

세 가지 검사방법을 이용한 각막두께 및 전방깊이의 비교

박주연 · 김소영 · 정문선

순천향대학교의과대학 안과학교실

목적: Orbscan, Pentacam과 초음파 각막두께측정계를 이용해 각막두께와 전방깊이를 비교해 보고자 한다.

대상과 방법: 정상 성인에서 Orbscan, Pentacam 및 초음파 각막두께측정계로 중심 각막두께를 측정하였고, 주변부 각막두께와 전방 깊이를 Orbscan과 Pentacam으로 측정 후 비교하였다.

결과: 성인 32명, 64안에서 Orbscan, Pentacam 및 초음파 각막두께측정계로 측정한 평균 중심 각막두께는 $509.1 \pm 61.0 \mu\text{m}$, $539.2 \pm 51.7 \mu\text{m}$, $527.4 \pm 48.3 \mu\text{m}$ 로 Pentacam이 가장 두껍게 측정되었다(repeated-measures ANOVA, $p < 0.05$). 세 검사는 유의한 상관관계를 보였다(Pearson correlation, $r > 0.90$, $p < 0.05$). 주변부각막두께는 이측과 비측은 Orbscan이 통계적으로 유의하게 두껍게 측정되었고(paired t-test, $p < 0.05$), 상측과 하측의 각막두께와 전방깊이는 두 검사 간 유의한 차이는 없었다.

결론: 각막두께와 전방깊이는 세 검사 결과 약간의 차이를 보이나 측정치 간 유의한 상관관계를 보여, 세 기계 모두 전안부 측정에 유용할 것으로 생각된다.

(대한안과학회지 2009;50(5):664-669)

백내장 수술과 굴절 교정술이 발달함에 따라서 전안부의 정확한 측정이 요구된다. 이 중 각막두께는 각막 내피 세포의 상태와 기능을 반영하고, 각막굴절교정수술의 가능 여부를 판단하며, 수술 후 합병증의 발생과 연관이 있다.¹⁻⁴ 녹내장에서는 각막두께에 따라 안압 측정치를 보정하며,⁵ 각막이식 후 각막두께는 이식된 각막의 상태를 나타내는 유용한 지표이다.⁶ 또한 전방깊이는 인공수정체 도수 결정,^{7,8} 유수정체 인공수정체의 삽입^{9,10} 및 녹내장에 있어서 매우 중요한 요소이다.

이처럼 각막두께 및 전방깊이의 정확한 측정은 여러 안과영역에서 중요한 의미를 갖고 있어 다양한 측정방법이 연구되었다. 현재 각막두께 측정에는 초음파 각막두께측정계(ultrasound pachymeter)와 slit-scanning 방식을 이용하는 Orbscan이 일반적으로 사용되고 있으며, 전방깊이의 측정은 A-scan, Orbscan 및 IOL master 등이 다양하게 사용되고 있다. 최근 도입된 Pentacam은 회전하는 Scheimpflug camera를 사용하여 각막 전후면의 정보를 얻어 각막두께 및 전방깊이를 측정할 수 있다.

본 연구는 각막두께 및 전방깊이 측정에 많이 이용되는

초음파 각막두께측정계와 Orbscan, 그리고 최근 도입된 Pentacam을 이용하여 중앙 및 주변부 각막두께와 전방깊이를 측정하여 결과를 비교하고자 한다.

대상과 방법

2006년 4월 1일부터 31일까지 건강한 성인 지원자를 대상으로 Orbscan IIz (Bausch & Lomb, Salt Lake City, USA)와 Pentacam (Oculus, Wetzlar, Germany)을 이용하여 중심 및 주변부 각막두께와 전방깊이를 측정하였고, 초음파각막두께측정계(Pocket-II, Quantel medical, France)를 이용하여 중심 각막두께를 측정하였다. 안과적 수술력이나 외상력, 각막 질환의 과거력이 있는 경우는 대상에서 제외하였다.

