

사위별 가입렌즈에 따른 자극 AC/A비와 반응 AC/A비의 비교

이세희¹, 유동식², 손정식², 곽호원^{2,*}

¹대구가톨릭대학교 안경광학과, 경산 712-702

²경운대학교 안경광학과, 구미 730-739

투고일(2014년 07월 30일), 수정일(2014년 09월 2일), 게재확정일(2014년 9월 18일)

목적: 각 사위 그룹에서 가입렌즈에 따른 조절반응량과 근거리 수평사위도의 변화를 측정하여 자극 AC/A비와 반응 AC/A비를 조사하였다. 이에 자극 AC/A비와 반응 AC/A비를 비교·분석하여 임상에서의 양안시 검사 및 처방 시에 유용한 자료로 제시하고자 한다. **방법:** 평균 만 20.89±1.92세, 81명을 대상으로 주시거리 40 cm에서 개방형 자동굴절계(Nvision-K 5001, Shin nippon)와 수정된 토링톤 시표(MIM card; Muscle Imbalance Measure card, Bernell)를 이용하여 양안시 상태에서 조절반응량과 근거리 수평사위도를 측정하였다. 그리고 측정된 값을 토대로 자극 AC/A비와 반응 AC/A비를 경사 AC/A법으로 계산하였다. **결과:** 주시거리 40 cm에서 조절반응량은 외사위 그룹이 1.92±0.26 D로 가장 크고, 정위 그룹 1.72±0.26 D, 내사위 그룹 1.62±0.42 D 순으로 작아졌고, 근거리 수평사위도의 변화폭은 내사위 그룹이 23.24 Δ로 가장 크고, 정위 그룹 19.76 Δ, 외사위 그룹 15.14 Δ 순으로 작게 나타났다. 가입렌즈에 따른 자극 AC/A비와 반응 AC/A비의 차이는 외사위 그룹에서는 -2.00 D 렌즈를 가입하였을 때, 1.72 Δ/D로 가장 컸고 내사위 그룹에서는 +1.00 D 렌즈를 가입하였을 때 3.43 Δ/D로 가장 크게 나타났다. 외사위 그룹에서 -2.00 D, -1.00 D 렌즈를 가입하였을 때, 내사위 그룹에서는 +3.00 D, +2.00 D, +1.00 D, -1.00 D 렌즈를 가입하였을 때 각각 통계적으로 유의한 차이를 보였다. **결론:** 자극 AC/A비와 반응 AC/A비를 비교하였을 때, 외사위 그룹에서는 (-) 렌즈를 가입하였을 때의 차이가 더 크고, 내사위 그룹에서는 (+) 렌즈를 가입하였을 때의 차이가 더 크게 나타났다. 또한 내사위 그룹의 자극 AC/A비와 반응 AC/A비의 차이가 외사위 그룹의 차이보다 더 크게 나타났다.

주제어: 조절반응량, 근거리 수평사위도, 경사 AC/A법, 자극 AC/A비, 반응 AC/A비

서 론

최근 지식정보매체들의 발달로 스마트폰, 태블릿 pc와 컴퓨터 같은 영상화면단말기(visual display terminal, VDT)를 사용하는 횟수와 시간이 많아짐에 따라 대부분의 현대인들은 근거리 작업에 노출되어 있다. 장시간의 근거리 작업은 눈의 피로감, 충혈, 눈부심, 두통, 복시 등과 같은 안정 피로(asthenopia)를 발생시킨다. 안정피로란 근거리 작업을 하는 동안 나타나는 자각증상으로 근거리 작업으로 인해 눈의 조절과 폭주의 균형이 파괴되어 나타나는 증상이다.^[1,2] 근거리 시기능 검사 항목에는 굴절검사, 조절력 관련검사, 사위검사, 입체시검사, 폭주검사 및 융합버전스 검사 등이 포함되어 있으며, 사위도와 조절성폭주비(accommodative convergence/accommodation, AC/A ratio)를 측정하고 이어서 융합버전스(fusional vergence)를 직접 평가하거나 조절 기능 관련 검사 항목을 통해서 간접적으로 평가한다.^[3,4]

또한 AC/A비는 조절에 따라 자극 AC/A비(stimulus AC/A ratio), 반응 AC/A비(response AC/A ratio)로 나누어진다. 자극 AC/A비는 조절자극의 변화에 따른 폭주비이고 반응 AC/A비는 실제 조절반응의 변화에 따른 폭주비이다. 자극 AC/A비는 실제로 조절자극을 주었을 때 조절반응이 같지 않고 사람마다 다르게 나타나기 때문에 생기는 차이인 조절래그로 인해 광범위한 가변성을 가진다. Manas와 Shulman은 자극 AC/A비의 가변성은 조절과 폭주의 관계의 변화의 결과로 보았다.^[5] 하지만 측정의 어려움 때문에 임상에서는 대부분 조절반응을 고려한 반응 AC/A비가 아닌 자극 AC/A비가 측정되고 있다.^[6] 그러나 자극 AC/A비와 반응 AC/A비의 가변성 실험에서도 반응 AC/A비가 더 안정적이었고, 실제 조절과 폭주의 관계를 알기 위해서는 반응 AC/A비의 측정이 필요하다.^[7] 임상에서 AC/A비 측정은 시기능 분석·평가에 중요한 단서가 되기도 하고 최근에는 반응 AC/A비의 평가로 근시의 진행을 예측하는

