동공 크기와 각막곡률 측정에 대한 IOL Master 700의 신뢰성 평가

Clinical Reliability of IOL Master 700 in Measurement of Pupil Diameter and Corneal Curvature

류희경 · 신선영

Hee Kyung Ryu, MD, Sun Young Shin, MD, PhD

가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원 안과 및 시과학교실

Department of Ophthalmology and Visual Science, Seoul St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

Purpose: To compare IOL Master 700 with autokeratometer and video pupillometer in measurement of pupil diameter and corneal curvature.

Methods: Pupil diameter were measured with IOL Master 700 and video pupillometer, horizontal keratometry and vertical keratometry were measured with IOL Master 700 and autokeratometer in 100 eyes of 50 children. Paired *t*-test and Pearson's correlation analysis were used to compare the differences among the devices. Agreement between measurement was analyzed using Bland Altman plot and intraclass correlation coefficient.

Results: Comparing IOL Master 700 and video pupillometer for pupil diameter, there was no significant difference ($p > 0.05$). There was also no significant difference between IOL Master 700 and autokeratometer in measurement of vertical keratometry ($p > 0.05$). However, regarding horizontal keratometry there was significant difference between IOL Master 700 and autokeratometer, horizontal keratometry measured with IOL Master 700 was steeper than with auto keratometer, +0.105 diopters (D) in right eye and +0.130 D in left eye ($p < 0.05$).

Conclusions: There was good agreement between IOL Master 700 and comparator instruments in regards to pupil diameter and corneal curvature. IOL Master 700 can be helpful in uncooperative children for measuring pupil diameter and corneal curvature at the same time.

J Korean Ophthalmol Soc 2021;62(8):1022-1028

Keywords: IOL Master 700, Keratometry, Pupillometry

기존의 IOL Master 500 (Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany)은 부분결합간섭계 원리에 기반하여 780 nm의 적외선 광

선을 이용한 것에 비해, 2015년에 개발된 IOL Master 700 (Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany)은 파장가변빛간섭촬영영계(swept source optical coherence tomography)의 원리에 기반해 1,050 nm대의 파장 영역을 이용하여 높은 투과성으로 매질 혼탁의 영향을 적게 받도록 하였으며 중심와의 위치 확인을 통해 시선 고정의 정확도를 높였다.¹

IOL Master 700은 검사 시 시선 고정이 필요하며 양안 측정에 최소 45초 가량 소요된다. 안정적으로 시선을 고정하는 능력은 생후 6개월에 중심와와 중추신경계의 성숙과 함께 발달되는 능력으로, 정상 소아에서 연령별 깜빡임, 안구 움직임 등 없이 한곳에 주시 가능한 평균 시간에 대해서

■ Received: 2021. 3. 25. ■ Revised: 2021. 5. 6.

■ Accepted: 2021. 7. 15.

■ Address reprint requests to **Sun Young Shin, MD, PhD**
Department of Ophthalmology and Visual Science, Seoul St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, #222 Banpo-daero, Seocho-gu, Seoul 06591, Korea
Tel: 82-2-2258-2847, Fax: 82-2-2258-2848
E-mail: eyeshin@catholic.ac.kr

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

© 2021 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.

는 4-6세에서는 3.7초, 7-9세에서는 5초 10-12세 군에서는 6초, 13-15세 군에서는 6.2초로 알려져 있다.² 따라서 소아 환자에서는 검사 시간 동안 시선고정 및 협조도가 검사 가능 여부에 큰 영향을 미친다. 한편 소아 환자에서 동공 크기와 각막곡률검사는 주로 난시 및 근시 진행 확인과 진행 억제제를 위한 아트로핀 점안치료 시 효과 확인 등에 이용되기 때문에 성인에서 백내장수술이나 굴절교정수술 시보다는 비교적 낮은 정밀도가 요구된다.³⁻⁵ 따라서 성인과 다른 소아 환자의 특수성을 고려하여 상황별로 적절한 검사 기기의 선택이 필요하며, 이를 위해 소아 환자에서 IOL Master 700으로 검사한 각막곡률과 동공 크기 검사값을 다른 기기와 비교하는 연구를 수행할 필요가 있다.

