

WaveScan 수차계의 굴절량과 현성굴절검사 및 자동굴절검사의 굴절량의 비교분석

박상준¹ · 위원량^{1,2} · 이진학^{1,2,3} · 김미금^{1,2}

서울대학교 의과대학 안과학교실¹, 서울대학교병원 임상의학연구소 서울인공안구센터², 분당서울대학교병원 안과³

목적: 근시안에서 WaveScan 수차계와 현성굴절검사 및 자동굴절검사의 굴절량을 비교하여 수차계로 측정한 굴절량의 정확도를 평가하고자 하였다.

대상과 방법: 2005년 2월에서 2007년 2월까지 본원에 굴절교정수술을 위해 내원한 환자의 의무기록을 후향적으로 조사하였다. 100명 200안을 대상으로 현성굴절검사, WaveScan, 자동굴절검사로 굴절량을 얻었다. 굴절량은 power vector(M, J₀, J₄₅ vector)로 변환하여 분석하였다.

결과: 평균 구면렌즈값은 -4.75D, 평균 원주렌즈값은 -0.66D였다. M, J₀, J₄₅에 대한 수차계와 현성굴절검사의 상관계수(R²)는 0.960, 0.852, 0.679였고, 수차계와 자동굴절검사의 상관계수(R²)는 0.963, 0.685, 0.516로 모두 유의한 상관관계를 보였다. M, J₀, J₄₅ Vector 간의 절대값의 차이는 수차계와 현성굴절검사는 -0.247D, 0.034D, -0.017D였고, 수차계와 자동굴절검사는 -0.068D, -0.055D, -0.052D였다.

결론: WaveScan 수차계로 측정한 굴절량은 다른 검사법에 비해 약간의 근시성 경향을 보이지만, 정확하고 신빙성 있는 측정치로 생각된다.

〈대한안과학회지 2009;50(5):684-690〉

임상적으로 굴절이상의 측정은 흔히 망막검명법을 이용한 현성굴절검사와 자동굴절검사를 이용한 굴절검사로 이루어져왔다. 최근 파면 측정기술이 발달하면서 안구 전체의 광학적인 지도를 얻을 수 있는 수차계가 보급되고 있으며, 이는 안구의 광학적인 지도를 Zernike 다항식으로 산술적으로 광학수차를 정량화 할 수 있다.¹ Zernike 다항식은 기존에 원주렌즈값과 구면렌즈값으로 표현되는 저위수차와 구면수차, 코마수차 등의 고위수차로 이루어졌으며, 안구 전체의 광학적인 특성을 표현해준다.^{1,2} Zernike 다항식의 저위수차는 기존의 굴절이상 측정법의 원주렌즈값과 구면렌즈값으로 표현되기 때문에, 수차계로 얻은 굴절이상값이 기존의 검사들과 비교하여 믿을 수 있는지를 알려는 시도가 있어왔다. Wang et al³은 WaveScan 수차계 및 Tracey 수차계(Tracey Technologies, Houston, USA)로 측정한 굴절량이 현성굴절검사로 얻은 굴절량과 높은 상관관계가 있음을 보고하였고, Reinstein et al⁴도 WASCA 수차계(Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany)로 측정한 굴절량이 현성굴절검사로 측정한 굴절량과 높은 상관관계가 있음을 보고하였다. 그리고 Cervino et al⁵은 OPD-Scan (NIDEK, Gama-

gori, Japan), WASCA, Allegretto (WaveLight Laser Technologies AG, Erlangen, Germany) 등의 세 가지 수차계로 측정한 굴절량과 Shin-Nippon SRW-5000 (Shin-Nippon Ltd, Tokyo, Japan) 자동굴절검사로 측정한 굴절량이 높은 상관관계가 있음을 보고하였다. 그렇지만 실제 환자의 굴절량을 얻는데 흔히 사용되는 자동굴절검사와 표준 굴절이상 측정법인 주관적 현성굴절검사와 수차계를 동시에 비교 분석한 연구는 없었다. 이에 본 연구에서는 주관적 현성굴절검사 및 자동굴절검사로 측정한 굴절량과 WaveScan 수차계로 측정한 굴절량을 비교분석하여 WaveScan 수차계로 측정된 구면렌즈 및 원주렌즈 굴절량의 정확도를 평가하고자 하였다.

