

2형 오브스캔 각막지형도를 이용한 원추각막과 원추각막의증의 각막형태비교

이승욱¹ · 이창환² · 이지은¹ · 이종수¹

부산대학교 의과대학 안과학교실¹, 알레스 기념 침례병원 안과²

목적 : Orbscan II 각막지형도를 이용하여 원추각막안, 원추각막의증에서의 각막형태 변화를 비교하고자 하였다.

대상과 방법 : 원추각막으로 진단받은 37안과 원추각막의심안 17안을 대상으로 Orbscan II 각막지형도를 실시하였다. 중심각막굴절력, 전각막높이, 후각막높이, 가장 돌출된 부위의 각막두께, 중심각막두께, 전방깊이, 각막직경, 동공크기를 측정하여 비교하였다.

결과 : 정상과 원추각막안은 중심각막굴절력, 전 및 후각막높이, 중심각막두께, 전방깊이에서 유의한 차이를 보였다($P<0.05$), 각막직경 및 동공크기는 유의한 차이가 없었다($P>0.05$). 정상에 비해 원추각막의증의 경우는 전각막높이가 유의한 차이를 보였다($P<0.05$). 그리고, 원추각막안과 원추각막의증안의 비교에서는 중심각막굴절력과 후각막높이, 중심각막두께 및 가장 돌출된 각막두께가 유의한 차이를 보였다($P<0.05$).

결론 : Orbscan II를 이용하여 정상안에서 원추각막의증을 구별할 때는 전각막높이가 중요하며, 원추각막의증에서 원추각막으로 진행하는데는 중심각막굴절력과 후각막높이, 중심각막두께 및 가장 돌출된 각막두께의 측정치가 임상적으로 중요하다.

〈한안지 48(12):1599-1606, 2007〉

원추각막은 시간이 경과함에 따라 각막이 점차 얇아지고 원추체 모양으로 돌출되는 비염증성 진행성 질환으로, 불규칙한 난시와 중심각막의 반흔으로 심한 시력 장애를 유발한다.^{1,2} 난시가 서서히 진행되면서 각막중심부는 얇아지고 각막상피층의 BM complex와 보우만층의 파열이 생기면서 Descemet막의 파열 및 조직의 재생과 더불어 불규칙적인 신생혈관이 나타나면서 시력의 장애를 초래한다. 원추각막의 진단은 병변이 진행된 경우에는 세극등 검사와 각막 만곡도 등으로 비교적 진단이 쉽게 되지만, 이 때는 각막병변이 너무 진행되어 시력회복을 위해서는 부득이 각막이식을 시행하여

야 하는 경우가 많다. 따라서 원추각막의 경우 조기진단을 하면, 다양한 콘택트렌즈를 사용함으로써 돌출되는 각막부위를 편평하게 하여 각막의 뒤틀림(warping)을 교정하고, 병변의 진행도 다소 지연시킬 수 있는 효과를 얻을 수 있다.³⁻⁶

Orbscan II 각막지형도 검사는 세극등 빔을 이용한 3차원적인 스캔방법으로 각막의 굴곡 및 높이를 포함한 각막표면을 분석하는 최근에 많이 이용되는 검사방법이다. 세극등의 빔을 안구의 전방에 조사하여 elevation-based system을 이용하여 각막과 전방의 정보를 보다 입체적으로 분석할 수 있다. 또한, 각막의 높낮이나 형태의 변화를 각막지형도 형태로 나타내므로, 각막 형태를 변형시키는 원추각막질환에 관한 조기변화 혹은 라식환자의 경우 각막절편을 만든 후 각막조직의 과도한 절삭에 따른 각막합병증 발현의 고위험군인 원추각막의증 환자를 선별해낼 수 있는 장점이 있다.⁷⁻¹⁰ 국내의 경우 원추각막에 관련된 Orbscan II의 연구는 매우 드물며, 특히 원추각막으로 진행되는 경우에 중요하게 인식해야 하는 각막의 검사항목이나 수치 등에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서, 저자들은 Orbscan II 각막지형도를 이용하여 정상안을 대조군으로 원추각막, 원추각막의증에서의

〈접수일 : 2006년 7월 4일, 심사통과일 : 2007년 8월 14일〉

통신저자 : 이 종 수

부산시 서구 아미동 1가 10

부산대학교병원 안과

Tel: 051-240-7319, Fax: 051-242-7341

E-mail: jongsool@pusan.ac.kr

* 본 논문의 요지는 2005년 대한안과학회 제94회 추계학술대회에서 포스터로 발표되었음.

* 이 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음.

각막형태 변화를 각각 비교하여, 원추각막의 조기진단에 이용할 임상자료를 얻고자 하였다.