검사 순서는 Orbscan IIz, Pentacam, 초음파 각막두께측정계의 순으로 시행하였고, 동일한 한 명의 검사자에 의해 시행되었다. 먼저 Orbscan IIz와 Pentacam으로 각막지형도 검사를 시행하였다. 컴퓨터 화면에 각막중심과동공중심이 중앙에 위치하고, 내외측과 상하측이 대칭이 되는 시점에서 스캔을 하였다. 초음파 각막두께측정계는 각막을 propacanine 0.5% (Alcaine[®], Alcon Laboratories Inc, USA)로 마취한 후 초음파 소식자를 중심 각막에 수직으로 접촉하여 5회 측정 후 평균값을 중심 각막두께측정치로 하였다.

Orbscan IIz와 Pentacam, 초음파 각막두께측정계를 이용해 측정한 중심 각막두께를 비교하였으며, Orbscan IIz와 Pentacam 으로 주변부 각막두께(가장 얇은 부위, 상측, 하측, 비측, 이측)와 전방깊이(가장 깊은 부위, 상측, 하측, 비측,

■ 접 수 일: 2008년 9월 18일 ■ 심사통과일: 2009년 5월 6일

■ 통 신 저 자: 정 문 선

충남 천안시 동남구 봉명동 23-20
순천향대학교병원 안과
Tel: 041-570-2260, Fax: 041-573-3723
E-mail: greenizy@lycos.co.kr

* 본 논문의 요지는 2006년 대한안과학회 제96회 추계학술대회에서 포스터로 발표되었음.

이측)를 비교하였다. Orbscan II와 Pentacam에서 각막의 중심은 동공의 중심으로 정하였다. 또한 주변부 각막두께 및 전방깊이 측정에서 상측, 하측, 비측, 이측은 우안을 기준으로 각막 중앙으로부터 1.5 mm 떨어진 12, 6, 3, 9시 위치로 정하였다. 본 연구에서 이용된 Orbscan II의 보정인자(acoustic equivalent factor)는 제작사에서 권하는 0.92를 사용하였다.

통계학적인 분석은 SPSS 12.0 (SPSS Inc., Chicago, USA)을 사용하였다. 세 가지 방법을 이용해 측정한 중심 각막두께는 repeated-measures ANOVA를 이용하여 비교하였고, $p < 0.05$ 일 경우 통계적으로 유의한 것으로 판정하였다. Orbscan II와 Pentacam을 이용해 측정한 주변부 각막두께 및 전방깊이는 paired t -test를 통해 기기에 따른 측정값의 평균의 차이를 비교하였으며, $p < 0.05$ 일 경우 통계적으로 유의하다고 하였다. Pearson correlation 을 이용하여 세 가지 검사 방법 간의 상관관계를 알아보았다.

결 과

연구대상은 정상 성인 32명(남자 16명, 여자 16명) 64안 이었고, 평균 연령 32.3 ± 9.1 세였다. 초음파 각막두께측정계,

Orbscan과 Pentacam의 각각의 평균 중심 각막두께(평균값 \pm 표준편차)는 $527.4 \pm 48.3 \mu\text{m}$, $509.1 \pm 61.0 \mu\text{m}$ 과 $539.2 \pm 51.7 \mu\text{m}$ 이었다. Pentacam으로 측정한 값이 가장 두꺼웠고, Orbscan의 측정치가 가장 얇게 나타났으며, 각 측정치 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보였다(repeated-measures ANOVA, $p < 0.05$)(Table 1).

세 검사 중 2가지 측정치의 차이를 비교하였을 때, 초음파 각막두께측정계와 Orbscan은 $18.3 \pm 18.7 \mu\text{m}$, Pentacam과 초음파 각막두께측정계는 $16.3 \pm 20.4 \mu\text{m}$, Pentacam과 Orbscan에서는 $30.1 \pm 16.6 \mu\text{m}$ 의 차이가 있었으나, 세 경우 모두 통계학적으로 강한 양의 상관관계를 보였다(Pearson correlation, $r = 0.968, 0.927, 0.965$, $p < 0.05$ in all groups)(Fig. 1).

