

에이엘 스캔과 펜타캠을 이용한 전안부 계측값의 비교

Measurement Comparison of Anterior Segment Parameters between AL-Scan® and Pentacam®

윤상문¹ · 임성협¹ · 이호영²

Sang Moon Youn, MD¹, Sung Hyup Lim, MD¹, Ho Young Lee, MD²

인제대학교 의과대학 부산백병원 안과학교실¹, 신세계안과의원²

Department of Ophthalmology, Inje University Busan Paik Hospital, Inje University College of Medicine¹, Busan, Korea
Shinsegae Eye Clinic², Busan, Korea

Purpose: To investigate the clinical availability of AL-Scan® (Nidek, GAMAGORI, Japan) by comparing anterior segment parameters measured with AL-Scan® and Pentacam® (Oculus, Wetzlar, Germany).

Methods: Seventy-three patients (117 eyes) who received refractive surgery at our hospital were tested with AL-Scan® and Pentacam®. We compared measurements including anterior chamber depth, central corneal thickness, white-to-white, and corneal curvature.

Results: When comparing measurements obtained with AL-Scan® and Pentacam®, the anterior chamber depth ($p < 0.001$), central corneal thickness ($p < 0.001$) and 2.4 mm zone K value ($p = 0.038$) showed significant differences; the white-to-white ($p = 0.348$) and 3.3 mm zone K value ($p = 0.429$) showed no significant differences. All AL-Scan® and Pentacam® parameters had a strong positive linear correlation ($p < 0.001$). The Bland-Altman plots showed a high degree of agreement between AL-Scan® and Pentacam® in all parameters except for anterior chamber depth.

Conclusions: AL-Scan® is convenient to use clinically because simultaneous measurements of ocular biometry including axial length, intraocular lens power, and topography are possible. However, because differences in some anterior segment parameters exist when compared with Pentacam®, measurements with AL-Scan® may require comparisons with other instruments.

J Korean Ophthalmol Soc 2014;55(6):801-808

Key Words: AL-Scan®, Anterior chamber depth, Central corneal thickness, Corneal refractive power, Pentacam®

전안부의 정확한 측정은 백내장 수술과 굴절 교정술에 있어서 매우 중요하며, 최근에는 녹내장 분야에 있어서도 매우 중요한 요소가 되고 있다. 최근 전안부 측정에 널리 사용되는 장비는 크게 전안부 빛간섭 단층촬영계(anterior segment

optical coherence tomography), 주사 세극등(slit-scanning tomography), 회전샤임플러그 카메라(rotating scheimpflug tomography)를 이용하는 방법으로 나눌 수 있다.¹ 그중 회전샤임플러그 카메라의 일종인 Pentacam®은 세극등의 원리를 이용한 elevation-based system 방법으로, 각막 교정술 및 여러 각막 질환의 진단과 경과관찰에 필수적인 각막지형도 검사계이다. 기존의 세극등 광선이 좌우로 지나가는 Orbscan®과는 다르게 360도 회전하는 샤임플러그 카메라를 사용하였으며, 한 번의 측정으로 전방의 구조를 3차원적으로 재구성하게 되어 수정체 후면의 영상까지 얻을 수 있다.^{2,3}

■ Received: 2013. 12. 13. ■ Revised: 2014. 1. 20.

■ Accepted: 2014. 5. 22.

■ Address reprint requests to Ho Young Lee, MD
Shinsegae Eye Clinic, #783-1 Gaya-daero, Busanjin-gu, Busan
614-849, Korea
Tel: 82-51-818-8288, Fax: 82-51-808-8238
E-mail: happytriad@gmail.com

한편, 최근 개발된 AL-Scan[®]은 안축장 측정을 통해 백내장 수술 시 인공수정체 도수 계산에 주로 이용되고 있으며, IOL master[®](Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany)와 같이 중심 각막 두께, 전방 깊이, 각막 굴절률 등의 몇 가지 전안부 계측이 동시에 이루어진다. 하지만 IOL master[®]와 같은 부분결합간섭계(partial coherence interferometry)임에도 불구하고, 전안부 계측은 Pentacam[®]과 같은 샤임플러그 카메라를 통해서 이루어진다는 특징이 있다. AL-Scan[®]의 경우 한 번의 비접촉식 측정으로 안축장, 인공수정체 도수 계산과 더불어 전안부 계측까지 이루어지기 때문에 편리한 점이 있다. 하지만 AL-Scan[®]의 전안부 계측의 정확성 및 임상적 유용성에 대해서는 아직까지 국내에서 보고된 바가 없었다.

현재까지 전안부 계측이 가능한 Pentacam[®],^{4,5} Orbscan II[®],⁶ Visante[®],⁷ Galilei[®],⁸ Sirius[®]⁹ 등의 장비에서 장비 간 계측치를 비교한 연구들이 보고되었다. 본 연구에서는 정상 각막을 가진 굴절교정수술 예정 환자를 대상으로 하여 AL-Scan[®]을 통한 전안부 계측치를 비교함으로써, 샤임플러그 카메라를 사용하는 기존의 Pentacam[®]의 결과와 비교하여 AL-Scan[®]의 임상적 유용성을 평가하고자 한다.

