



A Comparison of Auto-Refraction and Subjective Refraction: Based on Photorefractor (VS100)

Kyung-Hun Lee¹ and Hyun-Suk Shim^{2,*}

¹Dept. of Health Science, Chosun University Graduate School, Gwangju 61452, Korea

²Dept. of Ophthalmic Optics, Gwangju Health University, Gwangju 62287, Korea

(Received February 10, 2018: Revised March 8, 2018: Accepted March 19, 2018)

Purpose: This study was conducted for comparison the refractive error measured by auto-refraction and subjective refraction. **Methods:** 100 adults (200 eyes, mean age 22.04±3.14 years) included in this study. Refractive error was measured using by a Photorefractor (VS100), an open-view autorefractor (Nvision k-5001), and a closed autorefractor (ARK-1a). The measured values were converted into power vector components (M, J₀, J₄₅) and compared with subjective refraction. **Results:** The mean difference between subjective refraction and VS100 was M = -0.08±0.67 D, J₀ = -0.02±0.28 D, J₄₅ = 0.01±0.23 D, and there was no significant difference in all components ($p > 0.05$). The accuracy coefficients were M = 1.313, J₀ = 0.564, J₄₅ = 0.454. The mean difference between the subjective refraction and ARK-1a was M = 0.49±0.84 D, J₀ = -0.05±0.19 D, J₄₅ = 0.01±0.14 D, and there was a significant difference between the M and J₀ components ($p < 0.05$). However J₄₅ components were not significantly different ($p > 0.05$). The accuracy coefficients were M = 1.664, J₀ = 0.372, J₄₅ = 0.292. The mean difference between the subjective refraction and the Nvision K-5001 was M = 0.16±0.63 D, J₀ = -0.09±0.30 D, J₄₅ = 0.01±0.18 D, with a significant difference between M and J₀ components ($p < 0.05$), but there was no significant difference in J₄₅ ($p > 0.05$). The accuracy coefficients were M = 1.250, J₀ = 0.603, J₄₅ = 0.364. **Conclusions:** As a result of comparing the refractive error of the autorefractor, the refractive power of the photorefractor was measured in the positive direction, but this is considered to be less influenced by the accommodation, and the difference is considered to be small in term of clinical view. The sensitivity of VS100 was 87.7% and the specificity was 75.9%, which was useful for measuring refractive error and correlated with subjective refraction. Photorefractor can be used as a preliminary examinations for subjective refraction because they can open the binocular and measure the refraction error without a large mistake in a short time.

Key words: Refractive error, Auto-refraction, Subjective refraction, Photorefractor, VS100

서 론

눈의 굴절이상도는 검사 기기의 종류, 검사자의 숙련도, 그리고 환자의 순응도에 따라 차이가 날 수 있다. 피검자의 반응에 관계없는 객관적(타각적; objective) 굴절검사는 주관적(자각적; subjective) 굴절검사와 어느 정도 상관관계를 가지며 굴절이상을 예상할 수 있지만, 광학적 처방을 위한 정확도가 미흡하고, 각 검사방법간의 일치도에 차이를 보이고 있다. 이렇게 객관적이고 정확한 굴절검사에 한계가 있는 것은 각각의 기기에 있어 검사반응에 대한 발생기전의 차이와 측정 기술의 불완전함에 기인한다.^[1] 최근 안과나 안경원에서 굴절이상을 신속하면서도 정확하게 측정하기 위해 자각적 굴절검사 전에 예비검사로 자동굴

절검사기를 이용한 타각적 검사를 선행하고 있는 추세로 이런 자동굴절검사기의 중요성은 잘 알려져 있다.^[2] 자동굴절검사기는 검사 대상의 눈의 상태에 따라 제한적인 요소를 가지게 되며, 협조를 잘하지 않는 유·소아의 굴절검사에서는 활용에 어려움이 있다. 이러한 문제점은 검영기를 이용하여 해결할 수 있으나 이 또한 검사의 숙련도가 매우 필요하다. 자동굴절검사기를 이용한 타각적 굴절검사는 자각적 굴절검사 결과와 비교하여 많이 연구되었으며, 이러한 자각적 굴절검사는 조절마비제를 사용하지 않은 현성검사 결과를 자동굴절검사와 비교하여 자동굴절검사기의 유효성 연구로 진행되어 왔다.^[3-4]

최근 소개된 사진굴절검사기 Spot Vision Screener VS100(Welch Allyn, USA)은 안저로부터 나오는 반사광을

*Corresponding author: Hyun-Suk Shim, TEL: +82-62-958-7706, E-mail: shs8584@hanmail.net

카메라로 찍어 굴절이상과 사시유무를 측정할 수 있는 방법으로, 조절마비제를 사용하지 않아도 된다. 또한 검사 거부감이 없으며 비교적 짧은 거리인 36inch(약 1m)에서 짧은 시간에 양안을 동시에 측정이 가능하다.^[5] 사진굴절 검사기를 이용한 대부분 이전 연구들이 유·소아의 약시 스크리닝에 효과가 있다는 보고가 있으나,^[6] 성인을 대상으로 한 연구가 없는 것으로 확인되었다. 또한 기존의 자동굴절검사기와 비교한 굴절이상도의 정확성과 임상적 유용성에 대해서는 아직까지 국내에 보고된 바가 없다.