주변부 각막두께는 Pentacam과 Orbscan을 비교하였다. 가장 얇은 부위는 Pentacam $540.69 \pm 49.54 \mu\text{m}$, Orbscan $510.16 \pm 58.07 \mu\text{m}$ 으로 Pentacam이 더 두껍게 측정되었다. 그 외 주변부 각막두께는 Orbscan 검사에서 상측 $613.67 \pm 40.84 \mu\text{m}$, 이측 $582.21 \pm 35.90 \mu\text{m}$, 하측 $586.96 \pm 41.24 \mu\text{m}$, 비측 $613.43 \pm 43.46 \mu\text{m}$ 으로 측정되었고, Pentacam 검사에서 상측 $586.96 \pm 41.24 \mu\text{m}$, 이측 $573.14 \pm 35.90 \mu\text{m}$, 하측 $580.49 \pm 42.56 \mu\text{m}$, 비측 $593.90 \pm 49.75 \mu\text{m}$ 로 측정되었다. 상측과 하측은 유의한 차이가 없었고, 이측과 비측은 Orb-

Table 1. The central corneal thickness (m) measured by Ultrasound pachymetry (Ultrasound), Orbscan and Pentacam (Mean \pm standard deviation)

	Ultrasound	Orbscan	Pentacam	p value*
CCT [†] (m)	527.4 ± 48.3	509.1 ± 61.0	539.4 ± 51.7	0.000

* repeated-measures ANOVA, $p < 0.05$: statistically significant p -value, [†] CCT=central corneal thickness.

Table 2. The comparison of corneal thickness (means \pm standard deviation) between Orbscan and Pentacam

	Corneal thickness		p value*
	Orbscan (μm)	Pentacam (μm)	
Center	515.94 ± 56.75	544.51 ± 47.89	0.00
Thinnest	510.16 ± 58.07	540.69 ± 49.54	0.00
Temporal	582.21 ± 35.90	573.14 ± 35.90	0.01
Nasal	613.43 ± 43.46	593.90 ± 49.75	0.00
Superior	613.67 ± 40.84	586.96 ± 41.24	0.93
Inferior	586.96 ± 41.24	580.49 ± 42.56	0.05

* paired t -test, $p < 0.05$: statistically significant p -value.

Table 3. The comparison of anterior chamber depth (means \pm standard deviation) between Orbscan and Pentacam

	Anterior chamber depth		p value*
	Orbscan (mm)	Pentacam (mm)	
Center	3.15 ± 0.40	3.24 ± 0.51	0.09
Deepest	3.25 ± 0.40	3.34 ± 0.55	0.13
Temporal	2.93 ± 0.32	2.90 ± 0.33	0.30
Nasal	2.58 ± 0.41	2.59 ± 0.41	0.88
Superior	2.74 ± 0.37	2.69 ± 0.47	0.30
Inferior	2.93 ± 0.39	3.02 ± 0.33	0.13

* paired t -test, $p < 0.05$: statistically significant p -value.