대상과 방법

2002년 1월부터 2004년 12월까지 본원에서 원추각막으로 진단받은 37안, 원추각막의증 17안, 정상안 37안을 대상으로 Orbscan II 각막지형도(Orbtec Inc, Salt Lake City, USA)를 이용하여 검사하였다. 조사항목으로는 Orbscan II 각막지형도상 나타나는 중심각막굴절력, 전각막높이, 후각막높이, 전방깊이, 중심각막두께, 가장 돌출한 각막부위의 두께, 각막직경 및 동공크기를 각각 측정하였고, 대조군은 정상안으로 정했다(본 연구에 사용된 각막두께는 acoustic factor를 적용하지 않은 Orbscan II 각막지형도에서 측정된 값임).

원추각막은 각막중심과 부중심의 모양을 관찰하고 세극등검사상 전형적인 징후 즉, 중심각막실질의 두께 감소 및 돌출, 상피하혼탁 혹은 각막실질혼탁, Vogt's striae, Fleischer's ring의 소견이 보이면서 산동상태에서 시행한 검영법에서는 불규칙 난시로 동공반사가 불규칙한 가위반사를 보이며 하강 원추를 볼 수가 있는 경우로 정의하였다(Fig. 1). 원추각막의증은 원추각막의 임상적 증거들이 없으면서 교정시력은 20/20이상으로 측정되지만 각막지형도상 중심부, 하방, 상방에 급경사가 있거나 사난시가 1.5D 이상인 경우, 경사가 급한 각막곡률반경이 47D 이상일 경우로 정의하였다(Fig. 2).⁹

콘택트렌즈 착용자나 각막, 결막이상자, 수술기왕력이 있는 자는 대상에서 제외시켰다. 대조군인 정상은 대상과 연령별로 대비하여 세극등 검사와 각막지형도 검사에서 정상적인 소견을 보이는 37안을 정하였다. 본 연구에서 통계는 원추각막 37안, 원추각막의증 17안, 정상대조군 37안 등 대상의 수가 많지 않는 군을 대상으로 통계학적으로 유의한 차이가 있는 지를 검정하기 위하여 분산분석을 실시하였으며, 세 군을 각각 서로 비교하는데는 검정의 다중성을 고려하여 scheffe의 방법을 사용하였으며, 통계학적 유의성은 $p < 0.05$ 로 결정하였다.

결 과

정상과 원추각막을 비교하면 중심각막굴절력은 원추각막에서 평균 48.81D로 정상의 42.48D보다 의미있게 굴절률이 높았고($P < 0.05$), 전각막높이는 원추각막에서 평균 43.05 μm , 정상에서는 6.80 μm 로 역시

의미있는 차이가 있었다($P < 0.05$). 후각막높이도 원추각막에서는 평균 93.93 μm 로 정상의 25.70 μm 보다 의미있게 돌출되어 있었다($P < 0.05$). 중심각막두께의 경우에도 원추각막에서는 451.07 μm 로 정상의 543.65 μm 보다 유의하게 얇아져 있었으며($P < 0.05$), 전방깊이도 원추각막에서는 3.34 mm로 정상의 3.07 mm에 비해 의미있는 차이가 있었다($P < 0.05$). 그러나 각막직경과 동공크기는 두 군 간에 차이가 없었다(Table 1).

원추각막의증의 경우 전각막높이는 평균 24.28 μm 로 정상의 6.80 μm 에 비해 의미있는 차이를 보였으나($P < 0.05$), 중심각막굴절력과 후각막높이, 중심각막두께, 전방깊이, 각막직경 그리고 동공크기의 차이는 양 군 간에 유의한 결과를 얻을 수 없었다(> 0.05) (Table 2).

원추각막을 원추각막의증과 비교할 경우, 중심각막굴절력은 원추각막에서 평균 48.81D, 원추각막의증에서는 42.74D로 유의한 차이를 보였고($P < 0.05$), 후각막높이는 원추각막에서는 평균 93.93 μm , 원추각막의증에서는 30.72 μm 로 뚜렷한 차이를 보였다($P < 0.05$). 가장 돌출한 각막부위의 두께는 원추각막에서 평균 440.05 μm , 원추각막의증에서는 497.38 μm 로 유의하게 얇았고($P < 0.05$), 중심각막두께도 원추각막에서는 평균 451.07 μm 로 원추각막의증의 501.84 μm 보다 의미있는 차이를 보였다($P < 0.05$). 그러나 전각막높이, 전방깊이, 각막직경 및 동공크기는 양 군간 차이가 없었다(Table 3).

