

## 난시성분의 측정 정확도에 관한 임상적 연구

유종숙\*, 성아영\*, 김덕훈\*\*

\*대불대학교 안경광학과

\*\*마산대학 안경광학과

(2005년 11월 25일 받음, 2006년 1월 9일 수정본 받음)

본 연구는 자각적 굴절검사 값과 비교분석하여 정확도와 신뢰성을 조사하기 위하여 자동굴절검사기기의 난시 구성요소들을 임상적으로 평가하였다.

난시 도수량의 평균은 자각굴절검사, 폐쇄형, 개방형 기기에서 각각  $-0.689 \pm 0.516D$ ,  $-0.691 \pm 0.530D$ ,  $-0.704 \pm 0.507D$ 로 측정되었으며, 자각검사와의 난시 도수량 차이는 폐쇄형, 개방형 기기 각각에서  $0.002 \pm 0.191D$ ( $p=0.191$ ),  $0.015 \pm 0.137D$ ( $p=0.137$ )이었으며, 난시 축은 두 기기 모두 약 85%이상  $\pm 20$ 도 이내의 차이를 보였다.

$J_0$ 성분의 평균은 자각식 검사법과 폐쇄형 및 개방형에서 각각  $-0.155 \pm 0.332D$ ,  $-0.004 \pm 0.178D$ ,  $-0.001 \pm 0.156D$ 로 계산되었다.  $J_{45}$  성분의 평균은 자각식 검사법과 폐쇄형 및 개방형에서 각각  $-0.023 \pm 0.227D$ ,  $-0.026 \pm 0.172D$ ,  $-0.014 \pm 0.182D$ 로 계산되었다. 두 자동굴절검사기기 모두 난시측정 시 참고할 만한 정확성을 나타내었다.

주제어: 난시성분, 난시도수, 난시축,  $J_0$ 성분,  $J_{45}$ 성분, 자동굴절검사기기

### I. 서론

난시는 눈의 광학적 시스템이 물점(Point Object)에 대한 상점(Point Image)의 형태가 정확히 형성되지 못하는 굴절상태로써 눈의 모든 방향의 굴절력이 일정치 않고 각 방향의 굴절력이 차이가 있는 상태를 말하며 평행광선이 하나의 점으로 결상되지 않고 두 점 또는 그 이상의 초점을 가지며 이를 초선이라 한다. 난시는 정도에 따라 시력장애뿐만 아니라 두통과 안정피로를 가져와 일상생활에까지 영향을 미친다. 사난시의 경우에는 머리기울임이 발생할 수도 있다. 시 생활에 영향을 주지 않는 경미한 난시라 할지라도 안정피로를 호소할 수 있으며 시력교정을 했다 하더라도 난시도수와 축을 정확히 측정하고 처방하지 않으면 불편한 증상은 개선되지 않는다. 이 때문에 난시의 정확한 측정과 처방은 중요하다.

난시를 측정하는 방법에는 자각적 굴절검사를 통한 난시도수와 축 측정, 자동굴절검사기기, 각막전면의 굴절력을 관찰하는 각막계(Keratometer), Kerato-scope, Photokeratography와 최근의 Computer-assisted Videokeratography 등이 있으나 대부분의 안경원에서는 자가 굴절검사와 자동굴절검사기기를 통한 난시도수와 축을 측정하고 있다.<sup>[1]</sup>

일반적으로 시력검사과정이나 연구 분야에서 자동굴절검사기기의 중요성은 잘 알려져 있는데,<sup>[2]</sup> 자동굴절검사기기는 전문성을 요하지 않으므로 널리 보급되어 사용되어 왔으며 최근 안과나 안경원에서 굴절이상을 신속하면서도 정확하게 측정하기 위해 자각 굴절 검사 전에 예비 검사로서 자동굴절검사기기를 이용한 타각적 검사를 선행하고 있는 추세이다.

이에 본 논문은 자동굴절검사기기의 난시성분 측정시

정확도와 신뢰도를 분석하여 임상에의 활용가치를 확인하고자 하였다.