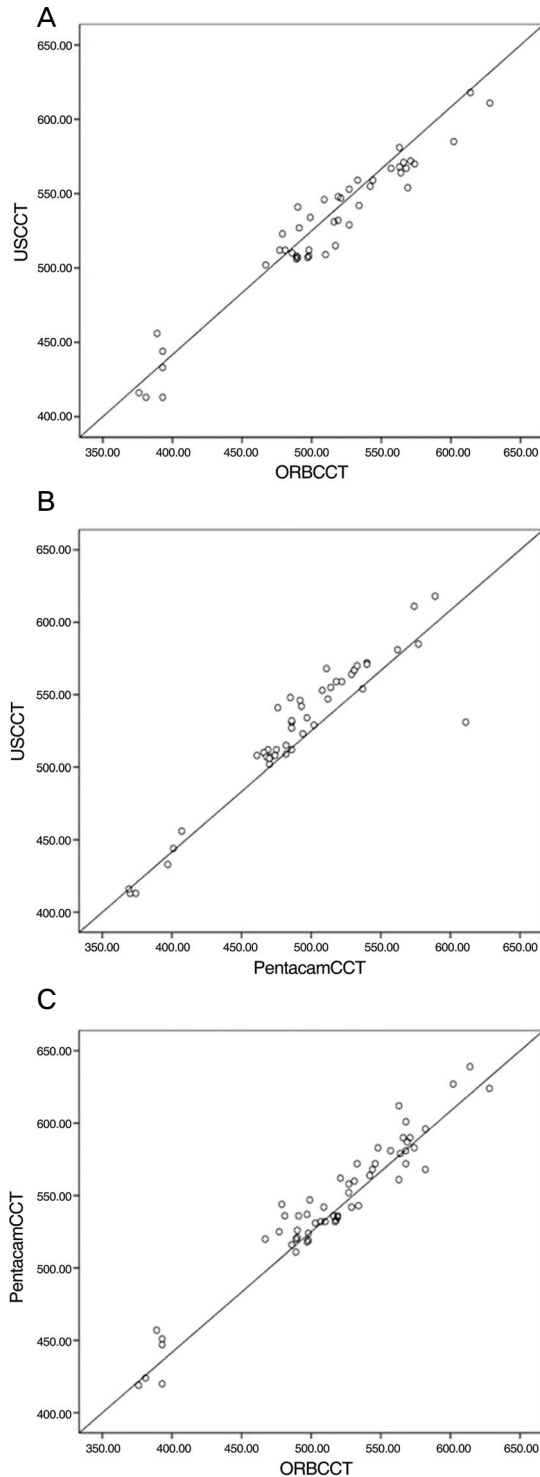


Figure 1. The correlation plot of the central corneal thickness (CCT) measured by Ultrasound pachymetry (US), Orbscan (ORB) and Pentacam (in μm). (A) US CCT and ORB CCT ($r=0.968$, $p=0.000$), (B) US CCT and Pentacam CCT ($r=0.927$, $p=0.000$), (C) Pentacam CCT and ORB CCT ($r=0.965$, $p=0.000$).

scan이 더 두껍게 측정되었다(paired t -test, $p<0.05$)

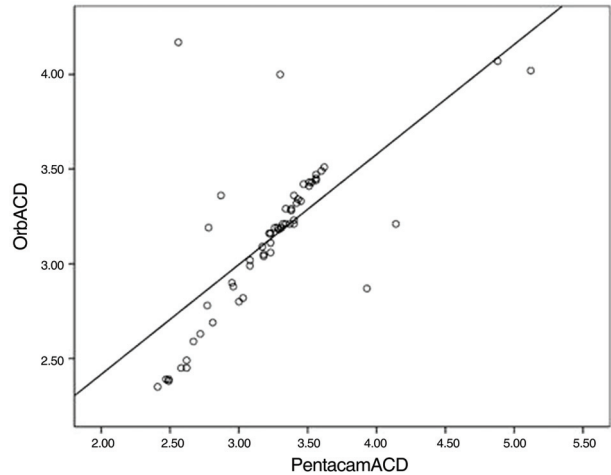


Figure 2. The correlation plot of the anterior chamber depth (ACD, in mm) measured by Orbscan (Orb) and Pentacam ($r=0.67$, $p<0.05$)

(Table 2).

전방깊이는 Orbscan이 중심 3.15 ± 0.40 mm, 가장 깊은 곳 3.25 ± 0.40 mm이며 상측 2.74 ± 0.37 mm, 이측 2.93 ± 0.32 mm, 하측 2.93 ± 0.39 mm, 비측 2.58 ± 0.41 mm으로 측정되었다. Pentacam에서는 중심 3.24 ± 0.51 mm, 가장 깊은 곳 3.34 ± 0.55 mm이었으며 상측 2.69 ± 0.47 mm, 이측 2.90 ± 0.33 mm, 하측 3.02 ± 0.33 mm, 비측 2.59 ± 0.41 mm으로 측정되었다. 전방깊이는 두 검사 간 차이를 보이지는 않았고(Table 3), 중심 전방깊이는 검사 간 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타났다(Pearson correlation, $r=0.67$, $p<0.05$)(Fig. 2).

