

Effect of Accommodation Control by Applying Fogging Method in Subjective Refraction and Auto-Refracton in Ametropia

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 4, 2016: Revised May 27, 2016: Accepted June 9, 2016)

Purpose: To analyze the effect of accommodative control and change values between subjective refraction (SR) and auto-refraction (AR) according to application of fogging after accommodative stimulation depending on ametropia type. **Methods:** Myopic ametropia 76 eyes and hyperopic ametropia 52 eyes participated for this study. SR and AR 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. **Results:** In myopic eyes, (-) spherical power by SR and AR in After AS test was significantly increased as compared to Before AS test, (-)spherical power in After AF test was decreased to the level of Before AS test. The differences of spherical power between SR and AR were highly measured by SR in After AS test, and highly measured by AR in After AF test, respectively. In hyperopic eyes, (+)spherical power of SR significantly decreased in After AS test compared to Before AS test, more (+)spherical power was detected in After AF test compared to Before AS test. (+)spherical power of AR have no significant difference between Before AS and After AS test, but more (+)spherical power was detected in After AF test compared to Before AS test. The differences of (+)spherical power between SR and AR were significant in all test conditions. Among 52 eyes which were measured as hyperopic ametropia, 7 eyes were measured as myopia by SR in After AS test. In case of AR, 25 eyes among 52 eyes were mismeasured as myopia of ranges from -0.25 D to -1.25 D in Before AS test, 26 eyes in After AS test, and 19 eyes in After AF test were mismeasured as myopia of ranges from -0.25 D to -1.25 D. **Conclusions:** Regardless of ametropia type, accommodative control by After AF test was effective on both refraction process. However, in auto-refraction for hyperopic eyes, the misdetermined proportion of refractive error's type was high due to consistent accommodative intervention in all test condition. Therefore, in order to obtain an accurate value of refractive errors, full correction should be determined by subjective refraction process after fogging method.

Key words: Accommodative control, Fogging, Subjective refraction, Auto-refraction, Hyperopic ametropia, Myopic ametropia

서 론

굴절이상도를 측정하는 방법으로는 크게 타각적굴절검사법과 자각적굴절검사법으로 나눌 수 있다.^[1] 이 중 자동굴절력계를 이용한 타각적굴절검사는 다른 검사과정에 비하여 특별한 기술을 요하지 않고 신속한 측정이 가능하여 임상현장에서 안경처방을 위한 유용한 참고값으로 사용되고 있다.^[2-4]

자동굴절력계가 빠르게 상용화되기 시작한 1970년대 이래, 자동굴절력계의 정확도에 대한 연구도 활발히 진행되어 왔다. Weseman과 Rassow는 모형안의 굴절이상도를 S+12 D ~ S-12 D범위에서 다양하게 유발시킨 후 자동굴

절력계를 통한 자동굴절검사를 실시한 결과, 실험에 사용된 모든 기종에서 유발시킨 모형안의 굴절이상도와 자동굴절검사값 간의 측정오차는 모형안의 굴절이상도가 $S \pm 2$ D를 벗어나면서부터 점차적으로 증가함을 보고하였다.^[5] Joubert와 Harris는 다양한 연령대의 실험참가자를 대상으로 자동굴절검사값과 자각적굴절검사값을 비교하였다. 그 결과 자동굴절검사값이 자각적굴절검사값과 비교해 보다 높은 근시로 측정됨을 밝혀냈고, 이 차이는 연령이 증가함에 따라 감소된다고 하였다.^[6] 또한 근시성 비정시안을 대상으로 한 국내의 연구에서도 유사하게, 자동굴절검사값이 자각적굴절검사값보다 높게 측정되고, 대상자의 근시도가 높을수록 두 검사값간의 차이도 증가한다는 결과를

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

본 연구의 일부는 2016 대한시과학회 춘계학술대회에서 포스터 발표되었음.

보고하였다.^[7] 반면, 조절마비제를 사용하여 두 측정값을 비교한 많은 연구들에서는 비조절마비하 검사와 비교해 두 검사간의 측정오차는 현저하게 감소되는 결과를 보여 주고 있다.^[8-12] 자동굴절력계는 실제 굴절이상도와의 측정 오차를 줄이기 위해 기기내부에 조절이완을 유도하는 운 무시스템이 존재하지만, 광학적 원리를 이용하여 수초내 의 auto-fogging 기능이 제공된 상태에서 측정된 값을 제 공하기 때문에 피측정자의 굴절이상유형이나 조절이완의 정도에 따라 측정값은 실제 굴절이상도와 다르게 검출될 수 있다.^[13] 결국 안경원 임상현장에서 조절마비제를 사용 하지 않고 적절한 조절이완상태를 유도하기 위한 방법으 로는 강한 플러스렌즈를 일정시간 착용하는 운무법이 있 으나,^[14] 임상현장에서 자각적굴절검사 전 이러한 운무과 정을 생략하는 경우가 많은 것으로 판단된다. 더욱이 자동 굴절력계의 활용도와 의존도가 매우 높은 임상현장의 실 정을 고려해볼 때, 자동굴절검사에서 운무적용에 따른 조 절제어효과에 대해서도 평가해볼 필요성이 있다.

