



## Correlation between the Two Tests and Changes in Measured Values According to Accommodative Stimulation and Fogging in the Subjective and Auto-Refractometer

Kang-Cheon Lee, Sang-Yeob Kim, Hyun Gug Cho, Dong-Sik Yu, and Byeong-Yeon Moon\*

Dept. of Optometry, Kangwon National University, Samcheok 25949, Korea

(Received May 3, 2017; Revised June 8, 2017; Accepted June 15, 2017)

**Purpose:** The purpose of this study was to investigate the effects of application of fogging and changes of subjective and auto-refraction values after temporary accommodative stimulation, and to analyze the correlation between the two refraction methods. **Methods:** 98 subjects (196 eyes; myopia 111 eyes, hyperopia 85 eyes) aged  $22.39 \pm 2.40$  years participated for this study. Subjective refraction (SR), closed view type auto-refraction (CVTAR) and open view type auto-refraction (OVTAR) values measured by three test conditions (before accommodative stimulation; before AS, after accommodative stimulation; after AS, and after application of fogging; after AF) were compared, respectively, and the correlation between the two refraction methods was analyzed. **Results:** In myopia, (-) spherical powers of SR, CVTAR and OVTAR showed a significant increase after AS as compare with before AS. After AF, it decreased to the level of before AS. In hyperopia, (+) spherical powers of SR, CVTAR and OVTAR according to each test condition showed significant differences and the SR showed the most high (+) spherical powers in all the test conditions. Regardless of the type of ametropia, AF was effective in all refraction methods. Correlation analysis between SR and CVTAR in hyperopia showed that CVTAR was always lower than SR in all test conditions, and this means myopic change. **Conclusions:** In order to detect an accurate value of refractive errors, full correction should be determined by subjective refraction process after performed fogging, selectively, and the examiner will have to minimize the dependence on the by CVTAR.

**Key words:** Accommodative stimulation, Fogging, Subjective refraction, Closed view type auto-refraction, Open view type auto-refraction

### 서 론

시력교정을 위한 굴절검사법으로는 자각적굴절검사법과 타각적굴절검사법으로 나뉜다.<sup>[1]</sup> 일반적으로 자동굴절검사기기를 이용한 타각적굴절검사과정은 광학적 원리를 통해 피검사자의 의사와 관계없이 굴절이상도의 측정이 용이하여,<sup>[2]</sup> 임상현장에서 폭넓게 활용되고 있다. 자동굴절검사기기의 종류로는 피검사자가 주시하는 검사기 내부의 타깃이 원거리에 있는 것처럼 보이게 만든 폐쇄형(Closed view type)과 피검사자가 실제시표를 주시하는 상태에서 측정하는 개방형(open view type)으로 구분된다.<sup>[3]</sup> 자동굴절검사기기의 성능은 과거에 비해 상당히 발달하였지만, 여전히 자각적굴절검사와는 일정한 차이를 보여<sup>[4-6]</sup> 최종 굴절교정값으로 바로 결정하지 못하는 단점이 있다. 특히 가성근시나 잠복원시와 같이 조절을 충분히 이완한 상태에서 검사해야 하는 경우, 자동굴절검사의 정확도와 신뢰도는 크게 감소될 수 있다.<sup>[7,8]</sup> 또한 장시간 근거리 작

업은 섬모체근의 긴장상태를 지속시킬 수 있으므로,<sup>[9]</sup> 굴절검사 전 피검사자의 이전 근업정도에 따라 측정값은 쉽게 영향을 받을 것으로 보인다.

이러한 점을 감안하여 본 연구에서는 비정시의 유형별로 일시적인 조절자극 후 자각적 및 자동굴절검사값의 변화를 살펴보고 운무적용의 효과를 알아보고자 하였다. 또한 각 조건에서 폐쇄형 및 개방형 자동굴절검사기기를 통해 측정된 자동굴절검사와 자각적굴절검사간의 상관성을 분석하여 자동굴절검사결과의 의존도가 높은 임상현장에 참고자료를 제시하고자 하였다.

### 대상 및 방법

#### 1. 대상

본 연구의 취지에 동의한 평균연령  $22.39 \pm 2.40$ 세의 98명(196안)을 대상으로 하였다. 문진을 통해 전신질환, 안질환 및 약물복용의 경험을 확인하여 굴절력에 영향을 미

\*Corresponding author: Byeong-Yeon Moon, TEL: +82-33-540-3412, E-mail: bymoon@kangwon.ac.kr

칠 수 있는 경우와 단안교정시력이 1.0 미만이거나 비사시성 양안시 기능이상 및 조절기능이상인 대상자는 제외하였다. 비정시의 유형은 자각적 굴절검사를 실시하여 단안완전교정값의 결과에 따라 근시성 비정시 111안과 원시성 비정시 85안으로 분류하였다.

2. 연구방법

자각적 굴절검사는 수동포토퍼(Phoropter 11625B, Reichert, USA)와 6 m용 LCD 시력표(LUCID'LC, Everview, Korea)를 사용하여 실시하였다. 자동굴절검사는 폐쇄형 (LRK-2600, Luxvision, USA)과 개방형 자동굴절검사기기(N-vision K5001, Shin-nippon, Japan)를 사용하여 실시하였으며, 측정 전 calibration과정을 통해 기계적 오차를 제거하였다. 각각의 자동굴절기기를 이용해 3회 측정 후 평균값을 사용하였다(조절자극 전 검사). 그 후에 실험대상자의 30~40 cm 앞에 각자 소지하고 있는 개인 스마트폰을 두고 30분간 휴식 없이 사용하게 한 뒤 동일하게 자각적굴절검사 및 자동굴절검사를 각각 실시하였다(조절자극 후 검사). 그리고 조절자극 전 측정된 자각적굴절검사의 단안완전교정값에서 S+3.00 D가 부가된 시험테를 착용하고 흐린 상태를 유지하며 원용시력표를 15분 동안 보도록 하

였다. S+3.00 D가 부가된 시험테를 제거한 직 후, 동일하게 자각적굴절검사 및 자동굴절검사를 실시하였다(운무적용 후 검사). 조절자극 전·후 및 운무적용에 따라 자각적굴절검사값과 자동굴절검사값의 변화를 비정시의 유형별로 분석하였다.