고 찰

다양한 굴절 교정수술과 인공수정체가 사용되면서 정확한 전안부 측정의 중요성이 부각된다. 임상적으로 각막두께 측정방법은 초음파와 각막두께측정계와 Orbscan이 널리 사용되고 있고, 전방깊이 측정은 세극등을 이용해 관찰하고 A-scan 및 Orbscan 등이 이용되고 있다.

초음파와 각막두께측정계는 각막두께를 측정하는데 가장 이상적인 측정방법으로 알려져 있으나, 초음파 소식자를 각막의 동일한 위치에 적절한 힘을 가해 위치시켜야 하며, 검사하는 동안 피검자가 주시를 일정하게 유지하여야 하므로 검사자의 숙련도에 영향을 받기 쉽다. 또한 국소마취제 점안이 필요하고 직접 각막에 접촉해야 하며, 각막의 국소적인 정보만을 줄 수 있다.

이에 반하여 광학적 방식인 Orbscan은 calibrated video-keratography와 scanning slit beam system을 이용해 각막에 직접 접촉하지 않고도 한 번의 스캐닝을 통해 각막표면의

수천 개의 점(mire)을 측정한다. 각 점에서 각막의 전후면 사이에서 분산된 광선의 차이점을 컴퓨터로 분석하여 각막 두께를 측정하며, 이 외에도 전방깊이, 각막의 굴절률, 전면과 후면의 만곡지도 등을 동시에 측정할 수 있어,¹¹ 전안부의 특성 파악에 널리 이용되고 있다. 초기에 Orbscan을 이용한 각막두께 검사는 초음파 각막두께 측정치와 많은 차이가 있어, 제작사에서는 0.92라는 보정인자(acoustic equivalent factor) 사용을 권하고 있다.

최근 도입된 Pentacam은 rotating Scheimpflug camera가 360° 회전하며 2초 내에 각막 전후면에 위치한 500개의 점을 포함하는 영상을 얻어, 컴퓨터 재구성을 통해 전안부를 3차원으로 분석할 수 있다. 각막두께 및 각막 굴절률, 각막 지형도, 전방깊이 측정뿐 아니라 전방각과 수정체의 혼탁과 두께의 정보를 추가로 얻을 수 있다.¹²

Yaylali et al¹³은 51안에서 Orbscan과 초음파 각막두께 측정계를 이용해 중심각막두께를 비교하여 2가지 방법의 차이는 통계적으로 유의하고, Orbscan으로 측정한 경우에 23.0에서 28.0 μm 더 두껍게 측정되었음을 발표하였다. Kang et al¹⁴은 100안을 대상으로 Orbscan과 초음파 각막두께측정계를 이용하여 중심각막두께를 측정하였는데 각각 $550 \pm 3 \mu\text{m}$, $526 \pm 3 \mu\text{m}$ 으로 Orbscan을 이용해 측정한 경우에서 더 두껍게 측정된 것으로 보고하였다. 이러한 차이를 보이는 이유는 Orbscan은 각막두께 측정 시 air-tear film interface와 각막후면 사이를 측정하게 되고, 이와 달리 초음파 각막두께측정계의 경우 각막후방에서 반사되어 나오는 점(reflection point)이 데스메막과 전방 사이에 위치하기 때문이라는 보고가 있다.¹⁵⁻¹⁷ 이런 검사 간 오차를 줄이기 위해 이번 연구에서는 Orbscan제조회사에서 추천한 보정인자를 적용하였다. 그 결과 앞의 보고와 달리 초음파 각막두께측정계를 이용한 경우에서 각막두께가 더 두껍게 측정되었으며, 보정인자를 적용하기 전 Orbscan의 측정치보다 초음파 각막두께측정계간 측정치의 차이를 줄일 수 있었다.