대상과 방법

2013년 4월부터 10월까지 각막굴절교정수술을 위해 본원을 방문한 73명 117안을 대상으로 의무기록을 후향적으로 분석하였다. 환자들은 근시, 난시, 경도의 백내장을 제외하고는 다른 안과적 질환을 가지고 있지 않았으며, 이전의 각막 수술, 안내 수술, 검사 결과에 영향을 미칠 수 있는 각막 질환이 있는 경우는 제외하였다.

수술 전 같은 날 대상 환자들에게 같은 검사자에 의해서 연속적으로 AL-Scan[®]과 Pentacam[®]을 시행하여 안구 생체

계측을 시행하였으며, 검사 결과로 나온 측정값을 비교하였다. 모든 환자에서 AL-Scan[®]을 먼저 시행하였고, 이후에 Pentacam[®]을 시행하였으며, 두 기계 모두 한 번씩 검사를 시행하였다. 검사 전에 눈을 깜박거리게 하여 눈물층을 균일하게 하였으며, 검사 도중 환자가 눈을 깜박이거나 움직이지 않도록 주의하고 검사자에 의해 안구가 눌리지 않도록 주의하며 검사를 시행하였다. 각 대상자는 측정 후, 뒤로 물러나 앉게 하여 기기가 다음 측정 전 재조정될 수 있게 하였다. 두 기계로부터 측정된 결과 중에 전방 깊이, 중심부 각막 두께, 각막 직경과 각막 굴절률을 분석하였으며, AL-Scan[®]은 2.4 mm와 3.3 mm 구역의 각막 굴절률, Pentacam[®]은 3.0 mm 구역의 각막 굴절률을 분석하였다.

통계적인 분석은 SPSS v18.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하였다. paired *t*-test를 통하여 기기에 따른 측정값의 평균의 차이를 비교하였고, $p < 0.05$ 를 유의한 차이 있다고 보았다. 또한 Pearson correlation을 이용하여 각 방법 간의 상관계수를 구하였으며, $p < 0.01$ 를 유의한 상관관계가 있다고 보았다. 기기 간 측정값의 차이를 알기 위해서 측정값의 차이의 평균을 구하여 비교하였으며, 기기 간 일치도를 평가하기 위해 Bland-Altman plot을 사용하였다.

결 과

총 73명 117안을 대상으로 하였으며, 남자는 33명, 여자는 40명이었다. 환자들의 평균 나이는 29.77 ± 7.29 세였으며, 우안 61안, 좌안 56안이었다. AL-Scan[®]과 Pentacam[®]으로 측정한 전방 깊이, 중심부 각막 두께, 각막 직경, 각막 굴절률을 표로 나타내었다(Table 1).

전방 깊이의 경우, AL-Scan[®]에서 3.77 ± 0.30 mm, Pentacam[®]에서 3.18 ± 0.29 mm로 측정되었다. AL-Scan[®]에서 평균 전

Table 1. Comparison of AL-Scan[®] and Pentacam[®] in anterior segment parameters

	AL-Scan [®]	Pentacam [®]	<i>p</i> -value
Anterior chamber depth (mm)	3.77 ± 0.30	3.18 ± 0.29	$<0.001^*$
Anatomical anterior chamber depth (mm)	3.22 ± 0.29	3.18 ± 0.29	$<0.001^*$
Central corneal thickness (μ m)	548.74 ± 33.41	543.38 ± 32.49	$<0.001^*$
White-to-white (mm)	11.81 ± 0.32	11.77 ± 0.34	0.348 [*]
K1 (2.4 mm zone) (diopter)	42.68 ± 1.24	$42.61 \pm 1.30^\dagger$	0.004 [*]
K2 (2.4 mm zone) (diopter)	44.03 ± 1.55	$44.03 \pm 1.60^\dagger$	0.876 [*]
Kmean (2.4 mm zone) (diopter)	43.36 ± 1.35	$43.32 \pm 1.40^\dagger$	0.038 [*]
K1 (3.3 mm zone) (diopter)	42.67 ± 1.25	$42.61 \pm 1.30^\dagger$	0.005 [*]
K2 (3.3 mm zone) (diopter)	43.99 ± 1.54	$44.03 \pm 1.60^\dagger$	0.177 [*]
Kmean (3.3 mm zone) (diopter)	43.33 ± 1.35	$43.32 \pm 1.40^\dagger$	0.429 [*]

Values are presented as mean \pm SD.

K = keratometric diopter.

*Paired-*t* test; [†]Corneal refractive power with Pentacam[®] was measured only 3.0 mm zone.