따라서 본 연구에서는 성인을 대상으로 사진굴절검사기를 이용한 굴절이상도를 측정하여 이 결과를 외부 주시시표를 주시하는 개방형 자동굴절검사기와 주시시표가 내부에 있는 폐쇄형 자동굴절검사기로 측정한 굴절이상도와 비교하였다. 또한 자각적 굴절검사와 비교하여 검사기기로 측정된 굴절이상도의 신뢰성을 검증하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

안과적 질환이나 굴절교정 수술을 받은 경험이 없으며, 본 연구의 취지에 동의한 19세~25세의 성인 100명(200안)을 대상으로 하였다. 교정시력 1.0미만, 콘택트렌즈를 매일 착용하는 사람은 연구대상에서 제외하였다.

2. 검사기기와 방법

본 연구에 사용된 VS100(Welch Allyn, USA)은 피검자의 주의를 끌어 응시할 수 있도록 해주는 시각 및 청각적 신호를 제공하는 장치가 있다. 이 기기의 검사거리는 36 inch(약 1 m)이며, 카메라 앞쪽에 적외선이 비춰질 수 있도록 beam splitter를 적용하여 망막의 대광반사(optical reflex)를 측정하여 눈의 굴절이상도를 파악하는 기기이다. Nvision k-5001(Shin-Nippon, Japan)은 화상해석식(image-size principle) 원리로 측정하는 기기이며, 주시시표가 기기의 내부에 있지 않고, 양안이 개방되어 자연시 상태에서 굴절이상을 측정할 수 있는 기기이다. ARK-1a(Nidek, Japan)는 상합치식(scheiner's principle) 원리로 측정되며, 자동운무렌즈를 이용하여 조절을 배제한 상태에서 내부의 주시시표를 사용하여 측정하는 기기이다. 모든 타각적 굴절검사는 3회 이상 측정하였다. 자각적 굴절검사는 자동포토퍼터(CV-3000 Topcon, Japan)를 사용하였고, 편광검사를 이용하여 양안균형검사를 하였다. 결과는 자동굴절검사기와 자각적 굴절검사로 구면굴절력, 원주굴절력, 축을 측정하였으며, Power vector analysis^[7]를 사용하여 분석하였다. Power vector analysis는 굴절량을 독립적인 성분으로 분석하는 방법으로 M은 등가구면굴절력을 의미하고,

J_0 는 일반적인 원주렌즈 값에 대한 0도 축 벡터에서의 Jackson cross cylinder 대응치를 의미하며, J_{45} 는 45도 축 벡터에서의 Jackson cross cylinder 대응치를 의미하며 적용된 공식은 다음과 같다.

$$M = \text{sph} + \text{cyl}/2, J_0 = (-\text{cyl}/2)\cos(2\theta), J_{45} = (-\text{cyl}/2)\sin(2\theta)$$

3. 통계처리

각각의 측정치 평균을 대응표본 T검정을 통해 비교하였고, Pearson 상관계수(correlation coefficient)를 이용하여 자각적 굴절검사와의 연관성을 분석하였으며, 정확도는 정확성계수(coefficient of accuracy)를 사용하였고, 기기 간의 일치성을 평가하기 위해 Bland-Altman plot^[8]을 사용하였다. 통계적인 분석은 SPSS v18.0 for Window (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하였다.

결과 및 고찰

총 100명 200안을 대상으로 하였으며 남자 55명(110안), 여자 45명(90안)이었다. 대상자들의 평균 나이는 22.04±3.14세였으며, 자각적 굴절검사와 자동굴절검사기로 측정한 굴절이상도를 표로 나타내었다(Table 1).

포토퍼터를 이용한 자각적 굴절검사의 구면굴절력 평균값은 -1.22±2.06 D, 원주굴절력 평균값은 -0.76±0.71 D로 나타났고, 검사값을 power vector 성분으로 분석한 결과 M 성분의 평균값은 -1.60±2.14 D, J_0 성분은 0.28±0.38 D, J_{45} 성분은 -0.03±0.19 D로 나타났다. VS100으로 측정한 구면굴절력과 원주굴절력의 평균은 -1.09±1.97 D, -0.85±0.69 D로 나타났고, M=-1.51±1.98 D, J_0 =0.31±0.37 D, J_{45} =-0.05±0.24 D로 나타났다. VS100으로 측정한 구면굴절력과 M 성분, J_0 성분은 자각적 굴절검사에 비해 (+)방향으로 측정되었고, 원주굴절력, J_{45} 성분은 (-)방향으로 측정되었다. 이전 연구에서 소아를 대상으로 사진굴절검사기와 조절마비 굴절검사의 측정치를 비교한 결과, Erdurmus^[9] 등은 PlusoptiX

Table 1. Comparison of mean refractive error and each components M, J_0 , J_{45} obtained by subjective refraction and VS100, ARK-1a, Nvision k-5001

	SR	VS100	ARK-1a	Nvision K-5001
Sphere (D)	-1.22±2.06	-1.09±1.97	-1.65±2.15	-1.26±2.00
Cylinder (D)	-0.76±0.71	-0.85±0.69	-0.90±0.80	-1.02±0.93
M (D)	-1.60±2.14	-1.51±1.98	-2.10±2.29	-1.77±2.18
J_0 (D)	0.28±0.38	0.31±0.37	0.34±0.45	0.38±0.53
J_{45} (D)	-0.03±0.19	-0.05±0.24	-0.41±0.18	-0.04±0.21

Values are presented as mean±SD, SR; subjective refraction.