따라서 본 연구에서는 비정시의 유형에 따라 일시적인 조절자극 후 운무적용에 따른 자각적 및 자동굴절검사값 의 변화를 각각 비교하여 운무에 따른 두 측정법간의 조 절제어효과를 분석하고, 임상현장에서 정확한 굴절이상도 의 검출을 위해 검사 전 운무적용의 필요성을 강조하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

본 연구의 취지에 동의하고 자각적굴절검사를 통해 검 출된 근시성 비정시 38명 76안(평균나이 21.18±1.77세)과 원시성 비정시 26명 52안(평균나이 23.08±2.33세)을 대상으 로 하였다. 문진을 통해 전신질환, 안질환, 사시, 약시 및 시 력에 영향을 미칠 수 있는 약물복용이 없음을 확인하였고, 단안교정시력이 1.0 미만이거나 양안시 기능이상 및 조절 기능이상이 있는 대상자는 선정과정에서 제외하였다.

2. 연구방법

자각적굴절검사는 수동포토퍼(Phoropter 11625B, Reichert, USA)와 6 m용 LCD 시력표(LUCID'LC, Everview, Korea) 를 이용하여 단안완전교정값을 측정하였고, 자동굴절검사는 폐쇄형 자동굴절력계(LRK-2600, Luxvision, USA)를 이용하여 3회 측정 후 평균값을 사용하였다. 실험에 사용 된 자동굴절력계는 calibration을 통해 오차가 없음을 확인 하였고, 검사실의 조도는 800±40 lx로 유지하였다.

먼저 자동굴절력계를 이용한 자동굴절검사를 실시한 후, 자각적굴절검사를 실시하였다(조절자극 전 검사). 그 후 실험대상자가 소지하고 있는 개인 스마트폰을 30~40 cm 앞에 두고 30분간 휴식 없이 사용하게 한 뒤 자동굴절검사와 자 각적 굴절검사를 차례대로 실시하였다(조절자극 후 검사). 그리고 자각적굴절검사를 통해 얻은 최초의 단안완전교정 값을 기준으로 S+3.00 D가 부가된 시험테를 착용하고 흐린 상태를 유지하며, 15분 동안 원용시력표를 보도록 하였다.^[15] S+3.00 D가 부가된 시험테를 제거한 직 후, 동일하게 두 검사를 실시하였다(운무적용 후 검사). 조절자극 전 검사와 비 교하여 조절자극 후 및 운무적용 후에서 자각적굴절검사를 통해 측정된 단안완전교정값과 자동굴절력계를 통해 측정 된 단안 자동굴절검사값 간의 변화와 운무에 의한 조절제어 효과를 비정시의 유형별로 비교분석하였다.

3. 통계처리

자료 분석은 SPSS(ver 21.0 for windows)를 사용하여 반 복측정 분산분석(Repeated measures ANOVA)과 대응표본 t-검정(Paired t-test), 그리고 빈도분석을 하였고, 모든 분석은 p<0.05를 통계적으로 유의성이 있는 것으로 판단하였다.

결과 및 고찰

1. 근시성 비정시안에서 각 검사조건에 따른 자각적 및 자동굴절검사값의 변화

근시성 비정시안에서 조절자극 전·후 및 운무적용 후

Table 1. Changes of refractive errors according to each test condition in myopic ametropia

Classification		Condition			N	p	post-hoc
		Before accommodative stimulation	After accommodative stimulation	After application of fogging			
SR	Sph	-2.40±1.50 ^a	-2.74±1.49 ^b	-2.34±1.60 ^c	76	0.000*	a, c < b
	Cyl	-0.67±0.63	-0.70±0.61	-0.71±0.63		0.265	-
AR	Sph	-2.41±1.43 ^a	-2.61±1.47 ^b	-2.45±1.47 ^c	76	0.000*	a, c < b
	Cyl	-0.73±0.52	-0.70±0.51	-0.75±0.50		0.327	-