Buehl et al¹⁸은 건강한 88안을 대상으로 Orbscan과 Pentacam의 각막두께측정치를 비교한 결과, 각각 $545.0 \pm 37.8 \mu\text{m}$ 와 $534.6 \pm 33.4 \mu\text{m}$ 으로 유사한 결과를 보였다. Rosa et al¹²은 91안을 대상으로 시행한 Orbscan과 Pentacam의 각막두께측정치 비교에서, 각각 $527.8 \pm 37.12 \mu\text{m}$ 과 $541.65 \pm 32.22 \mu\text{m}$ 으로 Pentacam이 더 두꺼운 값을 보였다. 본 연구에서는 Rosa et al¹²의 결과와 유사하게 Orbscan보다 Pentacam이 $30.1 \pm 16.6 \mu\text{m}$ 더 두껍게 측정되었다. Kim et al¹⁹은 25안의 각막굴절교정수술 시행 전 환자를 대상으로 초음파 각막두께측정계, Orbscan과 Pentacam을 이용해 각막두께를 비교하여, 각각 $550 \pm 33.7 \mu\text{m}$, $540 \pm 40.8 \mu\text{m}$ 및 $561 \pm 32.0 \mu\text{m}$ 로 Pentacam이 가장 두껍게 측

정되었으나 세 가지 방법이 통계학적으로 유의한 차이가 없다고 발표한 바 있다. 본 연구에서는 초음파 각막두께측정계, Orbscan과 Pentacam에서 각각의 평균 중심 각막두께는 $527.4 \pm 48.3 \mu\text{m}$, $509.1 \pm 61.0 \mu\text{m}$ 과 $539.2 \pm 51.7 \mu\text{m}$ 로 Pentacam의 측정치가 가장 두껍고 Orbscan의 측정치가 가장 얇았으며, 각 측정치 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

각막 중앙부와는 달리 주변부 각막두께는 상측과 하측은 Orbscan과 Pentacam이 차이가 없었고, 비측과 이측은 Orbscan이 두껍게 측정되었다. 이는 중심 각막과 가장 얇은 부위는 Orbscan이 더 얇게 측정된 것과는 대조적이다. 그러나 Shin et al²⁰은 비측과 하측은 두 검사 간 차이가 없었고, 상측과 이측은 Pentacam이 더 두껍게 측정되었다고 하여, 본 연구와는 다른 결과를 보였다. 이러한 차이는 각막의 상하측을 직선으로 scanning 하는 Orbscan과 각막 주변을 회전하면서 영상을 얻는 Pentacam의 검사방법 차이에 의한 것으로 생각된다. 두 검사 모두 실측값이 아닌 컴퓨터 프로그램에 의해 재구성된 값이며, 주변부 각막두께에 대한 다른 보고는 없어 어떤 검사가 정확한 정보를 주는지는 알 수 없다. 이에 대해서는 전안부 빛간섭단층촬영이나 동초점생체현미경 등을 이용한 추가 비교 연구가 필요할 것으로 생각된다.

중심 전방깊이는 Pentacam은 $3.24 \pm 0.51 \text{ mm}$, Orbscan은 $3.15 \pm 0.40 \text{ mm}$ 로 Pentacam이 더 깊게 측정되었으나 통계적으로 유의하지는 않았다. Ryu et al²¹은 207안을 대상으로 Scheimpflug camera와 Orbscan을 이용하여 측정한 전방깊이가 각각 $3.22 \pm 0.46 \text{ mm}$ 와 $3.13 \pm 0.33 \text{ mm}$ 으로, Scheimpflug camera에서 좀더 깊게 측정되는 결과를 보여 본 연구와 유사한 양상을 보였다. 이와 같은 두 검사 간의 차이는 Orbscan이 scanning과 mire의 반사에 의해 얻은 값으로 공간 좌표를 사용하여 전방깊이를 측정하고, Pentacam은 rotating Scheimpflug camera를 이용하여 얻은 상을 이용하여 전방의 모양을 재구성하는 검사 원리의 차이에서 유발된다고 생각한다.