3. 통계처리

자료 분석은 SPSS(ver 19.0 for windows)를 사용하여 반복측정 분산분석(Repeated Measure ANOVA)과 Pearson의 상관분석을 실시하였고, 모든 분석은 p<0.05를 통계적으로 유의성이 있는 것으로 판단하였다.

결과 및 고찰

1. 비정시의 유형별 각 검사조건에서 측정된 자각적 및 자동굴절검사값의 변화

Table 1은 조절자극 전·후 그리고 운무적용 후에 측정된 자각적굴절검사값과 폐쇄형 및 개방형 자동굴절검사값을 비정시의 유형별로 분석한 것이다. 근시성 비정시안에서 자각적굴절검사를 통해 측정된 구면굴절력값은 조절자극 전 평균 -2.49±1.46 D, 조절자극 후 평균 -2.81±1.43 D,

Table 1. Changes of refractive powers according to the three conditions in each ametropic type

Types of Measurements	Conditions	Ametropic type			
		Myopia (n = each 111 eyes)		Hyperopia (n = each 85 eyes)	
		Sph (D)	Cyl (D)	Sph (D)	Cyl (D)
SR	1	-2.49±1.46 <sup>a</sup>	-0.70±0.64	+0.71±0.67 <sup>a</sup>	-0.67±0.88
	2	-2.81±1.43 <sup>b</sup>	-0.73±0.64	+0.44±0.67 <sup>b</sup>	-0.67±0.95
	3	-2.46±1.47 <sup>c</sup>	-0.72±0.64	+0.90±0.73 <sup>c</sup>	-0.68±0.97
	p	0.000*	0.238	0.000*	0.889
	post-hoc	a,c<b	-	b<a<c	-
CVTAR	1	-2.52±1.39 <sup>a</sup>	-0.77±0.54	+0.14±0.78 <sup>a</sup>	-0.77±1.06
	2	-2.72±1.43 <sup>b</sup>	-0.73±0.52	+0.05±0.73 <sup>b</sup>	-0.76±1.05
	3	-2.53±1.42 <sup>c</sup>	-0.76±0.50	+0.30±0.76 <sup>c</sup>	-0.74±1.02
	p	0.000*	0.237	0.000*	0.643
	post-hoc	a,c<b	-	b<a<c	-
OVTAR	1	-2.42±1.45 <sup>a</sup>	-0.71±0.58	+0.64±0.62 <sup>a</sup>	-0.72±0.89
	2	-2.61±1.55 <sup>b</sup>	-0.73±0.66	+0.40±0.60 <sup>b</sup>	-0.71±0.94
	3	-2.41±1.49 <sup>c</sup>	-0.73±0.61	+0.79±0.61 <sup>c</sup>	-0.74±1.00
	p	0.000*	0.112	0.000*	0.818
	post-hoc	a,c<b	-	b<a<c	-

SR: subjective refraction, CVTAR: closed view type auto-refraction, OVTAR: open view type auto-refraction, Before AS: before accommodative stimulation, After AS: after accommodative stimulation for 30 min., After AF: after application of fogging for 15 min.

\*: significant differences between subgroups by post-hoc analysis LSD of repeated measures ANOVA.

운무적용 후 평균  $-2.46 \pm 1.47$  D로 각각 측정되어 각 조건에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 폐쇄형 자동굴절검사의 경우 각 검사조건별로 평균  $-2.52 \pm 1.39$  D, 평균  $-2.72 \pm 1.43$  D, 그리고 평균  $-2.53 \pm 1.42$  D로 각각 측정되었고, 개방형 자동굴절검사의 경우 평균  $-2.42 \pm 1.45$  D, 평균  $-2.61 \pm 1.55$  D, 그리고  $-2.41 \pm 1.49$  D로 각각 측정되었다. 두 종류의 자동굴절검사기기 모두 각 조건에 따라 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 사후검정(post-hoc)결과를 통해 조절자극 후에서 자각적과 자동굴절검사 모두 뚜렷한 근시성 변화를 유발시켰지만, 운무적용 후에는 조절자극 전에 측정된 값의 수준으로 다시 측정되어 일시적으로 개입되었던 근시성 변화량이 효과적으로 제거됨을 확인하였다.

원시성 비정시안에서 자각적굴절검사를 통한 구면굴절력값은 조절자극 전 평균  $+0.71 \pm 0.67$  D, 조절자극 후 평균  $+0.44 \pm 0.67$  D, 운무적용 후  $+0.90 \pm 0.73$  D로 각각 측정되었고, 폐쇄형 자동굴절검사의 경우 각 조건별로 평균  $+0.14 \pm 0.78$  D, 평균  $+0.05 \pm 0.73$  D, 그리고 평균  $+0.30 \pm 0.76$  D로 각각 측정되었으며, 개방형 자동굴절검사의 경우 평균  $+0.64 \pm 0.62$  D, 평균  $+0.40 \pm 0.60$  D, 그리고 평균  $+0.79 \pm 0.61$  D로 각각 측정되었다. 모든 조건에서 굴절검사법에 따른 구면굴절력값의 차이는 통계적으로 유의하였고( $p < 0.05$ ), 사후검정을 통해 자각적굴절검사와 자동굴절검사 모두에서 일시적인 조절자극은 조절자극 전과 비교해 원시도를 현저하게 감소시키지만, 운무적용 후 검사에서는 조절자극 전보다도 더 높은 (+)구면굴절력값이 측정되어 원시안에서 운무적용은 잠복된 원시도를 검출할 수 있는 유용한 과정임을 확인하였다. 반면 자각적 및 자동굴절검사를 통한 원주굴절력값은 비정시의 유형과 모든 검사조건에서 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ).