적외선을 이용한 자동굴절검사기는 1937년 Collins에 의해 개발되어 1973년 임상적으로 처음 적용되었으며 오늘날 사용하고 있는 자동굴절검사기까지 종류만 해도 수천 개에 이른다.<sup>[3]</sup> 이 중 본 논문에서 다루는 폐쇄형 기기와 개방형 기기의 특징을 살펴보면, 적외선 광학장치인 폐쇄형은 굴절검사와 각막계 검사를 모두 할 수 있으며, 피검사자에게는 보이지 않는 적외선이 망막에 맺힌 후 반사되는 광선을 전기 광학적으로 검출하여 피드백 회로에 의해 눈의 굴절력을 자동적으로 측정한다. 눈에서의 색수차는 적외선을 이용할 때가 가시광선을 이용할 때보다 더 원시 쪽으로 치우치는 경향이 있으나 적외선과 가시광선과의 색수차 및 안저에서 반사면 위치에 관한 차이는 자각식 굴절검사 값을 기준으로 하여 기기에서 보정되도록 설계되어 있다. 피검사자가 기기 내부의 그림시표를 주시하면 자동운무가 되어 그림시표가 흐려지면서 피검사자의 조절을 배제시킨 후 검사가 진행되도록 되어 있어 폐쇄형 자동굴절검사기의 단점인 조절개입에 의한 오차를 줄이고 있다. 또한 인공 수정체 안을 검사하는 기능과 각막곡률검사기능도 설정할 수 있으며, 굴절검사와 동시에 측정할 수 있어 신속하게 필요한 검사를 할 수 있다. 실제 검사 시간은 0.05초 이내에 측정이 가능하다. 정점간 거리는 0mm, 12mm, 13.5mm로 조정 가능하고, 구면도수 값은 정점간 거리 12mm기준으로 -30.00D에서 +22.00D까지 0.12D나 0.25D 차이로 측정할 수 있으며, 난시량은 0.00D부터  $\pm 10.00D$ 까지 0.12D나 0.25D 차이로 측정할 수 있다. 난시 축은 1도에서 180도까지 1도 단위로 검사가 가능하며 동공간 거리는 최대 85mm까지 1mm 차이씩 측정할 수 있다. 기기의 굴절률도 1.336, 1.3375, 1.332 중 선택할 수 있다.<sup>[4]</sup>

개방형 기기는 새로운 적외선 개방형(open-view) 자동굴절검사기이다. 폐쇄형 굴절검사기와 비교해서 개방형 굴절검사기는 내부의 고정시표가 없고 6m의 원거리 시표를 사용하여 자연 시 상태에서 실제 시표를 주시하며 단안 차폐 검사가 아닌 양안 개방 검사이기 때문에 폐쇄형 굴절검사기가 갖는 근접성 조절의 오차문제를 해결할 수 있으며, 원거리검사는 물론 근거리 검사에도 유용하여 피검사자의 굴절이상유형이나 측정거리 제한을 두지 않고 안구 운동 반응을 평가할 수 있다.

이 기기는 세 가지 측정 모드가 있는데 자동굴절력과 각막난시 동시 측정, 각막난시만 측정, 자동굴절력만 측정할 수 있다. 단독 기능 측정에서는 마이어상이 가늘어질 때 초점이 맞추어 지고 이때 초점 감지 기능이 민감한 각막곡률(corneal curvature)의 측정이 가능해진다. 굴절이상은 두 단계로 측정되는데, 먼저 적외선 링이 망막을 비추면 초점을 맞추기 위해 렌즈가 자동화 트랙을 따라 빠르게 움직이고 컴퓨터로 분석되어 굴절력을 계산하게 된다. 3개의 아치모양의 적외선 링은 이전 모델보다 반경이 작는데 이는 2.3mm보다 큰 동공의 굴절력을 측정하기 위함이다.

구면굴절력은  $\pm 22.00D$ , 난시량은  $\pm 10.00D$ 까지, 측정도수 간격은 0.12D나 0.25D, 난시 축은 1도 간격으로 측정된다. 정점간 거리도 0mm, 10mm, 12mm, 13.5mm, 15mm로 조정할 수 있으며 각막의 곡률은 빛의 이미지를 분석해 계산되는데 60도씩 나누어진 세 개의 축을 통해 측정된다. 각막난시는 곡률반경 5.0mm~10.0mm 범위에서 0.01mm 간격으로 측정하고 굴절력은 33.75D~67.50D 범위에서 0.12D나 0.25D 간격으로, 각막 난시 축은 1도 간격으로 측정된다. 동공간 거리도 85mm까지 측정이 가능하며 기기와 피검사자 동공의 정확한 일치를 용이하게 하기 위해 컬러 LCD 모니터가 각막형상을 보여 준다.<sup>[5]</sup>

## II. 검사대상 및 방법

안질환이나 사시, 약시, 굴절이상 교정에 문제가 없는 20대 난시안(82안)을 대상으로 일주일 간격으로 총 3회에 걸쳐 3주간 자동굴절검사기를 통한 측정을 하였고, 각각의 굴절검사는 1회 실시하였다. 매 회 마다 9번씩 반복 측정하여 대표값을 취하였다.

