

조도변화가 시기능 성분에 미치는 영향

김다영, 김상엽, 조현국, 문병연*

강원대학교 안경광학과, 삼척 245-907

투고일(2015년 5월 1일), 수정일(2015년 5월 28일), 게재확정일(2015년 5월 31일)

목적: 조도변화가 시기능에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. **방법:** 평균나이 23.93±1.59세 40명(남 21, 여 19)을 대상으로 시표면 조도를 5, 50, 200, 500 및 800 lx로 조정하여 각 조도 상태에서 조절력, 폭주근점, 원거리 및 근거리 사위, 원거리 및 근거리 융합버전스, 상대조절력, 조절레그를 측정하였다. **결과:** 시표면의 조도가 감소함에 따라 조절력은 유의하게 감소하였고($p<0.05$), 조절레그는 감소하였고, 폭주근점은 멀어졌으며, 수평사위는 내편위의 경향을 보였다. 음성융합버전스는 조도가 감소함에 따라 분리점과 회복점이 감소하는 경향을 보인 반면 양성융합버전스는 분리점이 증가하는 경향을 보였다. 음성 및 양성상대조절력의 경우 조도가 감소함에 따라 유의한($p<0.05$) 감소를 보였다. **결론:** 임상 현장에서 시기능 검사는 환자의 생활환경 및 직업 등을 고려한 적절한 조도 수준에서 수행되어야 할 것으로 사료된다.

주제어: 조도, 조절, 융합버전스

서 론

생활환경에서 조도는 시력뿐만 아니라 시생활에 영향을 미친다. 일반적으로 조도는 동공크기를 쉽게 변화시키^[1] 굴절교정값의 오류를 야기할 수 있으며, 입체시와 대비감도의 변화도 유발시킨다.^[2-3]

이처럼 조도는 시각능력과 밀접한 관계가 있음에도 불구하고 국내의 임상현장의 검사실 조도설정은 외국과 달리 뚜렷한 규정이 없는 실정이다.^[4] 이런 문제를 개선하고자 조도와 관련된 많은 연구들이 보고되고 있다. Kim 등^[4]은 20~120 lx 범위에서 20 lx 단위로 밝기를 달리하여 시력표의 종류에 따른 시력차이를 조사하였고, Han 등^[5]은 조도증가에 따른 시력한계점을 측정하였다. 그리고 Kim 등^[6]은 근거리 작업 시 안정피로를 최소화하기 위한 적정 대비감도를 유지할 수 있는 최소조도를 제시하여 조도 환경이 시력과 대비감도에 많은 영향을 미치는 요소임을 강조하였다. 특히 저시력환자를 대상으로 조사한 Shin 등^[6]의 연구에 따르면, 저시력환자에서 적절한 조도환경은 정상인보다 더욱 더 고려해야 할 요소임을 알 수 있다. 최근 김 등^[7]은 굴절교정을 위한 검사에서 조명조건이나 대비도에 따른 개인별 식별능력의 차이를 밝혀냈고, 노 등^[8]은 동공확대에 따른 각막굴절면 확장은 각막의 고유한 형태로 인해 자각적굴절검사값을 변화시키는 요인으로 작용하므로, 자각적굴절검사는 주된 생활환경에 맞는 조도조건

에서 실시해야 한다고 주장하였다.

이처럼 조도는 시각평가에 중요한 요소이며, 관련된 선행연구들이 많지만 조도가 시기능과 관련된 연구는 미흡한 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 시기능에 이상이 없는 정상안을 대상으로 다양한 조도 수준에 따른 조절과 폭주성분의 변화양상을 분석하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

본 연구의 취지에 동의한 평균 나이 23.93±1.59세의 40명(남자 21명, 여자 19명)을 대상으로 실시하였다. 문진을 통해 전신질환, 안질환 및 눈에 영향을 미치는 약물복용이 없음을 확인하였다. 대상자 선정과정 중 임상현장에서의 피검사자는 무작위임을 고려하여, 안정피로, 두통, 흐림, 복시 등과 같은 양안시기능이상의 자각증상^[9]유무를 조사하였다. 이들의 증상들 중 평소 한 가지 이상의 자각적인 경험이 있었던 경우나, 단안교정시력이 1.0 미만인 대상자는 본 연구에서 제외시켰다.