CR03 (PlusoptiX GMBH, Germany)로 측정된 구면굴절력과 등가구면굴절력이 조절마비 굴절검사에 비해 더 근시로(-0.70 D, -0.64 D) 측정됨을 보고하였으며, Lim^[10] 등도 PlusoptiX S09 (PlusoptiX GMBH, Germany)로 측정된 구면굴절력과 등가구면굴절력이 조절마비 굴절검사에 비해 더 근시로(-0.54 D, -0.56 D) 보고하였다. 보고된 대부분의 사진굴절검사가 자각적 굴절검사결과보다 (-)방향으로 나타난 것으로 보인다. 그러나 본 연구에서 VS100으로 측정된 굴절력은 자각적 굴절검사보다 오히려 (+)방향으로 측정된 것은 대상자가 성인이고 조절마비제를 사용하지 않았기 때문으로 판단된다. 폐쇄형 자동굴절검사기(KR-8100P)인 경우 한^[11] 등은 자각적 굴절검사와 비교해 등가구면굴절력을 나타내는 M 성분과 J₄₅ 성분은 (-)방향으로 더 크게 측정되었고, J₀ 성분은 (+)방향으로 측정되었다. 본 연구에서도 자각적 굴절검사와 비교해 M 성분과 J₄₅ 성분은 (-)방향으로 더 크게 측정되었고, J₀ 성분은 (+)방향으로 측정되었다. 개방형 자동굴절검사기(Nvision K-5001)의 경우 김^[12] 등은 M 성분과 J₄₅ 성분은 (-)방향으로 더 크게 측정되었고, J₀ 성분은 (+)방향으로 측정되었다. 본 연구에서도 자각적 굴절검사와 비교해 M 성분과 J₄₅ 성분은 (-)방향으로 더 크게 측정되었고, J₀ 성분은 (+)방향으로 측정되었다.

자동굴절검사기 측정값을 pearson 상관계수를 이용하여 자각적 굴절검사와 상관성을 분석한 결과 VS100의 경우 M, J₀ 성분(r = 0.949, 0.716)은 강한 양적 선형관계를 보였으며, J₄₅ 성분(r = 0.461)은 뚜렷한 양적 선형관계를 보였다(p < 0.001). ARK-1a와 자각적 굴절검사의 상관성은 M, J₀, J₄₅ 모든 성분에서 강한 양적 선형관계를 보였다(r = 0.929, 0.912, 0.701, p < 0.001).

Nvision K-5001의 경우 M, J₀ 성분(r = 0.957, 0.820)은 강한 양적 선형관계를 보였으며, J₄₅ 성분(r = 0.605)은 뚜렷한 양적 선형관계를 보였다(p < 0.001)(Table 2).

자각적 굴절검사 측정값 평균과 자동굴절검사기의 측정값의 차이를 비교하여 기기의 정확도를 구하였다. 자각적 굴절검사와 VS100의 차이는 M = -0.08 ± 0.67 D, J₀ = -0.02 ± 0.28 D, J₄₅ = 0.01 ± 0.23 D로 측정되었고, 모든 성분에서 유의한 차이는 없었다(P = 0.065, 0.156, 0.228). 정확도계수는 차이값 평균의 표준편차에 1.96을 곱하여 얻은 것으로 M = 1.313, J₀ = 0.564, J₄₅ = 0.454로 나타났다. 자각적 굴절검사와 ARK-1a의 차이는 M = 0.49 ± 0.84 D, J₀ = -0.05 ± 0.19 D, J₄₅ = 0.01 ± 0.14 D로 측정되었고, M 성분과 J₀ 성분은 유의한 차이가 있었으며(P = 0.000, 0.000), J₄₅ 성분은 유의한 차이가 없었다(P = 0.280). 정확도계수는 M = 1.664, J₀ = 0.372, J₄₅ = 0.292로 나타났다. 자각적 굴절검사와 Nvision K-5001의 경우 한^[11] 등은 M = 0.20 ± 0.47 D (P = 0.000), J₀ = -0.03 ± 0.22 D (P = 0.171), J₄₅ = -0.01 ± 0.16 D (P = 0.684)로 측정되었고, M 성분만 유의한 차이를 보였으며, J₀ 성분과 J₄₅ 성분은 유의한 차이가 없었다. 본 연구에서는 M = 0.16 ± 0.63 D, J₀ = -0.09 ± 0.30 D, J₄₅ = 0.01 ± 0.18 D로 측정되었고, M 성분과 J₀ 성분은 유의한 차이가 있었으며(P = 0.000, 0.000), J₄₅ 성분은 유의한 차이가 없었다(P = 0.147). 정확도계수는 M = 1.250, J₀ = 0.603, J₄₅ = 0.364로 나타났다. 자동굴절검사기의 성분별 정확도는 등가구면굴절력을 나타내는 M 성분은 Nvision K-5001(1.250)이 가장 높았고, 난시 성분을 나타내는 J₀ 성분과 J₄₅ 성분 모두 ARK-1a(0.372, 0.292)가 높은 것으로 나타났다(Table 3).