대상과 방법

2005년 2월부터 2007년 2월까지 서울대학교병원에서 각막 굴절교정수술을 위해 내원한 환자들의 의무기록을 후향적으로 조사하였다. 포함기준으로 이전에 각막 수술이나 안구내 수술을 받은 경력이 없고, 각막의 흉터나 원추각막, 각막이영양증 등의 각막의 질환과 망막의 질환이 없으며, 콘택트렌즈를 사용한 적이 없거나, 사용자의 경우에는 일시적으로 착용을 중단한 환자들을 포함하였다. RGP 렌즈의 경우 최소 2주, 소프트렌즈의 경우 최소 1주 이상 착용을 중단한 후 검사를 시행하도록 하였다. 100명의 200안이 연구에 포함되었으며, 남자가 34명, 여자가 66명이었다. 이들의

■ 접 수 일: 2008년 9월 1일 ■ 심사통과일: 2009년 1월 14일

■ 통 신 저 자: 김 미 금

서울시 종로구 연건동 28
서울대학교병원 안과
Tel: 02-2072-2662, Fax: 02-741-3187
E-mail: kmk9@snu.ac.kr

Table 1. Best corrected visual acuity of patients

Visual acuity	Number	Percent	Cumulative percent
20/12.5	30	15%	14%
20/16	141	70.5%	85.5%
20/20	29	14.5%	100%

Table 2. Descriptive statistics of vector analysis

	WaveScan (D)	Manifest refraction (D)	Autorefracton (D)
M vector	-5.00±2.07	-4.75±2.04	-4.93±2.11
J ₀ vector	0.266±0.310	0.232±0.297	0.320±0.343
J ₄₅ vector	-0.028±0.190	-0.012±0.165	0.024±0.237

D=dioptr.

평균 나이는 26.7±5.9세로 19세에서 47세까지의 분포를 보였다.

한 사람의 숙련된 안과 의사가 모든 환자에서 세극등검사 및 안저검사를 시행하였고, 망막검영법으로 현성 굴절검사를 시행 후 이를 기초로 포롭터(phoropter) 교정을 통한 주관적 굴절검사를 시행하였다. 그 후 무산동 상태에서 자동굴절검사기 KR-7100 (Topcon, Tokyo, Japan)로 굴절량을 측정하였다. 마지막으로 WaveScan 수차계(Visx, Santa Clara, USA)로 조명을 켜지 않아 빛이 없는 상태에서 굴절량을 측정하였다.

WaveScan 수차계는 Hartman-Shack principle을 이용한 수차계이다. 이는 직경 1 mm 정도의 레이저광선을 황반부에 조사하여 황반부에서 반사되는 빛을 고체촬영소자(CCD) 카메라에서 기록하여 수차를 분석하는 원리이며, 이 반사된 빛은 수차에 따라 배열된 217개의 작은 렌즈에 기록되고, 이 값을 Zernike 다항식을 이용하여 수차를 산출한다.^{1,6,7}

WaveScan 수차계, 현성굴절검사 및 자동굴절검사로 구면렌즈, 원주렌즈, 축으로 이루어진 굴절량을 얻었으며, 이는 power vector analysis를 사용하여 분석하였다.^{8,9} Power vector analysis는 굴절량을 M 벡터, J₀ 벡터, J₄₅ 벡터의 세 가지 독립적인 벡터로 분해하는 분석 방법으로 M은 구면렌즈 대응치를 의미하며, J₀은 일반적인 원주렌즈 값에 대한 0도 축 벡터에서의 Jackson cross cylinder 대응치를 의미하며, J₄₅는 45도 축 벡터에서의 Jackson cross cylinder 대응치를 의미한다. 구면렌즈, 원주렌즈 및 축으로 이루어진 굴절량을 세 벡터로 변환하는 공식은 다음과 같다.

