

측정방식에 따른 자동굴절검사의 정확도 비교

정연홍

국제대학교 안경광학과

Comparison of Accuracy for Autorefractometry according to Measuring methods

Youn Hong Jeong

Department of Optometry, Kookje University

요약 본 연구는 타각적 굴절검사에 의한 굴절이상도를 분석하여 현재 임상에서 사용되고 있는 개방형 자동굴절력계와 내부형 자동굴절력계의 성능을 평가하고자 하였다. 시력교정 및 안질환이 없는 만 18세 이상~20세 이하(평균 19.84±0.54세) 초기성인을 대상으로 포터틀 활용한 자각적 굴절검사와 개방형 자동굴절력계 그리고 내부형 자동굴절력계의 순서로 굴절 이상을 검사하였다. 자각적 굴절검사와 개방형 자동굴절검사의 Power vector 성분 SE, J₀, J₄₅의 상관관계는 r=0.92(p=0.00), r=0.14(p=0.43), r=0.12(p=0.47)이고 내부형 자동굴절검사는 r=0.98(p=0.00), r=0.21(p=0.22), r=0.08(p=0.65)으로 SE 성분은 통계적으로 매우 유의한 양적 상관성을 나타냈다. 그리고 SE, J₀, J₄₅ 성분에 대한 차이의 평균은 -0.13±0.53D(p=0.17), +0.33±0.68D(p=0.01), +0.13±0.68D(p=0.26)로 J₀ 성분만 통계적으로 유의한 차이를 보였고 내부형 자동굴절검사와의 SE, J₀, J₄₅ 차이값은 -0.30±0.42D(p=0.00), +0.30±0.71D(p=0.02), -0.02±0.63D(p=0.88)로 SE, J₀ 성분에서 유의한 차이가 있었다. 정확도계수와 신뢰구간은 자각적 굴절검사와 개방형 자동굴절검사에서 SE, J₀, J₄₅ 성분이 1.04(+0.91~-1.17D), 1.33(+1.66~-1.00D), 1.34(+1.46~-1.20D)이고 내부형 자동굴절검사와는 0.83(+0.52~-1.12D), 1.40(+1.69~-1.09D), 1.24(+1.21~-1.25D)로 분석되었다. 시력검사에 활용되는 개방형·내부형 자동굴절력계에 의한 측정결과는 자각적 굴절검사의 굴절이상도를 처방하는데 예비시력 검사기기로 가능하다.

Abstract In this study, the performance between subjective refraction and open-field/closed view autorefractometry was estimated. We measured the refractive error of early adults aged 18 to 20 years who did not have eye disease. The differences between measurements obtained by subjective refraction and open-field autorefractometry for SE, J₀, and J₄₅ were -0.13±0.53D (p=0.17), +0.33±0.68D (p=0.01), and +0.13±0.68D (p=0.26), respectively, with only J₀ differing significantly. The differences between the measurements of subjective refraction and closed-view autorefractometry for SE, J₀, and J₄₅ were -0.30±0.42D (p=0.00), +0.30±0.71D (p=0.02), and -0.02±0.63D (p=0.88), respectively, with only SE and J₀ differing significantly. The coefficient of accuracy for SE, J₀, and J₄₅ components of open-field and closed-view autorefractometry were 1.04, 1.33, and 1.34 and 0.83, 1.40, and 1.24, respectively. It is possible to predict the refractive error, which is necessary when deciding on subjective refraction, by measuring the objective refraction of open-field/closed view autorefractors.

Key Words : Refractive error, Subjective refraction, Objective refraction, Open-field autorefractor, Closed-view autorefractor

1. 서론

자동굴절력계(autorefractor)[1]는 굴절검사가 요구될

때 사용법이 간단하고 검사가 신속하다는 편리성과 용이성 그리고 각막의 직경측정[2] 등 눈의 정보를 얻을 수 있어 안과의원 및 안경원에서 널리 사용되고 있다[3]. 특

*Corresponding Author : Youn Hong Jeong(Kookje Univ.)

Tel: +82-31-612-9281 email: yhjeong@kookje.ac.kr

Received May 28, 2018

Accepted August 3, 2018

Revised (1st June 21, 2018, 2nd July 16, 2018)

Published August 31, 2018

히 검사시간이 짧고 반복측정이 가능하다는 장점으로 자각적 굴절검사에서 협조가 되지 않는 소아들을 대상으로 선별검사와 같이 집단적으로 검사할 때 주로 사용된다[4,5]. 자동굴절력계는 자각적 굴절검사에 의한 굴절이상도와 오차범위를 줄이기 위하여 여러 이론식과 광범위한 임상 정보가 적용되고 있다[6-9].