소아 환자에서 기존의 IOL Master 500으로 측정된 각막곡률과 동공 크기를 다른 기기와 비교하여 신뢰도를 평가한 연구가 있었으나,⁶ 시선 고정의 정확도를 높인 IOL Master 700에서 각막곡률과 동공 크기 검사치를 검사 시간이 상대적으로 짧은 다른 기기와 비교한 연구는 없었다. Shu et al⁷이 소아 환자에서 안축장, 전방깊이, 평균 각막곡률, 각막 지름 측정치를 검사 시간이 비슷한 OA-2000 (Tomey, Nagoya, Japan)와 비교한 연구가 있었으나, 동공 크기 검사치에 대한 연구는 없었으며 각막곡률검사치에 대해서도 검사 시간이 짧아 상호 보완하여 사용할 수 있는 다른 기기와 비교 연구가 추가로 필요하다. 따라서 본 연구는 소아군에서 IOL Master 700으로 측정된 동공 크기와 각막곡률을, 상대적으로 검사 시간이 짧은 비디오 동공 크기 측정기와 자동 각막곡률측정기로 측정한 값과 비교하여 그 신뢰성을 평가하고자 하였다.

대상과 방법

본 연구는 2019년 10월부터 2020년 1월까지 서울성모병원 안과에 근시의 진행 억제를 목적으로 아트로핀치료를 위해 내원한 4세 이상 소아 50명, 100안을 대상으로 하였다. 연구에 필요한 표본 크기 계산은 G Power 3.1.9.7 소프트웨어를 이용하였으며, 상관분석에 필요한 효과 크기 0.50, 유의수준 0.05, 검정력 0.95로 계산하여 표본을 산출한 결과 57명의 연구 참가자가 요구되었다. 또한 McAlinden et al⁸에 따르면 안과 영역에서 일치도 연구에 최소 100개의 표본을 추천하여 이를 참고하였다. 연구 대상 환자 중 협조 저하 등의 이유로 검사에 실패하거나 누락된 환자는 없었다. 근시 및 난시를 제외하고 백내장 및 각막질환, 약시 및 사시 등의 기타 안과적인 병력이 있는 경우는 없었다.

각막곡률은 IOL Master 700과 자동각막곡률검사로 동일한 날에 측정하였다. 동공 크기는 IOL Master 700과 비

디오 동공 크기 측정기로, 동일한 날에 동일한 장소에서 방안의 조명을 모두 끈 어두운 상태에서 차례로 측정하였다. 기계의 검사는 충분히 숙련된 검사자가 시행하였다. 이후 이 검사를 모두 시행한 환자들을 대상으로 후향적 의무기록분석을 통해 연구를 수행하였고, 각 기기의 검사 방법은 다음과 같다.

IOL Master 700 (Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany)은 대상자의 이마와 턱을 검사대에 고정시키고 대상자는 중앙의 주시광선을 보게 하여 광원이 동공 중심에 오게 하여 측정한다. IOL Master 700 내부의 발광다이오드(light emitting diode, LED) 광선을 내보내는 텔레센트릭(telecentric) 각막곡률검사를 이용하여, 검사치가 거리의 영향을 받지 않도록 조정한다. 1.5, 2.5, 3.5 mm의 반지름을 가진 3개의 육각형 모양의 18개 점의 위치에 대한 비교 분석을 통해서 평균 각막곡률을 계산하게 된다.^{1,9} 동공 크기 측정은 적외선 LED 카메라가 이미지를 찍으면, 내부 카메라가 홍채의 경계선을 분석해 각막 크기와 동공 크기를 측정하는 방식을 이용한다.

자동각막곡률검사기(Auto Ref-Keratometer RK-F2; Canon, Inc., Tokyo, Japan)는 적외선과 2차원 전하결합소자장치(charge-couple device) 카메라를 이용한 검사기이다. 대상자의 이마와 턱을 검사대에 고정하고 대상자는 화면의 집 모양 그림을 보도록 한다. 적외선을 대상자의 안저로 비추면, 안저에서 반사된 빛이 환자의 각막에 위치하게 된다. 눈이 정시(emmetropia)일 경우 빛은 평행하며, 눈이 근시(myopia)인 경우 빛은 모이고, 눈이 원시(hyperopia)인 경우 빛은 퍼지게 된다. 그 다음 빛은 조리개를 지나 고리모양으로 2차원 전하결합소자장치 카메라로 측정된다. 빛은 200개의 점으로 인식되어 굴절력, 난시량, 난시각도가 측정된다.¹⁰