*Corresponding author: Ho-Weon Kwak, TEL: +82-54-479-1334, E-mail: hwwkwak@ikw.ac.kr

연구도 많이 이루어지고 있다.^[8-10] 본 연구에서는 임상에서 이루어지는 가입렌즈에 따른 조절반응량과 근거리 수평사위도를 측정하고 그에 따른 자극 AC/A비와 반응 AC/A비를 조사하였다. 각 사위별로 (-) 렌즈를 부가할 때의 AC/A비와 (+) 렌즈를 부가할 때인 AC/A비를 구하여 각 사위도에 따른 자극 AC/A비와 반응 AC/A비의 차이를 조사하여 조절과 폭주의 관계에 대해서 규명하고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

연구 대상자는 본 연구의 취지를 이해하고 동의하는 20대 (20.89±1.92세)의 특별한 안과적 질환, 정신질환, 전신질환이 없고 시력 또는 교정시력이 0.9 이상 나오는 대학생 81명(남자 53명, 여자 28명)을 대상으로 실시하였다. 대상자의 시기능 유형은 모건의 표준값 (Morgan's norm)에 의해 분류하였으며, 굴절이상은 S-5.00 D~S+3.50 D, 난시는 최고 C-2.00 D 범위이고, 근거리 수평사위방향에 따른 분포는 외사위 그룹('-' 부호로 표기함)은 30명 (37.0%)으로 평균 근거리 수평사위도는 -11.31±3.00 Δ, 정위 그룹은 35명(43.2%)으로 평균 근거리 수평사위도는 -3.27±1.86 Δ, 내사위 그룹('+ 부호로 표기함)은 16명 (19.8%)으로 평균 3.50±1.46 Δ의 근거리 수평사위도를 나타내었다. 전체 연구 대상자는 평균 -4.90±4.72 Δ의 근거리 수평사위도를 보였다.

2. 연구 방법

1) 조절반응 검사

조절반응 검사는 원거리 완전교정 상태에서 40 cm 거리에 근거리 시표를 고정시키고 양안 개방형자동굴절계(N-vision K5001, Shin-nippon, Japan)를 사용하여 양안에 +3.00 D~-3.00 D 사이의 가입렌즈를 1.00 D 단위로 부가 후에 양안시 상태에서 우안의 조절반응을 5번씩 반복 측정하여 평균치를 사용하였다.

2) 사위검사

사위검사는 수정된 토링톤법(modified Thorington method)을 사용하였으며^[11], 시표는 MIM card(Muscle Imbalance Measure card, Bernell)의 수정된 토링톤 시표와 적색 마독스로드 및 펜라이트를 이용하였다. 근거리 검사는 40 cm에서 실시하였으며, 사위도를 측정하는 동시에 우안의 조절반응을 측정하기 위해 피검자의 좌안에 마독스로드를 수직으로 착용 시키고 시표의 중앙에 펜라이트를 고정시켰다. 피검자에게 시표 중앙의 펜라이트의 점광원을 주시한 상태에서 붉은 선이 보이는지 확인하였고, 이때 붉은

선이 지나가는 시표의 수평축의 숫자를 읽게 하였다. 붉은 선이 점광원을 중심으로 시표의 오른쪽을 지나고 있으면 외사위, 왼쪽을 지나고 있으면 내사위로 판단하였다. 근거리 수평 사위 기댓값은 3±3 Δ exo이다. 즉 6 Δ exo-0 Δ의 범위 내에 있으면 근거리 정위, 6 Δ exo를 벗어나면 근거리 외사위, 0 Δ을 벗어나면 근거리 내사위로 분류하였다.^[12]

3) 경사 AC/A비 측정

원거리 완전 교정상태에서 근거리 사위 검사를 시행한 다음 절대 값이 같은 크기로 (+)렌즈 부가에 의한 조절의 이완과 (-) 렌즈 부가에 의한 조절의 자극 순으로 각각의 사위값을 측정한다. 이러한 조절이완과 자극은 안위를 내편위와 외편위를 일으키게 한다. 이렇게 조절자극에 의해 발생한 안구 편위량을 부가된 조절자극량으로 나누어 줌으로써 단위조절에 대한 편위량인 경사 AC/A비로 나타낼 수 있다.

