

학령기 근시아동에서 비조절마비 자동굴절검사, 검영법, 조절마비 자동굴절검사에 의한 굴절검사값의 비교

김대영*,** · 이군자** · 박상배*** · 김효진****

*Zio 안경원

**을지대학교 안경광학과

***한국산업기술대학교 나노-광공학과

****백석대학교 보건학부 안경광학과

투고일(2010년 4월 30일), 수정일(2010년 6월 14일), 게재확정일(2010년 6월 19일)

목적: 학령기 근시 아동을 대상으로 조절마비 전과 후의 자동굴절검사값 및 검영법에 의한 굴절검사값을 비교하였다. **방법:** 6~14세 사이의 근시성 굴절이상 아동 105명(210안, 10.28±1.59세)을 대상으로 자동굴절검사와 검영기에 의한 굴절검사를 시행하고, 조절마비제를 점안한 후 자동굴절검사기를 이용하여 조절마비굴절검사를 실시하였다. **결과:** 자동굴절검사, 검영기에 의한 굴절검사 및 조절마비굴절검사는 서로 유의한 상관성을 보였으나 자동굴절검사로 측정된 검사값은 조절마비굴절검사값보다 근시도와 난시도에서 모두 큰 값으로 측정되었다($p < 0.001$). 210안 중 근시도와 난시도에서 -0.5 Diopter(D) 이상의 차이를 보인 경우는 각각 대상자의 40안(19%) 및 19안(9%)로 나타났다. 근시도와 난시도가 클수록 조절마비제에 의한 측정값의 차이가 더 크게 나타났다. **결론:** 학령기 근시아동의 경우 조절마비 전 자동굴절검사값은 검영법 및 조절마비 굴절검사값과 차이가 있기 때문에 안경처방 시 자각식 굴절검사가 반드시 필요하며, 회귀식으로부터 얻은 조절마비굴절검사값은 자각적 굴절검사 시 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

주제어: 근시, 비조절마비자동굴절검사, 검영기에 의한 굴절검사, 조절마비자동굴절검사

서 론

국내의 안경 착용률은 계속 증가하고 있는 추세로 2005년 현재 안경착용률은 44.7%로 전 국민의 절반정도가 안경을 착용하고 있으며 계속 증가하고 있는 추세이다^[1]. 특히 15세 이하의 소아 근시 아동의 경우 유병율은 낮지만 근시의 진행은 평균 0.67 ± 0.37 Diopter(D)/년의 증가를 보였고, 4~6세 아동의 경우 0.92 ± 0.33 D/년으로 가장 많은 증가를 보였으며, 학동기 말인 11~15세에서 0.35 ± 0.26 D/년으로 가장 적은 증가를 보이는 것으로 나타나^[2] 학령기 초기에 발생한 근시일수록 빠르게 진행됨을 알 수 있다. 따라서 소아 또는 학령기 아동에 대한 근시성 굴절이상의 조기발견과 이에 대한 적절한 시력교정은 매우 중요하다고 할 수 있다.

시력교정을 위한 굴절검사방법에는 자각적 굴절검사와 타각적 굴절검사가 있다. 자각적 굴절검사에는 피검자의

주관적인 의사표현에 기초를 두고 포롭터로 측정하는 방법, 안개법, 난시표 사용법, 교차원주 렌즈법 등이 이용되고 있고, 타각적 굴절검사에는 검영기(retinoscope)를 이용한 망막 검영법과 자동굴절검사기(auto-refractor)를 사용하는 방법이 있다. 망막 검영법은 검영기로 빛을 환자의 동공에 비추면서 안저 반사를 확인하여 굴절량을 결정하는 방법으로, 환자에게 5 m 이상 떨어진 물체를 주시하게 하여 조절휴지 상태에서 측정하거나 조절마비제를 점안한 후 측정한다. 검영법은 좋은 굴절검사방법이나 검사자의 주관적 판단이 많이 개입되고 검사자의 숙련 정도에 따라 측정값에 차이가 날 수 있다. 특히 어린이의 경우에는 검사할 때 어린이가 표적물체를 계속 주시하기 어렵기 때문에 정확한 측정이 안되는 경우가 많으며, 조절력이 강하기 때문에 검영법에 의한 검사값과 자각적 굴절검사값이 다른 경우가 있다.

자동굴절검사는 1937년 Collins에 의해 개발되었고 처음

발표된 이후 많이 발전되었고^[3] 조작에 특별한 기술이 필요하지 않아 검사시간이 적게 걸리고 간단히 시행할 수 있으며 반복 측정이 용이하다는 장점이 있다. 또한 자동운무법이 가능하여^[4] 조절자극을 최대한 배제하기 때문에 신뢰도와 정확성이 높아^[5] 편리하게 임상에서 활용되고 있다.

자동굴절검사기의 정확도와 재현성에 대해서는 많은 연구가 수행되었고 자동굴절검사로 측정된 굴절량이 검영기로 측정된 현성굴절검사값과 약간의 차이는 있지만 정확하고 재현성이 높아^[6-8], 시력검사과정에서 중요하게 사용되고 있으며^[9,10] 안경원이나 안과에서 자각식 굴절검사 전에 예비검사로 사용되고 있다.