자각적 굴절검사와 자동굴절검사기의 일치도는 측정값

Table 2. Correlation coefficient of each components M, J₀, J₄₅ obtained by subjective refracton and VS100, ARK-1a, Nvision k-5001

	SR_VS100			SR_ARK-1a			SR_Nvision K-5001		
	M	J ₀	J ₄₅	M	J ₀	J ₄₅	M	J ₀	J ₄₅
r	0.949	0.716	0.461	0.929	0.912	0.701	0.957	0.820	0.605
p	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Table 3. The accuracy of each components M, J₀, J₄₅ obtained by subjective refracton and VS100, ARK-1a, Nvision k-5001

	SR_VS100			SR_ARK-1a			SR_Nvision K-5001		
	M	J ₀	J ₄₅	M	J ₀	J ₄₅	M	J ₀	J ₄₅
Difference	-0.08	-0.02	0.01	0.49	-0.05	0.01	0.16	-0.09	0.01
Mean ± SD	±0.67	±0.28	±0.23	±0.84	±0.19	±0.14	±0.63	±0.30	±0.18
COA	1.313	0.564	0.454	1.664	0.372	0.292	1.250	0.603	0.364
p	0.065	0.156	0.228	0.000	0.000	0.280	0.000	0.000	0.147

COA; coefficient of accuracy, P; p-value by paired T-test.

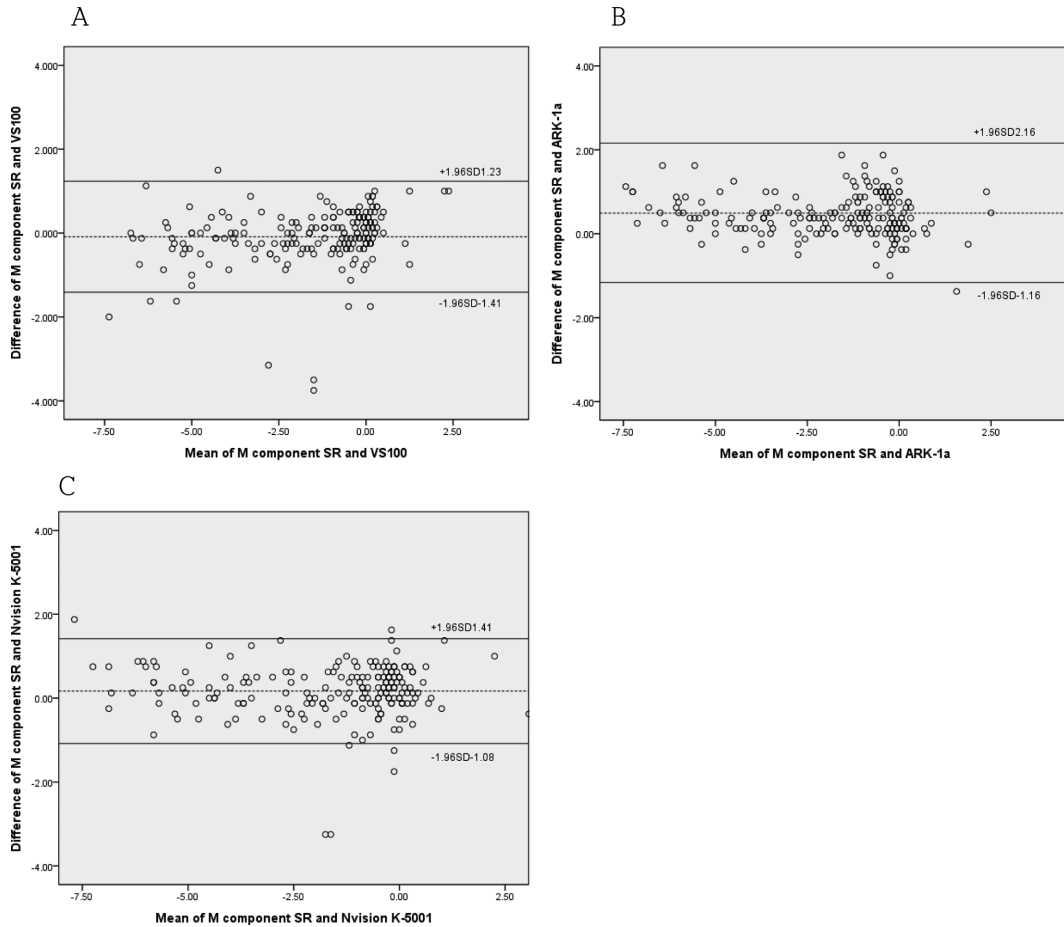


Fig. 1. The agreement in M component of three instruments with subjective refraction (A; SR_VS100, B; SR_ARK-1a, C; SR_Nvision K-5001).