2. 연구방법

1) 측정조도

검사는 밝은 조도인 800 lx부터 실시한 후 암순응을 통

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

해 500, 200, 50, 5 lx 순으로 각각 실시하였으며, 조도가 바뀔 때마다 5분간의 휴식을 취한 후 측정하였다. 시력표의 조도는 준표준시력검사 장치에서 400~800 lx를 표준휘도 또는 조도로 명시하고 있어¹⁰⁾ 시표의 조도 800 lx를 기준으로 하여 조도에 따른 시기능 검사값의 변화를 비교하였다.

2) 시기능측정항목¹¹⁾

수동 포롭터(Ultramatic RX Master, Reichert, USA)와 5 m 시력표를 통해 굴절검사를 실시하였으며, 난시정밀검사는 잭슨크로스실린더와 단일문자시표를 이용하여 측정하였다. 대상자들의 굴절이상을 완전교정한 후 조명감소에 따라 push-up법을 이용한 조절력, 폭주근점, 폰 그래페법을 이용한 사위, FCC법을 이용한 조절래그, 그리고 포롭터 내 로타리프리즘 이용한 융합력을 각각 3회씩 측정하여 평균값을 구하였다.

3) 통계분석

각 항목의 변화를 분석하기 위해 SPSS for Windows, ver. 18.0를 통하여 일원분산분석(One-way ANOVA)을 실시하였고, 유의수준이 $p < 0.05$ 인 경우 통계적으로 유의성이 있다고 판단하였다.

결과 및 고찰

1. 조도에 따른 조절성분(조절력, 조절래그)의 변화

시표면의 조도에 따른 조절성분의 변화는 Table 1과 같다. 시표면의 조도가 800, 500, 200, 50, 그리고 5 lx일 때 측정된 단안조절력의 평균값은 각각 7.75, 7.48, 7.09, 6.89, 그리고 6.27 D로 800 lx와 비교해 200 lx에서부터 유

Table 1. The change of accommodation factors depending on illuminance levels

Illumination (lx)	Amplitude of accommodation	Accommodative lag
	Mean±SD (D)	Mean±SD (D)
5	6.27±1.55 ^a	0.26±1.11
50	6.89±1.56 ^b	0.26±0.98
200	7.09±1.60 ^{bc}	0.34±0.94
500	7.48±1.78 ^{cd}	0.39±0.74
800	7.75±1.88 ^d	0.35±0.71
F/p	9.228/0.000*	0.153/0.961
N	80	40

^{a,b,c,d}: a subgroup by Duncan test of one-way ANOVA
*: $p < 0.05$

Table 2. The change of near point of convergence depending on illuminance levels

Illumination (lx)	Near point of convergence		N
	Break point (cm)	Recovery point (cm)	
5	9.23±4.89	10.53±5.63	40
50	9.10±4.93	10.46±5.69	
200	8.89±4.26	10.49±5.45	
500	8.60±4.06	10.59±5.54	
800	8.68±3.51	10.63±4.84	
F /p	0.151/0.963	0.006/1.000	

의한 감소를 보였다($p < 0.05$). 양안조절래그의 경우 각각 0.35, 0.39, 0.34, 0.26, 그리고 0.26 D로 조도가 감소함에 따라 감소하는 경향을 보였다.

2. 조도에 따른 폭주근점의 변화

시표면의 조도에 따른 폭주근점의 변화는 Table 2와 같다. 시표면의 조도가 800, 500, 200, 50, 그리고 5 lx일 때 측정된 폭주근점의 분리점은 각각 8.68, 8.60, 8.89, 9.10, 그리고 9.23 cm로 나타났으며, 회복점은 각각 10.63, 10.59, 10.49, 10.46 그리고 10.53 cm로 나타났다. 분리점은 조도가 감소함에 따라 멀어지는 경향을 보였으나, 회복점의 경우 현저한 변화는 보이지 않았다.

