

= 증례보고 =

## 각막굴절교정수술 후 인공수정체 도수 결정시 Orbscan II 비디오각막경의 유용성

조동현<sup>1</sup> · 오주연<sup>1</sup> · 김미금<sup>1,2</sup> · 이진학<sup>1,2</sup> · 위원량<sup>1,2</sup>

서울대학교 의과대학 안과학교실<sup>1</sup>, 서울대학교병원 임상의학연구소 서울인공안구센터<sup>2</sup>

**목적:** 각막굴절교정수술 후 인공수정체 결정시, Orbscan II 비디오각막경을 이용한 임상증례 3예를 보고하고자 한다.

**증례요약:** 굴절교정수술 전후의 각막곡률값과 굴절치를 알 수 없었던 3명 3안에서 Orbscan II의 mean, axial, tangential, optical power map에서 3, 4, 5, 6 mm의 각막곡률값을 구하고, SRK/T 공식으로 인공수정체 도수를 구하였다. 5 mm total axial power, 4 mm total optical power를 이용하여 도수를 구해 인공수정체를 삽입하였고, 3명 모두에서 1.5D 이내의 굴절치 차이를 보였다. 술 후 1개월째 굴절치와 목표 굴절치를 비교하였고, 술 후 굴절치를 통해 역계산 각막곡률값을 계산하여 Orbscan II의 각막곡률값과 비교하였다. 3, 4 mm total axial power, 3 mm total optical power와 역계산 각막곡률값이 차이가 적었다.

**결론:** 각막굴절교정수술 전후의 각막곡률값과 굴절치를 알 수 없는 경우 Orbscan II의 각막곡률값을 이용하여 인공수정체 도수를 계산하면 목표 굴절치에 근접할 것으로 기대할 수 있다.

〈대한안과학회지 2009;50(11):1730-1734〉

각막굴절교정수술을 받은 환자에서 인공수정체의 도수를 결정할 때에는 일반적인 경우와는 달리 추가적인 고려를 해야 한다. 인공수정체 도수 계산시 각막곡률값을 활용하게 되는데, 각막교정수술을 받은 경우, 각막 전면의 곡면이 변화하기 때문이다.<sup>1</sup> 즉, 고식적인 방식의 각막곡률계를 사용하여 각막곡률값을 측정하게 되면, 실제 각막곡률값 보다 과소평가하게 된다. 이를 보정하기 위해 임상병력법(clinical history method),<sup>2</sup> 경성콘택트렌즈법(rigid contact lens method), 또는 각막형태검사법(topographic method)<sup>3</sup> 등이 사용되어 왔다.

이전 보고에 의하면, 각막교정수술 전후 굴절치에 대한 자료가 있는 경우 임상병력법이 가장 정시에 가까운 결과를 보인다고 알려져 있다.<sup>4</sup> 하지만, 임상병력법은 수술 전 굴절치 및 각막곡률값을 알 수 없는 경우에는 사용할 수 없다. 또한, 백내장에 의한 근시 변화가 있는 경우<sup>5</sup> 정확성이 떨어진다는 단점이 있다.

각막굴절교정수술 전후의 굴절치 및 각막곡률값을 알 수 없는 경우에는 경성콘택트렌즈법이나 각막형태검사법의 중요성이 커진다. 하지만 경성콘택트렌즈법의 경우에는 콘택트렌즈에 의한 교정시력이 20/80은 되어야하는 단점이 있고, 눈물막의 영향에 의해 각막곡률값이 다르게 측정될 가능성이

있다. 또한, 각막굴절교정수술을 받은 환자에서는 각막 전면이 편평해지게 되는데, 이에 맞는 콘택트렌즈를 구하기 어려운 점도 적용에 제한을 주게 된다.<sup>6</sup> 따라서 각막형태검사법을 활용하여 각막곡률값을 추정하기 위해 기존의 각막형태검사기로 측정된 값을 새로운 수식에 대입하거나,<sup>7</sup> 최근에는 주사세극등(scanning slit) 방식을 이용한 전산 비디오각막경(computerized videokeratography)을 사용하기도 한다.<sup>8-10</sup>

Orbscan II 비디오각막경은 주사 세극등 방식과 플라스시도원반 방식(Placido disc)을 이용한 전산 비디오각막경으로, 여러 반지름의 영역에서 각막곡률값의 계산이 가능하며, 다양한 굴절력 지도를 활용하여 각막곡률값을 얻을 수 있다.