차이에 대한 95% 신뢰구간을 이용하여 Bland-Altman plot로 나타내었다. M 성분에 대한 VS100의 신뢰구간은 $+1.23 \sim -1.41$ D ($p < 0.05$), ARK-1a의 신뢰구간은 $+2.16 \sim -1.16$ D ($p < 0.05$)로 측정범위에 따라 유의한 차이가 있었으나, Nvision K-5001의 신뢰구간은 $+1.41 \sim -1.08$ D ($p > 0.05$)로 자각적 굴절검사 값과 차이가 없었다(Fig. 1). J₀ 성분에 대한 VS100의 신뢰구간은 $+0.53 \sim -0.57$ D ($p > 0.05$)로 측정범위에 따라 차이가 없었으나, ARK-1a의 신뢰구간은 $+0.31 \sim -0.42$ D ($p < 0.05$), Nvision K-5001의 신뢰구간은 $+0.50 \sim -0.70$ D ($p < 0.05$)로 유의한 차이가 있었다(Fig. 2). J₄₅ 성분에 대한 VS100의 신뢰구간은 $+0.47 \sim -0.43$ D ($p < 0.05$)로 측정범위에 따라 유의한 차이가 있었으나, ARK-1a의 신뢰구간은 $+0.30 \sim -0.28$ D ($p > 0.05$), Nvision K-5001의 신뢰구간은 $+0.38 \sim -0.34$ D ($p > 0.05$)로 자각적 굴절검사 값과 차이가 없었다(Fig. 3).

자동굴절검사는 광선을 눈에 입사시켜 반사된 광선을 읽어내는 장치이므로 측정값의 편차를 유발시키는 여러 가지 요인이 존재한다. Rubin^[13] 등은 모형안을 대상으로 자동굴절검사를 실시했을 때에는 측정값의 편차가 거의

없었으나, 실제 눈의 굴절상태를 측정 시 상대적으로 더 큰 편차를 보였으며, 기기 자체의 요인이 굴절이상도의 편차에 미치는 영향이 상당하다고 보고하였다.^[14] 새로운 기기의 측정값에 대한 신뢰도를 판단하기 위해서는 기존의 기기와 비교하는 과정이 필요하다. 폐쇄형과 개방형 자동굴절검사는 이전의 많은 연구에서 정확도와 신뢰도가 확인되었고, 이를 바탕으로 임상에서 오랜 기간 사용되어 왔다. 본 연구에서 사용된 사진굴절검사는 안과, 안경원에서 5초 정도의 시간에 환자의 반응 없이 쉽게 굴절이상 스크리닝이 가능하며, 많은 인원을 대상으로 신속하게 굴절검사를 할 수 있는 장점이 있다. 또한 유소아의 굴절검사 시 탁상형 자동굴절검사는 거부감과 함께 협조가 잘 되지 않아 정확도가 떨어질 수 있는 반면 카메라와 흡사하게 생긴 사진굴절검사는 호기심을 유발하며 위화감을 줄일 수 있어 굴절검사 시 유용하게 사용할 수 있다. 하지만 이마 지지대와 턱 받침대가 없어 환자의 머리카락이 기울어지면 난시축의 변화를 야기시킬 수도 있다. 자각적 굴절검사 시 사용되는 차트 검사로는 약시의 위험 요소 발견 민감도가 소아의 경우 50%미만이며, 학생들