**2. 비정시의 유형별 자각적굴절검사와 자동굴절검사 간의 상관성 분석**

Fig. 1~4의 그래프에서 실선은 자각적굴절검사를 통해 측정된 구면굴절력과 자동굴절검사를 통해 측정된 구면굴절력의 값이 같다고 가정한 상관계수가 1인 기준선을 의미한다. 점선은 검사 결과에 대한 추세선으로 선형관계의 정도를 나타낸 것이다.

**1) 근시성 비정시에서 각 검사조건 별 자각적굴절검사와 폐쇄형 자동굴절검사 간 상관분석**

근시안에서 조절자극 전 검사 시 자각적굴절검사와 폐쇄형 자동굴절검사 간의 Pearson의 상관 분석 결과, 자각적굴절검사값이 증가할수록 폐쇄형 자동굴절검사값도 증가하는 강한 양의 상관관계를 보였고( $r = 0.965$ ,  $p = 0.000$ ,

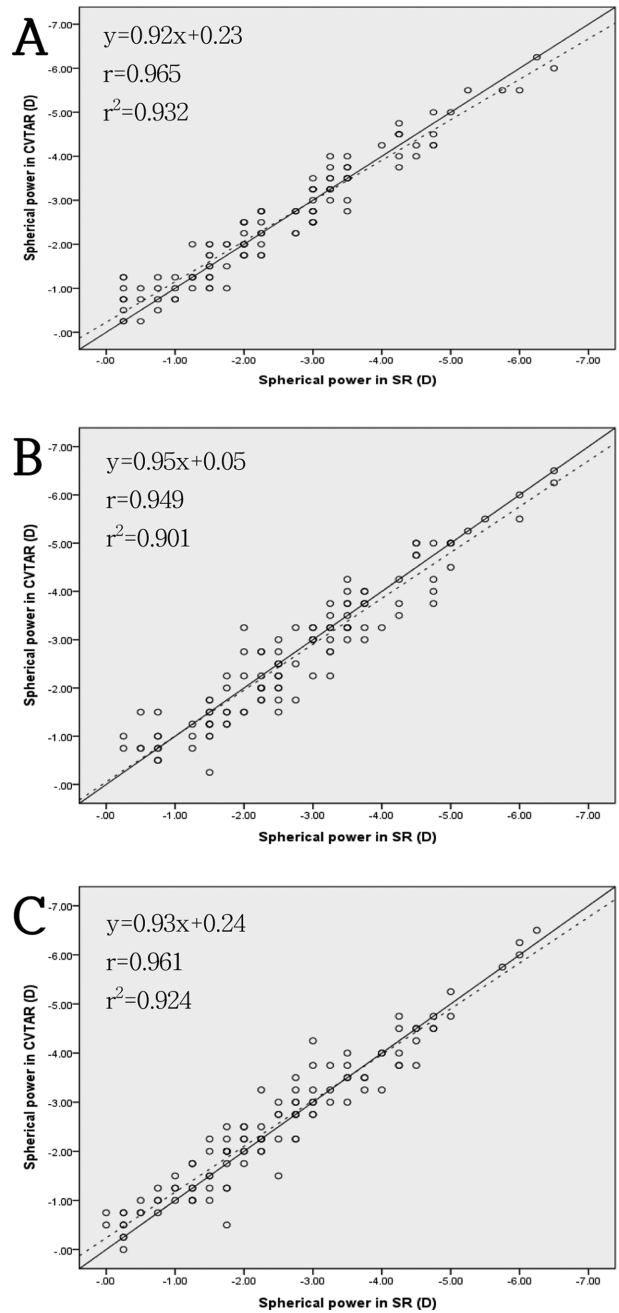


Fig. 1. The correlation between closed view type auto-refraction (CVTAR) and subjective refraction (SR) in myopia  
 A: SR vs. CVTAR before accommodative stimulation  
 B: SR vs. CVTAR after accommodative stimulation  
 C: SR vs. CVTAR after application of fogging

$r^2 = 0.932$ ), 회귀계수는 0.92로 두 검사 간 같은 값으로 측정되는 지점인  $-2.88$  D 이하에서 폐쇄형 자동굴절값이,  $-2.88$  D 이상에서 자각적굴절값이 더 크게 측정되었다.  $-2.88$  D를 기준으로 두 검사 간 차이가 0.25 D에 영향을 끼치지 않는 오차범위인 0.124 D 이하로 차이가 나는 범위는  $-1.33$  D ~  $-4.43$  D로 나타났다(Fig. 1A). 조절자극 후 검사에서도 두 검사값은 강한 양의 상관관계를 보였고

( $r = 0.949$ ,  $p = 0.00$ ,  $r^2 = 0.901$ ), 회귀계수는 0.95로 두 검사 간 같은 값으로 측정되는  $-1.00$  D 이하에서 폐쇄형이,  $-1.00$  D 이상에서 자각적굴절값이 더 크게 나타났다.  $-1.00$  D를 기준으로 두 검사 간 차이가  $0.25$  D에 영향을 끼치지 않는 범위는  $-3.48$  D 이하로 나타났다(Fig. 1B). 마지막으로 운무적용 후 검사에서 두 검사값은 강한 양의 상관관계를 보였고( $r = 0.961$ ,  $p = 0.00$ ,  $r^2 = 0.924$ ), 회귀계수는 0.93으로 두 검사 간 같은 값으로 측정되는  $-3.43$  D 이하에서 폐쇄형이,  $-3.43$  D 이상에서는 자각적굴절값이 더 크게 나타났다.  $-3.43$  D를 기준으로  $-1.66$  D ~  $-5.20$  D 범위에서는  $0.25$  D의 영향을 끼치지 않는 것으로 나타났다(Fig. 1C).