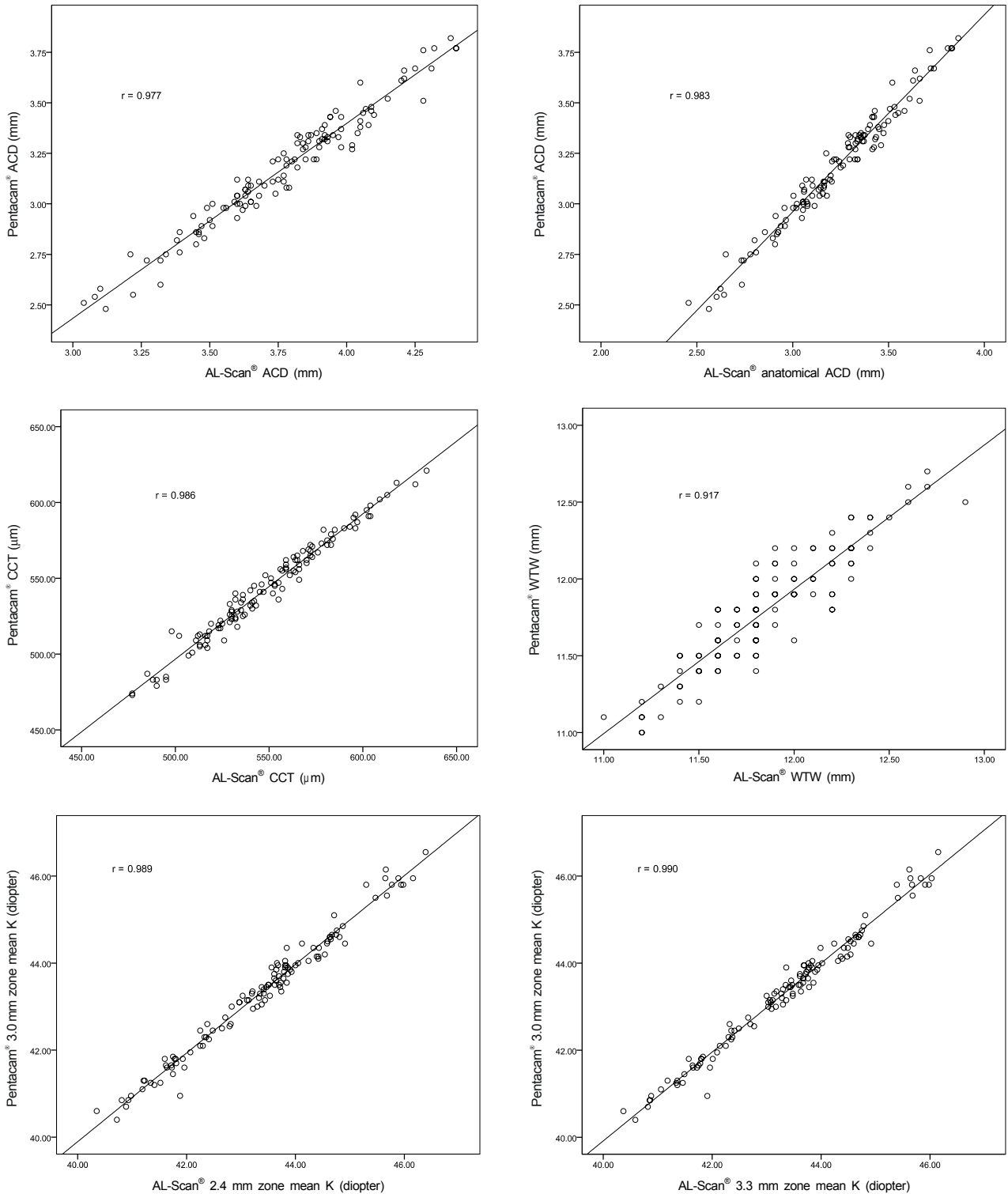


Figure 1. Pearson correlation of AL-Scan® and Pentacam® in anterior segment parameters. ACD = anterior chamber depth; CCT = central corneal thickness; WTW = white-to-white; K = keratometric diopter.

방 깊이가 더 깊게 측정되는 경향을 보였으며, 두 기기 간 통계적인 유의한 차이를 보였다($p < 0.001$). AL-Scan®의 측정치에서 중심부 각막 두께를 제외한 해부학적 전방 깊이는 3.22

± 0.29 mm로 측정되었으며, Pentacam® 보다 더 깊게 측정되는 경향을 보여 통계적 유의한 차이를 보였다($p < 0.001$).