SR: subjective refraction, AR: auto-refraction, Sph: spherical, Cyl: cylindrical

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

에 따른 자각적 및 자동굴절검사값의 변화는 Table 1과 같다. 먼저 자각적굴절검사에서 단안구면굴절력값의 평균변화를 살펴보면, 조절자극 전 검사에서 -2.40 ± 1.50 D이었고, 조절자극 후 검사에서는 -2.74 ± 1.49 D로 조절자극 전과 비교해 유의하게 증가하였고, 운무적용 후에는 -2.34 ± 1.60 D로 측정되어 조절자극 전의 근시도 수준으로 감소하였다($p < 0.05$). 자동굴절검사에 의한 평균 단안구면굴절력의 경우, 조절자극 전 검사에서 -2.41 ± 1.43 D, 조절자극 후 검사에서 -2.61 ± 1.47 D, 운무적용 후 검사에서 -2.45 ± 1.47 D로 각각 측정되어 조절자극 후 근시도는 조절자극 전과 비교해 유의하게 증가하였다가 운무적용 후 다시 조절자극 전의 수준으로 감소하였다($p < 0.05$). 반면 단안원주굴절력의 경우에는 자각적 및 자동굴절검사 모두에서 각 검사조건 간의 의미 있는 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$).

Owens와 Wolf-Kelly^[16]는 근거리 작업을 한 후, 구면굴절력의 평균 변화량이 -0.43 D라고 하였고, Ehrlich^[17]의 연구에서는 평균 $S-0.29$ D 근시성변화를 보고하였다. 30분간의 근거리 작업 후 측정본 연구에서도 단안구면굴절력값의 변화는 자각적굴절검사서 평균 -0.34 D, 자동굴절검사에서는 평균 -0.20 D의 근시성변화를 보여 두 측정법 모두에서 짧은 시간의 조절자극에 의해 쉽게 근시성변화를 유발하는 것을 알 수 있었다. 하지만 운무적용 후에는 두 측정법 모두에서 단안구면굴절력값이 조절자극 전의 측정값 수준으로 다시 회복되어 근시안에서 운무적용은 효과적인 조절제어과정임을 알 수 있었다.

각 검사조건 별로 자각적굴절검사와 자동굴절검사로 측정된 단안구면굴절력의 비교 결과는 Fig. 1과 같다. 먼저 조절자극 전 검사에서 두 측정값 간의 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$). 하지만 조절자극 후 검사에서 자각적굴절검사값이 자동굴절검사값보다 $S - 0.13$ D 높게 측정되었고($p < 0.05$), 운무적용 후 검사에서는 자동굴절검사값이 자각적굴절검사값보다 $S - 0.11$ D 높게 측정되었지만($p < 0.05$) 두 측정방법에 따른 차이값은 임상적인 측면에

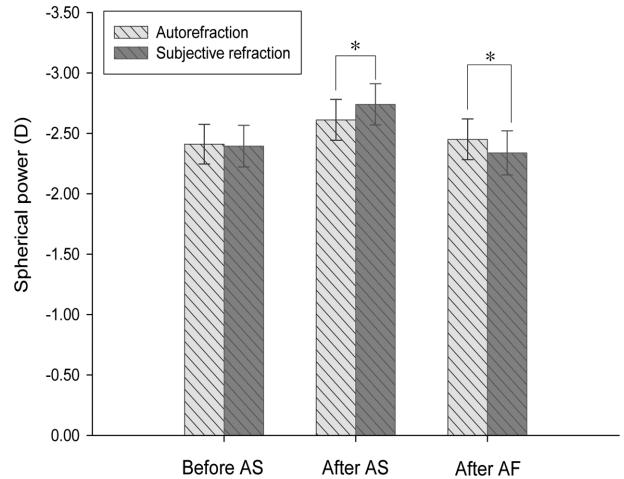


Fig. 1. Comparison of spherical power between subjective refraction and auto-refraction according to each test condition in myopic ametropia. Before AS: Before accommodative stimulation, After AS: After accommodative stimulation for 30 mins, After AF: After application of fogging for 15 mins, * $p < 0.05$: significant differences between subjective refraction and auto-refraction by paired t-test

서 볼 때 미미한 것으로 판단된다. Lee 등^[7]은 근시안에서 자동굴절검사값이 자각적굴절검사값보다 높게 측정되었다고 보고하였고, Kinge 등^[13]은 그 차이가 $S - 0.11$ D ~ $S - 0.23$ D 정도인 것으로 제시하였다. 본 연구결과에서 조절자극 전 실시한 두 측정법간의 단안구면굴절력은 의미 있는 차이를 보이지 않았는데, 이런 결과는 실험에 사용된 측정기기의 상이함에 의한 것과 부가적으로 선행연구와 달리 검사 전 calibration과정을 통해 자동굴절력계의 기계적 오차를 제거시킨 효과로 생각된다.