그러나 자동굴절검사는 검영법에 의한 굴절검사보다 정확성이 떨어지고^[11] 자각적 검사와 양안 균형검사를 시행할 수 없다는 제한이 있으며^[12], 측정값이 자각적 굴절검사 결과와 차이가 있고^[13,14] 특히 조절력이 강한 소아의 경우에는 자각식 굴절검사값보다 마이너스 도수가 더 크게 측정된다고 보고되었다^[15]. 성인의 굴절검사에는 일반적으로 조절마비제를 투여하지 않고 굴절이상도를 측정하지만 조절력이 강한 어린 연령층에서는 조절마비제 검사가 원칙이고 실제 어린아이에서는 조절과 이완 상태의 조절력 차이가 15 D 정도 생길 수 있으므로 10세 이하 어린이의 굴절검사에는 조절마비제를 점안하여 굴절검사를 하는 것이 일반적이기 때문에 조절마비 후의 자동굴절검사의 경우, 안경처방이나 굴절이상 평가에 제한적으로 사용할 수 있다고 보고되었다^[16].

그러나 안경을 처방함에 있어 환자에게 가장 적합한 교정 굴절력을 처방하기 위해서는 자각식 굴절검사가 중요하며 이 때 자동굴절검사를 예비검사로 활용하고 있다. 특히 조절력이 큰 학령기 어린이의 굴절검사에는 조절마비 굴절검사가 중요하나 안경원에서 조절마비검사를 실시하는 것은 법률적인 제한이 있기 때문에 비조절마비 상태에서 측정된 자동굴절검사값과 조절마비 상태에서 측정된 굴절검사값의 차이값을 예측하여 자각식 굴절검사에 활용한다면 검사의 정확성을 좀 더 높일 수 있을 것으로 사료된다.

따라서 본 연구에서는 6~14세 사이의 근시성 굴절이상을 가진 학령기 아동을 대상으로 조절마비 전 자동굴절검사(자동굴절검사, Noncycloplegic Auto-refraction, AR), 조절마비 후 자동굴절검사(조절마비굴절검사, Cycloplegic refraction, CR) 및 검영기를 이용한 현성굴절검사(현성굴절검사, Manifest refraction, MR)를 실시하여 각각의 측정값을 비교하고 측정값 상호간의 상관성을 분석하였다.

대상 및 방법

1. 대상

2008년 8월부터 2009년 10월 까지 인천 Z 안경원을 방문한 6세에서 14세 이하의 -4.50 D 이하의 근시 아동으로 난시량이 -2.00 D 이하(등가구면굴절력 -0.25 D ~ -5.00 D)의 굴절력 범위를 가지고 교정시력이 0.9 이상인 아동을 대상으로 하였으며, 사시, 약시 및 굴절검사에 영향을 줄 수 있는 기타 안과적 질환이 발견되는 경우에는 연구 대상에서 제외하였다. 본 연구에 참여한 학령기 근시 아동 105명(210안)의 평균연령은 10.28±1.59세(6.60~14.10세) 이었고, 남녀 비율은 각각 55명(110안, 52.3%)과 50명(100안, 47.7%) 이었다(Table 1).

2. 방법

을지대학교 임상연구심의위원회(Institutional Review Board)의 규정에 따라 본 임상 연구에 참여한 모든 환자에게 대해 보호자로부터 환자동의서를 받았다. 근시성 굴절이상 학령기 아동에 대하여 자동굴절검사기(ARK-7100, TOPCON, Japan)를 이용하여 조절마비 전 자동굴절검사를 실시하고 조절력을 측정하였다. 이후 인천 소재 인근 S 안과에서 기본 안과검사로 안압검사와 안과전문의의 안저검사 후 조절마비제인 1% tropicamide를 점안하였으며 자동굴절검사기를 이용하여 조절마비굴절검사를 실시하였다. 그리고 3일 후에 조절마비효과가 완전히 사라진 후 검영기에 의한 현성굴절검사를 실시하였다. 본 연구에서 사용된 Tropicamide는 부교감신경 차단제로 작용시간이 짧고 빠르게 작용하여 일반적으로 많이 사용되는 산동제로 약 30분이면 효과를 나타내고 4시간 정도 지속되며, 조절마비효과는 1시간 후에는 거의 사라지는 약물이다^[17].

조절마비제의 영향을 알아보기 위하여 자동굴절검사값과 조절마비굴절검사값을 비교하였으며 현성굴절검사값과 자동굴절검사값 및 조절마비굴절검사값을 비교하여 상관성을 관찰하고 구면값과 난시값에 대하여 측정치 차이값을 구하고 조절력 및 연령에 분석하였다. 또한 각각의 방법에 의한 측정값의 차이가 굴절요소 별 ±0.5 D 이상의 차이를 보이는 아동에 대해서는 굴절력 유의성을 비교하

Table 1. Characteristics of subjects

	Mean±SD (Range)
Number of eyes	210
Age (year)	10.28±1.59 (6.60~14.10)
Accommodation (diopter)	13.20±4.30 (5.00~33.30)

였다. 굴절요소 평균값의 차이는 ANOVA 분석, t-test로 비교하였으며 Pearson correlation을 실시하여 상관성을 분석하였고 $p < 0.05$ 인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 하였다.