$$M=S+C/2$$

$$J_0=(-C/2)\cos(2\alpha)$$

$$J_{45}=(-C/2)\cos(2\alpha) \text{ (S=spherical, C=cylinder, } \alpha=\text{Axis)}$$

WaveScan 수차계와 주관적 현성굴절검사 및 자동굴절

검사의 상관관계를 분석하기 위해 각 검사의 M 벡터, J₀ 벡터, J₄₅ 벡터를 각각 Pearson 상관관계식을 이용하여 이변량 상관분석을 시행하였다.⁴

그리고 WaveScan 수차계와 현성굴절검사 및 자동굴절검사와의 평균을 비교하기 위해 각 벡터에 대해서 대응표본 *t* 검정을 이용하여 분석하였다.⁴ *p* 값이 0.05이하일 때 그 차이가 유의하다고 정의하였으며 자료 분석은 SPSS (Version 12.0K)를 사용하였다.

결 과

주관적인 현성굴절검사에서 평균 구면렌즈 대응치는 -4.75±2.04D (-0.875D~-9.75D)였으며, 평균 원주렌즈 수치는 -0.661±0.499D (0~-2.50D)였다. 최대교정시력은 logMAR 시력으로 누적 분석하였을 때, 20/12.5 이상이 29안 (14.5%), 20/16 이상이 170안 (85%), 20/20 이상이 200안 (100%)였다(Table 1).

WaveScan 수차계의 M, J₀, J₄₅와 주관적 현성굴절검사의 M, J₀, J₄₅의 이변량 상관관계 분석의 설명력(R²)은 각각 0.960 (Pearson correlation, *p*<0.001), 0.852 (Pearson correlation, *p*<0.001), 0.679 (Pearson correlation, *p*<0.001)이었으며, WaveScan 수차계의 M, J₀, J₄₅와 자동굴절검사의 M, J₀, J₄₅의 이변량 상관관계 분석의 설명력(R²)은 각각 0.963 (Pearson correlation, *p*<0.001), 0.685 (Pearson correlation, *p*<0.001), 0.516 (Pearson correlation, *p*<0.001)이었다(Fig. 1, Table 3).

WaveScan 수차계와 주관적 현성굴절검사, 자동굴절검사의 각 벡터 값들의 차이를 알아보기 위해서 각 검사들의 M, J₀, J₄₅ 간의 차이를 분석하였다. WaveScan 수차계의 M, J₀, J₄₅에서 주관적 현성굴절검사 및 자동굴절검사의 M, J₀, J₄₅를 뺀 값은 현성굴절검사의 경우에는 각각 -0.247±0.412D (-0.305

Table 3. Linear regression statistics with the vectors of the WaveScan

		Pearson correlation	R ²	p Value
WaveScan	M vector	0.980	0.960	<0.001
- Manifest refraction	J ₀ vector	0.923	0.852	<0.001
	J ₄₅ vector	0.825	0.679	<0.001
WaveScan	M vector	0.982	0.963	<0.001
- Autorefractor	J ₀ vector	0.829	0.685	<0.001
	J ₄₅ vector	0.720	0.516	<0.001

Table 4. Difference of the vectors between the instruments

		Difference (Mean±SD)	95% Confidence Interval	p Value
WaveScan	M vector	-0.247±0.412	-0.305, -0.189	<0.001
- Manifest refraction	J ₀ vector	0.034±0.120	0.017, 0.050	<0.001
	J ₄₅ vector	-0.017±0.107	-0.031, -0.002	0.031
WaveScan	M vector	-0.068±0.403	-0.124, -0.012	0.018
- Autorefractor	J ₀ vector	-0.055±0.194	-0.082, -0.028	<0.001
	J ₄₅ vector	-0.052±0.166	-0.075, -0.029	<0.001

to -0.189), 0.034±0.120D (0.017 to 0.050), -0.017±0.107D (-0.031 to -0.002)이었으며, 자동굴절검사의 경우에는 각각 -0.068±0.403D (-0.124 to -0.012), -0.055±0.194D (-0.082 to -0.028), -0.052±0.165D (-0.075 to -0.029)였다. 모든 벡터 값의 차이의 95% 신뢰구간은 0을 포함하지 않았다(Table 4).

