이 클수록 렌즈가 앞으로 휘어지는 물리적 성향에 의해 환자의 크리스탈 렌즈와 후방유수정체안내렌즈 사이의 거리가 멀어지게 된다.[12] 후방유수정체안내렌즈의 모델 또한 vaulting에 영향을 미칠 수가 있는데 후방유수정체안내렌즈의 형태 또한 진화 과정을 거치면서 더 평평한 모양의 V3 모델에 비하여 V4 모델에서 vaulting이 더 높았다는 결과가 보고된 바 있다.[12]

이전 연구에서 후방유수정체안내렌즈 삽입술을 시행한 대상자 30안 중 렌즈의 교환 또는 제거가 필요했던 경우들의 가장 큰 원인으로 12안(40.0%)에서 부적절하게 선정된 큰 크기의 렌즈, 10안(33.3%)에서는 부적절하게 선정된 작은 크기의 렌즈로 제시된 바 있다.[15] 수술 후 vaulting이 250 μm 미만의 경우 합병증으로 백내장이 발생할 가능성이 커지는데, 후방유수정체안내렌즈를 삽입한 총 2,592안 중 136안(5.2%)에서 백내장이 발생되었고 low vaulting이 가장 중요한 원인으로 제시되었다.[16] 이번 연구에서 저자는 제조사의 권고사항을 따르거나 술자의 기준에 따라 렌즈 직경을 한 사이즈 작게 선정하였는데 수술 후 250 μm 미만의 low vaulting이었던 증례는 없었다. 수술 후 high vaulting에 의해 급성 안압상승, 급성 동공차단, 각막내피세포의 소실이 발생할 수 있다. 섬모고랑은 타원형이므로 눈 속에서 후방유수정체안내렌즈의 회전이 일어날 때, 또는 안구의 구조적인 계측을 할 때 발생할 수 있는 계측의 오류와 렌즈 지지부의 위치가 정확하지 않았을 때 high vaulting의 원인이 될 수 있다.[17]

본 연구에서 12.6 mm 직경의 후방유수정체안내렌즈를 사용한 군에 비해 13.2 mm 직경의 후방유수정체안내렌즈를 사용한 군에서 수술 후 시간 경과에 따른 중심 vaulting의 감소가 작았다는 점, 평균 중심 vaulting이 높게 측정되었다는 점, 그리고 750 μm 이상의 high vaulting의 비율 또한 크게 나타난 점으로 미루어 보았을 때 각막윤부직경을 기준으로 렌즈의 직경 선정 시 평형염류용액을 보존 용액으로 사용하는 V4C 모델의 크기 선정 시 수술 후 high vaulting의 가능성을 고려하여 렌즈 선정에 유의해야 할 필요가 있을 것으로 생각된다.

술 전 렌즈의 보존용액으로 생리식염수를 사용하는 V4 모델에서 평형염류용액으로 바뀐 V4C 모델의 렌즈 크기 변환에 대해 살펴보면 기존 V4 모델 중 11.5와 12.0 mm의 렌즈는 평형염류용액에서 렌즈 직경(V4C 모델)이 0.6 mm 증가하는데 12.0와 13.0 mm 렌즈는 0.7 mm가 증가하여 본 연구에 사용된 13.2 mm의 V4C 모델군에서 기존 V4 모델의 선정 방법을 적용하면 12.6 mm의 렌즈보다 0.1 mm 더 큰 직경의 렌즈를 삽입하게 되어 수술 후 vaulting이 더 높게 측정되고 유지되었을 가능성을 생각해 볼 수 있다. 또한 실제 렌즈가 위치하게 되는 섬모체고랑의 직경과 각막윤부직경과의 정확한 상관관계가 알려지지 않아 구조적 차이에 의한 결과도 그 원인 중 한 가지가 될 것으로 추정된다.[18,19]

이는 상대적으로 큰 크기의 렌즈에서 기존 각막윤부직경에 의하여 렌즈 크기를 선정하였을 때 섬모체고랑간격에 의한 크기 선정법을 사용하였을 때보다 부적절하게 큰 사이즈의 렌즈가 선정될 수 있을 가능성을 시사하며 이는 큰 크기의 렌즈가 삽입된 환자에서 상대적으로 높은 중심 vaulting을 보이는 본 연구 결과의 경향성과 일맥상통한다고 볼 수 있다. 이러한 점들로 미루어보아 본 연구에서는 13.2 mm 렌즈를 삽입해야 하는 경우 각막윤부직경이 11.8-12.2 mm인 환자를 대상으로 하였는데 상대적으로 직경이 큰 렌즈를 선정할 때 제조사의 권고 사항만을 따르기 보다는 각막윤부직경이 11.8-11.9 mm인 경우 술자의 경험에 따라 한 단계 크기가 작은 12.6 mm 렌즈 삽입을 고려해 볼 수 있고 이에 대한 장기적인 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