자동굴절력계는 주시시표가 내부에 위치한 내부형 자동굴절력계(Closed-view autorefractor, AR)과 외부 주시시표를 주시하는 개방형 자동굴절력계(Open-field autorefractor, AR)으로 구분된다. 내부형 자동굴절력계는 원거리 굴절이상 측정을 주된 기능으로 갖고 있으며 상대적으로 경제적이며 사용방법이 단순하여 시력검사에 널리 사용되고 있다. 반면에 다양한 기능을 갖고 있는 개방형 자동굴절력계는 굴절검사 이외에 조절개입을 방지하는 기능으로 원거리 굴절이상과 근거리 굴절이상 그리고 조절력을 측정할 수 있는 성능을 갖는 제품들이 상용화되고 있다. 일반적인 시력은 조도와 검사거리 등의 검사조건에 따라 결정되는데 타각적 굴절검사는 광학적 원리에 의해 눈의 굴절상태를 측정하는 이유로 자동굴절력계 역시 적외선을 이용한 타각적 굴절검사이므로 측정된 결과값으로 최종 안경처방에 사용할 수 없다[7]. 하지만 자각적 굴절검사를 실시하기 전에 먼저 자동굴절력계를 이용하여 안경처방의 예비정보를 얻고 있다[8,9].

기존 연구는 타각적 굴절검사의 필요성[10]이나 검사 방식이 비슷한 기기들의 측정값을 비교하여 자동굴절력계의 정보제시 그리고 새로운 자동굴절력계의 임상평가에 주된 내용을 보고[11-15]하였다. 그러나 측정하는 방식이 다른 자동굴절계의 검사값을 비교분석하는 연구는 미흡한 상황이다. 또한 다양한 기능을 갖고 있는 개방형 자동굴절력계로 굴절이상을 측정하는 검사실과 주된 기능에 충실한 내부형 자동굴절력계를 사용하는 검사실이 혼재되어 있어 두 방식에 대한 정확도 비교가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 대학생들을 대상으로 자각적 굴절검사와 측정방식이 다른 자동굴절력계에 의한 검사값을 비교·분석하여 상용화되는 자동굴절력계의 성능을 평가하고자 하였다

2. 대상 및 방법

2.1 대상

본 연구는 만 18세 이상 ~ 20세 이하(평균 18.94±0.54세)의 저학년 대학생 36인(남자 24인, 여자 12인)을 대상으로 굴절이상 정도를 비교하였다. 대상자에게 연구의 목적과 검사내용을 설명하고 참여에 동의한 피검사자만을 선정하였으며 교정시력이 정상적(약시, 저시력 제외)인 경우에 한하여 실시하였다. 검사의 신뢰도를 높이기 위해 콘택트렌즈 착용 및 외부요인(안질환, 시력교정술을 포함한 안과적 수술 등)에 의한 각막변형으로 굴절이상에 영향을 미치는 대상자는 제외하였다.

2.2 방법

자각적 굴절검사는 수동포토퍼(BR-7, Shin-nippon, Japan)와 LCD시력표(SC-1600, Nidek)를 이용하여 5 m 거리에서 검사하였다. 교정시력은 1.0 이상으로 하였으며 조절이완법과 최저도수를 선택하여 과교정을 배제하였고 난시량과 축은 크로스실린더를 이용하여 정밀검사하였다. 자동굴절검사는 내부형 자동굴절력계인 KR-800(Topcon, Japan)로 내부의 시표를 주시시키고 3회 반복 측정하여 평균값을 사용하였다. 굴절검사 과정에서 자연스럽게 순목현상이 이루어지도록 하였으며 측정오류가 발생하는 경우는 30초 휴식을 취하고 다시 측정하였다. 개방형 자동굴절검사는 Nvision K-5001(Shin-nippon, Japan)를 사용하여 3 m 전방의 점광원 시표를 주시하도록 지시하고 측정하였다. 검사는 자각적 굴절검사를 실시한 후에 개방형, 내부형 자동굴절력계의 순서로 검사하였고 단계별로 10분 간격을 유지하였다.