결 과

1. 등가구면굴절력을 기준으로 한 조절마비 전과 후의 자동굴절검사값 및 현성굴절검사값 비교

조절마비자동굴절검사에 의한 평균등가구면굴절력은 연령이 증가함에 따라 유의하게 증가하였으며($R = -0.294$, $p < 0.001$), (Fig. 1), 조절력은 연령이 증가함에 따라 유의하게 감소하였다($R = -0.353$, $p < 0.001$), (Fig. 2). 자동굴절검사값은 -2.77 ± 1.15 D, 현성굴절검사값은 -2.54 ± 1.13 D, 조절마비굴절검사값은 -2.49 ± 1.09 D로, 자동굴절검사값, 현성굴절검사값, 조절마비굴절검사값의 순서로 근시도가 낮게 측정되었으며, 현성굴절검사값과 조절마비굴절검사값은 차이가 없었으나($t = -0.785$, $p = 0.433$), 자동굴절검사값과 조절마비굴절검사값이 유의한 차이를 보여($t =$

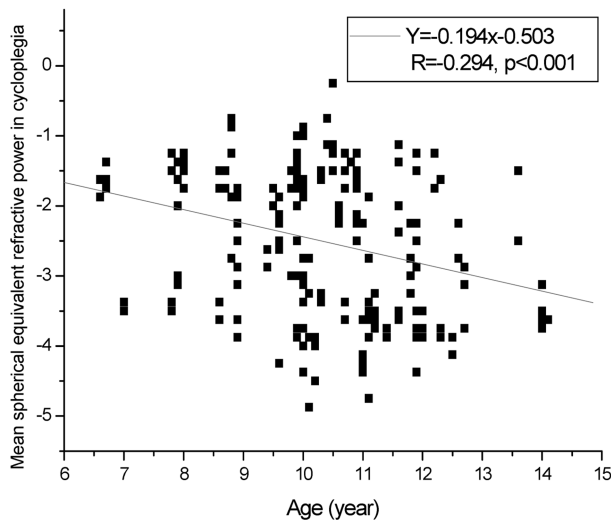


Fig. 1. Mean spherical equivalent refractive errors in cycloplegia with age (n=210 eyes).

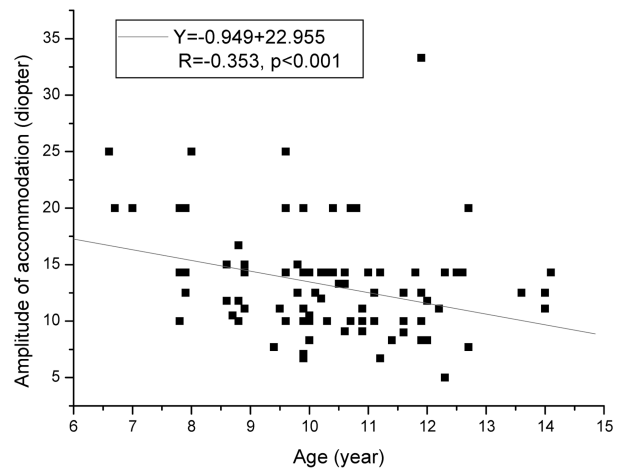


Fig. 2. Amplitude of accommodation with age (n=210 eyes).

2.537 , $p = 0.011$), 평균 -0.27 ± 0.23 ($-1.13 \sim 0.13$) D의 차이를 보였다(Table 2).

2. 구면굴절력을 기준으로 한 조절마비 전과 후의 자동굴절검사값 및 현성굴절검사값 비교

구면굴절력을 기준으로 자동굴절검사값은 -2.50 ± 1.13 D(범위 $-0.00 \sim -5.00$ D), 현성굴절검사값은 -2.41 ± 1.22 D(범위 $0.25 \sim -4.50$ D), 조절마비굴절검사값은 -2.29 ± 1.05 D(범위 $-0.50 \sim -4.50$ D)로 자동굴절검사값, 현성굴절검사값, 조절마비굴절검사값의 순서로 근시도가 낮게 측정되었다(Table 3). 결과 자동굴절검사값은 조절마비굴절검사값보다 평균 -0.20 ± 0.20 D 유의하게 높게 측정되었고($t = -14.58$, $p < 0.001$), 현성굴절검사값은 조절마비굴절검사값보다 근시도가 -0.12 ± 0.19 D 높게 측정되었다($t = -9.266$, $p < 0.001$) (Table 3).

조절마비 전과 후의 구면굴절력의 차이는 나이($R = -0.172$, $p = 0.362$) 및 조절력($R = -0.080$, $p = 0.264$)과 상관성이 없으나 마이너스 구면굴절력이 클수록 차이값이 더 크게 나타났다($R = 0.595$, $p < 0.001$). 자동굴절검사로 측정된 근시값을 기준으로 -3.00 D 미만(126안, 평균 구면

Table 2. Spherical equivalent refractive errors measured by auto-refraction, manifest refraction and cycloplegic refraction of subjects (n=210 eyes)

	Mean±SD (Range)	ANOVA test	Difference between AR & CR measurements Mean±SD (Range)	Difference between MR & CR measurements Mean±SD (Range)
MSER in AR (diopter)	-2.77 ± 1.15 ($-0.38 \sim -5.38$)	F=31.422 p<0.0001	-0.27 ± 0.23 ($-1.13 \sim 0.13$)	-0.09 ± 0.21 ($-0.75 \sim 0.63$)
MSER in MR (diopter)	-2.54 ± 1.13 ($-0.13 \sim -4.88$)		t=2.537	t=-0.785
MSER in CR (diopter)	-2.49 ± 1.09 ($-0.13 \sim -4.88$)		p=0.011	p=0.433

MSER: mean spherical equivalent refraction, AR: noncycloplegic auto-refraction, CR: cycloplegic auto-refraction, MR: manifest refraction.

Table 3. Spherical refractive errors by auto-refraction, manifest refraction and cycloplegic refraction of subjects (n=210 eyes)

	Mean±SD (Range)	ANOVA test	Difference between AR & CR measurements Mean±SD (Range)	Difference between AR & MR measurements Mean±SD (Range)	Difference between MR & CR measurements Mean±SD (Range)
Spherical power in AR (diopter)	-2.50±1.13 (-0.00~-5.00)	F=1.869 p=0.155	-0.20±0.20 (-1~0.25)	-0.08±0.23 (-0.10~0.50)	-0.12±0.19 (-0.75~0.25)
Spherical power in MR (diopter)	-2.41±1.22 (0.25~-4.50)		t=-14.580, p<0.001	t=-5.101, p<0.001	t=-9.266, p<0.001
Spherical power in CR (diopter)	-2.29±1.05 (-0.50~-4.50)				

AR: noncycloplegic auto-refraction, CR: cycloplegic auto-refraction, MR: manifest refraction.