중심부 각막 두께의 경우, AL-Scan®에서 548.74 ± 33.41 μm ,

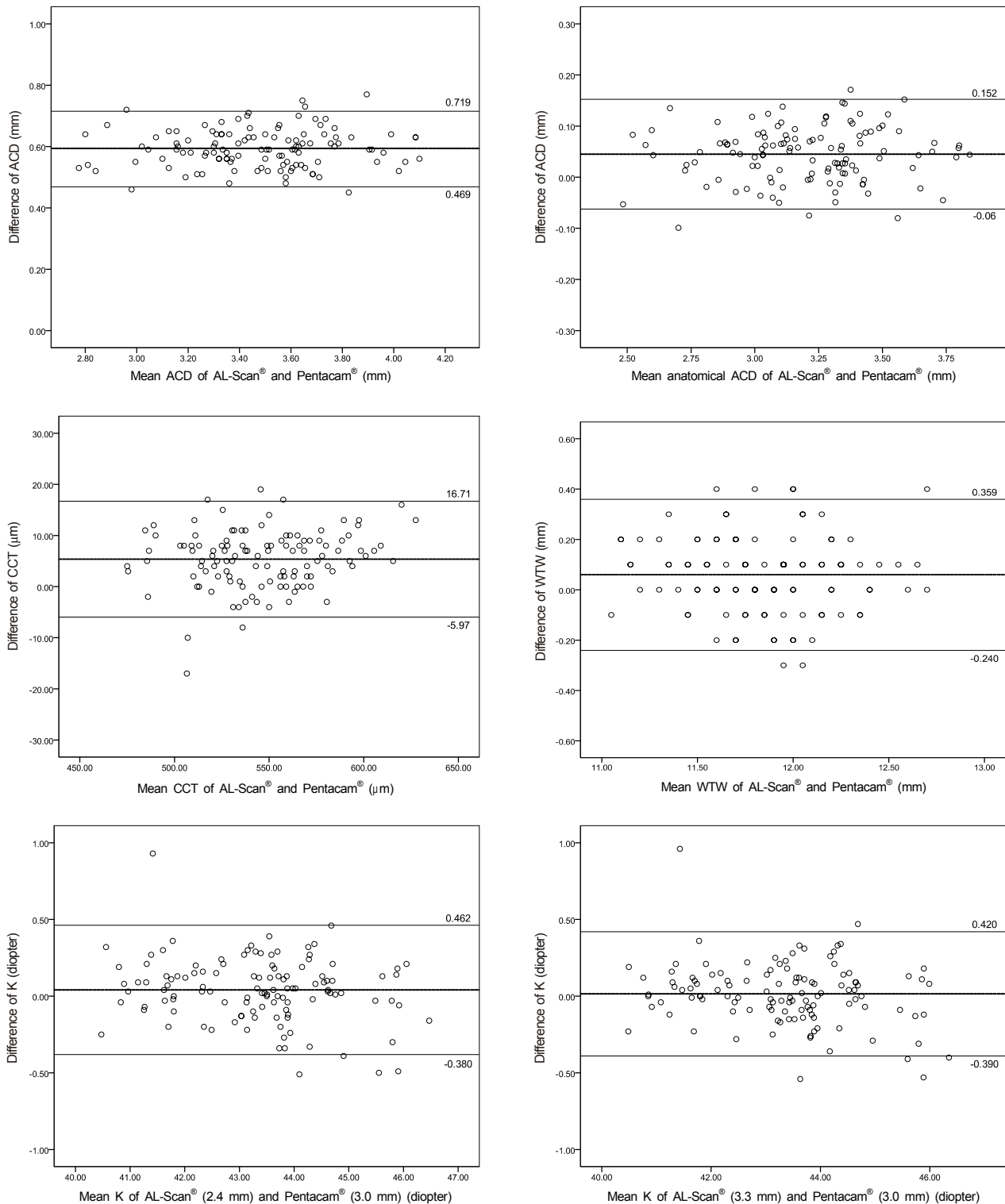


Figure 2. Bland-Altman plots of AL-Scan® and Pentacam® in anterior segment parameters. ACD = anterior chamber depth; CCT = central corneal thickness; WTW = white-to-white; K = keratometric diopter.

Pentacam®에서 $543.38 \pm 32.49 \mu\text{m}$ 로 측정되었다. AL-Scan®에서 Pentacam®에 비해서 중심부 각막 두께가 두껍게 측정되는 경향을 보였으며, 두 기기 간 통계적 유의한 차이를

보였다($p < 0.001$).

각막 직경의 경우, AL-Scan®에서 $11.81 \pm 0.32 \text{ mm}$, Pentacam®에서 $11.77 \pm 0.34 \text{ mm}$ 로 측정되었다. 각막 직경은 두 기기

간 통계적인 유의한 차이가 없었다($p=0.348$).

AL-Scan[®]은 2.4 mm 구역과 3.3 mm 구역 두 군데의 각막 굴절률을 구분하여 측정하게 되며, 2.4 mm 구역에서의 각막 굴절률은 가로축이 $42.68 \pm 1.24D$, 세로축이 $44.03 \pm 1.55D$, 평균 $43.36 \pm 1.35D$ 로 측정되었으며, 3.3 mm 구역에서의 각막 굴절률은 가로축이 $42.67 \pm 1.25D$, 세로축이 $43.99 \pm 1.54D$, 평균 $43.33 \pm 1.35D$ 로 측정되었다. Pentacam[®]은 3.0 mm 구역의 각막 굴절률을 측정하였으며, 각막 굴절률은 가로축 $42.61 \pm 1.30D$, 세로축 $44.03 \pm 1.60D$, 평균 $43.32 \pm 1.40D$ 로 측정되었다. Pentacam[®]에서의 평균 각막 굴절률은 AL-Scan[®]에서 2.4 mm 구역의 평균 각막 굴절률과는 유의한 차이를 보였으며($p=0.038$), AL-Scan[®]에서 3.3 mm 구역의 평균 각막 굴절률과는 유의한 차이가 없었다($p=0.429$).

Pearson correlation으로 비교했을 때, 두 기기 간의 모든 측정치에서 p -value는 0.001 이하로 모든 측정치가 통계적으로 유의한 선형 상관관계를 가지고 있었다. 그리고 Pearson correlation coefficient의 경우, 전방 깊이($r=0.977$), 중심부 각막 두께($r=0.986$), 각막 직경($r=0.917$), 2.4 mm 구역 각막 굴절률($r=0.989$), 3.3 mm 구역 각막 굴절률($r=0.990$)로 측정되어, 모든 측정치에서 강한 양의(+) 선형 상관관계가 있었다. 측정치 중에 전방 깊이와 중심부 각막 두께, 2.4 mm 구역 각막 굴절률의 경우 두 기기 간 통계적 유의한 차이를 보였으나, Pearson correlation에서는 의미 있는 상관관계를 보였다(Fig. 1).