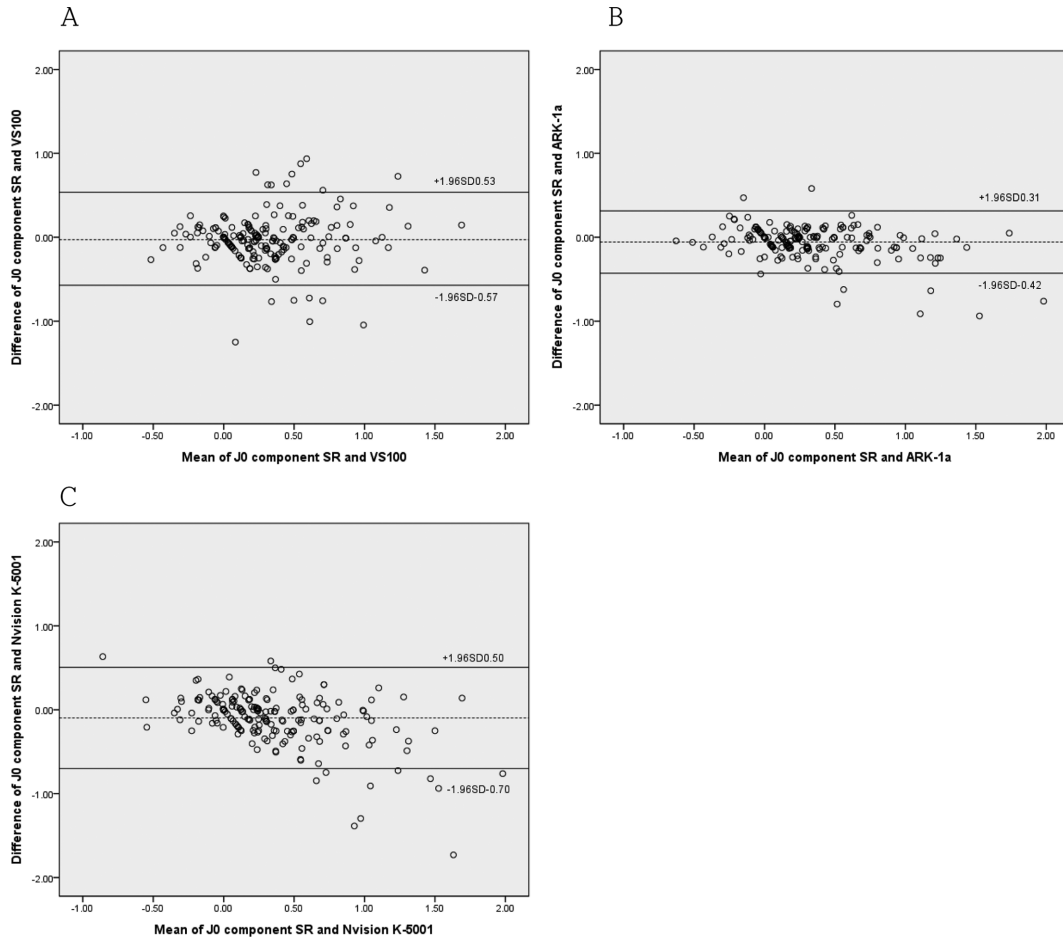


Fig. 2. The agreement in J_0 component of SR of three instruments with subjective refraction (A; SR_VS100, B; SR_ARK-1a, C; SR_Nvision K-5001).

검사 시 21%가 위음성(false negative) 결과를 나타내었다.^[15] USPSTF(미국질병예방특별위원회)는 약시 요소들의 발견을 위해 모든 만 3~5세 유아들에 대한 굴절이상 스크리닝을 권장하고 있으며, AAP(미국소아과학회)에서도 차트 굴절검사의 대안으로 photoscreening을 권장하고 있다.^[16] 문헌마다 사진굴절검사의 기종, 측정 대상군의 연령, 굴절이상 정도 등에 따라 약간의 차이는 있으나, 사진굴절검사의 민감도는 63~94%, 특이도는 62~99%로 보고되었다.^[13] 본 연구에 사용된 spot vision screener의 민감도는 87.7%, 특이도는 75.9%이며, 약시 위험 요소를 탐지하는데 민감도는 연령 사이에 유의미한 차이가 없다고 보고되었다.^[17] 이는 사진굴절검사가 약시를 발견하는데 좋은 특이성과 민감성을 제공한다고 볼 수 있다. VS100은 $-7.50 \sim +7.50$ D의 구면굴절력과 3.00 D의 난시를 측정할 수 있으나 고도수를 측정할 수 없어 다른 자동굴절검사기보다 측정범위의 한계를 나타낸다. 하지만 최근 근시수술 등으로 고도수가 많이 사라짐으로 인해 안과, 안경원에서의 굴절검사에 무리가 없을 것으로 사료된다. 또한 검사가능한 동공직경은 4~9 mm이며 동공간거

리는 35~80 mm까지 가능하나 고령자의 경우 동공크기가 작아 측정의 한계가 있을 것으로 사료된다. 사진굴절검사는 동공 직경에 따라 굴절값의 정확도가 변할 수 있다고 보고되었다.^[18-20] 이는 최적의 결과를 위해 낮은 수준의 반암실 조명이 있는 환경에서 수행해야 하며, 피험자의 눈과 수평이 되도록 맞추면 결과를 더 빠르게 확인할 수 있을 것으로 사료된다.

결론

본 연구는 성인들을 대상으로 조절마비제를 사용하지 않은 현성굴절검사의 측정치를 기존의 자동굴절검사기와 새로 개발된 사진굴절검사를 비교 분석하였다. VS100의 굴절이상도는 ARK-1a, Nvision K-5001과 비교하여 플러스 방향으로 측정되었으나 이는 조절의 영향을 덜 받기 때문이라고 생각되며, 그 차이값이 임상적인 관점에서 작다고 판단된다. VS100의 민감도는 87.7%, 특이도는 75.9%로 굴절이상도 측정에 유용하며 자각적 굴절검사와 높은 상관관계를 나타내었다. 결과적으로 사진굴절검사기