**2) 근시성 비정상시에서 각 검사조건 별 자각적굴절검사와 개방형 자동굴절검사 간 상관분석**

조절자극 전 검사에서 자각적굴절검사값이 증가할수록 개방형 자동굴절검사값도 증가하는 강한 양의 상관관계를 보였다( $r = 0.955$ ,  $p = 0.000$ ,  $r^2 = 0.912$ ). 두 검사값 간 회귀계수는 0.95로 두 검사 간 같은 값으로 측정되는  $-1.00$  D 이하에서 개방형 자동굴절값이,  $-1.00$  D 이상에서 자각적굴절값이 더 크게 나타났다. 하지만  $-1.00$  D를 기준으로 두 검사 간 차이가  $0.25$  D에 영향을 끼치지 않는 오차범위인  $0.124$  D 이하로 차이가 나는 범위는  $-3.48$  D 이하로 나타났다(Fig. 2A). 조절자극 후에서도 두 검사값 간 강한 양의 상관관계를 보였고( $r = 0.939$ ,  $p = 0.000$ ,  $r^2 = 0.882$ ), 회귀계수는 1.02로 두 검사 간 같은 값으로 측정되는 지점은 나타나지 않았으며, 모든 검사값에서 자각적굴절값이 더 크게 측정되었다. 두 검사 간 차이가  $0.25$  D에 영향을 끼치지 않는 범위는  $-6.80$  D 이상으로 나타났다(Fig. 2B). 운무적용 후에서도 강한 양의 상관관계를 보였고( $r = 0.937$ ,  $p = 0.000$ ,  $r^2 = 0.879$ ), 두 검사값 간의 회귀계수는 0.96으로 두 검사 간 같은 값으로 측정되는  $-1.50$  D 이하에서 개방형 자동굴절값이,  $-1.50$  D 이상에서 자각적굴절값이 더 크게 나타났다. 하지만  $-1.50$  D를 기준으로 두 검사 간 차이가  $0.25$  D에 영향을 끼치지 않는 범위는  $-4.60$  D 이하로 나타났다(Fig. 2C).

**3) 원시성 비정상시에서 각 검사조건 별 자각적굴절검사와 폐쇄형 자동굴절검사 간 상관분석**

원시안에서 조절자극 전 검사 시 자각적굴절검사와 폐쇄형 자동굴절검사 간의 Pearson의 상관 분석 결과, 자각적굴절검사값이 증가할수록 폐쇄형 자동굴절검사값도 증가하는 뚜렷한 양의 상관관계를 보였다( $r = 0.650$ ,  $p = 0.00$ ,  $r^2 = 0.422$ ). 회귀계수는 0.73으로 두 검사 간 같은 값으로 측정되는 지점인  $-1.44$  D를 기준으로 모든 검사값에서 자

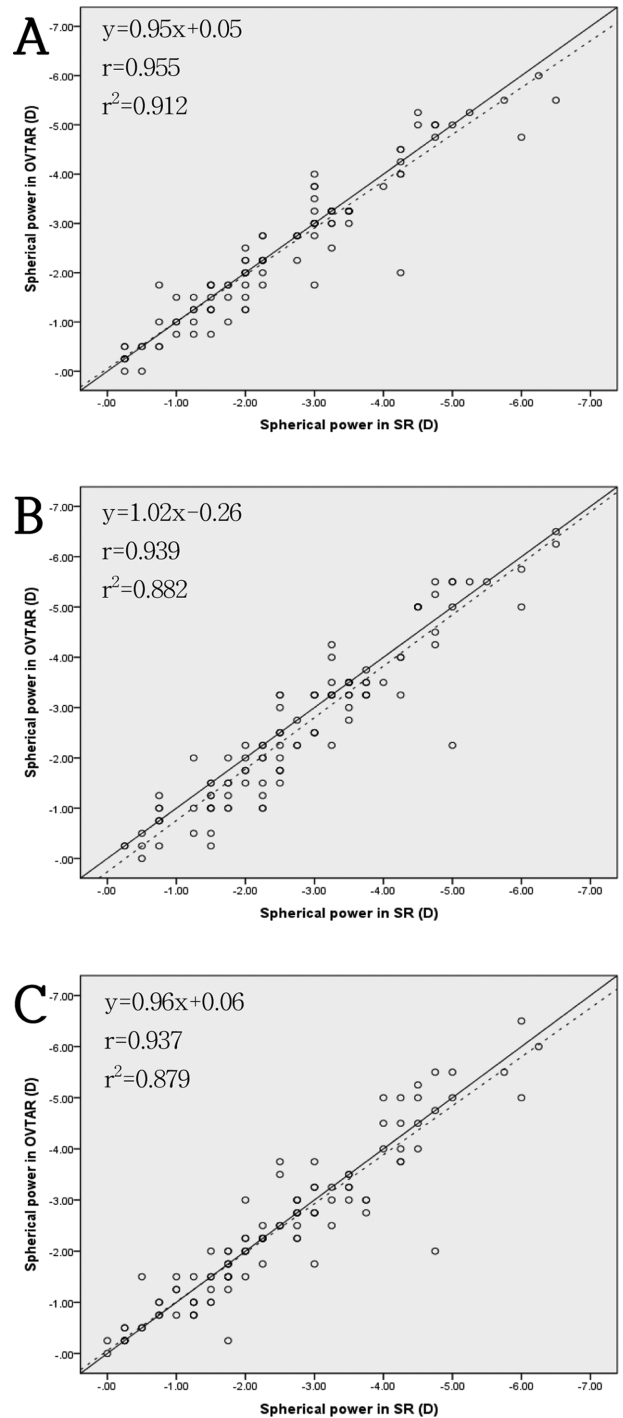


Fig. 2. The correlation between open view type auto-refraction (OVTAR) and subjective refraction (SR) in myopia  
 A: SR vs. OVTAR before accommodative stimulation  
 B: SR vs. OVTAR after accommodative stimulation  
 C: SR vs. OVTAR after application of fogging