고 찰

원추각막을 진단하기위해 많은 기구의 발달과 함께 진단기준이 설정되어 왔지만, 아직도 원추각막으로 발전되는 초기상태에 대해서는 각막의 두께 및 형태로는 정확하게 진단을 내리기가 힘들다.¹¹ 임상적으로 원추각막은 대개 양안성으로 발생하지만 각기 발현시기가 다르게 나타나므로 경우에 따라서는 원추각막으로 진행되는 과정을 거치거나 혹은 진행없이 경미한 상태로 유지되는 경우도 있다. 따라서 원추각막으로 진행되는 경우 조기 진단을 위해 정상 및 원추각막의증과의 차이점이나 특징을 아는 것이 매우 중요하다.

Amsler¹²의 연구에 의하면, 각막의 전면지형도상 하측환의 간격이 좁은 것으로 조기원추각막을 진단할 수 있다고 하였으나 미묘한 차이는 진단하지 못하는 단점을 지니고 있었다. 이후 장비의 발달로 컴퓨터를 이용한 각막지형도는 임상적으로 명확하지 않은 원추각막을 발견하는데 필수적 장비가 되었고, 원추각막의 진행 경과도 추적할 수 있게 되었다.^{7-10,13}

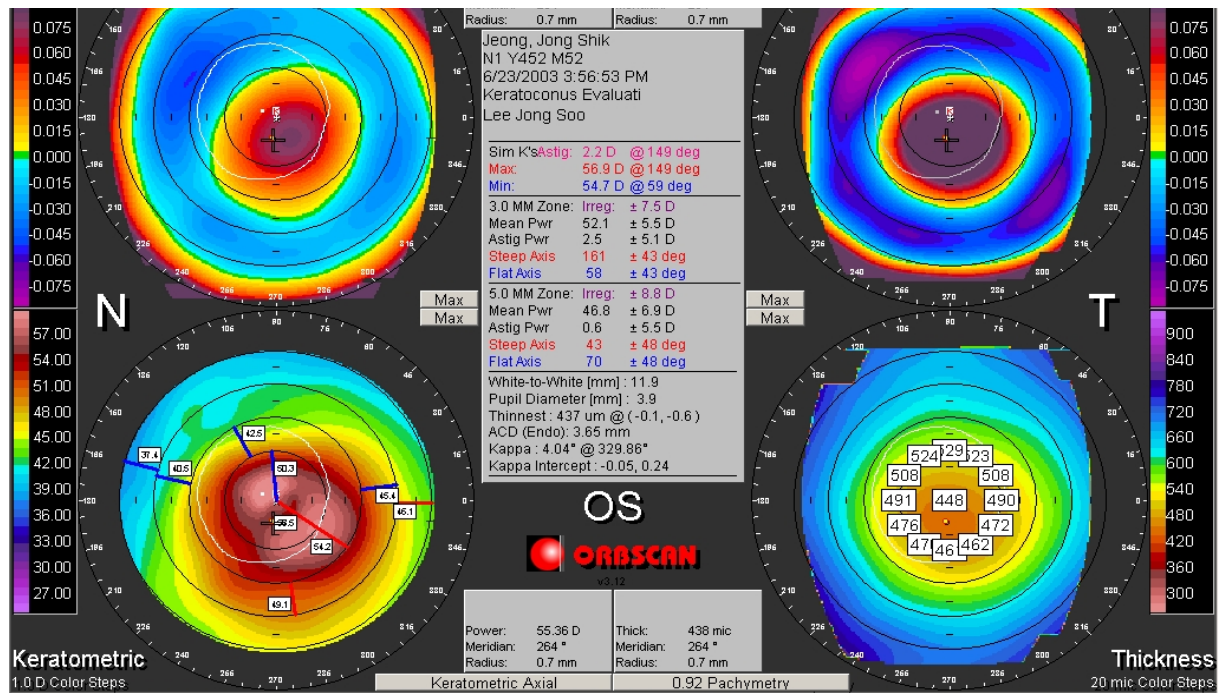


Figure 1. The map of Orbscan II topography in keratoconus. The parameters including central corneal power, anterior and posterior elevation from BFS and central corneal thickness are significantly different from normal eyes.