본 증례보고에서는 각막굴절교정수술을 받은 환자에서 백내장 수술을 위해 인공수정체 도수를 결정할 때 Orbscan II 비디오각막경을 이용해 측정된 각막곡률값을 적용한 3예를 보고하고자 한다.

### 증례보고

3명의 환자 모두 근시 교정을 위해 각막굴절교정수술을 받은 병력이 있었지만, 굴절교정수술 전후의 각막곡률값과 굴절치를 알 수 없었다. 또한 기저질환 및 외상 병력도 부인하였다. 백내장 수술 전 검사로 시력 측정, 세극등현미경검사, 안저검사, 현성 굴절검사, 자동굴절계(KR-8100, Topcon, Inc., Tokyo, Japan)를 통한 각막곡률값 측정, 초음파(Ultrasonic biometer, Model 820, Humphrey Instrument, California, USA)를 이용한 안축장 측정 및 Orbscan II 비디오각막경검사(Bausch &

■ 접수 일: 2009년 4월 29일 ■ 심사통과일: 2009년 8월 4일

■ 책임저자: 위 원 량

서울시 종로구 연건동 28번지  
서울대학교병원 안과  
Tel: 02-2072-2435, Fax: 02-741-3187  
E-mail: wrwee@snu.ac.kr

**Table 1.** Demographic data and clinical features

Characteristics	Case 1	Case 2	Case 3
Age (years)	51	63	42
Laterality	Right	Right	Right
Type of corneal refractive surgery	LASIK*	LASIK	PRK <sup>†</sup>
Interval between LASIK/PRK and cataract surgery (months)	37	132	240
Pre-cataract surgery spherical equivalent (diopters)	-8.5	-2.375	N/A <sup>‡</sup>
UCVA <sup>§</sup> before cataract surgery (20/)	300	200	200
BCVA <sup>  </sup> before cataract surgery (20/)	30	N/A	N/A
Axial length (mm)	26.73	25.8	26.36

\* LASIK=laser in situ keratomileusis; <sup>†</sup> PRK=photorefractive keratectomy; <sup>‡</sup> not available due to white cataract; <sup>§</sup> UCVA=uncorrected visual acuity; <sup>||</sup> BCVA=best corrected visual acuity.

**Table 2.** The Orbscan-derived keratometric values from 4 different power maps

	Case 1	Case 2	Case 3
Simulated K readings	38.4	41.8	41.5
3 mm zone	38.6	42.3	42.3
5 mm zone	41.9	43.6	43.4
Total mean power 3 mm	36.5317	40.3211	39.75
Total mean power 4 mm	37.4052	41.1473	40.8533
Total mean power 5 mm	39.0093	42.3808	41.6714
Total mean power 6 mm	40.7298	43.4473	41.9979
Total axial power 3 mm	35.8777	39.9967	38.287
Total axial power 4 mm	36.1463	40.1269	39.0487
Total axial power 5 mm	36.6661	40.6061	39.8009
Total axial power 6 mm	37.5603	41.2601	40.4422
Total tangential power 3 mm	36.641	39.7226	40.304
Total tangential power 4 mm	37.4911	41.2387	42.1397
Total tangential power 5 mm	40.1504	43.395	43.4647
Total tangential power 6 mm	43.366	45.6863	43.6561
Total optical power 3 mm	36.2351	40.4386	38.7261
Total optical power 4 mm	36.5944	40.7015	39.6429
Total optical power 5 mm	37.2758	41.4137	40.6279
Total optical power 6 mm	38.4543	42.3911	41.5681

Lomb, New York, USA)를 시행하였다.