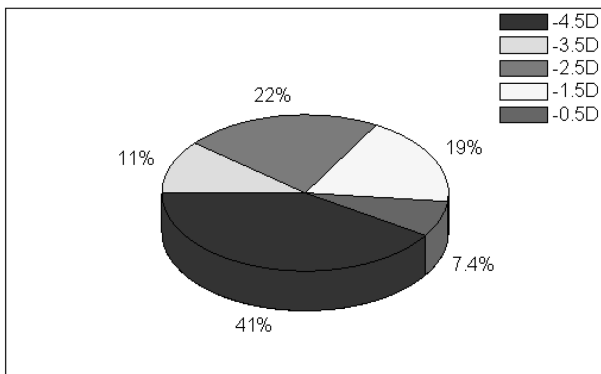


Fig. 3. Percentage of eyes showed discrepancy in the spherical refractions by the cycloplegia (n=40 eyes).

굴절력 -1.69 ± 0.63 D인 대상자와 -3.00 D 이상(84안, 평균 구면굴절력 -3.68 ± 0.54 D)의 구면굴절력 차이값은 각각 -0.12 ± 0.02 D와 -0.32 ± 0.04 D로 굴절이상도가 다른 그룹에서는 유의한 차이가 있었다($t=-8.090$, $p<0.001$), (Table 4).

조절마비 전과 후의 구면굴절력값이 ± 0.5 D 이상의 차이를 보인 경우는 210안 중 40안으로 대상자의 19%를 차지하였으며, 0.25~-1.00 D의 범위 내에서 차이를 보였다 (Fig. 3). 자동굴절검사값과 현성굴절검사값이 ± 0.5 D 이상의 차이를 보인 경우는 210안 중 24안으로 대상자의 11.4%를 차지하였으며 0.50~-1.00 D의 범위 내에서 차이를 보였다.

3. 원주굴절력을 기준으로 한 조절마비 전과 후의 자동굴절검사값 및 현성굴절검사값 비교

자동굴절검사에서 대상안의 원주굴절력은 -0.55 ± 0.20 D(범위 0.25~-1.75 D), 현성굴절검사값은 -0.34 ± 0.17 D(범위 0.00~-1.50 D), 조절마비굴절검사값은 -0.41 ± 0.17 D(범위 0.00~-1.50 D)로 자동굴절검사, 조절마비굴절검사, 현성굴절검사의 순서로 난시도가 낮게 측정되었다($F=12.935$, $p<0.001$), (Table 5).

조절마비굴절검사값은 자동굴절검사값보다 평균 -0.14 ± 0.22 D(범위 $-1.50 \sim 0.50$ D) 낮게($t=-3.33$, $p<0.001$), 현성굴절검사값보다는 평균 $+0.07 \pm 0.16$ D(범위 $-0.75 \sim 0.50$ D) 높게 측정되었다($t=4.905$, $p<0.001$). 조절마비 전과 후의 난시도 차이값이 -1.00 D 미만인 아동(166안, 평균 원주굴절력 -0.37 ± 0.29 D)에서는 -0.11 ± 0.03 D, -1.00 D 이상인 아동(44안, 평균 원주굴절력 -1.22 ± 0.24 D)에서는 -0.25 ± 0.10 D로 굴절이상도에 따라 유의한 차이를 보였다($t=3.85$, $p<0.001$), (Table 6). 조절마비 전과 후의 원주굴절력이 ± 0.5 D 이상의 차이를 보인 경우는 210안 중 19안으로 대상자의 9.0%로 나타났고 $-0.50 \sim -1.50$ D의 범위에서 차이를 보였다.

4. 조절마비 전과 후 자동굴절검사측정값의 상관관계

조절마비 전과 후의 자동굴절검사로 측정한 검사값은 다르게 측정되었으나 서로 유의한 상관성을 보여주었다. 조절마비 전 후의 자동굴절검사로 측정한 구면굴절력은

Table 4. Discrepancy in the spherical power between noncycloplegic and cycloplegic auto-refraction according to the myopic groups (n=210 eyes)

	Spherical power		t-test
	<-3.00 D	>-3.00 D	
Number of eyes	126	84	
Spherical power in AR (diopter)	-1.69 ± 0.63	-3.68 ± 0.54	
Amount of discrepancy in the spherical component (diopter)	-0.13 ± 0.02	-0.32 ± 0.04	$t=-8.090$, $p<0.001$

AR: noncycloplegic auto-refraction, CR: cycloplegic auto-refraction, MR: manifest refraction.