2. 원시성 비정시안에서 각 검사조건에 따른 자각적 및 자동굴절검사값의 변화

원시성 비정시안에서 조절자극 전·후 및 운무적용에 따른 자각적 및 자동굴절검사값의 변화는 Table 2와 같다. 먼저 자각적굴절검사서 단안구면굴절력값의 평균변화

Table 2. Changes of refractive errors according to each test condition in hyperopic ametropia

Classification		Condition			N	p	post-hoc
		Before accommodative stimulation	After accommodative stimulation	After application of fogging			
SR	Sph	$+0.80 \pm 0.80^a$	$+0.54 \pm 0.80^b$	$+1.00 \pm 0.84^c$	52	0.000*	a < b < c
	Cyl	-0.69 ± 1.03	-0.70 ± 1.11	-0.71 ± 1.14		0.789	-
AR	Sph	$+0.17 \pm 0.88^a$	$+0.12 \pm 0.79^b$	$+0.30 \pm 0.85^c$	52	0.023*	a, b < c
	Cyl	-0.81 ± 1.30	-0.82 ± 1.27	-0.80 ± 1.24		0.871	-

SR: subjective refraction, AR : autorefracton, Sph : spherical, Cyl : cylindrical

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

를 살펴보면, 조절자극 전 검사에서 $+0.80 \pm 0.80$ D로 측정되었고, 조절자극 후 검사에서는 $+0.54 \pm 0.80$ D로 측정되어 조절자극 전과 비교해 원시도는 유의하게 감소하였다. 운무적용 후 검사에서는 $+1.00 \pm 0.84$ D로 조절자극 전 측정값보다 더 높은 원시도가 검출되었다($p < 0.05$). 자동굴절검사에서 단안구면굴절력값의 평균변화를 살펴보면, 조절자극 전 검사에서 $+0.17 \pm 0.88$ D, 조절자극 후 검사에서 $+0.12 \pm 0.79$ D로 큰 변화를 보이지 않았고, 운무적용 후 검사에서 $+0.30 \pm 0.85$ D로 측정되어 조절자극 전·후 측정값과 비교해 평균 원시도는 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). 따라서 두 측정법 모두에서 조절자극 전과 비교해 더 높은 (+)구면굴절력값이 검출되어 원시안에서도 운무적용은 효과적인 조절제어과정을 확인하였다. 반면 단안원주굴절력의 경우에는 자각적 및 자동굴절검사 모두에서 각 검사조건 간의 의미 있는 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 이러한 결과는 원시안을 대상으로 15분간의 운무법과 비운무법 간의 자동굴절검사값의 차이는 없다고 보고한 Oh^[18]의 연구와는 상반된 것이었다. 이런 차이는 운무를 위해 S+2.00 D렌즈를 사용한 선행연구와 달리, 본 연구에서는 S+3.00 D를 통한 보다 강한 운무과정을 실시한 효과로 보여진다. 따라서 굴절검사에서 운무적용의 효과를 위해서는 대략적인 굴절이상 교정상태에서 최소 S+3.00 D 이상을 가입해야 할 것으로 생각된다.

각 검사조건 별로 자각적굴절검사와 자동굴절검사로 측정된 단안구면굴절력의 비교 결과는 Fig. 2와 같다. 조절자극 전 검사에서 자각적굴절검사값이 자동굴절검사값보다 평균 S+0.63D 더 높게 측정되었고($p < 0.05$), 조절자극 후 검사에서는 자각적굴절검사값이 자동굴절검사값보다 평균 S+0.42 D만큼 더 높게 측정되었다($p < 0.05$). 또한 운무적용 후 검사에서도 두 검사값은 차이가 평균 S+0.70 D로 자각적굴절검사에서 자동굴절검사값과 비교해 더 높은 원시도가 검출되었다($p < 0.05$). 따라서 근시성 비정시안과