3. 조도에 따른 사위도의 변화

시표면의 조도에 따른 사위의 변화는 Table 3과 같다. 시표면의 조도가 800, 500, 200, 50, 그리고 5 lx일 때 측정된 근거리 수평사위의 평균값은 각각 6.55, 5.88, 5.28, 4.65, 그리고 4.15 Δ으로 나타났으며, 원거리 수평사위의 경우 각각 4.18, 3.65, 3.20, 2.90, 그리고 2.43 Δ으로 조도가 감소함에 따라 내편위의 경향을 보였다.

Table 3. The change of phoria depending on illuminance levels

Illumination (lx)	Near Phoria (Exo)	Distance Phoria (Exo)	N
	Mean±SD (Δ)	Mean±SD (Δ)	
5	4.15±5.74	2.43±4.54	40
50	4.65±5.58	2.90±4.29	
200	5.28±5.34	3.20±4.55	
500	5.88±4.90	3.65±4.20	
800	6.65±4.15	4.18±4.13	
F /p	1.456/0.217	0.963/0.429	

Table 4. The change of fusional vergence depending on illuminance levels

Illumination (lx)	Negative fusional vergence		Positive fusional vergence		N
	Near break/recovery (Δ)	Distance break/recovery (Δ)	Near break/recovery (Δ)	Distance break/recovery (Δ)	
5	21.88±8.94/13.73±8.99	11.30±4.14/5.60±3.42	24.13±9.89/17.60±10.90	20.08±8.63/11.83±7.42	40
50	21.95±9.09/15.23±8.68	11.93±3.87/6.38±3.39	24.80±9.96/16.88±10.57	20.13±8.59/11.90±7.27	
200	23.05±8.45/16.08±8.57	12.15±3.96/6.83±2.85	23.63±9.50/15.43±8.95	19.50±8.45/13.13±7.66	
500	22.65±8.33/16.40±8.15	12.00±4.09/7.10±3.43	23.93±10.08/14.55±7.17	19.50±8.65/11.73±6.05	
800	23.33±7.61/17.00±8.09	12.30±4.05/7.43±3.12	23.75±9.46/13.48±7.13	18.75±8.03/11.40±6.05	
F	0.232/0.892	0.363/1.907	0.089/1.366	0.173/0.363	
P	0.920/0.470	0.835/0.111	0.986/0.247	0.952/0.835	

4. 조도에 따른 융합여력의 변화

1) 근거리 융합버전스의 변화

시표면의 조도에 따라 측정된 근거리 음성융합버전스의 변화는 시표면의 조도가 800, 500, 200, 50, 그리고 5 lx일 때 분리점이 각각 23.33, 22.65, 23.05, 21.95 그리고 21.88 Δ이었고, 회복점이 각각 17.00, 16.40, 16.08, 15.23, 그리고 13.73 Δ으로 나타났다. 양성융합버전스는 분리점이 각각 23.75, 23.93, 23.63, 24.80, 그리고 24.13 Δ이었고, 회복점은 각각 13.48, 14.55, 15.43, 16.88, 그리고 17.60 Δ으로 나타났다. 음성융합버전스는 조도가 감소함에 따라 감소하는 경향을 보였고, 양성융합버전스는 증가하는 경향을 보였다(Table 4).

2) 원거리 융합버전스의 변화

시표면의 조도에 따라 측정된 원거리 음성융합버전스의 변화는 시표면의 조도가 800, 500, 200, 50, 그리고 5 lx일 때 분리점이 각각 12.30, 12.00, 12.15, 11.93, 그리고 11.30 Δ이었고, 회복점이 각각 7.43, 7.10, 6.83, 6.38 그리고 5.60 Δ으로 나타났다. 양성융합버전스는 분리점이 각각 18.75, 19.50, 19.50, 20.13, 그리고 20.08 Δ이었고, 회복점은 각각 11.40, 11.73, 13.13, 11.90, 그리고 11.83 Δ으로 나타났다. 음성융합버전스는 조도가 감소함에 따라 분리점, 회복점 모두 감소하는 경향을 보였다. 양성융합버전스의 경우 분리점은 증가하는 경향을 보였으나, 회복점은 경향성을 보이지 않았다(Table 4).