비디오 동공 크기 측정기(VIPTM-300, NeurOptics, Inc., Irvine, CA, USA)는 적외선 카메라와 LED를 이용한 휴대용 단안 동공 크기 측정기이다. 검사자가 컵 모양의 지지대를 측정하는 눈 주변 안와골에 밀착하여 어둡게 한 상태에서, 우안은 'OD', 좌안은 'OS' 버튼을 모니터의 원이 동공 연에 일치할 때까지 약 2초간 눌렀다가 떼는다. 비디오 동공 크기 측정기가 자동 초점 디지털 카메라를 이용해 초당 30회의 이미지를 측정해 평균 동공 크기를 모니터에 알려주며, 정확도 0.1 mm 이내의 표준편차로 측정되게 된다.

본 연구는 헬싱키선언(Declaration of Helsinki)을 준수하였으며, 서울성모병원 임상연구심사위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인하에 시행되었다(IRB 승인 번호: KC21RASI0418). 모든 통계적 분석은 SPSS for windows 22.0 버전(IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하여 시행하였고 통계적인 유의 수준은 0.05로 하였다. 기기 간의

측정치 비교는 paired *t*-test를 시행하여 결과값 간의 유의한 차이가 있는지 확인하였다. 각 방법 간의 일치도는 Bland-Altman plot과 급내상관계수를 이용하여 분석하였고, 피어슨 상관관계 분석을 이용하여 각 방법 간의 상관계수를 구하였다.

결 과

대상자 50명은 여아 24명, 남아 26명으로 평균연령은 8.5 ± 1.5 세(4-13세)였다. 동공 크기를 IOL Master 700과 비디오 동공 크기 측정기로 측정한 값은 각각 우안 6.84 ± 0.13 mm, 6.94 ± 0.09 mm, 좌안 6.96 ± 0.10 mm, 6.95 ± 0.84 mm였다(Table 1). 두 군 간의 각 측정치의 차이는 유의하지 않았다($p > 0.05$) (Table 2). 피어슨 상관관계 분석을 이용하여 분

석한 상관계수는 IOL Master 700과 비디오 동공 크기 측정기 측정치 사이의 상관관계는 우안 0.725, 좌안 0.684로 양의 상관관계를 보였으며 결정계수(R^2)는 우안 0.526, 좌안 0.468를 보였다(Table 2). 기기 간 측정치의 일치도를 보기 위해 Bland-Altman plot을 시행하였고, IOL Master 700과 비디오 동공 크기 측정기 간의 95% 일치도 범위는 우안 0.38 mm (-0.29 to 0.09), 좌안 0.30 mm (-0.15 to 0.15)로 양안이 비슷하게 좁은 일치도 범위를 보였다(Fig. 1). 급내상관계수를 이용해 두 기기 측정값의 일치도를 분석한 결과 우안에서 0.793, 좌안에서 0.809로 우수한 일치도를 보였다($p < 0.05$) (Table 3).

수평 각막곡률을 IOL Master 700과 자동각막곡률검사로 측정한 값은 각각 우안 43.17 ± 1.30 , 43.06 ± 1.31 , 좌안 44.51 ± 1.22 , 44.34 ± 1.31 였다(Table 4). 두 기기로 측정값의 차이는 우안 0.11 ± 0.23 , 좌안 0.13 ± 0.26 으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$) (Table 5). 수평 각막곡률에서 IOL Master 700과 자동각막곡률검사 측정치의 상관관계는 우안 0.984, 좌안 0.979로 양의 상관관계를 보였으며 결정계수(R^2)는 우안 0.968, 좌안 0.958을 보였다(Table 5). 측정기기 사이 일치도를 보기 위한 Bland-Altman plot에서 IOL Master 700과 자동각막곡률검사 간의 95% 일치도 범위는 우안 0.21 (0.04-0.17), 좌안 0.26 (0.06-0.20)으로 양

Table 1. Comparison of pupil diameter among devices

	Value	
	Right (mm)	Left (mm)
IOL Master	6.84 ± 0.13 (3.60-8.50)	6.96 ± 0.10 (5.50-8.50)
Pupillometry	6.94 ± 0.09 (5.52-8.30)	6.95 ± 0.84 (5.90-8.50)

Values are presented as mean $\pm$ standard deviation (range).