고 찰

굴절이상의 정도를 측정하는 방법은 망막검영법을 이용한 굴절검사와 자동굴절검사를 이용한 자동굴절검사가 흔히 사용되고 있다. 망막검영법은 망막검영기로 빛을 환자의 동공에 비추면서 중앙의 구멍을 통하여 동공의 붉은 안저 반사를 확인하여 시행하는 방법이다. 반사된 빛의 초점이 눈의 위치와 일치하면 안저 반사로 보이는 빛띠가 움직이지 않으나, 초점이 일치하지 않으면 망막검영기의 방향과 같은 방향 또는 반대 방향으로 빛띠가 움직이며 이를 검영용 렌즈로 교정하여 굴절량을 구한다. 이와 달리, 자동굴절검사의 굴절량 측정 원리는 기계로 들어오는 이미지의 질을 평가하여 측정하는 방법과 두 개의 바늘구멍을 이용한 Scheiner 원리를 이용하는 방법, 망막검영법의 원리를 그대로 이용하는 방법 등 세 가지를 사용되었으나, 최근에 사용되는 대부분의 자동굴절검사는 Scheiner 원리를 이용하여 굴절량을 측정한다. 이 방법은 두 개의 발광다이오드의 빛이 바늘구멍을 지나 망막에서 반사되어 나오는 것을 인식하여 두개의 상이 하나로 합해질 때를 측정하여 굴절량을 구하는 방법

이다. 이 원리를 이용한 자동굴절검사의 정확도에 재현성에 대해서는 많은 연구가 있었다.¹⁰⁻¹⁴ King et al¹⁰은 Allergan Humphrey 500 autorefractor와 Nidek AR-1000 autorefractor를 이용하여 각각 448안과 160안에서 굴절량을 얻어 주관적 현성 굴절검사로 측정된 굴절량과 비교하였는데, 두 기종 모두 구면렌즈대응치에서 주관적 현성굴절검사에 비해 0.11D에서 0.23D 정도 근시성 경향이 관찰되지만 두 기종 모두 현성굴절검사와 높은 일치성이 관찰되었다고 보고하였다. Mallen et al¹¹은 Shin-Nippon SRW-5000을 이용하여 200안에서 굴절량을 측정하여 주관적 현성굴절검사로 얻은 굴절량과 비교하였으며 자동굴절검사의 굴절량이 0.16D 정도 원시성 경향이 관찰되지만, 주관적 현성굴절검사와 비교하였을 때 자동굴절검사는 정확하고 재현성이 높다고 보고하였다. 이상의 축적된 연구들로 자동굴절검사는 현성굴절검사와 비교하여 정확도와 재현성이 높음이 잘 알려져 있다. 최근 파면 측정기술의 발달로 굴절이상뿐만 아니라 고위수차까지 측정할 수 있는 수차계가 널리 보급되고 있다. 수차는 평면 파면이 광학매체를 통과한 후 이상적인 광학매체에서의 기대되는 상과 실제 상과의 차이를 말하며, 이 수차를 측정하는 수차계는 실제 상을 얻는 방법에 따라 3가지로 나뉘게 된다. 널리 사용되는 Hartmann-Shack wavefront analyzing device는 다양한 지점의 파장이 황반부에서 반사되어 나오는 것을 여러 개의 고체촬영소자(charge coupled device, CCD)로 인식해 편위를 기록하여 수차를 분석한다. 이에 비해, Tscherning device는 레이저 격자가 망막에 실제로 편위되는 정도를 가상의 파면영상과 비교하여 수차를