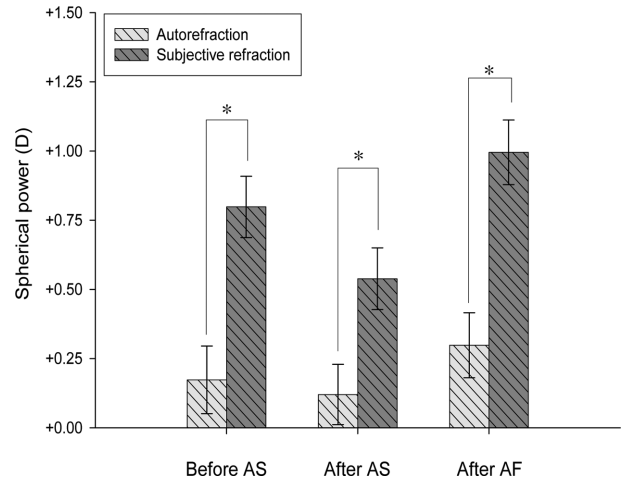


Fig. 2. Comparison of spherical power between subjective refraction and auto-refraction according to each test condition in hyperopic ametropia. Before AS: Before accommodative stimulation, After AS: After accommodative stimulation for 30 mins, After AF: After application of fogging for 15 mins, * $p < 0.05$: significant differences between subjective refraction and auto-refraction by paired t-test

달리 원시성 비정시안의 경우 모든 검사조건에서 자동굴절검사값은 자각적굴절검사값과 비교하여 현저한 근시성 변화를 보이므로, 검사자는 자동굴절검사값을 기초로 자각적굴절검사를 실시할 때 참고하여야 하겠다.

3. 원시성 비정시안에서 각 검사조건에 따른 근시성변화 분석

Table 3은 원시성 비정시 52안 중 각 검사조건에 따른 단안구면굴절력의 측정결과가 근시성 비정시로 나타나는 대상안의 비율과 오차범위를 나타낸 것이다. 먼저 원시성 비정시 52안 중 조절자극 후 자각적굴절검사에서 근시성으로 측정된 대상안은 7안(13.46%)으로 나타났고, 7안 모두에서 S - 0.25 D로 측정되었다. 하지만 운무적용 후 검

Table 3. The range of the myopic ametropia measured in each test condition despite hyperopic ametropia by subjective refraction

Condition	Subjective refraction		Auto-refraction	
	Measured values to hyperopia	Measured values to myopia	Measured values to hyperopia	Measured values to myopia
1	Range (D)	+0.25 ~ +4.75	-	0.00 ~ +2.50
	n(%)	52(100%)	0(0%)	27(51.92%)
2	Range (D)	0.00 ~ +4.75	-0.25	0.00 ~ +2.00
	n(%)	45(86.54%)	7(13.46%)	26(50.00%)
3	Range (D)	+0.25 ~ +4.75	-	0.00 ~ +3.00
	n(%)	52(100%)	0(0%)	33(63.46%)

1: Test before accommodative stimulation, 2: Test after accommodative stimulation for 30 mins, 3: Test after application of fogging for 15 mins

Table 4. Individual analysis of myopic shift between subjective and auto-refraction before accommodative stimulation

Serial No	Subjective refraction (D)	Auto-refraction (D)	Accommodative intervention (D)
1	+0.25	-1.25	1.50
2	+0.25	-1.25	1.50
3	+0.25	-0.25	0.50
4	+0.50	-0.25	0.75
5	+0.25	-0.25	0.50
6	+0.50	-0.25	0.75
7	+0.25	-0.50	0.75
8	+0.50	-0.50	1.00
9	+0.50	-0.50	1.00
10	+0.25	-0.25	0.50
11	+0.25	-0.50	0.75
12	+0.25	-0.25	0.50
13	+0.75	-0.75	1.50
14	+1.25	-0.75	2.00
15	+0.25	-0.50	0.75
16	+0.50	-0.25	0.75
17	+0.25	-0.75	1.00
18	+0.25	-0.50	0.75
19	+0.75	-0.75	1.50
20	+0.25	-0.25	0.50
21	+0.50	-0.25	0.75
22	+0.25	-1.25	1.50
23	+1.00	-0.25	1.25
24	+0.25	-0.50	0.75
25	+0.75	-0.25	1.00
Mean	+0.44±0.27	-0.52±0.33	0.96±0.41

25 are number of eyes that were measured as myopic ametropia by auto-refraction despite hyperopic ametropia by subjective refraction. Data are expressed as spherical power.

사에서는 근시성으로 측정되었던 7안은 다시 원시성 비정시로 검출되었다.

반면 자동굴절검사값의 경우에는 조절자극 전 검사에서부터 원시성 비정시 52안 중 25안(48.08%)이 S - 0.25 D ~ S - 1.25 D 범위의 근시성으로 측정되었다. 또한 조절자극 후 검사에서는 26안(50.00%)이, 운무적용 후 검사에서도 19안(36.54%)이 여전히 S - 0.25 D ~ S - 1.25 D 범위의 근시성 비정시로 측정되었다.