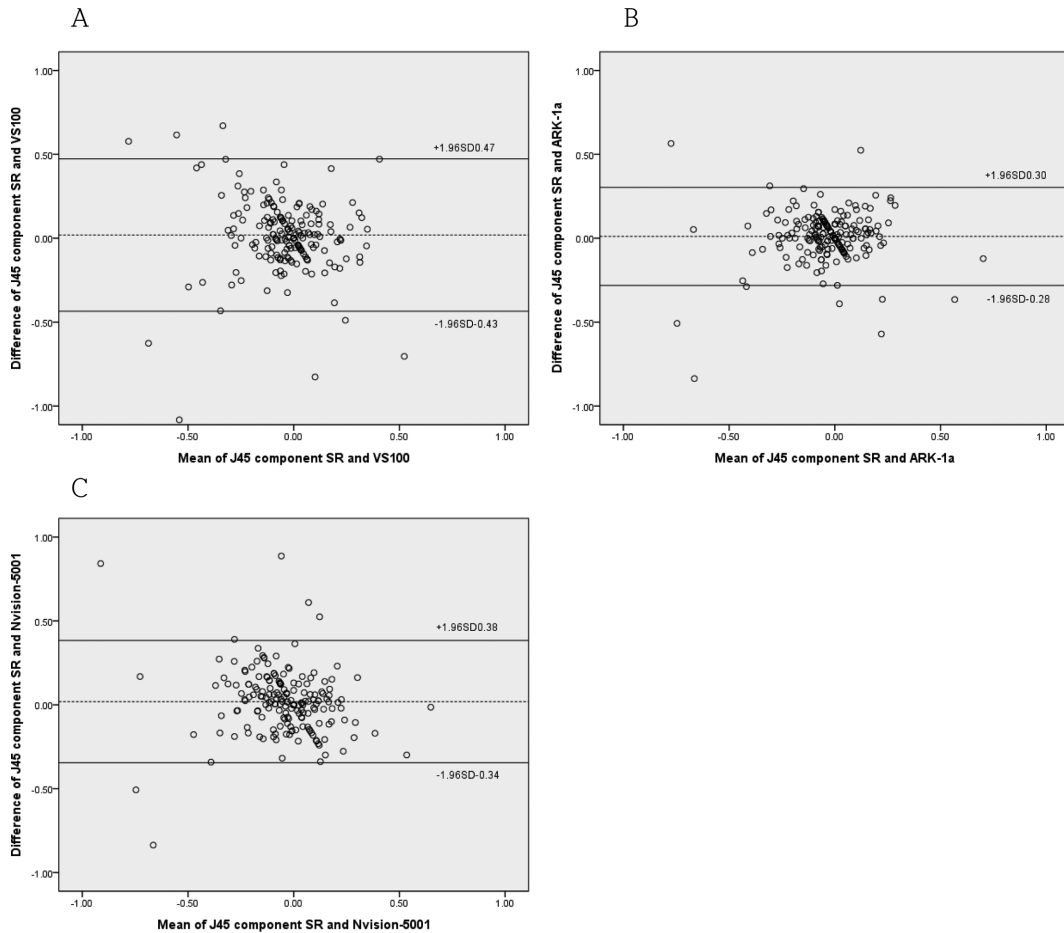


Fig. 3. The agreement in J_{45} component of three instruments with subjective refraction (A; SR_VS100, B; SR_ARK-1a, C; SR_Nvision K-5001).

는 양안이 개방되어 자연시 상태로 짧은 시간에 큰 오차 없이 굴절이상을 측정할 수 있고, 안위이상과 동공크기 등을 파악할 수 있어 자각적 검사의 예비검사로 사용가능한 검사기구가 될 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2017년도 광주보건대학교 교내 연구비의 지원을 받아 수행된 연구임(No.3017034).

REFERENCES

- [1] Kim MS, Choi YS, Lu WN, Lee K, Hwang JM, Wee WR et al. The development of an objective test for visual acuity assessment using optokinetic nystagmus stimuli presented head-mounted display: Seohan objective visual acuity test. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2000;41(4):871-878.
- [2] Kim TH, Ye KH, Kim JK, Sung AY. Repeatability assessment of autorefractor and accuracy analysis of refraction measurements by Fourier analysis. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2008;13(2):29-36.
- [3] Reeves BC, Hill AR, Carter SC, Sparrow J. Evaluation of two infrared autorefractors in pseudophakia. *Ophthalmic Physiol Opt.* 1992;12(4):405-410.
- [4] Elliott M, Simpson T, Richter D, Fonn D. Repeatability and accuracy of automated refraction: a comparison of the Nikon NRK-8000, the Nidek AR-1000, and subjective refraction. *Optom Vis Sci.* 1997;74(6):434-438.
- [5] Welch Allyn. Spot Vision Screener, 2014. <https://www.welchallyn.com/en/products/categories/physical-exam/eye-exam/vision-screeners/spot-vision-screener.html>(20 March 2018).
- [6] Arnold RW, Armitage MD. Performance of four new photoscreeners on pediatric patients with high risk amblyopia. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* 2014;51(1):46-52.
- [7] Thibos LN, Wheeler W, Horner D. Power vectors: an application of Fourier analysis to the description and statistical analysis of refractive error. *Optom Vis Sci.* 1997; 74(6):367-375.
- [8] Bland JM, Altman D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement.