이번 연구의 제한점으로 섬모체고랑간격에 따라 후방유수정체안내렌즈 크기를 선정하는 것이 렌즈의 햅틱 말단부위가 섬모고랑에 위치하기 때문에 보다 정확할 수 있지만 UBM을 보유하고 있지 않은 환경에서 각막윤부직경에 따라 렌즈의 크기를 선정하였다는 점을 들 수 있다. 또한 후향적 연구로 연구 대상의 표본이 작았다는 점과 vaulting에 대한 경과 관찰기간이 6개월로 짧아, 보다 긴 기간 동안 경과 관찰을 통해 vaulting의 변화 추이 및 합병증 발생 여부를 확인하는 것이 필요할 것으로 보인다. 본 연구에서는 중심 vaulting에 대한 비교를 하였지만 추가적으로 UBM을 이용한 햅틱 말단 부위의 위치 및 주변부 vaulting에 대한 비교 및 분석 또한 필요할 것으로 보인다. 이에 더하여 홍채의 형태에 따라 발생할 수 있는 렌즈의 수직 누름 효과, 섬모 고랑의 구조적 차이에 따라 렌즈가 꺾이는 효과가 개개인에 따라 다를 수 있으므로 이 두 요인에 대한 분석 또한 중심 vaulting 예측에 도움이 될 것으로 보인다. 앞으로 중심 vaulting에 영향을 미치는 앞서 언급된 기존의 요인들 및 새롭게 고려해 볼 수 있는 요인들에 대한 다방면 분석을 통해 렌즈 크기에 따른 수술 후 경과 관찰 시 햅틱의 섬모체 고랑 위치 변화 및 로테이션 정도를 확인하고 high vaulting 발생 비율에 있어서 현 제조사의 렌즈 직경 선정 기준에 대한 재고찰이 필요할 것으로 보인다.

결론적으로 각막윤부직경을 측정하여 삽입할 후방유수정체안내렌즈(V4C, V5) 렌즈의 크기를 결정할 때 제조사

의 프로그램을 이용하는 경우 굴절교정 결과에 차이를 보이지는 않았으나 13.2 mm 직경의 렌즈는 수술 후 높은 vaulting 결과를 보일 가능성이 높아 술자에 따른 조정이 필요하며 특히 앞방깊이가 얕은 환자에서 장기간 관찰 시 합병증 발생이 증가할 가능성이 있어 이에 대한 고려가 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