Table 5. Cylindrical refractive errors by auto-refraction, manifest refraction and cycloplegic refraction of subjects (n=210 eyes)

	Mean±SD (Range)	ANOVA test	Difference between AR & CR measurements Mean±SD (Range)	Difference between AR & MR measurements Mean±SD (Range)	Difference between MR & CR measurements Mean±SD (Range)
Cylindrical power in AR (diopter)	-0.55±0.20 (0.25~-1.75)	F=12.935 p<0.001	-0.14±0.22 (-1.50~0.50)	-0.21±0.28 (-1.50~0.50)	+0.07±0.16 (-0.75~0.50)
Cylindrical power in MR (diopter)	-0.34±0.17 (0.00~-1.50)		t=-3.330, p<0.001	t=-10.85, p<0.001	t=4.905, p<0.001
Cylindrical power in CR (diopter)	-0.41±0.17 (0.00~-1.50)				

Table 6. Discrepancy in the cylindrical powers between noncycloplegic and cycloplegic auto-refraction according to the cylindrical power

	Cylinder power		t-test
	<-1.00 D	>-1.00 D	
Number of eyes	166	44	
Cylindrical power in AR (diopter)	-0.37±0.29	-1.22±0.24	
Amount of discrepancy in the cylindrical component (diopter)	-0.11±0.03	-0.25±0.10	t=3.850, p<0.001

AR: noncycloplegic auto-refraction, CR: cycloplegic auto-refraction, MR: manifest refraction.

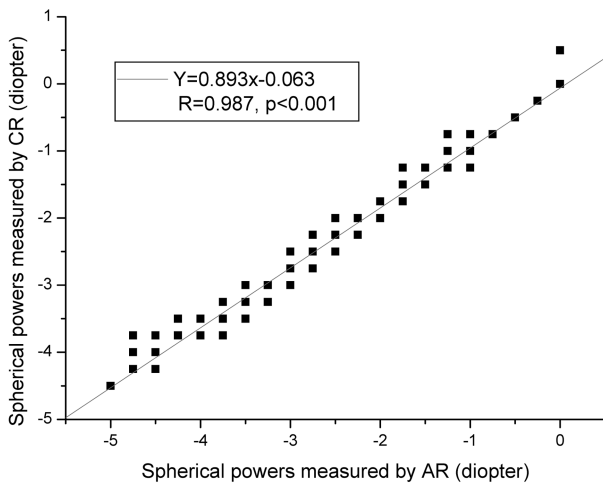


Fig. 4. Regression in the spherical powers between auto-refraction and cycloplegic refraction.

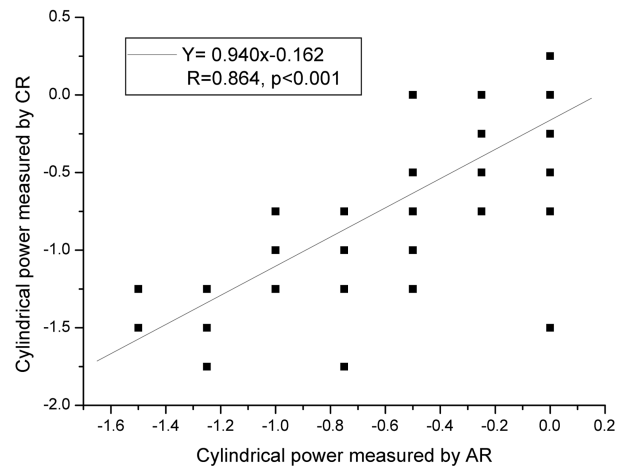


Fig. 5. Regression in the cylindrical powers between auto-refraction and cycloplegic refraction.

높은 상관성을 보였으며(R=0.987, p<0.001), (Fig. 4), 조절마비 전과 후 자동굴절검사값에 대한 회귀식은 식 (1)과 같다. 조절마비 전 후의 자동굴절검사로 측정된 원주굴절력도 높은 상관성을 보였고(R=0.864, p<0.001) (Fig. 5) 검사값에 대한 회귀식은 식 (2)와 같다.

$$CR(Sph) = AR \times 0.893 - 0.063 \quad (1)$$

(CR: cycloplegic refraction, AR: auto-refraction)

$$CR(cyl) = AR \times 0.940 - 0.162 \quad (2)$$

(CR: cycloplegic refraction, AR: auto-refraction)

고찰

일반적으로 성장기에 있는 아동에 대해서는 조절마비제를 이용한 약물굴절검사를 실시하여 조절연축에 의한 가성근시의 존재 유무를 확인하고, 굴절검사를 통해 확인된 현성 근시에 대해서도 그 진행을 억제할 수 있도록 저교정의 원칙을 적용하고 있다.

자동굴절검사는 쉽게 사용할 수 있으나 Wong 등^[18]은 조절마비 후 자동굴절검사가 부정확하다고 하였고, Keech 등^[19]은 굴절검사에 조절마비제의 영향이 없다고 하였으나, 조절력이 강한 소아에서 시행할 경우 조절마비검사값

보다 근시도가 높게 측정된다고 하였다^[14,15]. 자동굴절검사기에 의한 굴절검사값은 종합적인 검사결과와 차이가 있으며^[13], 안경이나 렌즈 처방을 할 경우 자동굴절검사기에 의존하면 위험하다고 보고되었다^[14]. 특히 소아의 경우에는 성인에 비해 조절력이 강하기 때문에 자동굴절검사로 정확한 굴절력 검사가 어려울 수 있어 조절마비 후에 굴절검사를 시행하지만 조절마비 굴절검사가 14세 이하 모든 연령에 반드시 필요한지에 대해서는 논란의 여지가 있다^[20].

자동굴절검사기 사용의 유용성 논란에도 불구하고 자동굴절검사기는 사용이 편리하고 빠르게 검사할 수 있는 여러 장점이 있어 안과병원은 물론 안경원에서 굴절이상을 측정하기 전 예비검사에 많이 이용되고 있다. 현재 사용하는 자동굴절검사기는 피검자의 조절을 이완시키도록(자동안개법) 디자인되어 있어 조절에 따른 오차를 줄이고 있으나 조절에 따른 굴절력의 변화를 완전히 제어하는데 한계가 있으며^[21] 소아의 경우 자동굴절검사값과 현성굴절검사값은 차이가 많다고 보고되었다^[16,22-24].