$$\frac{AC}{A} = \frac{\Delta P}{\Delta As} = \frac{\text{(렌즈가입전사위량)} - \text{(렌즈가입후사위량)}}{\text{조절자극변화량(D)}}$$

3. 연구 자료 처리 방법

자료 분석은 SPSS(Ver. 18.0 for Windows, SPSS Inc, Chicago, IL, USA)의 대응 t-test, 반복 측정 ANOVA 등을 사용하여 분석하였고, 유의도 수준은 α=0.05로 두고 p<0.05일 때 통계적으로 유의한 차이가 있다고 판단하였다.^[13]

결과 및 고찰

1. 각 사위 그룹별 가입렌즈에 따른 조절반응량 조사

Fig. 1은 각 사위 그룹별 가입렌즈에 따른 조절반응량을 나타내었다. 주시거리 40 cm에서 렌즈를 가입하지 않았을 때, 외사위 그룹의 조절반응량은 1.92±0.26 D로 가장 컸고, 정위 그룹 1.72±0.26 D, 내사위 그룹 1.62±0.42 D 순

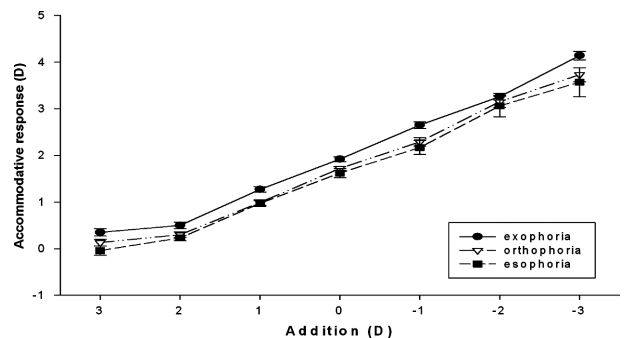


Fig. 1. Mean and standard errors of accommodative responses by additions in phorias.

Table 1. Mean and standard deviations of accommodative responses and deviation by additions in phorias

Addition	Phoria AS (D)	Exophoria (M±SD)		Orthophoria (M±SD)		Esophoria (M±SD)	
		AR (D)	Deviation (Δ)	AR (D)	Deviation (Δ)	AR (D)	Deviation (Δ)
+3.00	-0.50	0.35±0.43	-16.16±4.72	0.13±0.44	-12.88±2.39	-0.04±0.39	-7.50±2.37
+2.00	0.50	0.50±0.36	-15.52±2.56	0.30±0.34	-9.73±2.14	0.23±0.24	-5.41±2.65
+1.00	1.50	1.27±0.33	-13.38±2.90	0.99±0.35	-7.13±2.12	0.97±0.24	-1.49±2.34
0	2.50	1.92±0.26	-11.31±3.00	1.72±0.26	-3.27±1.86	1.62±0.42	4.88±2.69
-1.00	3.50	2.65±0.36	-7.21±3.82	2.29±0.50	0.35±2.70	2.17±0.62	8.75±4.52
-2.00	4.50	3.26±0.40	-4.33±4.19	3.15±0.73	3.58±4.69	3.06±0.92	12.43±5.90
-3.00	5.50	4.14±0.51	-1.02±5.31	3.73±0.91	6.88±5.85	3.57±1.24	15.74±8.34

AS : accommodative stimulus, AR : accommodative response
 M±SD : Mean±Standard Deviation, (-) : exophoria, (+) : esophoria

으로 조절반응량이 작게 나타났다. 가입렌즈를 (-) 방향으로 하였을 때, 외사위 그룹의 조절반응량 변화폭이 2.22 D로 정위 그룹 2.01 D, 내사위 그룹 1.95 D보다 크게 나타났고, 가입렌즈를 (+) 방향으로 하였을 때, 내사위 그룹의 조절반응량 변화폭이 1.66 D로 정위 그룹 1.59 D, 외사위 그룹 1.57 D보다 변화폭이 크게 나타났다. 조절자극에 따른 조절반응량의 변화폭은 (-) 렌즈를 가입하였을 때가 (+) 렌즈를 가입하였을 때보다 더 컸고, (+), (-) 가입렌즈의 도수가 높아질수록 조절반응량의 변화폭이 줄어드는 경향을 보였다(Table 1).

위의 결과는 근거리 조절자극에 대한 조절반응에서 내사위 경우는 기댓값보다 조절래그가 증가하고, 외사위의 경우는 조절래그가 기댓값보다 감소하기 때문이다.^[14] 이는 내사위 경우는 조절반응량이 감소하고, 외사위의 경우는 조절반응량이 증가한다는 Tassinari^[15]와 Goss^[16]의 연구와도 일치한다. 반대로 외사위인 경우, 잠복안위에서 융합을 위해서 폭주를 정위 및 내사위에 비해 증가시켜야 하므로 조절자극에 대한 조절반응량도 증가할 것이다.^[17] 따라서 내사위는 개산을 증가시켜야 하므로 개산자극에 대한 조절이완으로 조절반응량이 감소하는 것으로 사료된다.