5. 조도에 따른 상대조절력의 변화

시표면의 조도에 따라 측정된 상대조절력의 변화는 Table 5와 같다. 시표면의 조도가 800, 500, 200, 50, 그리고 5 lx일 때 측정된 음성상대조절력의 평균값은 각각 2.69, 2.53, 2.45, 2.37, 그리고 2.25 D로 나타났으며, 양성상대조절력의 경우 각각 -2.71, -2.51, -2.24, -2.11, 그리

Table 5. The change of relative accommodation depending on illuminance levels

Illumination (lx)	Negative relative accommodation	Positive relative accommodation	N
	Mean±SD (D)	Mean±SD (D)	
5	2.25±0.52 ^a	-1.83±1.01 ^a	40
50	2.37±0.44 ^{ab}	-2.11±1.26 ^{ab}	
200	2.45±0.43 ^{ab}	-2.24±1.14 ^{abc}	
500	2.53±0.60 ^{bc}	-2.51±1.26 ^{bc}	
800	2.69±0.48 ^c	-2.71±1.25 ^c	
F / p	0.002*/4.538	0.012*/3.322	

^{a,b,c,d}: a subgroup by Duncan test of one-way ANOVA
*: p<0.05

고 -1.83 D로 나타났다. 음성 및 양성상대조절력은 조도가 감소함에 따라 모두 감소하는 경향을 보였으며, 800 lx와 비교해 각각 200 lx, 50 lx에서부터 유의한 차이를 보였다(p<0.05).

조명은 생리적, 심리적으로 영향을 미치며, 적합한 조명 환경은 인간의 시각수행의 중요한 요소로 작용된다.^[12] 조도와 관련된 선행연구들 중 조도의 변화가 조절 및 폭주 성분에 미치는 영향에 대한 연구는 미흡한 실정이며, 따라서 본 연구에서는 표준조도를 800 lx로 하여 조도감소에 따른 시기능 변화를 분석하고 임상현장에서 시기능검사 시 조도의 중요성을 제시하고자 하였다.

본 연구의 실험결과에서, 조도감소에 따른 조절력의 변화를 살펴보면 조도가 감소함에 따라 조절력도 감소되었고, 800 lx상태에서 측정된 값과 비교해 200 lx에서부터는 통계적으로 유의한 감소를 보였다. 이런 결과는 2,000 lx에서부터 50 lx로 감소된 조건에서 조절력의 유의한 감소를 보고한 주^[13]의 연구 및 조도가 증가할수록 조절력도

증가한다는 전^[14]의 연구와 같은 경향을 보인다.

Owens 등^[15,16]은 조명이 감소된 상태에서 조절을 정확하게 유지하기 위한 양안시의 중요성을 강조하였다. 임상적으로 조절래그와 조절리드를 측정함으로써 주어진 거리에서 조절반응상태를 평가할 수 있다.^[17] 본 연구에서 가장 밝은 조도상태인 800 lx와 비교해 조도가 감소함에 따라 조절래그도 감소하는 경향을 보였다. 일반적으로 조절래그는 주시하는 타겟의 크기가 클수록 증가하지만,^[18] 낮은 조명이나 입체적인 타겟을 주시할 경우에는 감소하는 것으로 알려져 있는데,^[19] 추가적인 긴장성 조절과 동공의 확대에 의해 흐려지는 시표를 더 선명하게 보기 위한 불수의적인 기전에 의한 더 많은 조절의 요구가 조절래그를 감소시킨 원인으로 생각된다.^[14]

두 눈이 안쪽으로 동시에 모일 수 있는 가장 가까운 점을 의미하는 폭주근점은, 폭주부족을 진단하는 중요한 단서로 활용된다.^[20] Ivanoff 등^[21]은 9명 중 8명이 원거리 자극에 대해 조도가 감소됨에 따라 과폭주가 증가하였음을 보고한 반면, Saito^[22]는 조도의 감소에도 폭주근점에는 차이가 없는 것으로 상반된 결과를 보고하였다. 본 연구에서는 조도가 감소함에 따라 유의한 변화는 아니지만 폭주근점이 후퇴되는 경향을 나타냈다. 이런 결과는 조도가 감소하면 조절 반응량이 증가하고, 과폭주가 함께 작용되어 손실된 폭주능력으로 인해 폭주근점은 멀어지는 것으로 생각되며, 또한 반복적인 측정에 의한 영향도 있을 것으로 판단된다.