Table 4는 원시성 비정시 52안 중 조절자극 전 자각적굴절검사값을 기준으로 자동굴절검사결과값이 근시성 비정

Table 5. Individual analysis of myopic shift between subjective and auto-refraction after application of fogging

Serial No	Subjective refraction (D)	Auto-refraction (D)	Accommodative intervention (D)
1	+0.25	-1.00	1.25
2	+0.25	-1.25	1.50
3	+0.75	-0.25	1.00
4	+0.25	-0.25	0.50
5	+0.75	-0.25	1.00
6	+0.75	-0.50	1.25
7	+0.25	-0.50	0.75
8	+0.75	-0.50	1.25
9	+0.25	-0.50	0.75
10	+0.75	-0.25	1.00
11	+0.25	-0.25	0.50
12	+0.25	-0.50	0.75
13	+0.25	-0.50	0.75
14	+0.50	-0.25	0.75
15	+1.00	-0.25	1.25
16	+0.25	-0.75	1.00
17	+1.25	-0.50	1.75
18	+0.50	-0.50	1.00
19	+1.00	-0.25	1.25
Mean	+0.54±0.33	-0.47±0.28	1.01±0.33

19 are number of eyes that were measured as myopic ametropia by auto-refraction despite hyperopic ametropia by subjective refraction.

Data are expressed as spherical power.

시로 나타난 25안에 대한 개별적 변화값을 분석한 것이다. 근시성으로 나타난 25안의 조절자극 전 자각적굴절검사값은 평균 S+0.44±0.27 D이었고, 자동굴절검사에 의해 평균 S - 0.52±0.33 D로 측정되어 자동굴절력계를 측정하는 순간 평균 0.96±0.41 D의 조절이 개입된 상태로 보여진다. 또한 Table 5는 원시성 비정시 52안 중 운무적용 후 자각적굴절검사값을 기준으로 자동굴절검사에 의해 근시성 비정시로 나타난 19안에 대한 개별적 변화값을 분석한 것이다. 근시성으로 나타난 19안의 조절자극 전 자각적굴절검사값은 평균 S+0.54±0.33 D이었고, 자동굴절검사에 의해 평균 S - 0.47±0.28 D로 측정되어 자동굴절력계를 측정하는 순간 평균 1.01±0.33 D의 조절이 개입된 상태로 보여진다.

실험결과에 따르면, 미교정 원시안에서는 비록 자각적굴절검사과정을 시행하더라도 검사 전 작용했던 조절자극의 영향에 따라 의도치 않게 일부 피검사자에서는 조절이

개입된 상태의 굴절이상도가 검출될 수 있음을 의미한다. 하지만 운무적용 후 검사에서는 근시성 비정시로 나타났던 모든 대상안이 다시 원시성 비정시로 검출되어 15분의 짧은 운무과정을 통해 피검사자의 조절개입을 최대한 제거할 수 있음을 알 수 있었다. 하지만 자동굴절검사의 경우에는 조절자극 전 검사에서부터 무려 25안(48.08%)이, 운무적용 후 검사에서도 여전히 19안(36.54%)이 자각적굴절검사를 통한 원시도를 기준으로 대략 1 D의 조절개입으로 인해 평균 $S - 0.50$ D의 근시성 비정시로 측정되는 경우가 발생하였다. 미교정 원시안에서 각 검사 조건에 따른 자동굴절검사의 평균변화에 보면 운무적용을 통해 조절제어가 효과적인 것처럼 보일 수 있으나, 개별적 분석을 통해 사실상 모든 검사조건에서 조절이 개입된 상태에서 측정되고 있음을 말해준다. 그러므로 임상현장에서 자동굴절력계를 통한 결과값이 약도의 근시로 나타날 경우, 측정 중 미교정 원시안의 습관적인 조절개입으로 인해 굴절이상의 분류가 다르게 판정될 가능성도 염두해야 할 것이다.