Table 2. Mean difference, 95% LoA, and Pearson's correlation analysis of pupil diameter

	Mean difference $\pm$ standard deviation	<i>p</i> -value*	95% LoA	Pearson's coefficient	R^2	<i>p</i> -value†
IOL Master 700- Video pupillometer						
Right	-0.99 ± 0.66	0.292	0.38 (-0.29 to 0.09)	0.725	0.526	<0.001
Left	0.003 ± 0.52	0.959	0.30 (-0.15 to 0.15)	0.684	0.468	<0.001

LoA = limit of agreement.

**p*-value is obtained from paired *t*-test; †*p*-value is obtained from Pearson's correlation analysis.

Figure 1. Bland and Altman plots comparing the level of agreement between the 2 instruments for pupil diameter (mm). The mean difference is represented by the solid line and the 95% limit of agreement are represented by the dotted lines. SD = standard deviation; OD = right eye; OS = left eye.

안이 비슷하게 좁은 일치도 범위를 보였다(Fig. 2). 급내상 관계수를 이용해 두 기기 측정값의 일치도를 분석한 결과 우안에서 0.990, 좌안에서 0.987로 우수한 일치도를 보였다($p < 0.05$) (Table 3).

Table 3. ICC of IOL Mater 700 compared with autokeratometer and video pupillometer

	ICC	95% CI	<i>p</i> -value*
IOL Master 700-Video pupillometer			
Pupil diameter			
Right	0.793	0.637-0.882	<0.001
Left	0.809	0.663-0.892	<0.001
IOL Master 700-autokeratometer			
Horizontal K			
Right	0.990	0.976-0.995	<0.001
Left	0.987	0.970-0.994	<0.001
Vertical K			
Right	0.908	0.837-0.948	<0.001
Left	0.967	0.942-0.981	<0.001

ICC = intraclass correlation coefficient; CI = confidence interval;

K = keratometry reading.

**p*-value is obtained from paired *t*-test.

수직 각막곡률을 IOL Master 700과 자동각막곡률검사로 측정한 값은 각각 우안 43.17 ± 1.27 , 43.04 ± 1.27 , 좌안 44.44 ± 1.26 , 44.43 ± 1.29 였다(Table 4). 두 군 간의 각 측정치의 차이는 유의하지 않았다($p > 0.05$) (Table 5). 수직 각막곡률에서 IOL Master 700과 자동각막곡률검사 측정치의 상관관계는 우안 0.836, 좌안 0.935로 양의 상관관계를 보였으며 결정계수(R^2)는 우안 0.699, 좌안 0.874를 보였다.

Table 4. Comparison of keratometry reading among devices

	Value	
	Right (diopters)	Left (diopters)
Horizontal K		
IOL Master	43.17 ± 1.30 (40.89-45.82)	44.51 ± 1.22 (41.18-45.71)
Auto refractor	43.06 ± 1.31 (40.75-45.50)	44.34 ± 1.31 (41.25-45.75)
Vertical K		
IOL Master	43.17 ± 1.27 (42.03-46.63)	44.44 ± 1.26 (46.67-41.79)
Auto refractor	43.04 ± 1.27 (41.75-46.75)	44.43 ± 1.29 (41.75-47.00)

Values are presented as mean $\pm$ standard deviation (range).

K = keratometry reading.

Table 5. Mean difference, 95% LoA, and Pearson's correlation analysis, R^2 of keratometry reading

IOL Master 700-Auto keratometer	Mean difference $\pm$ standard deviation (mm)	<i>p</i> -value*	95% LoA	Pearson's coefficient	R^2	<i>p</i> -value†
Horizontal K						
Right	0.11 ± 0.23	0.002	0.21 (0.04 to 0.17)	0.984	0.968	<0.001
Left	0.13 ± 0.26	0.001	0.26 (0.06 to 0.20)	0.979	0.958	<0.001
Vertical K						
Right	0.18 ± 0.73	0.096	0.41 (-0.03 to 0.38)	0.836	0.699	<0.001
Left	0.02 ± 0.46	0.774	0.26 (-0.11 to 0.15)	0.935	0.874	<0.001

LoA = limit of agreement; K = keratometry reading.

**p*-value is obtained from paired *t*-test; †*p*-value is obtained from Pearson's correlation analysis.

Figure 2. Bland and Altman plots comparing the level of agreement between the 2 instruments for horizontal keratometry (diopters, D). The mean difference is represented by the solid line and the 95% limit of agreement are represented by the dotted lines. SD = standard deviation; OD = right eye; OS = left eye.