굴절검사의 측정값은 구면굴절력(spherical power, Sph)과 원주굴절력(cylinder power, Cyl) 그리고 축(axis, Ax)으로 구분하여 표기하지만 모든 굴절이상도(refractive error)는 서로 독립적인 성분이 아니기 때문에 선행된 연구[16,17]에서 제시한 Power vector 성분 SE, J₀, J₄₅로 나타내어 분석하였다.

SE: 등가구면 굴절력(spherical equivalence)

$$= \text{Shp} + \text{Cyl}/2$$

J₀ : 수평 또는 수직방향의 난시성분

$$= -\text{Cyl}/2 \cdot \cos(2 \cdot \text{Ax})$$

J₄₅ : 45° 또는 135° 방향의 난시성분

$$= -\text{Cyl}/2 \cdot \sin(2 \cdot \text{Ax})$$

2.3 통계분석

측정값들 사이의 통계분석은 대응표본 T 검정(paired T-test)과 Pearson 상관관계 분석으로 연관성을 산출하였다. 정확성계수는 자각적 굴절검사와 자동굴절력계 측정값의 차이값에 대한 평균값의 표준편차에 1.96을 곱한 값[18]으로 0.00에 근접할수록 높은 정확도를 나타내는 선행연구[17]를 기초로 하였다. 자각적 굴절검사값과 자동굴절계 측정값의 차이에 대한 신뢰도[18]는 차이값 평균±(표준편차×1.96)으로 신뢰구간을 나타냈다.

통계처리는 SPSS 13.0을 사용하였고 p<0.05인 경우를 통계적으로 유의하다고 정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 굴절이상도 및 벡터성분 분포

피검사자의 구면굴절이상도(spherical refractive error) 평균값(Mean±SD)과 범위는 자각적 굴절검사에서 -3.77±1.05D(-2.00~-6.75D)이고 개방형 자동굴절계는 -3.81±1.27D(-2.12~-8.37D), 내부형 자동굴절계는 -4.01±1.36D (-2.00~-8.50D)로 나타났다. 또한 원주굴절이상도(cylinder refractive error)는 자각적 굴절검사와 개방형, 내부형 자동굴절검사는 각각 -1.19±0.77D(-0.25~-3.00D), -1.37±0.96D(-0.12~-4.50D), -1.33±0.97D(-0.25~-4.00D)로 측정되었다[Table 1].

Table 1. Mean values(mean±SD) of refractive error

	Sphere[D] (range)	Cylinder[D] (range)
SRx	-3.77±1.05 (-2.00~-6.75)	-1.19±0.77 (-0.25~-3.00)
Open-field AR	-3.81±1.27 (-2.12~-8.37)	-1.37±0.96 (-0.12~-4.50)
Closed-view AR	-4.01±1.36 (-2.00~-8.50)	-1.33±0.97 (-0.25~-4.00)

SRx: Subjective refraction

굴절이상도를 SE, J₀, J₄₅ 성분으로 분류하는 power vector 분석결과는 SE 성분의 평균값(Mean±SD)과 범위가 자각적 굴절검사에서 -4.37±1.04D(-3.00~-7.25D)이고 개방형 자동굴절계 -4.50±1.28D(-2.81~-8.81D), 내부형 자동굴절계는 -4.67±1.40D(-2.38~-9.25D)로 나타났고 J₀의 평균값은 자각적 굴절검사 및 개방형, 내부형 자동굴절검사에서 각각 -0.32±0.51D(0.98~-1.49D), 0.01±0.52D(1.71~-0.96D), -0.02±0.62D(1.23~-1.59D)로 측정되었다. 또한 J₄₅의 평균값은 자각적 굴절검사와 개방형 자동굴절검사 그리고 내부형 자동굴절검사에서 0.11±0.37D(1.08~-0.50D), 0.24±0.62D(1.71~-0.95D), 0.09±0.54D(1.25~-1.29D)로 각각 나타났다[Table 2].