환자들의 평균연령은 52세(42~63세)였고, 2명은 남자, 1명은 여자였다. 2명은 각막교정수술로 레이저각막절삭성형술(LASIK, laser in situ keratomileusis), 1명은 굴절교정레이저각막절제술(PRK, photorefractive keratectomy)을 시행받은 병력이 있었다. 백내장 수술 전 구면렌즈대응치는 백내장이 심해 현성굴절검사가 불가능한 1명을 제외한 2명에서 평균 -8.75D로 근시 변화가 있는 상태였고, 안축장은 3명 3안에서 평균 26.30 mm이었다(Table 1). 전안부 검진 및 후극부 검진에서는 백내장 이외의 특이 소견은 없었다.

인공수정체 도수 계산을 위한 각막곡률값을 얻기 위해, Orbscan II 비디오각막경의 mean, axial, tangential, optical power map에서 3 mm, 4 mm, 5 mm, 6 mm를 지름으로 하는 각막 중심부 영역의 각막곡률값을 구하였다. Orbscan II 비디오각막경검사상의 각막곡률값은 모든 굴절력 지도에서 해당 영역의 반지름이 증가할수록 증가하였다(Table 2).

초음파를 통해 계산한 안축장과 4 mm total optical power 값을 SRK/T식에 대입하여 인공수정체 도수를 계산하였다. 저자 중 두 명(오주연, 위원량)이 각각 2명 2안, 1명 1안에 대해 백내장 수술을 시행하였다. 2명 2안에서 수정체 초음파외측 및 후방인공수정체 삽입술을 시행하였으며, 1명 1안에서 백색 백내장으로 백내장낭외적출술 및 후방 인공수정체 삽입술을 시행하였다. 수술은 특이사항 없이 진행되었다. 인공수정체는 2명 2안에서 SA60AT (Acrysol<sup>®</sup>, Alcon, Inc., Hünenberg, Switzerland), 1명 1안에서 AR40e (Sensar<sup>®</sup>, AMO, Inc., Illinois, USA)를 사용하였다.

환자의 요구에 따라 목표 굴절치를 다르게 하였는데, 세 환자에서 목표 굴절치는 각각 정시, 정시, -1.5D이었다.

백내장 수술 1개월 후 현성 굴절검사를 통해 얻은 구면렌즈대응치는 각각 +1.125D, 정시, 정시로 목표 굴절치와의 차이는 각각 1.125D, 0, 1.5D이었다(Table 3).

백내장 수술 1개월 후 굴절치를 SRK/T식에 역으로 대입

**Table 3.** Comparison of target refraction and real refraction after cataract surgery

	Case 1	Case 2	Case 3
Target refraction (D)	0	0	-1.5
Spherical equivalent 1 week after surgery (D)	1.75	0.25	N/A
Spherical equivalent 1 month after surgery (D)	1.125	0	0
Difference between target and real refraction (D)	1.125	0	1.5

**Table 4.** Comparison of back-calculated keratometric value (BCK) value and Orbscan II parameters (Orbscan II parameters -BCK value)

		Case 1	Case 2	Case 3	Average
Total mean power	3 mm	+1.9017	+0.6711	+1.94	+1.50
	4 mm	+2.7752	+1.4973	+3.0433	+2.43
	5 mm	+4.3793	+2.7308	+3.8614	+3.65
	6 mm	+6.0998	+3.7973	+4.1879	+4.69
Total axial power	3 mm	+1.2477	+0.3467	+0.477	+0.69
	4 mm	+1.5163	+0.4769	+1.2387	+1.07
	5 mm	+2.0361	+0.9561	+1.9909	+1.66
	6 mm	+2.9303	+1.6101	+2.6322	+2.39
Total tangential power	3 mm	+2.011	+0.0726	+2.494	+1.52
	4 mm	+2.8611	+1.5887	+4.3297	+2.92
	5 mm	+5.5204	+3.745	+5.6547	+4.97
	6 mm	+8.736	+6.0363	+5.8461	+6.87
Total optical power	3 mm	+1.6051	+0.7886	+0.9161	+1.10
	4 mm	+1.9644	+1.0515	+1.8329	+1.61
	5 mm	+2.6458	+1.7637	+2.8179	+2.40
	6 mm	+3.8243	+2.7411	+3.7581	+3.44