Kinge 등^[24]은 자동굴절검사기에 따라 차이는 있지만 자동굴절검사값은 현성굴절검사값보다 $-0.11 \sim -0.23$ D 정도 근시성으로 측정된다고 하였다. Rotsos 등^[25]은 3세에서 15세 사이의 아동 142명을 대상으로 한 자동굴절검사와 조절마비굴절검사 및 검영법에 의한 굴절검사에서 근시안의 경우 자동굴절검사값이 조절마비굴절검사 및 검영기에 의한 굴절검사보다 근시도가 -0.50 D 이상 유의하게 큰 값으로 측정되었다고 하였고, 정 등^[26]도 자동굴절검사기를 이용한 조절마비 전 검사값이 조절마비 후 검사값보다 -0.63 D 높게 측정되었다고 하였으며, 검영법을 이용한 현성굴절검사에서도 조절마비 전 검사값이 조절마비 후 검사값보다 -0.15 D 높게 나타났다고 하였다. Funarunart 등^[27]은 태국 학령기 어린이를 대상으로 조사한 결과 조절마비 전과 후 자동굴절검사값의 차이는 구면굴절력이 -0.85 D, 원주굴절력이 -0.18 D로 나타났다고 보고하였다. 본 연구 결과에서는 6~14세 사이의 근시안 105명을 대상으로 ARK-7100(TOPCON) 자동굴절검사기로 굴절검사를 시행한 결과 등가구면굴절력은 자동굴절검사, 현성굴절검사, 조절마비굴절검사의 순서로 근시도가 낮게 측정되었고, 현성굴절검사값과 조절마비굴절검사값의 차이는 유의하지 않았으나 자동굴절검사값은 조절마비굴절검사값보다 유의하게 -0.27 ± 0.23 D 높게 측정되었다. 구면굴절력은 자동굴절검사값, 현성굴절검사값, 조절마비굴절검사값의 순서로 근시도가 낮게 측정되었고, 자동굴절검사값은 조절마비굴절검사값보다 평균 -0.20 ± 0.20 D 높게 측정되었다. 원주굴절력은 자동굴절검사값, 조절마비굴절검사값, 현성굴절검사값의 순서로 낮게 측정되었고 자동굴절검사

값은 조절마비굴절검사값보다 평균 -0.14 ± 0.22 D 높게 측정되었다.

Charman 등^[28]은 자각식굴절검사는 동공크기에 영향을 적게 받으나 타각식 굴절검사는 동공크기에 따라 영향을 받기 때문에 산동 시 굴절검사값이 축동 시보다 구면도수에서 근시도가 0.5 D 이상 더 크게 측정된다고 하였고, Wang 등^[12]은 조절마비검사값은 산동된 동공에 의해 초점심도가 감소하고 구면수차가 검사값에 영향을 주어 부정확하다고 하였다. 산동 시에는 망막 30도 이내의 부위에 평균 광역치가 감소하기 때문에^[29,30] 광역치의 감소도 굴절력에 영향을 줄 수 있으리라 추측할 수 있다. 또한 자동굴절검사의 경우 근시안동이 갖고 있는 조절력이 모두 이완되지 않은 상태에서 측정이 되었기 때문에 굴절력에 영향을 줄 수 있으며 현성굴절검사에서 난시값이 낮게 측정된 것은 검사자의 주관에 따라 측정값이 결정되기 때문으로 추측된다.

Perrigin 등^[31]은 어린아이의 경우 조절이 많이 유발되어 자동굴절검사값과 현성굴절검사값의 차이가 크다고 하였고, 최 등^[20]은 나이가 많은 근시안에서는 조절마비에 따른 검사값의 차이가 유의하게 감소하였다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 구면굴절력과 원주굴절력의 차이가 모두 연령 및 조절력과 상관성이 없었고, 근시도와 난시도가 높은 그룹이 낮은 그룹보다 측정값에서 차이가 더 크게 나타났다.

김 및 장^[14]은 구면굴절력에서 자동굴절검사값과 현성굴절검사값이 ± 0.5 D 이상의 오차가 발생한 경우가 7~10세 군에서는 38~50.0%, 11~12세 군에서는 20%이며 원주굴절력은 7~10세 군에서는 38~52.4%, 11~12세 군에서는 48%로 보고하였고, 조절마비굴절검사값과 현성굴절검사값이 ± 0.5 D 이상의 오차가 발생한 경우가 7~10세 군에서는 33.3~47.6%, 11~12세 군에서는 36%이며 원주굴절력은 7~10세 군에서는 47.6~52.4%, 11~12세 군에서는 44%로 나이가 어릴수록 자동굴절검사값과 현성굴절검사값의 차이가 커지며 특히 8세 이하의 어린이에서는 현저히 증가한다고 하였다. 본 연구에서는 6~14세 어린이를 대상으로 자동굴절검사값과 현성굴절검사값이 ± 0.5 D 이상의 차이를 보인 경우는 210안 중 24안으로 대상안의 11.4%로 나타났다.

Funarunart 등^[27]은 6~13세 사이의 어린이에서 조절마비 전 후 자동굴절검사값이 ± 0.5 D 이내의 차이를 보인 경우가 31.25%라고 하였고, Bannan^[22]은 8~52세 전 연령층을 대상으로 자동굴절검사값과 현성굴절검사값을 비교한 결과 구면도수는 15%, 원주도수는 8%, 등가구면굴절력은 18%에서 ± 0.5 D 이내의 차이를 보고하였다. 본 연구에서는 6~14세 어린이를 대상으로 자동굴절검사기로 측정된 조절마비 전과 후의 구면굴절검사값이 ± 0.5 D 이상의 차

이를 보인 경우는 대상안 210안 중 19%, 원주굴절력이 ± 0.5 D 이상의 차이를 보인 경우는 대상안 210안 중 8%로 김 및 장^[14]의 결과보다 낮게 나왔고 Bannan^[22]의 결과와 유사하게 나타났다.