각적굴절값이 더 크게 나타났다, 모든 검사값 범위에서 두 검사 간 차이가 크게 나타났다(Fig. 3A). 조절자극 후 검사에서도 두 검사값 간 뚜렷한 양의 상관관계를 보였고( $r = 0.652$ ,  $p = 0.00$ ,  $r^2 = 0.425$ ), 회귀계수는 0.71로 두 검사 간 같은 값으로 측정되는 지점인  $-0.90$  D를 기준으로

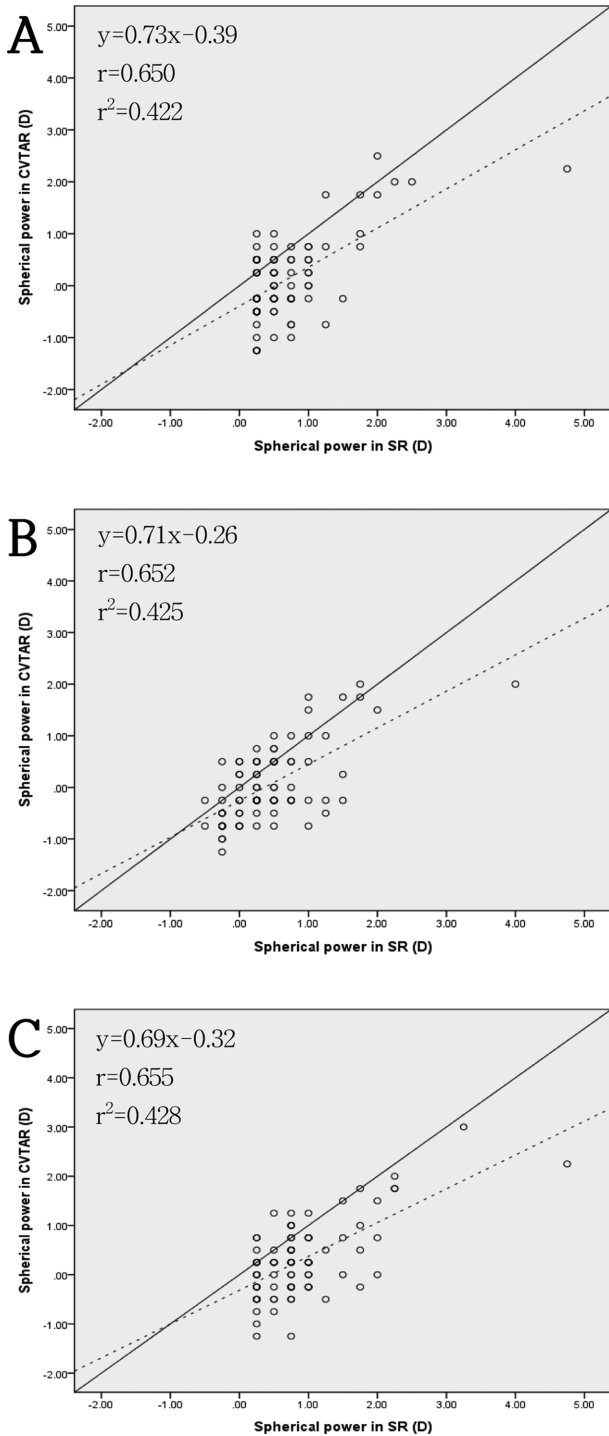


Fig. 3. The correlation between closed view type auto-refraction (CVTAR) and subjective refraction (SR) in hyperopia  
 A: SR vs. CVTAR before accommodative stimulation  
 B: SR vs. CVTAR after accommodative stimulation  
 C: SR vs. CVTAR after application of fogging

모든 검사값에서 자각적굴절값이 더 크게 나타났다. 또한 모든 검사값 범위에서 두 검사 간 차이가 크게 나타났다(Fig. 3B). 운무적용 후 검사결과에서도, 두 검사값 간 뚜렷한 양의 상관관계를 보였으며( $r = 0.655$ ,  $p = 0.00$ ,  $r^2 = 0.428$ ), 회귀계

수는 0.69로 두 검사 간 같은 값으로 측정되는 지점인  $-1.03$  D를 기준으로 모든 검사값에서 자각적굴절값이 더 크게 나타났다. 또한 모든 검사값 범위에서 두 검사 간 차이가 크게 나타났다(Fig. 3C).

**4) 원시성 비정시에서 각 검사조건 별 자각적굴절검사와 개방형 자동굴절검사 간 상관분석**

조절자극 전 두 검사 간의 상관관계를 분석한 결과, 자각적굴절검사값이 증가할수록 개방형 자동굴절검사값도 증가하는 강한 양의 상관관계를 보였다( $r = 0.719$ ,  $p = 0.00$ ,  $r^2 = 0.517$ ). 회귀계수는 0.66으로  $+0.50$  D 이하에서 개방형 자동굴절값이,  $+0.50$  D 이상에서 자각적굴절값이 더 크게 나타났고,  $+0.50$  D를 기준으로 두 검사 간 차이가 0.25 D에 영향을 끼치지 않는 범위는  $+0.14$  D ~  $+0.86$  D로 나타났다(Fig. 4A). 조절자극 후에서도 두 검사 간의 뚜렷한 양의 상관관계를 보였고( $r = 0.583$ ,  $p = 0.00$ ,  $r^2 = 0.340$ ), 회귀계수는 0.52로  $+0.35$  D 이하에서 개방형 자동굴절값이,  $+0.35$  D 이상에서 자각적굴절값이 더 크게 나타났다. 하지만  $+0.35$  D를 기준으로 두 검사 간 차이가 0.25 D에 영향을 끼치지 않는 범위는  $+0.10$  D ~  $+0.61$  D로 나타났다(Fig. 4B). 마지막으로 운무적용 후에서도 두 검사 간 뚜렷한 양의 상관관계를 보였으며( $r = 0.627$ ,  $p = 0.00$ ,  $r^2 = 0.393$ ), 회귀계수는 0.53으로  $+0.66$  D 이하에서 개방형 자동굴절값이,  $+0.66$  D 이상에서 자각적굴절값이 더 크게 나타났다.  $+0.66$  D를 기준으로  $+0.40$  D ~  $+0.92$  D 범위에서는 0.25 D의 영향을 끼치지 않는 것으로 나타났다(Fig. 4C).