김 등[7]이 2010년에 24.9±3.8세를 대상으로 측정한 자각적 굴절검사와 개방형(Nvisino-K5001), 내부형(RK-2) 자동굴절검사 값은 SE 성분의 평균값에서 각각 -1.83±2.55D, -2.07±2.47D, -2.37±2.39D로 나타났고 J₀ 성분은 0.23±0.42D, 0.23±0.39D, 0.32±0.40D 그리고 J₄₅ 성분은 -0.01±0.15D, 0.00±0.15D, -0.04±0.170D로 본 검사와는 다소 상이하게 나타났다. 원인으로는 조사시점과 내부형 자동굴절검시기 다르고 특히, 대상자의 평균 연령 및 근시정도 등의 조건이 큰 차이를 나타낸 것으로 판단된다. 반면 조사시점이 2016년도로 비슷한 한 등[17]이 측정 한 자각적 굴절검사(VT-SE)와 개방형(Nvisino-K5001), 내부형(KR-8100P) 자동굴절검사의 SE 성분의 평균값은 각각 -3.97±2.27D(-0.13~-9.50D), -3.77±2.24D(-0.13~-9.50D), -4.31±2.28D(-0.63~-10.13D)이고 J₀ 성분은 0.42±0.50D(1.88~-0.50D), 0.38±0.44D(1.49~-0.38D), 0.47±0.50D(1.92~-0.50D) 그리고 J₄₅ 성분은 0.02±0.19D(0.80~-0.43D), 0.01±0.23D(0.80~-0.50D), -0.06±0.22D(0.69~-0.57D)로 나타났다. 본 연구의 power vector 분석결과를 비교하면 SE 성분은 개방형 자동굴절검사에서 0.73으로 차이가 가장 컸고 내부형 굴절검사에서 0.36로 작았다. 또한 J₀ 성분에서는 자각적 굴절검사에서 0.74로 크고 개방형 자동굴절검사는 0.37 작은 차이가 있었다. 그리고 J₄₅ 성분은 측정방법

Table 2. Mean values(mean±SD) of the components SE, J₀, J₄₅

	SE(range)[D]	J ₀ (range)[D]	J ₄₅ (range)[D]
SRx	-4.37±1.04(-3.00~-7.25)	-0.32±0.51(0.98~-1.49)	0.11±0.37(1.08~-0.50)
Open-field AR	-4.50±1.28(-2.81~-8.81)	0.01±0.52(1.71~-0.96)	0.24±0.62(1.71~-0.95)
Closed-view AR	-4.67±1.40(-2.38~-9.25)	-0.02±0.62(1.23~-1.59)	0.09±0.54(1.25~-1.29)

모두 작은 차이를 보였다. 특이한 사항은 큰 차이(J_0 , 성분: 0.74)와 작은 차이(J_{45} 성분: 0.09)값이 모두 자각적 굴절검사서 나타났다.

3.2 측정값의 상관관계

자각적 굴절검사와 개방형 자동굴절검사 값의 Power vector 성분 SE, J_0 , J_{45} 의 pearson 상관계수는 $r=0.92(p=0.00)$, $r=0.14(p=0.43)$, $r=0.12(p=0.47)$ 로 모든 성분에서 양적 상관성을 보였다. 또한 내부형 자동굴절검사 측정값의 SE, J_0 , J_{45} 성분은 $r=0.98(p=0.00)$, $r=0.21(p=0.22)$, $r=0.08(p=0.65)$ 로 SE 성분은 개방형·내부형 모두 자각적 굴절검사와 통계적으로 매우 유의한 양적 상관성을 갖는 것으로 나타났다[Table 3].

Table 3. Correlation coefficient of the components SE, J_0 , J_{45}

	SRx & Open-field AR			SRx & Closed-view AR		
	SE	J_0	J_{45}	SE	J_0	J_{45}
r	0.92	0.14	0.12	0.98	0.21	0.08
p	0.00	0.43	0.47	0.00	0.22	0.65

한 등[17]의 연구에서도 SE, J_0 , J_{45} 성분에서 강한 양적 상관성을 나타냈다. 특히, 개방형과 내부형에서 SE 성분은 0.978 이상으로 높은 상관성을 보였고 반대로 J_{45} 성분은 상대적으로 낮은 상관계수를 보여 본 검사와 동일한 유형을 나타냈다.