하여 수술 전 각막곡률값을 계산하고, 이를 역계산 각막곡률값으로 정하였는데, 각각 34.63D, 39.65D, 37.81D이었다. 이 값을 기존에 구한 Orbscan II의 mean, axial, tangential, optical power map의 3 mm, 4 mm, 5 mm, 6 mm 각막곡률값과 비교하였다. 이때, 3 mm, 4 mm total axial power, 3 mm total optical power와 역계산 각막곡률값의 차이가 가장 적었다(각각  $0.69 \pm 0.49D$ ,  $1.08 \pm 0.54D$ ,  $1.10 \pm 0.44D$ )(Table 4). 그 다음으로 3 mm total mean power, 5 mm total axial power, 3 mm total tangential power, 4 mm total optical power 값이 역계산 각막곡률값과 차이가 적었다(각각  $1.50 \pm 0.72D$ ,  $1.66 \pm 0.61D$ ,  $1.52 \pm 1.28D$ ,  $1.61 \pm 0.49D$ )(Table 3).

## 고 찰

Orbscan II 비디오각막경은 세극등 방식과 플라스도 원반 방식을 활용한 전산 비디오각막경으로, 기본적으로 각막 전면과 후면의 곡률 지도(curvature map)와 각막의 높낮이(elevation map), 각막두께(pachymetry) 및 전방깊이에 대한 정보를 제공한다.<sup>11</sup> 뿐만 아니라, 세극등 방식으로 얻은 정보를 바탕으로 하여 다양한 지점 및 방향에서 각막 곡률값을 얻을 수 있는 장점이 있다. 이전 모형인 Orbscan I에서는 세극등 방식만을 활용하였지만, Orbscan II의 경우 플라스도 원반

방식을 도입하여 각막의 곡면에 대한 정보를 보다 빠르고 정확하게 얻을 수 있고, 다양한 굴절력 지도를 활용할 수 있다. 각 지도의 특성을 보면, Mean power map은 각막의 각 지점에서 굴절력을 측정하여 곡률값의 수학적 평균을 계산한 값을 표시한 굴절력 지도이다. Axial power map은 각막 곡면의 수직선과 시축이 만나는 점을 회전 중심으로 하여 가상의 구를 상정한 후, 구의 반지름을 디오퍼터로 환산하여 각막 곡률값을 계산하는 방식으로 표현되며, tangential power map은 각막 곡면의 각 지점에서 곡면의 반지름을 구해 디오퍼터로 환산한 값을 표시한 지도이다. Optical power map은 실제 굴절력을 그대로 표시한다.

Orbscan II 비디오각막경을 통해 안정적으로 각막곡률값의 측정이 가능한데, 정상인 45명의 84안에 대한 연구에서 반복 측정 및 검사자 간 변이가 낮은 것이 밝혀졌으며, 비의료진에 의한 검사도 안정적으로 진행될 수 있음이 보고된 바 있다.<sup>12</sup> 또한, 정상인 17명의 17안에 대한 연구에서도 재현성 및 검사자 간 일치도가 높은 것이 입증된 바 있다.<sup>13</sup>

각막굴절교정수술 후 인공수정체 도수를 결정하는데 Orbscan II 비디오각막경을 이용한 지금까지의 연구는 Orbscan I 비디오각막경을 사용하거나, Orbscan II 비디오각막경을 사용하더라도 다양한 굴절력 지도를 활용하지 않은 경우가 대부분이었다. 10명 20안<sup>8</sup>에 대한 이전 연구에서는 Orbscan I 비디오