Lantz 등^[23]은, 지속적인 근거리 작업 후 모든 조도조건에서 내사위 방향으로 안위변화를 보고하였고, 이 등^[24]의 연구에서도 LED광원의 색온도와 조도가 낮아짐에 따라 내편위의 경향이 나타난다고 보고되었다. Howarth와 Heron^[25]는 사위 측정 시 조절이 너무 낮게 작용하면 외사위도가 너무 높게 나타나거나 내사위도가 너무 낮게 나타날 수 있다고 하였다. 본 연구결과에서 조도가 감소함에 따라 원거리 및 근거리 수평사위의 변화는 내편위의 경향을 보였다. 조절이 과다한 상태에서 조절과 연관된 부가적인 폭주는 내사위와 관련되며,^[26] 조명 감소에 의해 조절의 요구량이 증가하면서 내편위의 경향을 나타낸 것으로 생각된다.

융합은 감각융합과 운동융합으로 나뉜다. 특히 운동융합은 망막상의 어긋난 시축을 정렬시키는데 중요한 역할을 한다. 외사위가 존재할 경우 폭주방향의 융합력인 양성융합성폭주가 요구되고, 내사위가 존재할 경우 개산방향의 융합력인 음성융합성폭주를 통해 양안단일시를 유지하게 된다.^[27] 전^[14]의 연구에 따르면, 조도를 증가시켰을 때 양성융합버전스의 분리점은 원거리 및 근거리 모두에서 감소하는 것으로 나타났다. 본 연구에서 반대로 조도를 감

소시키며 측정된 결과, 원거리 및 근거리 양성융합버전스의 분리점은 증가되는 경향을 보여 양성융합버전스는 조도의 증감에 따라 상반관계가 있음을 알 수 있었다. 반면, 원거리 및 근거리 음성융합버전스의 분리점 및 회복점의 경우 조도감소에 따라 감소하는 경향을 나타냈다. 두 방향의 수평융합력은 수평사위에 방향에 따라 양성 또는 음성융합버전스가 부가적으로 요구되며 서로 길항적인 관계를 가지고 있다.^[28] 본 연구에서 조도 감소에 따라 내사위 경향으로 나타난 안위변화를 극복하기 위한 음성융합버전스의 요구가 부가적으로 발생됨에 따라 음성융합버전스는 감소되었고, 양성융합버전스는 증가된 것으로 판단된다.

상대조절력은 양안단일선명시를 유지하는 동안 조절자극 또는 이완능력을 측정하는 것이다. 양성상대조절력이 증지되는 수준은 조절력이나 AC/A 비 및 음성융합버전스에 따라 영향을 받으며, 조절이완능력이 요구되는 음성상대조절력의 경우에는 양성융합버전스의 수준에 따라 흐린 점이 다르게 측정된다.^[26] 본 연구에서 양성상대조절력의 경우 조도감소에 따라 감소하였고, 가장 밝은 조도인 800 lx와 비교해 50 lx에서는 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 원인으로는 어두운 조명으로 인한 내사위 경향이 음성융합버전스의 감소를 유발시켜 밝은 조명상태와 비교해 낮은 값을 나타낸 것으로 판단된다. 음성상대조절력 또한 조도감소에 따라 감소되었고, 800 lx와 비교해 200 lx에서 유의한 감소를 보였다. 일정수준보다 조절이 과다한 경우에는 조절이완의 능력을 측정하는 모든 검사에서 기댓값보다 낮은 값이 검출되는데,^[26] 본 연구에서 음성상대조절력이 낮은 원인으로서는 조도감소에 의한 조절과잉반응의 결과로써 여겨진다.