본 연구결과에서는 자동굴절검사값과 조절마비굴절검사값은 서로 유의한 차이가 있었고, 조절마비 전과 후의 자동굴절검사 측정값이 ± 0.5 D 이상의 차이를 보인 경우는 근시안(210안) 중 근시도와 난시도에서 각각 40안(19%) 및 17안(8%)으로 나타났고 굴절이상도가 높은 아동의 경우 검사값의 차이가 더 큰 것으로 나타났다.

조절력이 큰 어린이의 경우 검영기에 의한 굴절검사나 자각식굴절검사로 측정하는 경우에는 조절마비 전과 후의 굴절력의 변화가 크지 않아 굴절이상도를 정확히 screen할 때 사용할 수 있지만 자동굴절검사의 경우에는 비조절마비 상태에서는 근시도가 더 마이너스 도수로 측정될 수 있다고 보고되었고^[32] 본 연구결과에서도 그 차이를 확인하였다. 따라서 자동굴절검사가 자동운무법이 가능하여 조절자극을 최대한 배제하나 근시도가 높은 학령기 근시 아동의 경우 조절마비 자동굴절검사값과 차이가 있기 때문에 안경처방 시 자각식 굴절검사의 중요성이 강조되며 자동굴절검사로 굴절력을 측정할 때에는 주의가 요망된다. 도출된 회귀식으로부터 얻은 조절마비굴절검사값은 자각적 굴절검사 시 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

결 론

본 연구결과는 6세에서 14세 이하의 -4.50 D 이하의 근시이며 난시량이 -2.00 D 이하(등가구면굴절력 -0.25 D ~ -5.00 D)의 굴절력을 가지고 교정시력이 0.9 이상인 학령기 근시 아동 105명(210안)을 대상으로 자동굴절검사, 현성굴절검사 및 조절마비굴절검사를 시행하고 측정값을 비교한 결과 굴절검사방법에 따라 검사값은 유의한 차이를 보였고, 자동굴절검사값이 근시도와 난시도에서 모두 높은 값으로 측정되었다. 자동굴절검사값은 조절마비굴절검사값보다 등가구면굴절력은 평균 -0.27 ± 0.23 D 높게, 구면굴절력은 평균 -0.20 ± 0.20 D 높게, 원주굴절력은 평균 -0.14 ± 0.22 D 높게 측정되었다. 또한 굴절검사값이 ± 0.5 D 이상의 오차를 보인 경우가 근시도와 난시도에서 각각 전체 대상안(210안) 중 40안(19%) 및 17안(8%)로 나타났으며, 근시도와 난시도가 높은 그룹이 낮은 그룹보다 검사방법에 따른 측정값의 차이가 더 크게 나타나 안경처방 시 자각식 굴절검사가 반드시 필요하며, 회귀식으로부터 얻은 조절마비굴절검사값은 자각적 굴절검사 시 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] 한국궤림조사연구소, “2005 전국 안경사용율 조사보고서”, (2006).
- [2] 김승영, 민병무, “소아 근시 발생연령에 따른 근시 진행”, 대한안과학회지, 39(4):99-105(1998).
- [3] Duane T. D., and Jaeger E. A., “Automated clinical refraction: in Clinical Ophthalmology”, 2nd ed., Harper & Low, Philadelphia, USA, pp. 5-8(1983).
- [4] David B Henson. “Optometric Instrumentation”, 2nd ed., Butterworth-Heinemann. London, UK, pp. 157-184(1996).
- [5] 마기중, 이명하, “자동굴절검사(Topcon KR-7100P)의 신뢰도 및 정확도”, 한국보건통계학회지, 22(1):92-102(1997).
- [6] Gwiazda J., and Weber C., “Comparison of spherical equivalent refraction and astigmatism measured with three different models of autorefractors”, Optom. Vis. Sci., 81(1):56-61(2004).
- [7] Elliott M., Simpson T., Richter D., and Fonn D., “Repeatability and accuracy of automated refraction: a comparison of the Nikon MRK-8000, the Nidek AR-1000, and subjective refraction”, Optom. Vis. Sci., 74(6):434-438(1997).
- [8] Chat S. W., and Edwards M. H., “Clinical evaluation of the Shin-Nippon SRW-5000 autorefractor in children”, Ophthalmic Physiol. Opt., 21(2):87-100(2001).
- [9] Helveston E. M., Pachtman M. A., Cadera W., Ellis F. D., Emmerson M., and Weber J. C., “Clinical evaluation of the Nidek AR autorefractor”, J. Pediatr. Ophthalmol. Strabismus, 21(3):227-230(1984).
- [10] 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).
- [11] Jorge J., Aueiros A., Almeida J. B., and Parafita M. A., “Retinoscopy/autorefractometry: which is the best starting point for a noncycloplegic refraction?”, Optom. Vis. Sci., 82(1):64-68(2005).
- [12] Wong E. K. Jr., Patella V. M., and Pratt M. V., “Clinical evaluation of Humphrey automatic refractor”, Arch. Ophthalmol., 102(6):870-875(1984).
- [13] 김용식, 안효숙, 진용한, “자동굴절검사의 정확도에 대한 연구”, 대한안과학회지, 36(12):2207-2212(1995).
- [14] 김민섭, 장혜란, “소아에서 조절마비전과 후에 시행한 자동굴절검사의 연령별 분석”, 대한안과학회지, 39(4):728-734(1998).
- [15] Choong Y. F., Chen A. H., and Goh P. P., “A comparison of autorefractometry and subjective refraction with and without cycloplegia in primary school children”, Am. J. Ophthalmol., 142(1):68-74(2006).
- [16] 정지웅, 김용은 백혜정, “소아에서 자동굴절검사와 수동굴절검사의 연령대별 비교”, 대한안과학회지, 46(11): 1931-1935(2005).
- [17] Milder B., “Tropicamide as a cycloplegic agent”, Arch. Ophthalmol., 4(5):341-343(1961).
- [18] Wong E. K. Jr., Patella V. M., and Pratt M. V., “Clinical