3.3 정확도 비교

자각적 굴절검사를 기준으로 자동굴절계의 SE, J_0 , J_{45} 성분에 대한 차이값은 개방형 자동굴절검사서 각각 $-0.13\pm 0.53D(p=0.17)$, $+0.33\pm 0.68D(p=0.01)$, $+0.13\pm 0.68D(p=0.26)$ 로 난시성분 J_0 와 J_{45} 성분에서 양

의 값으로 측정되었지만 J_0 성분만 자각적 굴절검사 값과 통계적으로 유의한 차이를 보였으며 SE 성분은 음의 값으로 측정되었으나 유의한 차이는 없었다. 최고와 최저의 값은 $+0.45\sim -1.56D$, $+3.07\sim -1.30D$, $+1.90\sim -1.65D$ 이고 차이값 평균의 표준편차에 1.96을 곱한 정확도계수는 1.04, 1.33, 1.34로 각각 나타냈다. 또한 내부형 자동굴절검사와 측정값의 차이는 SE, J_0 , J_{45} 성분이 각각 $-0.30\pm 0.42D(p=0.00)$, $+0.30\pm 0.71D(p=0.02)$, $-0.02\pm 0.63D(p=0.88)$ 로 SE 성분과 난시성분인 J_{45} 성분은 음의 값으로 측정되었지만 SE 성분만 자각적 굴절검사 값과 유의한 차이를 보였다. 반대로 수평 또는 수직방향의 난시성분인 J_0 는 양의 값으로 더 크게 측정되었으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 최고와 최저의 값은 각각 $+0.63\sim -2.00D$, $+2.72\sim -1.03D$, $+1.26\sim -1.17D$ 이고 정확도계수는 0.83, 1.40, 1.24로 나타났다[Table 4].

선행연구에서 김 등[7]은 자각적 굴절검사와 개방형(Nvisino-K5001) 자동굴절검사 측정값의 차이는 SE, J_0 , J_{45} 성분이 $-0.24\pm 0.33D(p=0.00)$, $0.00\pm 0.21D(p=0.803)$, $+0.01\pm 0.16D(p=0.654)$ 로 SE 성분만 유의한 차이를 보였다. 반면 내부형(RK-2) 자동굴절검사 값은 각각의 성분이 $-0.54\pm 0.44D(p=0.00)$, $0.08\pm 0.19D(p=0.000)$, $-0.03\pm 0.12D(p=0.016)$ 로 SE, J_0 , J_{45} 성분 모두가 유의한 차이를 보인다고 하였다. 본 연구결과와 같은 방향(+, -)으로 차이를 나타냈지만 개방형에서 SE, J_0 성분 그리고 내부형에서는 J_{45} 성분이 상이한 유의수준을 보였다.

한 등[17]의 결과에서는 자각적 굴절검사와 개방형 자동굴절검사 측정값의 차이는 본 연구와 김 등의 조사에서 사용된 동일한 기기(Nvisino-K5001)이지만 $+0.20\pm 0.47D(p=0.00)$, $-0.03\pm 0.22D(p=0.171)$, $-0.01\pm 0.16D(p=0.684)$ 로 차이의 방향(+, -)이 반대 부호를 나타냈다. SE, J_0 , 성분은 본 연구와 김 등의 연구 그리고 한 등이 서로 다른 차이를 보였지만 J_{45} 성분은 선행연구가 모두 차이가 없는 것으로 동일한 결과를 보였

Table 4. Mean difference and accuracy of the components SE, J_0 , J_{45}

	SRx : Open-field AR			SRx : Closed-view AR		
	SE	J_0	J_{45}	SE	J_0	J_{45}
Difference (Mean±SD)	-0.13±0.53	+0.33±0.68	+0.13±0.68	-0.30±0.42	+0.30±0.71	-0.02±0.63
p	0.17	0.01	0.26	0.00	0.02	0.88
COA	1.04	1.33	1.34	0.83	1.40	1.24
Upper ~ Lower limit	0.45~-1.56	3.07~-1.30	1.90~-1.65	0.63~-2.00	2.72~-1.03	1.26~-1.17

COA: coefficient of accuracy

다. 내부형 자동굴절계에 의한 검사결과는 $-0.34 \pm 0.42D$ ($p=0.00$), $+0.06 \pm 0.22D$ ($p=0.022$), $-0.08 \pm 0.15D$ ($p=0.000$)으로 크기는 다르지만 본 연구와 같은 방향(부호)의 성향을 보였으며 특히, SE, J₀, 성분은 유의수준도 같은 결과를 나타냈다.

3.4 자동굴절계의 신뢰도 및 관계식

자각적 굴절검사 측정값을 기준으로 자동굴절계의 신뢰도를 선행연구[18]에서 제시한 기준으로 평가한 결과, 개방형 자동굴절검사의 신뢰구간은 SE 값이 $+0.91 \sim -1.17D$, J₀ 값 $+1.66 \sim -1.00D$, J₄₅ 값은 $+1.46 \sim -1.20D$ 로 나타났고 내부형 자동굴절검사에서는 SE 값이 $+0.52 \sim -1.12D$, J₀ 값 $+1.69 \sim -1.09D$, J₄₅ 값은 $+1.21 \sim -1.25D$ 로 나타났다 [Table 5].