2. 각 사위 그룹별 가입렌즈에 따른 근거리 수평사위도 변화

Fig. 2는 조절자극과 조절반응에 대한 근거리 수평사위도의 변화를 나타낸 것이다. 주시거리 40 cm에서 렌즈를 가입하지 않았을 때 근거리 수평사위도는 외사위 그룹은 -11.31±3.00 Δ이고, 정위 그룹은 -3.27±1.86 Δ, 내사위 그룹은 4.88±2.69 Δ로 나타났다.

가입렌즈가 0.00 D로 조절자극이 2.50 D인 때를 기준으로 하여 (+) 렌즈를 부가하여 조절이완 시켰고, (-) 렌즈

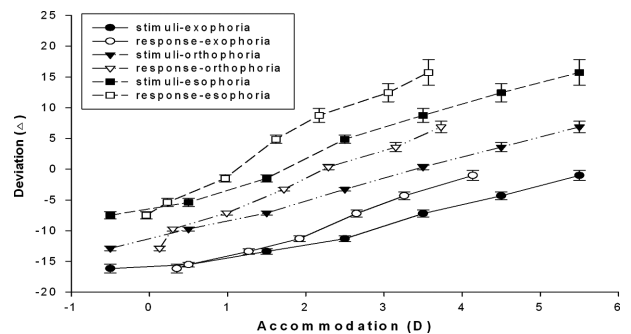


Fig. 2. Mean and standard errors of near horizontal phoria by accommodative stimulus and accommodative response.

를 부가하여 조절자극 시켰다. 외사위 그룹에서는 (-) 렌즈를 가입하였을 때, 근거리 수평사위도의 변화폭이 10.29 Δ로 (+) 렌즈를 가입하였을 때의 변화폭 4.85 Δ 보다 크게 나타났다. 정위 그룹의 경우는 외사위 그룹과 마찬가지로 (-) 렌즈를 가입하였을 때, 근거리 수평사위도의 변화폭이 10.15 Δ로 (+) 렌즈를 가입하였을 때의 변화폭 9.61 Δ 보다 더 크게 나타났다. 내사위 그룹의 경우는 (+) 렌즈를 가입하였을 때, 근거리 수평사위도의 변화폭이 12.38 Δ로 (-) 렌즈를 가입하였을 때의 변화폭 10.86 Δ보다 더 크게 나타났다. 근거리 수평사위도의 전체 변화폭은 내사위 그룹이 23.24 Δ로 가장 컸고, 정위 그룹 19.76 Δ, 외사위 그룹 15.14 Δ 순으로 작게 나타났다.

각 사위 그룹별 조절반응량에 따른 근거리 수평사위도 변화는 조절자극이 2.50 D일 때 조절반응량은 외사위 그룹 1.92±0.26 D, 정위 그룹 1.72±0.26 D, 내사위 그룹 1.62±0.42 D이었으며 가입렌즈의 굴절력이 커질수록 조절반응량의 변화폭이 작아져 조절자극에 대한 근거리 수평사위도 변화의 기울기보다 조절반응에 대한 근거리 수

평사위도 변화의 기울기가 더 가파르게 나타났다(Table 1). 이에 외사위 그룹에서는 (+) 렌즈 가입으로 조절이완 시켰을 때 보다 (-) 렌즈 가입으로 조절 시켰을 때 기울기가 컸으나, 내사위 그룹에서는 (+) 렌즈 가입으로 조절이완 시켰을 때가 (-) 렌즈를 가입하였을 때 보다 기울기가 더 크게 나타났다. 이는 외사위인 경우, 사위를 검사하기 위해 융합을 제거하게 되면 외편위 되고 외편위 된 눈은 폭주방향의 여력이 커서 내편위 자극에 대한 수용력이 커지게 된다. 반대로 내사위인 경우, 사위를 검사하기 위해 융합을 제거하게 되면 눈이 내편위 되고 내편위 된 눈은 개산방향의 여력이 커서 외편위 자극에 대한 수용력이 커지게 되는 것으로 사료된다.^[18,19]

3. 자극 AC/A비와 반응 AC/A비 비교

Fig. 3은 각 사위 그룹별 가입렌즈에 따른 자극 AC/A비와 반응 AC/A비를 나타낸 것이다. 외사위 그룹에서는 자극 AC/A비와 반응 AC/A비의 차이 비교에서 -2.00 D 렌즈를 가입하였을 때가 차이가 1.72 Δ/D로 가장 컸고, +2.00 D 렌즈를 가입하였을 때가 차이가 0.85 Δ/D로 가장

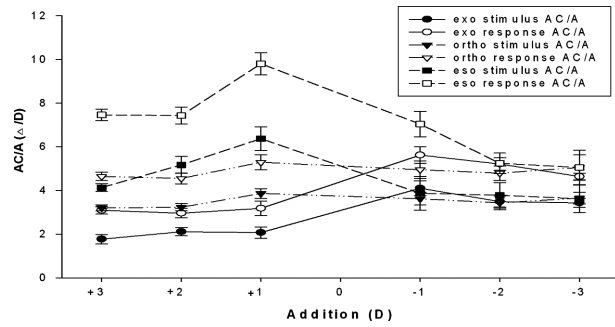


Fig. 3. Comparison between stimulus AC/A ratio and response AC/A ratio by additions in phorias.