충분한 빛의 양은 인간의 작업 수행에 도움을 주지만, 부적절한 조명은 시각적 피로를 증가시켜 작업 성능을 저하시킨다.^[12] 또한, 중년층, 노년층의 경우 연령이 증가함에 따라 노인성 축동현상으로 망막 조도에 영향을 미치게 되어,^[29] 시기능의 변화가 더욱 클 것으로 예상된다. 따라서 본 연구를 통해 임상에서 부적절한 조명환경으로 범할 수 있는 측정오류를 줄이고, 시기능 검사 시 조도의 중요성을 제시할 수 있을 것으로 생각된다. 하지만 대상자의 연령층이 20대라는 점이 본 연구의 제한점으로 판단되고, 추후 연구를 통해 연령에 따라서도 고려해 볼 필요가 있다고 사료된다.

결 론

본 연구에서는 시표면의 조도를 각각 800, 500, 200, 50 그리고 5 lx로 변화시킴에 따라 조절 및 폭주관련 시기능 검사값의 변화를 비교하였다.

조절력과 조절래그는 조도가 감소함에 따라 감소하였으며, 조절력은 시표면 조도 800 lx를 기준으로 200 lx부터 유의한 차이를 보였다. 조도가 감소함에 따라 폭주근점 분리점은 멀어지며, 수평사위는 내편위의 경향을 보였다. 근거리 및 원거리의 음성융합버전스는 분리점과 회복점 모두 조도가 감소함에 따라 감소하는 경향을 보였으나 양성 융합버전스의 경우 분리점은 모두 조도가 감소함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 음성 및 양성상대조절력 모두 조도가 감소함에 따라 비례적으로 감소하였으며, 음성상대 조절력은 200 lx부터, 양성상대조절력은 50 lx부터 유의한 변화를 보였다.

임상현장에서 시기능검사 시 부적절한 검사조도는 의도치 않는 측정오류를 범할 수 있으므로 정확한 결과값의 도출을 위해서 측정 전 적절한 조도선택이 필수적인 요소임을 강조하고자 한다.

REFERENCES

[1] Han SH, Kim BH, Yoon JH, Lee SE, Park SM, Jeong JH et al. Change in the eyes' refractive power and pupil's size following intensity of illumination using Auto Ref-Keratometer. *Kor J Vis Sci.* 2013;15(1):1-7.

[2] Lee DU, Na YS, Lee GM, Lee JB. Effect of difference of binocular retinal illuminance on stereopsis. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2003;44(8):1828-1832.

[3] Lee CH, Choi DG. Effect of illumination on stereoacuity. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2002;43(10):1963-1967.

[4] Kim DI, Choi O. Comparison of visual acuity according to different visual acuity charts and various intensities of illumination. *J Korean Ophthalmol Soc.* 1983;24(4):687-693.

[5] Kim CS, Kim HK. Effect of illumination on contrast sensitivity. *J Korean Ophthalmol Soc.* 1987;28(4):729-731.

[6] Shin DS, Jung SW, Ahn SK, Koo BS. Effect of the illumination and the types of the lenses on near visual acuity in low vision patients. *J Korean Ophthalmol Soc.* 1997;38(9):1677-1681.

[7] Kim SY, Cho HG. Minimal illumination to identify the chart in each visual acuity and deviation of identification capability according to illumination and chart contrast. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2013;18(4):549-554.

[8] Noh YS, Kim SY, Cho HG. Changes of refractive errors caused by corneal shape and pupil size. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2014;19(3):383-387.

[9] Scheiman M, Wick B. *Clinical management of binocular vision*, 2nd Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2002;73-81.

[10] Kim DH, Gwon OJ, Kim SM, Kim JM, Kim CS, Sung AY et al. *Ocular Physiology*, 4th Ed. Seoul: Hyunmoonsa, 2009;128.

[11] Jin GH, Choi HJ. *Clinical Procedures for Clinical Exami-*

nation, 3rd Ed. Seoul: Daihakseolim, 2008;203-240.

[12] Lin CJ, Feng WY, Chao CJ, Tseng FY. Effects of VDT workstation lighting conditions on operator visual workload. *Ind Health.* 2008;46(2):105-111.

[13] Joo BH. The change of visual functions by light intensities and color tones of ophthalmic lenses. MA Thesis. Seoul National University of Science and Technology, Seoul. 2012;87.