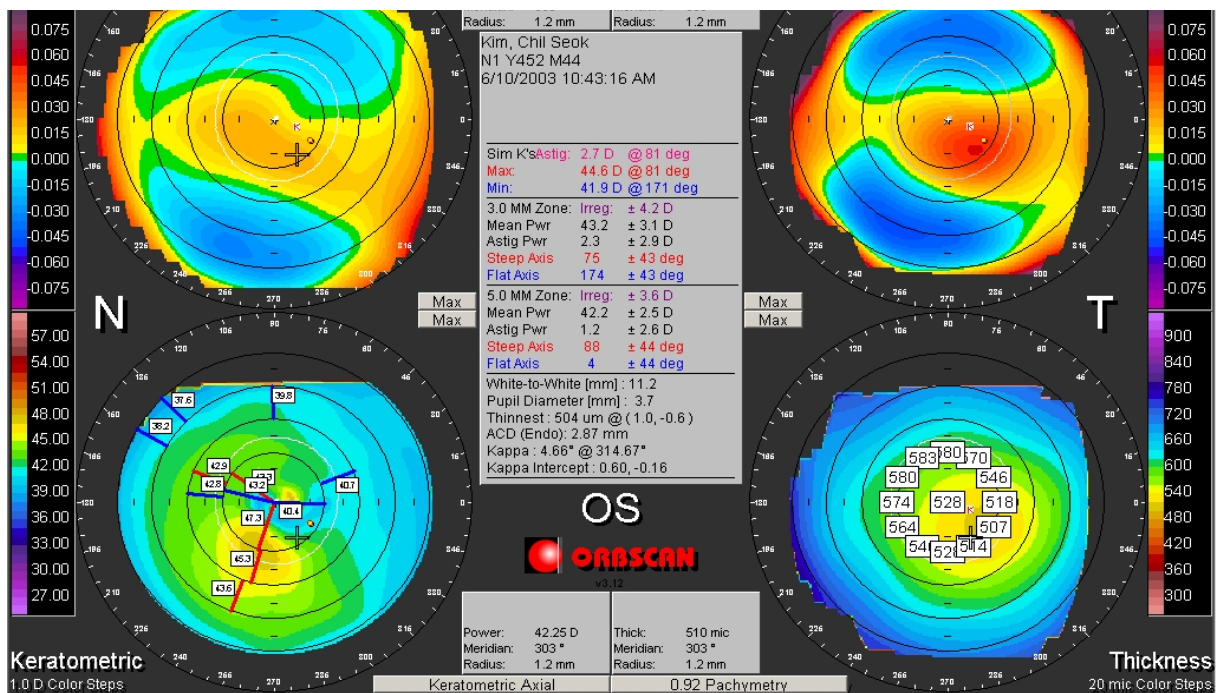


Figure 2. The map of Orbscan II topography in keratoconus suspect. Anterior elevation from BFS is the only significantly different parameter comparing with normal eyes, and central corneal power, posterior elevation from BFS, central corneal thickness and most protruded corneal thickness are the parameters significantly different from keratoconic eyes.

Table 1. Comparison of parameters of Orbscan II system in keratoconic and normal eyes. The parameters including central corneal power, anterior and posterior elevation from BFS and central corneal thickness are significantly different from normal eyes

Parameter	Keratoconic eye	Normal eye	p-value
Central corneal power (Diopter)	48.81±6.33	42.48±1.71	< 0.001
(Range)	(37.60~72.06)	(38.98~44.81)	
Anterior elevation from BFS* (μm)	43.05±27.26	6.80±4.91	< 0.001
(Range)	(4.00~125.00)	(1.00~14.00)	
Posterior elevation from BFS* (μm)	93.93±54.64	25.70±7.13	< 0.001
(Range)	(9.00~225.00)	(15.00~41.00)	
Central corneal thickness (μm)	451.07±61.01	543.65±44.24	< 0.001
(Range)	(282.00~560.00)	(441.00~611.00)	
Anterior chamber depth (mm)	3.34±0.36	3.07±0.23	0.024
(Range)	(2.64~4.04)	(2.73~3.47)	
Corneal diameter (mm)	11.74±0.36	11.56±0.45	0.104
(Range)	(11.10~12.50)	(11.10~13.00)	
Pupil size (mm)	4.91±1.48	5.15±1.44	0.564
(Range)	(3.20~10.80)	(3.70~8.00)	

* : Best-fit sphere.

(By Scheffe's method)

Table 2. Comparison of parameters of Orbscan II system in keratoconus-suspected and normal eyes. Anterior elevation from BFS is the only significantly different parameter compared with normal eyes

Parameter	Keratoconus-suspected eye	Normal eye	p-value
Central corneal power (Diopter)	42.74±1.59	42.48±1.71	0.999
(Range)	(40.32~46.12)	(38.98~44.81)	
Anterior elevation from BFS* (μm)	24.28±7.65	6.80±4.91	0.014
(Range)	(6.00~37.00)	(1.00~14.00)	
Posterior elevation from BFS* (μm)	30.72±19.03	25.70±7.13	0.591
(Range)	(1.00~64.00)	(15.00~41.00)	
Central corneal thickness (μm)	501.84±55.34	543.65±44.24	0.065
(Range)	(362.00~580.00)	(441.00~611.00)	
Anterior chamber depth (mm)	3.27±0.35	3.07±0.23	0.188
(Range)	(2.45~3.83)	(2.73~3.47)	
Corneal diameter (mm)	11.81±0.43	11.56±0.45	0.101
(Range)	(10.80~12.50)	(11.10~13.00)	
Pupil size (mm)	4.95±1.24	5.15±1.44	0.662
(Range)	(3.40~7.80)	(3.70~8.00)	

* : Best-fit sphere.