작게 나타났다. -1.00D, -2.00D 렌즈를 가입하였을 때, 각각 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 정위 그룹에서는 +3.00 D 렌즈를 가입하였을 때가 자극 AC/A비와 반응 AC/A비의 차이가 1.44 Δ/D로 가장 컸고, +2.00 D 렌즈를 가입하였을 때의 차이가 1.32 Δ/D로 가장 작게 나타났으나 모든 가입렌즈에서 각각 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 내사위 그룹에서는 +1.00 D 렌즈를 가입하였을 때가 자극 AC/A비와 반응 AC/A비의 차이가 3.43 Δ/D로 가장 컸고, -3.00 D 렌즈를 가입하였을 때의 차이가

Table 2. Difference of stimulus AC/A ratio and response AC/A ratio by additions in phorias unit : (Δ/D)

Phoria	Addition (D)	M±SD		Mean difference	t/p-value
		Stimulus AC/A	Response AC/A		
Exo	+3.00 (a)	1.77±2.61	3.09±0.94	1.32	1.894/0.068
	+2.00 (b)	2.11±1.01	2.96±1.15	0.85	1.652/0.109
	+1.00 (c)	2.07±0.87	3.18±1.81	1.11	1.751/0.090
	-1.00 (d)	4.10±1.44	5.62±2.05	1.52*	2.068/0.047
	-2.00 (e)	3.49±1.41	5.21±1.59	1.72*	2.152/0.040
	-3.00 (f)	3.43±3.30	4.64±1.15	1.21	1.826/0.078
Ortho	+3.00 (a)	3.20±0.82	4.64±1.12	1.44	1.932/0.062
	+2.00 (b)	3.23±1.87	4.55±1.46	1.32	1.893/0.066
	+1.00 (c)	3.86±1.32	5.29±2.07	1.43	1.921/0.063
	-1.00 (d)	3.62±1.74	4.95±2.40	1.33	1.899/0.066
	-2.00 (e)	3.43±0.77	4.79±1.94	1.36	1.903/0.065
	-3.00 (f)	3.65±1.57	5.05±3.44	1.40	1.912/0.064
Eso	+3.00 (a)	4.13±0.74	7.46±1.05	3.33*	16.336/0.000
	+2.00 (b)	5.17±1.55	7.43±1.55	2.26*	9.276/0.000
	+1.00 (c)	6.37±2.18	9.80±2.02	3.43*	17.346/0.000
	-1.00 (d)	3.87±3.09	7.04±2.33	3.17*	12.274/0.000
	-2.00 (e)	3.78±2.34	5.24±1.88	1.46	1.951/0.070
	-3.00 (f)	3.62±2.50	5.05±3.15	1.43	1.922/0.074

*p<0.05, t : t-distribution in analysis of paired t-test
Exo : exophoria, Ortho : orthophoria, Eso : esophoria

Table 3. Comparison between stimulus AC/A ratio and response AC/A ratio by addition in phorias unit : (Δ/D)

Phoria	Addition (D)	M \pm SD		F/p-value		LSD ^a	
		Stimulus AC/A	Response AC/A	Stimulus AC/A	Response AC/A	Stimulus AC/A	Response AC/A
Exo	+3.00 (a)	1.77 \pm 2.61	3.09 \pm 0.94	7.598/0.000*	20.791/0.000*	d,e,f>a,b,c	d,e,f>a,b,c
	+2.00 (b)	2.11 \pm 1.01	2.96 \pm 1.15				
	+1.00 (c)	2.07 \pm 0.87	3.18 \pm 1.81				
	-1.00 (d)	4.10 \pm 1.44	5.62 \pm 2.05				
	-2.00 (e)	3.49 \pm 1.41	5.21 \pm 1.59				
	-3.00 (f)	3.43 \pm 3.30	4.64 \pm 1.15				
Ortho	+3.00 (a)	3.20 \pm 0.82	4.64 \pm 1.12	1.731/0.130	1.993/0.082	-	-
	+2.00 (b)	3.23 \pm 1.87	4.55 \pm 1.46				
	+1.00 (c)	3.86 \pm 1.32	5.29 \pm 2.07				
	-1.00 (d)	3.62 \pm 1.74	4.95 \pm 2.40				
	-2.00 (e)	3.43 \pm 0.77	4.79 \pm 1.94				
	-3.00 (f)	3.65 \pm 1.57	5.05 \pm 3.44				
Eso	+3.00 (a)	4.13 \pm 0.74	7.46 \pm 1.05	12.313/0.000*	11.588/0.000*	b,c>a,d,e,f	c>a,b,d>e,f
	+2.00 (b)	5.17 \pm 1.55	7.43 \pm 1.55				
	+1.00 (c)	6.37 \pm 2.18	9.80 \pm 2.02				
	-1.00 (d)	3.87 \pm 3.09	7.04 \pm 2.33				
	-2.00 (e)	3.78 \pm 2.34	5.24 \pm 1.88				
	-3.00 (f)	3.62 \pm 2.50	5.05 \pm 3.15				