세 검사치 간의 차이의 원인에 대해서는 밝혀진 것은 없으며, 검사 방법과 소요시간의 차이, 검사 당시 각막 및 눈물층의 상태, 이용되는 software 및 측정자의 기술적인 오차 등에 의해서 측정치의 차이가 나타난다고 생각할 수 있다. 또한 Pentacam의 각막두께측정치에 대해서는 현재 gold standard로 여겨지는 초음파 각막두께측정계와 비교한 연구는 몇 차례 발표되었으나,^{18,19} 초음파 각막두께측정계를 보정할 수 있는 인자 또는 검사의 재현성 및 정확성은 아직 논의된 바가 없다. 본 연구에서 초음파 각막두께측정계와 Pentacam의 중심 각막두께를 비교하였을 때, Pentacam이 $16.3 \pm 20.4 \mu\text{m}$ 로 더 두껍게 측정되었다. 두 검사 간 차이가 발생하는 주된 이유는 Pentacam에서 각막두께는 눈물층을

포함하여 측정되므로 초음파 각막두께측정계보다 더 두껍게 측정되는 것으로 생각된다. 또 이 차이는 환자의 눈물층 상태에 따라 차이가 있을 것으로 생각되며, 본 연구결과에 따르면 약 15~20 μm 정도의 차이일 것으로 유추된다. 따라서 Pentacam으로 각막두께를 측정할 때에는 눈물층을 고려한 보정 인자에 대한 추가연구가 필요하다. 이외에도 검사간의 차이가 생기는 이유로 초음파 소식자의 접촉면이 각막에 정확히 수직으로 접하지 못할 가능성이 있으며, 소식자가 각막 표면에 접촉하면서 각막표면의 함입이 발생하였을 수 있기 때문으로 추정하였다.

본 연구에서 초음파 각막두께측정계, Orbscan과 Pentacam을 이용해 측정한 중심 각막두께는 유의한 차이를 보였으나 검사기기 간의 강한 상관관계를 보였다. 또한 Orbscan과 Pentacam을 이용해 측정한 주변부 각막두께와 전방깊이 또한 약간의 차이를 보이나 유의한 수준은 아니었고, 이는 실측값이 아닌 software에 의해 재구성 된 값으로, 어떤 검사가 더 정확하다고 말하기는 어렵다. 세 검사를 이용한 측정치를 비교한 결과 약간의 차이는 있으나 높은 양의 상관관계를 보이므로, 전안부의 모양을 유추하는 데에는 임상에서 많이 사용하는 초음파 검사와 Orbscan 외에 Pentacam도 유용할 것으로 생각된다.