Figure 3. Bland and Altman plots comparing the level of agreement between the 2 instruments for vertical keratometry (diopeters, D). The mean difference is represented by the solid line and the 95 % limit of agreement are represented by the dotted lines. SD = standard deviation; OD = right eye; OS = left eye.

IOL Master 700과 자동각막곡률검사기 간의 95% 일치도 범위는 우안 0.41 (-0.03 to 0.38), 좌안 0.26 (-0.11 to 0.15)으로 좌안이 우안보다 일치도 범위가 더 작았다(Fig. 3). 두 측정값의 상관관계는 우안 0.836, 좌안 0.935였다(Table 5). 급내상관계수를 이용해 두 기기 측정값의 일치도를 분석한 결과 우안에서 0.908, 좌안에서 0.967로 우수한 일치도를 보였다($p < 0.05$) (Table 3).

고 찰

본 연구에서는 IOL Master 700과 다른 기기 간의 계측치 비교를 통해 기기 간의 상호보완 가능성을 알아보고자 하였다. IOL Master 700은 각막곡률, 동공 크기, 안축장, 전방 깊이, 각막두께 등 여러 안구계측치를 한 번에 검사할 수 있어 널리 이용되고 있지만, 검사 소요 시간이 길어 상대적으로 시선 고정이 어려운 소아는 해당 기기 사용이 불가하거나 검사 결과의 정확도가 떨어질 가능성이 있다. 따라서 한 가지 계측치만 검사 가능하더라도 검사 소요 시간이 짧은 다른 기기와 계측치를 비교하여 계측치의 신뢰성을 평가함과 동시에, 기기 간 보완하여 이용이 가능한지 여부를 살펴보았다.

연구 결과 동공 크기 측정에서 IOL Master 700과 비디오 동공 크기 측정기가, 수평 각막곡률과 수직 각막곡률 측정에서 IOL Master 700과 자동각막곡률측정기가 모두 비교적 높은 결정계수 및 높은 일치도를 보여 각 기기를 상황에 맞추어 서로 동등하게 상호 보완하여 사용 가능한 것으로 해석되었다. 다만 동공 크기 측정에서 각막곡률보다 상대적으로 낮은 결정계수와 일치도가 나타난 것은, 동공 크기는 빛의 양에 민감하기 때문으로 보인다. IOL Master 700으로 검사 시 시선 고정을 위하여 노란색의 빛이 나오고 비

디오 동공 크기 측정기는 시선고정을 위한 빛이 없는 상태로 측정되지만, IOL Master 700은 측정 과정에서 시선고정을 위한 노란색 빛이 나오며 조절이 불가능하다. 따라서 이 빛이 동공 크기에 미세하지만 일정하지 않은 크기의 영향을 미쳤을 가능성을 배제할 수 없다.

그리고 대상자 중 만 7세 소아 1명은 우안의 동공 크기 측정에서 IOL Master 700으로는 3.6 mm, 비디오 동공 크기 측정기로는 6.6 mm로 측정되었다. 이는 측정 시 IOL Master 700에 찍힌 동공 사진을 바탕으로 환자의 눈 깜빡임으로 인하여 동공 크기가 부정확하게 찍힌 것이 원인임을 확인하였다. 소아 환자에서는 이처럼 협조저하로 인해 검사 측정치가 부정확할 수 있으므로, IOL Master 700과 비디오 동공 크기 측정기의 측정치 일치도가 높다고 하더라도 검사 시 눈 깜빡임, 움직임 여부 등을 동공 사진으로 확인하여 검사 시 적합하게 동공연이 포함되었는지 주의해야 할 것으로 보인다.

또한 수평 각막곡률의 측정에서 IOL Master 700과 자동각막곡률측정기의 측정값 사이에 유의한 차이가 있었지만 0.5 diopters 이내로, 소아에서 임상적으로 난시 진행을 판단하고 안경과 렌즈 처방 등에 검사값을 이용하는 데 임상적으로 문제가 없을 것으로 보였다. 이는 IOL Master 700과 자동각막곡률측정기로 검사할 때 수직 방향인 턱과 이마를 고정시키는 방식이 수직 각막곡률보다 수평 각막곡률 측정에 있어서 유의한 차이를 나타내는 데 영향을 주었을 것으로 생각된다. 정확한 각막곡률 측정값이 필요로 할 시에는 이를 고려하여 반복 검사 및 여러 기기 검사값들과의 추가 비교 등을 통하여 검사값 해석에 주의해야 할 것으로 보인다.