*p<0.05, F : F-distribution in analysis of repeated measurement ANOVA

M \pm SD : Mean \pm Standard Deviation

Exo : exophoria, Ortho : orthophoria, Eso : esophoria

^aLeast significant difference: multiple *post hoc* comparison

1.43 Δ/D 로 가장 작게 나타났으며 +3.00 D, +2.00 D, +1.00 D, -1.00 D 렌즈를 가입하였을 때, 각각 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. (+) 렌즈를 가입하였을 때가 (-) 렌즈를 가입하였을 때 보다 자극 AC/A비와 반응 AC/A비의 차이가 크게 나타났다(Table 2). 자극 AC/A비와 반응 AC/A비의 차이가 나타나는 것은 조절자극량과 조절반응량의 차이인 조절래그에 의해 발생하는 차이로 외사위의 경우는 잠복안위에서 (+) 렌즈를 가입하면 개산여력이 작아 근거리 수평사위도의 변화가 작고, (-) 렌즈를 가입하면 폭주여력이 커서 근거리 수평사위도의 변화비가 조절반응량의 변화비보다 더 크기 때문에 (-) 렌즈를 가입하였을 때 그 차이가 더 큰 것으로 생각된다. 그러나 내사위의 경우 (-) 렌즈를 가입하였을 때 보다 (+) 렌즈를 가입할 때 개산여력이 커서 근거리 수평사위도의 변화가 더 커지기 때문으로 사료된다.

각 사위 그룹별 가입렌즈에 따른 자극 AC/A비와 반응 AC/A비를 반복 측정 ANOVA로 분석한 결과(Table 3). 외사위 그룹에서의 자극 AC/A비의 경우, 가입렌즈 -1.00 D

를 가입한 AC/A비가 4.10 \pm 1.44 Δ/D 로 가장 높았고, 가입렌즈 +3.00 D, +2.00 D, +1.00 D를 가입하였을 때 AC/A비가 낮고 -3.00 D, -2.00 D, -1.00 D 렌즈를 가입하였을 때 AC/A비가 높게 나타났으며 통계적으로 유의한 차이(p=0.000)가 있는 것으로 나타났다. 반응 AC/A비의 경우, 가입렌즈 -1.00 D를 가입한 AC/A비가 5.62 \pm 2.05 Δ/D 로 가장 높았고 가입렌즈 +3.00 D, +2.00 D, +1.00 D를 가입하였을 때 AC/A비가 낮고 -3.00 D, -2.00 D, -1.00 D 렌즈를 가입하였을 때 AC/A비가 높게 나타났으며 통계적으로 유의한 차이(p=0.000)가 있는 것으로 나타났다. 정위 그룹에서의 자극 AC/A비의 경우, 가입렌즈에 따른 AC/A비 사이에 통계적으로 유의한 차이(p=0.130)가 없었고, 반응 AC/A비도 통계적으로 유의한 차이(p=0.082)가 없었다. 내사위 그룹에서의 자극 AC/A비의 경우, 가입렌즈 +1.00 D 렌즈를 가입한 AC/A비가 6.37 \pm 2.18 Δ/D 로 가장 높고, 다음으로 +2.00 D 렌즈를 가입한 AC/A비가 5.17 \pm 1.55 Δ/D 로, +3.00 D, -1.00 D, -2.00 D, -3.00 D 렌즈를 가입하였을 때의 AC/A비와 통계적으로 유의한 차이(p=0.000)가 있는 것