Joubert와 Harris의 연구결과에 따르면, 근시안에서 폐쇄형 자동굴절검사기기를 통해 측정된 값은 자각적굴절검사값과 비교해 보다 높은 (-)구면굴절력이 측정되고, 그 차이는 연령이 증가함에 따라 감소된다고 하였다.<sup>[10]</sup> 또한 Lee등 연구에서 두 검사법 간의 차이는 근시도의 정도와 비례한다고 하였다.<sup>[11]</sup> 반면 개방형 자동굴절검사기기를 이용한 연구에서는 자각적 굴절검사값과 비교해 유의한 차이를 보이지 않거나,<sup>[12]</sup> 폐쇄형보다 개방형 자동굴절검사에서 자각적 굴절검사 결과와의 높은 일치비율을 보고하고 있다.<sup>[5]</sup> 이처럼 자동굴절검사기기의 종류에 따라 측정값의 차이는 존재하지만, 자동굴절검사를 통한 측정값은 실제 굴절이상도보다 근시성의 경향을 띄는 것이 일반적인 추세로 볼 수 있겠다. 임상현장에서 최종굴절력을 결정하는 방법으로 자각적굴절검사가 사용되고 있지만, 예비적인 성격을 띠는 자동굴절검사결과의 의존도와 활용도는 매우 높은 것으로 판단된다. 본 연구에서는 자각적굴절검사, 폐쇄형 및 개방형 자동굴절검사과정에서 일시적인 조절자극에 따른 측정값의 영향과 운무적용의 효과를 알아보고 두 검사간의 상관성을 분석해보고자 하였다.

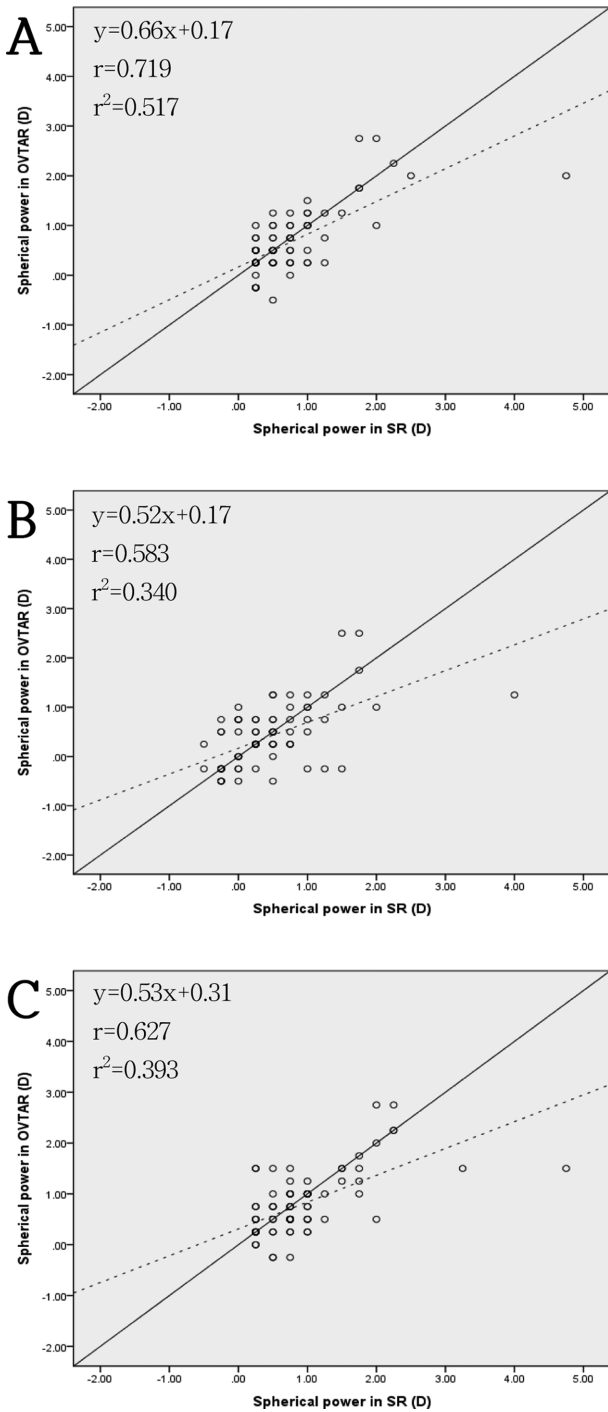


Fig. 4. The correlation between open view type auto-refraction (OVTAR) and subjective refraction (SR) in hyperopia  
 A: SR vs. OVTAR before accommodative stimulation  
 B: SR vs. OVTAR after accommodative stimulation  
 C: SR vs. OVTAR after application of fogging

Owens와 Wolf-Kelly<sup>[13]</sup>는 근거리 작업 후, 구면굴절력의 평균 변화량이 S-0.43 D라고 보고하였고, Ehrlich<sup>[14]</sup>의 연구에서는 근시성변화가 평균 S-0.29 D라고 보고하였다. 본 연구에서도 30분간의 근거리 작업 후 자각적굴절검사 에서 평균 S-0.32 D, 폐쇄형 자동굴절검사에서 평균 S-

0.20 D, 개방형 자동굴절검사에서는 평균 S-0.19 D의 근시성변화를 보여 선행연구결과와 동일한 경향을 보였다. 하지만 선행연구들과 달리 운무적용의 효과를 조사한 본 연구의 결과에서 세 측정법 모두 구면굴절력값이 조절자극 전의 측정값 수준으로 다시 회복되는 것을 확인하여 근시안에서의 운무적용은 굴절검사법에 상관없이 효과적인 과정임을 알 수 있었다(Table 1).