(By Scheffe's method)

현재까지 원추각막을 진단하는데 사용되는 진단기기로는 placido disc을 이용한 TMS (topographic modeling system), slit scan을 사용하면서 elevation based system을 이용한 Orbscan, 나아가 placido system과 scanning slit system을 합친 형태인

Orbscan II, raster stereography의 PAR등이 있으며, 이런 진단기기에 의해 원추각막을 진단할 수 있는 많은 진단 기준들이 보고되었다.¹⁴

Maeda et al¹⁵은 비디오각막지형도에서 평균 각막 굴절력(average simulated keratometry, Sim

Table 3. Comparison of parameters of Orbscan II system in keratoconic and keratoconus-suspected eyes. Central corneal power, posterior elevation from BFS, central corneal thickness and most protruded corneal thickness are the parameters significantly differed from keratoconus-suspected eyes

Parameter	Keratoconic eye	Keratoconus suspected eye	p-value
Central corneal power (Diopter)	48.81±6.33	42.74±1.59	< 0.001
(Range)	(37.60~72.06)	(40.32~46.12)	
Anterior elevation from BFS* (μm)	43.05±27.26	24.28±7.65	0.980
(Range)	(4.00~125.00)	(6.00~37.00)	
Posterior elevation from BFS* (μm)	93.93±54.64	30.72±19.03	< 0.001
(Range)	(9.00~225.00)	(1.00~64.00)	
Central corneal thickness (μm)	451.07±61.01	501.84±55.34	0.003
(Range)	(282.00~560.00)	(362.00~580.00)	
Most protruded corneal thickness (μm)	440.05±66.38	497.38±59.13	0.001
(Range)	(280.00~560.00)	(362.00~579.00)	
Anterior chamber depth (mm)	3.34±0.36	3.27±0.35	0.845
(Range)	(2.64~4.04)	(2.45~3.83)	
Corneal diameter (mm)	11.74±0.36	11.81±0.43	0.563
(Range)	(11.10~12.50)	(10.80~12.50)	
Pupil size (mm)	4.91±1.48	4.95±1.24	0.924
(Range)	(3.20~10.80)	(3.40~7.80)	

* : Best-fit sphere.

(By Scheffe's method)

K)이 45.7D, 중심각막곡률이 47.2D, 하각막의 급경사(I-S value) 수치가 1.4D 이상인 경우를 원추각막으로 진단하였고, Rabinowitz and MacDonnell¹⁶은 원추각막과 정상과의 비교를 각막지형도를 이용하여 중심각막곡률이 47D 이상인 경우, 중심각막곡률이 반대안과 1D 이상 차이가 나는 경우, 하각막의 급경사가 3D 이상 차이가 나는 경우를 원추각막으로 진단하였다. 또한 Rabinowitz¹⁷는 각막지형도상에서 원추각막을 진단하기 위해서는 중심각막곡률이 47.2D 이상인 경우, 하각막의 급경사가 1.2D 이상, Sim-K astigmatism이 1.5D 이상, skewed radial axes (SRAX, 중심수평축을 기준으로 상하의 부분 중 가장 심한 경사와 완전한 경사와의 차이)가 21°보다 큰 경우의 조건들을 원추각막의 진단기준으로 정의하기도 하였다.

Rabinowitz and Rasheed¹⁸은 비디오각막지형도 검사상 원추각막과 정상안 그리고 원추각막의 심안을 구별해내는 가장 유용한 지표는 KISA (%)라고 언급하였다. 이는 중심각막곡률을 나타내는 굴절력, 하각막의 급경사를 나타내는 수치, 각막난시의 정도를 나타내는 AST index (가장 심한 난시와 작은 난시의 차이), skewed radial axis (SRAX)의 4인자로 이루어져 있다. 컴퓨터 프로그램을 이용하여 최소한의 각막지형기준으로 원추각막을 진단하기 위한 방법으로 KISA 수

치가 100%일 때 원추각막의 진단이 가능하며, 60%에서 100%의 범주 내에 있을 때 원추각막의 증으로 진단할 수 있다고 하였다. 그 외 원추각막과 원추각막의 증을 구분하는 경우 10개의 각막지형인자를 이용하여 산출하는 Neural network approach 방법¹⁹이 있는데, 이를 수치로 산정하면 0.25인 경우는 원추각막의 증, 0.5인 경우는 경미한 원추각막, 0.75인 경우는 중간 정도의 원추각막, 그리고 1의 수치를 보이면 아주 진행된 원추각막으로 진단할 수 있어 원추각막의 심한 정도를 나타내기도 한다.