으로 나타났다. 반응 AC/A비의 경우, +1.00 D를 가입한 AC/A비가 $9.80 \pm 2.02 \Delta D$ 로 가장 높았고, 다음으로 +3.00 D, +2.00 D, -1.00 D 렌즈를 가입한 AC/A비가 높고, -2.00 D, -3.00 D 렌즈를 가입한 AC/A비가 낮게 나타났으며 각각 통계적으로 유의한 차이($p=0.000$)가 있는 것으로 나타났다(Table 3). 이는 가입렌즈에 따른 자극 AC/A비와 반응 AC/A비는 외사위의 경우, (-) 렌즈를 가입 하였을 때의 AC/A비가 크게 나타났다. 이는 Park^[20]의 연구에서 측정된 가입렌즈에 따른 경사 AC/A비에서도 동일한 결과를 보였다. 외사위를 가진 피검자의 경우, 눈이 외편위 되어 (-) 렌즈를 가입하면 양성상대조절이 유발되고 그로 인한 양성조절성폭주가 증가되기 때문에 AC/A비가 높게 나타난다. 반면 내사위에서는 (+) 렌즈를 가입하였을 때의 AC/A비가 크게 나타났다. 이는 내사위를 가진 피검자의 경우, 눈이 내편위 되어 (+) 렌즈를 가입하면 음성상대조절이 유발되고 그로 인한 음성조절성폭주가 증가되기 때문에 AC/A비가 높게 나타나는 것으로 사료된다^[21]. 그러므로 임상에서 양안시 검사 및 처방 시에 외사위의 경우는 (-) 렌즈로 외편위를 줄여준 AC/A비를 적용하고 내사위의 경우는 (+) 렌즈로 내편위를 줄여준 AC/A비를 적용해야한다고 사료된다.

결 론

조절반응량의 변화폭은 가입렌즈를 (-) 방향으로 하였을 때, 외사위 그룹이 정위 그룹, 내사위 그룹보다 크게 나타났다. 가입렌즈를 (+) 방향으로 하였을 때, 내사위 그룹의 조절반응량 변화폭이 정위 그룹, 외사위 그룹보다 조절반응량 변화폭이 크게 나타났다. 조절자극에 따른 조절반응량의 변화폭은 (-) 렌즈를 가입하였을 때가 (+) 렌즈를 가입하였을 때 보다 더 컸고, (+), (-) 가입렌즈의 도수가 높아질수록 조절반응량의 변화폭이 줄어드는 경향을 보였다. 각 사위 그룹별로 조절자극에 따른 근거리 수평사위도의 기울기는 외사위 그룹에서는 (-) 렌즈를 가입하였을 때가 (+) 렌즈를 가입하였을 때보다 크게 나타났고 내사위 그룹의 경우는 (+) 렌즈를 가입하였을 때가 (-) 렌즈를 가입하였을 때보다 더 크게 나타났다. 근거리 수평사위도의 전체 변화폭은 내사위 그룹이 가장 크고 정위 그룹, 외사위 그룹 순으로 작게 나타났다. 각 사위 그룹별 조절반응에 따른 근거리 수평사위도의 변화는 조절자극에 따른 변화의 기울기보다 더 가파르게 나타났다. 각 사위 그룹별 자극 AC/A비와 반응 AC/A비의 차이는 외사위 그룹의 경우, (-) 렌즈를 가입하였을 때가 (+) 렌즈를 가입하였을 때보다 차이가 더 컸고, 내사위 그룹의 경우, (+) 렌즈를 가입하였을 때가 (-) 렌즈를 가입하였을 때 보다 차이가 더

크게 나타났다. 각각 가입렌즈에 따른 AC/A비의 차이는 외사위 그룹에서는 자극 AC/A비와 반응 AC/A비 모두에서 (+) 렌즈를 가입하였을 때가 낮고, (-) 렌즈를 가입하였을 때 높게 나타나 통계적으로 유의한 차이($p=0.000$)가 있는 것으로 나타났다. 정위 그룹에서는 가입렌즈에 따른 AC/A비의 차이는 자극 AC/A비($p=0.130$)와 반응 AC/A비($p=0.082$) 모두 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 내사위 그룹에서는 대체적으로 (+) 렌즈를 가입하였을 때가 AC/A비가 높게 나타났고, (-) 렌즈를 가입하였을 때는 낮게 나타나 각각 통계적으로 유의한 차이($p=0.000$)가 있는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2014년 경운대학교 교내 연구비의 지원으로 수행되었습니다.

REFERENCES

- [1] Sheedy JE, Shaw-McMinn PG. Diagnosing and treating computer-related vision problems, 1st Ed. Burlington: Elsevier Health Sciences. 2003;91.
- [2] Sheedy JE. Vision problems at video display a survey of optometrists. J Am Optom Assoc. 1992;63(10):687-692.
- [3] Sung PJ. Optometry, 2nd Ed. Seoul: daihakseolim. 2002; 277:290.
- [4] Scheiman M, Wick B. Clinical management of binocular vision, 3rd Ed. Philadelphia:Lippincot williams & Wilkins. 2008;4-6.
- [5] Manas L, Schulman P. The variation in the accommodation-convergence accommodation ratio upon periodic testing. J Optom Arch Amer Acad Optom. 1954;31(8):385-395.
- [6] Kim JD, Alexander J, Searbrick H. Accommodative response difference between binocular and monocular viewing for difference refractive error types. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2001;42(4):S2114.
- [7] Rainey BB, Goss DA, Kidwell M, Feng B. Reliability of the response AC/A ratio determined using nearpoint autorefraction and simultaneous heterophoria measurement. Clin Exp Optom. 1998;81(5):185-192.
- [8] Mutti DO, Jones LA, Moeschberger ML, Zadnik K. AC/A ratio, age, and refractive error in children. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2000;41(9):2469-2478.
- [9] Gwiazda J, Grice K, Thorn F. Response AC/A ratios are elevated in myopic children. Ophthalmic Physiol Opt. 1999;19(2):173-179.
- [10] Kim HK, Lee KB, Kim CJ, Baek SS, Kim HS, Leem HS, et al. Comparison of accommodative response and response AC/A ratio in emmetropic and myopic children. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2012;14(4):353-362.