원시안에서도 마찬가지로 세 검사법 모두 조절자극 전과 후의 검사에서 0.27 D, 0.09 D, 0.24 D의 근시성변화가 나타났고, 근시안과는 달리 운무 후 검사에서는 조절자극 전의 측정값보다 원시도가 유의하게 증가하였다. 이러한 결과는 원시성 비정시안을 대상으로 15분 동안의 운무법과 비운무법을 비교했을 때 자동굴절검사값의 차이는 없다고 보고한 Oh<sup>[15]</sup>의 연구와는 상반되며, 선행연구에서 운무적용을 위해 +2.00 D 구면렌즈를 사용한 것과 달리 본 연구에서는 +3.00 D를 사용하여 보다 강한 운무를 실시한 효과로 분석된다. 따라서 굴절이상도 측정 전 운무적용의 효과를 위해서는 대략적인 굴절검사값에서 최소 +3.00 D 이상을 가입하는 것이 짧은 운무를 하여도 잠복 원시까지 찾을 수 있는 유익한 절차인 것으로 생각된다.

비정시의 유형별 각 조건에 따른 자각적굴절검사와 자동굴절검사간의 상관분석을 실시한 결과를 살펴보면, 근시성 비정시안에서 자각적굴절검사와 폐쇄형 개방형 자동굴절검사는 강한 양의 상관관계를 보여(Fig. 1, 2) 자각적굴절검사값이 증가함에 따라 자동굴절검사값도 증가한다는 Lee 등<sup>[11]</sup>의 이전연구와 동일한 결과를 보였다. 하지만 원시성 비정시안에서는 자각적굴절검사값과 자동굴절검사값 간의 회귀계수가 1보다 확연히 작은 것을 보아 원시도가 증가할수록 자각적굴절검사와 폐쇄형 및 개방형 자동굴절검사간의 차이가 커지며, 자각적굴절검사값이 더 큰 (+)구면굴절력값으로 측정됨을 확인할 수 있다(Fig. 3, 4). 특히 자각적굴절검사와 자동굴절검사에서 같은 값으로 측정됨을 의미하는 기준선과 추세선의 교차점이 개방형 자동굴절검사에서는 검사조건에 따라 +0.35 D ~ +0.66 D 사이에 분포하는 반면 폐쇄형 자동굴절검사에서의 교차점은 원시임에도 불구하고 조절자극 전 검사에서 -1.44 D, 조절자극 후 검사에서 -0.90 D, 운무적용 후 검사에서 -1.03D의 (-)구면굴절력값으로 나타났다. 이런 결과는 자각적 굴절검사에서 원시임에도 불구하고 근시성으로 잘못 측정되는 비율이 전체대상자 중 조절자극 전 검사에서 48.08%, 조절자극 후 검사에서 50.00%, 운무적용 후 검사에서 36.54%로 보고한 저자들이 이전연구결과를 통해 뒷받침할 수 있다<sup>[16]</sup>. 따라서 본 연구와 이전연구를 통해 모든 검사조건에서 원시안의 폐쇄형 자동굴절검사는 측정과정에서 발생하는 순간적인 조절개입을 제어하는데 한계를

보이는 것을 확인할 수 있었다. 더불어 본 연구에서는 자각적굴절검사와 자동굴절검사간의 상관분석을 통해 임상적 최소처방단위인 0.25 D의 영향을 끼치지 않는 범위를 각 검사조건별로 제시하였다. 하지만 다양한 종류의 자동굴절검사기기를 사용하는 임상현장에 일괄적으로 적용할 수 없는 제한점이 있지만 참고할만한 자료로 활용되길 기대한다.

결과들을 종합해 보면, 비정시 유형별 및 굴절검사방법에 상관없이 모든 검사에서 조절자극과 운무적용에 반응을 나타내었다. 하지만 원시성 비정시안에서 폐쇄형 자동굴절기에 의한 측정값은 자각적굴절검사와 개방형 자동굴절검사기와 비교해 모든 조건에서 상당한 근시성 차이를 나타냈다. 폐쇄형 자동굴절기는 기기내부의 Autofogging 시스템을 통해 조절이완을 유도하지만,<sup>11)</sup> 평소 조절자극을 하지 않는 근시안과 달리 미교정된 원시안의 습관적인 조절자극이 완전히 제거되지 않는 상태에서 순간적으로 측정된 굴절검사값을 제공함에 따라 자각적굴절검사값과 비교해 큰 차이를 보인 것으로 생각된다. 따라서 폐쇄형 자동굴절검사기를 사용하는 임상현장에서는 자동굴절검사값에 대한 의존도를 최소한으로 하여야 할 것이며, 정확한 굴절검사값을 얻기 위해서 방문 전 근거리 작업시간에 대한 문진을 통해 선택적인 운무적용 과정 후 반드시 자각적굴절검사를 통해 완전교정값을 결정해야 할 것이다.