동공 크기와 각막곡률검사값의 결정계수 및 일치도에 있어서 두드러지는 양안의 차이는 나타나지 않았다. 각막곡

를 측정기들을 비교한 다른 연구들에서는 양안의 각막곡률 측정값 차이에 대해서, 좌안에서의 일치도가 우안에 비하여 떨어졌으나 통계적으로 유의하지 않았다는 결과가 있으며 이는 기기 자체의 회선으로 인한 오차나 환자의 머리 위치 변화에 의한 오차로 판단된다고 하였다.^{11,12}

그동안 소아 환자에서 IOL Master 700과 다른 동공 크기 측정기의 검사값을 비교한 연구는 없었지만 성인 환자에는 여러 연구들이 있었다. IOL Master 700과 Lenstar LS900 (Haag-Streit, Bern, Switzerland) 및 OA-2000 (Tomey)를 비교한 연구들에서는 두 연구 모두에서 동공 크기 측정에 있어서 그 차이가 유의미하다고 하였으며, 동공 이미지 촬영을 위한 광원의 차이나 홍채의 경계선을 인지하는 알고리즘의 차이로 인한 것으로 보인다고 하였다.^{13,14} 따라서 이번 연구에서는 두 측정기의 동공 크기 측정값 사이의 일치도가 높게 나왔지만 앞으로 다양한 다른 동공 크기 측정기와 비교가 이루어져야 할 것으로 보인다.

소아에서 IOL Master 700의 각막곡률검사치의 신뢰도에 대한 연구로 Yu et al⁶은 IOL Master 700과 AL-Scan (Nidek Co., Ltd., Tokyo, Japan) 측정치 차이가 유의하나 95% 일치도 범위가 좁아 두 측정치가 거의 일치한다고 하였다. Shu et al⁷의 연구에서도 IOL Master 700과 OA-2000 (Tomey)에서 각막곡률검사치 사이에 일치도 범위가 좁으며 높은 일치도를 갖는다고 하였다. AL-Scan과 OA-2000 (Tomey)는 여러 안구계측검사가 가능하나 검사 소요 시간이 IOL Master 700과 비슷한 검사 기기들로, 이번 연구는 검사 소요 시간이 상대적으로 짧은 기기와의 비교를 통해 각막곡률검사값의 신뢰도를 평가하고 기기의 상호보완 가능성을 제시한 데에 의미가 있다.

본 연구에서는 단일 기관 연구 특성상 포함된 환자 수가 많지 않았으며, 비교한 기기의 수 또한 제한적이었다. 보다 많은 수의 환자들을 대상으로, 다양한 기기로 측정된 값을 비교한 연구가 시행된다면 소아군에서 IOL Master 700 기기의 신뢰성에 대한 보다 폭넓은 이해가 이루어질 수 있을 것이다.

성인 환자에서 백내장수술이나 굴절교정수술 등을 위한 동공 크기와 각막곡률검사는 높은 정밀도가 요구되지만, 소아에서 근시와 난시의 진행 확인 및 억제에 위한 치료 등에 이용되는 검사값은 일정 수준의 정확성 및 신뢰도를 보일 경우 임상에서 유용하게 사용할 수 있다. 그리고 소아 환자는 성인에 비하여 검사 시 협조 저하로 검사값의 정확성이 떨어질 가능성이 높다는 점을 고려해야 한다. IOL Master 700은 해당 검사치들을 1회의 검사로 얻을 수 있으나 소요 시간이 상대적으로 길고, 비디오 동공 크기 측정기

와 자동각막곡률검사는 하나의 검사치만을 얻을 수 있으나 소요 시간이 짧은 특성이 있어, 소아의 협조도와 진료 시 필요한 검사값에 따라 해당 기기들을 적절히 보완하여 사용해야 할 것이다.