Bland-Altman plot으로 나타난 두 기기 간 일치도에서 모든 항목의 측정값의 95% limits of agreement (LoA)는 각각 전방 두께 0.47-0.72 mm, 중심부 각막 두께 -5.98~16.71 μ m, 각막 직경 -0.24~0.35 mm, 2.4 mm 평균 각막 굴절률 -0.38~0.46D, 3.3 mm 평균 각막 굴절률 -0.40~0.42D로 측정되었다(Fig. 2).

고 찰

정확한 전안부 계측값은 굴절 및 백내장 수술에 매우 중요하다. 본 연구는 이전에 사용되고 있던 Pentacam[®]과 최근에 개발된 AL-Scan[®]을 통한 전안부 계측값을 비교하고자 시행되었다.

Pentacam[®]은 샤임플러그 카메라가 360도 회전하며 2초 내에 각막 전후면에 위치한 500개의 점을 포함하는 영상을 얻고, 중심부의 고정된 카메라는 동공의 모양을 감지하여 fixation을 담당하며, 컴퓨터 재구성을 통해 전안부를 3차원으로 분석할 수 있다. 각막 두께 및 각막 굴절률, 각막 지형도, 전방 깊이를 측정할 뿐만 아니라 전방각과 수정체의 혼탁과 두께의 정보를 추가로 얻을 수 있다.^{3,10} 최근에 개발된

AL-Scan[®]은 현재 안축장 측정을 통해 백내장 수술 시 인공 수정체 도수 계산에 주로 이용되고 있으며, IOL master[®]와 같은 부분결합간섭계 방식을 가지고 있다. 하지만 전안부 계측은 Pentacam[®]과 같은 샤임플러그 카메라를 통해서 이루어지며 IOL master[®]가 제공하는 각막 굴절률, 안축장, 전방 깊이, 각막 직경 외에도 중심부 각막 두께, 동공 크기 등의 정보도 같이 측정된다는 장점이 있다. 각막 굴절률의 측정에 있어 AL-Scan[®]은 2.4 mm, 3.3 mm 구역의 double mire ring 방식으로 두 군데의 각막 굴절률을 측정하며, 각각의 구역에서 360개의 점을 분석한다는 특징이 있다. 그리고 3D tracking system을 이용하여 눈의 움직임을 감지하여 자동으로 추적하여 측정하기 때문에 검사에 있어 부정확성을 줄일 수 있다는 장점도 있다.

기존의 연구에서 Kim et al¹¹은 백내장 수술 시, 술 후 굴절률 예측에 대해 AL-Scan[®]과 IOL master[®]를 비교하였으며, 술 전 안축장, 전방 깊이, 각막 굴절률 측정치가 유의한 차이가 없으며, 술 후 굴절 예측 오차도 차이가 없다고 하였다. 하지만 현재까지 AL-Scan[®]의 전안부 계측 값을 IOL master[®] 외의 다른 기기와 비교한 연구는 국내외에 보고되어 있지 않다. IOL master[®]의 경우 전방 깊이는 0.7 mm의 세극등 광원을 이용하여 측정하며, 각막 굴절률은 반경 2.4 mm의 6개 점만을 분석한다. 따라서 전안부 측정방식에 있어서 AL-Scan[®]과 차이가 있으며, 전안부 측정은 다른 기기와 비교하는 것이 좀 더 의미가 있을 것으로 생각한다.

Pentacam[®]의 전안부 계측에 대해서 기존의 여러 가지 연구가 시행되었다. Buehl et al¹²은 정상인에서 Pentacam[®]과 Orbscan[®], AC-Master[®]를 이용하여 각막 두께와 전방의 깊이를 비교하였으며, 각막 두께는 Pentacam[®]과 AC-Master[®]가 가장 잘 연관이 있고, 중심부 각막 두께는 Pentacam[®]으로 측정한 값이 70-80% 환자에서 Orbscan[®]과 AC-Master[®]로 측정한 값에 비해 높게 나왔으며, 전방 깊이도 Pentacam[®]에서 측정한 값이 95%의 환자에서 더 깊게 측정되었다고 하였다. Shin et al¹³과 Park et al¹⁴의 연구에도 Orbscan[®]과 Pentacam[®] 간의 전안부 계측을 비교하였으며, 두 연구 모두 Pentacam[®] 중심부 각막 두께가 Orbscan[®]보다 두껍게 측정되었고, 주변부 각막 두께는 두 연구 간 다른 양상을 보였다. Ryu et al¹⁵은 207안을 대상으로 샤임플러그 카메라와 Orbscan[®]을 이용하여 전방 깊이를 측정하였으며, 샤임플러그 카메라에서 전방 깊이가 좀 더 깊게 측정되는 결과를 보였다고 하였다.