최근에 많이 이용하는 Orbscan 각막지형도는 각막의 전면과 후면의 지도는 물론 각막의 부위별 굴절력과 두께 등을 함께 평가하여 각막의 형태와 기능에 관한 정보를 제공해주며, 정확성과 재현성이 높아 정상각막의 상태뿐 아니라 각막 질환의 진단이나 각막굴절 수술 전후의 각막상태를 이해하는 데 많은 도움을 준다.²⁰⁻²²

원추각막과 정상의 비교에서, Choi et al²³은 Orbscan II 각막지형도의 anterior elevation from BFS, posterior elevation from BFS, Sim K (max), thinnest point의 4인자를 조합한 설정한 기준 중 2가지 기준만으로 원추각막의 진단을 내릴 수 있다고 주장하였다. 즉 anterior elevation from BFS > 23.3 μm, posterior elevation from BFS > 49.8

μm , Sim K (max) > 47.0D, thinnest point < 455.0 μm 일 경우 진단적 가치가 있다고 하면서, 정상과 원추각막과의 유의한 차이를 보고하였다. Orbscan 각막지형도상 나타나는 전각막 높이란 BFS (Best Fit Sphere)와 환자각막의 전면 용기의 최대차이를 말하고, 후각막높이는 BFS와 환자각막의 후면 용기의 최대차이를 말하는데, 임상적으로 전각막높이가 10~13 μm 이상이거나 후각막높이가 30~44 μm 이상이면 원추각막을 의심해 볼 수 있다.⁹ 본 연구에서는 원추각막의 경우 전각막높이와 후각막높이의 평균이 각각 43.05 μm , 93.93 μm 의 수치가 나왔으며, 이는 Choi et al²³의 보고에서 원추각막안의 평균값인 55.1 μm , 117.5 μm 와 유사하였다. 또한, 원추각막안의 중심각막두께는 Orbscan을 사용하여 측정한 Auffarth et al²⁴의 457 μm , Kawana et al²⁵의 449 μm 와 유사하였다. 저자들의 경우 Orbscan II 각막지형도를 이용하여 Choi et al²³과 Auffarth et al²⁴의 보고에서 얻을 수 없었던 항목까지도 비교하였는데, 정상에 비해 원추각막에서는 각막직경 및 동공크기가 의미있게 차이 나지 않았으며, 전방 깊이는 통계학적으로 유의한 차이를 보여 향후 원추각막의 진단에 전방깊이의 의미가 유용하게 사용될 것으로 생각된다.

Arntz et al²⁶의 보고에 의하면 각막직경은 원추각막에서 평균 11.85 mm, 정상에서 평균 11.63 mm로 차이가 없었고, 전방깊이는 3.51 mm, 3.08 mm로 유의한 차이가 있는데, 저자들의 경우에도 각막직경은 차이가 없었고, 전방깊이는 정상에 비해 원추각막에서 뚜렷한 차이를 보여 이전 결과들과 일치하는 결론을 얻었다.

정상과 원추각막의증의 비교에서 Rao et al⁹은 원추각막의증을 각막지형도상 중심부, 하방, 상방에 급경사가 있거나 사난시가 1.5D 이상인 경우, 경사가 급한 각막곡률반경이 47D 이상일 경우로 정의하여 정상과 비교하였는데 Orbscan II 각막지형도 검사에서는 전각막높이, 후각막높이, 가장 돌출된 각막두께는 양 군 간에 의미가 없었다고 보고하였다. 그러나, Rabinowitz¹⁷의 진단기준으로 검사하였을 경우는 전각막높이 및 후각막높이는 통계학적 의의가 있었고, 가장 돌출된 부위의 각막두께는 양 군간 차이가 없었다. 저자들의 경우, 정상과 원추각막의증을 비교했을 때 전각막높이에서만 유의한 차이가 있었고, 후각막높이는 차이가 없었다. 이런 항목에서의 차이는 대상군의 선정이나 방법, 진단기구 등의 차이 등으로 설명할 수 있기에 증례수의 보강작업이 필요할 것으로 생각된다. 저자들의 정상과 원추각막의증의 비교 결과를 보면, 전각막높이만이 유의한 차이를 보였는데 이는 정상안에서 원추각막의증으로 이

행되는 경우 후각막높이보다는 전각막높이가 임상적으로 중요하다는 것을 의미한다고 생각되어지며 저자들의 경우 원추각막의증에서 전각막높이는 평균 24.28 μm 로 측정되었다.