Table 5. 95% confidence interval limits for the components SE, J₀, J₄₅

	SRx & Open-field AR		SRx & Closed-view AR	
	Upper	Lower limit	Upper	Lower limit
SE	0.91	-1.17	0.52	-1.12
J ₀	1.66	-1.00	1.69	-1.09
J ₄₅	1.46	-1.20	1.21	-1.25

Upper ~ Lower limit: Mean \pm (1.96 \times SD)

선행[17]된 연구에서는 SE, J₀, J₄₅ 값이 개방형 자동굴절검사에서 $+1.12 \sim -0.72D$, $+0.40 \sim -0.46D$, $+0.30 \sim -0.32D$ 로 J₀, J₄₅ 성분은 유의한 차이가 있었지만 SE 성분은 굴절이상도 측정범위에 따라 차이가 없었다고 하였다. 내부형 자동굴절검사는 $+0.48 \sim -1.16D$, $+0.49 \sim -0.37D$, $+0.21 \sim -0.37D$ 로 나타났고 모든 성분에서 굴절이상도 측정범위에 따라 자각적 굴절검사와 차이가 없다고 하였다. SE, J₀, J₄₅ 성분의 신뢰도를 비교하면 상대적으로 본 연구의 표본수가 작아 95%의 신뢰구간이 넓게 나타났다.

자각적 굴절검사와 자동굴절검사의 관계식에서는 현장에서 사용되어지고 있는 자동굴절검사 값을 가로방향(x축) 그리고 자각적 굴절검사 값을 세로방향(y축)으로 놓고 직선 피팅식으로 분석한 결과, 개방형 자동굴절검사는 SE 성분이 'y=-1.01x+0.75'이고 J₀ 성분 'y=-0.32x+0.13', J₄₅ 성분은 'y=+0.09x+0.07'의 관계식을 보였다(Fig. 1). 내부형 자동굴절검사는 SE 성분 'y=-0.95x+0.73', J₀ 성분 'y=-0.32x+0.17' 그리고 J₄₅ 성분은 'y=+0.10x+0.05'의 관계식을 나타냈다(Fig. 2).

자각적 굴절검사와 개방형과 내부형 관계에서 SE, J₀, 성분은 모두 음의 기울기를 나타냈고 J₄₅ 성분만 양의 기울기를 보였다. 상관관계에서는 모두 통계적으로 유의한

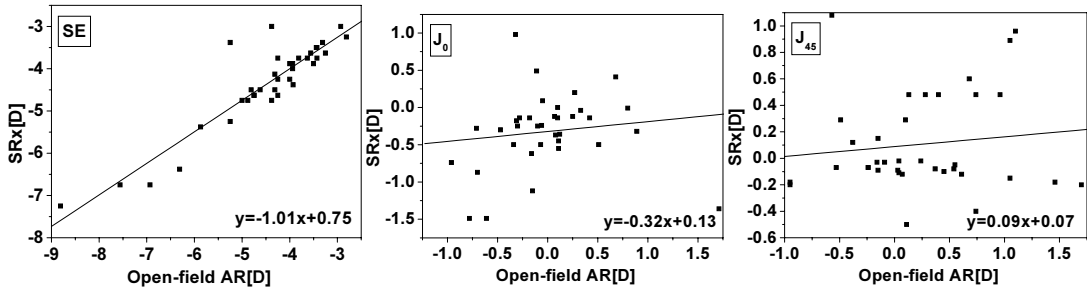


Fig. 1. Correlation of SE, J₀, J₄₅ components between subjective refraction and open-field autorefraction.