본 연구에서는 AL-Scan[®]과 Pentacam[®]으로 측정한 전안부 계측치 중 전방 깊이와 중심부 각막 두께는 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, 각막 굴절률과 각막 직경은 유의한 차이가 없는 결과를 보였다. 그중 전방 깊이에서 가장 큰 차이와 불일치성을 보였는데, 모든 환자에서 AL-Scan[®]으로 측

정한 값이 Pentacam[®]으로 측정한 값에 비해 높게 나왔고 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.001$). Bland-Altman plot에서 95% LoA가 0.47-0.72 mm로 0을 포함하지 못하였고, 두 기기 간 평균적으로 0.59 mm의 차이를 보였다. 단, 0.25 mm의 좁은 LoA 구간 범주를 보였고 대부분의 측정값이 95% LoA 구간 내에 존재하였다. AL-Scan[®]의 측정치가 Pentacam[®]보다 높게 나타나는 이유는 같은 부분결합간섭계 계열인 IOL master[®], Lenstar[®]와 마찬가지로 각막 전면부터 수정체 전면까지의 깊이를 전방 깊이로 인식하기 때문이다.¹⁶ 따라서 AL-Scan[®]으로 측정된 전방 깊이는 각막의 내피부터 수정체 전면까지의 깊이를 전방 깊이로 인식하는 Pentacam[®]보다 중심부 각막 두께만큼의 수치가 더 많이 나오게 되며, 중심부 각막 두께를 제외한 값이 실제 해부학적 전방 깊이가 된다.¹⁶ 해부학적 전방 깊이를 구할 수 있다는 점은 중심각막두께를 측정할 수 없는 같은 부분결합간섭계인 IOL master[®]와 비교했을 때, 임상적으로 장점이 될 수 있을 것이라 생각한다. 본 연구에서는 AL-Scan[®]의 측정값에서 해부학적 전방 깊이를 계산하여 Pentacam[®]의 전방 깊이와 비교해 보았으며, 81%의 환자에서 Pentacam[®]으로 측정한 값에 비해 높게 나왔고 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.001$). Park et al¹⁷은 A-scan, IOL master[®], Orbscan II[®], Pentacam[®]으로 측정한 전방 깊이를 비교하였으며 IOL master[®]로 측정한 값이 Pentacam[®], Orbscan II[®]보다 깊게 측정되었으나, 오히려 IOL master[®]로 생체계측을 할 때 근거리 주시시 발생하는 조절로 인한 수정체의 전방 이동과 광학축(optical axis)과 차이가 있는 시축(visual axis)을 따른 측정법 때문에 전방 깊이가 짧게 측정될 수 있다고 하였다. 본 연구에 사용된 AL-Scan[®]은 샤임플러그 방식을 사용하므로 IOL master[®]와 측정방식이 달라 그대로 적용하기는 어려우나, 측정 시 IOL master[®]에서 나타나는 문제점들이 나타날 수 있어 전방 깊이 측정에 영향을 줄 수 있다고 생각한다. 하지만 본 연구에서 Pentacam[®]보다 전방 깊이가 깊게 측정된 원인에 대해서는 기계에 사용된 소프트웨어 차이 등으로 나타났을 것으로 추정되나 명확하지 않다. 임상적으로 AL-Scan[®]의 전방 깊이 측정값은 해부학적 전방 깊이에 대한 고려가 필요하며, Pentacam[®]보다 약간 깊게 측정되는 경향이 있다는 점을 생각해야 할 것이다.

본 연구에서 중심 각막 두께의 경우 85%의 환자에서 AL-Scan[®]에서 Pentacam[®]보다 두껍게 측정되었으며 통계적으로 유의한 차이를 보였으나($p<0.001$), 평균적으로 5-6 μ m 정도의 차이를 보였기 때문에 임상적으로는 큰 의미가 없을 것으로 생각한다. 실제로 각막 두께 측정에 있어서 샤임플러그 카메라가 가장 정밀하다고 말할 수는 없으며, 현재 각막 두께 측정의 표준은 초음파 각막 두께 측정기이다.¹⁸

이전의 다수의 연구에서 Pentacam[®]으로 측정한 각막 두께가 초음파 각막 두께 측정기와 비교해서 약간 얇게 측정된다는 결과를 보였으며,¹⁹⁻²¹ 본 연구에서 AL-Scan[®]의 측정값은 Pentacam[®]과 비교하여 약간 두껍게 측정되는 경향을 보였으므로 AL-Scan[®]과 초음파 각막 두께 측정기는 각막 두께 측정에 있어서 좋은 일치도를 보일 것으로 예상된다. 따라서 임상적으로 두 기기 간 약간의 차이점을 감안한다면 측정값의 두 기기 간 상호 호환이 가능할 것으로 생각한다.