## 결 론

근시안에서 조절자극 전과 비교해 조절자극 후에서 자각적굴절검사와 폐쇄형 및 개방형 자동굴절검사 모두 유의한 근시성 변화를 보였지만, 운무적용 후에는 조절자극 전 수준으로 회복하였다. 원시안의 경우, 모든 굴절검사과정에서 운무적용을 통해 조절자극 전 검사에서보다 더 높은 (+)구면굴절력이 검출되어 원시안에서 운무효과는 매우 유용한 과정임을 확인하였다. 또한 근시안의 모든 검사조건에서 자각적굴절검사값이 증가할수록 폐쇄형 자동굴절검사값도 증가하는 강한 양의 상관관계를 보였고, 원시안에서도 유사한 상관성을 나타냈다. 하지만 원시안의 경우 각 검사조건에서 자각적과 폐쇄형 자동굴절검사 간 값은 값으로 측정되는 지점이 모두 (-)영역에서 교차되어 개방형 자동굴절검사와 비교해 측정 순간 상당한 조절개입이 작용되는 것으로 분석되었다. 따라서 임상현장에서 검사자는 특히 폐쇄형 자동굴절검사값에 대한 의존도를 최소화해야하고, 문진을 통해 선택적인 운무적용을 실시한 후 자각적굴절검사과정을 수행한다면 보다 정확한 굴절이상도를 검출할 수 있을 것으로 사료된다.

## REFERENCES

- [1] Moon NJ, Kim JC, Koo BS. The study on the necessity of cycloplegic refraction in school children. *J Korean Ophthalmol Soc.* 1988;29(3):377-385.
- [2] Theodore G. Primary care optometry, 4th Ed. London: Butterworth-Heinemann, 2001;223.
- [3] Kim JD. Clinical optometry and visual dysfunction, 2nd Ed. Seoul: Shinkwang, 2007;97.
- [4] 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.
- [5] Kim HS, Kim HS, Lee H. A comparison of subjective refraction and autorefractors. *Korean J Vis Sci.* 2010; 12(4):283-290.
- [6] WeseMann W, Rassow B. Automatic infrared refractors-a comparative study. *Am J Optom Physiol Opt.* 1987;64(8): 627-638.
- [7] Bullimore M, Fusaro RE, Adams CW. The repeatability of automated and clinician refraction. *Optom Vis Sci.* 1998;75(8):617-622.
- [8] McCaghrey GE, Matthews FE. Clinical evaluation of a range of autorefractors. *Ophthalmic Physiol Opt.* 1993; 13(2):129-137.
- [9] Grosvenor T. Primary care optometry, 4th Ed. Woburn: Butterworth-Heinemann, 2001;16-26.
- [10] Joubert L, Harris WF. Excess of autorefraction over subjective refraction: dependence on age. *Optom Vis Sci.* 1997;74(6):439-444.
- [11] Lee JW, Lee KS, Hong HK. Research of difference between the refractive powers by autorefractometer and the prescription using phoropter. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2014;19(2):231-237.
- [12] Davies LN, Mallen EA, Wolffsohn JS, Gilmartin B. Clinical evaluation of the Shin-Nippon Nvision-K 5001/Grand Seiko WR-5100K autorefractor. *Optom Vis Sci.* 2003; 80(4):320-324.
- [13] Owens DA, Wolf-Kelly K. Near work, visual fatigue, and variations of oculomotor tonus. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1987;28(4):743-749.
- [14] Ehrlich DL. Near vision stress: vergence adaptation and accommodative fatigue. *Ophthalmic Physiol Opt.* 1987; 7(4):353-357.
- [15] Oh S. A study on refraction by fogging and unfogging method for hyperopic refractive errors. Master Thesis. Konyang University, Daejeon. 2014;27-51.
- [16] Lee KC, Kim SY, Cho HG, Yu DS, Moon BY. Effect of accommodation control by applying fogging method in subjective refraction and auto-refraction in ametropia. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2016;21(2):119-126.
- [17] Gallagher JT, Citek K. A Badal optical stimulator for the Canon Autorefr R-1 optometer. *Optom Vis Sci.* 1995; 72(4):276-278.

## 자각적과 자동굴절검사에서 조절자극 및 운무적용에 따른 측정값의 변화와 두 검사간의 상관성

이강천, 김상엽, 조현국, 유동식, 문병연\*

강원대학교 안경광학과, 삼척 25949

투고일(2017년 5월 3일), 수정일(2017년 6월 8일), 게재확정일(2017년 6월 15일)

**목적:** 일시적인 조절자극 후 자각적 및 자동굴절검사값의 변화와 운무적용의 효과를 알아보고, 두 검사간의 상관성을 분석하고자 하였다. **방법:** 평균연령 22.39±2.40세의 98명(196안 중 근시 111안, 원시 85안)을 대상으로 하였다. 세 가지 검사조건(조절자극 전, 조절자극 후, 운무적용 후)에서 측정된 자각적굴절검사와 폐쇄형 및 개방형 자동굴절검사값을 각각 비교하고, 각 검사조건별 두 굴절검사간의 상관성을 분석하였다. **결과:** 근시안에서 조절자극 전과 비교해 조절자극 후에서 자각적굴절검사와 폐쇄형 및 개방형 자동굴절검사의 (-)구면굴절력값은 유의하게 증가하였다. 운무적용 후에는 조절자극 전의 수준으로 감소하였다. 원시안에서 각 검사조건에 따른 자각적굴절검사와 폐쇄형 및 개방형 자동굴절검사의 (+)구면굴절력값은 유의한 차이를 보였고, 모든 검사조건에서 자각적굴절검사가 가장 큰 (+)구면굴절력값을 보였다. 비정시에 유형에 상관없이 운무적용은 모든 굴절검사과정에서 유의한 효과를 나타냈다. 자각적굴절검사와 폐쇄형 자동굴절검사 간의 상관분석에서 원시안의 측정시 폐쇄형 자동굴절검사값은 항상 자각적 굴절검사값보다 낮게 측정되어 근시화 경향을 보였다. **결론:** 검사자는 폐쇄형 자동굴절검사의 의존도를 최소화하여야 할 것이며, 정확한 굴절이상도를 검출하기 위해서는 선택적으로 운무과정을 실시한 후 자각적굴절검사과정을 통해 완전교정값을 결정해야 할 것이다.

**주제어:** 조절자극, 운무, 자각적굴절검사, 폐쇄형 자동굴절검사, 개방형 자동굴절검사