1) Elmohamady MN, Abdelghaffar W. Anterior chamber changes after implantable collamer lens implantation in high myopia using pentacam: a prospective study. Ophthalmol Ther 2017;6:343-9.
2) Kamiya K, Shimizu K, Igarashi A, et al. Four-year follow-up of posterior chamber phakic intraocular lens implantation for moderate to high myopia. Arch Ophthalmol 2009;127:845-50.
3) Garcia-De la Rosa G, Olivo-Payne A, Serna-Ojeda JC, et al. Anterior segment optical coherence tomography angle and vault analysis after toric and non-toric implantable collamer lens V4c implantation in patients with high myopia. Br J Ophthalmol 2018;102:544-8.
4) Kamiya K, Shimizu K, Komatsu M. Factors affecting vaulting after implantable collamer lens implantation. J Refract Surg 2009;25:259-64.
5) Lee DH, Choi SH, Chung ES, Chung TY. Correlation between preoperative biometry and posterior chamber phakic Visian Implantable Collamer Lens vaulting. Ophthalmology 2012;119:272-7.
6) Lim DH, Lee MG, Chung ES, Chung TY. Clinical results of posterior chamber phakic intraocular lens implantation in eyes with low anterior chamber depth. Am J Ophthalmol 2014;158:447-54.e1.
7) Kojima T, Yokoyama S, Ito M, et al. Optimization of an implantable collamer lens sizing method using high-frequency ultrasound biomicroscopy. Am J Ophthalmol 2012;153:632-7, 7.e1.
8) Reinstein DZ, Lovisolo CF, Archer TJ, Gobbe M. Comparison of postoperative vault height predictability using white-to-white or sulcus diameter-based sizing for the visian implantable collamer lens. J Refract Surg 2013;29:30-5.
9) Lege BA, Haigis W, Neuhann TF, Bauer MH. Age-related behavior of posterior chamber lenses in myopic phakic eyes during accommodation measured by anterior segment partial coherence interferometry. J Cataract Refract Surg 2006;32:999-1006.
10) Schmidinger G, Lackner B, Pieh S, Skorpik C. Long-term changes in posterior chamber phakic intraocular collamer lens vaulting in myopic patients. Ophthalmology 2010;117:1506-11.
11) García-Feijoó J, Alfaro IJ, Cuiña-Sardiña R, et al. Ultrasound biomicroscopy examination of posterior chamber phakic intraocular lens position. Ophthalmology 2003;110:163-72.
12) Gonvers M, Bornet C, Othenin-Girard P. Implantable contact lens for moderate to high myopia: relationship of vaulting to cataract formation. J Cataract Refract Surg 2003;29:918-24.
13) Kamiya K, Shimizu K, Kawamorita T. Changes in vaulting and the effect on refraction after phakic posterior chamber intraocular lens implantation. J Cataract Refract Surg 2009;35:1582-6.
14) Alfonso JF, Fernández-Vega L, Lisa C, et al. Long-term evaluation of the central vault after phakic Collamer(R) lens (ICL) implantation using OCT. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 2012;250:1807-12.
15) AlSabaani NA, Behrens A, Jastanieah S, et al. Causes of phakic implantable collamer lens explantation/exchange at King Khaled Eye Specialist Hospital. Middle East Afr J Ophthalmol 2016;23:293-5.
16) 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.
17) Cao X, Wu W, Wang Y, et al. Comparison over time of vault in Chinese eyes receiving implantable contact lenses with or without a central hole. Am J Ophthalmol 2016;172:111-7.
18) Nam SW, Lim DH, Hyun J, et al. Buffering zone of implantable Collamer lens sizing in V4c. BMC Ophthalmol 2017;17:260.
19) Reinstein DZ, Archer TJ, Silverman RH, et al. Correlation of anterior chamber angle and ciliary sulcus diameters with white-to-white corneal diameter in high myopes using artemis VHF digital ultrasound. J Refract Surg 2009;25:185-94.

= 국문초록 =

안내 후방인공수정체삽입술 렌즈 직경에 따른 중심 볼트 결과

목적: 후방유수정체안내렌즈삽입술 시행 후, 삽입된 렌즈의 크기에 따른 중심 vaulting과 임상 결과를 비교하고자 하였다.
대상과 방법: 후방유수정체안내렌즈(V4C, V5) 삽입술을 시행받은 35안(19명)을 각막윤부직경에 따라 11.3–11.7 mm인 경우 12.6 mm 크기의 렌즈를 삽입한 그룹 1 (22안)과 11.8–12.2 mm인 경우 13.2 mm 크기의 렌즈를 삽입한 그룹 2 (13안)로 나누어 시간에 따른 vaulting의 변화, 굴절력, 시력, 내피세포의 변화, 합병증 발생을 비교하였다.
결과: 수술 후 1, 3, 6개월째 평균 중심 vaulting은 모든 기간 동안 그룹2에서 유의하게 높았으며(p<0.05), 중심 vaulting이 750 mm 이상인 비율은 그룹1에서 각각 27% (6안), 27% (6안), 18% (4안)였으며 그룹2에서는 각각 69% (9안), 61% (8안), 53% (7안)로 1, 6개월에서 유의하게 높은 비율을 보였다(p<0.05). 수술 6개월 후 두 그룹 간의 나안시력(logMAR)과 구면렌즈대응치는 유의한 차이를 보이지 않았으며 각막내피세포 수는 수술 전과 수술 후 6개월에서 유의한 감소가 없었다.
결론: 각막윤부직경을 측정하여 삽입할 후방유수정체안내렌즈의 직경을 결정하는 경우 V4C와 V5 모델 중 13.2 mm 직경의 렌즈가 12.6 mm의 렌즈에 비해 높은 평균 중심 vaulting과 높은 비율의 high vaulting를 보여 이 렌즈를 사용하여 수술을 시행할 계획이 있는 환자에서 이에 대한 고려와 술자에 따른 렌즈 직경 조정이 필요할 것으로 생각된다.
〈대한안과학회지 2019;60(12):1191–1197〉

박기범 / Kibum Park
순천향대학교 의과대학 서울병원 안과학교실
Department of Ophthalmology,
Soonchunhyang University Seoul Hospital,
Soonchunhyang University College of Medicine