[14] Jeon IC. A study on the changes of visual function by visual stimuli and clinical evaluation of accommodation release apparatus. PhD Thesis. Eulji University, Daejeon. 2012;53-58:88-89.

[15] Owens DA, Leibowitz HW. The fixation point as a stimulus for accommodation. *Vision Res.* 1975;15:1161-1163.

[16] Owens DA, Leibowitz HW. Oculomotor adjustments in darkness and the specific distance tendency. *Perception & Psychophysics.* 1976;20(1):2-9.

[17] Somer D, Demirci S, Cinar FG, Duman S. Accommodative ability in exotropia: predictive value of surgical success. *J AAPOS.* 2007;11(5):460-464.

[18] Bakaraju, RC, Yeotikar NS, Srinivas RV. Accommodative lag versus different stimuli. *J Mod Optic.* 2007;54(9):1299-1305.

[19] Jiang BC, Gish KW, Leibowitz HW. Effect of luminance on the relation between accommodation and convergence. *Optom Vis Sci.* 1991;68(3):220-225.

[20] Shin JA. *Visual acuity refraction*, 2nd Ed. Seoul: Hanmi Medical publishing Co, 2008;54.

[21] Ivanoff A, Bourdy C. Le comportement de la convergence nocturne. *Ann Optique Oculaire.* 1954;3:70-75.

[22] Saito, K, Hosokawa T. Basic study of the VRT (visual reaction test): the effects of illumination and luminance. *Int J Hum Comput Interaction.* 1991;3(3):311-316.

[23] Lantz MW. Evaluation of heterophoria after sustained near work under varying illuminances. PhD Thesis. Ferris State University, Ferris. 2008.

[24] Lee CW, Kim SY, Song WJ, Ryu GC, Jeong KI, Jeong KS et al. Research on the influence of the accommodative power and the phoria from correlated color temperature and illuminance of LED Lighting. *Kor J Vis Sci.* 2012;14(4):363-371.

[25] Howarth PA, Heron G. Repeated measures of horizontal heterophoria. *Optom Vis Sci.* 2000;77(11):616-619.

[26] Scheiman M, Wick B. *Clinical management of binocular vision*, 2nd Ed. USA: Lippincott Williams&Wilkins, 2002;35(92):454-466.

[27] Sung PJ. *Optometry*, 6th Ed. Seoul: Daihakseolim, 2009;202:237-263.

[28] Kim SC. The influence on binocular vision about changes of the refraction correction power. MA Thesis. Dongshin University, Gwangju. 2009;2.

[29] Heron G, Charman WN, Schor C. Dynamics of the accommodation response to abrupt changes in target vergence as a function of age. *Vision Res.* 2001;41(4):507-519.

Effects of Variation of Illumination on Visual Function Factors

Da-Young Kim, Sang-Yeob Kim, Hyun Gug Cho, and Byeong-Yeon Moon*

Dept. of Optometry, Kangwon National University, Samcheok 245-907, Korea

(Received May 1, 2015: Revised May 28, 2015: Accepted May 31, 2015)

Purpose: This study was performed in order to figure out the influence of illumination on visual function. **Methods:** 40 adults (male 21, female 19) of average age 23.93 ± 1.59 years were participated in this study. The test chart surface illumination was adjusted to 5, 50, 200, 500 and 800 lx, and then amplitude of accommodation, near point of convergence, far and near distance phoria, far and near distance fusional vergence, relative accommodation, and accommodation lag were measured at each illumination condition. **Results:** As illumination intensity of test chart was reduced, amplitude of accommodation was significantly decreased ($p < 0.05$), accommodation lag was also decreased, near point of convergence was receded, and horizontal phoria showed a tendency of esodeviation. In the case of negative fusional vergence, with reduction of illumination intensity, the break point and the recovery point were decreased but in the case of positive fusional vergence, the break point was increased. The negative and positive relative accommodation were significantly decreased ($p < 0.05$) with reduction of illumination intensity. **Conclusions:** In clinical practice, visual functional test should be performed under condition of adequate illumination level through patient's living environment and job.

Key words: Illumination, Accommodation, Fusional vergence