각막경을 사용하여, total optical power map과 total axial power map의 2, 3, 4, 5 mm 영역에서 측정된 각막곡률값의 정확성을 비교하였는데, 이 연구에서는 4 mm total optical power가 각막굴절교정 수술 후 각막곡률값을 정확하게 반영한다는 결과가 나왔다. 하지만, 이 연구는 Orbscan I 비디오 각막경을 사용하였고, 다양한 굴절력 지도를 활용하지 않은 제한점이 있다. 각막굴절교정수술 전에 -14D 이상의 근시가 있던 5안<sup>9</sup>을 대상으로 한 연구에서는 3 mm 각막곡률값과 simulated keratometry 값 중 더 작은 값이 실제 각막곡률 값을 잘 반영한다는 보고도 있었다. 이 연구에서는 Orbscan II 비디오각막경을 이용하였지만, 앞의 연구와 마찬가지로 굴절력 지도를 다양하게 사용하지는 않았다. 19명 38안<sup>14</sup>을 대상으로 한 국내의 한 연구는 Orbscan II 비디오각막경의 다양한 굴절력 지도를 활용하였다. 이 연구는 임상병력법과 가장 일치하는 굴절력 지도의 각막곡률값을 찾기 위해 진행되었고, 가장 높은 상관관계를 보인 값은 5 mm total optical power로 제시되었다. 1, 2, 3, 4, 5 mm 영역의 total mean power map, total axial power map, total tangential power map, total optical power map을 모두 활용한 국내의 첫 번째 연구이다. 하지만, 실제 백내장 수술을 시행한 결과는 반영하지 않았고, 실제 각막곡률값이 아닌 임상병력법에 의한 각막곡률 값을 기준으로 하여 연구를 진행한 제한점이 있다.

중례 환자 3명에 대한 수술에서는 기존 연구 중 실제 백내장 수술을 시행한 연구<sup>8</sup>를 참고하여 4 mm total optical power를 이용하여 인공수정체 도수를 계산하였다. 환자마다 목표 굴절치가 달랐는데, 두 환자의 경우 일반적인 경우로 정시에 맞추어 수술을 진행하였고, 다른 한 환자의 경우 수술을 시행받지 않은 좌안에도 근시 변화가 있어 그에 맞추어 수술을 진행하였다. 수술 1개월 후 굴절치를 토대로 역계산 각막곡률 값을 계산하였을 때에는 3 mm, 4 mm total axial power, 3 mm total optical power가 특히 역계산 각막곡률값과 차이가 적었다. 전향적으로 위 세 가지 측정값을 바탕으로 인공수정체 도수를 결정하였을 경우, 세 환자 모두에서 목표 굴절치와 1.0D 이내의 차이를 보이는 수술 결과를 얻었을 것으로 예상된다. 또한, 그 다음으로 3 mm total mean power, 5 mm, 6 mm total axial power, 3 mm total tangential power, 4 mm total optical power 값이 역계산 각막곡률값과 차이가 적었다. 세 환자에서 값의 차이가 같은 순서로 나타나지는 않았는데, 이 값 중 가장 작은 값을 이용하여 인공수정체 도수를 결정하였다고 가정할 경우, 세 환자 모두에서 1.5D 이내의 차이를 보였을 것이다. 그러나 일반적으로 고도근시 환자에서 백내장 수술 후 경과관찰시 근시 변화가 있음을 고려할 때, 장기적인 경과관찰을 통해 안정적인 굴절치를 얻는 작업이 추후 연구에서는 필요할 것으로 생각된다.

본 연구는 각막굴절교정수술 전후의 임상 정보를 알 수 없는 환자에 대해 Orbscan II 비디오각막경을 활용하여 실제 백내장 수술을 진행한 결과에 대한 보고로, Orbscan II 비디오 각막경을 활용하면 각막굴절교정수술 후의 각막곡률값을 정확하게 측정할 수 있음을 시사한다. 그러나, 제한된 환자에 대해 시행한 점을 고려할 때, 추후보다 많은 환자에 대한 임상 연구가 필요하다.