기존 연구들에서 각막 굴절률은 측정장비 간에 차이가 나는 경우가 많았다. Lee et al³은 Pentacam[®]과 Sirius[®]의 전안부 측정값을 비교하였으며, 정상 각막안의 전안부 계측에서 두 기기 간 유의한 차이가 없었다고 하였으나 평균 각막 굴절률은 두 기기 간 차이가 있었다고 하였다. 또한 Savini et al¹⁸은 네 개의 각막지형도(Pentacam[®], Sirius[®], TMS-5[®], Keratron[®]) 측정값을 비교하였으며 각막 굴절률을 포함한 대부분의 측정값에 차이를 보였다고 하였다. 하지만 예외적으로 Pentacam[®]과 Sirius[®]로 측정한 각막 굴절률은 두 기기 간 유의한 차이가 없었다고 하였으며, 이는 본 연구와 결과와 유사하였다. Pentacam[®], Sirius[®], AL-Scan[®]의 세 기기는 각각 약간의 측정방식과 기계적인 차이는 있지만 기본적으로 모두 샤임플러그 카메라를 사용한다는 공통점이 있다. 본 연구에서는 Pentacam[®]의 3.0 mm 구역의 각막 굴절률과 비교하여 AL-Scan[®]의 2.4 mm 구역의 각막 굴절률은 통계적 유의한 차이가 있었으나($p=0.038$), 3.3 mm 구역의 굴절률은 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p=0.429$). AL-Scan[®]의 3.3 mm 구역이 2.4 mm 구역보다 Pentacam[®]의 3.0 mm 구역에 가깝기 때문에 나타난 결과로 생각하며, AL-Scan[®]의 3.3 mm 구역의 각막 굴절률은 임상적으로 Pentacam[®]의 3.0 mm 구역의 측정값과 상호 호환 가능할 것으로 보인다.

AL-Scan[®]과 Pentacam[®] 모두 전안부 계측에 있어서 동일한 샤임플러그 카메라를 사용하지만 두 기기 간 검사에서 차이를 보이는 이유로 원인에 대해서 정확히 밝혀진 것은 없다. 생각해 볼 수 있는 원인으로는 측정 안의 정렬 방식의 차이, 검사 방법과 피검자의 검사 순응도, 소요시간의 차이, 검사 당시 각막 및 눈물층의 상태, 기계에 사용되는 소프트웨어, 측정자의 기술적인 오차 등에 의해서 측정값의 차이가 나타난다고 생각할 수 있다.³

새로운 장비의 신뢰도를 판단할 때 그 장비의 재현성을 측정하고, 높은 재현성이 확인되면 기존에 사용하던 장비와 비교하게 된다. Pentacam[®]의 높은 재현성은 이전의 많은 논문에서 확인되었고,^{22,23} 비교적 오랜 기간 동안 임상에서 사용되었다. 하지만 AL-Scan[®]의 경우, 아직 재현성에 대한 연구결과가 나와 있지 않으며, 본 연구에서는 검사자 한

명에 의해 1회씩 측정되었기 때문에 재현성과 반복성에 대한 결과를 계산할 수 없었다는 점을 한계점으로 들 수 있다. 향후 AL-Scan[®]으로 두 명 이상의 검사자와 두 번 이상의 검사를 시행하여 재현성과 반복성을 평가하는 것이 필요할 것으로 생각한다. 또한 본 연구에서는 수술 전 정상 각막 안을 대상으로 하였으나, 수술 후의 결과를 비교 분석하여 기기 간 정확성을 평가한다면, 임상적으로 좀 더 유용할 것으로 생각한다.

본 연구에서 같은 샤임플러그 카메라를 이용하는 새로 개발된 AL-Scan[®]과 기존의 Pentacam[®]에서의 각막 두께, 각막 굴절률, 전방 깊이, 각막 직경 등의 전안부 생체 계측치를 비교하였다. AL-Scan[®]의 측정값들은 Pentacam[®]과 비교하여 각막 두께, 전방 깊이의 항목에서 유의한 차이를 보이고, 각막 굴절률, 각막 직경의 항목에서는 유의한 차이가 없었다. 이러한 측정 결과는 실측값이 아닌 소프트웨어에 의해 재구성된 값이므로 어떤 검사가 더 정확하다고 말하기는 어려우나 두 기기 간 전안부 계측의 최초 비교로 의미가 있다고 생각한다. 또한 두 기기에서 측정된 모든 항목에서 유의하게 강한 양의 상관관계를 보여, AL-Scan[®]으로 전안부의 모양을 유추하는 데 임상적으로 유용할 수 있을 것으로 생각한다. 결론적으로, AL-Scan[®]은 한 번의 측정으로 안축장, 인공수정체 도수 계산 및 전안부 계측까지 이루어지기 때문에 임상에서 사용 시 편리하다. 하지만 Pentacam[®]과 비교했을 때 일부 전안부 계측 값에서 차이가 있는 항목이 있어, 전안부 측정 시에 다른 각막 측정계들과의 상호보완이 필요할 것으로 생각한다.