결과들을 종합해 보면, 비정시의 유형에 관계없이 두 굴절검사법 모두에서 운무적용은 피검사자의 조절을 효과적으로 제어하는 과정이 되는 것을 알 수 있었다. 특히 원시성 비정시안에서는 운무적용을 통해 조절자극 전의 측정값보다 더 높은 (+)구면굴절력이 검출되었다는 점을 감안할 때 운무에 따른 조절제어과정은 상대적으로 원시성 비정시안에서 더 효과적인 것으로 생각된다. 하지만 근시성과 달리 원시성 비정시안의 경우, 모든 검사조건에서 자각적 및 자동굴절검사를 통해 각각 측정된 (+)구면굴절력값은 큰 차이를 나타내고 있다. 결국 자동굴절력계는 기기내부에 강한 (+)렌즈를 이용해 조절이완을 유도하는 운무시스템이 존재하지만,^[19] 측정기기에 밀착해 측정함으로써 발생하는 근접성조절의 개입과^[20] 미교정 원시안의 습관적인 조절이 완전히 제어되지 않는 상태에서 순간적으로 측정된 값을 제공함에 따라 자각적굴절검사값과 비교해 상당한 근시성 변화를 보인 것으로 보여 진다. 따라서 정확한 굴절검사값을 얻기 위해서는 조절의 개입을 최소화한 상태에서 검사하는 것이 중요하므로^[21] 검사 전 문진을 통해 피검자의 시생활 환경을 고려한 선택적인 운무적용이 요구되고, 반드시 자동굴절검사 후 자각적굴절검사과정을 통해 완전교정값을 결정해야 할 것이다. 더불어 본 연구에서는 실험대상자가 조절력이 풍부한 20대로 한정되었다는 제한점이 있으며, 추후 다양한 연령대에서의 변화도 조사할 필요가 있다고 사료된다.

결 론

조절자극 후 운무적용에 따른 자각적 및 자동굴절검사

값의 변화와 비정시에 유형에 따른 조절제어효과를 분석한 본 연구의 결론은 아래와 같다.

1. 근시성과 원시성 비정시 모두에서 자각적 및 자동굴절검사의 평균 구면굴절력변화는 조절자극 전과 비교해 조절자극 후 (-) 방향으로, 운무적용 후 (+) 방향으로 굴절력이 증가하여 운무적용에 따른 조절제어는 효과적이었다.
2. 근시성 비정시에서 조절자극 후 자각적굴절검사에 의한 평균 (-)구면굴절력값은 자동굴절검사값보다 높게 측정되었고, 운무 후 검사에서는 낮게 측정되었다. 하지만 두 검사값의 차이는 임상적으로 미미하였다. 원시성 비정시에서는 모든 검사조건에서 자각적굴절검사에 의한 평균 (+)구면굴절력값이 자동굴절검사값보다 높게 측정되었다.
3. 조절자극 전 자각적굴절검사를 통해 검출된 원시성 비정시안 중 48.08%가 자동굴절검사에서도 근시성으로 측정되었고, 운무적용 후에서도 36.54%에서 근시성 비정시로 나타났다.

결론적으로 운무를 통한 조절제어는 비정시의 유형에 상관없이 두 굴절검사과정 모두에서 효과적으로 적용되었다. 하지만 원시안의 자동굴절검사에서는 모든 검사조건에서 조절이 개입된 상태로 측정되어 자각적굴절검사와 비교해 굴절이상의 분류가 다르게 판정될 가능성이 있으니 검사자는 주의하여야 하겠다. 따라서 정확한 굴절이상도를 검출하기 위해서는 운무과정을 실시한 후 반드시 자각적굴절검사과정을 통해 완전교정값을 결정해야 할 것이다.

검사의 글

2015년도 강원대학교 학술연구조성비로 연구하였음(관리번호-201510115).

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] Kim YS, An HS, and Jin YH. A study about the accuracy of automated refraction. *J Korean Ophthalmol Soc.* 1995;36(12):2207-2212.
- [3] McBrien NA, Millodot M. Clinical evaluation of the Canon Autorefractor R-1. *Am J Optom Physiol Opt.* 1985; 62(11):786-792.
- [4] Mallen EA, Wolffsohn JS, Gilmartin B, Tsujimura S. Clinical evaluation of the Shin-Nippon SRW-5000 autorefractor in adults. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2001;21(2): 101-107.
- [5] Wesemann W, Rassow B. Automatic infrared refractors-a comparative study. *Am J Optom Physiol Opt.* 1987;64(8): 627-638.