## 참고문헌

- 1) Tang M, Li Y, Avila M, Huang D. Measuring total corneal power before and after laser in situ keratomileusis with high-speed optical coherence tomography. J Cataract Refract Surg 2006;32:1843-50.
- 2) Holladay J. IOL calculations following RK. Refract Corneal Surg 1989;5:203.
- 3) Hoffer KJ. Intraocular lens power calculation for eyes after refractive keratectomy. J Refract Surg 1995;11:490-3.
- 4) Seitz B, Langenbucher A. Intraocular lens calculations status after corneal refractive surgery. Curr Opin Ophthalmol 2000;11:35-46.
- 5) Latkany RA, Chokshi AR, Speaker MG, et al. Intraocular lens calculations after refractive surgery. J Cataract Refract Surg 2005;31: 562-70.
- 6) Haigis W. Corneal power after refractive surgery for myopia: contact lens method. J Cataract Refract Surg 2003;29:1397-1411.
- 7) Shammas HJ, Shammas MC. No-history method of intraocular lens power calculation for cataract surgery after myopic laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg 2007;33:31-6.
- 8) Srivannaboon S, Reinstein DZ, Sutton HF, Holland SP. Accuracy of Orbscan total optical power maps in detecting refractive change after myopic laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg 1999; 25:1596-99.
- 9) Han ES, Lee JH. Intraocular lens power calculation in high myopic eyes with previous radial keratotomies. J Refract Surg 2006;22:713-16.
- 10) Qazi MA, Cua IY, Roberts CJ, Pepose JS. Determining corneal power using Orbscan II videokeratography for intraocular lens calculation after excimer laser surgery for myopia. J Cataract Refract Surg 2007; 33:21-30.
- 11) Kurl M, Finger PT. Melanocytic conjunctival tumors. Ophthalmol Clin North Am 2005;18:15-24.
- 12) Menassa N, Kaufmann C, Goggin M, et al. Comparison and reproducibility of corneal thickness and curvature readings obtained by the Galilei and the Orbscan II analysis systems. J Cataract Refract Surg 2008;34:1742-47.
- 13) Kawamorita T, Uozato H, Kamiya K, et al. Repeatability, reproducibility, and agreement characteristics of rotating Scheimpflug photography and scanning-slit corneal topography for corneal power measurement. J Cataract Refract Surg 2009;35:127-133.
- 14) Cho HJ, Koo OS. Comparison of refraction-derived keratometric value and orbscan corneal power after laser in situ keratomileusis. J Korean Ophthalmol Soc 2005;46:623-8.

=ABSTRACT=

## Corneal Power Estimation Using Orbscan II Videokeratography in Eyes With Previous Corneal Refractive Surgeries

Dong Hyun Jo, MD<sup>1</sup>, Joo Youn Oh, MD, PhD<sup>1</sup>, Mee Kum Kim, MD, PhD<sup>1,2</sup>,  
Jin Hak Lee, MD, PhD<sup>1,2</sup>, Won Ryang Wee, MD, PhD<sup>1,2</sup>

Department of Ophthalmology, Seoul National University College of Medicine<sup>1</sup>, Seoul, Korea  
Seoul Artificial Eye Center, Seoul National University Hospital Clinical Research Institute<sup>2</sup>, Seoul, Korea

**Purpose:** To report three cases of corneal power estimation for intraocular lens power calculation using Orbscan II videokeratography in eyes with previous corneal refractive surgeries.

**Case summary:** In three eyes of three patients with previous corneal refractive surgeries, corneal power values were respectively measured at three, four, five, six mm-diameter zones of total mean, axial, tangential, and optical maps using Orbscan II videokeratography. Then, intraocular lens power values were calculated via the SRK/T formula. After cataract surgeries, back-calculated corneal power (BCK) values were estimated from post-phacoemulsification refraction data, and compared with those measured at three, four, five, six mm-diameter zones of each map in Orbscan II videokeratography. The postoperative refractive values after cataract surgeries were achieved within 1.5D of the target refraction in all eyes by using five mm total axial power and four mm total optical power for intraocular lens power calculation. Orbscan II parameters including three mm, four mm total axial power, and three mm total optical power were the least different from the BCK ( $0.69 \pm 0.49D$ ,  $1.08 \pm 0.54D$ , and  $1.10 \pm 0.44D$ , respectively).

**Conclusions:** If historical data are not available, Orbscan II videokeratography can be useful for estimating corneal power for intraocular lens power calculations in patients with previous corneal refractive surgeries.

J Korean Ophthalmol Soc 2009;50(11):1730-1734

**Key Words:** Cataract surgery, Corneal refractive surgery, Intraocular lens, IOL power calculation, Orbscan videokeratography

---

Address reprint requests to **Won Ryang Wee, MD, PhD**

Department of Ophthalmology, Seoul National University College of Medicine

#28 Yeongeon-dong, Jongno-gu, Seoul 110-744, Korea

Tel: 82-2-2072-2435, Fax: 82-2-741-3187, E-mail: wrwee@snu.ac.kr