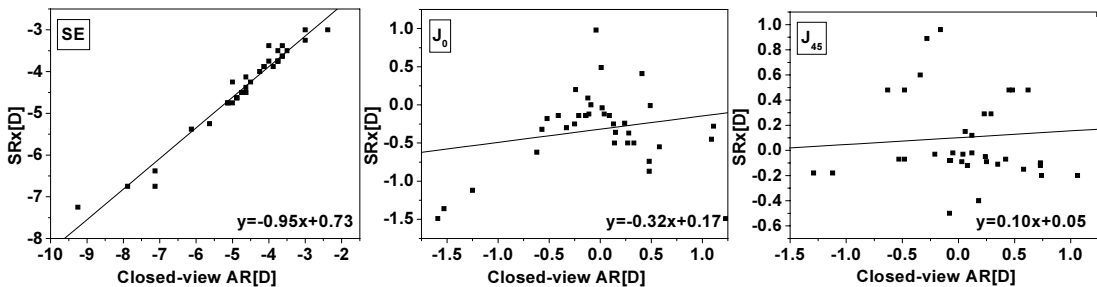


Fig. 2. Correlation of SE, J₀, J₄₅ components between subjective refraction and closed-view autorefraction.

양적 상관성을 나타낸 것과 다소 차이가 있었으며 특히 J₄₅ 성분은 +0.1 이하의 낮은 기울기로 분석되어 Power vector 성분에 따라 신뢰도에 다양한 해석이 요구된다.

결과적으로 자동굴절력계에 의한 굴절검사는 측정방식에 따라 검사값이 상대적으로 다르게 측정될 수 있으며 방향에 따른 SE, J₀, J₄₅ 성분도 측정값에 영향을 받아 상이한 결과로 나타났다. 선행연구[11]에서 성인을 대상으로 자각식 굴절검사에서 조절마비제를 사용하지 않은 현성굴절에서 검사하기 때문에 자동굴절계와 단순비교는 잘못된 판단할 수 있어 여러 방법의 연구를 권하였다. 또한 McCaghey와 Matthews[19]는 자각적 굴절검사와 자동굴절계를 비교하는 것에 대한 알맞은 것인지 의의함을 제시하였다. 하지만 오래전부터 널리 보급되어 왔으며 임상에서 보편적으로 사용하고 있어 측정방식에 따른 정확도를 비교하는 것은 필요하다고 판단된다.

자동굴절력계는 입체시를 고려한 양안을 동시에 검사하지 못하고 한쪽씩 즉, 단안을 이론적 원리에 의해 각각 검사하여 그 결과값을 보여준다. 기계의 기술이 진보하고 많은 정보를 가지고 분석하여도 미세하면서 다양한 조건에 따라 변화하는 눈의 시력을 정확히 판독한다는 것은 어려움이 있다. 앞에서 언급된 연구들 역시 자동굴절계의 한계성을 언급하면서도 자각적 굴절검사의 예비 단계로 기초정보를 얻는 목적으로 시행하고 있다.

4. 결론

시력측정에 사용되고 있는 타각식 굴절검사 중에서 내부형 자동굴절계(KR-800)의 정확도가 개방형 자동굴절계(Nvision K-5001) 보다 다소 높은 것으로 확인되었다. 하지만 두 측정방식 모두에서 등가구면 굴절력 값의 차이가 크지 않고 높은 상관관계와 정확도를 갖고 있어 시력을 측정하는데 예비검사로 적합하다고 판단된다.

따라서 본 연구결과는 안과의원 및 안경원 그리고 시력을 측정하는 현장에서 KR-800과 Nvision K-5001 자동굴절계에 대한 이해도를 높이며 측정값에 의한 굴절이상 및 여러 측정요소를 결정하는데 참고자료로 활용이 가능하다고 판단된다. 하지만 낮은 원주굴절력에서 축의 정확도 문제[8]와 다양한 축 방향에서 원시성 및 혼합성 난시 그리고 고도 근시안 등의 굴절상태에 따른 정확도가 요구되므로 추가적인 연구가 요구된다.