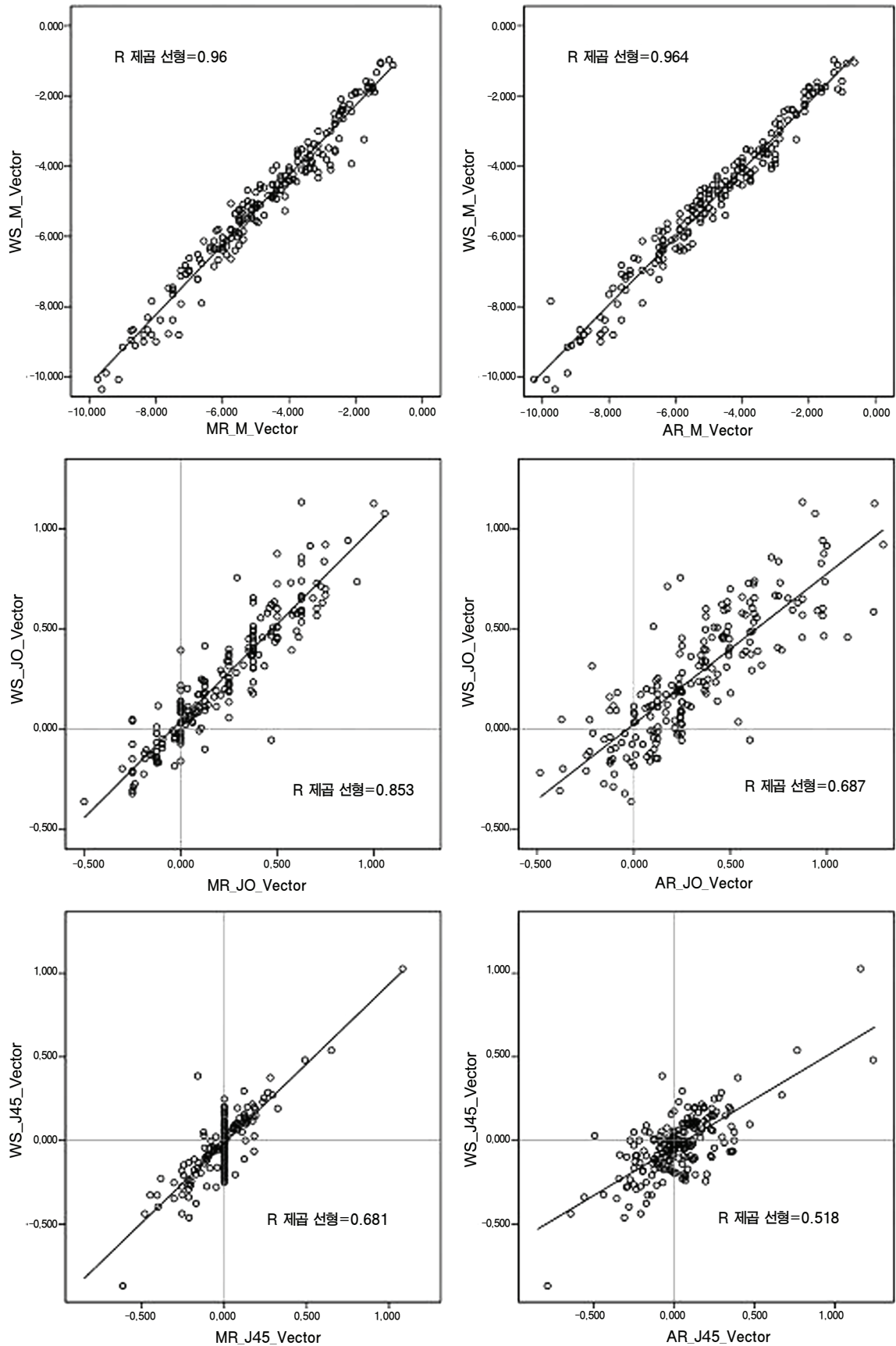


Figure 1. Correlation graphs and correlation coefficients.