자동굴절검사기의 측정시 매 회 마다 검사실 조건은 동일하게 유지하였으며, 개방형의 측정시 측정거리는 6m, 시표는 0.1 란돌트 고리시표를 사용하였다.

자각적 굴절검사는 검영기(Retinoscope, 타각적 굴절검사기)를 이용한 검영법을 시행해 대략의 굴절력과 난시 축을 검사한 후 포토퍼를 이용하여 6m거리에서 숫자시표를 사용하여 구면굴절력을 측정하고, 운무를 한 후 방사선시표를 사용하여 난시 축과 난시도수를 검사, 잭슨 크로스 실린더를 이용해 초기 최대 시력에 최대 플러스

도수가 되었을 때 난시도수와 난시 축을 정밀하게 검사한 후 시험테를 착용하고 검영기를 이용하여 최종 확인을 하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. Cylindrical Component

난시도수에서는 두 기기 모두 자각식 검사값보다 난시량이 많이 측정되었다(자각굴절검사:  $-0.689 \pm 0.516D$ , 폐쇄형:  $-0.691 \pm 0.530D$ , 개방형:  $-0.704 \pm 0.507D$ ).

난시도수의 평균 차이 값은 폐쇄형의 경우가  $0.002D$ , 개방형이  $0.015D$ 로 두 기기 모두 검사 시 최저 기본 단위인  $0.25D$  미만의 차이를 보였으므로 자각검사 값과 매우 유사했다. 상관관계분석 결과 폐쇄형(93.4%)과 개방형(96.4%) 모두 90% 이상의 높은 상관성을 나타냈으며, 또한 자각검사의 난시도수와 폐쇄형의 난시도수량( $p=0.191$ ), 자각검사의 난시도수와 개방형의 난시도수간( $p=0.137$ )에서 통계학적으로 의미 있는 차이가 없었다( $p>0.05$ ).

개방형의 경우 난시도수가 자각검사 값이나 폐쇄형 보다 높게 측정되어 유의도가 다른 검사 값보다 낮게 분석되었으나 통계적 유의구간 95% 이상으로 자각검사 결과와 의미 있는 차이가 없었다.

자각굴절검사의 난시도수와 폐쇄형 및 개방형의 난시도수를 통계적으로 분석하여 Table 1에 나타내었다.

#### 2. Cylindrical Axis 차이 값 분석

자각검사의 경우 5도 단위로 측정값을 정한 반면 두 기기는 1도 단위로 측정되었기 때문에 평균을 이용한 통계적 방법으로만 분석하기에는 한계가 있으므로 본 연구는 난시축의 비교 분석 방법으로 평균을 이용한 유의도 검사와 난시축의 차이 값 별 빈도수와 빈도율을 비교해 분석하였다. 타보각을 채택하여 난시 축을 측정할 때 난시축의 차이 값이 90도를 넘으면 타보각 기준 180도에서 차이 값을 뺀 보정 값을 난시축 차이 값으로 하여 측정분의 오차범위를 줄였다. 자각적 굴절검사 값의 난시축 평균과 표준편차는  $116.83 \pm 68.20$ 도이고, 폐쇄형은  $108.01 \pm 66.20$ 도, 개방형의 경우는  $109.96 \pm 63.65$ 도로써 평균 차이 값이 두 기기 모두 10도 미만이었다. 유의도 수준은 폐쇄형( $p=0.246$ )보다 개방형( $p=0.302$ ) 측정값이 높게 나타났으나 두 기기 모두 유의수준 95% 이상으로 자각검사 값과 유의한 차이가 없었다. 표 2에서는 난시도수에 따른 난시축의 차이를 자각굴절검사 값과 비교하였고, 표 3에서는 난시축의 차이가 일정 범위 내에 있는 빈도를 누적 백분율로 나타내었다.  $\pm 5$ 도 범위내의 차이는 폐쇄형이 34%, 개방형의 경우가 37%이었고  $\pm 10$ 도 이내에는 폐쇄형이 72%, 개방형이 66%,  $\pm 15$ 도 범위내에는 폐쇄형이 82%, 개방형의 경우가 83%이었으며  $\pm 20$ 도 범위 내에는 폐쇄형이 85%, 개방형의 경우 89%로 나타났다.