- Lancet. 1986;327(8476):307-310.
- [9] Erdurmus M, Yagci R, Karadag R, Durmus M. A comparison of photorefractometer and retinoscopy in children. J AAPOS. 2007;11(6):606-611.
- [10] Lim JH, Bae GH, Shin SJ. Reliability and usefulness of refractive measurements by PlusoptiX S09 in children. J Korean Ophthalmol Soc. 2014;55(7):1071-1076.
- [11] Han DK, Kim JM, Lee KJ. Comparison of accuracy of the KR-8100P, Nvision K-5001 and KR-1W. Korean J Vis Sci. 2016;18(4):435-445.
- [12] Kim HS, Kim HS, Lee H. A comparison of subjective refraction and autorefractometer. Korean J Vis Sci, 2010; 12(4):283-290.
- [13] Cronje S, Harris WF. Short-term keratometric variation in the human eye. Optom Vis Sci. 1997;74(6):420-424.
- [14] Mah KC, Yi MH, Nam SH. Repeatability and accuracy of automated refraction (Topcon KR-7100P). J Health Info Stat. 1997;22(1):92-101.
- [15] Miller JM, Lessin HR, Ruben JB, Granet DB, Blocker RJ, Bradford GE et al. Instrument-based pediatric vision screening policy statement. Pediatrics. 2012;130(5):983-986.
- [16] Paech M. The Orinda Study: should the 'modified clinical technique' retain its 'gold standard' status as a vision screening tool?. Clin Exp Optom. 2010;93(1):31-36.
- [17] Schimitzek T, Haase W. Efficiency of a video-autorefractometer used as a screening device for amblyogenic factors. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2002;240(9): 710-716.
- [18] Peterseim MMW, Papa CE, Wilson ME, Davidson JD, Shtessel M, Husain M et al. The effectiveness of the Spot Vision Screener in detecting amblyopia risk factors. J AAPOS. 2014;18(6):539-542.
- [19] Howland HC. Optics of photoretinoscopy: results from ray tracing. Am J Optom Physiol Opt. 1985;62(9):621-625.
- [20] Bobier WR, Campbell MCW, McCreary CR, Power AM, Yang KC. Geometrical optical analysis of photorefractive methods. Ophthalmic Physiol Opt. 1992;12(2):147-152.

자동굴절검사와 자각적 굴절검사의 비교분석: 사진굴절검사기(VS100)를 중심으로

이경훈¹, 심현석^{2,*}

¹조선대학교 대학원 보건학과, 광주 61452

²광주보건대학교 안경광학과, 광주 62287

투고일(2018년 2월 10일), 수정일(2018년 3월 8일), 게재확정일(2018년 3월 19일)

목적: 자동굴절검사로 측정된 굴절이상도를 자각적 굴절검사와 비교분석하였다. **방법:** 성인 100명(200안, 평균연령 22.04±3.14세)을 대상으로 사진굴절검사기(VS100), 개방형 자동굴절계(Nvision k-5001), 폐쇄형 자동굴절계(ARK-1a)를 이용하여 굴절이상도를 측정하였고, power vector 성분(M, J₀, J₄₅)으로 변환하여 자각적 굴절검사와 비교하였다. **결과:** 자각적 굴절검사와 VS100의 평균값 차이는 M = -0.08±0.67 D, J₀ = -0.02±0.28 D, J₄₅ = 0.01±0.23 D로 측정되었고, 모든 성분에서 유의한 차이는 없었다(p>0.05). 정확도계수는 M = 1.313, J₀ = 0.564, J₄₅ = 0.454로 나타났다. 자각적 굴절검사와 ARK-1a의 평균값 차이는 M = 0.49±0.84 D, J₀ = -0.05±0.19 D, J₄₅ = 0.01±0.14 D로 측정되었고, M 성분과 J₀ 성분은 유의한 차이가 있었으며(p<0.05), J₄₅ 성분은 유의한 차이가 없었다(p>0.05). 정확도계수는 M = 1.664, J₀ = 0.372, J₄₅ = 0.292로 나타났다. 자각적 굴절검사와 Nvision K-5001의 평균값 차이는 M = 0.16±0.63 D, J₀ = -0.09±0.30 D, J₄₅ = 0.01±0.18 D로 측정되었고, M 성분과 J₀ 성분은 유의한 차이가 있었으며(p<0.05), J₄₅ 성분은 유의한 차이가 없었다(p>0.05). 정확도계수는 M = 1.250, J₀ = 0.603, J₄₅ = 0.364로 나타났다. **결론:** 자동굴절검사기의 굴절이상도를 비교분석한 결과 사진굴절검사기의 굴절력이 플러스 방향으로 측정되었으나 이는 조절의 영향을 덜 받기 때문이라고 생각되며, 그 차이값이 임상적인 관점에서 작다고 판단된다. VS100의 민감도는 87.7%, 특이도는 75.9%로 굴절이상도 측정에 유용하며 자각적 굴절검사와 높은 상관관계를 나타내었다. 사진굴절검사기는 양안이 개방되어 자연시 상태로 짧은 시간에 큰 오차 없이 굴절이상을 측정할 수 있어 자각적 굴절검사의 예비검사로 사용가능한 검사기구가 될 수 있을 것으로 생각된다.

주제어: 굴절이상도, 자동굴절검사, 자각적 굴절검사, 사진굴절검사기, VS100