측정하는 방법을 사용하며, 망막검영법의 방법을 이용하여 수차를 측정하는 기기도 개발되어 있다.¹⁵ 이와 같은 방법들로 얻어진 수차는 복잡한 파형으로 나타나게 되고 이를 분석하기 위해서 흔히 Zernike 다항식을 사용한다.² Zernike 다항식은 수차계에서 얻은 파형을 3차원 공간에 대응시켜 다항식으로 전개하는 방법으로 radial order와 angular frequency에 따라 기록한다. 1차항은 프리즘(prism)이다. 이는 파면의 기울어짐을 뜻하고 프리즘으로 교정되는 값이기에 파면의 이상을 나타내는 값은 아니다. 3차항 이상의 항목은 고위수차이다. 고위수차는 전통적인 방법의 굴절검사로 측정되지 않으며 수차를 이용하여 정량화되는 굴절이상이며 수차계로만 측정되는 항목이다. 2차항은 저위수차를 나타내며 defocus와 astigmatism으로 구성된다. Defocus는 얻어진 파면에서의 구면렌즈대응치를 의미하게 되고 astigmatism은 얻어진 파면의 원주렌즈 값을 의미한다.² Zernike 다항식의 2차항은 본 논문에서 굴절량을 비교분석하기 위해 사용한 power vector analysis와 같은 식을 사용하며, 방법에서 고찰했듯이 이 값들은 구면렌즈, 원주렌즈, 축으로 표현되는 굴절량으로 환산될 수 있다. 그렇지만 이렇게 얻은 굴절량은 고위수차를 포함하지 않는 값이기에 이론적으로 주관적 굴절검사의 굴절량과는 차이가 있을 수 있다. 따라서 본 논문에서는 수차계로 얻은 굴절량을 기존의 굴절검사방법으로 얻은 굴절량과 비교 분석하여 검사 자체의 정확도를 평가할 뿐 아니라 수차계로 얻은 굴절량과 주관적 굴절검사와의 이론적인 차이가 어떻게 나타나는지 평가하고자 하였다.

본 연구에서 WaveScan 수차계로 측정한 굴절량은 현성 굴절검사 및 자동굴절검사의 굴절량과 매우 높은 상관관계를 보였다. WaveScan 수차계로 얻은 굴절량은 현성굴절검사의 굴절량에 비해서 구면수차대응치를 기준으로 0.247D의 근시성 경향을 가졌으며, 자동굴절검사의 굴절량에 비해서는 0.068D의 근시성 경향을 가졌다. 다른 수차계 등을 이용하여 비슷한 연구들이 시행되어왔는데, Cervino et al⁵은 OPD-Scan, WASCA, Allegretto의 세 종류의 수차계로 얻은 굴절량과 자동굴절검사로 얻은 굴절량을 비교하였다. 이 연구에서는 M vector는 자동굴절검사와 높은 상관관계가 관찰되었으나, J₀ vector와 J₄₅ vector에서는 상관관계가 관찰되지 않았다. 이 세 기종으로 얻은 굴절량은 구면렌즈대응치를 기준으로 모두 자동굴절검사에 비해 근시성 경향이 관찰되었으며, 그 차이는 각각 0.406D, 0.511D, 0.434D였다. Reinstein et al⁴은 WASCA 수차계로 얻은 굴절량과 현성 굴절검사로 얻은 굴절량을 비교하였다. 이 연구에서는 M vector, J₀ vector, J₄₅ vector 모두에서 두 검사 간에 높은 상관관계가 관찰되었으며 구면렌즈대응치를 기준으로 WASCA 수차계가 현성굴절검사에 비해서 0.22D의 원시성경향이 관찰

되었다고 한다. 이와 같이 기존 연구에서도 수차계를 이용한 굴절량의 측정은 기존의 굴절량 측정 방법과 비교하여 높은 신뢰성을 가지고 있으나 기계별로 굴절량의 차이가 있음을 알 수 있다. Wang L et al³은 본 연구와 같은 WaveScan 수차계를 사용하여 현성굴절검사와의 비교를 시행하였으며, 정상안에서 수차계의 구면렌즈대응치가 현성굴절검사에 비해 0.35D의 근시성 경향을 보인다고 보고하였다. 이 연구는 본 연구에서 WaveScan 수차계가 현성굴절검사에 비해 0.247D의 근시성 경향을 보이는 것과 비슷한 결과를 보이고 있다.