폐쇄형이 91%, 개방형 93%가  $\pm 30$ 도 이내의 차이를

Table 1. Correlative Analysis and Difference of Cylindrical Components (n=82)

	Mean	SD	Sig	CC	DM	DSD
SR Cyl C	-0.689	0.516	0.923	0.934	0.002	0.191
Closed Cyl C	-0.691	0.530				
SR Cyl C	-0.689	0.516	0.318	0.964	0.015	0.137
Open Cyl C	-0.704	0.507				

\*SR : Subjective Refraction

\*Cyl C : Cylindrical Component

\*SD : Standard Deviation

\*Sig : Significant Level

\*CC : Correlation Coefficient

\*DM : Difference of Mean between Subjective Refraction and Autorefractor (Auto-sub)

\*DSD : Difference of Standard Deviation between Subjective Refraction and Autorefractor (Auto-sub)

보였으며  $\pm 30^\circ$  이상의 차이를 보인 경우가 폐쇄형이 9%, 개방형 7%로 개방형가 폐쇄형보다 난시 축 측정에서 신뢰도가 높았다. 그러나 난시축의 차이에서 두 기기 모두 85% 이상이  $\pm 20^\circ$  이내에 측정되었으며 Table 2, 3에 나타내었다.

3.  $J_0$ 성분과  $J_{45}$ 성분

대부분의 기존 연구에서는 구면굴절력, 난시도수, 축

에 대해 비교분석하는 임상적 방법들을 사용하였지만 이는 검사방법이나 기기마다 측정되는 축이 다르기 때문에 난시도수 량을 비교하더라도 동일축의 난시도수 량의 비교가 아니므로 정확한 양적 분석이 어렵다. 따라서 1997년 Thibos에 의해 권고된 Fourier 해석에 의해 벡터를 설명하는 Jackson cross-cylinder의 0도 축 굴절력( $J_0$ )와 Jackson cross-cylinder의 45도 축 굴절력( $J_{45}$ )으로 분석하는 방법이 최근 들어 많은 연구자에 의해 사용되고 있으며, 특히 이 방법은 다른 기기나 다른 측정방법으로

Table 2. Difference of Axis between Subjective Refraction and Closed, Open view  
unit : frequency(eyes) (n=82)

	within $\pm 5^\circ$		within $\pm 10^\circ$		within $\pm 15^\circ$		within $\pm 20^\circ$		within $\pm 30^\circ$		more than $\pm 30^\circ$	
	CV	OV	CV	OV	CV	OV	CV	OV	CV	OV	CV	OV
-0.25	7	6	9	6		3	2	3	3	2	4	5
-0.50	8	11	10	7	1	3	1	2	1		2	
-0.75	7	7	4	5	2	2			1		1	1
-1.00	2	2	6	4	1	3						
-1.25	1			1								
-1.50	1	1			2	1				1		
-1.75					1	1						
-2.00		1	2	1								
-2.25	1	1			1	1						
-2.50	1	1										
Total	28	30	31	24	8	14	3	5	5	3	7	6

\*CV : Closed view

\*OV : Open view

Table 3. Cumulative Percent in Difference of Axis between Subjective Refraction and Closed and Open view  
unit : frequency(eyes,%) (n=82)

	Closed	Cumulative Percent	Open	Cumulative Percent
within $\pm 5^\circ$	28	34%	30	37%
within $\pm 10^\circ$	59	72%	54	66%
within $\pm 15^\circ$	67	82%	68	83%
within $\pm 20^\circ$	70	85%	73	89%
within $\pm 30^\circ$	75	91%	76	93%
more than $\pm 30^\circ$	7	9%	6	7%
Total	82	100%	82	100%