- [11] Rainey BB, Schroeder TL, Goss DA, Grosvenor TP. Inter-examiner repeatability of heterophoria test. *Optom Vis Sci.* 1988;75(10):719-726.
- [12] Mitchell S, Bruce W. Clinical management of binocular vision: heterophoric, accommodative, and eye movement disorders, 3rd Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 2008;9-12.
- [13] Oh TS, Choi HC. Analysis methods of social science data, 1st Ed. Seoul: Nanam. 2010;163-167.
- [14] Momeni-Moghaddam H, Goss DA, Sobhani M. Accommodative response under monocular and binocular conditions as a function of phoria in symptomatic and asymptomatic subjects. *Clin Exp Optom.* 2013;97(1):36-42.
- [15] Tassinari JT. Monocular estimate method retinoscopy: central tendency easures and relationship to refractive status and heterophoria. *Optom Vis Sci.* 2002;79(11):708-714.
- [16] Goss DA, Rainey BB. Relationship of accommodative response and nearpoint phoria in a sample of myopic children. *Optom Vis Sci.* 1999;76(5):292-294.
- [17] Seidemann A and Schaeffel F. An evaluation of the lag of accommodation using photorefracton. *Vision Research.* 2003;43(4):419-430.
- [18] Kim JH, Ryu KH, Kim IS. The study on relation between asthenopia of lateral phoria and fusional reserve. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2006;11(4):329-335.
- [19] Kim DY. Binocular vision, 1st Ed. Seoul: Shinkwang. 2010:326.
- [20] Park SJ, Kwak HB, Lee SH, Kwak HW. A Study and analysis of accommodative convergence/accommodation ratio by measuring methods. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2013;18(2):117-123.
- [21] Kim EH, Berangere GD, VicciVR, Alvarez TL. The relationship between phoria and the ratio of convergence peak velocity to divergence peak velocity. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2010;51(8):4017-4027.

Comparison between Stimulus and Response AC/A Ratios for Each Phoria with Additional Spherical Power

Se-Hee Lee¹, Dong-Sik Yu², Jeong-Sik Son², and Ho-Weon Kwak^{2,*}

¹Dept. of Optometry and Vision Science, Catholic University of Daegu, Kyungsan 712-702, Korea

²Dept. of Optometry and Vision Science, Kyungwoon University, Gumi 730-739, Korea

(Received July 30, 2014; Revised September 2, 2014; Accepted September 18, 2014)

Purpose: The accommodative response and the near horizontal phoria were examined with additional spherical power to analyze the stimulus and response AC/A ratios that suggest reference data for the binocular vision. **Methods:** The open-field autorefractometer (Nvision-K 5001, Shin nippon) and modified thorington method (MIM card; Muscle Imbalance Measure card, Bernell) at 40 cm were utilized to measure the accommodative response and the near horizontal phoria for 81 persons (20.89 ± 1.92 years old) with additional spherical power. The stimulus and the response AC/A ratios were calculated by gradient AC/A method. **Results:** The exophoria group showed the highest accommodative response (1.92 ± 0.26 D) at 40 cm, followed by orthophoria group and esophoria group (1.72 ± 0.26 D and 1.62 ± 0.42 D, respectively) Meanwhile, the esophoria group showed the biggest ocular deviation for the near (23.24Δ) followed by the orthophoria group and exophoria group (19.76Δ and 15.14Δ , respectively). The biggest difference of the stimulus and the response AC/A ratios was 1.72Δ for the exophoria group with -2.00 D, while the one was 3.43Δ for the esophoria group with $+1.00$ D. There was a significant difference between AC/A ratios for the exophoria group with -2.00 D, -1.00 D and the esophoria group with $+3.00$ D, $+2.00$ D, $+1.00$ D and -1.00 D. **Conclusions:** The difference between stimulus and response AC/A was greater when increased minus spherical power for the exophoria group, while it was greater when increased plus spherical power for the esophoria group. Furthermore, the difference for the esophoria group was a greater than the one for the exophoria group.

Key words: Accommodative response, Near horizontal phoria, Gradient AC/A method, Stimulus AC/A ratio, Response AC/A ratio