본 연구에서와 같이 두 가지 검사가 일치하는지를 알기 위해서는 각각의 검사의 재현성이 중요하다.¹⁶ 본 연구에서는 각각의 검사를 반복하여 시행하지 않아, 본 연구 내에서는 각각의 검사의 재현성에 대해서는 확인할 수 없다. 그렇지만 위에서 언급한대로 자동굴절검사의 재현성이 뛰어나다는 사실은 잘 알려져 있으며, 주관적 굴절검사의 반복 시에도 굴절력 간에 유의한 차이는 보이지 않았다고 알려져 있다.^{17,18} 또한 Wang et al³은 WaveScan 수차계와 Tracey 수차계가 재현성이 높다고 보고하였으며, Nissman et al¹⁹은 3D Wave OPD Scan 수차계(NIDEK, Gamagori, Japan)의 첫번째 검사 값이 세 차례 시행한 평균값과 유의한 차이가 없음을 보고하였다. 이와 같이 본 연구에서 사용된 세 가지의 굴절량 측정 방법은 모두 재현성이 높은 것으로 알려져 있다.

이처럼 WaveScan 수차계를 이용한 굴절량의 측정은 주관적 현성굴절검사 및 자동굴절검사와 같은 기존의 굴절량 측정법과 비교하여 높은 상관관계를 보이고 있음을 알 수 있으며, 이는 기존에 발표된 수차계를 이용한 굴절량 측정에 대한 초기 보고들과 일치하는 결과임을 확인할 수 있었다. 따라서 WaveScan 수차계를 통한 굴절량의 측정은 굴절교정 수술 시 수술량을 정할 때, 임상적으로 신빙성 있는 자료로 사용할 수 있다고 생각된다.

참고문헌

- 1) Charman WN. Wavefront Aberration of the Eye: A Review. *Optom Vis Sci* 1991;68:574-83.
- 2) Wang JY, Silva DE. Wave-front interpretation with Zernike polynomials. *Applied Optics* 1980;19:1510-8.
- 3) Wang L, Wang N, Koch DD. Evaluation of refractive error measurements of the Wavescan Wavefront system and the Tracey Wavefront aberrometer. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:970-9.
- 4) Reinstein DZ, Archer TJ, Couch D. Accuracy of the WASCA aberrometer refraction compared to manifest refraction in myopia. *J Refract Surg* 2006;22:268-74.
- 5) Cervino A, Hosking SL, Rai GK, et al. Wavefront analyzers induce instrument myopia. *J Refract Surg* 2006;22:795-803.
- 6) Jeong JH, Kim MJ, Tchah HW. Clinical Comparison of Laser Ray Tracing Aberrometer and Shack-Hartmann Aberrometer J