검사한 결과를 비교분석하는 데에 유용하다.<sup>[6,7]</sup>

\*Jackson cross-cylinder at axis 0° with power J<sub>0</sub>

$$J_0 = -(\text{cylinder}/2) \times \cos(2 \times \text{axis})$$

\*Jackson cross-cylinder at axis 45° with power J<sub>45</sub>

$$J_{45} = -(\text{cylinder}/2) \times \sin(2 \times \text{axis})$$

J<sub>0</sub>와 J<sub>45</sub> 성분을 분석한 결과 J<sub>0</sub> 성분은 두 기기 모두 자각검사 값과 의미 있는 차이가 있었으며(p<0.05) J<sub>45</sub> 성분은 폐쇄형에서 p=0.172, 개방형에서 p=0.242로 의미 있

는 차이가 없었으며, J<sub>0</sub> 성분과 J<sub>45</sub> 성분을 통계적으로 비교분석하여 Table 4, 5에 나타내었다.

난시를 교정할 때 난시 축을 정확하게 교정하지 않으면 새로운 난시가 발생된다.<sup>[8,9]</sup> Linksz는 교정되어야 할 난시 축과 잘못 교정된 난시축의 차이가 클수록 그 결과로 새롭게 발생된 난시의 정도는 점차 커진다고 하였으며 이는 시력감소에 영향을 준다. 난시교정도수가 높을수록 축의 오차가 시력감소에 미치는 영향이 커진다.

난시정도가 약한 단성난시인 경우에는 한 초선이 망막에 위치하기 때문에 정상시력을 나타내는 경우도 있고, 혼합난시는 최소착란원이 망막 면에 위치하는 경우가 많

Table 4. Correlative Analysis and Difference of J<sub>0</sub> Components between Subjective Refraction and Closed and Open view (n=82)

	Mean	SD	Sig	CC	DM	DSD
SR Cyl C	0.155	0.332	0.000	0.003	-0.151	0.378
Closed Cyl C	0.004	0.178				
SR Cyl C	0.155	0.332	0.000	0.003	-0.156	0.367
Open Cyl C	-0.001	0.156				

\*SR : Subjective Refraction

\*Cyl C : Cylindrical Component

\*SD : Standard Deviation

\*Sig : Significant Level

\*CC : Correlation Coefficient

\*DM : Difference of Mean between Subjective Refraction and Autorefractor (Auto-sub)

\*DSD : Difference of Standard Deviation between Subjective Refraction and Autorefractor (Auto-sub)

Table 5. Correlative Analysis and Difference of J<sub>45</sub> Components between Subjective Refraction and Closed and Open view (n=82)

	Mean	SD	Sig	CC	DM	DSD
SR Cyl C	-0.023	0.227	0.178	0.058	0.044	0.293
Closed Cyl C	0.026	0.172				
SR Cyl C	-0.023	0.227	0.211	0.167	0.037	0.266
Open Cyl C	0.014	0.182				

\*SR : Subjective Refraction

\*Cyl C : Cylindrical Component

\*SD : Standard Deviation

\*Sig : Significant Level

\*CC : Correlation Coefficient

\*DM : Difference of Mean between Subjective Refraction and Autorefractor (Auto-sub)

\*DSD : Difference of Standard Deviation between Subjective Refraction and Autorefractor (Auto-sub)

기 때문에 시력이 저하되는 경우가 비교적 적다. 약도 난시인 경우에 시력에는 큰 지장을 초래하지 않지만 두통, 안정피로 등이 흔히 나타날 수 있는데, 이 경우에는 약한 도수의 난시라도 꼭 처방을 하여야 증상에서 벗어날 수 있다.

따라서 난시성 굴절 이상안의 굴절검사를 실시할 때 난시도수와 난시 축을 정확히 검사하는 것이 중요하다. 정확한 교정을 위해서는 정확한 검사가 선행되어야 하기 때문이다.

본 논문에서 사용된 기기들은 난시성분측정에서 J<sub>0</sub>성분을 제외한 모든 성분에서 자각검사 값과의 의미있는 차이가 없었으므로 정확성이 높아 난시안의 처방 시 자각굴절 검사의 기초 자료로 활용가치가 있다고 판단된다.