REFERENCES

- 1) Srivannaboon S, Chirapapaisan C, Chonpimai P, Loket S. Clinical comparison of a new swept-source optical coherence tomography-based optical biometer and a time-domain optical coherence tomography-based optical biometer. *J Cataract Refract Surg* 2015; 41:2224-32.
- 2) Aring E, Grönlund MA, Hellström A, Ygge J. Visual fixation development in children. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2007; 245:1659-65.
- 3) Brown JT, Connelly M, Nickols C, Neville KA. Developmental changes of normal pupil size and reactivity in children. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 2015;52:147-51.
- 4) Hashemi H, Heydarian S, Khabazkhoob M, et al. Keratometry in children: comparison between auto-refractometer, rotating scheimpflug imaging, and biograph. *J Optom* 2019;12:99-110.
- 5) Tay SA, Farzavandi S, Tan D. Interventions to reduce myopia progression in children. *strabismus* 2017;25:23-32.
- 6) Yu X, Chen H, Savini G, et al. Precision of a new ocular biometer in children and comparison with IOL Master. *Sci Rep* 2018;8:1304.
- 7) Shu B, Bao F, Savini G, et al. Effect of orthokeratology on precision and agreement assessment of a new swept-source optical coherence tomography biometer. *Eye Vis (Lond)* 2020;7:13.
- 8) McAlinden C, Khadka J, Pesudovs K. Statistical methods for conducting agreement (comparison of clinical tests) and precision (repeatability or reproducibility) studies in optometry and ophthalmology. *Ophthalmic Physiol Opt* 2011;31:330-8.
- 9) Omoto MK, Torii H, Masui S, et al. Ocular biometry and refractive outcomes using two swept-source optical coherence tomography-based biometers with segmental or equivalent refractive indices. *Sci Rep* 2019;9:6557.
- 10) Lebow KA, Campbell CE. A comparison of a traditional and wave-front autorefractometer. *Optom Vis Sci* 2014;91:1191-8.
- 11) Lee KM, Park SH, Shin SY. Comparison of keratometric values measured by the handheld autokeratometer, on-table autokeratometer and manual keratometer. *J Korean Ophthalmol Soc* 2010; 51:328-32.
- 12) Cordonnier M, De Maertelaer V. Comparison between two handheld autorefractors: the Sure-Sight and the Retinomax. *Strabismus* 2004;12:261-74.
- 13) Liao X, Peng Y, Liu B, et al. Agreement of ocular biometric measurements in young healthy eyes between IOL Master 700 and OA-2000. *Sci Rep* 2020;10:3134.
- 14) Arriola-Villalobos P, Almendral-Gómez J, Garzón N, et al. Agreement and clinical comparison between a new swept-source optical coherence tomography-based optical biometer and an optical low-coherence reflectometry biometer. *Eye (Lond)* 2017;31: 437-42.

= 국문초록 =

동공 크기와 각막곡률 측정에 대한 IOL Master 700의 신뢰성 평가

목적: IOL Master 700으로 측정한 동공 크기와 각막곡률을, 비디오 동공 크기 측정기와 자동각막곡률검사기로 측정한 값과 비교하여 유용성을 평가하고자 하였다.

대상과 방법: 소아 50명, 100안을 대상으로 IOL Master 700과 비디오 동공 크기 측정기로 동공 크기를 측정하고, IOL Master 700과 자동각막곡률검사기로 수평 각막곡률과 수직 각막곡률을 측정하였다. 측정 방법들의 비교는 paired *t*-test와 피어슨 상관관계 분석을 이용하였고, 측정 방법 간의 일치도는 Bland Altman plot와 급내상관계수를 통해 나타내었다.

결과: 동공 크기는 IOL Master 700과 비디오 동공 크기 측정기로 측정한 값이 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p>0.05$). 수직 각막곡률 또한 IOL Master 700과 자동각막곡률검사기로 측정한 값이 유의한 차이가 없었다($p>0.05$). 반면 수평 각막곡률은 IOL Master 700과 자동각막곡률검사기로 측정한 값이 유의한 차이가 있었으며, IOL Master 700으로 측정한 값이 평균 우안 0.105 diopters (D), 좌안 0.130 D만큼 더 컸다($p<0.05$).

결론: 협조도가 떨어지는 소아에서, IOL Master 700은 동공 크기와 각막곡률을 동시에 측정할 수 있는 신뢰할 수 있는 유용한 검사 기구가 될 수 있을 것으로 보인다.

〈대한안과학회지 2021;62(8):1022-1028〉

류희경 / Hee Kyung Ryu

가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원 안과 및 시과학교실
Department of Ophthalmology and Visual Science,
Seoul St. Mary's Hospital, College of Medicine,
The Catholic University of Korea