REFERENCES

- Kim DW, Yi KY, Choi DG, Shin YJ. Corneal thickness measured by dual Scheimpflug, anterior segment optical coherence tomography, and ultrasound pachymetry. J Korean Ophthalmol Soc 2012;53:1412-8.
- Rüfer F, Schröder A, Arvani MK, Erb C. Central and peripheral corneal pachymetry--standard evaluation with the Pentacam system. Klin Monbl Augenheilkd 2005;222:117-22.
- Lee DM, Ahn JM, Seo KY, et al. Comparison of corneal measurement values between two types of topography. J Korean Ophthalmol Soc 2012;53:1584-90.
- Shankar H, Taranath D, Santhirathelagan CT, Pesudovs K. Anterior segment biometry with the Pentacam: comprehensive assessment of repeatability of automated measurements. J Cataract Refract Surg 2008;34:103-13.
- Kawamori T, Nakayama N, Uozato H. Repeatability and reproducibility of corneal curvature measurements using the Pentacam and Keratron topography systems. J Refract Surg 2009;25:539-44.
- 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;34:1742-7.
- Li H, Leung CK, Wong L, et al. Comparative study of central corneal thickness measurement with slit-lamp optical coherence tomography and visante optical coherence tomography. Ophthalmology 2008;115:796-801.
- Savini G, Carbonelli M, Barboni P, Hoffer KJ. Repeatability of automatic measurements performed by a dual Scheimpflug analyzer in unoperated and post-refractive surgery eyes. J Cataract Refract Surg 2011;37:302-9.
- Savini G, Barboni P, Carbonelli M, Hoffer KJ. Repeatability of automatic measurements by a new Scheimpflug camera combined with Placido topography. J Cataract Refract Surg 2011;37:1809-16.
- Rosa N, Lanza M, Borrelli M, et al. Comparison of central corneal thickness measured with Orbscan and Pentacam. J Refract Surg 2007;23:895-9.
- Kim SI, Kang SJ, Oh TH, et al. Accuracy of ocular biometry and postoperative refraction in cataract patients with AL-Scan[®]. J Korean Ophthalmol Soc 2013;54:1688-93.
- 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.
- Shin YJ, Kim NH, Kim DH. Comparison of Pentacam with Orbscan. J Korean Ophthalmol Soc 2007;48:637-41.
- Park JY, Kim SY, Jung MS. Comparison of corneal thickness and anterior chamber depth measured with Orbscan, Pentacam, and ultrasound pachymetry. J Korean Ophthalmol Soc 2009;50:664-9.
- Ryu HW, Kim KR, Chung SK. Comparison of A-scan, Scheimpflug camera, and Orbscan for measurement of anterior chamber depth. J Korean Ophthalmol Soc 2006;47:1287-91.
- Kwak JY, Choi SH. Comparison of ocular biometry measured by ultrasound and two kinds of partial coherence interferometers. J Korean Ophthalmol Soc 2011;52:169-74.
- Park Y, Hwang HB, Chung SK. Comparison of anterior chamber depth obtained from applanation and optical principle devices. J Korean Ophthalmol Soc 2013;54:1219-26.
- Savini G, Carbonelli M, Sbriglia A, et al. Comparison of anterior segment measurements by 3 Scheimpflug tomographers and 1 Placido corneal topographer. J Cataract Refract Surg 2011;37:1679-85.
- Amano S, Honda N, Amano Y, et al. Comparison of central corneal thickness measurements by rotating Scheimpflug camera, ultrasonic pachymetry, and scanning-slit corneal topography. Ophthalmology 2006;113:937-41.
- O'Donnell C, Maldonado-Codina C. Agreement and repeatability of central thickness measurement in normal corneas using ultrasound pachymetry and the OCULUS Pentacam. Cornea 2005;24:920-4.
- Lackner B, Schmidinger G, Pieh S, et al. Repeatability and reproducibility of central corneal thickness measurement with Pentacam, Orbscan, and ultrasound. Optom Vis Sci 2005;82:892-9.
- Kawamori 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;35:127-33.
- Jain R, Dilraj G, Grewal SP. Repeatability of corneal parameters with Pentacam after laser in situ keratomileusis. Indian J Ophthalmol 2007;55:341-7.

= 국문초록 =

에이엘 스캔과 펜타캠을 이용한 전안부 계측값의 비교

목적: AL-Scan[®] (Nidek, GAMAGORI, Japan)과 Pentacam[®] (Oculus, Wetzlar, Germany)을 이용한 전안부 계측값을 비교함으로써 AL-Scan[®]의 임상적 유용성을 평가하고자 한다.

대상과 방법: 굴절교정수술을 목적으로 방문한 환자 73명(117안)을 대상으로 하여, AL-Scan[®]과 Pentacam[®]으로 각각 전방 깊이, 각막 직경, 중심부 각막 두께, 각막 굴절률을 측정하고 그 측정치를 비교하였다.

결과: AL-Scan[®]과 Pentacam[®]으로 전안부 계측을 시행한 결과, 전방 깊이($p<0.001$), 중심부 각막 두께($p<0.001$), 2.4 mm 구역 각막 굴절률($p=0.038$) 항목에서 유의한 차이를 보였고, 각막 직경($p=0.348$), 3.3 mm 구역 각막 굴절률($p=0.429$) 항목에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 그리고 모든 항목에서 통계적으로 강한 양의 선형 상관관계가 있었다($p<0.001$). Bland-Altman plot으로 나타낸 두 기기 간 일치도에서, 전방 깊이를 제외한 모든 항목에서 높은 일치도를 보였다.

결론: AL-Scan[®]은 한 번의 측정으로 안축장, 인공수정체 도수 계산 및 전안부 계측까지 이루어지기 때문에 임상에서 사용 시 편리하다. 하지만 Pentacam[®]과 비교했을 때 일부 전안부 계측 값의 차이가 있는 항목이 있어, 전안부 측정 시에 다른 각막 측정계들과 상호 보완이 필요할 것으로 생각한다.

〈대한안과학회지 2014;55(6):801-808〉