#### IV. 결 론

난시안 82안을 대상으로 3주간 진행한 검사결과 두 가지 자동굴절검사기기의 난시성분측정에 대해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 자각검사의 난시도수와 폐쇄형의 난시도수량 (p=0.923), 자각검사의 난시도수와 개방형의 난시도수 간(p=0.318)에서 통계학적으로 의미 있는 차이가 없었다.(p>0.05).
2. 난시 축 ±5도 범위내의 차이는 폐쇄형이 34%, 개방형이 37%이었고 ±10도 이내에는 폐쇄형이 72%, 개방형이 66%, ±15도 범위 내에는 폐쇄형이 82%, 개방형이 83% 이었으며 ±20도 범위 내에는 폐쇄형이 85%, 개방형이 89%로 나타났다. 두 기기 모두 85% 이상이 ±20도의 오차범위 이내에 측정되었다.
3. J<sub>0</sub>성분은 두 기기 모두 자각검사 값과의 차이가 있었고(p<0.05) J<sub>45</sub>성분은 폐쇄형(p=0.172), 개방형 (p=0.242)으로 두 기기 모두 자각검사 값과 유사했다.(p>0.05).

#### 참고문헌

[1] Theodore Grosvenor, "Primary Care Optometry", 4th Ed., BH, p.21(2000).

[2] McBrien N. A. and Millodot M., "Clinical evaluation of the Canon Autorefractor R-1", Am. J. Optom. Physiol. Opt., 62:786-792(1985).

[3] Charman W. N., "Apioneering instrument, the Collins electronic refractometer", Ophthalmic Optician, 16:345(1976).

[4] "Full Auto Ref-Keratometer RK-F1 Operation Manual", p.88(1995).

[5] Davies L. N., Mallen E. A., et al., "Clinical Evaluation of the Shin-Nippon NVision-K5001/Grand Seiko WR-5100 Auto-refractor", Am. Academy of Optometry, 80:320-324 (2005).

[6] Mallen E. A., Wolffsohn J. S., Gilmartin B., and Tsujimura S., "Clinical evaluation of the Shin-Nippon SRW-5000 autorefractor in adults", Ophthalmic Physiol. Opt., 21(2):101-107(2001).

[7] Wood I. C., Papas E., Burghardt D., and Hardwick G., "A Clinical evaluation of the Nidek Autorefractor" Ophthalmic Physiol. Opt., 12:169-178(1984).

[8] Linksz A., "Determination of axis and amount of astigmatic error by rotation of trial cylinder", AMA. Arch. Ophthalmol., 28:632(1942).

[9] Reiner J., "The influence of the jaxial error of astigmatic spectacle lenses on visual acuity" Klin. Mbl. Augenh., 157:259(1970).

#### Acknowledgement

This research was supported by the program for the Training in Regional innovation which was conducted by the Ministry of Commerce Industry and Energy of the Korean Government.

## Clinical Study on Measurement Accuracy of Astigmatic Components

Jong-Sook Yoo\*, A-Young Sung\*, and Douk-Hoon Kim\*\*

\*Department of Ophthalmic Optics Daebul University

\*\*Department of Ophthalmic Optics Masan College

(Received November 25, 2005 : Revised manuscript received January 9, 2006)

Clinical evaluation by Astigmatic Components of autorefractors was performed to examine validity and accuracy compared with subjective refraction.

The mean cylindrical powers of Astigmatic Components of Subjective Refraction, Closed-view and Open-view were found to be  $-0.689 \pm 0.516D$ ,  $-0.691 \pm 0.530D$ ,  $-0.470 \pm 0.507D$ , respectively. The Difference of cylindrical Components between Subjective Refraction and Closed, Open-view were found to be  $0.002 \pm 0.191D$ ,  $0.015 \pm 0.137D$ , respectively. Approximately 85% of Closed-view and Open-view autorefractor measurements were within  $\pm 20^\circ$  range of the difference of cylindrical axis with subjective refraction.

The mean  $J_0$  Components of Astigmatic Components of subjective refraction, Closed-view and Open-view were found to be  $-0.155 \pm 0.332D$ ,  $-0.004 \pm 0.178D$ ,  $-0.001 \pm 0.156D$ , respectively.

The mean  $J_{45}$  Components of Astigmatic Components, Closed-view and Open-view were found to be  $-0.023 \pm 0.227D$ ,  $-0.026 \pm 0.172D$ ,  $-0.014 \pm 0.182D$ , respectively.

Both of the Closed-view and Open-view refractor showed available accuracy in measuring astigmatic components.

Key words: Astigmatic Components, Cylindrical Powers, Cylindrical Axis,  $J_0$  Component,  $J_{45}$  Component, Autorefractor