- evaluation of Humphrey automatic refractor", *Arch. Ophthalmol.*, 102(9):870-875(1984).
- [19] Keech P. M., "The effect of cycloplegia on the determination of refractive error by the ophthalmometron", *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 56(3):228-230(1979).
- [20] 최문정, 백승희, 공상묵, "소아에서 조절마비 전과 후에 시행한 자동굴절검사와 검사자에 의한 굴절검사의 비교", *대한안과학회지*, 46(5):837-846(2005).
- [21] Gallagher J. T., and Citek K. A., "Badal optical stimulator for the Canon AutoRef R-1 optometer", *Optom. Vis. Sci.*, 72(4):276-278(1995).
- [22] Bannon R. E., "A new automated subjective optometer", *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 54(6):433-438(1977).
- [23] Woo G. C., and Woodruff M. E., "Subjective refraction system: comparison with phoropter measures", *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 55(7):591-596(1978).
- [24] Kinge B., Midelfart A., and Jacobsen G., "Clinical evaluation of the Allergan Humphrey 500 autorefractor and the Nidek AR-1000 autorefractor", *Br. J. Ophthalmol.*, 80(1):35-39(1996).
- [25] Rotsos T., Grigoriou D., Kokkolak A., and Manios N., "A comparison of manifest refractions, cycloplegic refractions and retinoscopy on the RMA-3000 autorefractometer in children aged 3-15 years", *Clinical Ophthalmology*, 3(6):429-431(2009).
- [26] 정지원, 김태훈, 성아영, "조절마비제를 사용한 자동굴절 검사법과 검영법의 비교", *대한시과학회지*, 9(3):283-289(2007).
- [27] Funarunart P., Tengtrisorn S., Sangsupawanich P., and Siangyai P., "Accuracy of noncycloplegic refraction in primary school children in southern Thailand", *J. Med. Assoc. Thai.* 92(6):806-811(2009).
- [28] Charman W. N., Jennings J. A., and Whitefoot H., "The refraction of the eye in relation to spherical aberration and pupil size", *Br. J. Physiol Opt.*, 32(2):78-93(1978).
- [29] 박현준, 윤동호, "정상인에서 산동과 인위적 근시 유발 시 망막 광역치의 변화의 정량분석", *대한안과학회지*, 36(6):967-975(1995).
- [30] Whatham A., Zimmermann F., Martinez A., Delgado S., de la Jara P. L., Sankaridurg P., and Ho A., "Influence of accommodation on off-axis refractive errors in myopic eyes", *J. Vis.*, 9(3):1-13(2009).
- [31] Perrigin D. M., Perrigin J., and Grosvenor T., "A clinical evaluation of the American optical SR III subjective refractor", *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 58(7):581-589 (1981).
- [32] Iuorno J. D., Grant W. D., and Noel L. P., "Clinical comparison of the Welch Allyn SureSight handheld autorefractor versus cycloplegic autorefraction and retinoscopic refraction", *J. AAPOS.*, 8(2):123-127(2004).

Comparison of Noncycloplegic Autorefraction, Manifest Refraction and Cycloplegic Autorefraction in School-aged Children

Dae-Young Kim^{*,**}, Koon-Ja Lee^{**}, Saang-Bai Baarg^{***} and Hyojin Kim^{****}

*Zio optical, Incheon

**Department of Optometry, Eulji University

***Department of Nano-optical Engineering, Korea Polytechnic University

****Department of Visual Optics, Baekseok University

(Received April 30, 2010; Revised June 14, 2010; Accepted June 19, 2010)

Purpose: The study was conducted to compare the values of auto-refraction, manifest refraction and cycloplegic refraction in school-aged children. **Methods:** One hundred five myopic school children ranged from 6 to 14 years old (210 eyes, 10.28±1.59 years old) were recruited and noncycloplegic auto-refraction (AR) and manifest refraction (MR) were conducted and then underwent cycloplegia and refractive status (CR) again with the auto-refractometer. **Results:** Refractive powers measured by AR, MR, and CR were highly correlated. However, spherical and cylindrical powers of the subjects measured by AR were measured higher negative power than in CR ($p < 0.001$). From 210 eyes, the discrepancy rate in the spherical and cylindrical powers were 40 eyes (19%) and 19 eyes (9%) of the total subjects, respectively and the differences between noncycloplegic and cycloplegic refractions were higher with the spherical and cylindrical powers increasing. **Conclusions:** The use of the autorefractometer in children with negative spherical power without cycloplegia may overestimate the actual myopia that subjective refraction is the most important in prescription for the eyeglasses and regression equations would be used to prognose the cycloplegic refraction from the auto-refraction as the basic data for the subjective refraction.

Key words: Myopia, Noncycloplegic autorefraction, Retinoscopy, Cycloplegic autorefraction