- [6] Joubert L, Harris WF. Excess of autorefraction over subjective refraction: dependence on age. *Optom Vis Sci.* 1997;74(6):439-444.
- [7] 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.
- [8] Choong YF, Chen AH, and Goh PP. A comparison of autorefraction and subjective refraction with and without cycloplegia in primary school children. *Am J Ophthalmol.* 2006;142(1):68-74.
- [9] Chat SW, Edwards MH. Clinical evaluation of the Shin-Nippon SRW-5000 autorefractor in children. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2001;21(2):87-100.
- [10] Steele G, Ireland D, Block S. Cycloplegic autorefraction results in pre-school children using the Nikon Retinomax Plus and the Welch Allyn SureSight. *Optom Vis Sci.* 2003;80(8):573-577.
- [11] Salvesen S, Kohler M. Automated refraction. A comparative study of automated refraction with the Nidek AR-1000 autorefractor and retinoscopy. *Acta Ophthalmol (Copenh).* 1991;69(3):342-346.
- [12] Cordonnier M, Dramaix M, Kallay O, de Bideran M. How accurate is the hand-held refractor Retinomax(R) in measuring cycloplegic refraction: a further evaluation. *Strabismus.* 1998;6(3):133-142.
- [13] 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(1):35-39.
- [14] Benjamin WJ. *Borish's clinical refraction*, 2nd Ed. St. Louis: Butterworth-Heinemann. 2006;798-799.
- [15] Kang HS. *Introduction to Optometry*, 6th Ed. Seoul: Shinkwang publishing company. 2011;236.
- [16] Owens DA, Wolf-Kelly K. Near work, visual fatigue, and variations of oculomotor tonus. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1987;28(4):743-749.
- [17] Ehrlich DL. Near vision stress: vergence adaptation and accommodative fatigue. *Ophthalmic Physiol Opt.* 1987; 7(4):353-357.
- [18] Oh SY. A study on refraction by fogging and unfogging method for hyperopic refractive errors. MS Thesis. Kon-yang University, Daejeon. 2014;27-51.
- [19] Gallagher JT, Citek K. A Badal optical stimulator for the Canon Autorefr R-1 optometer. *Optom Vis Sci.* 1995;72(4): 276-278.
- [20] Rosenfield M, Gilmartin B. Effect of target proximity on the open-loop accommodative response. *Optom Vis Sci.* 1990;67(2):74-79.
- [21] Yang SW, Lee NY, Kim SY. The effect of cycloplegia on vision and stereopsis: comparison between before and after cycloplegia. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2006;47(9): 1454-1458.

비정시안에서 운무적용에 따른 자각적 및 자동굴절검사의 조절제어효과

이강천, 김상엽, 조현국, 유동식, 문병연*

강원대학교 안경광학과, 삼척 25949

투고일(2016년 5월 4일), 수정일(2016년 5월 27일), 게재확정일(2016년 6월 9일)

목적: 비정시의 유형별 조절자극 후 운무적용에 따른 자각적 및 자동굴절검사값의 변화와 조절제어효과를 분석하고자 하였다. **방법:** 근시성 비정시 76안과 원시성 비정시 52안을 대상으로 하였다. 세 가지 검사조건에서 측정된(조절자극 전, 조절자극 후, 운무적용 후) 자각적 및 자동굴절검사값을 각각 비교하였다. **결과:** 근시성 비정시안에서 자각적 및 자동굴절검사의 (-)구면굴절력값은 조절자극 전과 비교해 조절자극 후에서 유의하게 증가하였고, 운무적용 후에는 조절자극 전의 수준으로 감소하였다. 자각적 및 자동굴절검사간의 (-)구면굴절력차이는 조절자극 후에서 자각적굴절검사값이 높았고, 운무적용 후 검사에서는 자동굴절검사값이 높게 측정되었다. 원시성 비정시안에서 자각적굴절검사의 (+)구면굴절력값은 조절 전과 비교해 조절자극 후에서 유의하게 감소하였고, 운무적용 후에는 조절자극 전보다 더 높은 (+)구면굴절력이 검출되었다. 자동굴절검사의 (+)구면굴절력값은 조절자극 전·후간의 유의한 차이는 없었고, 운무적용 후에는 조절자극 전보다 더 높은 (+)구면굴절력이 검출되었다. 자각적 및 자동굴절검사간의 구면굴절력은 모든 검사조건에서 유의한 차이를 보였다. 원시성 비정시 52안 중 조절자극 후 자각적굴절검사에서 7안이 근시로 측정되었다. 자동굴절검사의 경우, 원시성 비정시 52안 중 조절자극 전 검사에서 25안이 $-0.25\text{ D} \sim -1.25\text{ D}$ 범위의 근시로 나타났고, 조절자극 후 검사에서는 26안이, 운무적용 후 검사에서도 19안이 $-0.25\text{ D} \sim -1.25\text{ D}$ 범위의 근시로 측정되었다. **결론:** 비정시의 유형에 상관없이 운무를 통한 조절제어는 두 굴절검사과정 모두에서 효과적이었다. 하지만 원시안에서 자동굴절검사는 모든 검사조건에서 일정량의 조절이 개입된 상태로 측정되어 굴절이상의 분류가 다르게 검출되는 비율이 높았다. 따라서 정확한 굴절이상도를 검출하기 위해서는 운무과정을 실시한 후 반드시 자각적굴절검사과정을 통해 완전교정값을 결정해야 할 것이다.

주제어: 조절제어, 운무, 자각적굴절검사, 자동굴절검사, 원시성 비정시, 근시성 비정시