원추각막과 원추각막의증의 비교에서, Mohammad and Hassan²⁷은 각막지형도 검사상 원추각막 평균 중심각막굴절력은 49.56D로 원추각막의증의 45.67D보다 의미있게 높게 보고하였다. 저자들의 경우도 원추각막은 48.94D였고, 원추각막의증은 42.41D로 의미있는 차이를 보여 유사한 결과치를 얻었다. Arntz et al²⁶의 보고에서는 중심각막굴절력 외에도 전각막높이, 후각막높이, 전방깊이, 각막직경 등을 비교하였는데, 전각막높이는 원추각막안에서 평균 56.73 μm , 원추각막의증에서 20.35 μm , 후각막높이는 각각 126.23 μm , 54.28 μm 로 유의한 차이를 보였다. 또한, 전방깊이는 원추각막에서 평균 3.51 mm, 원추각막의증에서 평균 3.32 mm로 의미있는 차이가 있었다. 그러나, 각막직경은 원추각막에서 평균 11.85 mm, 원추각막의증에서 평균 11.46 mm로 차이를 보이지 않았다. 저자들의 경우에도 후각막높이가 원추각막에서 평균 93.93 μm , 원추각막의증에서 30.72 μm 로 뚜렷한 차이를 보여 원추각막의 진행과 연관성을 가지고 있음을 알 수 있었으며, 각막직경은 각각 평균 11.74 mm, 11.81 mm로 차이를 보이지 않아 Arntz et al²⁶의 보고와 유사한 소견을 보였다. 전각막높이는 원추각막에서 43.05 μm , 원추각막의증에서 24.28 μm 로 통계적인 의의를 보이지 않았으며, 전방깊이도 원추각막에서 3.34 mm, 원추각막의증에서 3.27 mm로 뚜렷한 차이가 없었다.

앞으로 더 많은 수의 원추각막 및 원추각막의증을 대상으로한 연구가 필요로 하겠지만, 본 연구의 결과를 보면, Orbscan II 각막지형도를 이용하는 경우에 정상 각막에서 원추각막의증을 진단하기 위해서는 전각막높이의 수치가 중요할 것으로 사료되며, 원추각막의증으로 진단되어 진행여부를 관찰할 경우는 각막중심부를 비롯한 가장 돌출한 각막부위의 두께 및 중심각막굴절력과 후각막높이의 변화가 매우 중요할 것으로 생각된다. 따라서, Orbscan II 각막지형도를 이용하는 경우 정상에서 원추각막으로 변화되는 각막의 형태적인 변화를 관찰하기 위해서는 중심각막굴절력, 전각막높이, 후각막높이, 전방의 깊이, 중심각막의 두께의 수치를 주의 깊게 관찰하여야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 1) Rabinowitz YS. Keratoconus. *Surv Ophthalmol* 1998;42:297-319.
- 2) Krachmer JH, Feder RS, Belin MW. Keratoconus and related noninflammatory corneal thinning disorders. *Surv Ophthalmol*