참고문헌

- Brennan NA, Coles ML. Extended wear in perspective. *Optom Vis Sci* 1997;74:609-23.
- Kim JH, Kim HB. *Cornea*, 1st ed. Seoul: Ilchokak, 2000:25-34.
- Machat JJ, Slade S, Probst LE. *The art of LASIK*, 2nd ed. Thorofare, NJ: SLACK Inc., 1999;127-38.
- Wang Z, Chen J, Yang B. Posterior corneal surface topographic change after LASIK are related to residual corneal bed thickness. *Ophthalmology* 1999;106:406-9.
- Whitacre MM, Stein RA, Hassanein K. Theeffect of corneal thickness on applanation tonometry. *Am J Ophthalmol* 1993;115: 592-6.
- Kim DH, Kim MS, Kim JH. Early corneal thickness changes after penetrating keratoplasty. *J Korean Ophthalmol Soc* 1997;38:55-61.
- Olsen T. Sources of error in intraocular lens power calculation. *Cataract Refract Surg* 1992;18:125-9.
- Holladay JT. Standardizing constants for ultrasonic biometry, keratometry, and intraocular lens power calculations. *J Cataract Refract Surg* 1997;23:1356-70.
- Alio JL, de la Hoz F, Perez-Santonja JJ, et al. Phakic anterior chamber lenses for correction of myopia; a 7-year cumulative analysis of complications in 263 cases. *Ophthalmology* 1999;106: 458-66.
- Holladay JT. Refractive power calculations for intraocular lenses in the phakic eye. *Am J Ophthalmol* 1993;116:63-6.
- Iskander NG, Anderson Penno E, Peters NT, et al. Accuracy of Orbscan Pachymetry measurements and DHG ultrasound pachymetry in primary laser in situ keratomileusis and LASIK enhancement procedure. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:681-5.
- Rosa N, Lanza M, Borrelli M, et al. Comparision of central corneal thickness measured with Orbscan and Pentacam. *J Refract Surg* 2007;23:895-9.
- Yaylali V, Kaufman SC, Thompson HW. Corneal thickness measurements with Orbscan topography system and ultrasonic pachymeter. *J Cataract Refract Surg* 1997;23:1345-50.
- Kang PS, Yang YS, Kim JD. Comparision of corneal thickness measurements with the Orbscan and Ultrasonic pachymetry. *J Korean Ophthalmol Soc* 2000;41:1697-703.
- Gherghel D, Hosking SL, Mantry S, et al. Corneal pachymetry in normal and keratoconic eyes: Orbscan II versus ultrasound. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:1272-7.
- Suzuki S, Oshika T, Oki K, et al. Corneal thickness measurements: scanning-slit corneal topography and noncontact specular microscopy versus ultrasonic pachymetry. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:1313-8.
- Modis L. Jr, Langenbucher A, Seitz B. Scanning-slit and specular microscopic pachymetry in comparison with ultrasonic determination of corneal thickness. *Cornea* 2001;20:711-4.
- Buehl W, Stojanac D, Sacu S, et al. Comparison of three methods of measuring corneal thickness and anterior chamber depth. *Am J Ophthalmol* 2006;141:7-12.
- Kim SW, Byun YJ, Kim EK, et al. Central corneal thickness measurements in unoperated eyes and eyes after PRK for myopia using Pentacam, Orbscan II and ultrasonic pachymetry. *J Refract Surg* 2007;23:888-94.
- Shin YJ, Kim NH, Kim DH. Comparison of Pentacam with Orbscan. *J Korean Ophthalmol Soc* 2007;48:637-41.
- Ryu HW, Kim RK, Chung SK. Comparison of A-scan, Scheimpflug camera, and Orbscan for measurement of anterior chamber depth. *J Korean Ophthalmol Soc* 2006;47:1287-91.

=ABSTRACT=

Comparison of Corneal Thickness and Anterior Chamber Depth Measured With Orbscan, Pentacam, and Ultrasound Pachymetry

Joo Youn Park, MD, So Young Kim, MD, Moon-Sun Jung, MD

Department of Ophthalmology, Soonchunhyang University College of Medicine, Cheonan, Korea

Purpose: We compared the measurements of corneal thickness and anterior chamber depth (ACD) using three different methods Orbscan, Pentacam and ultrasound pachymetry.

Methods: In healthy volunteers, central corneal thickness was measured with Orbscan, Pentacam and ultrasound pachymetry. Estimation of peripheral corneal thickness and ACD were done by Orbscan and Pentacam. All results were compared statistically.

Results: The mean central corneal thickness of 64 eyes measured by Orbscan, Pentacam and ultrasound pachymetry were $509.1 \pm 61.0 \mu\text{m}$, $539.2 \pm 51.7 \mu\text{m}$ and $527.4 \pm 48.3 \mu\text{m}$, respectively. There were statistically significant differences in the results among the three methods (repeated-measures analysis of variance (ANOVA), $p < 0.05$). There were significant correlations between the ultrasonic pachymetry, the Orbscan and the Pentacam (Pearson correlation, $r > 0.90$, $p < 0.05$). The temporal and nasal peripheral corneal thicknesses were thinner in the Pentacam than in the Orbscan (paired t-test, $p < 0.05$). The superior and inferior corneal thickness and ACD were not significantly different.

Conclusions: The results of the three instruments have significant correlations with each other, so all methods are clinically useful.

J Korean Ophthalmol Soc 2009;50(5):664-669

Key Words: Anterior chamber depth, Corneal thickness, Orbscan, Pentacam, Ultrasound pachymetry

Address reprint requests to Moon-Sun Jung, MD

Department of Ophthalmology, Soonchunhyang University College of Medicine

#23-20, Bongmyung-dong, Dongnam-gu, Cheonan 330-721, Korea

Tel: 82-41-570-2260, Fax: 82-41-573-3723, E-mail: greenizy@lycos.co.kr