References

- [1] Compilation Committee “*Optometric Instrumentation*”, 2nd ed. Daihakseorim, Seoul, pp.219-255, 2000.
- [2] Y. H. Jeong, “The Correlation of Tear Break-Up Time according to Corneal Refractive Power”, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.14, No.6, pp.2839-2843, 2013.
DOI: <https://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.6.2839>
- [3] K. Zadnik, D. O. Mutti, A. J. Adams, “The repeatability of measurements of the ocular components”, *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, Vol.33, No.7, pp.2325-2333, 1992.
- [4] M. Farook, J. Venkatramani, G. Gazzard, A. Cheng, D. Tan, S. M. Saw, “Comparisons of the Handheld Autorefractor, Table-Mounted Autorefractor, and Subjective Refraction in Singapore Adults”, *Optometry and Vision Science*, Vol.82, No.12, pp.1066-1070, 2005.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1097/01.opx.0000192344.72997.7c>
- [5] A. A. Martinez, A. Pandian, P. Sankaridurg, K. Rose, S. C. Huynh, P. Mitchell, “Comparison of Aberrometer and Autorefractor Measures of Refractive Error in Children”, *Optometry and Vision Science*, Vol.83, No.11, pp.811-817, 2006.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1097/01.opx.0000238708.74276.6c>
- [6] Andrew, K. Caroline. C, “*Clinical optics and refraction: A guide for optometrists, contact lens opticians and dispensing opticians*”, 1st ed. Butterworth-Heinemann, London, pp.170-171, 2007.
- [7] H. S. Kim, H. S. Kim, H. Lee, “A Comparison of Subjective Refraction and Autorefractations”, *The Korean Journal of Vision Science*, Vol.12, No.4, pp.283-290, 2010.
- [8] M. A. Bullimore, R. E. Fusaro, C. W. Adams, “The repeatability of automated and clinician refraction”, *Optometry and Vision Science*, Vol.75, No.8, pp.617-622, 1998.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1097/00006324-199808000-00028>
- [9] K. Pesudovs, H. S. Weisinger, “A comparison of autorefractor performance”, *Optometry and Vision Science*, Vol.81, No.7, pp.554-558, 2004.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1097/00006324-200407000-00018>
- [10] J. D. Kim, I. H. Lee, J. H. Hwang, J. S. Kim, T. H. Kim, “An Investigation of Korean Opticians’ Thinking to Objective Refraction Need”, *The Korean Journal of Vision Science*, Vol.14, No.4, pp.222-254, 2010.
- [11] L. N. Davies, E. A. Mallen, J. S. Wolffsohn, B. Gilmartin, “Clinical evaluation of the Shin-Nippon Nvision-K 5001/Grand Seiko WR-5100K autorefractor”, *Optometry and Vision Science*, Vol.80, No.4, pp.320-324, 2003.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1097/00006324-200304000-00011>
- [12] J. Gwiazda, C. Weber, “Comparison of Spherical Equivalent Refraction and Astigmatism Measured with Three Different Models of Autorefractors”, *Optometry and Vision Science*, Vol.81, No.1, pp.56-61, 2004.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1097/00006324-200401000-00011>
- [13] T. Dave, Y. Fukuma, “Clinical evaluation of the Topcon BV-1000 automated subjective refraction system”,

- Optometry and Vision Science*, Vol.81, No.5, pp.323-333, 2004.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1097/01.opx.0000134906.98403.c3>
- [14] C. H. Won, M. A. Jung, K. C Mah, “The analysis of the clinical performance of the PRK-5000 auto ref-keratometer”, *Korean J Vis Sci.* Vol.7, No.1 pp.13-25, 2005.
- [15] K. C Mah, S. J. Kim, H. J. Lee, “The Analysis of the Clinical Performance of the URK-700 Autorefractor”, *Korean J Vis Sci.*, Vol.8, No.2, 87-96, 2006.
- [16] L. N. Thibos, W. Wheeler, D. Horner, “Power Vectors: An Application of Fourier Analysis to the Description and Statistical Analysis of Refractive Error”, *Optometry and Vision Science*, Vol.74, No.6, pp.367-375, 1997.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1097/00006324-199706000-00019>
- [17] D. K. Han, J. M. Kim, K. J. Lee, “Comparison of accuracy of the KR-8100P, Nvision K-5001, and KR-1W”, *The Korean Journal of Vision Science*, Vol.18, No.4, pp.435-445, 2016.
DOI: <https://dx.doi.org/10.17337/JMBI.2016.18.4.435>
- [18] J. M. Bland, D. G. Altman, “Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement”, *The Lancet*, Vol.327, No.8476, pp.307-310, 1986.
DOI: [https://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(86\)90837-8](https://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(86)90837-8)
- [19] G. E. McCaghrey, F. E. Matthews, “Clinical evaluation of a range of autorefractors”, *Ophthalmic & Physiological Optics*, Vol.13, No.2, pp.129-137, 1993.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1111/j.1475-1313.1993.tb00441.x>

정연홍(Youn Hong Jeong)

[정회원]



•2015년 3월 ~ 현재 : 국제대학교
안경광학과 조교수

<관심분야>

응용광학, 안경광학