- 1984;28:293-322.
- 3) Caroline PJ, Doughman DJ, McGuire JR. Preliminary report on a new contact lens design for keratoconus. *Contact Intraocul Lens* 1978;4:69-73.
- 4) Soper JW, Jarrett A. Results of a systematic approach to fitting keratoconus and corneal transplants. *Cont Lens Med Bull* 1972;5:50-9.
- 5) Edrington TB, Barr JT, Zadnik K, et al. Standardized rigid contact lens fitting protocol for keratoconus. *Optom Vis Sci* 1996;73:369-75.
- 6) Rosenthal P. The Boston Lens and the management of keratoconus. *Int Ophthalmol Clin* 1986;26:101-9.
- 7) Maguire LJ, Bourne WM. Corneal topography of early keratoconus. *Am J Ophthalmol* 1989;108:107-12.
- 8) Maguire LJ, Lowry JC. Identifying progression of subclinical keratoconus by serial topography analysis. *Am J Ophthalmol* 1991;112:41-5.
- 9) Rao SN, Raviv T, Majmudar PA, Epstein RJ. Role of Orbscan II in screening keratoconus suspects before refractive corneal surgery. *Ophthalmology* 2002;109:1642-6.
- 10) Rabsilber TM, Becker KA, Frisch IB, Auffarth GU. Anterior chamber depth in relation to refractive status measured with the Orbscan II Topography System. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:2115-21.
- 11) Pflugfelder SC, Liu Z, Feuer W, Verm A. Corneal thickness indices discriminate between keratoconus and contact lens induced corneal thinning. *Ophthalmology* 2002;109:2336-41.
- 12) Amsler M. The "forme fruste" of keratoconus. *Wien klin Wochenschr* 1961;73:842-3.
- 13) Wilson SE, Klyce SD. Advances in the analysis of corneal topography. *Surv Ophthalmol* 1991;35:269-77.
- 14) Guarnieri FA, Guarnieri JC. Comparison of Placido-based, rasterstereography, and slit-scan corneal topography system. *J Refract Surg* 2002;18:169-76.
- 15) Maeda N, Klyce SD, Smolek MK. Comparison of methods for detecting keratoconus using videokeratography. *Arch Ophthalmol* 1995;113:870-4.
- 16) Rabinowitz YS, McDonnell PJ. Computer-assisted corneal topography in keratoconus. *Refract Corneal Surg* 1989;5:400-8.
- 17) Rabinowitz YS. Videokeratographic indices to aid in screening for keratoconus. *J Refract Surg* 1995;11:371-9.
- 18) Rabinowitz YS, Rasheed K. KISA index: a quantitative videokeratography algorithm embodying minimal topographic criteria for diagnosing keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:472-4.
- 19) Smolek MK, Klyce SD. Current keratoconus detection methods compared with a neural network approach. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1997;38:2290-9.
- 20) Lee HH, Shin MC, Lee HB. The Analysis of Corneal Topography after Laser in Situ Keratomileusis (LASIK) for Myopic Correction. *J Korean Ophthalmol Soc* 2001;42:960-6.
- 21) Liu Z, Huang AJ, Pflugfelder SC. Evaluation of corneal thickness and topography in normal eyes using the Orbscan corneal topography system. *Br J Ophthalmol* 1999;83:774-8.
- 22) Kim JD, Park KS, Kim SD. Corneal thickness variation and consistency according to daytime. *J Korean Ophthalmol Soc* 2000;41:1690-6.
- 23) Choi HJ, Kim MK, Lee JL. Diagnostic criteria for keratoconus using Orbscan II slit scanning topography/pachymetry system. *J Korean Ophthalmol Soc* 2004;45:928-35.
- 24) Auffarth GU, Wang L, Volcker HE. Keratoconus evaluation using the Orbscan Topography System. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:222-8.
- 25) Kawana K, Miuta K, Tokunaga T, et al. Central corneal thickness measurements using Orbscan II scanning slit topography, noncontact specular microscopy, and ultrasonic pachymetry in eyes with keratoconus. *Cornea* 2005;24:967-71.
- 26) Arntz A, Duran JA, Pijoan JL. Subclinical keratoconus diagnosis by elevation topography. *Arch Soc Esp Oftalmol* 2003;78:659-64.
- 27) Mohammad HD, Hassan H. A quantitative corneal topography index for detection of keratoconus. *J Refract Surg* 1998;14:427-36.

=ABSTRACT=

Corneal Topographic Study Using Orbscan II between Keratoconus and Keratoconus Suspect

**Seung Uk Lee, M.D.¹, Chang Hwan Lee, M.D.²,
Ji-Eun Lee, M.D., Ph.D.¹, Jong Soo Lee, M.D., Ph.D.¹**

Department of Ophthalmology, College of Medicine, Pusan National University¹, Pusan, Korea

Department of Ophthalmology, Wallace Memorial Baptist Hospital², Pusan, Korea

Purpose: To compare corneal topographic changes using Orbscan II between keratoconus and keratoconus-suspected eyes.

Methods: Thirty-seven keratoconus eyes, 17 keratoconus-suspected eyes and 37 normal eyes were evaluated by using Orbscan II corneal topography. We compared central pachymetry, anterior elevation from best-fit sphere (BFS), posterior elevation from BFS, most protruded corneal thickness, central corneal thickness, anterior chamber depth, corneal diameter, and pupil size.

Results: Central pachymetry, anterior and posterior elevation from BFS, central corneal thickness, and anterior chamber depth were statistically significantly different between keratoconus and control eyes. Anterior elevation from BFS showed a significant difference between keratoconus-suspected and control eyes. There were statistically significant differences in central pachymetry, posterior elevation from BFS, central corneal thickness and most protruded corneal thickness between keratoconus and keratoconus-suspected eyes. Corneal diameter and pupil size showed no differences among the 3 groups.

Conclusions: Suspected keratoconus eyes have a higher value of anterior elevation from BFS on Orbscan II topography as compared with control eyes. Central pachymetry, posterior elevation from BFS, central corneal thickness and most protruded corneal thickness may be helpful in distinguishing between keratoconus and keratoconus-suspected eyes.

J Korean Ophthalmol Soc 48(12):1599-1606, 2007

Key Words: Anterior chamber depth, Best fit sphere (BFS), Keratoconus, Keratoconus suspect, Orbscan II corneal topography

Address reprint requests to **Jong Soo Lee, M.D., Ph.D.**

Department of Ophthalmology, Pusan National University Hospital

#1-10 Ami-dong, Seo-gu, Pusan 602-739, Korea

Tel: 82-51-240-7319, Fax: 82-51-242-7341, E-mail: jongsool@pusan.ac.kr