- Korean Ophthalmol Soc 2006;47:1911-9.
- 7) Liang J, Grimm B, Goelz S, Bille JF. Objective measurement of wave aberrations of the human eye with the use of a Hartmann-Shack wave-front sensor. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis* 1994;11:1949-57.
 - 8) Thibos LN, Horner D. Power vector analysis of the optical outcome of refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:80-5.
 - 9) 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;74:367-75.
 - 10) Kinge B, Midelfart A, Jacobsen G. Clinical evaluation of the Allergan Humphrey 500 autorefractor and the Nidek AR-1000 autorefractor. *Br J Ophthalmol* 1996;80:35-9.
 - 11) Mallen EA, Wolffsohn JS, Gilmartin B, Tsujimura S. Clinical evaluation of the Shin-Nippon SRW-5000 autorefractor in adults. *Ophthalmic Physiol Opt* 2001;21:101-7.
 - 12) Gwiazda J, Weber C. Comparison of spherical equivalent refraction and astigmatism measured with three different models of autorefractors. *Optom Vis Sci* 2004;81:56-61.
 - 13) 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;74:434-8.
 - 14) Chat SW, Edwards MH. Clinical evaluation of the Shin-Nippon SRW-5000 autorefractor in children. *Ophthalmic Physiol Opt* 2001;21:87-100.
 - 15) Oh JR, Kim JS, Lee DH. The Change of Ocular Aberration after LASIK Surgery. *J Korean Ophthalmol Soc* 2003;44:278-83.
 - 16) Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1:307-10.
 - 17) Goss DA, Grosvenor T. Reliability of refraction—a literature review. *J Am Optom Assoc* 1996;67:619-30.
 - 18) Rosenfield M, Chiu NN. Repeatability of subjective and objective refraction. *Optom Vis Sci* 1995;72:577-9.
 - 19) Nissman SA, Tractenberg RE, Saba CM, et al. Accuracy, repeatability, and clinical application of spherocylindrical automated refraction using time-based wavefront aberrometry measurements. *Ophthalmology* 2006;113:577.

=ABSTRACT=

Comparison of WaveScan Aberrometer Refraction to Subjective Manifest Refraction and Autorefractor

Sang Jun Park, MD¹, Won Ryang Wee, MD^{1,2}, Jin Hak Lee, MD^{1,2,3}, Mee Kum Kim, MD^{1,2}

Department of Ophthalmology, Seoul National University College of Medicine,¹ Seoul, Korea
Seoul Artificial Eye Center, Seoul National University Hospital Clinical Research Institute,² Seoul, Korea
Department of Ophthalmology, Seoul National University Bundang Hospital,³ Sungnam, Korea

Purpose: To compare the accuracy of myopic refraction using an aberrometer (WaveScan, Visx, Santa Clara, CA, USA) with manifest refraction using retinoscopy and an autorefractor.

Methods: The medical records of 200 eyes in 100 patients who visited our clinic from February 2005 to February 2007 for refractive surgery were reviewed retrospectively. We compared the refractive errors obtained using an aberrometer, retinoscopy, and an autorefractor (KR-7100, Topcon, Tokyo, Japan). All of the measured refractive errors were converted to power vectors for statistical analysis. The power vectors consisted of the M vector (M), J₀ vector (J₀), and J₄₅ vector (J₄₅).

Results: The mean sphere was -4.75 diopters (D) and the mean cylinder was -0.66D with retinoscopy. Power vectors of the aberrometer (PVw) were highly correlated with power vectors of retinoscopy (PVr) and the autorefractor (PVa). The correlation coefficients (R₂) between PVw and PVr were 0.960 (M), 0.852 (J₀), and 0.679 (J₄₅) and the correlation coefficients between PVw and PVa were 0.963 (M), 0.685 (J₀), and 0.516 (J₄₅). Mean differences were -0.247 ± 0.412 D (M), 0.034 ± 0.120 D (J₀), and -0.017 ± 1.07 D (J₄₅) between PVw and PVr, and were -0.068 ± 0.403 D (M), -0.055 ± 0.194 D (J₀), and -0.052 ± 0.165 D (J₄₅) between PVw and PVa.

Conclusions: The measurement of refractive errors using a WaveScan aberrometer seems to be reliable and accurate, although some myopic shift was observed.

J Korean Ophthalmol Soc 2009;50(5):684-690

Key Words: Aberrometer, Autorefractor, Manifest refraction, Refraction

Address reprint requests to **Mee Kum Kim, MD**

Department of Ophthalmology, Seoul National University College of Medicine

#28 Yeongeon-dong, Jongno-gu, Seoul 110-744, Korea

Tel: 82-2-2072-2662, Fax: 82-2-741-3187, E-mail: kmk9@snu.ac.kr